

해외출장결과보고

1. 출장건명 : 태평양경제협력위원회 기후변화 식량시스템 전문가회의 참석

2. 출장목적 : PECC 기후변화 전문가회의 주제발표 및 관련의제 논의

3. 출장개요

출 장 자			출 장 지 역	출 장 기 간
소 속	직 급	성 명		
농산업경제연구부	연구위원	김창길	미국 하와이	2008. 9. 14-9. 19 (6 일간)

출장자 소속 농산업경제연구센터 직급 연구위원 성명 김창길

I. 해외출장 일정

일 자	방 문 기 관 (면담자 또는 안내자)	주 요 내 용	비 고
9월 14일 (일)	인천공항 출발 → 미국 하와이 도착	-	출발
9월 15일 (월)	◦ 미국 East-West Center -Dr. Bill Coyle (USDA, ERS)	◦ 등록 및 PFSO 회의	쉐라톤 와이키키호텔
9월 16일 (화)	◦ PECC - 태평양 식량시스템 전망 - Mr. Water J. Armbruster (U.S. Farm Foundation)	◦ 아시아 태평양지역의 기후변화 ◦ 기후변화가 농업 및 식량시스템에 미치는 영향 ◦ 변화에 대한 적응: 공공부문과 민간부문의 역할분담	East-West 센터 회의실
9월 17일 (수)	◦ PECC - 농업부문의 기후변화에 따른 향후과제와 대응방안 도출 - Dr. Bill Coyle (USDA, ERS)	◦ 기후변화와 식량시스템, 정책적 대응방안 관련 PECC 회원국의 사례발표 - 한국, 미국, 호주, 캐나다, 뉴질랜드, 대만, 태국 등 7개국 ◦ '한국의 농업부문 기후변화 영향과 대책'과 주제발표 ◦ 종합토론 및 향후과제 도출	
9월 18일 (목)	◦ 서울항 출발 귀국	-	
9월 19일 (금)	◦ 인천공항 도착	-	도착

PECC 기후변화식량시스템 전문가회의 참석 결과보고

I. PECC 기후변화 전문가 회의 개요

- 회의명칭 : 아태지역 식량시스템 전망(2008-09) 연례회의
- 회의기간 및 장소
 - 기간: 2008년 9월 15일 ~9월 17일
 - 장소: 미국 하와이대학교 East-West Center 회의실
- 회의 참석자
 - 한국: 한국농촌경제연구원 김창길 박사
 - ※ 이번 회의는 기후변화가 농업과 식량시스템에 미치는 영향과 대책을 논의하는 전문가회의로 미국 5, 캐나다 2, 대만 2, 호주 1, 한국 1, 뉴질랜드 1, 태국 1, 인도네시아 1 등 13명이 참석함.
- 회의내용 개요
 - PECC는 최근의 기후변화 이슈와 식량시스템과 연계하여 심층적으로 다루기 위해 제12차 태평양 식량시스템 전망(Pacific Food System Outlook) 전문가 회의를 하와이 동서센터에서 개최하게 됨.
 - PECC의 농업부문 주요과제인 태평양 식량시스템 전망(2008-09)과 관련 기후변화와 식량시스템에 전문가 회의 개최 배경과 핵심적인 논의사항 등에 대해 이번 회의를 총괄하고 있는 미국 Farm Foundation 대표인 Walt Armbruster 박사가 발제함.
 - 회의장소인 East-West Center 소장인 Nancy Lewis 박사가 센터의 운영상황과 최근의 과제, PECC 전문가 회의의 주제인 기후변화 이슈의 중요성과 센터에서 핵심적인 과제로 다루고 있는 내용과의 연계성에 대해서 설명함.
 - 이번 회의의 운영방식과 세션별 핵심적으로 다루어야 할 논의사항, 종합토론, 논의내용 요약 등에 대해 미국 농무부 ERS의 Bill Coyle 박사가 발표함.
 - 전문가 회의의 핵심적인 의제로 아시아 태평양지역의 기후변화는 과연 과학적인 증거가 있는가에 대해서 IPCC 4차보고서에 제시된 내용을 중심으로 대만의 경제연구원 Ching-Cheng Chang 박사가 발표하였고, 농업부문의 기후변화에

대한 연구동향에 대해 미국 농무부 기후변화사무국의 Jan Lewandrowski 박사가 발제함. 기후변화에 대한 적응과 관련 공공부문과 민간부문의 역할분담에 대해서 캐나다 겔프대학교의 Barry Smit 교수가 발표함.

- 미국 농무부 ERS의 Robin Shoemaker 박사가 좌장을 맡아 아시아 태평양지역의 기후변화에 따른 대처방안과 관련 감축과 적응으로 나누어 회원국별 핵심적인 프로그램에 대해 논의함.
- 기후변화에 따른 농업부문의 영향과 대책에 대한 회원국 사례 발표는 미국 Farm Foundation의 Walt Armbruster 박사가 좌장을 맡았고, 호주, 캐나다, 한국, 인도네시아, 뉴질랜드, 대만, 태국, 미국 등 8개국의 대표가 발표함.

