Journal of Environmental Science International
22(12); 1691~1698; December 2013

pISSN: 1225-4517 eISSN: 2287-3503
http://dx.doi.org/10.5322/JESI.2013.22.12.1691

ORIGINAL ARTICLE

이상기후 발생이 가을배추 생산자 및 소비자에게 미치는 영향

조재환 · 서정민[1] · 강점순[2] · 홍창오[3] · 신현무[4] · 이상규[5] · 임우택[6]

부산대학교 농업경제학과, [1]부산대학교 바이오환경에너지학과, [2]부산대학교 원예생명과학과,
[3]부산대학교 생명환경화학과, [4]경성대학교 환경공학과, [5]농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과,
[6]안동대학교 응용화학과

The Economic Impacts of Abnormal Climate on Fall Chinese Cabbage Farmers and Consumers

Jae-Hwan Cho, Jeong-Min Suh[1], Jum-Soon Kang[2],Chang-Oh Hong[3], Hyun-Moo Shin[4], Sang Gyu Lee[5], Woo-Taik Lim[6]

Department of Agricultural Economics, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea
[1]Department of Bio-Environmental Energy, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea
[2]Department of Horticultural Bioscience, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea
[3]Department of Life Science and Environmental Biochemistry, Pusan National University, Miryng, 627-706, Korea
[4]Department of Environmental Engineer, Kyungsung University, Busan 608-736, Korea
[5]Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural and Herbal Sciences, Suwon 440-706, Korea
[6]Department of Applied Chemistry, Andong National University, Andong 760-749, Korea

Abstract

The purpose of this article is analyzing the economic impacts of abnormal climate on fall chinese cabbage farmers and consumers in Korea, with employing the equilibrium displacement model. Our results show that there were little difference in gross farm income, even though there were significant yield reductions due to abnormal climate changes. However periodic occurrences of abnormal climates caused serious damage to consumption levels which had declined by 10.6~17.1 percent with higher prices by 15.3~24.6 percent than normal climate years since 1990.

Key words : Fall chinese cabbage, Equilibrium displacement model, Economic impacts, Abnormal climate, Climate change scenarios

1. 서 론

이상기후가 발생하면 그 해 농산물 생산량과 가격은 평년에 비해 크게 변동된다. 그러나 전년에 비해 농가가 재배지를 줄이는 경우에도 생산량과 가격은 영향을 받게 된다. 또한 소비자나 유통업자의 수요 변화에 따라 가격이 변동할 수 있다. 따라서 이상기후 발생에 따른 경제적 피해를 계측하기 위해서는 농산물 수급에 영향을 미치는 경제변수들의 모두가 불변이라는 가정하에서 이상기후 발생으로 농산물 생산량이 감소

Received 3 September, 2013; **Revised** 5 November, 2013;
Accepted 25 November, 2013
*Corresponding author : Jeong-Min Suh, Department of Bio-Environmental Energy, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea
Phone: +82-55-350-5436
E-mail: suhjm@pusan.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

하고, 이것이 시장가격에 영향을 미쳐서 최종적으로 농가의 총판매수입이나 소비자지출 수준에 어느 정도 영향을 미쳤는가를 파악하여야 할 것이다.

이상기후 발생에 따른 피해에 대한 선행연구는 이상기후 관련변수가 농작물 생산 감소에 미치는 영향에 초점을 두고 진행된바 있다(Han과 Kim, 2005; Kim 등, 2006; Lee 등, 2004). 이들의 연구에서는 농산물 생산량이 크게 감소한 이유를 기상요인 측면에서 규명하기 위하여 단수결정모형을 개발한 후 고온, 저온 또는 강수 피해를 계측하였다. 그러나 이들 연구에서는 농작물 생산 감소가 생산자나 소비자에게 어느 정도 경제적으로 영향을 미치는가를 밝히지 않고 있다.

또 다른 한편으로는 이상기후 발생이 각 산업부분에 미치는 파급영향에 초점을 두고 진행되었다. Kwon 등(2012)은 응용일반균형모형(Computable General Equilibrium, CGE)을 채택하여 어느 특정 시점에서 이상기후가 발생할 경우 산업부분별로 가격, 생산량, 소비량, 수입량에 어느 정도 영향을 주는가를 계측하였다. 또한 이 연구에서는 이상기후에 따른 농업생산 손실이 노동가격, 자본가격, 토지가격, 환율 및 가계 소득계층별 지출 등에 미치는 영향을 계측하였다.

