

기후변화와 세계 식량생산 -패널자료를 이용한 실증분석-

김보영¹ · 이승호² · 양현석³

¹한양대학교 경영학부, ²건국대학교 지리학과, ³한국항공대학교 경영학부
(2015년 6월 8일 접수, 2015년 6월 24일 수정, 2015년 6월 25일 게재 확정)

Climate Change and the World Food Production: An Empirical Analysis using a Panel Data

Bo-Young Kim¹ · Seungho Lee² · Hyun-Seok Yang³

¹Department of Business Administration, Hanyang University

²Department of Geography, Konkuk University

³Department of Business Administration, Korea Aerospace University

(Received 8 June 2015, Revised 24 June 2015, Accepted 25 June 2015)

Abstract : In this study, we examine the relationship between climate change and food productivity using empirical econometric methods. The existing literature shows that natural hazard caused by climate change has a negative impact on food productivity since the natural disaster devastates farmers and food supply. The conventional study however considered only the correlation between food productivity change and climate condition such as optimum air temperature rather than the association between food productivity and climate change.

Agricultural area, crop per unit area and crop productivity are known as the most important factors in food productivity. Thus, we explore the relationship between the three factors and climate change. We analyze the carbon dioxide concentration level in the atmosphere as a proxy for the climate change since the level of carbon dioxide in the atmosphere affects global temperature. We found that agricultural area, crop per unit area and crop productivity are negatively associated with climate change.

Key Words : climate change, World Food Production, panel data, CO₂ intensity

주요어 : 기후변화, 세계식량생산함수, 패널자료, 이산화탄소 집중도

1. 서론

전 세계적으로 발생하고 있는 이상기후 등의 기후변화는 각국의 정책을 입안하는데 있어서 상당

히 중요한 이슈로 다루어지고 있는 것이 현실이다. 이러한 기후변화를 대응하기 위한 정책을 환경 및 산업 정책에 핵심적인 요인으로 선정하고 있다. 2008년 세계적으로 직면한 식량부족의 문제가

식량위기로 확산되며, 발생원인 중 기후변화가 차지하는 비중이 크게 나타났기 때문에 보다 큰 관심이 쏠리고 있다.

이러한 맥락에서 본 연구는 계량경제학에 기반을 둔 실증분석 모형을 설정하여, 기후변화와 식량생산과의 관계를 밝히는 데 주된 목적이 있다. 기존의 연구는 기후변화와 관련하여 재해에 관한 사건(event)이 발생했을 때, 생산량 혹은 경작면적이 축소된 수준을 바탕으로 기후변화 혹은 재해가 식량생산에 부정적인 영향을 미치고 있음을 밝히고 있다.

또한 특정 식량을 바탕으로 기후와 생산량 간의 관계를 밝히는 연구가 주로 수행되었다. 보다 구체적으로 식량생산량과 기후변화의 개념보다는 기상조건과 생산량의 변화라 할 수 있다. 작물이 성장하기 위한 기상조건(최고/최저기온, 강수량, 일교차, 적산온도 등)과 생산량 간의 관계를 분석한 것이라 할 수 있다.

기후변화는 앞서 언급한 기상조건이 크게 변화하는 것을 의미한다. 기후변화의 원인변수와 식량생산 간의 관계를 밝히는 연구는 찾아보기 어렵다는 것이다. 기후변화의 원인변수는 다양한 문헌조사를 통해 기후변화에 가장 크게 영향을 주고 있는 원인변수를 찾고, 분석이 가능한 수준으로 구축된 자료를 활용하고자 한다. 이를 통해 본 연구에서는 식량생산량을 결정하는 세 가지 요인인 경작면적, 단위면적당 수확량(이하 단수), 작물 생산성과 기후변화 간의 관계를 밝히고자 한다.

2. 기후변화와 식량생산

1) 기후변화와 식량생산 간의 관계

식량생산은 의식주로 대표되는 인간의 생존 필수요소 중 가장 중요한 부분이었기 때문에 상당한

수의 연구들이 수행되어 왔다. 또한 식량생산은 다양한 작물을 식량에 포함하고 있음에 따라 작물의 개량과정에서 작물에 미치는 기상요인 등을 분석하는 연구를 중심으로 이공계의 연구 또한 상당부분을 차지하고 있으며, 이에 대한 집중적 연구를 위한 정부기관들이 각 국가별로 수립되어 있다.

