



# 세계 식량안보와 농업분야 기후변화 연구



신 용 희 |

APEC 기후센터 연구본부 선임연구원  
shin.yonghee@apcc21.org

## 1. 세계 식량안보

국제연합 식량농업기구(Food and Agriculture Organization, FAO)는 모든 사람이 항상 활동적이고 건강한 생활을 영위하는데 필요한 안전하고 영양 있는 식량을 충분히 얻을 수 있을 때 식량안

보(food security)가 실현된다고 말하고 있다. 지구사회의 모든 인간은 생존에 필요한 식량을 안정적으로 제공받을 권리가 있으며 식량문제 해결은 인간의 가장 근원적인 욕망으로 국제사회로부터의 지속적인 관심과 해결 노력이 요구된다. Food security라는 용어는 국제무대에서 일반적으로 개발도상국에 대한 식량 부족과 빈곤의 문제로 인식되고 있으나 우리나라에서는 주로 식량 자급률과 관련된 문제로 인식되는 경향이 크다. 우리나라는 세계 주요 곡물 수입국으로 연간 약 1500만 톤의 곡물을 수입하고 있으며 사람이 먹는 식량의 약 78%를 수입에 의존하고 있어 식량안보에 취약한 구조를 갖고 있다. 그렇기 때문에 국내뿐만 아니라



그림 1. 2012년 글로벌 기아 지수(Global Hunger Index, GHI)  
Source: Global Hunger Index 2012 (IFPRI)

국제 식량안보 문제에도 깊은 관심을 갖고 대응해 나갈 필요가 있으며 지속가능한 농업생산 체제 정비를 위해 보다 많은 투자와 개발 노력이 필요하다.

국제연합 인구기금(UNFPA)은 보고서를 통해 2012년 세계 인구가 70억 명을 넘어섰으며 2050년에 90억 명, 2100년에 100억 명을 초과할 것이라고 전망하고 있다. 한편 혁신적인 농업 과학기술 발전에 따른 생산량 증가에도 불구하고 전 세계 기아 인구는 2012년 8억 7천만 명에 달하고 있으며 이는 세계 인구 8명 중 한 명이 아직도 배고픔으로부터 자유롭지 못한 상황에 놓여있다는 것을 나타낸다. 2000년 뉴욕 국제연합본부에서 발표된 밀레니엄 개발목표 제 1항에서는 2015년까지 세계 절대 빈곤과 기아 인구를 반으로 줄이겠다고 목표를 세웠으나 현재로서 목표 달성이 순조롭지만은 않은 상황이다. 그 주요 원인으로서는 최근의 글로벌 경제 위기를 들 수 있으며 세계 식량 수급을 둘러싼 기본적인 조건의 불안정화 즉 세계 인구 증가, 식생활의 변화, 농지·토양·물 등 생산 기반의 약화 및 기후변화와 같은 지구환경 문제로 인한 세계 식량 생산·공급에 대한 불확실한 전망을 들 수 있다.

#### • 국제사회의 대응

2007-2008년에 발생한 세계 곡물 가격 폭등은 인구 증가와 중국, 인도와 같은 신흥국에 의한 곡물 수요 증가, 고유가의 지속, 기후변화에 따른 홍수와 가뭄 피해 증가, 바이오연료 수요 확대, 생산국에 의한 수출규제 등 복합적인 요인이 맞물려 나타난 현상이다. 곡물 가격의 폭등은 식량에 경제적 접근이 어려운 개발도상국의 빈곤층에 심각한 식량위기를 초래하게 된다. 이러한 식량위기 문제를 해결하기 위해 국제사회는 다양한 지원정책을 만들어 실시하고 있다. 2008년 11월 G8의 전문가그룹(Experts Group on Global Food Security) 회합에서는 농업과 식량안보를 위한 글로벌 파트너십(Global Partnership for Agriculture and Food Security, GPAFS)을 이행기로 약속하였고

2009년 7월 G8 라퀼라 정상회의에서는 식량안보에 관한 원칙 이행과 개발도상국의 지속가능한 농업개발을 위해 농업·식량안보에 대한 다년간 지원을 확대하기로 합의했다.

