

I. 출장 개요

1. 출장 목적

○ OECD 제3차 농업 총요소생산성과 환경 네트워크 (Network on Agricultural Total Factor Productivity and the Environment) 회의 참석

2. 출장자, 출장기간 및 출장지

- 출장자: 성재훈 부연구위원, 추성민 연구원
- 출장기간: 2019년 10월 29일(화)-11월 2일(토)
- 출장지: 미국 메릴랜드대학

3. 일정 및 수행업무

일자	수행업무
10.29.(화)	○ 이동(성재훈 부연구위원, 추성민 연구원) - 10:15 인천 출발 - 10:50(현지시간) 워싱턴 도착 - 워싱턴-메릴랜드대학 이동
10.30.(수)	○ 농업 총요소생산성과 환경 네트워크 회의 참석 - 08:30-18:00 회의 참석 - 성재훈 부연구위원, 추성민 연구원 참석
10.31.(목)	○ 농업 총요소생산성과 환경 네트워크 회의 참석 - 08:30-18:00 회의 참석 - 성재훈 부연구위원, 추성민 연구원 참석
11.01.(금)	○ 이동(성재훈 부연구위원, 추성민 연구원) - 12:50 워싱턴 출발 - 11.02.(토) 16:30(한국시간) 인천 도착

II. 출장 결과

□ 10월 30일 회의

(1) 세션1 - 농업부문의 생산성 측정 방법

가. 미국 농업부문의 성장회계 1948-2015 (발표 : Richard NEHRING, USDA)

- (발표내용) 미국 농업부문의 총요소생산성 계측 방법과 분석 기간(1948~2015년) 동안 총요소생산성 변화의 특징에 대해 설명함.
- 총요소생산성 계측에서 투입요소는 노동, 자본, 중간재를 포함하며 각 투입요소의 질적 특성을 반영하기 위한 방법에 대해 제시함. 농약 및 비료는 헤도닉가격모형을 활용하여 질적 특성을 반영하며, 노동은 교육수준, 연령, 성별 등에 따른 가중치를 부여하여 노동시간을 조정함.
- 미국 농업부문은 1948년부터 2015년까지 연평균 1.49%씩 성장하였으며, 투입요소의 증가보다는 총요소생산성의 기여율이 가장 높은 것으로 분석됨. 이는 투입요소의 증가에 의해 산출량이 주로 증가하는 다른 산업에서 잘 관찰되지 않는 특징이라고 설명함.

나. 캐나다의 농업부문 총요소생산성 측정 (발표 : Sean CAHILL, University of British Columbia)

- (발표내용) Cahill 교수가 계측하고 있는 캐나다 농업부문 총요소생산성 측정 방법에 대해 설명함.
- 투입재는 자본, 토지, 노동, 중간 투입재를 포함하며, 피셔지수(Fisher Index)를 이용하여 총요소생산성을 측정함.
- 캐나다 농업부문은 농외소득 비율이 낮아 노동 투입재 계측 과정에서 자가 노동 임금을 추정하는 데 어려움이 있으며 이로 인해 국민계정과 균형을 이루지 못하는 경우가 발생함. Cahill 교수는 이러한 불일치가 없어질 때까지 자가 노동 임금을 증가시키는 방법을 선택하였다고 설명함.
- * 자가 노동 임금은 농외소득에 따른 기회비용을 활용하여 계측함.

다. 호주 농업자원경제과학부의 총요소생산성 측정 (발표 : Will CHANCELLOR, Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics and Sciences)

- (발표내용) 농가단위 자료를 이용하여 계측한 호주 농업부문의 총요소생산성 변화와 측정 방법에 대해 소개함.
- 호주 농업부문 총요소생산성은 1978년부터 2018년까지 연평균 1.02%씩 증가하였으며, 세부적으로 경종과 소고기 생산의 총요소생산성 증가율이 각각 1.51%, 1.03%로 다른 부문에 비해 높게 나타남.
- 향후 기후의 영향을 반영한 총요소생산성을 계측할 계획을 가지고 있으며, 예시로 겨울 평균 강수량을 고려한 총요소생산성을 소개함.

