

농업공간조직에서 시장의 영향

이 상 율*

본 연구는 전통적인 농업입지론에 기초한 생산지향 모델에서 시장원리를 고려하여 토지이용에서 변화와 농작물 가격의 변화를 고찰하기 위한 이론 연구이다. 본 연구에서 제시된 균형모델은 생산 비용, 운송률, 수요의 측면에서 생산지향모델과 비교된다. 시장(도시)의 규모가 농업토지이용에 미치는 영향을 시나리오를 통해 분석하였다. 또한 제시된 균형모델이 농업에서 불확실성이란 요소를 그 모델에서 어떻게 수용하는가를 제시하였다.

主要語 : 균형모델, 생산지향모델, 토지이용, 시장, 불확실성

1. 서론

본 연구는 농업 입지론에서 시장의 원리가 공간 구성에 어떻게 결합될 수 있는가를 살펴보기 위해서 전통적인 튜넨(Von Thünen) 모델을 재조명함에 그 목적이 있다. 튜넨이론에 바탕을 둔 대표적인 모델은 Dunn(1955)에 의해 제시되었다. 그러나 그 모델은 외생적인 시장가격에 기초한 불완전한 균형 모델이라고 할 수 있다. 실제 Dunn 자신도 시장에서 수요 문제가 농업활동에 고려되어야 한다고 지적하였지만 그 모델은 수요와 공급을 같이 고려한 모델로는 실제적으로 발전되지 못했다. 따라서 전통적인 농업이론은 생산 또는 공급에만 초점을 둔 불완전한 상태라고 할 수 있다. 본 연구의 주안점은 최근에 전개된 농업입지이론의 방향에 기초하여, 전통적인 튜넨모델의 몇가지 확장에 있다. 그러나 수학적으로 단순화 시키기 위하여 본 연구에서 모든 분석은 일차원 경제하에서 단 두가지 활동에 국한 하였다. 물론 이러한 결과는 일차원 경제하의 보다 많은 농업활동으로 일반화가 가능하다.

본 연구에서는 먼저 전통적인 튜넨 모델에 관해

서 기술하고, 그 다음 전통적인 모델에 수요를 고려한 균형모델이 제기된다. 균형모델에서는 농작물 가격, 토지이용 면적, 총생산량에 관한 값이 예시된다. 또한 전통적인 모델과 균형모델의 차이점은 비교정태분석을 통해서 비교된다. 그 다음 시장(도시)규모가 어떻게 토지이용과 농작물 가격에 영향을 미치는가를 시장의 물리적인 크기와 주민의 수요를 통해서 고찰한다. 그리고 환경적인 변화(기후 변화)와 관련한 농민의 태도의 차이에 기인하는 농업활동을 균형모델을 통해 파악한다. 농민의 태도는 먼저 장기적인 최대기대 수익의 면에서 분석하고, 그 다음 환경조건의 변화에 관계없이 보장 수익면에서 최대를 추구하는 농민의 전략을 고찰한다. 크게 두 가지 농민의 태도에서 차이는 토지 이용면에서 뚜렷이 차이가 날 것이라는 것이 보여진다.

본 연구는 몇가지 일반적인 가정을 기초로 한다. 즉, 지역 경제는 환경조건과 교통률이 어디에서나 동일하다는 등질성을 바탕으로 한다. 모든 농작물은 그 경제의 중심이 되는 도시로 운송된다. 모든 생산요소는 일정한 투입효과를 가진다. 시장에서 수요는 가격에 선형적이다.