Palatnik과 Roson(2009)은 Kwon 등(2012)의 경우와 달리 이상기후가 어느 특정 시점에서 발생하기보다는 장기적으로 지속되어 농업생산에 부정적인 영향을 미치며, 또한 이와 같은 장기적인 추세 변화가 국가경제 전반에 미치는 파급영향을 CGE모형을 이용하여 분석하였다(Korea Environment Institute, 2009; Ministry of Environment, 2011).

그러나 기존 선행연구에서는 이상기후 발생에 따른 농업생산의 손실을 개별 품목으로 세분하기보다는 개별 품목을 몇 개 부분으로 통합하고 있다. 또한 개별 품목 의 생육시기별로 구분하고, 또한 이상기후 피해를 고온, 저온 또는 강수 피해 등으로 세분하지 않고 있다. 더욱이 농산물 개별 품목의 수급 및 가격 변동 특성 등을 무시한 채 이상기후와 농업의 생산성 변화, 그리고 이것이 국가경제 각 부분에 미치는 파급영향 계측에 초점을 두고 있다.

본 연구는 농산물 개별 품목의 수급 및 시장가격 변동 특성을 반영하면서 동시에 이상기후 발생에 따른 경제적 영향력을 계측할 수 있는 모형을 일차적으로 개발하고자 한다. 이어서 상기 모형을 이용하여 농산물 수급에 영향을 미치는 경제변수가 불변이라는 가정하에서 이상기후 발생이 농산물 생산자와 소비자에게 미치는 경제적 영향을 평가하고, 마지막으로 기상청이 발표한 바 있는 기후변화 시나리오에 따를 경우 소비자와 생산자에 미치는 경제적 영향을 계측하고자 한다.

2. 재료 및 방법

고온과 다우 등 이상기후 발생에 따른 농가 피해를 계측하기 위해서는 정상기후를 가정할 경우 시장의 균형점이 관찰될 수 있고, 또한 이상기후 발생으로 시장의 균형 점 이동이 관찰될 수 있어야 한다. 따라서 본 연구에서는 비교정태분석 기법인 균형대체모형(Equilibrium Displacement Model, EDM)을 채택하여 이상기후 발생에 따른 농가 또는 소비자의 경제적 피해를 계측하고자 한다(Davis와 Espinoza, 1998).

이상기후 피해 농산물 중 분석 대상 품목으로는 최근 20년 동안 생산량과 가격의 등락 폭이 컸던 가을배추를 선정하였다. 또한 균형대체모형에 투입된 개별 함수들은 공급부문의 경우 재배면적반응함수와 단수결정함수이며, 수요부분의 경우 가격신축성함수이다. 그리고 이 두 부분의 상호 연계하에서 소비자가격과 생산자가격, 그리고 농가총판매수입과 소비자지출수준 등이 산출될 수 있도록 방정식과 항등식이 모형에 투입하였다.

균형대체모형의 일부를 구성하고 있는 공급부분에 초점을 맞추어 개별 함수를 방정식체계로 전환한 과정은 다음과 같다. 가을배추 생산량은 재배면적과 단수에 의해 결정된다. 생산경제 이론에 따르면 전년($t-1$년)에 비해 금년(t년)에 가을배추 가격 기대치($Fp^{e}_{i,t}$)가 높거나, 또는 농촌노임(Wg_t)이 낮을 경우 농가의 기대수익이 증가하여 그 해 재배면적($Acr_{i,t}$)은 증가한다(Han과 Kim, 2004). 뿐만 아니라 금년에 출하된 여름배추 가격($Fp_{j,t}$)이 예년에 비해 높을 경우 이에 대한 영향이 가을배추 재배지 확대에도 영향을 준다(Kim 등, 2006). 따라서 이와 같은 농가반응에 부합할 수 있도록 재배면적반응함수를 식(1)과 같이 설

정하였다. 단, t는 연도를, 그리고 i, j는 가을배추와 여름배추를 각각 구분하는 하첨자이다.

$$\ln Acr_{i,t} = a_0 + a_1 \ln Fp^e_{i,t} + a_2 \ln Fp_{j,t} + a_3 \ln Wg_t \tag{1}$$

가을배추 공급량 변동에 영향을 미치는 또 다른 주요 변수는 단수이다. 특히 가을배추의 경우 파종부터 수확에 이르는 생육시기(m)는 8월부터 11월까지이며, 이 시기의 기후는 기온이 높고, 강수량이 많으며, 폭풍을 동반하는 일수가 빈번하다. 따라서 생육시기에 해당하는 기후의 영향을 고려하기 위하여 단수결정함수를 식(2)과 같이 설정하고자 한다. 식(2)에서 $Temp_{m,t}, Rain_{m,t}, Strom_{m,t}$ 는 t년도 m월 최고기온, 강수량, 그리고 폭풍일수를 각각 나타낸다.