경제학적으로 접근한 식량생산은 생산함수를 바탕으로 개별 국가의 생산요소(노동, 자본, 경작지 등)에 기초한 분석이 연구대상이었다(Kawagoe *et al.*, 1985; Cornia, 1985 등). 이러한 식량생산함수 추정과 관련된 다양한 연구는 최근 식량안보, 식량위기 등과 연계하여 꾸준히 발전되고 있으며, 식량안보, 식량위기에 대한 정의와 식량생산 간의 관계를 밝히고, 식량위기 발생의 원인과 위기를 밝히고자 하는 연구들이 수행되고 있다(Araujo *et al.*, 2010; Trostle, 2008; Headey and Fan, 2008; Abbott *et al.*, 2008; 2009). 기존의 식량생산의 변화 추세와 소비량의 추세를 비교하여 일정 범위를 벗어나는 경우 식량위기로 정의하는 형태가 대표적이다. 금융위기를 경보하는 조기경보시스템 모형의 일부 내용을 활용하여, 식량생산에 해당하는 변수를 적용하여 식량생산함수를 추정하고 이를 바탕으로 경보가 발생하게 되는 원인변수를 찾고자 하는 노력 등이 이에 해당한다.

이와 관련하여 기후변화가 식량생산에 미치는 영향에 대한 분석들이 꾸준히 시도되었다. 기존의 식량생산함수 추정을 바탕으로 기후변화와 관련된 변수 등을 더미형태로 처리한 연구들로, 개별국가 혹은 지역을 대상으로 하였다라는 점이 특징적이다(McCarthy *et al.*, 2001; Parry *et al.*, 2004; Stern, 2007; Deressa *et al.*, 2008).

기후변화와 식량생산 간의 관계를 밝히기 위해서는 특정지역 혹은 개별국가에 대한 연구에 집중되거나, 생산에 많은 영향을 미치는 기상요인(강수량, 온도 등)에 집중되어 있던 연구에서 기후변

화 원인변수에 보다 집중하고, 세계식량생산합수를 추정할 시도한다는 점에서 본 연구는 차별성을 가진다. 기후변화 변수를 보다 체계적으로 반영하기 위하여 현재 세계적으로 활용되고 있는 기후변화 변수에 대해 검토하고, 이러한 변수의 활용성과 기후변화 원인변수 설정에 관련된 논의를 다음절에서 다루고자 한다.

2) 기후변화 변수

다음의 Table 1에 포함된 5개의 지수는 기후변화를 파악하기 위한 다양한 지수이다. 개별지수는 각각의 통계생산목적으로 고려하여 다양한 현상을 분석하고, 시계열적으로 자료를 축적해가고 있음을 확인할 수 있다. 본 연구에서는 중장기 시계열 자료를 이용하여 식량생산합수를 추정하고 이러한 모형에 기후변화와 관련된 기후변수를 포함하여, 기후변수가 식량생산에 미치는 영향을 분석하는 것이 그 목적이다.

각각의 지수를 살펴보면 1차 조건에 해당하는 100개국 이상의 자료를 모두 포함하고 있음을 알 수 있다. 기후변화의 요소로 기후변화를 통해 야기되는 다양한 문제점을 포함하고 있다. 하지만 계량분석모형을 구축하는 과정에서 시계열의 연

속성이 상당히 중요하다는 점을 감안하면, 다음에 제시된 5개의 지수는 활용이 불가능하다는 한계점에 직면한다.

기후변화의 핵심은 온난화이며, 온난화를 야기하는 오염물질로 인하여 기후변화가 발생하고 있다는 기본적인 메커니즘에 대해서는 과학적으로 명확하게 입증되지 않았지만, 많은 기후연구에서는 기후변화의 원인변수로 CO₂를 지목하고 있다.

