

## 기후변수가 강원도의 농업에 미친 경제적 효과 분석

정준호\* · 김광배\*\*

**요약** : 본 연구는 기후변수가 논과 밭이라는 경작유형별로 경지면적과 토지가치에 미친 경제적 효과를 강원도의 농업을 사례로 추정하였다. 기후, 지리 및 토양, 사회·경제적 변수들에 대한 패널자료를 1992~2010년 동안 강원도 11개 시군에 대해 구축하고 리카디언 방법을 사용하였다. 분석결과에 따르면, 기온변수가 논과 밭의 토지가치와 경지면적에 부정적인 영향을 미치고 있다는 것이 밝혀졌다. 이는 지구온난화에서 강수량변수보다는 기온변수가 더욱더 중요하다는 기존의 연구결과를 뒷받침하고 있다. 다른 한편으로, 경작지의 토지가치와 경작면적의 결정요인은 논과 밭의 경작 유형에 따라 상이한 것으로 나타났다.

**주요어** : 기후변화, 농업용 토지가격과 경지면적, 논과 밭, 리카디언 접근, 강원도

### 1. 서론

기후변화와 그 영향에 대한 논의는 중요한 정치·사회적 의제로 제출되어 있다. 기후변화가 경제에 미치는 효과는 쌍방향에서 이루어진다. 기후변화가 경제활동에 영향을 미치고, 경제활동 또한 기후변화에 영향을 미치게 된다(Garcia and Viladrich-Grau, 2009). 최근의 기후변화는 순전한 자연현상이라기보다는 이와 인문현상의 결합으로 파악되고 있다(Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007). IPCC(2007)의 기후변화에 대한 향후 예측이 다소 과장되고 불확실성을 내포하고 있음에도 불구하고, 기후변화가 중요한 사회적 안전으로 제출되고 초미의 관심사가 된 것은 사실이다. 특히 농업이 식량안보와 정서적 측면에서 중요한 역할을 수행하는 산업이고 기후변화에 민감한 경제활동이라는 점에서 농업이 우리나라 경제에서 차지하는 GDP 비중이 약 3% 이하고 종사자비중도 약 6%에 불과할지라도 기후변화가 농업에 미치는 경제적 효과를 과소평가하거나 무시할 수 없다. 그리고 이러한 기후변화의 경제적 효과를 추정하고 이에 적응하고 대응하려는 행위자의 노력이나 정책적 개입은 농업부문의 취약성을 경감할 수도 있다. 그 결과 기후변화의 경제적 효과가 예상치보다 행위자의 적응능력 때문에 클수도 작을 수도 있는 것이다.

본 연구는 이러한 배경을 염두에 두고서, 기후변수가 농업활동에 미치는 경제적 효과를 추정하고자 한다. 이러한 효과를 추정하기 위해 농경제 모형, 시뮬레이션모형, CGE 모형 등을 활용할 수

이 논문은 2010년도 정부재원(교육과학기술부 인문사회연구역량강화사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음 (NRF-2010-330-B00278).

\* 강원대학교 부동산학과 부교수

\*\* 강원대학교 부동산학과 박사과정 수료

있지만(한국환경정책평가연구원, 2009), 행위자의 적응능력을 가정하여 기후변수와 사회·경제적 변수들을 고려하는 Mendelsohn *et al.*(1994)이 개발한 리카디언(Ricardian) 방법을 사용한다. 이를 통해 강원도의 농업부문을 대상으로 기후변수의 경제적 효과를 추정하고자 한다. 이러한 접근 방법은 널리 사용되고 있지만 우리나라에서는 김창길·이상민(2009)의 연구가 이 분야에서 유일하다. 본 연구는 기존 연구와는 달리, 기후변수와 사회·경제적 변수들을 패널 자료로 구축하고 이를 리카디언 방법을 사용하여 논과 밭이라는 경작유형별로 농업용 토지가치 및 경작면적의 결정요인의 차이를 보여주려고 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 선행연구를 검토하고서 리카디언 모형, 자료 및 변수설정 등에 대한 논의가 뒤따른다. 이러한 논의에 기반하여 리카디언 방법을 사용한 기후변수의 경제적 효과를 추정하고 그 결과에 대한 토의가 이어진다. 마지막으로 결론을 도출한다.

## 2. 선행 연구의 검토

기후변수가 농업활동에 미친 영향에 대한 국내 연구는 주로 농업생태의 측면에서 이루어졌다. 농업생태가 기후변화에 민감한 반응을 보이기 때문에 작물의 재배 시기나 생산량이 달라지는데, 이를 특정지역과 작물을 대상으로 연구를 진행하였다. 이승호·김선영(2008)은 태백산지의 고랭지 재배지역에서 씨감자와 고랭지배추가 기후변화에 민감하게 반응하는 작물이라는 것을 밝혀내었다. 기온상승 시 씨감자의 생육이 촉진되나 저온성 작물인 배추는 기온상승에 따라 생육이 저하될 것으로 나타났다. 또한, 기온상승은 고온 건조한 상태를 만들어 배추의 병충해 발생을 증가시키는 것으로 나타났다. 이승호 외(2008)는 나주지역의 대표

작물인 벼, 보리, 배, 배추, 무의 생육시기별 평균 기온, 일조시간, 강수일수 등의 기후변화에 따라 생육상태가 어떻게 변화하는지를 분석하였다. 분석결과, 향후 기온이 현재와 같은 추이로 상승할 경우 벼의 수량은 감소하고 보리수량은 증가할 것으로 예상되었으며, 저온성 작물인 배와 무의 생육에는 음(-)의 영향을, 고온성 작물인 고추의 생육에는 양(+)의 영향을 줄 것으로 예측되었다.

한편, 윤성호 외(2001)는 IPCC에서 밝힌 기후변화 예측 시나리오를 중심으로 우리나라의 농업부문의 영향을 전망하였는데, 연평균기온과 강수량의 상승으로 평균 작물기간도 늘어날 것으로 예상되기 때문에 농경지 이용을 변화시키는 기후변화에 적절히 대응할 수 있는 농업기상정보시스템 구축이 필요하다고 주장하였다. 윤성탁(2005)과 이양수·심교문(2005)는 우리나라에서 기후변화 예상에 따른 농업생산 변화와 농업 기상재해에 대한 기존 연구를 정리하였다.

