

해외출장결과보고

I. 출장개요

1. 출장건명: IMPACT 모형의 이해 및 한국/동북아시아 적용에 대한 전문가 면담

2. 출장목적

- IMPACT(International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade) 모형 전문가 면담
 - IMPACT 모형의 구성 및 운용, 세부 변수에 대한 질의 및 응답
 - 이상 기후와 농업 적응 정책에 대한 IMPACT 모형 응용에 대한 토의
 - 한국 그리고/또는 동북아시아 지역에 대한 IMPACT 모형 적용에 대한 토의
 - 향후 IFPRI와의 협력 과제 가능성 및 구체 방향 논의

3. 출장기간, 출장자, 출장지

소속	출장자	직위	출장기간	출장지
자원환경 연구부	임영아	부연구위원	2015년 5월 31일(일)~6월 6일(토) (5박 7일)	미국 워싱턴 DC

(4) 출장 일정

일 자	이동상황	방문기관 (면담자)	주요 사항
5월 31일 (일)	서울→ 워싱턴 DC	-	<ul style="list-style-type: none"> 출국, 숙소도착
6월 1일 (월)	워싱턴 DC 체류	IFPRI Keith Wiebe	<ul style="list-style-type: none"> IMPACT 모형 구조 및 응용 향후 IMPACT 모형의 한국 그리고/또는 동북아시아 지역 농업 분야에 대한 적용 세부 필요 변수 및 한국 그리고/또는 동북아시아에서 사용 가능한 변수
6월 2일 (화)	워싱턴 DC 체류	IFPRI Tim Sulser Nicola Cenacchi	<ul style="list-style-type: none"> 이상 기후 및 농업 적응 정책에 대한 IMPACT 모형의 응용 최신 IMPACT 모형 모듈에 대한 이해 GAMS 코드 및 모형 운영에 대한 이해
6월 3일 (수)	워싱턴 DC 체류	IFPRI Daniel Mason-D'Croz	<ul style="list-style-type: none"> 이상 기후 및 농업 적응 정책에 대한 IMPACT 모형의 응용 최신 IMPACT 모형 모듈에 대한 이해 GAMS 코드 및 모형 운영에 대한 이해
6월 4일 (목)	워싱턴 DC 체류	IFPRI Mark Rosegrant	<ul style="list-style-type: none"> IFPRI와의 협력 과제 - IMPACT 모형의 이해, 한국 (또는 동북아시아) 기후 변화 및 농업 적응 기술에 대한 적용에 대한 논의
6월 5일 (금) -6월 6일 (토)	워싱턴 DC →인천		<ul style="list-style-type: none"> 귀국

II. 세부출장내용

□ 국제식품정책연구원(International Food Policy Research Institute, 이하 IFPRI) 방문 및 면담 1

- 일시: 2015. 6. 1.
- 면담자 : Dr. Keith Wiebe(Senior Research Fellow)

1. IMACT 모형의 구조 및 운용

가. IMPACT(International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade) 모형은 전 세계 식량 공급 및 수요, 무역, 가격, 식량 안보에 대한 다양한 미래 시나리오를 분석할 수 있는 도구로써 국제 식량무역 모형과 용수 모형으로 이루어져 있음. 추가적인 후생 분석을 위해 영양실조 아동의 수, 생산자 잉여 및 소비자 잉여 등을 도출할 수 있음.

나. 국제식량무역 모형의 경우, 국제 식량 공급 및 수요, 소득, 인구 등에 대한 방정식으로 이루어진 부분균형(partial equilibrium) 모형임. 국가별 식량의 공급 및 수요를 바탕으로 순무역량(volume of net trade)을 계산한 뒤, 전 세계 순무역량의 합이 0이 되는 시장청산 조건을 만족하도록 제약 조건을 부여함.

다. 모형 분석의 기본 단위는 FPU(food-producing unit)이며, 국제식량무역 모듈에서는 국가별 식량에 대한 총공급 및 총수요를 계산하게 되어 있음. 현재 한국의 경우에는 하나의 FPU로만 포함되어 있음. IFPRI에서 운용하는 모형에는 총 159개 국가, 154개 무역, 320개 FPU, 56개 농업재화가 포함되어 있음.