$$\ln Yd_{i,t} = b_0 + \sum b_{1,m} \ln Temp_{m,t} + \sum b_{2,m} \ln Rain_{m,t} + \sum b_{3,m} \ln Storm_{m,t} \tag{2}$$

식(1)과 식(2)에서 t년도 재배면적과 단수가 결정되면 생산량($Q_{i,t}$)은 식(3)에 의해 결정된다.

$$Q_{i,t} = Acr_{i,t} \times Yd_{i,t} \tag{3}$$

식(3)에 의해 t년도 가을배추 생산량($Q_{i,t}$)이 결정되면, 여기에 수출량($Q^{\exp}_{i,t}$)을 빼고, 수입량($Q^{imp}_{i,t}$)을 더한 것이 공급량($Q^s_{i,t}$)이자 수급균형조건에 의해 소비량($Q^d_{i,t}$)이 된다.

$$Q^d_{i,t} = Q^s_{i,t} = Q_{i,t} - Q^{\exp}_{i,t} + Q^{imp}_{i,t} \tag{4}$$

균형대체모형 중 수요부분에 해당되는 개별함수를 방정식체계로 전환한 일련의 과정은 다음과 같다. 통상적으로 기존 선행연구에서는 소비자가격에 의해 소비량이 결정되기보다는 오히려 공급량(=소비량)에 의해 소비자가격이 결정되는 인과관계를 수용하고 있다(Cho 등, 1994; Han과 Kim, 2004; Kim 등, 2006; Lee 등, 2005; Moschini와 Vissa, 1992). 따라서 본 연구에서도 소비함수보다는 가격신축성함수를 채택하여 공급량(=소비량)이 소비자가격에 영향을 미치는 인과관계를 수용하고자 한다. 즉, 가을배추 소비자가격($Cp_{i,t}$)은 소비량($Q^d_{i,t}$)의 크기에 따라 변동하며, 그 해 경제상황을 반영하는 국민소득(Y_t)에 의해서도 영향을 받는다. 또한 가을배추 소비와 경합되는 j농산물 소비자가격($Cp_{j,t}$)에 영향을 받을 수 있다. 따라서 이들 설명변수들을 조합하여 가격신축성함수를 방정식체계로 전환하면 식(5)와 같다.

$$\ln Cp_{i,t} = c_0 + c_1 * \ln Q^d_{i,t} + c_2 * \ln Cp_{j,t} + c_3 \ln Y_t \tag{5}$$

식(5)에 의해 t년도 가을배추 소비자가격($Cp_{i,t}$)이 결정되면, 여기에 식(6)과 같이 유통마진율($Mr_{i,t}$)을 적용하여 t년도 가을배추 농가판매가격($Fp_{i,t}$)을 산출할 수 있다. 이때 산지와 소비지의 가격 차이를 나타내는 유통마진율($Mr_{i,t}$)은 산지 생산량과 소비지가격에 영향을 받는 것으로 가정하였다.

$$Cp_{i,t} = Fp_{i,t} * (1 + Mr_{i,t}) \tag{6}$$

$$\ln Mr_{i,t} = m_0 + m_1 * \ln Q_{i,t} + m_2 * \ln Cp_{i,t} \tag{7}$$

식(6)~(7)을 통해 t년도 가을배추 농가판매가격이 산출되면, 이것은 $t+1$년 가을배추 가격 기대치($Fp^e_{i,t+1}$)에 영향을 주고, 이것이 다시 식(1)의 재배면적반응함수에 투입됨으로써 $t+1$년도 가을배추 재배면적($Acr_{i,t+1}$)이 결정된다. 본 연구는 Nerlove(1958)의 기대 모형에 의해 $t+1$년도 기대가격($FP^e_{i,t+1}$)은 t년도 가격($FP_{i,t}$)과 같다고 가정하였다. 계속해서 식(1)~(5)에 $t+1 \sim t+k$ 년도 외생변수가 투입되면 $t+1 \sim t+k$ 년도 가을배추 재배면적과 생산량, 공급량, 소비자가격, 농가판매가격 등이 축차적으로 산출될 수 있다. 이 경우 외생변수 시나리오에 따라 이상기후 발생에 따른 경제적 영향은 다양할 수 있다.