Table 2를 통해 확인할 수 있듯이 온난화에 기여도는 이산화탄소(CO₂)가 62%로 상당한 부분을 차지하고 있으며, 측정가능한 오염물질 중 대다수를 차지하고 있음을 확인할 수 있다. 이러한 맥락에서 이산화탄소 배출과 관련하여 다음의 3가지 변수가 WDI 자료에서 공표되고 있다. 변수 구성은 다음과 같이 3가지 형태이다. GDP 당 이산화탄소, 이산화탄소 배출량, 이산화탄소 집중도 3가지의 통계가 집계되어 공표되고 있다.

이산화탄소 집약도(CO₂ Intensity)는 소비한 에너지에서 발생된 CO₂량을 에너지 총 에너지 소비량을 나눈 값으로 탄소집약도가 높을수록 탄소를 많이 배출함을 의미한다. 따라서 집중도가 높다는 것은 해당 국가에 배출하고 있는 이산화탄소의 양이 상대적으로 많음을 의미하며, 직접적으로 기후

Table 1. Climate change index.

Division	Environmental sustainability index	Environmental performance index	Environmental vulnerability index	Climate risk index	Climate competitiveness index
Country	143	163	235	169	95
Year	2001, 2002, 2005	2010	2004	1990~2013	2010
Elements of the climate change sector	Greenhouse gas emissions	Greenhouse gas intensity	13 indicators	Damage caused by disasters	Greenhouse gas emissions
Other sectors	Environment, ecology, environmental impact, environmental vulnerability, social and institutional responsiveness	Environmental conservation, ecosystem health	Exposure to natural disasters, biodiversity, desertification, water resources, agricultural and aquatic products, health	Number of deaths and losses	Climate responsibility index (national leadership, etc.)

Table 2. Global warming contribution.

Division	Indices	Contribution	Major sources
CO ₂	1	64	Industry, life, fuel use in transport
CH ₄	21	18	Fuel combustion, enteric fermentation of livestock, landfill
N ₂ O	310	6	Fuel combustion, industrial processes, automobile exhaust, waste incineration, wastewater
HFC _s	140~11700	12	Propellants in spray products, air conditioning refrigerant
PFC _s	6500~9200		The inert liquid used for electronic components such as air-tightness system for cleaning a semiconductor
SF ₆	23900		Electric machine appliance electrically insulating gas

Source: WMO greenhouse gas bulletin, 2013.

Table 3. Carbon dioxide emissions related variables.

Variable	Described
CO ₂ emissions (kg per PPP \$ of GDP)	GDP per dioxide
CO ₂ emissions (kt)	Carbon dioxide emissions
CO ₂ intensity	Carbon dioxide concentration

변화에 미치는 영향 또한 크다고 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 탄소집약도를 기후변화의 원인변수(대리변수)로 사용하고자 한다. GDP 당 이산화탄소, 이산화탄소 배출량은 국가별 산업구조에 따라 상당한 차이를 보이기 때문에 표준화 된 자료로 보기 어렵기 때문이다. 이에 본 연구에서는 이산화탄소 집약도를 기후변화의 원인변수로 활용하여 세계식량생산함수를 추정하고자 한다.

3. 분석모형 및 결과

1) 추정모형 및 방법

본 연구에서는 전통적인 생산요소인 자본과 노동을 포함하는 생산함수를 분석의 기본모형을 설

정하고, 농업생산과 관련된 특성변수를 포함하여, 기후변화의 원인변수를 포함하는 방법으로 모형을 설정하였다. 즉, 경제학에서 다루는 생산함수는 자본과 노동, 그 외의 요소를 기준으로 하며, 본 연구에서는 C를 기준으로 기후변화변수를 포함하였다는 것이다. 구체적으로 생산함수를 비교하면 다음과 같다.

$$Y=f(K, L): \text{생산함수} \quad (1)$$

$$Y=f(K, L, X, C): \text{기후변화를 고려한 확장된 생산함수} \quad (2)$$

Y는 농업면적, 단위면적당 수확량, 작물생산성 이상 3가지로 구분하고, 다음의 함수형태를 가진다.