II. 발표논문의 주요 내용

1. 아시아 태평양지역의 기후변화 증거(대만 경제연구원, 창칭청 박사)

- 기후시스템의 온난화는 현재 관찰되는 지구 평균기온의 상승, 빙하의 용해, 해수면의 상승 등의 관측 자료에서 명확히 나타나고 있음. 도시화, 산림벌채, 농경지 용도변경 등 인위적 요인에 의한 토지이용 변화가 생태계의 기능과 균형에 이상을 가져와 지구온난화가 가속되고 있으며 이러한 현상은 특히 아시아-태평양 지역에서 확연하게 나타나고 있음.
- 특히 지역별, 위도별 위치에 따라 기후변화의 현상은 다르게 나타나고 있으나, 아시아 태평양지역의 온도상승, 강우 집중, 한발, 해수면상승 등은 명확하게 나타나고 있음.
- 지역의 평균기온이 1~3°C 상승할 경우 중위도에서 고위도 지방의 작물 수확량은 증가할 것으로 전망(IPCC 제4차 평가보고서)
- 지역의 평균기온이 3°C 이상 상승할 경우 지구 전반적으로 농업생산량은 지역별로 정도의 차이는 있을 것이나 감소할 것으로 전망. 특히 온도가 상승하는 경우 가뭄과 홍수 등 재해발생이 빈발하여 농업생산에 상당한 부정적 영향을 미칠 것으로 예측되고 있음.
- 온실가스에 의한 지구온난화의 원인과 관련하여 인간들의 활동에 의해 비롯되었다는 논점이 1995년 IPCC 보고서에 의해 제기되었음. 이후 2001년 IPCC 보고서에는 약 66% 정도의 확률로 인간 활동의 원인으로 제시하였고, 2007년 보고서에서는 90% 정도의 확률로 제시하고 있음.
- 온실가스 증가의 가장 큰 요인은 이산화탄소(77%)이고, 다음으로 메탄(14.3%), 아산화질소(7.9%), F-가스(1.1%) 등으로 제시되고 있음.

- 온실가스 배출량은 1970년 대비 2004년에 약 71% 급증한 것으로 추정되고 있음.
- 소득증가와 직접적으로 관련되는 경제성장을 위해서는 상당한 화석연료가 수반되며 이 경우 상당한 이산화탄소를 배출하게 됨. 지난 10년간 PECC국가의 온실가스 배출을 보면 중국이 약 50%를 차지하고, 다음이 미국이 16%를 차지함.
- IPCC는 여러 가지 시나리오를 구성하여 최근의 기상변화 분석방법을 동원하여 향후 100년후의 기온변화, 해수면 상승변화, 계절변화 등을 예측하여 제시하고 있음.
- 동남아시아와 태평양지역의 경우 홍수와 가뭄이 빈발하고 호주와 뉴질랜드는 생물다양성 손실, 물부족, 해수면 상승이 이루어질 것으로 전망됨.
- 농업분야의 대책으로는 토양의 탄소저장고를 늘리기 위해서는 작물과 목초지 관리, 메탄을 줄이기 위한 관개개선, 아산화질소를 줄이기 위한 화학비료(질소) 사용량 감축, 유기 토양관리, 화석연료를 대체할 에너지효율성 제고 등을 들 수 있음.
- 기후변화의 영향은 전지구 기온이 상승함에 따라 순 연간비용 발생이 증가될 것으로 전망되고 있음. 2005년 탄소의 사회적 비용 추정치는 이산화탄소 1톤당 약 미화 12달러로 범위는 약 3달러에서 95달러로 추정되고 있음.

2. 미국 기후변화의 농업과 식량시스템 영향(미국 농무부 기후변화처, 루앤드 로스키 박사)

- 미국의 온난화 추세는 IPCC 평가보고서에 제시된 바와 같이 지속적으로 가시화되고 있음. 지난 50년간 평균기온 상승, 열파의 증가, 강수량증가, 집중폭우 증가, 한파의 빈발과 발생기간 증가 등을 제시함.
- 미국 정부는 국가과학기술위원회(National Science and Technology Council) 산하에 미국 기후변화과학프로그램(U.S. Climate Change Science Program, CCSP)을 설치하여 정기적인 종합평가보고서(Synthesis and Assessment Product)를 대통령과 의회에 보고토록 하고 있음.
- CCSP의 종합보고서는 IPCC 평가보고서와 유사한 방식으로 각 분야별로 관련 과학자와 경제학자 등이 망라되어 체계적이고 설득력 있는 보고서를 작성함.
- 2008년 5월말에 미국에서의 기후변화가 농업, 토지자원, 수자원 및 생물다양성에 미치는 효과(The Effects of Climate Change on Agriculture, Land Resources, and Biodiversity in the United States)관한 종합보고서를 발간함.
 - ※ 이번 전문가회의 참석자들에게 CD로 담은 보고서 파일을 나누어 주었고, 보고서 내용은 인터넷 사이트(www.usda.gov/pce/global_change/indel.htm)에서도 다운로드 받을 수 있다고 함.