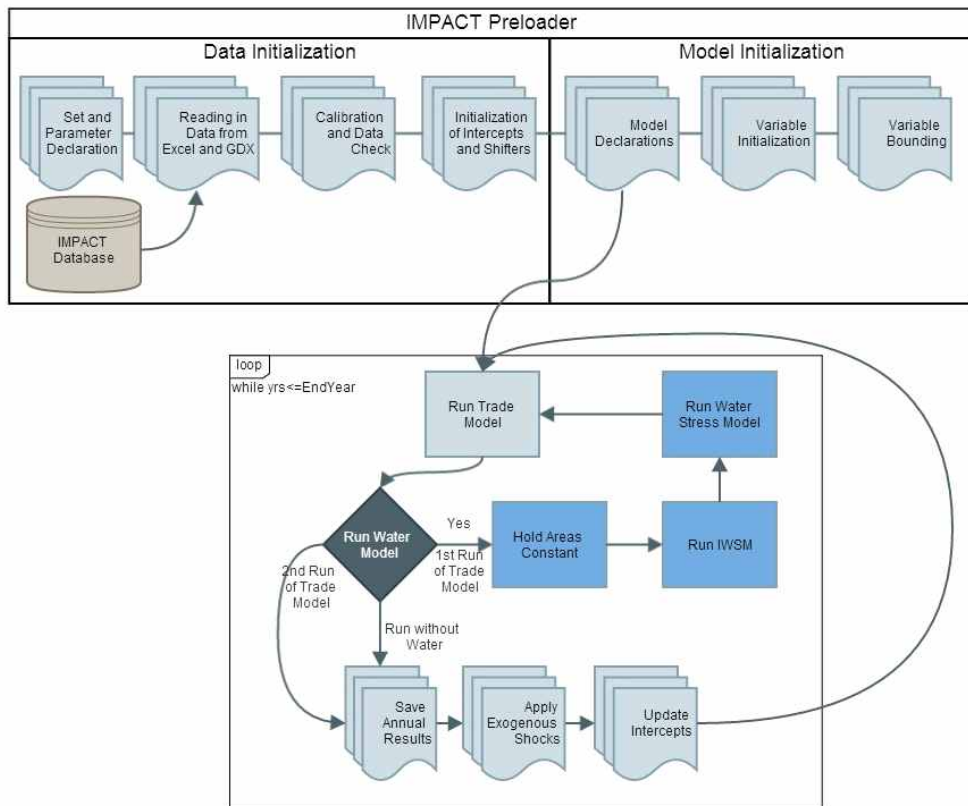
라. 용수 모형은 크게 수문학 모형(hydrologic model), 용수시뮬레이션 모듈(water simulation module), 수분 스트레스(water stress) 모형으로 나눌 수 있음. 수문학 모형은 증발산량을 이용하여 물 순환(hydrologic cycle)을 추정하여 사용가능한 용수량을 계산함. 용수시뮬레이션 모듈은 용수 공급 방정식 및 각 분야의 용수-관개용수, 축산용수, 산업용수, 생활용수, 환경용수 수요 방정식으로 이루어지며 정책 또는 규제가 용수에 미치는 영향을 분석할 수 있는 도구임. 수분 스트레스 모형은 사용가능한 관개용수를 작목별로 어떻게 분배해야하는 지를 분석함.

마. 모형의 주요 외생 변수

- 1) 사회인구학 변수-인구, 총국내생산(GDP)
- 2) 소비자 및 생산자 특성-가격 탄력성

- 3) 생산성 및 기술 수준
 - 4) 기후 변화 및 생산량 반응
 - 5) 시작값과 분석하는 시나리오의 기간
- 바. 기후 변화의 경우, 기후 변화 시나리오 → 작물 모형 및 용수 모형에 반영
→ 국제식량무역 모형에 반영 (→ 후생 분석) 순서로 IMPACT 모형을 이용한 분석이 가능함.
- 사. 현재 사용하는 모형은 3.2 버전으로 아직 오픈 소스로 공개된 것은 아니지만 향후 IFPRI와 한국농촌경제연구원의 합동 연구가 진행되면 공유가 가능할 것으로 보임.
- 아. 현재 수산물(fish)과 바이오연료(biofuel) 관련 모듈도 개발 중에 있음.

<그림 1> IMPACT 모형 개요



출처: IFPRI (2014), IMPACT Model Training 자료(연구자 직접 요청)

2. 향후 IMPACT 모형의 한국 그리고/또는 동북아시아 지역 농업 분야에 대한 적용

가. IFPRI는 IMPACT 모형을 이용하여서 국가별, 지역별, 전지구적 시나리

오를 분석해온 바 있음. 그러나 국가별 시나리오 분석은 상대적으로 연구 수가 적은 편임.

나. 한국은 국제 농산물 교역에 있어서 무역대국(large country)이 아니므로 한국 내 기후 변화에 대한 농업 부문의 반응 및 농업 적응 기술 도입이 전체 세계무역량에 큰 영향을 미치지 않을 가능성도 있음. 그렇기 때문에 동북아시아 지역을 대상으로 살펴보는 것이 더 의의가 있을 수 있음.