$$(\text{농업면적})=$$

$$f(\text{농업자본, 농업노동, 농업부가가치, 1인당 소득, 제조업 및 서비스업부가가치, 기후변화}) \quad (3)$$

$$(\text{단위면적당 수확량})=$$

$$f(\text{농업자본, 농업노동, 농업면적, 기후변화}) \quad (4)$$

$$(\text{작물 생산성})=$$

$$f(\text{농업자본, 농업노동, 농업면적, 기후변화}) \quad (5)$$

본 연구는 1960~2012년까지 219개 국가를 대상으로 구축된 패널자료를 이용해 식(1)와 같이 구성된 세계 식량생산함수를 추정한다. 이러한 패널분석은 시계열 단위의 자료에서 발생하는 추정오차와 국가별 단위에서 발생하는 추정오차를 함께 통제할 수 있는 장점이 있기 때문에 시계열데이터 분석이나 횡단면데이터 분석에 비해 현실을 보다 제대로 분석할 수 있다. 또한 모수추정에 필요한 자유도(degree of freedom)를 증가시켜주고, 하나의 횡단면 단위에 대해 시간의 추이에 따라 반복측정이 이루어지는 등 자료의 관측 수가 늘어남으로써 추정의 신뢰성을 높여준다. 패널분석과 같이 횡단면자료와 시계열자료를 결합하여 사용할 경우, 추정할 일반적인 회귀방정식의 형태는 다음의 식(6), (7), (8)과 같이 설정할 수 있다.

$$AL_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 AK_{i,t} + \beta_2 X_{i,t} + \beta_3 C_{i,t} + v_{i,t} \quad (6)$$

$$yield_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 AK_{i,t} + \gamma_2 AL_{i,t} + \gamma_3 X_{i,t} + \gamma_4 C_{i,t} + v_{i,t} \quad (7)$$

$$PI_{i,t} = \delta_0 + \delta_1 AK_{i,t} + \delta_2 AL_{i,t} + \delta_3 X_{i,t} + \delta_4 C_{i,t} + v_{i,t} \quad (8)$$

여기서 i 와 t 는 각각 국가($i=1,2,\dots,N$)와 연도($t=1,2,\dots,T$)를 나타내고, $AL_{i,t}$ 는 국가별 농업면적, $yield_{i,t}$ 는 작물의 단위면적당 수확량 $PI_{i,t}$ 는 작물생산

성 지수를 각각 의미하는 것으로 종속변수로 설정하였다. X_k 는 생산요소, 그리고 v 는 오차항을 의미한다.

일반적으로 패널자료를 분석함에 있어 오차항 v 의 속성을 어떻게 가정하느냐에 따라 패널자료 분석 기법의 적용을 달리한다. 오차항에 대해서 시간에 관계없이 횡단면 계층별로 고유의 효과가 존재한다고 가정할 경우 고정효과모형(fixed effects model)을 적용하고, 이들 횡단면계층과 시간적 속성을 확률변수로 상정할 경우에는 확률효과모형(random effect model)을 적용하게 된다. 그러나 본 연구는 식량생산에 있어 국가마다 고유의 속성을 가지고 있다고 간주하는 것이 적합하다고 판단되어 고정효과모형(fixed effects model)을 선택하였다.

2) 자료 및 분석결과

본 연구에서 사용된 자료는 1960~2012년까지 219개 국가를 대상으로 구축된 불균형 패널자료로, 모든 자료는 세계은행에서 공표하는 WDI(World Development Indicators)를 통해 수집하였다. 각각의 추정방정식에 포함된 종속변수와 설명변수는 Table 4를 통해 각각 어떠한 변수가 사용되

Table 4. Operational definition of variables.

Division	Variable	Described
The dependent variable	Area of farmland	The total area compared to agricultural land area
	Yields per unit area	Grain yield per unit area
	Crop productivity	Crop productivity index
C	Climate change	CO ₂ intensity
K	Agricultural capital	Number of tractors
L	Agricultural labor	Rural population ratio
X	Agriculture value added	Agricultural value added share
	per capita income	GDP per capita, PPP
	Manufacturing value-added	Manufacturing value-added share
	Value-added services	Value-added services share

었는지 설명하였다.