- 미국 농업이 국가전체 온실가스 배출에서 차지하는 비중은 약 7%이나, 메탄과 아산화질소 배출의 주원천이 되고 있음.
- 산림과 농업부문은 온실가스 배출도 하지만 온실가스를 흡수하는 기능을 가지고 있어 탄소관리 방식에 따라 이들 두 부문이 미국전체 온실가스 배출량의 약 10~25%를 상쇄(offset) 시킬 수 있는 것으로 추정되고 있음.
- 미국 의회는 기후변화에 대응하여 농업부문의 적극적인 역할 제고를 위해 여러 가지 법안을 제출하고 있음. 제 110차 의회에 온실가스 관련 법안만도 13개에 달함.
- 미국 농무부는 농업부문이 기후변화에 효과적으로 대처하기 위해 다양한 프로그램 제시
 - 농무부는 정보제공과 인벤토리 구축과 분석모델 등을 활용하여 의사결정 지원활동을 강화하고 있음.
 - 농무부의 환경보전 프로그램을 기후변화와 연계하여 온실가스 완화 또는 적응 등 기회로 활용하기 위해 적극적인 조치를 취하고 있음. 주요 정책 프로그램으로는 장내발효 개선, 가축분뇨관리, 질소비료 감축, 석회사용, 무경운 및 보전경운, 탄소고정량 모니터링, 농업부문 저탄소 기술개발, 기후-농업-경제 연계 모델개발 등 다양하게 이루어지고 있음.
 - 화석연료 대체에너지 사용 확대와 바이오에너지 활성화를 위해 에너지 작물재배 확대와 에너지 효율성 제고를 위한 정책을 추진하고 있음.
- 농업분야에서 온실가스 완화조치가 이루어지는 경우의 온실가스 감축량 추정을 기초로 이 분야에 정책자금 지원, 연구비 지원등이 활발하게 이루어지고 있음.
- 2008년도 미국 농무부의 기후변화 관련 연구비는 5,600만달러(약 682억원)에 달함.

3. 기후변화가 농업 및 식량시스템에 미치는 영향 진단(호주 경제연구원, 돈 구나세케라 박사)

- 기후변화는 지역에 따라 큰 차이가 있으며 농업 및 식량시스템에 미치는 영향도 크게 다르게 나타나게 될 것으로 추정됨.
- 캐나다의 경우 5도 정도 여름온도가 상승하는 경우 축우와 낙농부문의 생산량이 약 10%정도 감소할 것으로 추정되고, 호주의 경우 1도 상승하는 경우 낙농 우유수량은 약 6% 감소할 것이나, 4-5도 정도 상승하는 경우 약 92%정도 급

감하는 것으로 전망되고 있음.

- 호주의 기후변화 추정모델에 따르면 2050년 농업생산성은 약 17% 감소할 것으로 전망되고 있으나, 미국과 유럽은 4%, 중국 4%, 인도 24%, 브라질 10%, 아세안 12% 감소 등으로 추정되고 있음.
- 기후온난화에 적응하기 위해 병해충, 열파, 한발 등에 강한 GM농산물 개발이 활발히 이루어지고 있음. 또한 농산물 생산성과 에너지 효율성 제고를 위한 기술개발이 필요함.
- 농업은 세계시장에서 경쟁해야 하며 환경비용의 내부화가 어려운 탄력적인 시장임. 배출권거래제 참여에 따른 비용 부담은 단기적으로 보면 세계시장에서 경쟁력을 낮추는 요인으로 작용하는 것으로 볼 수도 있음. 이런 측면에서 보면 농업부문의 배출권거래제의 경제적 효율성은 어느 정도 불확실한 수단으로 볼 수 있음.
- 농업부문에서 온실가스를 줄이는 비용(예를 들면 돼지분뇨를 이용한 바이오가스 빅토리아 활용 사례)이 타산업 부문의 비용보다 적기 때문에 경제적이라는 점임. 각 산업부문별로 온실가스 감축 한계비용에 대한 정확한 추정에 대한 연구가 필요함.
 - 미국 EPA연구에 따르면 농업부문의 재배방식 개선을 통한 온실가스 감축비용이 CO2 톤당 10-15달러로 타산업의 감축비용보다 상당히 저렴한 것으로 제시하고 있음.
- 농업부문의 배출권거래제 참여에 있어서 문제는 소규모 농가의 역량을 어떻게 다루냐 하는 것임. 농가가 환경적 질 개선에 기여하게 되는 경우 이에 상응하는 관리직불금(stewardship payment)을 지급할 수 있으므로 탄소고정은 농민에 대한 인센티브의 새로운 기회를 제공할 수도 있음.
 - 한편 대규모 농가의 경우는 배출권거래제에서도 규모의 경제성을 추구할 수 있기 때문에 크게 문제가 되지 않음. 농민들은 혁신적(innovative)이고 수용적임. 국가가 배출권거래제에 농업부문을 적극적으로 참여시키게 되면 농민들 스스로 관심을 갖게 되고 탄소를 줄이고 고정하는 방향으로 농경지를 관리하게 될 것으로 기대됨.

4. 기후변화에 대응한 공공 및 민간부문의 반응과 정책 대안(캐나다 농식품부 길모어 박사)

- 캐나다의 경우 기후변화는 온도상승, 강우량증가, 해수면 상승 등으로 요약될 수 있으며, 이러한 변화는 건강, 농업, 산림, 수자원, 연안지역, 종다양성과 자연지역 등 다양한 분야에 영향을 미치고 있음.

- 기후변화는 변화정도와 지역별 위치, 품종 등에 따라 미치는 영향이 크게 차이가 있음.
- 농업부문 배출 감축의 잠재적 원천은 시간경과에 따라 정확하게 계측과 모니터링이 가능한 집약적 농업임. 특히 반추가축으로부터의 장내발효(enteric fermentation)를 들 수 있음. 반추가축의 메탄배출을 줄일수 있는 방법으로 육종, 영양, 첨가제와 백신 등을 들 수 있음. 이러한 방식의 추가적인 비용이 수반되므로 양축농가들의 참여를 유도하기 위해서는 경제적 인센티브를 필요로 함.
- 관개지역의 질소 시비도 집약적 농업의 중요한 온실가스 배출원이 되고 있음. 질소 억제물질(nitrogen inhibitors)을 사용하여 질소비료 사용을 줄일 수 있는데 이러한 방법은 생산성을 저하시키지 않고 아산화질소를 감축하는 윈윈 접근방식으로 볼 수 있음.
- 농업분야의 온실가스 감축은 농가와 지역별 특성에 따른 최적경영기법(best management practice, BMP)를 적용하는 방법이 있음. 예를 들면 토양유기탄소를 활용하는 무경운과 최소경운 등을 들 수 있음. 그러나 현실적으로 온실가스 완화에 중요한 수단으로 알고 있지만 정보 부족과 실제로 실천하는 경우의 상당한 비용(prohibitive cost)농민들이 BMP를 쉽게 수용하지는 않음. 따라서 농가들이 쉽게 수용할 수 있는 정부가 지원하여 개발된 표준화된 감축방법이 필요함.

