

해외출장결과보고

1. 출장건명 : UN ESCAP-APCAEM 바이오에너지 개발에 관한 아태지역 포럼
참석

2. 출장목적

: UN ESCAP 산하 농기계아시아태평양센터(APCAEM) 주관하는 “바이오에너지 개발에 관한 아태지역 포럼” 참석하여 주제발표와 토론

3. 출장일정

일 자	이동상황	방문기관	주요 사항
1월 23일(수)- 1월 24일(목)	서울 → 방콕		·숙소 도착
1월 24일(목)	체 재	회의장: 방콕 시내 Muray Garden Hotel	·2일차 논문발표 및 종합토론
1월 25일(금)		현장견학	·낙혼 라키미아(Nakhon Rachsima) 바이오플랜트 방문 ·수라나리 기술대학교 (Suranaree University of Technology) 바이오매스 센터
1월 26일(토) ~ 1월 27일(일)	방콕 → 서울		·귀국

『바이오에너지부문 개발에 관한 아태지역포럼: 도전과 기회』 결과보고

I. 포럼 개요

- 포럼 명칭 : 바이오에너지 개발에 관한 아태지역 포럼- 도전과 기회
- 포럼 기간 및 장소
 - 개최기간: 2008년 1월 23일 ~ 1월 25일
 - (참석기간: 2008년 1월 24일 ~ 1월 25일)
 - 장소: 태국 방콕 무레이 가든 호텔
- 포럼 참석자
 - 한국농촌경제연구원 김창길 박사
- 포럼 논문발표 구성과 현장견학
 - 제1세션은 아태지역의 바이오연료 개발, 제2세션은 아태지역의 바이오가스 와 바이오 매스, 제3세션은 바이오에너지의 차세대 기술, 제4세션은 기후변 화와 그린비즈니스 기회, 제5세션은 결론 및 권고 등으로 구성하여 총 25편 의 논문이 발표됨. 특히 이번 바이오에너지 포럼에서는 기후변화에 대응한 교토메카니즘인 청정개발체제(Clean Development Mechanism, CDM) 사업 에 대한 실제적 적용 및 향후 확대 방안 등에 대한 활발한 논의가 있었음.
 - 현장견학은 태국 농업·협동조합부의 지원을 받아 Nakhon Rachasima 지역 에 위치한 수라나리 기술대학교(Suranaree University of Technology)의 공 학연구원 바이오매스 센터, KI 에탄올공장, 바이오가스플랜트(Sanguanwong Industry Co, Ltd.) 등을 방문하였음.
- 워크숍 참석자
 - 포럼 참석자는 호주, 캄보디아, 중국, 피지, 인도, 인도네시아, 라오스, 말레 시아, 네팔, 필리핀, 한국, 싱가포르, 태국, 베트남 등의 UNESCAP 15개 회 원국과 FAO, UNDP, UNIDO, UNEP 등 국제기구 관계자 등 100여명이 참 석하였음. 참석인사 대부분은 정책담당자, 학계와 연구기관 등 전문가, 컨설 팅회사, 국제기구 관계자 등으로 이루어졌음.

II. 세션별 주요 논의 내용

1. 「 세션 1 」 : 아태지역의 바이오연료 개발

1) 아시아 태평양 지역에서의 바이오 에너지 개발을 위한 환경성장 기회

(Mr. Rae Kwon Chung, UNESCAP 대표, Green Growth Opportunities for Bioenergy Development in Asia and the Pacific)

- 세계경제의 생태적 위치를 보면 생태적 손실(ecological deficit)이 확대되고 있음. 아시아 태평양지역의 주요 특성을 보면 빠른 경제성장, 제약적인 생태적 보유능력, 지구온실가스 배출의 34% 차지, 2/3 정도가 빈곤층, 대부분의 지역이 환경적 자정능력을 초과하고 있음.
- 관행적 접근이 생산측면에서 환경보전과 오염통제녹색성장(green growth)은 환경악화 없이 지속적인 경제성장을 추구하면서 환경지속성과 생태적 효율성에 초점을 맞춤.
- 생태효율성 제고를 위해서는 가격구조와 인프라구조의 개선이 필요함. 특히 기후변화에 대비한 효율성 제고를 위해서는 교통, 에너지와 물 등 인프라, 수요측면에서 지속가능한 소비패턴이 중요함.
- 기후온난화에 대비하여 아태지역에서의 최근의 개발된 바이오에너지 기술을 활용한 바이오에너지 개발은 생태적 효율성을 제고시키는 녹색성장에서 중요한 추진력으로 작용함. UNESCAP은 녹색성장에 관한 정보제공과 정보공유처(www.usescap.org/esd)로 중요한 역할을 하고자 노력하고 있음.

2) 아태지역의 바이오연료 발전을 위한 기회와 과제

(Dr. Jeong-Hwan Bae, Associate Researcher, Korea Energy Economics Institute, Opportunity and Challenge for the Evolution of Biofuels in the Asia and Pacific Region)

- 세계 바이오에탄올 생산은 2007년에 5천만 kL로 2000년 대비 3배 급증하였는데, 특히 미국의 경우 이 기간 중에 4배 증가함.
- 바이오연료 생산 확대를 위해 EU의 경우 2003년부터 공동농업정책에서 ha당 45유로의 보조금을 지급함은 물론 연료세 및 환경세 등을 감면해주고 있음. 특히 독일의 경우 바이오 연료 부문에 100% 세금감면이 이루어지고 있고, 프랑스의 경우 부분적인 세금감면이 이루어지고 있음.
- 바이오에너지 촉진과 관련하여 제기되는 프런티어 이슈로 바이오연료 확대가

농산물시장에 상당한 영향력과 포기지와 한계지 이용 활성화, 생물다양성과 기후변화에 미치는 영향, 틈새시장(niche market) 등을 들 수 있음.