* 경북대학교 지리학과 강사

2. 전통적인 모델

Dunn에 의해 널리 알려진 농업입지 모델은 다음과 같이 표현된다. 즉, 시장에서 거리 k 에서 얻게 된 i 작물의 지대 $R_i(k)$ 는

$$R_i(k) = E_i(P_i - a_i) - E_i f_i k = R_i(0) - T_i k \quad (1)$$

E_i =단위 면적당 생산량, P_i =시장에서 가격, a_i =생산비, f_i =운송률이다. $R_i(0)$ 는 시장에서 지대가 되며, T_i (단위 면적당 생산량의 교통비)는 지대 곡선의 기울기이다. 농작물 i 의 지대가 0이되는 거리는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$k_{i,max} = (P_i - a_i) / f_i = R_i(0) / T_i \quad (2)$$

다시 말하면 $k_{i,max}$ 는 작물 i 의 공간적 경작한계를 의미한다. 농업에서 공간조직을 간명히 살펴보기 위하여, 2가지 농업활동이 시장을 중심으로 경쟁한다고 가정한다. 또한 활동 1은 시장 주변부에서 지배적인 토지이용을 하고, 활동 2는 그보다 더 벗어난 지역에서 지배적인 농업토지이용을 한다고 가정한다. 그리고 두 가지 농업활동의 각각의 지배적인 공간활동 패턴을 표현하기 위한 필요충분조건은 $R_1(0) > R_2(0) > 0$ 및 $k_{2,max} > k_{1,max} > 0$ 이 되어야 한다. 이러한 조건은 활동 1이 보다 기울기가 급한 지대곡선을 의미하는 $T_1 > T_2 > 0$ 이 된다. 두 농업활동의 무차별 지점 k_{12} 는 다음과 같이 계산될 수 있다.

$$k_{12} = [E_1(p_1 - a_1) - E_2(p_2 - a_2)] / (E_1 f_1 - E_2 f_2) = [R_1(0) - R_2(0)] / (T_1 - T_2) \quad (3)$$

$k_{12} < k_{2,max}$ 라는 조건은, 활동 1은 $k=0$ 부터 $k=k_{12}$ 까지 지배적이고 활동 2는 $k=k_{12}$ 부터 $k=k_{2,max}$ 에 이르는 범위에서 지배적인 농업 활동을 의미한다.

일차원 경제(one-dimensional economy)에서 두 가지 활동의 각각의 지배적인 공간의 면적은 다음과 같다.

$$A_1 = 2k_{12} \quad (4a)$$

$$A_2 = 2(k_{2,max} - k_{12}) \quad (4b)$$

그리고 두 가지 활동의 각 총생산량은 다음과 같이 표현된다.

$$Q_1^s = E_1 A_1 \quad (5a)$$

$$Q_2^s = E_2 A_2 \quad (5b)$$

(표 1)에서 각 변수의 수치를 사용하여 농업의 공간 조직의 특성을 예시하면 다음과 같다. 시장에

표 1. 모델 설명을 위한 기본 변인 값

변 인	활동 1	활동 2
생산량(E)	20	10
가격(p)	6	4
비용(a)	3.25	2
운송률(f)	0.20	0.05

서 활동 1과 2의 각각의 지대는 $R_1(0)=55$ 과 $R_2(0)=20$ 이며, 지대곡선의 기울기는 $T_1=4$ 와 $T_2=0.5$ 가 되고, 경작지 한계는 $k_{1,max}=13.75$ 이고 $k_{2,max}=40$ 이다. 두 가지 농업활동의 무차별 지점 $k_{12}=10$ 이 된다. 활동 1은 시장의 양측에서 $k=0$ 에서 $k=10$ 까지의 범위에서 지배적이고, 활동 2는 $k=10$ 에서 $k=40$ 까지 지배적인 농업토지 이용을 하게 된다. 따라서 두 활동의 공간면적은 $A_1=20$ 과 $A_2=60$ 이 되고 각 활동의 총생산량은 $Q_1=400$ 과 $Q_2=600$ 이 된다.

위에서 지적된 것처럼 이러한 전통적인 모델은 각 농업활동의 생산 또는 공급측면을 취급한다는 특징을 갖고 있다. 한편 전통적인 모델에서 각 변인들의 변화에 따라 토지이용이 어떻게 변화하는지는 Peet(1969), Foust and Souza(1978), 그리고 Jones(1991)에 의해서 파악되었다. 그 결과에 의하면 농작물 가격의 변화 또는 생산비의 변화는 해당되는 지대곡선의 평행이동이 이루어지며, 단위 면적당 생산량 또는 운송률의 변화는 해당 지대곡선의 축을 중심으로 변화를 야기한다.