라. EU의 농업 생산성: 평가 및 시사점 (발표 : David FERNALL, Department for

Environment, Food, and Rural Affairs, United Kingdom)

- (발표내용) EU는 매년 농업부문의 총요소생산성을 발표하며, 이 수치를 공동농업정책 (CAP, Common Agricultural Policy) 계획 시 기초 자료로 활용함. EU 내 13개 회원국을 대상으로 농업 총요소생산성 변화를 측정하였으며, 분석 대상 국가의 총요소생산성 증가는 주로 노동생산성 증가에 기인하는 것으로 제시함.
 - (토론내용) △분석에 사용된 Eurostat 자료 이용 시 주의할 사항, △농가 단위 자료의 활용 가능성 등이 논의됨.
- 마. 칠레 농업부문의 총요소생산성: 변화, 과제 및 기회 (발표 : Patricio RIVEROS, Ministry of Agriculture, Chile)
- (발표내용) 칠레 농업부문의 총요소생산성 분석 결과에 대해 발표함. 1996년부터 2006년까지는 연평균 3.5%씩 빠르게 증가하였으나 2007년부터 2016년까지는 연평균 1.2%로 총요소생산성 증가가 둔화된 것으로 나타남.
 - 칠레 농업의 산출량 증가는 노동 및 자본의 증가가 약 71%, 총요소생산성의 증가가 약 29% 수준으로 기여하고 있는 것으로 분석됨.
 - 최근 총요소생산성 계측을 위한 작업이 시작되었기 때문에 분석 과정에서 여러 가정이 포함되어 있음. 향후 필요한 자료를 구축할 계획이며, 계측 방법론에 대해 주요 국가들의 자문을 요청함.

(2) 세션 2 - 생산된 자본 측정 및 자료

- 가. OECD 회원국의 농업부문 자본스톡 및 투입자본 측정과 비교 (발표 : Yu (Eric) SHENG, Peking University)
- (발표내용) 자본 투입재 측정 방법론에 대해 설명하였으며 EU 15개국, 미국 및 캐나다 간 총요소생산성의 수렴 현상이 발생하고 있다고 설명함.
 - 자본 투입재 측정은 자본의 사용자 비용 방법을 이용하여 측정할 수 있으며 이 방법을 이용하기 위해서는 자본의 내구연수, 자본 임차료, 감모율 등이 필요함. 특히 최근에는 새로운 모델이 평균적으로 빨리 출시됨에 따라 자본의 내구연수가 짧아지는 경향이 있다고 설명함.

(3) 세션 3 - 인적자본 측정 및 자료

가. 노동투입: 개념, 자료, 방법론 (발표: Wulong GU, Statistics Canada)

- (발표내용) 노동 투입재 측정 방법에 대해 설명하였음. 농업부문은 자가노동, 고용노동의 구분이 일차적으로 필요하며, 노동의 질적 특성을 반영하는 것이 중요하다고 제시함.
- 위탁영농의 경우 투입된 노동시간 등을 파악할 수 없어 중간재에 포함하여 총요소생산성을 분석함.
- (토론내용) 자료 문제로 국가 간 비교가 어려울 수 있음. 예를 들어, 중국의 경우 총지출액으로만 자료가 구축되어 있어 노동의 질적 특성을 반영하기 어려움.

(4) 세션 4 - 환경 요소를 반영한 총요소생산성 성장회계

가. 환경적으로 조정된 다요소생산성 측정: OECD 접근법 (발표: Paul SCHREYER, OECD)

- (발표내용) 향후 OECD에서 다요소생산성, 총요소생산성 계측에 온실가스 등 비재화 산출물, 천연자원 등의 투입요소 등을 반영하기 위한 분석 모형에 대해 설명함.