3) 경지이용, 식량안보 및 환경 측면에서 바이오에너지 개발의 의미

(Ms. Suzuki, FAO컨설턴트, Implications of Bioenergy Development on Land Use, Food Security and the Environment)

- 최근 바이오연료의 이용이 크게 확대되고 있음. 세계 전체의 도로교통 에너지 사용의 약 1.3%를 차지하고 있고, 2005년 OECD의 전망에 의하면 2050년까지 약 11%로 증가할 것으로 보고 있음.
- 바이오연료는 온실가스 감축, 농가소득 증대, 에너지안보 증가, 새로운 고용창출, 지속가능한 에너지 사용 등 다양한 편익을 가져다 줌. 그러나 다른 측면에서 보면 식량작물과의 경합, 식품가격 상승, 경지가격 상승, 물 이용 증가, 생물다양성에 대한 압박 등 부정적 측면도 가지고 있음.
- 경지이용 측면에서 식량작물과의 경합이 있는 점도 있으나, 열대지역의 경우 에너지작물 생산에 비교우위성을 가지며, 특히 비식량 바이오연료작물(자트로파)는 한계 황무지(marginal wasteland)에서 재배가 가능하여 한계지의 가치를 높일 수 있음. 바이오연료작물의 경우 1리터 생산에 물이용은 대략 1,000~4,000리터로 상당한 수준임.
- 식량안보 측면에서 설탕, 유채, 팜오일, 대두와 옥수수 등의 가격을 상승시켜 긍정적 및 부정적 영향을 미침. 환경측면에서 보면 바이오에너지 작물생산을 위한 대규모 플랜테이션의 경우 농약과 화학비료의 유출로 부정적 영향을 미치기도 하나, 몇몇 에너지작물은 토양개선에 긍정적인 효과를 미치기도 함.
- 에탄올과 바이오디젤이 온실가스 감축에 기여하는 점에 대해서는 일부 논란이 있으나 대체로 관행 연료사용시보다 약 40%정도의 온실가스 감축에 기여하고 있는 것으로 발표되고 있음. 2세대 기술인 섬유소 에탄올 생산은 경지이용에 대한 압박을 줄일 수 있으나 아직 정도 확대될 수 있는지는 불확실함.
- 바이오연료 부문이 지속적으로 발전하기 위해서는 농촌지역사회와 환경 등에 미치는 영향에 대한 심층적인 분석이 필요함. 또한 바이오연료 생산 증가를 위한 유인책과 피해를 보는 계층을 보완하는 적절한 실행프로그램이 마련되어야 함.

4) 대체적인 도시 바이오에너지원으로 도시의 유기고형폐기물

(Dr. Wang Jing-Yuan, Director, Environmental Engineering Research Centre, Municipal Organic Solid Waste as an Alternative Urban Bioenergy Source)

- 빠른 도시화와 산업화로 에너지 소비가 증가하고 있음. 이에 따라 도시에서 유기폐기물(생활폐기물, 폐기 식용유, 폐휴지 등 바이오매스) 발생도 크게 증가하고 있음.
- 도시의 유기고형폐기물의 바이오에너지로 활용하기 위한 연구는 싱가포르에서는 난양대학을 중심으로 활발하게 이루어지고 있음. 주로 3단계 혼합혐기성 고형-액체 소화시스템을 이용하여 바이오 수소와 바이오 메탄의 공동 생산이 이루어지고 있음.
- 녹색 폐기물(바이오매스)을 이용한 바이오에탄올 생산 방식으로 미생물연료 셀을 이용한 유기폐기물 분해와 전력 생산, 열분해(pyrolysis)를 이용하여 플라스틱 폐기물로부터 에너지 복원, 포토바이오리액터를 이용한 조류(algae) 바이오연료 생산 등을 들 수 있음.

5) 인도의 바이오디젤 프로그램: 개대와 도전

(Dr. Varghese Paul, Fellow, The Energy and Resources Institute, India's Biodiesel Programme: Promises and Challenges)

- 인도는 미국, 중국, 러시아, 일본 다음으로 세계 5위의 에너지 소비국가임. 인도 경제는 향후 20년간 매년 8~10%의 성장세로 전망되고 있어 이에 따른 에너지 소비도 지속적으로 증가할 것으로 전망됨.
- 에너지 소비 증가로 유류 수입도 증가하여 2004-4년에 에너지 수입이 70% 정도 였으나 2030년에는 94%로 증가할 것으로 전망됨. 따라서 화석연료를 대체하기 위한 바이오연료 확대를 위한 정책적 관심과 지원이 크게 증하함.
- 2003년에 바이오연료 위원회가 구성되어 사탕수수로부터 에탄올 생산, 자트로파로부터 바이오디젤 생산, 비식용 유채종 나무 식재 등 다양한 프로그램이 집행되고 있음.

2. 「 세션 2 」 : 아태지역의 바이오가스와 바이오매스 개발

1) 아태지역의 바이오가스와 바이오매스의 증진

(Mr. Alan Dale Gonzales, Full Advantage 대표, Promotion of Biogas and Biomass in Asia and the Pacific)

- 아태지역 국가가운데 중국과 인도, 인도네시아, 태국, 필리핀 등 주요국의 경우 농업 및 산림분야에서 많은 부산물과 폐기물이 발생하고 있음. 이를 산업적으로 잘 활용하면 바이오에너지화가 가능함.
- 농림산 부산물의 바이오에너지화를 위해서는 경제적, 환경적, 정치적 측면에서 정당성을 가져야 함. 최근 유류가격이 크게 상승하고 있어 바이오에너지 부문의 CDM사업이 활성화되고 있음.
- 바이오에너지 부문의 CDM사업 촉진을 위해서는 R&D에 대한 투자 확대, 국가별 여건에 적합한 시범사업 추진, 새로운 기술과 차세대기술 도입에 대한 정책적 지원 확대, 특히 관련국가의 정보공유와 기술지원 등에 대한 ESCAP차원의 접근은 시사하는 바가 크다는 점을 강조함.
- 바이오에너지를 지속적으로 확대하기 위해서는 보조금 지원보다도 시장 지향적 접근이 작동될 수 있는 시스템 구축이 중요함. 이를 위해서는 교토의정서에서 제시되고 있는 CDM사업과 연계되어 추진될 수 있도록 방법론 개발, 유인책 제공, 유관기관간의 협조체제 구축, 교육 및 홍보 등 여러 가지 실행프로그램이 필요함.