요약하면, 기후변화가 농업생태에 미치는 영향에 관한 연구는 주로 기온, 강수량 등 과거 기후데이터를 이용하여 특정지역 작물의 생산량과 생육 변화에 대한 분석을 중심으로 이루어지고 있다.

반면에, 우리나라에서 기후변화에 따른 경제적 영향을 분석한 연구는 매우 제한적으로 이루어지고 있다. 기후변화가 농업에 미치는 경제적인 효과를 제대로 분석하기 위해서는 기후변화가 작물의 생태에 미치는 영향 분석뿐만 아니라 사회·경제적 요소들을 고려해야 한다. 이러한 요인들을 모두 고려하는 방법으로는 Mendelsohn *et al.*(1994)이 개발한 리카디언 접근이다. 이는 농업인들이 주위의 기후와 경제·사회적 환경의 변화에 지속적으로 적응하여 농지를 최선의 사용으로 배분한다고 가정한다. 리카디언 모형을 이용한 연구들은 토지가치 또는 농작물 수입이 토지생산성의 속성으로 기후요소에 관한 정보를 포함하고 있다고 전제하고 기후를 포함한 환경요소 및 사회·경제적 요소들을 설명변수로 토지가치나 순이익

을 종속변수로 설정하여 각 변수들의 기여를 추정하고 있다.

기온과 강수량으로 대표되는 기후변화와 사회·경제변수가 농작물 수입과 토지가치에 미치는 영향은 지역별로 상이하다. 예를 들면, 스리랑카에서는 강수량 변화가 농작물 순수입 변화에 정(+)의 효과를 나타내고 있지만(Niggol Seo, 2005), 타이완에서는 강수량 변화가 수출량을 떨어뜨린다고 보고하고 있다(Chang, 2002). 잠비아에서는 대부분의 사회·경제적 변수는 순수입에 영향을 미치지 않지만 일부 기후변수는 통계적으로 유의한 변수로 나타났다(Jain, 2007). 스페인에서는 기후변수가 장기적으로 관개지의 가격과 경작지를 증가시키는 요인으로 작용하고 있다(Garcia and Viladrich-Grau, 2009).

이와 같이 기후변화가 농업부문에 미친 경제적 영향을 분석한 국외 연구들은 주로 리카디언 모형을 활용하고 있다. 하지만, 전술한 바와 같이, 리카디언 방법을 이용한 국내 연구로는 김창길·이상민(2009)의 연구가 유일하다. 벼, 사과 등의 주산지를 대상지역으로 농지가격과 농작물수입을 기후변수, 사회·경제변수, 토양변수 등을 가지고 회귀분석을 수행하였다. 분석결과, 기온상승은 부정적 요인으로 작용하고 강수량 증가는 긍정적 요인으로 작용하지만, 기온상승이 훨씬 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이 연구는 리카디언 모형을 이용한 기후변화와 농업부문의 경제적 효과를 분석한 최초의 국내 연구로서 의의가 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이, 기후변화가 농업부문에 미친 효과에 대한 연구는 주로 농업생태에 초점을 맞추고 있으며, 경제적 영향을 분석한 연구는 매우 제한되어 있다. 리카디언 방법은 기후변수와 사회·경제적 변수들을 모두 고려하여 기후변화의 경제적 효과를 분석할 수 있지만 국내 연구는 매우 드물다. 이는 무엇보다 자료이용의 한계에 기인하고 있다. 김창길·이상민(2009)도 시군별 자료와 시도단위의 자료들을 혼용하고 있

다.

본 연구는 기후변화에 기인하는 것으로 보이는 자연재해가 최근에 빈발하고 있는 강원도를 사례로 기후변화에 가장 민감한 경제활동으로 추정되는 농업부문을 대상으로(IPCC, 2007), 1992-2010년 기간 동안 기후변수, 지리 및 토양변수, 그리고 사회·경제적 변수들을 시군 패널자료로 구축하고 기후변수가 농업에 미친 경제적 효과를 추정한다는 점에서 기존의 연구와 차별성을 가지고 있다.

### 3. 분석모형과 변수선정

#### 1) 분석모형

기후변화가 농업에 미치는 경제적 효과를 추정하는 방법으로 네 가지를 들 수 있다(김창길·이상민, 2009). 첫째, 작물반응함수 또는 작물생산함수를 이용한 농경제모형, 둘째, 기후변화와 토지가치를 연계하여 분석하는 속성가격(hedonic price)모형인 리카디언 모형, 셋째, 기후와 토지이용에 대한 가상의 조건을 설정하여 기후변화에 따른 최적 산출물 공급 및 투입물 수요를 추정하는 프로그래밍 시뮬레이션 모형, 넷째, 기후변화와 농업생산 및 경제시스템을 연계한 연산일반균형모형과 동태적 통합모형 등을 들 수 있다<sup>1)</sup>.

전술한 바와 같이, 리카디언 모형은 기후변화와 농지가치의 관계에 초점을 둔 방법으로, 세계적으로 널리 사용되고 있다. 이 방법은 비옥도가 지대의 결정요인 중의 하나라는 데이비드 리카도의 지대론에서 출발한다. 즉 비옥도는 기후와 토양의 결합이고, 이는 농업의 경제활동에 영향을 미치게 된다. 따라서 기후의 공간적 차이는 토지이용의 공간적 차이를 유발하고 이는 다시 토지가치에 영향을 미친다는 것이다. 일반적으로 기후변화와

토지가치 간의 관계는 다변량 회귀분석을 통해 추정되고, 이렇게 추정된 결과는 기후변화가 농업에 미친 경제적 효과로 이해한다(Mendelsohn *et al.*, 1994). 이러한 방법은 기후변화에 대한 경제주체의 적응과정(adaptation)을 고려한다는 점에서 기존의 연구보다 진일보한 것으로 널리 인정되고 있다(김창길·이상민, 2009).