그러나 본 연구의 범위는 농산물 수급에 영향을 미치는 외생변수 모두가 불변이라는 가정하에서 이상기후 발생에 따른 농가피해 산출에 한정하고 있다. 따라서 이상기후와 관련된 기온, 강수량 등의 외생변수 값만 식(2)에 투입하고, 국민소득 등 기타 경제변수와 관련된 외생변수들은 현 수준에서 고정된 것으로 가정한다. 이어서 가을배추 수급 및 가격과 관련 방정식과 항등식을 전미분한 다음, 기후관련 외생변수의 변화율과 이와 관련된 개별 탄성치와의 선형결합으로 식을 전개하면 균형대체모형은 식(8)~(10)과 같다(Cho

등, 1994; Cho 등, 1995).

식(8)은 정상기후 대비 이상기후 발생으로 가을배추 생산량이 어느 정도 감소되는가를 나타내는 변화율이다. 이때 $\dot{Temp}, \dot{Rain}, \dot{Storm}$은 정상기후에 비해 이상기후 발생으로 기후변수(최고기온, 강수량, 폭풍발생일수)들이 어느 정도 변동되었는가를 나타내는 증감률이며, $\dot{Q}_i(\dot{Yd}_i)$ 는 이상기후 발생 효과에 따른 농산물 생산량 감소율이다.

$$\dot{Q}_i(\dot{Yd}_i) = \sum b_{1,m}\dot{Temp} + \sum b_{2,m}\dot{Rain} + \sum b_{3,m}\dot{Storm} \quad (8)$$

식(9)는 이상기후 발생효과에 따른 농가판매가격 증가율($\dot{Fp}_i(\dot{Yd}_i)$)을 나타내며, 식(10)은 이상기후 발생에 따른 농가총판매수입의 변화율($\dot{TR}_i(\dot{Yd}_i)$)을 각각 나타낸다.

$$\dot{Fp}_i(\dot{Yd}_i) = (c_1 - m_1) * \dot{Q}_i(\dot{Yd}_i) \quad (9)$$

$$\dot{TR}_i(\dot{Yd}_i) = \dot{Q}_i(\dot{Yd}_i) + \dot{FP}_i(\dot{Yd}_i) \quad (10)$$

3. 분석자료 및 결과

3.1. 자료 및 파라메타 추정

균형대체모형(EDM)에 투입된 시계열자료의 출처 및 변수 산출내역은 Table 1과 같다. 시계열자료 기간은 1991년부터 2012년이다.

한편 이상기후 발생에 따른 단수 감소, 그리고 이것이 농가판매가격, 농가총판매수입 등에 미친 영향만을 적출하기 위해서는 식(2), 식(5), 식(7)의 파라메타 추정치가 필요하며, 이와 함께 식(8)~(10)을 이용하여 정책실험을 실시하여야 한다. 이에 본 연구에서는 양대수 선형모형(log-log linear model)인 식(2), 식(5), 식(7)의 파라메타를 통상적인 최소자승법으로 추정하였다. 이어서 파라메타 추정치의 부호조건이 이론에 부합하는지를 점검하고, 파라메타 추정치의 통계적 유의성이 높고 또한 모형의 적합성이 높은 추정결과를 최종적으로 선택하였다. 이 때 잔차항간 자기상관 문제가 심한 경우 더빈-와트슨 검정(Durbin-Watson Test, D.W.)과 코크란-오크트법(Cochrane-Orcutt Method, Autoreg)을 추가로 채택하였다.

식(2), 식(5), 식(7)의 추정결과를 순서대로 평가하면 다음과 같다. 식(2)'의 단수결정함수 추정식의 경우 모형의 적합성을 나타내는 결정계수(R^2)가 0.88로 비교적 높다. 또한 파라메타 추정치 부호에 따르면 9월과 10월 중 고온과 다우, 그리고 8월과 9월 중 폭풍발생일수는 단수에 부정적인 영향을 미치고, 11월 중 기온과 강수량 상승은 단수에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타남으로써 추정결과가 현실세계에 부합하는 것으로 밝혀졌다. 특히 11월 강수량에 해당하는 파라

Table 1. Variable identifiers and data sources

Variable	Contents	Unit	Source
$Acr_{i,t}$	fall chinese cabbage acreage area by year	ha	Korean Statistical Information Service
$Yd_{i,t}$	fall chinese cabbage acreage figure by year	kg/10a	
Wg_t	agricultural wage by year	index 2005=100	
$Cp_{i,t}$	fall chinese cabbage retail price by year		
$Fp_{i,t}$	fall chinese cabbage farm price by year		
$Cp_{j,t}$	summer chinese cabbage retail price by year		
$Fp_{j,t}$	summer chinese cabbage farm price by year		
Y_t	per capita real income by year	1000 won	
$Q_{i,t}$	fall chinese cabbage total output by year	ton	
$Q_{i,t}^{\exp}$	fall chinese cabbage exports by year	ton	Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corp.
$Q_{i,t}^{imp}$	fall chinese cabbage imports by year		
$Temp_{m,t}$	the highest temperature by month in every year	℃	Korea Meteorological Administration
$Rain_{m,t}$	precipitation by month in every year	mm	
$Storm_{m,t}$	storm days occurred by month in every year	times	