추정결과는 종속변수 농업면적, 단위면적당 수확량, 작물생산성을 기준으로 각각 구분하여 제시하였다. 각각의 종속변수에 따른 추정결과는 표본이 일부 차이를 보일 수 있으며 이는 자료의 가용성에 의존한 것으로 모든 변수가 만족하는 표본만을 이용하여 분석되었음을 밝혀둔다.

먼저 국토대비 농업면적 비중을 종속변수로 한 결과를 Table 5를 통해 제시하였다. 본 연구에서 핵심적인 설명변수로 제시하고 있는 기후변화의 원인변수인 이산화탄소 집중도는 통계적으로 유의미한 음(-)의 부호를 보이고 있으므로 기후변화 변수가 농업면적을 축소하여 식량생산에 부정적

인 영향을 미치는 것으로 나타났음을 확인할 수 있다.

자본변수에 해당하는 트랙터 수와 노동변수에 해당하는 농촌인구 비중은 모두 통계적으로 유의미한 음(-)의 부호가 산출되었다. 이는 농업에 대한 자본과 노동의 투입량 감소가 농업면적 축소로 이어질 수 있다는 것이다. 사실 인과관계의 측면에서 따졌을 때, 농촌인구의 감소와 농업자본의 감소가 농업면적의 축소로 이어질 수 있다는 반론에 대해서는 자유로울 수 없음을 밝혀둔다. 이러한 둘 간의 인과관계를 처리하기 위한 다양한 계량경제학적 방법론을 추가적으로 고려하여 풀어내야 할 문제 중 하나라는 것이다. 본 연구에서는 이

Table 5. Estimated results I (Dependent variable: The total area compared to agricultural land area).

Division	Fixed-effects	Random-effects
CO ₂ intensity	-0.513171 (-2.36)***	-0.506384 (-2.34)***
Number of tractors	-0.0019498 (-4.87)***	-0.0019421 (-4.89)***
Rural population ratio	-0.3281215 (-18.76)***	-0.3216043 (-18.59)***
Agricultural value added share	-0.0139662 (-2.38)***	-0.0141488 (-2.41)***
Per capita income (GDP per capita, PPP)	-0.0003857 (-15.50)***	-0.0003862 (-15.57)***
Manufacturing value-added share	-0.0307778 (-1.60)*	-0.0342018 (-1.78)**
Value-added services share	-0.0997869 (-6.12)***	-0.1007555 (-6.18)***
_cons	67.90498 (37.62)***	66.88754 (25.25)***
sigma_u	21.16	20.68
rho	0.98	0.98
Country	116	
obs	1,897	
hausman test	Prob>chi2 = 0.0053	

Note: 1) In parentheses are t-value.

2) *, ** and *** denote significance at the 10%, 5% and 1% level respectively.

러한 문제점을 고려하여 단위면적당 수확량과 작물생산성 지수를 종속변수로 고려하여 추가적으로 결과를 제시하고자 한다.

다음 단위면적당 수확량을 종속변수로 한 결과를 Table 6를 통해 제시하였다. 본 연구에서 핵심적인 설명변수로 제시하고 있는 기후변화의 원인 변수인 이산화탄소 집중도는 통계적으로 유의미한 음(-)의 부호를 보이고 있으므로 기후변화 변수가 단위면적당 수확량을 감소시켜하여 식량생산에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났음을 확인할 수 있다.

단위면적당 수확량은 식량생산과 관련하여 상당히 중요한 지표이다. 식량생산량이 농업면적과 단위면적당 수확량이라는 두 가지 변수의 곱으로 산출되기 때문에 식량생산을 고려할 때는 면적보다는 단위면적당 수확량에 기초하여 분석을 시도하는 방법이 보다 적합하다는 것이다.

단위면적당 수확량에 기후변화의 원인변수가 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다는 결과는 기후변화에 대응한 연구개발투자를 통해 단위면적당 수확량을 증대시킬 수 있는 기술을 개발하여, 기후변화에 쉽게 적응하는 종자를 확보하는 것이 필요함을 의미한다. 실제로 많은 국가가 농업분야 연구개발과 관련하여 종자 개발을 위한 투자를 하고 있는 것이 현실이다.