나. 캐나다 제조업부문의 환경적으로 조정된 다요소생산성 변화 (발표: Wulong GU, Statistics Canada)

- (발표내용) 환경적으로 조정된 다요소생산성 분석을 캐나다 제조업부문에 적용한 예시에 대해 발표함.
- 환경적으로 조정된 다요소생산성의 크기는 일반적으로 계측된 다요소생산성 대비 작은 것으로 분석됨. 이는 기존 재화 산출량에서 비재화 산출량을 제외하는 방식으로 계산되기 때문임.
- 그러나 2004년부터 2012년까지 캐나다 제조업부문의 온실가스 등 비재화 산출량이 전반적으로 감소하였기 때문에 환경적으로 조정된 다요소생산성은 일반적으로 계측된 다요소생산성 보다 빠르게 증가한 것으로 분석됨.

다. 분석 틀 (발표: Bob CHAMBERS, University of Maryland)

- (발표내용) 농업부문의 총요소생산성 분석과 관련하여 분석에서 유의해야 할 사항, 주요 분석 틀에 대해 설명함.
- 총요소생산성은 산출량 증가에서 노동, 자본, 중간재 등으로 설명되지 않는 부분인 것

을 강조하며, 총요소생산성보다는 총산출량 증가가 중요하다고 설명함.

- 환경요소를 반영하기 위해서는 물질 균형(material balance)의 개념을 반영한 분석이 필요하다고 제시함.

□ 10월 31일 회의

(5) 세션 5 - 중간 투입재 계측 및 자료

가. 중간 투입재 계측 및 자료 (발표: Cecilia POP, EUROSTAT)

- (발표내용) EU 국가 농업부문 총요소생산성 계측에서 중간 투입재를 어떻게 계측하고 반영하는지에 대해 설명함.
 - 생산성 분석에서 사용되는 투입재 또는 산출물의 가격은 생산자의 의사결정과 가장 관련성이 높은 것이어야 함. 이를 기준으로 중간 투입재의 가격은 구입자 가격으로 계측되며, 생산과정에 투입되는 시점을 기준으로 가격을 설정함.
 - 유지·보수 비용처럼 가격, 수량 등의 자료가 부재한 경우 평균 지출액을 이용함.
- (토론내용) 중간 투입재 처리에 있어서도 국가별로 차이가 있는 것으로 보이며, 향후 국가 간 비교를 위해 이러한 차이를 조정할 필요가 있음. 예를 들어, 캐나다는 종자 등의 농가 내 소비(on-farm consumption)를 중간 투입재로 포함하지만 EU는 이를 포함하지 않음.

(6) 세션 6 - 농업 산출물 계측과 자료

가. 부산물에 대한 개념적 모형화와 총요소생산성 계측 (발표: Spiro STEFANO, University of Florida)

- (발표내용) Spiro Stefanou는 총요소생산성 계측 시 고려해야 할 5가지 요소를 제시함: 1) 생산성 증가와 투입재 증가의 구분 2) 규모의 경제에 대한 가정 3) 오염물질에 대한 고려 4) 농업자원의 활용과 지속가능성 5) 총요소 생산성의 실제 계측. 이 중 Stefanou 교수는 3번째 요소에 대해 자세히 설명함. 구체적으로 총요소 생산성 계측을 위한 모형 구축 시, 오염물질은 농업생산의 중간 생산물로 간주하고 농업생산물과 다른 별도의 생산기술을 가지며, 오염물질을 유발시키는 기술과 농산물을 생산하는 기술은 서로 연관되어 있음을 가정하는 것이 합리적이라고 설명함.