메타 추정치를 제외하고는 모든 추정치가 1%이내에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이때 추정식에서 ( )의 값은 t 값이며, ***, **, *는 1, 5, 10%에서 통계적으로 유의한 경우를 의미한다.

$$\ln Yd_{i,t} = \underset{(21.3)^{***}}{13.265} - \underset{(-3.30)^{***}}{0.5064 \ln Temp_{9,t}} - \underset{(-5.34)^{***}}{0.9576 \ln Temp_{10,t}} + \underset{(5.11)^{***}}{0.4381 \ln Temp_{11,t}}$$
$$- \underset{(-5.34)^{***}}{0.0617 \ln Rain_{9,t}} - \underset{(-6.31)^{***}}{0.0509 \ln Rain_{10,t}} + \underset{(0.19)}{0.0023 \ln Rain_{11,t}}$$
$$- \underset{(-4.26)^{***}}{0.0271 Storm_{8,t}} - \underset{(-6.76)^{***}}{0.0551 Storm_{9,t}} \quad (2)'$$

R^2=0.8837, $D.W.$=2.03, 추정방법 : AUTOREG(1)

식(5)'의 가격신축성함수 추정식의 경우 모형의 적합성을 나타내는 결정계수(R^2)가 0.63으로 낮지 않다. 추정치 부호에 의하면 가을배추 공급량이 많을수록 소비자가격이 하락하고, 경제성장에 따라 소득수준이 증가할수록 김치소비의 감소로 인해 가을배추 소비자가격이 하락하는 것으로 해석된다. 또한 고랭지 배추의 소비자가격이 높게 형성되었을 경우 가을배추 소비자가격 상승에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이와 같은 파라메타 추정치의 부호는 기존 선행연구의 경우와 일치하고 있다. 한편 가격신축성 계수를 나타내는 파라메타 추정치는 모두 1%이내에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

$$\ln Cp_{i,t} = \underset{(5.89)^{***}}{28.189} - \underset{(-5.27)^{***}}{1.4375^* \ln Q^d_{i,t}} + \underset{(4.17)^{***}}{0.6936^* \ln Cp_{j,t}} - \underset{(-4.24)^{***}}{0.9236^* \ln Y_t} \quad (5)'$$

R^2=0.6305, $D.W.$=2.5955, 추정방법 : OLS

산지와 소비지의 가격 차이를 나타내는 유통마진율($Mr_{i,t}$)결정함수의 추정식에 따르면 가을배추 공급량과 소비자가격에 해당하는 파라메타 추정치 부호가 모두 마이너스로 나타났다. 이는 가을배추 유통 현실을 정확히 반영하고 있다고 볼 수 있다. 실제로 산지에서 배추 공급량이 평년에 비해 상대적으로 적을 경우 유통 중간단계에서 기대가격 상승에 따른 투기수요가 증가하여, 산지와 소비지 가격차이가 확대된다. 반면에 배추 공급량이 평년에 비해 상대적으로 많을 경우 산지와 소비지 가격 차이를 나타내는 유통마진은 줄어든다. 또한 소비지에서 가격이 크게 증가하면 일물일가의 법칙에 준해 산지 가격 역시 증가하게 되어 생산자와 소비자가격 차이를 나타내는 유통마진율은 줄어든다.

식(7)'에서 파라메타 추정치 모두는 1%이내에서 통계적으로 유의하며, 모형의 적합성을 나타내는 결정계수(R^2)는 0.73으로 높다.

$$\ln Mr_{i,t} = \underset{(5.89)^{***}}{13.513} - \underset{(-5.34)^{***}}{0.8046^* \ln Q_{i,t}} - \underset{(-6.72)^{***}}{0.5057^* \ln Cp_{i,t}} \quad (7)'$$

R^2=0.7257, $D.W.$=2.12, 추정방법 : OLS

3.2. 이상기후 발생에 따른 경제적 영향 계측

지난 22년 동안 이상기후 발생으로 가을배추 단수가 10%이상 감소했던 시기는 1999년, 2003년, 2010년이다. 반면에 기후조건이 양호하여 가을배추 단수가 9%이상 증가했던 시기는 2001년, 2005년, 2009년이다. 따라서 단수가 평년에 비해 급등락하였던 시기를 중심으로 생산량 변화율($\dot{Q}$), 재배면적 변동률($\dot{Acr}$), 단수변동률($\dot{Yd}$), 소비자가격 변동률($\dot{Cp}$), 농가판매가격 변동률($\dot{Fp}$), 농가총판매수입변동률($\dot{TR}$)을 산출하면 Table 2와 같다.