농업인의 생산비용은 요소가격뿐만 아니라 기후조건에 의존하고, 토지는 생산요소로서 이 모형에서 중요한 관심대상이다. 농업인이 기후에 적응하고 이러한 적응과정이 농가수익과 토지가치에 반영된다. 현행 농가의 토지가치는 농업인의 기대 수익의 할인가치로 이해한다. 이는 다시 이러한 수익을 결정하는 기후특성에 의존하게 된다. 이를 회귀모형으로 나타내면 식 (1)과 같다. 여기서 이 회귀모형은 농업인의 최적화 행태방정식을 모두 나타내는 것이 아니라 축약된 형태라는 것을 염두에 두어야 한다. 따라서 추정된 회귀계수는 식별할 수 없는 일부 변수들의 효과를 요약한 것이고 단지 부분적인 효과만을 반영하고 있다고 생각해야 한다(Garcia and Viladrich-Grau, 2009).

$$V = \beta_0 + \beta_1 W + \beta_2 W^2 + \beta_3 E + \beta_4 S + \mu, \\ \partial V / \partial W = \beta_1 + 2\beta_2 W \quad \text{식 (1)}$$

여기서  $V$ 는 토지가치,  $W$ 는 기후변수,  $E$ 는 사회경제변수,  $S$ 는 지리 및 토양변수,  $\mu$ 는 오차항이다. 이차항은 토지가치와 기후변수 간 관계가 비선형인지 여부를 추정하기 위하여 포함된다.

## 2) 변수선정과 자료

본 논문에서 사용되는 종속변수는 논과 밭의 실질 농지가격지수와 경지면적이다. 전자는 토지가치를 시계열적으로 보여줄 수 있는 유일한 자료이다(표 1). 하지만 농지의 경우 거래빈도가 낮아서 농지의 실질 매매가격에 관한 자료를 구하기가 힘

들다. 이러한 이유 때문에 토지가치를 대리하는 변수로 온나라 부동산정보 포털에서 공시하는 논과 밭의 농지가격지수를 사용한다. 이 자료는 처음에는 분기별로 발표되었으나, 최근에는 매월 발표하고 있다. 본 연구에서는 이를 연평균 농지가격지수로 전환하여 사용한다.

농지가격의 변동은 토지이용의 변화를 나타내는 경지면적의 변화와 밀접한 상관관계가 있다. 예를 들면, 경지면적이 줄어들면 농지가격은 상승할 수 있다. 기후변화가 농업생산을 증가시켜 휴경지가 재활용되면 농지가격이 상승하고 경지면적도 늘어날 수 있다. 다른 한편으로, 기후변화가 농업생산에 부정적인 영향을 미치면 농지가격과 경지면적 모두 감소할 수 있다. 이러한 이유로 기후변화가 농업용 토지가치에 미친 효과를 분석하기 위해서는 이러한 상황을 고려할 필요가 있다(Garcia and Viladrich-Grau, 2009).

다른 한편으로, 농업활동의 미래수익은 일반적으로 농업생산물의 가격, 작물선택의 변동, 그리고 경지(재배)면적에 의존한다. 리카디언 모형에서 농업용 토지총량은 변수가 아니다. 따라서 일부 토지가 기후변화로 인하여 휴경지로 바뀌면 토지가치가 떨어질 수 있다. 이를 반영하기 위하여 본 연구는 Garcia and Viladrich-Grau(2009)의 제안에 따라 종속변수로서 전술한 농지가격과 경지면적을 양자를 사용한다. 따라서 본 연구는 기후변수가 지역의 토지이용과 이에 따른 토지가치에 미치는 경제적 효과 양자를 분석하는 것이다.

전술한 바와 같이, 리카디언 모형에서 지대는 비옥도와 위치에 의해 결정된다. 비옥도는 기후요소와 토양의 결합으로 이해될 수 있을 것이다. 위치는 지리적 변수뿐만 아니라 사회·경제적 변수들에 의해 결정된다. 따라서 리카도 모형에서 사용되는 독립변수는 크게 기후, 지리 및 토양, 그리고 사회·경제적 변수 등으로 구분된다.

일반적으로 사용되는 기후변수는 기온과 강수량이다. 본 연구에서 사용되는 기온변수는 연간

표 1. 변수 및 이용자료

변수명	정의	자료원	
종속변수	농지가격(논·밭)	실질 농지가격지수	온나라 부동산정보 ( <a href="http://www.onnara.go.kr">http://www.onnara.go.kr</a> )
	경지면적(논·밭)	경지면적(ha)	통계청 통계포털 ( <a href="http://www.kosis.kr">http://www.kosis.kr</a> )
기후변수	기온	연간 월평균 기온(℃)	기상청 ( <a href="http://www.kma.go.kr">http://www.kma.go.kr</a> )
	기온제곱	연간 월평균 기온제곱	
	강수량	연간 누적 강수량(mm)	
	강수량제곱	연간 누적 강수량제곱	
	일조시간	연간 누적 일조시간(h)	
	일조시간제곱	연간 누적 일조시간제곱	
지리 및 토양변수	위도	북위	기상청( <a href="http://www.kma.go.kr">http://www.kma.go.kr</a> )
	서울과의 접근성 지수	중력모형 기반 접근성 지수	필자 작성
	토지적성 1·2등급 비중(논·밭)	토지적성 5등급 중에서 1·2등급 비중(논·밭)(%)	토양환경정보시스템 ( <a href="http://soil.rda.go.kr">http://soil.rda.go.kr</a> )
사회경제변수	인구밀도	주민등록인구/전체면적(명/km <sup>2</sup> )	통계청 통계포털 ( <a href="http://www.kosis.kr">http://www.kosis.kr</a> )
	1인당 지방세	실질 시·군별 지방세/전체인구(천원)	통계청 통계포털 ( <a href="http://www.kosis.kr">http://www.kosis.kr</a> )
	도시적 토지이용	도시적 토지이용면적/전체면적(%)	온나라 부동산정보 ( <a href="http://www.onnara.go.kr">http://www.onnara.go.kr</a> )

월평균치이고, 강수량은 연간 누적 강수량이다. 일주기의 변동이 농업생산물에 영향을 미칠 수 있다는 점을 감안하여 기온과 강수량 이외에 일조시간을 기후변수에 추가한다.