나. 오염 발생 기술: 연립방정식 모델을 통한 모수적 추정 (발표: Herve DAKPO, French National Institute of Agricultural Research)

- (발표내용) Herve Dakpo는 앞서 Spiro Stefanou 교수가 언급한 것과 같이 농업생산과 관계된 각각의 기술들을 가정하고 이들을 확률경계(stochastic frontier) 접근법으로 추정하는 방법을 제안함. 단, 오염배출 기술, 농산물 생산기술, 그리고 오염물질 저감 기술 간의 상호연관성을 각 식의 잔차항 간의 상관관계를 통해 고려해 줌. 하지만 Herve Dakpo의 발표는 아이디어 차원에서의 발표이며, 실제 분석은 이루어지지 않음.
- 다. 개별적 질소 유출 수준 계측: 엔트로피 접근법을 바탕으로 (발표: Vangelis TZOUVELEKAS, University of Crete)
- (발표내용) Vangelis Tzouvelekas는 비점오염인 농경지에서의 질소 유출에 대한 효과적인 정책 수립을 위해 질소 유출을 나타내는 함수(emission function)을 일반화된 교차 엔트로피 접근법(generalized cross entropy)을 활용하여 구축함. 또한 구축된 모형을 시설작물을 집약적으로 재배하는 그리스의 레라페트라(lerapetra)계곡에 적용하고 레라페트라계곡에 속해 있는 네 개 지역의 질소누출 정도를 계측하였다. 분석 결과, 질소 누출의 정도는 지역에 따라 다르며, 농가의 크기가 증가할수록 질소 누출의 정도는 증가하는 것으로 나타났지만 그 증가속도는 농가에 크기가 증가할수록 감소하는 것으로 나타남. 이러한 질소 누출을 나타내는 배출 함수를 구축하는 것은 비점오염인 질소누출을 점오염으로 바꾸며, 농업인들에게 교정세, 혹은 피구비안 세금을 부과하여 환경오염을 내부화시킬 수 있다는 장점이 있음.
- 라. 토양의 경제적 가치 평가에 대한 재검토 (발표: Simone PIERALLI, Massey University)
- (발표내용) Simone Pieralli는 토질과 농업 생산과의 동적인 관계에 대한 자신의 생각을 간략하게 발표함. 발표는 농업생산에서 토양의 중요성 현재 연구의 한계점, 그리고 토양과 경작방법과의 관계 등 토양에 대한 이해 증진의 중요성 등을 설명함.
- 마. 농업용수의 질과 양을 고려한 TFP 계측 (발표: Maria VRACHIOLI, Technische Universität München)
- (발표내용) Maria Vrachioli는 농업용수가 총요소생산성에 미치는 영향과 농업생산으로 인한 농업용수의 수질 저하를 총요소생산성 계측에 반영하는 연구에 대해 간략하게 발표함. 즉, Maria Vrachioli는 농업생산으로 인한 농업용수의 수질 악화를 앞서 언급한 농업용수의 부산물로 간주하고, 이러한 부산물이 총요소생산성에 미치는 영향과 농업용수 수질의 암묵적 가격(shadow price)에 대해 평가하고자 함. 발표는 앞선 발표와 마찬가지로 현재까지의 자신의 아이디어와 자료 구축 및 연구 방법을 간략하게 발표하는 수준이었음.
- 바. 확률적 투입재의 가격 계측 (발표: Simone PIERALLI, Massey University)

- (발표내용) Simone Pieralli는 DEA를 이용하여 기상조건의 1990년과 2011년 암묵적 가격을 계측하고 이를 비교분석함. 예를 들어, Simone Pieralli의 분석 결과 1990년의 강수 1mm는 생산성 2.37%를 증가시키는 반면 2011년의 강수 1mm는 1.04%의 생산성을 증가시키는 것으로 나타남. 하지만 Simone Pieralli의 접근법은 기상조건이 많으면 많을수록 좋다는 가정을 바탕으로 하며, 이상기상으로 인한 악영향을 고려하지 않은 단점을 가지고 있음.