2) 네팔의 바이오가스 지원 프로그램

(Mr. Raju Laudri, Senior Economist, Alternative Energy Promotion Center, Biogas Support Program of Nepal)

- 네팔의 바이오가스 플랜트는 1955년에 도입됨. 네팔 바이오가스 부문 협력(Biogas Sector Partnership, BSP) 사업이 1992년 네덜란드 정부의 지원을 받아 착수됨.
- BSP 발전 전략으로 장기적인 지원프로그램, 민간부문 참여 유도를 위한 수요촉진 정책(보조금지원 및 세금감면 등), CDM 사업촉진, 재정적 인센티브 프로그램을 들 수 있음.
- 네팔의 경우 바이오에너지 개발을 CDM 사업과 연계하여 추진하는 방안이 2002년부터 네덜란드의 생태자금과 컨설턴트를 고용하여 적극추진하고 있음. 2005년 12월에 2개 바이오가스 프로젝트에 총 19,396개 플랜트가 등록됨. CDM

사업을 통해 가구당 연간 약 미화 400달러의 수익을 받고 있으며, 목재연료 사용도 월간 162kg, 연간 약 2톤이 절약되는 것으로 추정함.

- 바이오에너지와 CDM 사업의 연계를 통해 농촌가구의 수익원 창출과 온실가스 감축 등 국가경제에 상당한 기여를 하고 있음.

3) 라오스의 바이오에너지 개발

(Ms. Keophayvanh INSIXIENGMAY, Acting Director, Technology Research Institute, Bioenergy Development in Lao PDR)

- 라오스 농촌지역에서 바이오매스는 매우 중요한 에너지 자원임. 바이오매스자원을 이용한 에너지 사업은 1998년부터 본격적으로 추진됨. 농촌지역의 바이오에너지 사업은 바이오가스 플랜트 시범사업을 통해 추진되고 있으나 일반 국민들의 관심도와 재정적 지원이 낮아 크게 확대되고 있지는 못함.
- 최근 라오스의 수도인 비엔티엔에 사탕수수를 이용한 바이오에탄올 공장이 들어서면서 바이오에너지화가 활성화되고 있음. 또한 바이오에탄올 기술개발을 위해 과학기술환경처, 국립라오스대학, 지속가능발전 재생가능에너지협회 등이 산학연 연계체제 구축 작업이 이루어지고 있음.
- 바이오에너지 발전을 위해서는 건전한 정책방향이 설정되고 수요와 공급 및 영향 등에 대한 체계적인 분석, 2세대 기술개발을 위한 투자 확대, 대체적인 생산 및 가공기술, CDM과 에너지 안보, 정부와 민간 관련기업간의 파트너십 등 협력체제 구축이 필요함.

4) 인도네시아의 바이오에너지 개발 현황

(Dr. Teguh Widodo, Indonesian Center for Agricultural Engineering Development, Current Status of Bioenergy Development in Indonesia)

- 자트로파, 오일팜, 카사바, 코코넛, 사탕수수 등을 이용한 인도네시아의 바이오연료는 2025년 전체 에너지사용의 5%를 목표로 하는 국가에너지정책 로드맵을 수립하여 추진해오고 있음.
- 가솔린의 대체원으로 바이오에탄올, 바이오가스, 쌀겨(rice husk)를 이용한 전락생산 등이 활발하게 개발되고 있음.

- 바이오에너지 개발을 위해서는 사회경제적, 식량안보, 환경 등 여러 측면을 종합적으로 고려하여 국가적 국제적 규제 프레임이 설정되어야 함. 마을자체에너지 프로그램이 바이오에너지의 상업화와 개발의 촉매제로 운용되고 있음. 바이오에너지 산업발전의 관건은 정책적 지원과 여러 관련 기관의 적절한 역할분담임.

5) 캄보디아의 바이오에너지 및 농촌 재생가능 에너지 부문

(Dr. Sar Chetra, Chief of Animal Production Office, Ministry of Agriculture, Forestry, Fisheries, Bio-energy and Rural Renewable Energy Sector in Cambodia)

- 캄보디아 에너지 소비의 80%가 목재(wood)이고, 국가 에너지 소비의 80.6%가 가계부문이 차지함.
- 캄보디아 에너지 주요 에너지정책으로 바이오에너지와 농촌 재생가능에너지 부문임. 바이오연료 생산을 위한 연료작물 재배, 농촌지역의 가축분뇨를 이용한 바이오 에너지 생산, 특히 소규모의 중국식의 바이오다이제스터 및 네덜란드 지원의 바이오다이제스터 설치사업이 크게 확대되고 있음. 최근에는 축우분뇨를 이용한 대규모 바이오가스 생산 공장이 설립되어 운영되고 있음.
- 바이오연료 개발의 장애요인으로서는 관련정보의 제약과 관심도가 저위, 유관기관의 협조체제 미약, 숙련된 기술인력과 훈련시설의 부족, 상업화 노력 부족, 재정적 지원 미흡, 불합리한 수입세 및 관세구조 등을 들 수 있음.
- 캄보디아의 경우 전체 에너지 소비의 80% 정도가 바이오매스와 관련되어 있으므로 바이오에너지 활성화는 에너지 문제해결의 핵심과제이므로 관련산업 발전을 위해서는 장애요인별 적절한 대응책이 마련되어야 함.
- 바이오에너지 개발 활성화 대책으로는 관계부처가 중심이 되어 바이오에너지 위원회 구성, 바이오에너지 육성법 제정, 바이오에너지 육성을 위한 종합계획 수립 및 추진 등을 들 수 있음.