지리 및 토양변수들로 위도(북위), 경도(동경), 서울과의 접근성, 토지적성 1-2등급 비중을 사용한다. 그런데 경도와 서울과의 접근성지수는 강원도의 영동과 영서지방의 차이를 상반되게 나타내고 있어 본 연구에서는 서울과의 접근성지수 하나만을 사용한다. 위도와 경도는 보통 기후대의 차이를 반영하기 위하여 사용되는 변수이다. 접근성지수는 대도시와의 사회·경제적 접근성을 반영하는 것으로서 본 연구에서는 강원도 각 시군에서 서울 광화문까지의 거리와 서울시의 매년 인구를

이용하여 중력모형을 바탕으로 이를 산정하였다. 여기서 접근성지수는 물리적 거리뿐만 아니라 대도시의 경제규모를 반영하고 있다.

토양변수는 전체 토지적성등급에서 1·2등급이 차지하는 비율로 토양의 질을 나타낸다. 토지적성등급은 1-5등급으로 구분되며, 5등급은 농업적 토지이용이 사실상 불가능하다. 이는 해당지역의 농업적 생산능력을 나타내는 변수이다. 토지이용은 토지조건, 토질 및 생산성을 변화시켜 토양의 퇴화(soil degradation)를 야기할 수 있다. 하지만 우리가 분석하는 기간 동안에 토질에 대한 심각한 변화가 일어나지 않았다고 가정한다. 이는 지역별 시계열자료가 가용하지 않는다는 점에 기인한다.

사회·경제적 변수로는 소득수준, 인구밀도, 그

리고 도시적 토지이용의 비중을 고려하였다. 하지만 본 연구에서는 자료구득의 한계로 농업의 토지이용과 토지가치에 중요한 영향을 미칠 것으로 예상되는 정책변수를 사용하지 못하였다. 이는 본 연구의 한계로 지적될 수 있을 것이다.

우리나라에서는 1인당 소득수준 자료가 시군구별로 가용하지 않기 때문에 이를 대리하는 변수로 1인당 지방세부담액을 사용한다. 이 변수는 김정훈(2003)의 연구에서 보는 바와 같이, 우리나라에서는 1인당 소득의 대리변수로 충분히 사용가능하다. 지역의 소득변수는 지역의 수요와 투자능력을 대리하는 변수이다. 예를 들면, 소득수준의 향상은 고부가가치 농산물에 대한 수요를 야기하고, 또한 투자능력과 기술수준을 향상시켜 농업수익을 제고할 수 있다. 이러한 농업수익의 제고는 토지가치의 상승에 기여할 수 있는 것이다.

인구변수는 수요와 연관된다는 점에서 토지가치를 좌지우지하는 주요 변수로 이해된다(Garcia and Viladrich-Grau, 2009). 이러한 이유 때문에

인구밀도를 독립변수로 사용한다. 밀도가 높은 지역의 경우 도시화로 인하여 농업용 토지의 대안적 사용에 대한 압력이 높을 수 있다. 또한, 높은 인구밀도가 농업생산물의 수요와 연계되면 농업용 토지가치가 상승할 수 있다.

전술한 바와 같이, 도시화는 인구밀도에 의해 대리될 수도 있지만, 토지이용의 측면에서 이를 고려할 수도 있다. 도시적 토지이용 면적은 통상적으로 지목에서 대지, 공장용지, 학교용지, 도로용지, 공원, 체육용지로 분류된 것을 합한 것으로 정의한다. 시군의 전체면적에서 도시적 토지이용의 비중을 도시화와 개발압력을 대리하는 변수로 본 연구에서 사용한다. 이는 토지이용의 변동을 나타낸다는 점에서 도시개발압력을 의미하고 이를 정책적 차원에서 수용한 것으로 이해될 수 있을 것이다. 도시적 토지이용의 확대는 농업용 토지이용이 감소한다는 것을 의미한다. 하지만 토지가치는 주위의 입지여건에 따라 달라질 수 있다.

표 1은 본 연구에서 사용되는 종속변수와 독립

표 2. 기술 통계량 요약

구분	평균	최대값	최소값	표준편차
경지면적(논)(ha)	3,696.6	11,445.0	286.0	2,987.6
경지면적(밭)(ha)	4,149.5	10,085.0	678.0	2,801.5
실질 농지가격지수(논)	121.1	194.3	79.0	24.4
실질 농지가격지수(밭)	114.3	176.6	71.9	18.9
기온(℃)	10.8	14.1	5.7	1.8
강수량(mm)	1,400.5	2,998.3	754.8	345.0
일조시간(h)	2,074.8	2,905.9	1,518.5	208.0
북위	37.5	38.2	37.1	0.4
서울과의 접근성지수	0,00079	0,00184	0,00030	0,00049
토지적성 1·2등급비중(논)(%)	1.2	4.6	0.2	1.3
토지적성 1·2등급비중(밭)(%)	4.4	7.5	1.1	2.2
인구밀도(명/㎢)	545.7	1,864.1	207.2	237.7
실질 1인당 지방세(천원)	159.1	579.8	19.3	158.8
도시적 토지이용비중(%)	3.0	9.9	0.8	2.0

주: 논외의 경우 태백시 자료가 없기 때문에 이를 제외한 10개 시군 자료임.

변수를 요약·정리하고 있다. 본 연구는 전체 18개 시군을 포함하는 것이 아니라 관측소가 있는 11개 시군을 대상으로 하고 있다. 이는 고성, 철원, 평창, 춘천, 강릉, 동해, 원주, 영월, 인제, 홍천, 태백을 포함한다. 관측소의 기후자료가 해당지역의 전체 기후변동을 나타낸다고 가정한다. 전체 시군을 포괄하지 않은 이유는, 강원도의 경우 지역이 워낙 방대하여 인근지역의 관측소 기후자료를 사용한다고 하더라도 측정오류가 클 수 있다고 생각하였기 때문이다.