자본변수에 해당하는 트랙터 수는 단위면적당 수확량에 통계적으로 유의미한 양(+)의 부호가 산출되었다. 이는 트랙터 등 농업에 투입되는 자본의 양이 증가하면 단위면적당 수확량이 증가함을 의미한다. 식량생산에 있어서 기계를 통한 작물재배는 농업생산의 비약적 증가를 가져왔으며 이러한 농업생산의 기계화는 인류의 식량문제에 상당한 기여를 했다는 점은 일반적인 사실이다. 동일한 맥락에서 자본투입요소가 증가하면 단위면적당

Table 6. Estimated results II (Dependent variable: Grain yield per unit area).

Division	Fixed-effects	Random-effects
CO2 intensity	-49,80881 (-5,96)***	-47,33589 (-5,69)***
Number of tractors	0,9152151 (20,52)***	0,9491095 (22,35)***
Rural population ratio	-57,63514 (-6,07)***	-61,58191 (-6,54)***
The total area compared to agricultural land area	-11,49995 (-3,19)***	-6,741417 (-2,35)***
_cons	2852,962 (18,30)***	2564,308 (16,18)***
sigma_u	1,267,12	1,164,01
rho	0,79	0,76
Country	136	
obs	3,387	
hausman test	Prob>chi2=0,0001	

Note: 1) In parentheses are t-value.

2) *, ** and *** denote significance at the 10%, 5% and 1% level respectively.

Table 7. Estimated results III (Dependent variable: Crop productivity index).

Division	Fixed-effects	Random-effects
CO ₂ intensity	-1,728369 (-7,82)***	-1,577761 (-7,14)***
Number of tractors	0,0085788 (6,69)***	0,006776 (5,70)***
Rural population ratio	-1,611817 (-6,01)***	-1,8631 (-6,99)***
The total area compared to agricultural land area	1,526341 (14,82)***	0,7679468 (10,79)***
_cons	16,50039 (3,77)***	50,40902 (13,85)***
sigma_u	39,70	23,62
sigma_e	19,01	19,01
rho	0,81	0,60
Country	142	
obs	3,476	
hausman test	Prob>chi2=0.0000	

Note: 1) In parentheses are t-value,

2) *, ** and *** denote significance at the 10%, 5% and 1% level respectively.

수확량이 높아진다는 것은 해석에 아무런 무리가 없다.

다음 작물 생산성 지수를 종속변수로 한 결과를 Table 7을 통해 제시하였다. 본 연구에서 핵심적인 설명변수로 제시하고 있는 기후변화의 원인변수인 이산화탄소 집중도는 통계적으로 유의미한 음(-)의 부호를 보이고 있으므로 기후변화 변수가 작물 생산성 지수를 감소시켜하여 식량생산에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났음을 확인할 수 있다.

작물 생산성 지수는 식량생산과 관련하여 전 세계적으로 표준화를 하여 공표한 지표이므로 가지는 의미는 크다. 생산성 지수가 포함하고 있는 의미는 투입량과 산출량의 관계를 바탕으로 매년 계산하여 그 변화분에 관심을 두고 있기 때문이다. 이러한 증가분에 해당하는 지수 또한 기후변화 원

인변수에 따라 감소하고 있다는 점 또한 기후변화가 식량생산에 부정적인 영향을 미치고 있음을 보여주는 것이라 할 수 있다는 것이다.

특징적으로 3가지 추정결과 모두에서 노동변수에 해당하는 농촌인구 비중은 모두 통계적으로 유의미한 음(-)의 부호가 산출되었다. 생산을 결정하는 중요한 요소가 노동과 자본인 이유로 노동의 투입량이 감소하면, 생산은 필연적으로 감소한다는 경제학적 일반론과 일치하는 것이다. 특히 기계화의 상당한 진전이 이루어진 농업분야이지만, 여타의 산업과 비교하여 사람의 직접적인 투입이 많은 상품(작물)이 많다는 농업분야 특성을 고려한다면, 노동인구의 감소는 식량생산에 부정적인 영향을 미친다고 해석하는 것은 큰 무리가 없다.