3. 「 세션 3 」 : 바이오에너지 차세대 기술

1) 현대식 바이오매스 기술: 중국의 지속가능한 농촌개발을 위한 바이오에너지

(Dr. Gan Lin, Senior Research Fellow, Center for International Climate and Environment Research -Oslo, Norway, Modern Biomass Technology: Bioergy for Sustainable Rural Development in China)

- 중국의 경우 도시와 농촌간의 빈부격차가 상당한 수준이며, 격차가 커지고 있어 사회경제적 분석과 적절한 대책이 필요함. 바이오에너지는 농촌지역의 연료 문제와 농업 폐기물의 활용, 넓은 시각에서는 농촌고용 확대, 건강 및 생활여건 개선, 도시지역으로의 이주압력 완화, 온실가스 감축과 관련된 CDM 사업 추진 등 다양한 편익의 증대를 가져올 수 있음.
- 바이오매스를 이용하여 바이오가스 생산, 바이오연료(바이오에탄올과 바이오디젤) 생산 등은 농촌지역에 새로운 경제적 수익원을 제공함. 단기적으로 바이오에너지 편익의 계산은 마이너스 일 수도 있으나, 중장기적인 시각에서 보면 다양하고 실질적인 경제적 편익을 가져옴.
- 바이오에너지를 통한 경제적 편익의 증가를 가져오기 위해서는 바이오매스 자원관리, 농촌계획, 기술이전 및 보급, 남남 기술협력 등이 적절하게 이루어지도록 해야 함.

4. 「 세션 4」 : 기후변화와 그린 비즈니스 기회

1) 교토의정서에 따른 농업부문의 대응책

(Dr. Chang-Gil Kim, Senior Fellow, Korea Rural Economic Institute, Measures to Comply with the Kyoto Protocol in Agricultural Sector)

- 바이오에너지 개발을 활성화하기 위해서는 개도국(non-Annex I국가)에서 청정개발체제(CDM) 사업을 발굴하여 추진함으로써 온실가스 공인배출감축(Certified Emission Reductions, CERs) 크레딧을 획득하여 선진국에 판매할 수 있음.
- CDM사업 추진을 위해서는 사업계획단계에서 베이스라인 배출량에 대한 타당성 확인(validation)을 받아야 하고, 다음으로 사업이행과정에서 감축실적에 대한 검증(verification) 등 두 단계에서 CDM 사업평가를 받아야 함.
- 농업부문에서 온실가스 감축을 위한 CDM사업으로 가능한 분야는 농경지의 메탄 및 아산화질소 배출량 감축분야, 휴경농경지의 초목 조성, 토양내 유기탄소 저장, 반추가축 장내발효 개선, 가축분뇨 처리시설 개선, 바이오매스 활용 및 화석연료 사용 감축 등을 들 수 있음.
- 한국은 교토의정서에 따른 온실가스 의무감축국가에 해당되지는 않으나, 2012년 이후에 대비하여 농업부문에 대응책을 수립하여 추진해야 하는 입장임. 이에 따른 대응방안의 기본방향으로 지속가능농업시스템 구축을 위한 기회로 활용, 농업정책과 온실가스정책의 통합·조정을 통한 정책결합, 국내외

협상에 적극적·능동적으로 대처, 온실가스 배출량·흡수량에 관한 과학적인 분석, 온난화 적응 등을 제시함.

- 실천전략은 2030년을 목표연도로 기반구축단계(2008-2012), 활용단계(2013-2018), 정착단계(2019-2030) 등 3단계로 접근하였고, 온실가스 저감-흡수-적응 분야의 부문별 프로그램 추진을 통해 환경친화적 저탄소 농업생산시스템이 구축될 수 있도록 단계별 로드맵을 제시함.
- 실천전략의 핵심과제로 기후변화대응 제4차 종합대책의 적극적 추진, 교토메커니즘을 적극 활용하는 프로그램 개발, 건실한 유기농업육성, 기후변화협약 관련 국내외 협상에 적극 참여, 적응부문의 지속적인 노력, 체계적인 연구·기술개발, 온실가스 통합관리시스템 구축 등을 제시함.
- 지구온난화 문제가 국내외적으로 핫 이슈로 부각되고 있는 시점에서 농업부문의 대처능력에 따라서는 온실가스의 효과적인 관리를 위한 기간산업으로 재인식시킬 수 있음. 이를 위해서는 기후변화대책 수립의 국책과제 논의에 적극 참여할 수 있도록 전담인력과 조직보강, 유관기관간의 적절한 역할 분담과 전문가 활용 등이 유기적으로 이루어져야 할 것임.
- 한국에서 농업분야의 CDM사업 활용은 매우 초기단계에 있지만 해외 CDM사업 추진 사례를 참고로 국내 농업분야 온실가스 감축잠재력을 평가함으로써 온실가스 감축에 대한 기여와 지속가능한 농업발전에도 크게 기여할 것으로 기대되고 있음.
- 향후 바이오에너지 개발과 관련하여 UNESCAP에 회원국의 관련정보를 공유하고 협력할 수 있는 '아태지역기후변화 네트워크' 설치를 제안하며 CDM 사업 등이 효과적으로 추진되어 농업 및 농촌발전에 대한 기여할 수 있다면 국제기구로서의 역할과 위상이 제고 될 수 있을 것으로 판단됨.

2) CDM, 기후변화와 바이오에너지 부문

(Mr. Villimone Wairara Vosarogo, Biofuel Engineer, Ministry of Energy, Fiji, CDM, Climate Change and the Bioenergy Sector)

- 바이오에너지 개발은 기후온난화에 대응한 온실가스 감축을 위한 중요한 과제 중의 하나임. 바이오에너지 개발을 위해서는 식량작물과의 경쟁적 관계측면에서 농업적 고려, 환경과 생태시스템에 영향을 미치기 때문에 생태적 고려, 농민의 후생 개선과 관련되기 때문에 사회경제적 고려 등이 이루어져야 함.
- 다음 세대에서 바이오에너지 부문이 지속적으로 발전하기 위해서는 CDM과 연

제하여 추진해야 하고, CDM 사업 추진을 위한 최적기법과 혁신적 해법에 대한 정보 플랫폼, 민간부문 참여에 대한 파트너십 촉진 등을 종합적으로 고려해야 함.