이상기상 등의 자연재해로 인한 곡물 생산량 감소가 자국의 안전한 수준의 식량 확보에 미칠 영향을 피하기 위해 몇몇 곡물 수출국에서 수출규제 정책을 실시하는데 이는 식량 수입국으로 하여금 더 이상 국제 식량 시장에만 의존 할 수 없다는 불안을 안겨줬고 해외 농지에 대한 투자 확대로 이어졌다. 개발도상국에 대한 농업투자에 국제적 관심이 높아지고 있지만 일각에서는 새로운 식민지주의 혹은 농지쟁취라는 비판도 일고 있다. 바람직한 국제 농업투자를 촉진하기 위해서는 투자국과 투자유치국이 서로 Win-Win 할 수 있는 투자 상황을 만드는 것이 우선이고 필요한 규제와 정책의 정비를 통해 개발 혜택을 누리면서 부정적인 영향을 배제하는 것이 필요하다. 국제사회는 개발도상국들이 불리한 경제·지리적 여건을 극복하고 지속가능한 농업생산을 실현할 수 있도록 투자를 확대해 나가야한다. 국제 농업투자에 의해 발생할 수 있는 부정적인 영향을 완화하면서 투자 유치국의 농업개발을 통해 유치국 정부, 현지 사람들, 투자자의 이익을 조화롭고 극대화 하기위해 책임 있는 농업투자(Responsible Agricultural Investment, RAI)가 제안되고 있다.

#### • 기후변화와 식량안보

기후변화에 관한 정부간협의체(IPCC) 제 2실무그룹은 기후변화의 영향과 적응에 대한 4차 평가 보고서를 통해 농업, 생태계, 물, 보건, 산업, 지역사회 등 어느 하나도 온난화의 영향을 피할 수 없다는 메시지를 전하고 있다. 특히 농업 식량 생산에서 피해를 입을 가능성이 매우 높은 것으로 보고됐다. 기후변화로 인해 세계 평균 기온 상승이 1-3℃에 머물 경우 농업 식량 생산 능력은 증가할 것으로 예측되지만 기온 상승이 그것을 웃돌 경우

생산 능력이 감소하는 것으로 예측된다. 저위도 지역을 중심으로 반건조·건조지역에서는 기후변화로 인해 농업 생산에 적합한 땅이 점차 줄어들고 작물 수확량 감소의 영향으로 식량안보가 심각하게 위협받을 수 있다. 유엔 기후보고서에 따르면 인도의 갠지스강과 인더스강, 브라마푸트라강, 인도차이나 반도로 흐르는 메콩강, 중국의 양쯔강 등 아시아 지역 큰 강의 수원인 히말라야 빙하가 기온 상승으로 인해 급속히 녹아내리고 있으며 2035년 이면 완전히 소실될 수 있다고 경고하고 있다. 만약 히말라야 빙하가 소실되면 이를 수원으로 하는 하천 유역에서는 향후 수십년 동안 홍수와 가뭄으로 인해 농업 생산량이 크게 감소하게 될 것이다. 또한 빙하의 손실은 해수면 상승을 야기해 현재 농업에 이용되고 있는 강 하구의 농지 면적이 감소하게 된다.

기후변화의 주요 원인인 화석연료 사용에 따른 CO<sub>2</sub> 배출량 증가를 방지하기 위한 대책들이 제안되고 있는 가운데 사탕수수나 옥수수, 콩 등의 생물자원을 원료로 하는 바이오연료(에탄올·바이오디젤)가 각광을 받고 있다. 그러나 식용 작물이 바이오연료의 원료로 전용되는 비율이 높아지면서 곡물가격 상승에 영향을 미친다는 우려의 목소리가 커지고 있다. 기후변화를 완화시키고자 추진되는 바이오연료 에너지 생산 확대 정책이 아이러니하게도 안정적인 식량 생산 공급에 중대한 문제를

일으키고 있다. FAO의 다 실바 사무총장은 세계가 식량위기에 빠질 위험에 있는 가운데 농작물은 연료보다 식량으로서 그 중요성이 크기 때문에 미국을 비롯한 주요 바이오연료 생산국에 대해 바이오연료에 대한 지원책 변경을 주장했다. 바이오연료의 과대 생산으로 인해 세계 식량안보가 위협받는 일이 없도록 최근에는 비식용 작물을 원료로 하는 제2세대 바이오연료의 개발 및 실용화 연구가 주목받고 있다.