5. 호주 사례

- 호주 전체 온실가스 배출량 가운데 농업분야가 차지하는 비중은 약 16% 정도임. 농업분야의 온실가스 배출 구조를 보면 축산부문 장내발효 66%, 농업토양 17%, 대초원 연소 13%, 분뇨관리 4%, 기타 1% 등으로 구성되어 있음.
- 기후변화에 대처하기 위해 자연자원부처위원회(Natural Resource Management Ministerial Council)에서 수립한 농업부문 기후변화 실행계획(National Agriculture and Climate Change Action Plan 2006-2009)을 추진 중임.
 - 온실가스 감축과 온난화 적응을 위한 관련부처의 효율적이고 협조적이며 통합적·전략적 접근을 위해 실행계획을 수립함.
 - 실행계획에서는 온실가스 관리를 위한 다양한 프로그램의 실행을 위한 우선순위 설정과 관련산업 및 농촌사회에 미치는 파급영향 등을 제시함.
 - 특히 온실가스 감축과 관련 비용 효과적(cost-effective)인 수단을 모색함.
- 실행계획은 크게 적응, 완화, 연구개발, 경각심과 홍보(awareness and communication) 등 네 분야로 나누어 이루어짐.

- 농업부문이 처음부터 배출권거래제에 전반적이고 적극적으로 참여는 어려움이 있을 것으로 보임. 이에 대한 연구가 병행되어 추진되어야 함. 따라서 향후 20년을 목표로 단계적인 접근이 필요함.
 - 1단계: 국제적인 룰, 경제적 편익 등 배출권거래제 적용에 대한 이해와 홍보가 필요한 단계. 특히 실제로 작동될 수 있는 실효성 있는 정책 프로그램 개발과 운용이 필요함.
 - 2단계: 배출권거래제 운용과 관련 베이스라인과 크레딧 설정이 필요함. 특히 경지 소유주들이 배출권거래제에 참여를 유도할 수 있도록 생산성도 유지되고 온실가스도 줄일 수 있는 원원의 최적의 재배방식(BMP)이 제시되어야 함. 이러한 기반이 구축되면 농민들이 적극적으로 참여하게 될 것임.
 - 3단계: 농업부문의 배출권거래제의 정착단계로 제도운영의 경제적 비용과 편익에 대한 평가, 상한 및 거래권 설정의 경제적 성과 등에 대한 적절한 평가시스템이 구축되어야 함.
- 호주 정부는 농업분야의 비용효과적인 온실가스 관리 수단으로 배출권거래제 실행을 발표함.
 - 2008년 7월에 농업부문 온실가스 배출권거래제 시행을 위한 설명서(Green Paper)를 발표함.
 - 2008년 12월까지 배출권거래제 추진을 위한 입법안을 공고함.
 - 2009년 3-4월까지 의회에서 법안을 심의함.
 - 2009년 3분기에 배출권거래제 추진을 위한 구체적인 시행령(Act)을 제정함.
 - 2010년부터 본격적으로 농업부문의 배출권거래제를 시행함.
- 현재까지 거의 대부분의 경우 배출권거래제에 농업이 포함되고 있지 않으나, 호주는 농업부문이 비용효과적인 국가온실가스 관리방식은 배출권거래제에 참여하는 것임. 특히 농업부문은 토양관리와 재배방식의 개선을 통해 탄소를 고정시킬 수 있는 기능을 가지고 있음. 따라서 이러한 토양의 온실가스 흡수기능을 배출권거래제에 포함시키게 되면 국가 온실가스 관리전략에 크게 기여함을 물론이고 농업부문도 저탄소 산업으로 전환할 수 있게됨.
- 농업분야는 타산업과는 달리 작물 수확후 농경지 관리와 바이오연료와 바이오에너지 생산 등을 통해 온실가스를 흡수하는 기능인 온실가스 관리 최적관리시스템(BMP)을 활용할 수 있음. 물론 바이오연료 및 바이오에너지 시스템의 경우 탄소흡수 기능보다는 상대적으로 화석연료에 비해 탄소를 최소화할 수 있다는 점임. 농경지 기반 활동(land-based

activity)은 탄소순환(carbon flux)에 있어서 중요한 역할을 할 수 있기 때문에 시장기반 수단인 배출권거래제의 활용해야 함.