- 피지의 경우 에너지부에서 바이오에너지 개발에 관한 계획수립, 정책형성, 실행 프로그램 등을 추진하고 있음. 바이오에너지 개발을 위한 본격적인 추진은 2008년부터이며, 2010년에 총 수송관련 연료의 약 20%를 목표로 설정하고 있음. 특히 야자유와 자트로파를 산업적 수준에서 대규모 바이오에너지화를 추진하고 있고 여기에는 세금감면, 인센티브 제공, 경각심 캠페인 등의 정책 프로그램 등을 들 수 있음.
- 바이오에너지 개발이 성공적으로 이루어지기 위해서는 브라질, 필리핀, 인도와 아르헨티나 등에서 시행되고 있는 지역적 국가적 수준의 대규모 인프라 구축을 위한 정책프로그램이 수립되어야 함.

5. 「 세션 5」 : 종합토론 및 결론

- 아시아 태평양 지역에서 농업 및 농촌개발은 매우 중요한 과제임. 특히 바이오에너지 개발 전략은 이 지역에 새로운 성장동력으로 기여할 수 있다는 점에서 매우 시의적절한 과제임.
- 현대적인 기술을 이용한 바이오에너지의 생산과 이용은 농업과 환경에 긍정적 영향을 미치며, 특히 아태지역의 개도국 농촌지역에 상당한 영향을 미치게 될 것임.
- 세계 바이오연료 생산은 2000년 이후 급속하게 증가함. 그러나 경지이용의 잠재적 변화와 에너지작물로의 작목전환 등으로 식량안보에 대한 바이오연료 생산 영향에 대해서는 심층적인 검토가 필요함. 그러나 미래의 2세대 바이오에너지 기술은 식량작물과 경합되기 보다는 농림부산물 등 바이오매스와 식물 섬유소 등을 이용함으로써 새로운 미래산업으로 각광받게 될 것임.
- 바이오에너지 개발에 대한 평가는 식량안보와 에너지안보, 농촌지역의 소득과 고용창출과 같은 이슈를 고려해야하기 하기 때문에 농업적, 생태적, 사회환경적인 충분한 스펙트럼에서 다루어야 함.
- 화석연료 가격의 급등 추세, 기후변화와 지구온난화 문제, 농촌지역의 소득과 고용문제 등을 고려할 때, 바이오에너지 개발은 아태지역에서 매우 중요한 우선순위를 갖는 분야임. 바이오에너지(바이오에탄올, 바이오디젤, 바이오가스, 바이오매스)의 이용과 생산 분야는 우리가 예측하기 어려울 정도로 범세계적 성

장원으로 부각될 것임. 특히 바이오에너지는 온실가스 감축과 관련 이산화탄소를 줄일 수 있는 중요한 수단으로 작용할 수 있기 때문에 농가에게 새로운 시장을 제시하게 될 것임.

- 아태지역은 타지역에 비해 바이오매스 자원을 많이 보유하고 있어 바이오에너지 생산이 유리한 지역임. 바이오에너지 생산에 활용될 수 있는 작목으로 옥수수, 사탕수수, 카사바, 자트로파, 코코넛, 야자유 등을 들 수 있음. 그러나 실효성 있는 바이오에너지화가 이루어지기 위해서는 여러 가지 문제(시장의 불확실성, 국내 및 국제시장에서의 바이오연료 가격, 원료공급의 안전성, 생산비, 환경문제, 애그플레이션에 따는 식량부족, 장기적 기후변화 등)를 적절하게 고려해야 함.
- 향후 아태지역 바이오에너지 개발을 위한 권고사항
 - 2007년 12월 인도네시아 발리에서 개최된 유엔 기후변화회의에서 제시된 바와 같이 바이오에너지 개발 분야는 시대적인 과제이므로 아태지역 모든 국가가 보다 관심을 가져야 함.
 - 바이오에너지 개발을 위해서는 정부의 지원정책(supportive government policies)이 필수적임. 정책수단으로는 조세 인센티브, 정부구입정책, 전력세금감면, 인프라와 기술개발 투자 등을 들 수 있음.
 - 여러 가지 지원정책가운데 재정적 인센티브가 단기적으로 화석연료로부터 바이오에너지로 전환하는데 유력한 수단임. 그러나 인센티브 제도를 시행하기 위해서는 바이오에너지 생산비와 화석연료에 대한 세금부과 효과 등에 대한 치밀한 경제 분석이 이루어져야 함.
 - 국가간·지역간 정보격차를 해소하기 위해서는 원조(outreach), 기술보급(technology extension)과 정보공유 등과 관련하여 UNESCAP의 역할이 중요함. 특히 바이오에너지 기술과 CDM사업 등에 대한 남남 협력(South-South cooperation), 정보교류 및 유기적인 협력 확대를 위해서 아시아태평양바이오에너지 네트워크(Asia and the Pacific Bioenergy Network, APBN)의 설치를 제안함.
 - 환경에 대한 부정적 영향을 최소화하고 지속적인 경제개발을 추구하는 녹색성장(green growth)은 아태지역 국가가 채택해야 할 새로운 경제개발 패러다임임. 이러한 패러다임은 경제적 효율성과 환경적 지속가능성을 동시에 추구하는 윈윈 시너지(win-win synergy)의 특징을 가지고 있음. 바이오에너지의 국제적인 교역확대와 투자 확대를 위해서는 CDM사업과 연계하는 방안을 적극적으로 모색해야 할 것임.