〈표 1〉에서 제시된 두 가지 농업활동에서 8개의 변인은 상호독립적인 것으로 가정되었다. 따라서 토지이용 패턴은 이 8개의 변인에 영향을 받는다. 그러나 전통적인 모델에서는 변인들 간의 의존관계가 결여되어 있어서, 토지이용 패턴 역시 그러한 결합을 반영하게 된다. 특히 농작물 가격을 단순히 외부변인으로 취급하는 것은 농작물 가격결정에서 중요한 결합으로 여겨진다. 전통적인 모델의 구조를 조사하면 농작물 가격은 다른 변인들과 독립적인 것이 아니라는 것이 분명해진다. 이러한 성격은 식 (2)와 (3)을 정리한 다음의 수식 표현으로부터 나타난다.

$$p_1 = a_1 + (E_1 f_1 - E_2 f_2) k_{12} / E_1 + E_2 (p_2 - a_2) / E_1 \quad (6a)$$

$$p_2 = a_2 + f_2 k_{2,max} \quad (6b)$$

식 (6a)로부터 활동 1의 농작물 가격은, k_{12} 는 일정하다고 볼 때 활동 2의 농작물을 포함한 7개의 다른 변인들에 의해 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 식 (6b)는 $k_{2,max}$ 는 일정하다고 할 때 2개의 다른 변인에 직접 영향을 받는다.

3. 균형모델

Jones et al(1978), Samuelson(1983), Nerlove and Sadka(1991)에 의해 주장된 바처럼 전통적인 생산지향 모델은 수요를 포함하도록 균형화되어야 한다. 두 가지 농업활동의 경우에는 다음과 같은 일반적인 수요곡선을 제시할 수 있다.

$$Q_1^D = \alpha_1 - \beta_{11} p_1 - \beta_{12} p_2 \quad (7a)$$

$$Q_2^D = \alpha_2 - \beta_{21} p_1 - \beta_{22} p_2 \quad (7b)$$

위의 수요 곡선에서 각 농작물의 총 수요량은, 절편에 해당하는 α_1 , α_2 , 직접적으로 자신의 가격에 영향받는 정도 β_{11} , β_{22} , 간접적으로 다른 작물의 가격에 영향을 받는 정도인 β_{12} , β_{21} 에 의해 결정된다. 위의 식 (7a)와 (7b)는 또한 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$p_1 = \delta_1 - \lambda_{11} Q_1^D - \lambda_{12} Q_2^D \quad (8a)$$

$$p_2 = \delta_2 - \lambda_{21} Q_1^D - \lambda_{22} Q_2^D \quad (8b)$$

식 (7a)와 (8a)와 식 (7b)와 (8b)는 상호 단순히 변형된 일반식이다. 본 연구의 분석에는 계산과정의 편의 때문에 식(7a)와 (7b)가 적용된다.

다음으로 시장까지의 거리와 생산의 공급량에 관계되며, 단위당 생산량에 의해 표준화 된 두 식은 다음과 같다.

$$k_{12} = Q_1^S / 2E_1 \quad (9a)$$

$$k_{2,max} = Q_1^S / 2E_1 + Q_2^S / 2E_2 \quad (9b)$$

수요와 공급을 균형화 시키기 위해, 식 (6a), (6b)에 식 (9a), (9b)를 고려한 후, 식 (7a), (7b)를 즉 $Q_1^S = Q_1^D$ 및 $Q_2^S = Q_2^D$ 의 관계로 정리하면 다음의 식이 도출된다.