사. 온실가스 배출을 고려한 농업 생산성 분석(발표: Frederic ANG, Wageningen University and Research Centre)

- (발표내용) Frederic Ang은 Spiro Stefanou가 언급한 접근법을 바탕으로 온실가스 배출을 고려한 세계 각국의 농업생산성 변화를 계측함. 이를 위해 Frederic Ang은 FAO 자료를 바탕으로 농업생산, 온실가스 배출, 산림부문의 온실가스 흡수를 각각 모형화하고 효율성 계수를 계측함. 국가별 비교를 위해서는 세 가지 효율성 계수를 평균한 값을 이용함. 이어지는 토론에서는 이러한 접근법의 적합성 혹은 신뢰성에 대해 논의했으며, 모형의 수정이 불가피한 것으로 나타남.

(7) 세션 7 - 농업 산출물 계측과 자료

가. 개발도상국과 선진국 농경지의 상대적 가격 구축(발표: Richard NEHRING, USDA)

- (발표내용) Richard Nehring은 헤도닉 접근법을 바탕으로 한 지가 추정 방법에 대해 소개함. 구체적으로 Richard Nehring은 실제 지가와 그 설명변수(예를 들어, 인구밀도, 토양의 물리학적 특성, 관개 여부 등)을 회귀분석한 뒤, 추정된 식을 바탕으로 가격을 추정하였으며, 이를 바탕으로 EU와 미국의 농지가격을 비교함. 분석 결과 프랑스의 상대농지가격이 다른 나라들에 비해 높은 것으로 계측됨.

나. 토지의 가치를 계측하는 새로운 방법 (발표: Sean CAHILL, University of British Columbia)

- (발표내용) Sean Cahill은 토지의 특성을 총요소생산성 추정에 고려하는 방법에 대한 자신의 생각을 발표함. 구체적으로 특정 경지의 서비스와 그 가격의 곱은 경지면적과 임차료의 곱과 같기 때문에, 만약 특정 경지가 제공하는 서비스의 양을 정량화할 수 있다면, 그 서비스의 가격 역시 계측할 수 있음을 발표함. 또한 이러한 토지서비스의 가격을 이용하여 생산성 계측에 있어서 특정 토지의 이질성을 충분히 반영할 수 있음.

다. 생산성 계측 시 농가의 자연 자본(natural capital)을 고려하는 방법: 생산성 계측 시 토질의 변화를 계측하기 위한 실용적 제안 (발표:Tiho ANCEV, University of Sydney)

- (발표내용) Tiho Ancev는 농지에 속해 있는 자연 자본이 생산성에 미치는 기여 혹은 영향의 변화를 계측하는 방법과 실증 연구에 대해 발표함. 구체적으로 방향성 거리함수(directional distance function)을 기반으로 한 토양자연자본지표(Soil natural capital indicator, 이하 SNCI)를 발표하고 이를 태즈매니아(Tasmania)의 19개 농장을 대상으로 적용함. 마지막으로 Tiho Ancev는 SNCI의 구축의 가장 큰 걸림돌은 정보 구축이지만, 현재 진행되고 있는 정밀농업이 이러한 자료 구축 문제를 해결해 줄 수 있을 것이라 발표함.

라. 농업 생산에 유의한 기상조건의 식별 (발표: Ariel ORTIX-BOBEA, University of Cornell)

- (발표내용) Ariel Ortiz-Bobea는 농업생산성에 유의한 기상조건을 식별하는 방법에 대해 발표함. 구체적으로 모형의 예측력을 측정하는 통계적 기법은 교차검증(cross-validation)을 통한 기상조건 식별 방법과 예시들을 발표함.

(8) 세션 8 - 정리 세션

- 동 회의에 참석한 전문가들은 제4차 회의에서는 환경적으로 조정된 총요소생산성 분석에 더 초점을 맞출 필요성을 제시하였으며, 국가 간 비교를 위해 국별 자료 구축이 필수적임을 강조함.
- 2020년 5월 예정된 제4차 회의는 APM 회의의 국가별 담당자들과 함께 개최될 예정으로 기술적 논의에서 나아가 정책적 시사점에 대해 논의가 이루어질 필요가 있으며 국가별 사례 분석이 이루어지길 기대한다고 설명함.