다. 미래 시나리오 작성이 가장 중요한 부분임.

라. IMPACT 모형에 쓰인 국가별 모수(parameters) 중, 한국 현지 정보 및 전문가 의견, 자료를 이용하여서 한국 관련 모수를 갱신할 수 있을 것으로 기대함

마. 한국을 더 세부적인 FPU나 유역으로 나누는 것도 고려 가능하지만, 이는 한국 국내 전문가들의 도움이 있어야 실현 가능할 것임.

바. 분단국가라는 특수성을 반영하여서 통일 전후의 한국 농산물 시장의 변화를 분석하는 것도 의의가 있을 수 있음. 이것은 북한에 대한 외생 변수 정보가 있을 때 가능할 것이며, 앞으로 IFPRI와 KREI가 함께 연구를 해나갈 주제로 고려해볼 수 있음.

3. 세부 필요 변수 및 한국 그리고/또는 동북아시아에서 사용 가능한 변수
가. 한국 그리고/또는 동북아시아 지역의 특성을 더 정확하게 반영하기 위해서는 모형의 외생 변수 및 시작값, 모수를 갱신할 필요가 있음.

나. 만약 단기간 합동 연구를 수행한다면 국제식량무역 모형 내부 한국에 대한 보정(calibration)이 우선 되어야 하며, 장기간 과제 수행이 가능하다면 한국 국내에서 개발한 용수 모형 및 작물 모형과의 연계를 고려해볼 수 있음.

다. 국제식량무역 모형에서 필요한 외생 변수 및 모수: 작물 토지 면적 및 수급량, 토지 면적 및 수급량의 연간 성장률, IFPRI의 Spatial Production Allocation Model(SPAM) 모형 및 DSSAT과 같은 작물 모형에서 도출한 작물별 경작지 정보, 국가별 인구 및 소득, 인구 및 소득 성장률, 소득 변화에 따른 식량 소비 양상 변화를 반영하는 변수, 생산자 가격 탄력성 및 소비자 가격 탄력성, 무역 정책 및 유통 마진을 반영하는 변수, 생산자 보조금 등

□ 국제식품정책연구원(International Food Policy Research Institute, 이하 IFPRI) 방문 및 면담 2

○ 일시: 2015. 6. 2. - 2015. 6. 3.

○ 면담자 : Drs. Timothy Sulser(Research Fellow), Nicola Cenacchi(Research Analyst), Daniel Mason-D'Croz(Research Analyst), Jawoo Koo(Research Fellow), Ho Young Kwon(Research Fellow), Soonho Kim(Data manager)

1. 이상 기후 및 농업 적응 정책에 대한 IMPACT 모형의 응용

가. 최근 IMPACT 모형을 이용한 농업 적응 정책을 분석한 사례로 Ignaciuk, A. & D. Mason-D'Croz (2014), "Modelling Adaptation to Climate Change in Agriculture," OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 70, OECD Publishing을 꼽을 수 있음.

- 1) 기후 변화가 작물 생산량 및 가격에 미치는 영향을 분석함.
- 2) 두 가지 적응 기술(변화된 기후에 적합한 작물 종류를 개발하는 R&D 및 관개시설 개선)이 작물 생산량 및 가격, 식량 안보에 미치는 영향을 분석함.
- 3) OECD 국가에서의 작물 종류 개발을 위한 R&D 및 관개시설 개선에 필요한 비용을 추정함.
- 4) 기후 변화 시나리오로는 RCP 8.5와 SSP 2를 사용하였으며, RCP 8.5를 반영하는 GCM으로 IPSL과 Hadley 모형을 사용하였음. 기후 변화가 작물에 미치는 영향은 LPJmL과 DSSAT 두 개의 작물 모형을 사용함. 그 결과, 총 4개의 시나리오(IPSL-LPJmL, IPSL-DSSAT, Hadley-LPJmL, Hadley-DSSAT)에 대한 분석이 이루어짐.

나. 한국 그리고/또는 동북아시아 지역의 기후 변화에 따른 농업 생산량 및 가격 변화, 적응 기술의 응용이 이런 농업 생산량 및 가격 변화에 어떤 영향을 가져오는 지에 대한 분석에서도 Ignaciuk & Mason-D'Croz(2014)와 비슷한 시나리오를 설정해야 함.

다. 향후 KREI와 IFPRI의 협동 과제를 수행함에 있어서, 과제 수행에 주어진 시간에 따라서 몇 가지의 시나리오를 분석할지 고민해야 함.