III. 포럼에 대한 종합평가

- UNESCAP 포럼을 통해 바이오에너지 개발과 관련 아시아 태평양 지역가운데 한국을 비롯하여 특히 중국, 인도, 태국, 베트남 등 대부분의 국가가 상당한 관심을 가지고 있음을 확인할 수 있었음.
- 교토의정서에 대비한 한국의 대응전략과 단계적 추진 로드맵에 대한 주제발표에 대해 참석자들의 관심이 높았고, 특히 태국과 인도네시아 참석자들의 경우 구체적인 실행프로그램에 대한 자료를 문의하면서 벤치마킹 할 수 있는 유용한 사례로 평가하였음.
- 특히 이번 회의에 참석한 국가는 교토의정서에서 개도국의 입장에 있는 국가로 바이오에너지 개발을 교토메커니즘의 청정개발체제(CDM) 사업과 연계하여 추진함으로써 농업 및 농촌지역의 새로운 소득원 개발과 온실가스 감축 등 시너지 효과를 극대화하는 방향으로 추진하고 있었음.
- 이런 맥락에서 볼 때 UN ESCAP이 포럼결과를 종합하여 제안한 아시아태평양 바이오에너지 네트워크(Asia and the Pacific Bioenergy Network, APBN)의 설치 구상안은 매우 바람직한 것으로 평가되며, 이와 관련하여 향후 우리나라의 역할분담과 기여 방안 등이 마련되어야 할 것으로 판단됨.
- 이번 아태지역 포럼을 주관한 UN ESCAP 산하 농기계아시아태평양센터(APCAEM)의 소장(조중완 소장)과 담당자(최규홍 박사, 농촌진흥청 산하 농업공학연구소 파견) 모두 한국인으로 국제사회의 리더로 중요한 역할을 하고 있어 우리나라가 이런 기회를 잘 활용한다면 실리확보는 물론 국제적 위상제고에도 상당히 기여할 수 있을 것임.
- 중국과 인도, 태국 등은 이미 농업분야의 바이오에너지 개발이 상당히 이루어지고 있고 또한 CDM 사업과 연계하여 추진함으로써 농업분야의 소득원 창출에도 기여하고 있음. 따라서 이들 국가에서 개발된 방법론과 사례를 면밀히 검토하여 우리나라에 도입하는 방안에 대한 체계적인 연구가 이루어져야 할 것으로 판단됨.

〈부록 1〉 포럼 결과요약 초안자료



United Nations
ESCAP

Asian and Pacific Centre for Agricultural Engineering and Machinery
(APCAEM)

Ministry of Agriculture and Cooperatives of the Royal
Government of Thailand

Regional Forum on Bioenergy Sector Development: Challenges, Opportunities and the Way Forward

23-25 January 2008, Bangkok Thailand

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

(Draft)

The United Nations Asian and Pacific Centre for Agricultural Engineering and Machinery (UNAPCAEM) organized the *Regional Forum on Bioenergy Sector Development: Challenges, Opportunities and the Way Forward* on 23-25 January 2008 in Bangkok, Thailand, in cooperation with the Ministry of Agriculture and Cooperatives of the Royal Government of Thailand. The Regional Forum was attended by some 100 experts and policy-makers on bioenergy development from 15 selected member countries including Australia, Cambodia, China, Fiji, India, Indonesia, Lao PDR, Malaysia, Mongolia, Nepal, Philippines, Republic of Korea, Singapore, Thailand, and Viet Nam. UNESCAP, United Nations agencies (FAO, UNDP, UNIDO, UNEP), bilateral development organization (SNV), national institutions and private enterprises.

Twenty-five papers were presented and discussed at the Regional Forum. Focusing on the four relevant topics on bioenergy development, namely: 1) Biofuels Development in Asia and the Pacific, 2) Biogas and Biomass Development in Asia and the Pacific, 3) Next Generation Technology of Bioenergy, and 4) Climate Change and Green Business Opportunities, the participants addressed comprehensive issues on bioenergy sector development, including the current status in Asia and the Pacific; possibilities for developing bioenergy source while ensuring a balance between its potential benefits and risks associated with environmental sustainability and food security; review of current bioenergy processing/conversion technologies for biofuels, biogas and biomass, and the next

generation technologies; CDM project financing and investment in green business opportunities; recommendations on viable policy, strategy, framework, and the way forward for the bioenergy sector development in the region.

Field visits to small-scale biomass gasification power plant, biomass feedstock production system, bioethanol plant and biogas plant in Nakhon Rachsima were arranged by the Ministry of Agriculture and Cooperatives of the Royal Government of Thailand.

1. Rationale of the Regional Forum

Agriculture and rural development strategies are a critical component of an inclusive growth strategy for Asia and the Pacific region. In particular, the production and use of bioenergy in its modern forms can have a major and positive impact on agricultural development and the environment. It could have a profound influence in many rural areas of developing countries.

The world biofuels production is on a sharp rise since 2000. However, the impact of producing biofuels on food security due to potential change in land use and switch in plantation of agricultural crops should be carefully assessed by policy-makers. Furthermore, the processing and conversion technology of bioenergy production is another important aspect to be considered. Future bioenergy technologies may have to rely on dedicated energy crops and agricultural and timber wastes instead of food crops. Second generation technologies of bioenergy production and processing could potentially make a higher contribution to energy security and climate change mitigation.

Bioenergy development must therefore take into account the full spectrum of agricultural, ecological, and socio-economic issues, such as food and energy security, impacts on environmental and ecological systems, and overall improvements in the well-being of the farmers and other stakeholders.