$$Xp = Ya + Z \quad (10)$$

위 식에서 X와 Y는 각각 2×2 행렬로 Z는 2×1 행렬로 표현될 수 있다. 이러한 행렬의 각 요소는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} x_{11} &= E_1 + (E_1 f_1 - E_2 f_2) \beta_{11} / 2E_1 \\ x_{12} &= -E_2 + (E_1 f_1 - E_2 f_2) \beta_{12} / 2E_1 \\ x_{21} &= f_2 (\beta_{11} / 2E_1 + \beta_{21} / 2E_2) \\ x_{22} &= 1 + f_2 (\beta_{12} / 2E_1 + \beta_{22} / 2E_2) \\ y_{11} &= E_1 \\ y_{12} &= -E_2 \\ y_{21} &= 0 \\ y_{22} &= 1 \\ z_1 &= (E_1 f_1 - E_2 f_2) \alpha_1 / 2E_1 \\ z_2 &= f_2 (\alpha_1 / 2E_1 + \alpha_2 / 2E_2) \end{aligned}$$

식 (10)으로부터 균형가격은 다음과 같이 내생적으로 구해진다.

$$P = X^{-1} Y a + X^{-1} Z \quad (11)$$

예시할 의도에서 두 농작물간의 대체효과는 0으로 가정한 아주 단순한 다음과 같은 수요 상황을

농업공간조직에서 시장의 영향

고려한다.

$$Q_1^D = 460 - 10p_1 \quad (12a)$$

$$Q_2^D = 680 - 20p_2 \quad (12b)$$

다음은 <표 1>의 변인의 변화에 따른 비교 분석에 의해서 생산지향 모델과 균형모델의 차이점을 조사해 본다. 즉 일반적으로 모델의 성격을 규명하기 위해서 이용되는 미분에 의한 분석보다는 단순히 변인의 변화에 의한 결과에 주목하여 두 모델의 성격이 비교된다.

1) 생산비의 변화

먼저 생산비 $a_2=2$ 에서 $a_2=1.95$ 로 변화를 고려한다. 전통적인 모델에서는 활동 2의 지대곡선은 바깥으로 평행으로 이동한다. 따라서 무차별지점은 $k_{12}=9.857$ 이고 활동 2의 경작 한계는 $k_{2,max}=41$ 이 된다. 따라서 활동 2는 무차별 지점의 안쪽 토지였던 활동 1의 토지를 취하고 이전의 경작 한계점을 넘어 토지 경작이 이루어진다. 표 2는 생산비의 작은 변화에 기인한 예상되는 토지의 변화와 생산량의 변화를 보여준다. 반면 위의 수요에 기초한 균형 모델에서는 활동 1의 가격은 생산비 a_2 의 변화에 따른 변화가 없다. 다만 활동 2의 가격, $p_2=3.952$, 은 다소 준다. 활동 2의 경작지 한계는 조금 늘어나지만 무차별지점은 그대로이다. <표 2>에서 보이는 것처럼 전통적인 모델은 생산비 변화에 따른 활동 1의 경작지 축소와

활동 2의 경작지 확대가 과대하게 이루어진다. 특히 여기서 주목할 것은 균형모델에서 형성된 가격이라고 할 수 있다. 물론 예상되는 각 값의 변화는 주어진 변인들의 값을 밀접하게 반영한다.

2) 운송비의 변화

활동 1의 운송비가 $f_1=0.20$ 에서 $f_1=0.25$ 로 증가한 경우를 고려한다. 전통적인 모델에서 활동 1의 지대곡선은 축을 기점으로 변화하여 경작지의 한계는 $k_{1,max}=13.75$ 로부터 $k_{1,max}=11$ 로 변화한다. 이러한 변화는 무차별 지점을 안쪽으로 이동시키면서 $k_{12}=7.778$ 로 정해진다. 따라서 활동 2의 경작지는 확대된다. 표 2에서는 운송비 변화에 따른 토지이용의 변화와 총생산량의 변화를 보여준다. 한편 균형모델에서는 운송비의 변화는 해당 농작물 가격의 인상을 유도한다. 즉 p_1 은 6.471이 된다. 반면에 활동 2의 가격은 거의 변화가 없고 다만 무차별 지점을 약간 안쪽으로 이동시킨다. 이 결과에서도 전통적인 모델에 의하면 과도하게 활동 1의 토지를 축소시킨다.