라. Daniel Mason-D'Croz의 의견: 만약 향후 협동 과제가 짧은 시간 내에 이루어져야 한다면, 3개의 GCM, 3개의 적응 기술, 2-3개의 적응 기술 채택률을 반영한 시나리오가 현실적으로 분석 가능한 개수의 시나리오가 아닐까 생각함.

마. 만약 연구 수행 기간이 충분하다면, 기후 변화 적응 농업 기술을 채택

한 경우의 작물 면적 및 수급량 성장률을 작물 모형을 등을 통해서 유추한 이후 그 성장률을 다시 IMPACT 모형 내 국제식량무역 모형에 모수로 반영하여서 분석이 가능함. 만약 연구 수행 기간이 충분하지 않다면, IMPACT 모형 내 사용하는 모수를

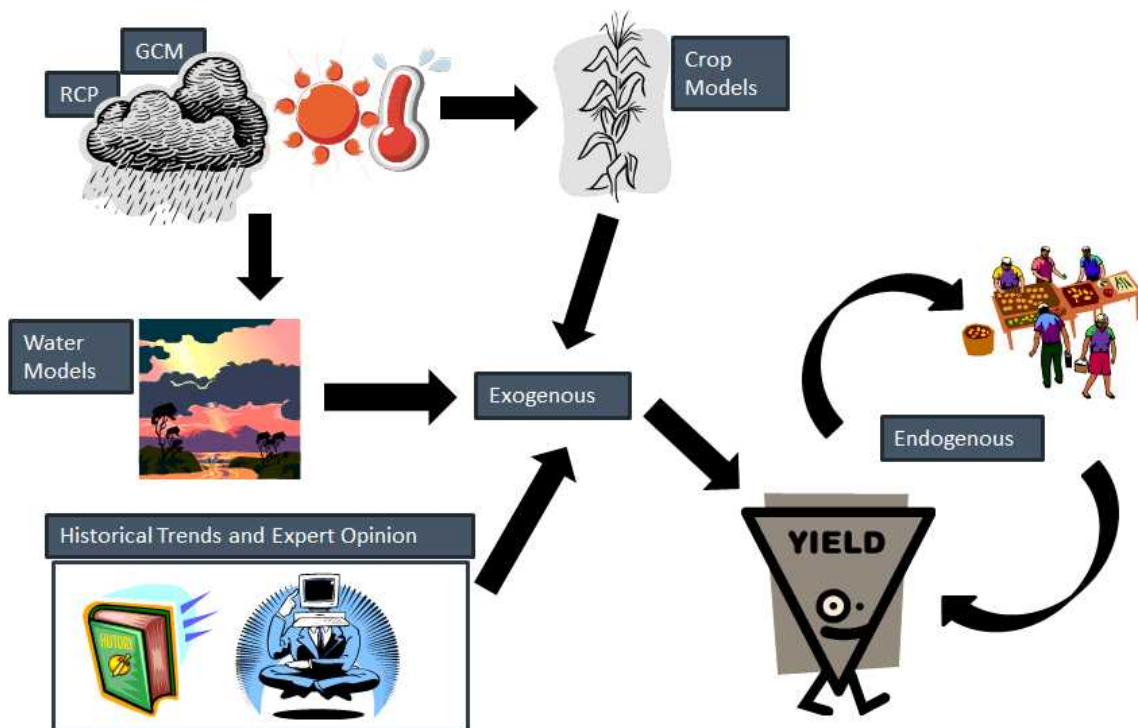
바. 한국 내 CGE(연산일반균형) 모형이 사용 가능하다면, 동시과제 또는 후속과제로 IMPACT 모형과 연계한 후색 분석도 가능할 것으로 보임.

2. 최신 IMPACT 모형 모듈에 대한 이해

가. 현재 IFPRI에서 사용 중인 IMPACT 모형은 3.2버전으로, 아직 모형이 공개된 상태는 아님.

나. 현재 IMPACT에서 사용 가능한 기후 변화 시나리오는 GFDL, HadGEM, MIROC, IPSL이 있음. 이런 기후 변화 시나리오는 작물 모형 및 용수 모형을 통해서 IMPACT 모형에서 분석되게 됨. 현재 IFPRI에서는 옥수수, 밀, 쌀, 수수, 대두, 땅콩, 감자에 대한 DSSAT 작물 모형을 보유하고 있음.

<그림 2> 기후 변화의 IMPACT 모형 내 반영



출처: IFPRI (2014), IMPACT Model Training 자료(연구자 직접 요청)

다. 작물 모형의 결과로 도출된 작물 생산량은 각 FPU 별로 합산되어서

IMPACT 국제식량무역 모형에서 사용됨.