2. Major Conclusions Presented by the Expert Participants

In view of the forecasted shortages and surging prices of fossil fuels, climate change and global warming, and the need for income and employment opportunities in rural areas, bioenergy has become an important priority for Asia and the Pacific (AP) region. The production and use of bioenergy (bioethanol, biodiesel, biogas, and biomass) have entered a new era of global growth areas, with both the scale of the industry and the number of countries involved reaching unprecedented levels. Underlying the growing commitment of governments to bioenergy development is the desire to find new markets for farmers and their products and to reduce emissions of carbon dioxide and other gases that are contributing to global warming. The major conclusions are summarized as follows:

(1) Production and application potential of bioenergy

- Many countries in the AP region are endowed with rich agricultural and forest resources that are generating wastes and residues. These could be transformed into bioenergy production for industrial, household or community use and consumption.
- Many countries in the AP region have high potential for production of biofuels from feedstock such as corn, sugarcane, cassava, physic nut (*jatropha carcus*), coconut, oil palm, etc. However, there are issues and concerns that make the future production of biofuels difficult to ascertain. These issues include:
 - Uncertainty of market
 - Pricing of biofuels in the domestic and global market
 - Security of feedstock supply
 - Cost of production
 - Environmental concerns
 - Food shortage leading to ag-inflation (i.e. food price inflation)
 - Competition with other uses of biomass
 - Long-term climate impact (e.g. to resource-base and water supply)
- Although the estimates of the potential of biofuel production from existing feedstocks vary along with different studies and sources, there is a general acceptance that a significant portion of the transportation fuel demand of the world could be substituted if the trend for biofuel production is maintained. For instance, it was reported in the Forum that if all unused arable lands are cultivated for biofuel feedstock, a significant portion of the fuel transportation demand of the world could be covered.
- South Asia can provide considerable amount of biofuels demanded by North Asia or EU at low costs, while North Asia or EU can offer advanced technologies and finances to improve the economics of biofuels in South Asia.
- Rapid increases in the investment on plantations in South Asian countries have been observed. Recently, many companies from EU, China, ROK, Japan, etc. began to invest in the production of jatropha, oil palm, coconut, casava, etc.
- Owing to food security issues, the existing biofuel programmes have been focused on non-edible tree based oilseeds – Jatropha, Pongamia, etc. Concerted research effort should be focused on producing ethanol from ligno-cellulosic materials such as bagasse, rice straw, etc., as the next generation biomass feedstocks.

(2) Expansion of support policy scope

- The lack of comprehensive legal framework for the production and use of bioenergy has led to slower response in large-scale market of bioenergy technologies. For smooth implementation of the bioenergy programme, the policy should be supported by legal enactments that

promote, sustain and cover all aspects of the bioenergy production and consumption.

- Adequate policies to promote bioenergy and encourage potential project developers to implement them should cover provisions such as:
 - fiscal incentives such as tax holidays, reduction in import tariff rates, etc.
 - adequate regulations on access and pricing for sales of electricity to the grid
 - targets that are reflected in the Power Development Plans
 - bioenergy or renewable energy quotas for utilities
- Current subsidies for bioenergy production are related to time-limited projects or programmes. In order to give medium- and long-term investment guarantees, specific actions that governments can take to expedite the transition include:
 - Provision of various incentives and capitals: Preferential tax revenue policy, low-interest, long-term loans and risk guarantees.
 - Enactment of mandates, such as Blending Mandate. Mandates should also be tied to environmental and social standards.
 - Support to farmers: Information, crop and equipment assistance, market access.
 - Funding of R&D and demonstration projects: Sustainable/next-generation feedstocks, flexible-fuel vehicle (FFV) technology.
- Tax exemption or subsidy schemes:
 - The most general incentive mechanism in EU and USA is exemption on excise tax, investment tax, income tax, fuel tax, or environmental (carbon) tax.
 - Agricultural subsidy on the farmers who cultivate feedstocks for biofuels is common in EU.
 - ROK has started to offer agricultural subsidy in 2007, referred to as landscape conservation subsidy, to the production of rapeseed for biodiesel.
 - Obligation system: Several states in USA have applied renewable fuel standard (RFS) to promote biofuels consumption.

(3) Strengthening national/regional R&D and demonstration activities

- Research is needed to develop feedstocks and sustainable management practices, as well as technologies for harvesting, processing, transporting, and storing of feedstock and fuels. Future R&D should be aimed at appropriate sizing of the technology according to the required application, cost reduction and improving overall efficiencies.
- In order to achieve the development goal of the bioenergy sector, it is needed to strengthen technology R&D in the following aspects:
 - Improvement of conventional feedstock: Selection and cultivation of new species of energy crops with optimized yield and high adaptability.
 - Highly efficient processing and conversion technologies and equipment

for different resource species: Use of biomass in low carbon technologies.

- Develop next-generation feedstock: Introduction of biofuels from micro/macro algae and BTL (Biomass to Liquid), which can relieve concerns over the tradeoffs on agricultural market, food security, biodiversity, and GHG emissions from deforestation.
 - Promotion of by-products with higher economical value.
 - Improving security of marine ecosystem by using biofuels for ships: Application of biofuel from fish oil to ships and fishery industry is effective in preventing ocean pollution caused by massive oil spillage from ship accidents such as Tae-an province, ROK in 2007.
- Demonstration and field trials should be extended towards the entire process chain from the cultivation of various energy crops and biomass to the production of biofuels, in order to develop biofuels production on a large scale:
 - Establish biofuel demonstration bases using different raw materials in different regions, including harvest, transportation and storage facilities.
 - Biofuels for agricultural machinery and vehicles; Rural community based biofuel production and consumption can enhance rural economy and environment. It can lower the production cost of biofuels by reducing delivery cost of biofuels and feedstock.
 - Biofuels for boilers and power plants do not require high standards compared to biofuels for transportation. North Asian countries have restrictions on the use of tropical feedstocks as biofuels, since cold filter plug point (CFPP) of tropical feedstock does not satisfy requirement for transportation fuel standards in those countries.