## 2. APEC 기후센터 농업분야 연구

APEC 기후센터(APCC)는 아태지역에 대한 이상기후 감시 및 예측의 중추적 역할을 수행하기 위해 APEC 회원국 합의에 의해 2005년 부산에 설립되었다. APCC는 기후정보의 효과적인 활용을 위해 기후정보 전달 체계를 향상시키고 의사결정에 직접 활용 할 수 있는 맞춤형 기후정보 제공을 위한 연구를 추진하고 있다. 자체 생산된 기후정보 및 타 기관으로부터 수집된 기후정보는 농업 및 수자원과 같은 응용분야에 적용되어 기후변화에 따른 분야별 영향평가 연구에 활용되고 있다.

APCC에서는 아태지역에 대한 미래 식량안보 확립에 공헌하기 위해 멀티스케일 농업분야 통합 모델링 프레임워크를 개발하고 기후변화가 아태지역 쌀 생산에 미치는 영향에 대해 연구를 진행하고 있다. 농업분야 연구에서는 작물의 생육 과정 모의를 통해 작물 수확량(생산성)을 계산하는 프로세스 베이스의 작물모델을 이용해 다양한 기후변화 시나리오에 따른 아태지역의 미래 쌀 수확량 변화를 예측한다. 현재 농업분야 연구팀에서는 쌀 수확량 예측을 위해 공간 스케일이 서로 다른 작물모델을 이용하고 있다. 전 지구 규모의 쌀 수확량 계산에는 FAO와 IIASA에서 공동 개발한 GAEZ(Global Agro-Ecological Zones) 모델이 이용되고 있으며 지역 및 국가 규모의 쌀 수확량에 대해서는

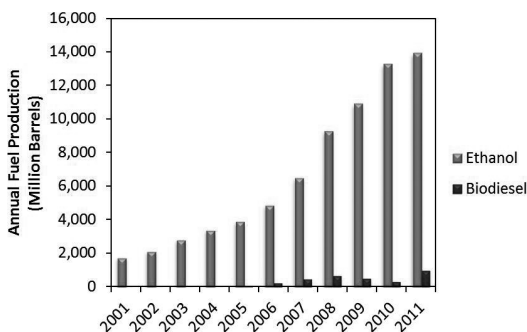


그림 2. 미국에서 생산된 연간 바이오연료  
Source: Energy Information Agency (2012)

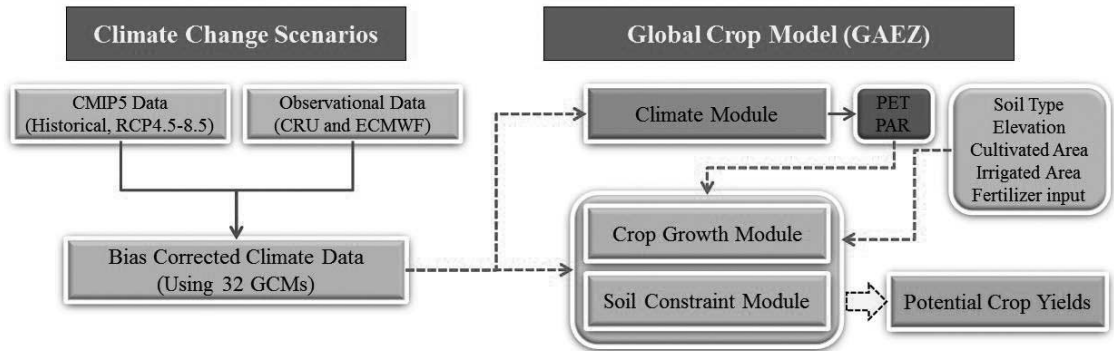


그림 3. 전구 스케일 작물모형(GAEZ)을 이용한 작물 수확량 추계 흐름도

GLAM-wheat 모델을 벼의 생육특성에 맞게 개량한 GLAM-rice 모델이 이용되고 있다. 또한 포장 규모에서는 대기 중 CO<sub>2</sub> 농도 증가를 보다 정확히 모의 할 수 있도록 CERES-rice 모델을 개량하고 있다.