- 국가적으로 농업부문의 배출권거래제에 대한 투자는 온실가스 감축뿐만 아니라 생물다양성과 지속가능성에도 긍정적인 효과를 미친다는 점에서 윈윈전략으로 평가될 수 있음.
- 온실가스 감축은 호주의 경쟁력 제고와 직접적으로 연계되어 있고 특히 농업의 지속가능성 확보에 결정적임. 호주의 온실가스 관리에 있어서 최소 감축비용의 해결책인 농업부문 배출권거래제에 적극적인 관심과 활용이 필요함. 그러나 농업분야가 배출권거래제에서 제대로 역할을 하기 위해서는 탄소고정량의 정확한 계측과 모니터링에 대한 보다 과학적이고 설득력 있는 방법론 개발이 필요함.
- 특히 총량거래제(cap-and-trade) 시스템에서 농업부문은 전체적으로 배출량을 할당받게 되고 배출권거래제에 참여하는 권리가 할당되게 되는데 문제는 농업부문의 경우 모니터링이 상당히 어렵고 또한 비용이 수반된다는 점임. 따라서 유럽 배출권거래제에서는 농가단계에서 토양의 탄소고정과 정확하게 계측하는데 어려움이 있어 농업부문은 배출권거래제에 포함시키지 않고 있음.
- 배출권거래제는 농가의 경영규모와 위치 등에 따라 다르게 영향을 미치게 될 것임. 교토의정서 이행에 부합되도록 국제적인 룰과 일치성을 갖도록 해야 함.

6. 한국 사례

- 한국의 경우 1904~2000년동안 평균기온이 1.5℃ 상승(도시열섬효과 포함)하여 전지구 기온상승보다 높은 수준으로 나타났다(국립기상연구소, 2006). 온난화의 영향으로 겨울이 짧아지고 여름이 길어지고 봄꽃 개화시기가 빨라지고 있음. 특히 농작물 재배지대가 변화하고 월동 병해충 피해가 증가하는 등 농업생산성 저하 현상이 발생함. 사과 생산지가 남부지역인 경북 대구에서 북부지역인 강원도 양구까지 북상함.
- 한국의 연평균 기온은 전국적으로 보면 12.4℃이나 지역에 따라 편차가 큼. 기온편차를 보면 대관령의 6.4℃부터 서귀포의 16.2℃까지 폭넓게 분포하고 있다. 90년간 0.5~0.7℃ 기온상승으로 추정되고 있음.
- 기후변화와 관련하여 계절의 변화도 탐지되고 있음. 1920년대에 비해 1990년대는 겨울은 19일 정도 짧아지고, 여름은 16일 정도 길어지는 등 여름과 봄은 길어진 반면 겨울과 가을은 짧아지는 경향을 보이고 있음.

- 강수량은 지난 100년간 해에 따라 편차가 있으나 장기적으로는 증가하는 추세임. 1910년대 전반, 1940년대 전반, 1970년대 후반, 1990년대 전반의 강수량은 다른 기간보다 적은 것으로 나타나고 있음.
- 한국의 2001~2100년 기온은 꾸준히 상승할 것으로 전망되며, 2020년 기온은 과거 30년(1971~2000)에 비해 1.5℃, 강수량은 5% 상승할 것으로 예측되고 있음.
- 온도가 높아지면 열대작물인 벼의 재배 가능지역은 확대되겠지만, 현재 곡창지대의 소출이 늘어날 것이라는 보장은 없음. 작물 재배 가능기간이 늘어나면 조생종 재배지대는 중생종 재배지대로, 중생종 재배지대는 만생종 재배지대로 바뀔 것이고, 현재 한계지대에 있는 고랭지에도 조생종 벼 재배를 시도할 임. 온도가 상승함에도 현재 재배시기를 고수하면 등숙기의 고온 때문에 쌀 소출은 20~30% 감소될 것이지만, 등숙에 알맞게 재배시기를 옮기면 약 18% 증가 할 것으로 추정되고 있음.
- 한반도 기후변화 시나리오(A2시나리오)에 따른 벼 생산성 변화를 보면, 기온이 5℃상승할 경우 전국의 평균 쌀 수량은 평년(1971~2000) 대비 약 15%감소하는 것으로 예측됨.
- 맥류는 재배기간의 흑한피해를 피하여 재배적지를 선정해 왔으나 현재는 동해안의 동해와 영덕을 기점으로 남해안의 사천, 보성을 거쳐 서해안의 영광, 군산까지 보리를 재배하고 있고, 내륙에서는 거의 재배되지 않음. 농업과학기술원(2000)의 기후온난화에 따른 가을보리 안전재배선에 대한 조사결과에 따르면 1987~1998년의 12년 동안 1월의 평균기온 및 최저기온을 분석한 결과 겨울철 온난화 현상으로 가을보리 안전재배선이 크게 북상한 것으로 조사된바 있음.
- 양파, 파, 상추와 같은 채소는 고온이 화아 분화를 유도하여 문제를 일으킬 수 있음. 시설채소재배에는 연료가 덜 소모될 것이라고 기대하지만, 겨울철 일조 부족으로 반대 효과의 가능성이 있음. 겨울철 온도 상승은 일조 부족을 초래하는 것이 우리나라 기후의 특징인 만큼 채소 생산량 감소가 나타날 수 있음.
- 현재 우리나라에서 사과를 재배하는 지역의 연평균기온은 13.5℃ 이하이며, 이보다 온도가 높아지면 좋은 품질의 사과를 생산하기 어려움. 21세기 말에 지금보다 5℃가 상승한다면 우리나라 사과 재배적지는 지금보다도 훨씬 북상할 것으로 제시되고 있음.
- 기후온난화로 제주도에서만 생산되던 원예작물이 남해안지역으로 북상하고 있다. 월동배추는 전남 해남으로, 겨울감자는 전북 김제까지, 한라봉은

전남 고흥과 경남 거제 등까지 북상하고 있는 실정임. 평균기온 2.0℃ 상승하면 감귤재배지는 전남, 전북, 경남, 경북 평야지대까지 북상하여 재배 적지가 약 30배 증가할 것으로 전망됨.