자료의 분석기간은 1992~2010년 기간이다. 이는 기후변수와 사회·경제적 변수의 구득여부에 따라 제한되었지만, 가능한 한 분석기간을 확장하려고 노력하였다. 기후변화는 장기적인 영향을 수반한다<sup>2)</sup>. 그러한 의미에서 1990년대 초반 이전의 자료를 활용하는 것이 바람직하지만, 자료구득의 문제로 인하여 그 이상의 자료이용은 사실상 불가능하다. 또한, 1995년 도농통합의 행정구역 개편을 고려하여 자료를 구축하였다. 태백시의 논 지가지수에 관한 자료가 없어 논의 경우 10개 시군을 대상으로 자료를 구축하였다. 가격변수인 농지가가격과 1인당 지방세는 강원도의 2010년 기준 소비자물가지수를 활용하여 실질가격변수로 전환함으로써 인플레이의 효과를 통제하였다. 표 2는 관련 변수들의 기술 통계량을 보여주고 있다.

### 3) 분석방법

본 연구는 1992-2010년 동안 강원도 11개 시군으로 구성되는 패널자료를 활용하고 있다. 이러한 자료를 활용하는 경우 고정효과모형을 사용하여 회귀식을 추정하는 것이 일반적이다. 하지만 농업 활동은 해당지역의 기후조건에 강하게 구속되어 있으며, 그 지역의 기후는 분석기간에 걸쳐 매우 완만하게 변동하고 있다. 이 경우 공간효과를 통제하기 위해 고정효과모형을 사용하면 기후효과까지 통제하게 되어 기후변수들이 통계적으로 유

의하지 않을 수 있다(Garcia and Viladrich-Grau, 2009). 이러한 점을 고려하여 본 연구에서는 회귀식을 패널 OLS(Ordinary Least Square)로 추정하였다. 사용되는 자료가 지역평균이기 때문에 이분산성의 문제가 발생할 소지가 있다. 이를 감안하여 Robust 패널 OLS 모형으로 회귀식을 추정하고 분석결과를 제시한다.

이제까지의 논의를 종합하여 본 연구에서 사용되는 추정식은 다음과 같다. 식 (2)는 경지면적의 회귀식이고, 식 (3)은 농지가가격의 회귀식이다. 그리고 경지면적, 농지가가격, 서울과의 접근성, 1인당 지방세, 인구밀도 변수들은 자연로그를 취하여 사용하였다.

$$\ln HA_{it} = \beta_0 + \beta_1 T_{it} + \beta_2 T_{it}^2 + \beta_3 P_{it} + \beta_4 P_{it}^2 + \beta_5 S_{it} + \beta_6 S_{it}^2 + \sum_{n=1}^N \gamma_n NCV_{itn} + \epsilon_{it} \quad \text{식 (2)}$$

$$\ln V_{it} = \beta_0 + \beta_1 T_{it} + \beta_2 T_{it}^2 + \beta_3 P_{it} + \beta_4 P_{it}^2 + \beta_5 S_{it} + \beta_6 S_{it}^2 + \sum_{n=1}^N \gamma_n NCV_{itn} + \epsilon_{it} \quad \text{식 (3)}$$

여기서 HA는 경지면적, V는 농지가가격,  $i$ 는 지역,  $t$ 는 시간,  $n$ 은 변수를 가리킨다. T는 연간 월평균 기온,  $T^2$ 는 T의 제곱이다. P는 연간 강수량,  $P^2$ 은 P의 제곱, S는 연간 일조시간,  $S^2$ 은 S의 제곱을 나타내며, NCV는 비기후 독립변수들을 의미한다. 그리고  $\epsilon$ 는 오차항이다.

## 4. 분석결과

회귀분석은 논과 밭으로 나누어 진행하였다. 이에 대한 결과는 논과 밭으로 구분하여 제시하기로 한다.

## 1) 논

기후변수와 경작면적 간의 관계를 보면, 기온과 강수량이 서로 상이한 영향을 미치고 있다. 기온과 강수량의 경우 각각 통계적으로 유의한 U자형과 ∩자형 관계가 성립하고 있다(표 3). 이는 기온 및 강수량과 경작면적 간에는 2차 비선형관계

가 있다는 것을 시사한다. 이러한 결과는 김창길·이상민(2009)의 결과와 일치하고 있다. 이는 기온 상승이 벼의 경우 생육기간 단축, 수량저하의 원인으로 작용하여 쌀의 품질을 저하할 수 있다는 농업과학기술원(2007)의 연구와 부합되는 것으로 보인다. 따라서 온난화는 논에서 주로 재배되는 쌀의 품질을 저하시키고 생산량을 감소시켜 토지

표 3. 회귀분석 결과: 논 의 경우

구분	설명변수	모형 1	모형 2
기후	기온	-0.644 (-3.131)***	-0.178 (-2.983)***
	기온제곱	0.041 (3.729)***	0.007 (2.193)**
	강수량	0.001 (1.888)*	0.000 (0.071)
	강수량제곱	0.000 (-1.723)*	0.000 (-0.330)
	일조시간	0.000 (-0.046)	0.000 (-0.251)
	일조시간제곱	0.000 (-0.012)	0.000 (0.257)
지리 및 토양	복위	0.400 (7.920)***	0.047 (2.317)**
	ln(서울 접근성)	1.200 (14.762)***	-0.137 (-4.079)***
	토지적성 1·2등급 비중	0.095 (7.509)***	-0.002 (-0.289)
사회경제	ln(1인당 지방세)	-0.156 (-1.631)	-0.298 (-4.855)***
	ln(인구밀도)	0.279 (3.812)***	0.059 (3.502)***
	도시적 토지이용 비중	-0.291 (-9.607)***	-0.031 (-5.337)***
	상수	3.414 (0.852)	5.001 (3.214)***
	Adj-R <sup>2</sup>	0.728	0.565
	N	190	190

주: 1) \*\*\*, \*\*, \*는 각각 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

2) 괄호 안의 수치는 t값임.

3) 모형 1은 종속변수가 경지면적인 경우이고, 모형 2는 종속변수가 농지가격지수임.



가치의 저하로 이어질 수 있다는 것이다.