GAEZ 모델을 이용한 연구에서는 모델 입력 자료로 IPCC에서 제공되고 있는 RCP 시나리오를 기반으로 한 CMIP5의 GCM 기후예측 정보가 적용되며 아태지역의 쌀 수확량 변화가 지역·국가별로 계산된다. 여기서 예측된 미래 쌀 수확량 변화 결과를 통해 기후변화가 발생했을 때 어느 지역에서 얼마나 쌀 수확량이 증가 혹은 감소하는지에 대한 평가가 가능하다. 아직 연구가 진행 중에 있지만 그림-4는 일부 연구결과를 정리해 나타낸 것이다. 그래프는 RCP8.5 시나리오를 기반으로 한 32개 GCM 기후예측 정보를 적용해 산출한 아태지역 주요 쌀 생산국 20개국에 대한 2020년대(2021-2030년), 2050년대(2051-2060년), 2080년대(2081-2090년) 쌀 수확량 변화를 나타내고 있다. 수확량 변화 기준은 1990년대(1991-2000년)의 값이 이용된다. 기후변화에 대한 적응 대책을 고려하지 않고 단지 기후요소와 대기 중 이산화탄소 농도 변화만을 고려한다면 쌀 수확량은 GCM에 따라 정도의 차이는 있지만 고위도에 위치한 국가에서는 증가하는 경향을 나타내고 저위도에 위치한 동남아시아 대부분의 국가에서는 감소하는

경향을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 또한 쌀 수확량 변화 예측 결과는 입력된 GCM에 따라 지역별로 그 값에 차이가 발생하고 있으며 그 불확실성 폭은 시간이 경과할수록 점점 커지는 경향을 나타내고 있다. 우리나라의 경우 2050년대까지는 쌀 수확량이 증가할 것이라고 다수의 GCM에서 예측되었지만 2080년대에는 쌀 수확량이 감소할 것이라고 예측하는 GCM의 수가 더 많아지고 있어 소비 곡물의 대부분을 수입에 의존하고 있는 우리나라로서는 쌀 수확량 감소에 대한 대책 마련이 필요하다. 여기서 나타난 결과만으로 각 생산국에 대한 미래 식량안보를 단정 지을 수 없지만 세계 인구의 꾸준한 증가와 기후변화로 인한 수확량 감소, 바이오연료 생산량 확대 정책 등을 감안한다면 식량안보는 더 많은 위협을 받게 될 것이다. 특히 기후변화가 농업 생산성에 미치는 영향은 앞으로 더욱 심해질 것으로 예상되고 있어 기후변화에 적합한 품종 개발 및 관개시설의 확충, 최적의 파종일 선택과 같은 적극적인 적응 대책 마련이 요구된다.

APCC에서는 아태지역 연구지원 사업의 일환으로 캄보디아의 CARDI(Cambodian Agricultural Research and Development Institute)와 공동으로 미래 캄보디아 쌀 수확량 예측 프로젝트를 진행 중에 있다. 이 연구에서는 주로 지역 스케일의 GLAM-rice 모델과 포장 스케일의 CERES-rice 모델이 이용되고 있으며 입력되는 기후자료는