- 기후변화에 따른 안정적인 식량수급 관리를 위해서는 지속적인 적응대책과 온실가스 감축 및 조기경보시스템을 구축하여 미리 대처하도록 해야 함. 범세계적인 핫이슈인 기후변화와 식량시스템에 대한 정보공유와 PECC를 통한 아시아 태평양 국가간의 협력시스템 구축은 위기를 기회로 전환하는데 큰 역할을 할 수 있을 것으로 기대됨.

7. 대만 사례

- 대만의 대표적인 기후변화 사례를 보면 기온은 지난 100년간 1 ~1.4℃ 상승하였고, 강우량은 북부 지역은 증가하였고, 남부지역은 감소함. 특히 해수면 상승, 일조량 감소, 습도 감소, 태풍 증가 등이 현격하게 나타나고 있음.
 - 해수면 상승의 경우 지구전체적으로 보면 지난 100년간 매년 0.17cm 일어났고, 지난 10년간은 매년 0.3cm 상승한 것으로 추정됨. 2100년에는 1미터 정도 상승할 것으로 IPCC는 전망하고 있음.
 - 대만의 경우 해수면 상승은 세계 평균보다 약간 높은 것으로 추정되고 있고, 해수면 상승으로 토지가 유실(land loss)되는 것으로 나타나고 있음.
- 기후변화에 대응하여 에너지, 농업, 연구개발 분야에서 다양한 정책적 접근이 시도되고 있음.
 - 농업분야의 경우 유기비료 사용의 증가, 품종개량, 유전자변형(GM) 작물 활용, 볏짚과 농산부산물·가축분뇨 등 바이오매스 활용
 - 화석에너지 사용 절감을 위해 에너지 효율성 제고, 대체에너지 사용 증가
 - 자연재해에 대한 조기경보 시스템 구축과 손실평가 모델개발 등에 관한 심층적인 연구가 단계적으로 이루어지고 있음.
 - 특히 농업분야의 기후변화 취약성 평가와 영향분석 등과 관련 경제와 공학을 연계한 공학기반 시뮬레이션 모형개발 방법론(methodology for engineering-based simulation model)이 활용되고 있음.

8. 태국 사례

- 태국의 경우 국가 온실가스 배출에서 농업이 차지하는 비중은 24%(2003년 기준)로 매우 높은 비중을 차지하고 있음.
- 기후변화의 현상으로는 지난 45년간 1도 상승하였고, 여름철의 우기 기간과 강우량이 감소하고 있고 겨울철의 온도가 높아지고 있음.

- 기온상승으로 물 증발량이 증가 특히 강우의 경우 북부지역을 중심으로 한 집중강우 빈발, 생태계의 변화, 연안어종의 멸종과 산호 표백(coral bleaching) 등을 들 수 있음. 또한 1940-1960년간 매년 3mm 씩의 해수면 상승이 이루어졌고, 2020년경에는 연간 17-49mm로 해수면 상승이 급속하게 이루어질 것으로 전망되고 있음
- 천수답지역의 농업은 기후변화에 특히 취약함. 북부 지역인 쿨라의 천수답 쌀 재배농민은 최근 기후변화로 약 45%의 수확량이 감소함. 2020년을 대상으로 작물-기상 시뮬레이션 모델을 사용하여 추정된 결과 수확량의 경우 중부지역의 경우 7% 감소, 그러나 북부지역은 오히려 30% 증가 할 것으로 전망되고 있음.
- 기후변화에 따른 반응과 관련 농민들은 생산기술, 신품종 도입, 파종시기 조절, 용수관리, 토양관리, 축산의 통합경영 등이 필요하고, 정부는 농업인들의 손실분에 대한 보상(자금지원, 이차지원, 신용제공)이 필요함.
- 태국은 미래 기후변화에 대응하여 연구개발 강화, 조기경보시스템 구축, 온난화에 적응할 수 있는 품종개량, 바이오연료, 유기질비료 사용, 작물재배시스템 전환 등이 과제를 단계적으로 진행하고 있음.

9. 인도네시아 사례

- 인도네시아의 경우 온도상승, 강우량 변화, 수자원 감소, 해수면 상승 등 기후변화의 증거가 가시적으로 나타나고 있음.
 - 온도상승의 경우 1960-1990기간에 1도 상승하였고, 특히 1990년대 이후 온도상승을 피부로 실감할 수 있음. 특히 자바지역의 경우 10년에 0.3도 상승할 정도로 온난화가 빠르게 진행되고 있음.
 - 온도상승과 함께 특정지역의 경우 강우량도 함께 증가하고 있음. 남부지역의 경우 연간 강우량은 감소 추세에 있으나, 북부지역의 경우 강우량도 증가하고 있음. 우기와 건기의 온도와 기간의 변화 등 계절적 온도변화가 크게 나타나고 있음. 또한 댐에서 수량이 크게 줄어들고 있어 수자원이 변화함.
- 기후변화는 농업분야에 있어서 수확량 감소, 고용 감소, 농업부문의 국내총생산 감소 등을 초래하고 있음.
- 기후변화에 따른 적응책(adaptation)이 활발하게 이루어지고 있음.
 - 농촌지역의 거의 대부분의 농민들은 다른 소득원이 없기 때문에 기후변화에 대한 적응은 생존과 직결됨. 농민들의 경우 기후변화에 따른 품종개량과 기술수용 등이 이루어지고 있음. 특히 농민들의 적응책과 관련 파종시기 조절과 새로운 수확시스템 도입 등 기술변화와 작목다양화 등이 이루어지고 있음.