3) 수요변화

세번째 시뮬레이션은 수요변화에 따른 비교분석을 고려한다. <표 3>은 식(12a)의 절편에 해당하는 a_1 의 변화에 따른 가격, 토지면적, 그리고 총생산량에서 변화를 고려한다. 활동 1의 수요곡선이 바깥으로 이동함에 따라 활동 1과 2의 가격

표 2. 생산비 및 운송률 변화에 따른 비교 정태분석(comparative static analysis)

	$a_2: 2.00 \rightarrow 1.95$		$f_1: 0.20 \rightarrow 0.25$	
	생산지향모델	균형모델	생산지향모델	균형모델
p_1	6.000	6.000	6.000	6.471
p_2	4.000	3.952	4.000	3.994
k_{12}	9.857	10.000	7.778	9.882
$k_{2,max}$	41.000	40.047	40.000	39.889
A_1	19.714	20.000	15.556	19.764
A_2	62.286	60.094	64.444	60.013
Q_1	394.280	399.988	311.120	395.289
Q_2	622.860	600.952	644.440	600.128

이 상승하는 것을 볼 수 있다. 또한 무차별 지점 및 활동 2의 경작지 한계 역시 바깥으로 이동한다. 따라서 총생산량 역시 증가한다. 여기서 주목할 것은 한 수요곡선의 변동은 다른 토지이용에서 변화를 초래한다는 점이다. 유사한 결과가 식 (7a)와 (7b)의 자신의 가격 또는 교차 가격의 변화에서도 나타날 수 있다.

인구수로 간단히 나눔으로 개개인의 수요곡선은 다음과 같이 변환될 수 있다.

$$Q_1^D = 0.00460 - 0.00010p_1 \quad (14a)$$

$$Q_2^D = 0.00680 - 0.00020p_2 \quad (14b)$$

표 3. 활동 1의 수용곡선에서 변화의 효과

α_1	p_1	k_{12}	Q_1	p_2	$k_{2,max}$	Q_2
440	5.905	10.024	400.956	3.977	39.546	590.440
460	6.000	10.000	400.000	4.000	40.000	600.000
480	6.095	9.976	399.052	4.023	40.454	609.560
500	6.189	9.953	398.105	4.045	40.907	619.087

4. 시장(도시규모)과 균형모델

균형화한 튜넌 모델은 쉽게 도시 시장의 크기와 그 도시 주민의 수요에 쉽게 적용시킬 수 있다. 여기서 도시 시장이 일정 크기를 갖는다고 가정한다. 그 도시의 경계는 양편에서 k_0 로 가정한다. 토지경작자는 농지에서 도시 시장의 중심, 즉 $k=0$, 으로 농산물 수송에서 모든 운송비를 부담해야 한다고 역시 가정한다. 이러한 경우, 식 (9a), (9b)에서 변인 k_0 가 다음처럼 첨가된다.

$$k_{12} = Q_1^S / 2E_1 + k_0 \quad (13a)$$

$$k_{2,max} = Q_1^S / 2E_1 + Q_2^S / 2E_2 + k_0 \quad (13b)$$

k_0 는 도시와 농촌의 경계를 나타낸다. 따라서, 매트릭스 Z에서 계수는 모델의 균형값을 구하기 위해 식(11)에 적용하기 전에 다음과 같이 조정되어야 한다.

$$z_1 = (E_1 f_1 - E_2 f_2) \{ (\alpha_1 / 2E_1) + k_0 \}$$

$$z_2 = f_2 \{ \alpha_1 / 2E_1 + \alpha_2 / 2E_2 + k_0 \}$$

예시할 목적으로 도시 시장의 인구가 $N=100,000$ 이며 모든 주민은 각 농산물에 대해 동일한 수요를 갖는다고 가정한다. 식 (7a), (7b)는 전체

위 식은 도시 시장의 두 가지 형태의 성장에 적용시켜 볼 수 있다. 우선, 도시가 외곽으로 현재의 인구를 유지하면서 성장하는 경우이다. 이러한 것은 인구밀도의 감소를 의미한다. 반면에 도시의 크기는 현재상태로 유지하면서 인구증가가 일어나는 경우이다. 이것은 인구밀도의 증가를 의미한다. 다시 말하면 농작물에 대한 수요의 증가로 이어진다.