다른 한편, 기후변수가 토지가치에 미친 효과도 이와 유사하다. 기온변수만이 통계적으로 유의하고 U자형 관계를 보여주지만, 기온변수는 통계적으로 유의하지 않다. 이에 따라 온난화가 논외의 경우 경작면적의 감소와 토지가치의 저하로 이어지고 있다고 판단된다. 이는 기온상승이 벼의 생산량의 감소로 이어진다는 한국환경정책평가연구원(2009)의 추정결과와도 맥을 같이하고 있다.

지리 및 토양변수를 보면, 경작면적을 종속변수로 사용하는 모형 1이나 농지가격을 종속변수로 사용하는 모형 2 어느 것이나 상관없이 고위도지역일수록 경작면적이 확대되고 토지가격이 상승하는 것으로 나타났다. 이는 강원도의 경우 철원과 같은 고위도지역에서 대규모로 논농사가 활발히 행해지고 있는 것과 관련이 있다. 전술한 바와 같이, 이는 농업수익이 경지규모에 의존하고, 수익 증가가 다시 토지가치의 상승으로 이어지는 것으로 이해할 수 있을 것이다.

서울과 접근성이 양호할수록 경지면적은 늘어나고 토지가치는 하락하는 것으로 나타나고 있다. 이는 서울 접근성지수가 강원도의 영서와 영동지방의 특성을 나타내는 대리변수로 이해할 경우 영서지방에 논 재배면적이 넓다는 사실과 연관되어 있다. 철원을 포함한 영서지방의 경우 논외의 면적이 상대적으로 영동지방의 그것보다 넓기 때문에 서울과의 접근성 지수는 경작면적과의 관계에서 통계적으로 유의한 정(+)의 관계를 보여주고 있다. 하지만 이 변수가 토지가치와 음(-)의 관계를 보여주는 것은 농업용 토지의 다른 용도로의 전용이 상당히 제한되어 있기 때문인 것으로 보인다. 따라서 양호한 서울과의 접근성이 토지가격의 상승으로 이어지지 않는 것으로 파악된다.

토양의 질을 나타내는 토지적성 1·2등급 비중은 경지면적과 통계적으로 유의한 정(+)의 관계를 보여주고 있으나, 토지가격과는 통계적으로 유의하지 않은 음(-)의 관계를 보여주고 있다. 이는 토양

이 양호할수록 토지생산성이 높아져 산출량이 증가하고 높은 수익으로 이어진다는 것을 의미한다. 전술한 바와 같이 농업수익은 경지면적에 의존하고 있어 경지면적의 확대와 양호한 토양과는 정(+)의 관계가 있다고 판단할 수 있다.

사회·경제 변수를 보면, 지역소득과 경제력을 나타내는 1인당 지방세 변수는 경지면적과 토지가격과 음(-)의 관계를 보여주는데, 후자에서만 통계적으로 유의하다. 소득증가와 토지가격 간의 관계가 음(-)이라는 것은, 농업활동의 방기와 관련되어 있다는 것을 함의한다.

인구밀도 변수는 경작면적과 토지가격 모두와 양(+)의 관계를 보여주고 있다. 이는 높은 인구밀도가 농업생산물에 대한 수요증가와 연결되고 다시 수익증가로 이어지고 있는 것이다. 경지면적에 의존하는 수익증가는 토지가치의 증가에 반영될 수 있다.

도시적 토지이용 변수는 경작면적 및 토지가격과 통계적으로 유의한 음(-)의 관계를 보여주고 있다. 비농업용 토지의 수요증대를 의미하는 토지이용 변화가 재배면적의 축소를 의미하고, 이는 수익을 감소시켜 토지가치의 저하로 이어지고 있다고 해석할 수 있을 것이다.

## 2) 밭

기후변수와 경작면적 및 토지가치 간의 관계는 기온의 경우 두 모형에서 통계적으로 유의한 U자형의 비선형 관계를 보여주고 있다. 이는 논외의 분석결과와 동일하다. 하지만 강수량의 경우 논과 달리 경지면적과 관련하여 통계적으로 유의한 U자형의 비선형 관계를 나타내고 있다. 기온상승은 수박, 고추, 토마토와 같은 고온성 작물과 무, 배추와 같은 저온성 작물에 상이한 영향을 미칠 수 있다. 전자의 경우 생육촉진과 당도증가가 나타날 수 있지만, 후자의 경우 품질저하가 발생할 수 있다. 또한 각종 병해충의 발생이 증가할 수 있다(농

표 4. 회귀분석 결과: 밭의 경우

구분	설명변수	모형 1	모형 2
기후	기온	-1.513 (-9.135)***	-0.237 (-5.283)***
	기온제공	0.080 (9.706)***	0.011 (4.933)***
	강수량	-0.001 (-2.108)**	0.000 (0.015)
	강수량제공	0.000 (2.755)***	0.000 (-0.345)
	일조시간	0.001 (0.832)	0.000 (0.537)
	일조시간제공	0.000 (-1.027)	0.000 (-0.582)
지리 및 토양	복위	-1.782 (-34.617)***	0.006 (0.478)
	ln(서울 접근성)	1.089 (24.037)***	-0.027 (-1.672)*
	토지적성 1·2등급 비중	-0.044 (-2.919)***	-0.014 (-2.279)**
사회경제	ln(1인당 지방세)	0.152 (2.330)**	-0.232 (-3.960)***
	ln(인구밀도)	-0.537 (-24.553)***	-0.034 (-3.532)***
	도시적 토지이용 비중	-0.050 (-3.449)***	0.016 (2.620)**
	상수	91.177 (26.785)***	6.896 (7.023)***
	Adj-R <sup>2</sup>	0.845	0.423
	N	209	209

주: 1) \*\*\*, \*\*, \*는 각각 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

2) 괄호 안의 수치는 t값임.

3) 모형 1은 종속변수가 경지면적인 경우이고, 모형 2는 종속변수가 농지가격지수임.