라. 작물 생산 면적 및 생산량 계산에는, GAMS 외에도 DSSAT과 같은 작물 모형, IFPRI에서 개발한 SPAM(Spatial Production Allocation Model)과 같은 외부 모형을 사용하고 있음.

3. GAMS 코드 및 모형 운영에 대한 이해

가. IMPACT 모형(국제식량무역 모형과 용수 모형)은 GAMS(General Algebraic Modeling System)를 기반으로 구동됨. 구체적으로 국제식량 무역 모형은 GAMS의 PathNLP 솔버를, 용수 모형은 GAMS의 CPLEX 솔버를 사용함.

나. 현재 마이크로소프트 엑셀을 기반으로 한 사용자 인터페이스(user interface)가 구축되어 있어, 분석하고자 하는 시나리오 내용을 엑셀에 입력하면 이에 대한 GAMS 코드를 엑셀을 통해서 만들 수 있음.

다. 사용자 인터페이스로 사용되는 엑셀 파일은 합동 연구에 대한 논의가 끝나면 KREI에서 요청 가능할 것으로 보임.

라. 기후 변화가 농업에 미치는 영향을 작물 모형과 용수 모형을 통해서 반영한다면, 농업 적응 기술 채택은 엑셀 시나리오에서 반영할 수 있음.

마. 향후 합동 연구 진행 시 트레이닝이 진행된다면 IMPACT 모형에 대한 전반적인 이해 및 사용자 인터페이스인 엑셀을 사용하는 것에 내용의 초점이 맞추어질 것으로 예상함.

바. 만약 GAMS에 대한 이해도가 높다면 각 모듈에서 사용한 모수를 KREI 내에서 직접 수정하는 것도 가능할 것이나, 이에 대해서는 IFPRI IMPACT 팀과 사전 협의가 필요할 것으로 보임.

□ 국제식품정책연구원(International Food Policy Research Institute, 이하 IFPRI) 방문 및 면담 3

○ 일시: 2015. 6. 4.

○ 면담자 : Dr. Mark W. Rosegrant(Director)

1. IFPRI와의 협력 과제 – IMPACT 모형의 이해, 한국 (또는 동북아시아) 기후 변화 및 농업 적응 기술에 대한 적용에 대한 논의

가. 국제 식량 무역에서 한국이 차지하는 비중이 크지 않으므로 중국 및 일본을 포함한 동북아시아 지역을 살펴보는 것도 의의가 있을 것으로 생각함. 단, 어떠한 가용 자료가 있을 지는 고민해 보아야 함.

나. 한국에 대한 기후 변화 영향 및 농업 적응 기술 채택을 분석하기 위해서는 기존 IFPRI에서 보유한 자료를 최대한 활용하되, 한국 고유의 시나리오를 만드는 것에 힘써야 할 것임.

다. 한국 고유의 시나리오를 만들기 위해서는 한국 내 전문가의 도움이 필요함.

1) 기후 변화 시나리오: 현재 IFPRI에서 보유 중인 기후 변화 모형처럼 IMPACT 모형과 연계 가능한 한국 고유의 기후 변화 시나리오가 존재하는가?

2) 농업 적응 기술 시나리오: 현실성 있는 적응 기술(예, 벼의 품종 개량, 관개 시설 정비, 병충해 대책 마련 등)은 무엇인가? 기술에 대한 채택률은 얼마가 될 것인가?

3) 작물 모형: IFPRI에서는 DSSAT과 LPJmL 작물 모형을 사용하는 중인데, 한국에서도 개발한 작물 모형이 존재하는가? 그리고 어떠한 작목에 대한 모형이 사용 가능한가?

4) 용수 모형: 이 분야는 한국 고유 모형을 구축하기 위해서는 장기적인 전망이 필요할 것임.

5) 국제식량무역 모형: 여러 가지 모수(예, crop land growth rate, land supply price elasticity, crop yield growth rate 등)를 갱신 가능한가? 갱신하기 위한 근거는 무엇인가?

라. 향후 KREI와 IFPRI 간의 MOU 체결 이후, 합동 연구에서는 IMPACT 모형을 활용하여, 기후 변화가 한국 농업에 미치는 영향 분석 및 향후 기후 변화에 대비한 적응 기술, 농업 정책 수립에 유의미한 연구가 가능할 것으로 생각함. 또한 당년의 합동 연구를 시작으로 IMPACT 모형을 활용한 후속 과제 발굴에도 의의가 있을 것임.