4. 결론

본 연구는 계량경제학에 기반을 둔 실증분석 모형을 설정하여, 기후변화와 식량생산과의 관계를 밝히는데 주된 목적이었다. 패널분석을 통해 도출된 결과는 식량생산량을 결정하는 세 가지 요인인 농업면적, 단위면적당 수확량, 작물 생산성에 대해서 기후변화는 통계적으로 유의미한 음(-)의 효과를 미치는 것으로 나타났다. 기후변화 원인변수를 통해 기후변화와 세계 식량생산의 관계를 밝혔다는 점에서 의미는 크지만, 장기간에 거치 데이터 설정과 기후변화 원인변수 발굴로 인하여 모형 설정에 있어서 깊이 있는 연구가 이루어지지 않았다는 점이 본 연구의 한계로 남는다.

본 연구의 한계점을 바탕으로 향후 연구주제를 제시하고 본고를 마무리 짓고자 한다. 첫째, 대륙별 식량생산의 특징을 통제해야 할 것이다. 이를 위해 아프리카, 유럽, 아시아 등 농업 경제학에서 다루는 대륙구분을 포함하여 새로운 분석을 시도할 예정이다. 둘째, 본 연구에서 제시한 기후변화의 원인 변수인 이산화탄소 집중도와 식량생산량 간의 시차(time lag)에 대한 고려이다. 특징적으로 이산화탄소 배출에 따라 기후변화가 즉각적으로 반응할 수도 있으나, 일부 시차가 있을 수 있다는 것이다. 다양한 시차를 고려하여 분석하는 것이 필요하다. 셋째, 기후변화 변수와 식량생산 간의 관계를 생산함수를 이용하여 추정하였으나, 일부 변수와의 내생성 문제에 직면하고 있다. 이러한 부분에 대한 해결을 위해 패널인과관계 분석을 추가적으로 수행할 필요가 있다.

사사

이 논문은 2013년 정부(교육부)의 재원으로 한국

연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2013 S1A3A2052995).

참고문헌

- Abbott, P. C., Hurt, C., and Tyner, W. E., 2008, *What's driving food prices?*, Issue Report, Oak Brook, Ill. U.S.A.: Farm Foundation,
- Araujo, C., Bonjean, C. A., and Brunelin, S., 2010, Alert at Maradi: Preventing Food Crisis using Price Signals, *World development*, 40(9), 1882-1894.
- Cornia, G. A., 1985, Farm Size, Land Yields and the Agricultural Production Function: An Analysis for Fifteen Developing Countries, *World Development*, 13(4), 513-534.
- Deressa, T., Hassen, R., Alemu, T., Yesuf, M., and Ringler, C., 2008, *Analyzing the determinants of farmers' choice of adaptation measures and perceptions of climate change in the Nile Basin of Ethiopia*, International Food Policy Research Institute (IFPRI) Discussion Paper No. 00798. Washington, DC: IFPRI.
- Headey, D. and Fan, S., 2008, *Reflections on the Global Food Crisis: How Did It Happen? How Has It Hurt? And How Can We Prevent the Next One?*, Research Monographs, International Food Policy Research Institute, 165,
- Kawagoe, T., Hayami, Y., and Ruttan, V. W., 1985, The Intercountry Agricultural Production Function and Productivity Differences among Countries, *Journal of Development Economics*, 19(1), 113-132.
- McCarthy, J., Canziani, O. F., Leary, N. A., Dokken, D. J., and White, C., 2001, *Climate change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability, Contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on*

Climate Change, Cambridge: Cambridge University Press.

Parry, M., Rosenzweig, C., Iglesias, A., Livermore, M., and Fisher, G., 2004, Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios, *Global Environmental Change*, 14(1), 53-67.

Stern, N., 2007, *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge, UK: Cambridge Uni-

versity Press.

Trostle, R., 2008, *Global agricultural supply and demand: Factors contributing to the recent increase in food commodity prices*, Economic Research Service, WRS-0801, Washington, D.C., United States Department of Agriculture.

책임 편집: 이승호

영문 교열: 조창현