- 정부는 기후변화 적응책으로 조기경보시스템 구축, 물관리, 생산시스템 변화 유도, 작목 다양화, 연안지역의 해수면 상승에 따른 대응책 마련을 위한 연구 지원을 강화하고 있음.

III. 종합토론

- 농업은 기후에 의존하는 산업으로 기후변화에 매우 민감함. 따라서 기온이 상승하고 강수량이 증가하면 지역별 위치 또는 공공부문과 민간 부문의 대처 능력 등에 따라 농업분야에 긍정적 또는 부정적인 영향을 미치게 됨.
- 세계 온실가스 배출량에서 농업부문이 차지하는 비중은 약 13.5% 임. PECC 지역의 경우 국가별 온실가스 배출에서 농업부문이 차지하는 비중은 호주 약 16%, 미국 7%, 태국 24%, 한국 2.5% 등으로 국가별로 큰 차이가 있음. 농업분야에서 온실가스 배출에서 상당한 비중을 차지하고 있는 부분은 경종과 축산부문에서 메탄과 아산화질소임.
- 정부는 중장기적으로 기후변화에 대처하기 위해 관련 정보를 수집하고 또한 대응 기술을 개발하여 보급하는 책임이 있음. 최근의 기후변화 이슈에 우선적인 대처방안은 지역이 필요로 하는 정보를 농업인과 관련 주체 들에게 적시에 제공하는 것임. 특히 온난화 심화에 따른 기후재해에 관한 정보를 제공해야 함.
- 연구과 개발에 관한 공공부문의 지원은 국가별 지역적 위치에 큰 차이가 있을 것이므로 입지적 여건을 고려하여 농가수준에 초점을 맞추도록 조정해야 함. 공공부문의 지원에는 품종개량, 물관리, 보다 효율적인 관개, 해수면보다 낮은 지역의 논농사 대처방식, 건조 또는 기온상승에 견딜 수 있는 축종개량, 저탄소 농장경영 기법 도입, 보험제도 도입, 기타 소득보전 조치 등을 들 수 있음.
- 온실가스를 감축하는 프로그램은 매우 다양하고 장기간을 필요로 함. 몇몇 국가들은 이미 감축 프로그램을 집행하고 있으나 장기적으로 효과적으로 추진될 수 있도록 지도력을 필요로 함.
- 농업분야의 경우 온실가스가 배출되기도 하나 흡수 기능도 있기 때문에 토양유기탄소를 흡수원으로 활용하는 방안에 대한 정책개발이 필요함. 최근 농업부문의 농경지 토양흡수 기능 활용과 관련하여 미국 시카고 기후거래소(CCX)를 중심으로 총량할당방식(cap-and-trade)의 배출권거래제도가 운용되고 있으므로 이에 대한 정보교류가 필요함.

- 농업부문의 경우 지리적으로나 시간적으로 가변성이 있지만 반드시 재정적 연도와 시기적으로 일치되어야 하는 것은 아님. 또한 토양탄소가 적고 위치에 따라 가변적이고 지속적으로 축적되는 것이긴 함. 그러나 단기적으로 토양에서 탄소가 고정되는 양을 확실하게 실제적인 계측하는 방법이 어렵고 장기적인 시간을 요한다는 점임.
- 이러한 현실을 고려하면 농업부문의 배출총량 및 거래량 할당 등 배출권거래제에는 상당한 이행비용(transaction cost)이 들어가 효율성을 낮추게 된다는 시각이 있을 수 있음.
- 배출권거래제에 농업부문을 참여시키게 되면 농민들이 저탄소 농업경영에 상당한 관심을 가지로 재배관리방식의 변경하게 될 것이며 소득증가 크게 기여하기는 어렵겠지만 긍정적으로 기여할 수 있다는 점에서 적극적으로 추진해야 할 과제임.
- 국가적인 온실가스 관리에 부응하여 농민들에게 저탄소 재배방식으로 전환해야 한다고 정부가 규제하기는 어렵기 때문에 시장기구를 통해 자발적인 참여를 유도하고 성과를 거둘 수 있다면 최선의 정책으로 볼 수 있음.
- 농업부문의 온실가스 완화와 관련하여 에너지 안보, 농촌개발 및 환경편익 증대 등을 제시한다는 점에서 바이오연료 부분이 부각되고 있으나 탄소 중립적(carbon neutral)인 화석연료의 대체원으로 농산물을 이용한 바이오연료 활용에 대해서는 좀더 세심한 검토가 필요함.
- 기후변화가 아시아·태평양 지역의 농업에 미치는 영향은 불확실하고 장기적 영향은 매우 가변적이므로 정책결정자는 지역의 식량시스템을 가능한 한 공개하고 식량공급 위협의 위험을 줄일 수 있는 방안을 모색해야 함. 따라서 지역별 식량공급 체계에 대한 정확한 진단과 무역의 비교 우위성 등에 대해 PECC 차원에서 정보가 교류될 수 협력시스템이 구축되어야 함.

IV. 관찰·평가 및 정책건의

1. 주요 관찰내용 및 평가

- 이번 회의에 참석한 PECC 회원국인 8개 국가의 농업부문 기후변화에 관심은 상당하였으며, 특히 호주와 뉴질랜드는 배출권거래제를 활용하기 위한 정책프로그램을 적용하고 있었음.
- 이번 기후변화 전문가회의에서 논의된 내용은 2008년 11월 19일-20일까지

지 페루 리마에서 개최되는 제20차 APEC 장관회의에 보고 될 것으로 계획되어 있음.