업과학기술원, 2007). 강원도의 경우 밭작물의 병해충이나 품질저하가 발생하여(이승호·김선영, 2008) 수익이 감소하고 토지가치가 저하하는 것으로 판단할 수 있다. 한편, 강수량의 경우 호우로 인한 자연재해 등으로 밭작물의 수익이 감소하는 것으로 이해될 수 있다. 표 4에서 보는 바와 같이, 기온의 탄력성이 강수량의 그것보다 훨씬 크기 때

문에 논의 경우처럼 온난화가 밭작물의 수익과 토지가치에 부정적인 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다.

지리 및 토양변수를 보면, 복위 변수는 경지면적과는 통계적으로 유의한 정(-)의 관계를, 토지가격과는 (+)의 관계를 보이지만 통계적으로 유의하지 않다. 이는 논의 분석 결과와 상반된 것이다.

이는 발작물이 위도가 낮은 영동지방에서 상대적으로 많이 재배되고 있는 강원도의 농업 토지이용과 관련되어 있다.

서울과 접근성지수 변수는 논의 분석 결과와 마찬가지로 경지면적과는 통계적으로 정(+의) 관계를, 농지가격과는 음(-)의 관계를 보여주고 있다. 이는 서울과의 접근성의 증가로 발작물의 시설재배가 영서지방에서 확대되고 있는 것을 반영하는 것으로 보인다. 하지만 이러한 규모 확대가 토지가치의 상승으로 이어지지 않는 것은 농지거래의 제약에 기인할 수도 있으며, 새로이 편입된 경작지가 기존 경작지보다 생산적이지 못해 이러한 결과가 초래될 수도 있을 것이다(Garcia and Viladrich-Grau, 2009). 또한, 발작물 간의 경쟁이 치열하여 농업의 기대소득이 예상보다 낮아 토지가치로 반영되지 않을 수도 있다.

양호한 토양이 농업수익과 규모 확대에 긍정적으로 기여한다는 논의 분석 결과와는 달리, 밭의 경우 토질과 경작규모 및 토지가치와 통계적으로 유의한 음(-)의 관계를 보여주고 있다. 이는 강원도 밭의 대다수가 양호하지 않을지라도 발작물의 재배가 적극적으로 행해지고 있다는 것과 관련되어 있는 것으로 보인다.

사회·경제적 변수를 살펴보면, 소득수준과 투자여력을 나타내는 1인당 지방세는 모형 1과는 통계적으로 유의한 정(+의) 관계를, 모형2와는 음(-)의 관계를 보여주고 있다. 소득증가가 투자확대로 이어지고 있지만 토지가치의 상승으로 이어지지 않고 하락하고 있다. 서울 대도시를 겨냥한 발작물(예: 토마토, 고추 등)의 재배가 소득이 상대적으로 높은 영서지방에서 이루어지고 있지만 이것이 시장조건이나 과잉경쟁으로 인하여 기대 농업소득을 얻지 못해 이러한 결과가 나온 것으로 생각된다.

인구밀도 변수의 경우 논의 분석 결과와는 달리 경작면적 및 토지가격과 통계적으로 유의한 음(-)의 관계를 보여주고 있다. 이는 강원도의 경작지

이용패턴과 관련되어 있는 것으로 보인다. 발작물의 재배가 영동지방에서 상대적으로 많이 행해지고 있으며, 이 지역의 인구밀도는 영서지방의 그것에 비해 조밀하지 않기 때문이다. 그 결과 농업 생산물에 대한 수요뿐만 아니라 비농업용 토지이용에 대한 수요도 발작물을 재배하는 영동지역에서 상대적으로 미약하다.

도시적 토지이용의 변수의 경우 경작면적과는 통계적으로 유의한 음(-)의 관계를, 농지가격과는 정(+의) 관계를 보여주고 있다. 이는 경작면적의 경우 논의 분석결과와 일치하나, 농지가격을 종속변수로 사용하는 모형 2의 논의 분석결과와는 상이하다. 이는 비농업용 토지의 수요증대를 의미하는 도시적 토지이용의 증대는 경작지의 감소를 함의한다. 이러한 경작지 감소가 농업수익을 감소시켜 토지가치의 저하로 이어지는 것이 아니라 상승으로 이어지고 있다. 논과 달리 밭의 경우 다른 용도로의 전용가능성이 상대적으로 높아 도시개발에 대한 압력이 이러한 대안적 토지이용에 대한 미래수익의 기대를 형성하게 하여 토지가치의 상승을 유발하기 때문에 이러한 결과가 나타날 수 있다.

## 5. 결론

본 연구는 기후변수가 농업부문에 미치는 경제적 효과를 분석하기 위해 Mendelsohn *et al.*(1994)이 개발한 리카디언 모형을 사용하였다. 이는 가장 널리 쓰이는 방법에도 불구하고 우리나라에서 이러한 방법을 사용한 연구는 김창길·이상민(2009)의 연구가 유일하다. 기후변화로 자연재해가 최근에 빈발하고 기후변화에 민감한 농업부문을 대상으로 이러한 접근방법을 사용하여 강원도 농업부문의 경제적 효과를 추정하였다. 그 결과는 김창길·이상민(2009)의 연구 결과와 사실상 유사

하다. 기온상승이 논과 밭의 경작면적과 토지가치에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 강수량의 경우 논의 경지면적과 정(+)의 관계를 보여주고 있으나 밭의 경우 이와는 상반된 결과를 나타내고 있다. 이러한 결과를 종합하면 기온변수가 농업활동에 부정적인 효과를 미친다고 할 수가 있다.

기후변수의 경제적 파급효과를 나타내는 추정치는 과거자료를 기반으로 있어 미래의 불확실성과 기후변수와 사회·경제 변수의 변동성을 고려할 경우 이를 절대시하는 것은 금물이다. 하지만 장기적인 효과를 고려하면 그 계수의 방향과 상대적인 강도를 파악하는 데에는 큰 문제가 없다고 생각한다. 본 연구는 온난화가 강원도의 농업활동에 부정적인 영향을 미치고 있음을 실증적으로 보여주었다는 점에서 연구의 의의가 있다고 생각된다.