<표 4>에서는 다음의 4가지 경우를 보여주고 있다. 첫째는 이 연구에서 기본적으로 <표 1>의 변인들의 값을 이용한 경우이다. 둘째는 $k_0=5$ 의 도시 경계를 가진 경우이다. 이 경우는 분명히 첫 번째 경우보다 시장으로 운송과 관련하여 농작물 가격이 인상되는 경우를 보인다. 셋째 경우에는 $k_0=10$ 으로 도시가 확장되었기 때문에 인구밀도가 반으로 준다. 이 경우 역시 농작물 가격은 더욱 더 인상되는 것을 보여준다. 끝으로 넷째 경우는 인구가 배가 될 때의 결과를 보여준다. 이 경우에는 p_1, p_2, k_{12} , 및 $k_{2,max}$ 가 셋째 경우에 비해 뚜렷이 증가하는 것을 보인다.

도시성장은 농업적인 토지이용에서 두 가지 효과를 보인다. 첫째, 도시확장에 의해서도 농작물 가격의 인상을 유도한다. 그러나 이 효과는 두 작물의 토지 면적에는 별로 영향이 나타나지는 않고 작물의 경작지의 입지에만 변화를 가져오는 경향이 보인다. 둘째, 일인당 수요를 일정하게 유지

표 4. 시장(도시) 규모의 두가지 효과

N	k_0	p_1	p_2	k_{12}	$k_{2,max}$
100,000	0	6.000	4.000	10.000	40.000
100,000	5	6.947	4.226	14.763	44.536
100,000	10	7.894	4.454	19.527	49.073
200,000	10	10.219	6.177	27.891	83.537

할때 인구성장은 각 활동의 수요곡선을 바깥으로 이동시킨다. 농업적인 토지이용은 두 작물의 수요 변화를 수용하기 위해 더욱 더 외곽으로 확장된다. <표 4>의 둘째와 넷째는 실제 도시와 인구성장이 일어날 때의 경우를 대략적으로 표현한 것이라고 볼 수 있다.

5. 다양한 환경변화의 수용

Davenport(1960), Gould(1963) 및 Wolpert (1964) 이래, 지리학자들은 의사 결정자가 불확실한 환경조건에서 어떠한 농업전략을 택하는가에 대한 관심을 기울였다. 그 후 Smith(1977), Cromley(1982), Jones(1983) 및 Cromley and Hanink(1989)에 의한 연구로 이어지지만 불확실한 환경에서 의사결정의 문제는 농업입지론에서 충분히 수용되지 못하였다. 본 연구에서는 환경조건을 단순히 습윤년(wet years)과 건조년(dry years)으로 양분, 즉 $j=2$ 하여 살펴본다. 여기서, 활동 i 의 단위당 생산량 (E_{ij})는 환경조건에 따라 변하지만 생산비 (a_i)와 운송률 (f_i)은 환경조건에 영향을 받지 않는다고 가정한다. 전통적인 모델에서는 가격은 환경조건에 영향을 받지 않지만 균형 모델에서 가격은 환경조건 변화와 어떠한 관계가 있는지가 주목된다.

시장으로부터의 거리 k 에서 거둔 지대 $R_{ij}(k)$ 는 다음과 같이 다시 표현될 수 있다.

$$R_{ij}(k) = E_{ij}(p_i - a_i) - E_{ij}fk \quad (15)$$

분석을 용이하게 하기 위하여 다음의 네 가지 조건을 우선 제시한다.

(a) $E_{11} > E_{12}$ 및 $E_{22} > E_{21}$, 이것은 활동 1은 습윤년에서 활동 2는 건조년에서 최대의 생산을 가진다는 것을 의미한다.

(b) $R_{11}(0) > R_{21}(0)$, 활동 1은 습윤년에는 시장에 인접한 토지의 지배적인 경작패턴이다.

(c) $k_{2,max} > k_{1,max}$, 활동 2는 활동 1보다 먼 경작지 한계를 갖는다.