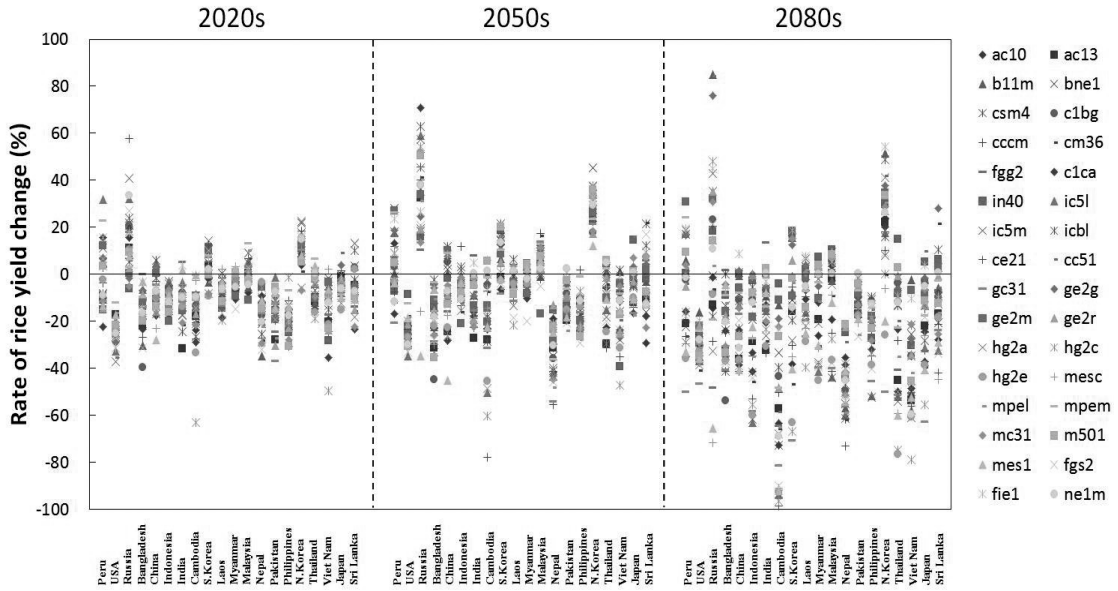


그림 4. 아태지역 주요 쌀 생산국에 대한 미래 수확량 변화 (RCP8.5 시나리오)

GCM 기후예측 정보를 역학적 다운스케일링을 통해 상세화 한 SNU-MM5 RCM 기후 자료를 이용한다. 또한 포장 스케일의 모델에 적용하기 위해 통계학적 다운스케일링 기법을 이용한 보다 상세한 기후자료를 구축하고 있다. 이번 APCC-CARDI 공동 연구를 통해 캄보디아 지역의 기후변화가 쌀 수확량에 미치는 영향을 정량적으로 평가하고 지역 특성에 맞는 적응 대책을 세우는데 기여할 수 있을 것으로 기대 된다.

### 3. 맺음말

최근의 식량안보 문제는 단순히 농업 식량 생산에서 발생하는 문제가 아닌 사회·경제적 시스템의 영향을 포함한 복합적인 요인에 의해 발생하는

경우가 많다. 국제 사회는 식량안보에 특히 취약한 개발도상국의 빈곤층에 대한 인도적 차원의 지원과 지속가능한 농업개발을 위한 농업분야에 대한 투자를 확대해 나가야 할 것이다. 그러나 자국의 식량안보 확립만을 위한 무분별한 해외 농지에 대한 투자는 투자유치국 정부 및 현지 주민들과 갈등을 일으킬 수 있으므로 투자국들은 책임 있는 농업 투자 실천을 통해 서로 Win-Win 할 수 있는 투자 정책을 마련해야 할 것이다.

기후변화에 따른 최근 이상기상 현상의 심화는 곡물가격 폭등의 주요 원인이 되고 있으며 미래 식량안보 문제를 가장 위협하는 요인으로 주목받고 있다. 기후변화가 농업 생산성 변화에 미치는 영향에 대한 정량적인 평가 및 지역 특성에 맞는 적절한 적응 대책에 대한 연구는 미래 식량안보 문제를 해결하는데 중요한 열쇠가 될 것으로 기대된다. 🌾





## 참고문헌

1. 외교안보연구원(2005), 세계 식량위기와 공적개발원조(ODA)
2. Fischer, G., van Veldhuizen, H., Shah, M., Nachtergaele, F. O. (2002) Global Agro-ecological Assessment for Agriculture in the 21st Century: Methodology and Results, IIASARR-02-02, IIASA, Laxenburg, Austria.
3. Global Hunger Index 2012, International Food Policy Research Institute.  
<http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ghi12.pdf>
4. Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., vander Linden P. J., Hanson, C. E. (2007) Climate Change 2007 : Impacts, Adaptation and Vulnerability-Summary for Policymakers.  
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-spm.pdf>
5. Rome Declaration (1996), United Nations Food and Agriculture Organization.  
<http://www.fao.org/docrep/003/w3613e/w3613e00.htm>
6. U.S. Energy Information Administration, Annual Energy Review 2011.  
<http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/pdf/aer.pdf>