(4) Bioenergy market development

- Market-oriented approach should be adopted to promote widespread dissemination and implementation of bioenergy through actions such as more accessible financing, public-private partnerships, improvement of infrastructure and logistics related to transport and supply of biomass residues, and other relevant support policies.
- Successful application and operation of industrial and domestic biogas technologies exist in some countries of AP. Programmes on domestic biogas development have shown positive social and economic impacts in China, Nepal and Vietnam. The issues and challenges that should be addressed for a successful sector development and further utilization in other countries include: training of local participants, creation of a workable business model between the technology providers and users, linking up with existing micro-finance institutions and public sector role and contributions.
- The most efficient way to hasten a rapid expansion of bioenergy production is for governments to encourage and support private sector

investment in the bioenergy sector development. Policy-makers should focus on creating a predictable and growing market for bioenergy. Policy actions that governments can pursue to help develop the market include:

- Enact tax incentives: Tax incentives has been used effectively in Brazil, Germany, the United States and other countries to spur bioenergy production and reduce bioenergy prices, to encourage certain types of bioenergy development (i.e. small-scale, community-based), and to speed up the adoption of biofuel-compatible vehicles and other infrastructure.
- Use government purchasing power: Government purchasing of vehicles and fuels that are certified under sustainability schemes could provide a powerful market driver. Local governments can switch entire fleets to vehicles run by biofuels.
- Collaborate to set international fuel quality standards: In order to develop a significant international biofuel market, biofuels quality standards need to be agreed upon and enforced at the international level. This is necessary for the expansion of international trade in biofuels.
- Facilitate Public-Private Partnerships (PPP): PPP has resulted in important technological breakthroughs that have led to dramatic cost reductions, and will continue to have an important role in advancing next-generation technologies.

(5) Cooperation in the international know-how exchange

- Cooperation with bioenergy developed countries and companies will speed up the development of bioenergy sector in Asia and the Pacific.
 - Introduce advanced technologies in bioenergy production, especially in biogas and biofuels through clean technology transfer among countries in Asia and between Asia and EU (SNV, GTZ). For example, the biodiesel technology developed by the Malaysian Palm Oil Board (MPOB) and has been successfully tested using palm oil in Malaysia could be adopted by countries like Thailand and Indonesia. Similarly, the food waste treatment facility developed by Nanyang Technological University (NUS) of Singapore could be introduced to other Asian countries.
 - ERU (Emission Reduction Unit) from JI (Joint implementation): Developed countries producing biofuels using domestic feedstocks may apply for JI.
 - CER (Certified Emissions Reduction) from CDM (Clean Development Mechanism): Developing countries producing biofuels using domestic feedstocks may apply for CDM projects.
- The following are some opportunities for AP Regional Cooperation:
 - Biofuel resources and technology management, and strategy development
 - Biomass resource assessment and management
 - Biomass stoves for diverse applications, e.g. households, restaurants, schools
 - South-South technology transfer

- Service company management and training
- Carbon financing and regional programs on CDM

(6) Possible negative impacts of biofuels production

- Threat to biodiversity: Firing tropical forest to clear lands for planting biofuel feedstock can lead to serious damage to the habitat of endangered species such as Orang-utan. Monotonous cultivation and genetically modified crops can cause significant distortion on biodiversity.
- Unsustainable biofuel production: Use of peat and deforestation in order to extend arable land for biofuels will magnify GHG emissions significantly rather than reduce them.
- Water shortage: Expansion of arable land areas will require more irrigation. Water depletion might occur in the countries producing feedstocks for biofuels.
- Ag-flation (rising costs of agricultural products) and food security: More requirement of land due to the increase in biofuel production leads to shortage of food and inflation in food market. Exploration of new and unused arable land may overcome the ag-flation phenomenon.
- There are risks that there will not be enough biomass residues available as fuel for the life time of the biomass energy plants.

3. Recommendations for the Way Forward

Based on the views presented during the Regional Forum, the following recommendations are put forth with respect to the bioenergy sector development:

Economic development is the right for all countries; however, the AP region does not need to repeat the pollution practices of other industrializing countries. The AP region should look for appropriate policy, strategy, framework, and the way forward for the bioenergy sector development in the region, especially in the aftermath of the UN Conference on Climate Change in Bali, December 2007, and in the context of the Post-Kyoto framework.

Supportive government policies are essential to the development of bioenergy. Blending mandate, tax incentives, government purchasing policies, electricity feed-in tariffs, and support for infrastructure and technologies have been the most successful in fostering bioenergy production and use. Countries seeking to develop domestic biofuel industries will be able to draw important lessons – both positive and negative – from the industry pioneers: Brazil, the United States and the European Union.

Financial incentives should be devised for bioenergy to become an alternative for fossil fuels in the short term. However, due to factors such as the costs of biofuel production, level of fossil fuel taxes, etc., the incentives to be applied

should be carefully considered and analyzed.

Outreach/extension: UNESCAP/UNAPCAEM could play a significant role in outreach/extension of information and closing institutional gaps among countries in the region:

- On the national level, findings need to be disseminated to producers through demonstration projects, extension services, and other farmer education mechanisms, including feedstock demonstration projects. In addition, farmers will need the appropriate know-how, capital, and incentive to risk planting new energy crops and to follow best practices.
- On the international level, a clearing house is needed to gather and make available to the global community, information regarding relevant findings and successful experiences with bioenergy research and policies.

Strengthening R&D and demonstration: R&D investment on next generation technologies and technology transfer from advanced countries to developing countries should be encouraged, in the following aspects:

- Selection and cultivation of new species of energy crops with optimized yield and high adaptability
- Highly efficient processing and conversion technology
- Development of micro/macro algae, BTL (biomass to liquid), and FFV (fuel flex vehicle)

Cooperation in international know-how exchange: Cooperation with bioenergy experienced countries and regional South-South cooperation in terms of technology sharing, best practices and innovative approach to bioenergy development is necessary to speed up the bioenergy development in the AP region. It is recommended to establish an Asia and the Pacific Bioenergy Network (APBN) to facilitate and promote this cooperation.

Change of economic development paradigm: For countries, industries and individuals to adopt the Green Growth principle, which is achieving rapid economic growth without compromising the environment. This principle is a departure from the conventional idea of purely environmental protection to a more responsible environmental sustainability. It is a win-win synergy, which allows the economy to grow while promoting environmental sustainability.

Finally, the AP region must take the path of sustainable development because of the pressures of scarce energy resources and the environment. Sustainable development is one of the most important purposes of CDM. CDM can be an opportunity for the developing country to promote and facilitate international trade and investment in the bioenergy sector.