- 이번 PECC 전문가 회의에서 제시된 정책결정자를 위한 시사점으로는 기후변화와 관련된 정보를 수집하고 농민들에게 정확한 내용을 알리는 것이 정부의 책임임.
- LULUCF의 활용과 관련 국제적으로 논란이 계속되고 있음. 특히 산림 분야는 흡수원으로 인정을 받고 있지만 작물재배와 관련해서는 논의가 계속되고 있음. 국내 농경지에서 온실가스 감축분을 국제적으로 인정받을 수 있도록 하는 것은 매우 중요한 과제임. 미국과 호주는 향후 기후변화 국제협상에서 이 분야를 적극적으로 추진하여 Post-2012에서는 적용될 수 있도록 노력할 것이라고 함. 향후 농경지 토양의 흡수원 활용에 관한 활발한 논의가 지속될 것으로 전망됨.

2. 정책 및 기타 건의사항

- 기후변화에 대한 대응책과 관련하여 농업부문에서 농경지 토양의 온실가스 흡수원 활용을 위한 배출권거래제 등 여러 가지 정책이 개발되어 추진되고 있음. 특히 호주와 뉴질랜드는 배출권거래제와 관련하여 농업부문도 의무감축에 참여하는 방안으로 추진하고 있음.
- 포스트 교토체제에 대비하여 우리나라도 농경지 토양의 흡수원 활용과 배출권거래제에 농업분야가 어떤 방식으로 참여할 것인지에 대한 심층적인 연구가 이루어질 수 있도록 적절한 조치가 이루어져야 할 것임.
- 이번 회의에서 농업부문을 담당하는 부처(농림수산식품부)의 역할과 관련 장기적인 기후변화와 관련된 정보를 수집하고 보급하는데 책임이 있음. 가장 우선적인 사항으로 농업인과 식량시스템에 관계자들이 빈번하게 발생하는 극단적인 기후변화에 대응할 수 있도록 해당지역에 초점을 맞춘 과학적인 분석자료 제공과 대응을 위한 적절한 조치가 취해질 수 있도록 정책개발에 노력해야 할 것임을 강조함. 우리나라의 경우 기후변화에 체계적으로 대응할 수 있는 전담인력이 매우 취약하므로 이에 대한 보강이 우선 이루어져야 할 것이며, 농림수산식품부, 농진청, 농경연 등이 유기적인 연계될 수 있는 농업부문 기후변화 통합관리시스템(가칭)이 조속히 구축되어야 할 것으로 판단됨.
- 이번 회의에 참석한 전문가는 해당국의 기후변화를 연구하는 핵심 전문가들로 향후에도 지속적인 정보교류와 관계유지를 통해 네트워킹이 구축될 수 있도록 노력해야 할 것으로 판단됨.

- 이번 회의를 총괄한 태평양 식량시스템 전망(Pacific Food System Outlook) Ambruster 회장과 Coyle 박사는 그동안 12차례의 회의가 미국, 일본, 중국, 호주, 대만 등의 회원국에서 개최되었으므로 2009년 또는 2010년 회의는 한국에서 개최될 수 있도록 하는 방안을 제안함. 이 경우 KREI와 공동으로 개최하는 방안도 가능하다고 하므로 주제선정과 지원방식 등에 관해 연구원 차원에서 긍정적인 검토가 필요한 것으로 판단됨.

부록: PECC 전문가회의 참석자 명단

PECC COORDINATORS

Walter J. Armbruster
Chairman, *Pacific Food System Outlook* and
President Emeritus
Farm Foundation USA
walt@farmfoundation.org

William T. Coyle
Senior Coordinator, *Pacific Food System Outlook*
Senior Economist, Market and Trade Economics Division
Economic Research Service
US Department of Agriculture
wcoyle@ers.usda.gov

AUSTRALIA

Don Gunasekera
Chief Economist
Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics
dgunasekera@abare.gov.au

CANADA

Brad Gilmour
Research and Analysis Directorate
Agriculture and Agri-Food Canada
gilmourb@AGR.GC.CA

Barry Smit
Professor
Department of Geography
University of Guelph
bsmit@uoguelph.ca

INDONESIA

Ronnie S. Natawidjaja
Director
Center for Agricultural Policy and Agribusiness Studies (CAPAS)
Padjadjaran University, Bandung
ronnien@telkom.net

KOREA

Chang-Gil Kim
Senior Fellow
Korea Rural Economic Institute
changgil@krei.re.kr

NEW ZEALAND

Peter Bailey

Research Economist

New Zealand Institute of Economic Research (NZIER)

Peter.Bailey@nzier.org.nz

CHINESE TAIPEI

Ching-Cheng Chang

Research Fellow

The Institute of Economics

Academia Sinica

emily@econ.sinica.edu.tw

Pei-Ru Chen

Researcher

The Institute of Economics

Academia Sinica

THAILAND

Ruangrai Tokrisna

Associate Professor

Department of Agricultural and Resource Economics

Faculty of Economics

Kasetsart University, Bangkok

ruangrai.t@ku.ac.th

UNITED STATES

Robbin Shoemaker

Associate Director

Resource & Rural Economics Division

Economic Research Service

USDA

Robbins@ers.usda.gov

Jan Lewandrowski

Global Change Program Office

Office of Chief Economist

USDA

Jan.Lewandrowski2@usda.gov

Nancy D. Lewis, PhD

Director

Research Program

East-West Center