Table 2. The contribution rates by factors on fall chinese cabbage farmers' total revenue

		$\dot{Q}$	$\dot{Acr}$	$\dot{Yd}$	$\dot{Cp}$	$\dot{FP}$	$\dot{TR}$
Preiods of rapid increase in yield	1999/2001	5.6	-3.7	9.4	-74.8	-105.0	-86.4
	2003/2005	-3.6	-13.5	9.8	19.7	20.4	16.7
	2007/2009	32.9	17.1	15.7	-93.1	-97.4	-64.4
Preiods of rapid decrease in yield	1997/1999	-20.8	-3.7	-17.1	49.7	40.3	19.4
	2001/2003	-22.4	-11.7	-10.6	69.2	108.2	85.8
	2008/2010	-23.6	-8.1	-15.4	111.5	104.9	81.3

Table 3. The effects of abnormal yields on fall chinese cabbage farmers' total revenue

		$\dot{Yd}$	$\dot{Cp}(\dot{Yd})$	$\dot{FP}(\dot{YD})$	$\dot{TR}(\dot{Yd})$
Preiods of rapid increase in yield	1999/2001	9.4	-13.5	-10.7	-1.3
	2003/2005	9.8	-14.1	-11.2	-1.3
	2007/2009	15.7	-22.6	-17.9	-2.2
Preiods of rapid decrease in yield	1997/1999	-17.1	24.6	19.5	2.4
	2001/2003	-10.6	15.2	12.1	1.5
	2008/2010	-15.4	22.2	17.6	2.1

Table 2에 따르면 가을배추 생산량이 증가(또는 감소)한 경우 농가판매가격이 감소(또는 증가)하는 음의 상관관계를 보이고 있다. 가령 2003～2005년의 경우 기후조건의 호조로 인해 단수가 9.85% 증가하였으나, 농가가 재배지를 13.54% 줄임으로써, 그 결과 생산량은 3.69% 감소하였으나, 반면에 농가판매가격은 20.43% 증가하였다. 2007～2009년의 경우에도 기후조건의 호조로 단수가 15.75% 증가하고, 기대수익의 증가로 인해 농가가 재배지를 17.19% 늘린 결과, 생산량은 32.94% 증가하였다. 이와는 반대로 농가판매가격은 97.42%로 크게 감소하였다.

이상기후 발생으로 단수가 급격히 감소한 시기에 재배지 역시 줄어들었던 시기(1997～1999년, 2001～2003년, 2008～2010년)의 경우 생산량은 20%이상 감소하였으나, 농가판매가격은 공급량의 감소로 인해 40.31～108.23%정도 폭등하였다.

다음은 농산물 수급에 영향을 미치는 경제변수 모두가 불변이라는 가정하에 기후변수가 소비자와 생산자에게 미친 영향(($\dot{Cp}(\dot{Yd})$, $\dot{Fp}(\dot{Yd})$, $\dot{TR}(\dot{Yd})$)이 어느 정도 되었는가를 Table 3에서 살펴보았다. 이를 위해 추정식 (2)', (5)', (7)'의 파라메타(탄력성) 추정치를 식 (8)～(10)에 투입한 후 기후변화에 따른 생산량(단수) 변동과, 이것이 소비자가격, 농가판매가격, 농가총판매수입에 미친 영향만을 분리하였다.

Table 3에서 기상조건의 양호했던 시기에 단수는 평년대비 9.40～15.75% 증가하였다. 그러나 이 경우 공급과잉으로 농가판매가격은 오히려 10.72～17.97% 정도 감소함으로써 생산량 증가에도 불구하고 농가총판매수입은 1.33～2.22%정도 감소하였다. 반면에 이상기후의 발생으로 단수가 10.63～17.15%정도 감소한 경우 공급 부족으로 농가판매가격은 오히려 12.13～19.57%정도 증가하였다. 이 경우 공급량 감소에도 불구하고 농가판매가격이 증가하여 농가총판매수입은 1.50～2.42% 증가하였다.