본 연구는 논과 밭으로 나누어 경제적 효과를 추정하였으며, 강원도의 지역특성과 논과 밭 재배작물의 특성에 따라 지리 및 토양변수, 사회·경제적 변수에서 그 효과의 차이가 나타나고 있다. 따라서 논과 밭작물, 지역특성에 따라 경작면적과 토지가치가 상이하게 결정되고 있다는 것을 알 수 있다.

요약하면, 논과 밭의 재배작물의 차이와 지역특성에도 불구하고 기후변수, 특히 기온변수가 농업활동에 부정적인 영향을 미쳐 경제적 손실을 발생시키고 있다는 점이 실증적으로 밝혀졌다. 기후변화가 장기간 소요되고 이러한 과정에서 농업인들의 적응과정을 생각하면 기후변화의 경제적 효과가 클수도 작을 수도 있지만, 기후변화의 경제적 손실을 최소화하기 위한 적절한 정책적 대응이 요구되고 있다.

## 주

- 1) 이러한 방법들에 대한 간략한 설명은 한국환경정책평가연구원(2009)을 참조할 수 있다.
- 2) 기후학자들은 기후(climate)와 날씨(weather)를 구분한다. 전자는 장기적인 날씨의 조건의 패턴을 의미하지만, 후자는 특정한 시점에서의 대기조건을 가리킨다. 이에 대한 구별에 따라 경제적 효과의 해석도 상이할 수밖에 없다. 예를 들면, 특정기간에 좋지 않은 날씨는 농업의 수확량을 저하시켜 단기간에 농업생산물의 가격, 이윤, 수입을 증가시킬 수 있다. 하지만 이러한 단기적인 날씨의 변화가 장기적으로 농업생산물의 가격, 토지가치, 그리고 토지이용의 변화에 반영된다고 말할 수는 없다. 왜냐하면 이러한 날씨의 변화는 일시적인 현상에 불과하기 때문이다. 이에 반하여 기후변화는 해당 지역의 농업생산성, 수익성에 장기적으로 영향을 미칠 수가 있다. 이에 따라 농업의 토지이용과 토지가치도 영향을 받는다(Garcia and Viladrich-Grau, 2009).

## 참고문헌

- 김창길·이상민, 2009, “기후변화가 농업부문에 미치는 경제적 영향 분석”, 농업경제연구 50(2), pp.1-25.
- 농업과학기술원, 2007, 『기후변화에 따른 농업생태계 영향, 취약성 평가 및 적응방안 구축』.
- 윤성탁, 2005, “지구온난화가 농업생산에 미치는 영향과 대책”, 한국제농지 17(3), pp.199-207.
- 윤성호·임정남·이정택·심교문·황규홍, 2001, “기후변화와 농업생산의 전망과 대책”, 한국농림기상학회지 3(4), pp.220-237.
- 이승호·김선영, 2008, “기후변화가 태백산지 고랭지 농업의 생육상태와 병충해에 미치는 영향”, 지리학연구 42(4), pp.621-633.
- 이승호·허인혜·이경미·김선영·이운성·권원태, 2008, “기후변화가 농업생태에 미치는 영향: 나주지역을 사례로”, 대한지리학회지 43(1), pp.20-35.
- 이양수·심교문, 2005, “기후변화가 농업생산환경에 미치는 영향”, Disaster Prevention Review, No. 21, pp.23-29.
- 한국환경정책평가연구원, 2009, 『우리나라 기후변화의

- 경제학적 분석(1)], 서울:한국환경정책평가연구원.
- Chang, Ching-Cheng, 2002, "The Potential Impact of climate change on Taiwan's agriculture", *Agriculture Economics* 27, pp.51-64.
- Garcia, M. and Viladrich-Grau, M., 2009, "The economic relevance of climate variables in agriculture: The case of Spain", *Economia Agraria y Recursos Naturales* 9(1), pp.149-180.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Jain, S., 2007, "An Empirical Economic Assessment of Impacts of Climate Change on Agriculture in Zambia", Policy Research Working Paper 4291, The World Bank Development Research Group.
- Mendelsohn, R., Nordhaus, W. and Shaw, D., 1994, "The impact of global warming on agriculture: a Ricardian analysis", *The American Economic Review* 84, pp.753-771.
- Niggol Seo, Sung-no, Mendelsohn, R. and Munasinghe, M., 2005, "Climate change and agriculture in Sri Lanka: a Ricardian Valuation", *Environment and Development Economics* 10, pp.581-596.
- 교신: 정준호, 200-701, 강원도 춘천시 효자2동 192-1, 강원대학교 사회과학대학 부동산학과, 전화: 033-250-6838, 이메일: jhj33@kangwon.ac.kr
- Correspondence: Jun Ho Jeong, Department of Real Estate, Kangwon National University, 192-1, Hyoja-2dong, Chuncheon-si, Gangwon-do, 200-701, Korea Tel: +82-33-250-6838, e-mail: jhj33@kangwon.ac.kr

최초투고일 2012년 5월 19일  
최종접수일 2012년 6월 5일

*Journal of the Economic Geographical Society of Korea*  
*Vol.15, No.2, 2012(192-205)*

## **Analyzing the Economic Relevance of Climate Variables in the Agriculture of Gangwon-do**

Jeong, Jun Ho\* · Kim, Kwang-Bae\*\*

**Abstract** : This study estimates how much climate variables affect the land price and acreage of rice paddy and dry farm field in agriculture with the case of Gangwon-do in Korea. To this end, we capitalize upon the Ricardian approach based upon the panel data on climate, soil and geography, farmland prices and acreage, other economic and social variables for 11 municipal units comprising Gangwon-do during the period of 1992-2010. Our empirical analysis shows that the temperature variable has negative economic impacts on the price and acreage of rice paddy and dry farm field, confirming that the temperature variable is much significant than that of precipitation in global warming. On the other hand, the other determinants of farmland price and acreage are different with the type of farmland in Gangwon-do.

**Key Words** : climate change, agricultural land prices and acreage, rice paddy and dry farm field, Ricardian approach, Gangwon-do

---

\* Associate Professor, Department of Real Estate, Kangwon National University

\*\* Ph.D candidate, Department of Real Estate, Kangwon National University