기상청이 발표한 바 있는 기후변화 시나리오에 따를 경우 소비자와 생산자에 미치는 영향은 어느 정도 될 것인가를 Table 4와 같이 살펴보았다. Table 3～4는 농가의 기대수익, 소비자의 예상소득, 수출입, 고랭지배추 가격 등이 현 수준에서 고정된 경우를 상정하여 산출된 정책실험 결과이다. 이에 따르면 온실가스가 현재 추세대로 계속 배출된다면(RCP 8.5) 예상 단수는 현재 수준(2010～2012년 평균치)보다 37.54% 정도 감소될 것이다. 반면에 온실가스 저감 노력이 실현된다면(RCP 4.5) 노지 가을배추의 경우 예상단수는 현재 수준보다 29.38%정도 감소할 것이다.

따라서 두 가지 정책실험에 따르면 가을배추 소비량은 현재수준보다 29.38～37.54%정도 감소할 것이다. 또한 소비자가격은 42.24～53.96% 증가하여 소비자후생이 크게 감소할 우려가 있다. 이에 반해 농가판매가격은 33.53～42.84% 증가함으로써 농가총판매수입은 현재수준보다 4.15～5.30% 증가할 것으로 예상된다.

Table 4. The effects of abnormal climate senarios on fall chinese cabbage farmers' total revenue

	$\dot{Yd}$	$\dot{Cp}(\dot{Yd})$	$\dot{FP}(\dot{YD})$	$\dot{TR}(\dot{Yd})$
RCP4.5	-29.3	42.2	33.5	4.1
RCP8.5	-37.5	53.9	42.8	5.3

Note 1: RCP4.5 senario has a special meaning of maintaining the current level of greenhouse-gas emissions by the end of 21st century. As a result. temperature would be Increasing 3.4℃ with precipitation 17.3% Increasing.

Note 2: In th case of RCP8.5 senario, temperature would be increasing 6.0℃ with precipitation 20.4% increasing by the end of 21st century.

Table 3～4의 분석결과를 종합할 경우 기후조건이 불리하게 작동할수록 가을배추 생산량은 절대적으로 크게 감소하지만, 농가판매가격이 증가하므로, 농가수입측면에서는 큰 변동이 없을 것으로 판단된다. 더욱이 농가의 예상수익이 하락하여 재배지가 크게 줄어드는 상황이 도래 할 경우에도 생산량의 감소가 농가판매가격 증가와 상쇄되기 때문에 농가에게 귀속되는 수입은 크게 변동되지 않을 것이다.

이에 반해 소비자의 경우 이상기후 발생으로 소비량은 현재 수준보다 무려 29.38%～37.54% 줄어드는 반면에 소비자가 지불하는 가격은 현재수준보다 42.24～53.96% 정도 더 높게 지불하는 등 소비자 후생이 크게 줄어들 것으로 전망된다. 더욱이 재배지 감소 추세에 이상기후 발생까지 중복될 경우 수급불안정 확대 및 소비자가격 폭등이 크게 우려될 수 있다. 이 경우 파종시기부터 수확시기까지 예상 생산량과 시장가격 동향을 관측하여 이상기후 발생에 따른 소비자의 피해를 최소화할 수 있도록 조기경보 및 수급안정을 위한 수입관리 시스템을 가동할 필요가 있다.

또한 농가수입을 일정수준 보장할 수 있도록 조수입보험제를 실시하여 농가가 재배지를 매년 크게 줄이거나 늘리는 쪽 보다는 재배지를 적정수준에서 안정적으로 유지하는 쪽으로 유도해야 할 것이다.

4. 결 론

본 연구는 가을배추의 수급 및 시장가격 변동 특성을 반영하면서 동시에 고온과 다우 등 이상기후 발생에 따른 농가 피해를 계측하기 위해서 균형대체모형(EDM)을 개발한 후 지난 22년동안 기후 변화에 따른 가을배추 생산량의 급격한 증가시기(또는 감소시기)를 중심으로 기후변화가 생산자와 소비자에게 미치는 영향을 평가하였다. 또한 기상청이 발표한 기후변화 시나리오에 준해 기후변화가 소비자와 생산자에 미치는 경제적 영향을 계측하였다.

기상조건의 양호했던 시기(1999～2001년, 2003～2005년, 2007～2009년)에 단수감소에 따른 생산량 증가율은 9.4～15.7%를 기록하였다. 그러나 이 경우 농가판매가격은 오히려 10.7～17.9%정도 감소함으로써 농가총판매수입은 1.3～2.2%정도 감소하였다. 반면에 이상기후가 발생했던 시기(1997～1999년, 2001～2003년, 2008～2010년)에 단수감소에 따른 생산량 감소율은 10.6～17.1%를 기록한 바 있다. 이 경우 농가판매가격이 증가하여 농가총판매수입은 1.5～2.4% 증가하였다. 따라서 정상기후에 비해 이상기후 발생은 농가총판매수입측면에서는 큰 차이를 보이지 않고 있다. 반면에 소비자는 15.3～24.6%정도 더 높은 가격을 지불함에도 불구하고 오히려 소비량은 10.6～17.1%정도 감소하여 이상기후 발생 피해가 소비자 후생에 부정적인 영향을 미친 것으로 나타났다.

기상청이 발표한 바 있는 기후변화 시나리오에 따를 경우 온실가스가 현재 추세대로 계속 배출된다면(RCP 8.5) 예상 단수는 현재 수준(2010～2012년 평균치)보다 37.5%정도 감소될 것이다. 반면에 온실가스 저감 노력이 실현된다면(RCP 4.5) 노지 가을배추의 경우 예상단수는 현재 수준보다 29.3%정도 감소할 것이다. 따라서 두 가지 정책실험에 따르면 단수 감소요인에 한정할 경우 가을배추 소비량은 현재수준보다 29.3～37.5%정도 감소할 것이다. 또한 소비자가격은 42.2～53.9% 증가하여 소비자후생이 크게 감소할 우려가 있다. 설상가상으로 재배지 감소 추세에 이상기후 발생까지 중복될 경우 수급불안정 확대 및 소비자가격 폭등이 크게 우려될 수 있다. 이 경우 파종시기부터 수확시기까지 예상 생산량과 시장가격 동향을 관측하여 이상기후 발생에 따른 소비자의 피해를 최소화할 수 있도록 기존 농업관측센터(한국농촌경제연구원 소재)에 수급안정을 위한 조기경보 및 수입관리 시스템을 보강할 필요가 있다.

중장기적으로는 이상기후 발생에도 불구하고 농작물 재해보험에 조수입보험제를 추가로 도입함으로써 농가가 재배지를 적정수준에서 안정적으로 유지하고 동시에 농가수입을 일정수준 보장할 수 있도록 정부는 농가지원 대책을 강화해야 할 것이다. 뿐만 아니라 이상기후 도래시 가을배추 생산량 감소와 이에 따른 소비자 피해를 최소화하기 위해서는 정부는 고온이나 다우에 의한 생육 장애나 병충해 피해에 강한 품종을 개발해야 할 것이다. 그 밖에도 전 국토를 대상으로 가을배추 재배 적지를 신규로 발굴하고, 비가림 재배지를 확대하며, 상습적으로 피해가 발생하는 지역에 타작목으로 전환을 유도하는 농가 및 정부의 노력이 병

행되어야 할 것이다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 : PJ009140)의 지원에 의해 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

Cho, J. H., Sakong Y., Lee J. H., 1995, Guidebook for Using the Outlook Models for Comprehensive Indicators in Agricultural sector, Korea Rural Economic Institute.

Cho, J. H., Sung, M. H., Sakong Y., 1994, Modeling and Predictions for the Korean Agricultural Sector, Korea Rural Economic Institute, R314.

Davis G. C., M. C. Espinoza, 1998, A Unified Approach to Sensitivity Analysis in Equilibrium Displacement Models, Am. J. Agric. Econ., 80, 868-879.

Han. S. H., Kim, B. Y., 2004, Prospects and Simulation Model of Chinese Cabbage Under Open Market, Rural Economy, 27(3), 35-53.

Kwon, O. S., Roh, J. S., Suh, Y., 2012, An Input-output and CGE Analysis of the Economic Impacts of Agricultural Production Losses due to Abnormal Weather in Korea, Kor. J. Agric. Econ., 53(2).

Kim, Y. J., Kim, b. S. , Song, S. H. Park, Y. K., 2006, The Seasonal Cabbage Model, Korea Rural Economic Institute, Working Paper, W28.

Korea Environment Institute, 2009, The Economic Analysis on Climate Change in Korea(Ⅰ).

Lee, Y. S., Jung, H. K., Sim, S. B., 2005, A Study on Determinants of Seasonal Supply and Price of Produce in Korea: With Special Emphasis on Weather, Korea Rural Economic Institute.

Ministry of Environment, 2011. The Economic Analysis on Climate Change in Korea(Ⅱ).

Moschini, G. and A. Vissa, 1992, A Linear Inverse Demand System. J. Agric. Resour. Econ., 17, 292-302.

National Institute of Meteorological Research, 2010, Understanding of Climate Change and Application of Climate Change Scenarios.

Nerlove, M., 1958, The Dynamics of Supply; Estimation of Farmer's Response to Price. Baltimore, Johns Hopkins University.

Palatnik, R.R., R. Roson, 2009, Climate Change Assessment and Agriculture in General Equilibrium Models: Alternative Modeling Strategies, FEEM Working Paper, 8.