(d) 습윤년은 q_1 의 확률, 건조년은 q_2 의 확률로 발생한다. 따라서 $q_1 + q_2 = 1$

위의 가정과 더불어 어떤 해에 두 활동의 예상되는 생산은 다음과 같이 표현 할 수 있다.

$$E_1^* = q_1 E_{11} + q_2 E_{12} \quad (16a)$$

$$E_2^* = q_1 E_{21} + q_2 E_{22} \quad (16b)$$

표 5. 두 가지 환경 조건에서 각 활동의 생산량

환경조건	활동 1	활동 2
$j=1$ (습윤년)	20	10
$j=2$ (건조년)	10	20

<표 5>에서처럼 각 환경 하에서 단위당 생산의 정도를 고려하고, 또한 습윤년의 확률이 0.60, 건조년의 확률이 0.40으로 예상된다고 가정한다. 이러한 조건은 일반적인 지대곡선의 순서에 필요하다. 즉 활동 1이 시장 가까이에서 지배적인 농업 패턴이 될 수 있도록 고안된 수치이다. 위에서 주어진 수 값으로는 평균적으로 두 가지 작물의 단위당 생산은 각 $E_1^* = 16$ 과 $E_2^* = 14$ 이다.

1) 최대예상 지대

Cromley(1982)는 토지 경작자는 시장으로부터 거리에 따라 최고의 기대 지대를 추정함으로써 장기적인 수익을 최대화하려고 한다고 한다. 즉 기대 수익은 각각의 환경적인 영향에 따른 생산정도와 그 환경의 발생확률의 정도에 영향을 받는다고 본다. 전통적인 모델에서는 두 가지 기대수익지가 곡선은 다음과 같이 계산될 수 있다.

$$R_1^*(k) = q_1 R_{11}(k) + q_2 R_{12}(k) = 44 - 3.20k \quad (17a)$$

$$R_2^*(k) = q_1 R_{21}(k) + q_2 R_{22}(k) = 28 - 0.70k \quad (17b)$$

따라서 무차별지점은 $k_{12} = 6.4$ 이며 활동 2의 경작지 한계는 $k_{2,max} = 40$ 이 된다. 토지 경작자는 시장으로부터 거리 0에서 6.4까지는 활동 1을, 거리 6.4에서 40까지는 활동 2라는 농업에서 공간조직을 함으로써 장기적인 지대수익을 최대화한다. 여기서 장기적인 수익이라는 의미는 어떤 특정한 해에 거둘 수 있는 수익이 아니라 상당 기간에 걸친 평균적인 의미이다.

표 6. 불확실한 환경에서 두 모델의 결과

	최대기대 모델	보장수익 모델
p_1	5.823	6.008
p_2	4.010	4.007
k_{12}	5.211	10.027
$k_{2,max}$	40.201	40.148
A_1	10.423	10.307
A_2	69.978	69.988
O_1	166.768	164.914
O_2	979.698	979.811

균형모델에서 해결은 식 (10)에서 제시된 행렬 X, Y, Z의 계수를 조정함으로써 가능해진다. 그 식에서 E_1 대신 E_1^* 를 넣고, 또한 E_2 대신 E_2^* 를 넣고서 식 (11)에서 가격 p 를 계산한다. 이렇게 함으로써 k_{12} , $k_{2,max}$ 의 값을 계산할 수 있다. 다음의 수요곡선이 균형모델에서 이용된다.

$$Q_1^D = 225 - 10p_1 \quad (18a)$$

$$Q_2^D = 1100 - 30p_2 \quad (18b)$$

<표 6>의 첫째 열에 나타난 값은 <표 1>의 생산비와 <표 5>의 생산량을 이용한 기대수익 모델로부터 얻어진 결과다. 장기적인 가격은 각각 $p_1 = 5.823$ 과 $p_2 = 4.010$ 이다. 거리 0에서 장기적인 기대 지대는 $R(0) = 41.168$ 이다. 바꿔 말하면 환경조건이 변한다고 해도 그와 같은 가격이 평균적으로 형성될 것이라는 것이다. 실재로는 $q=1$ 의 확률로 어떤 습윤년이 발생한다면 활동 1은 과잉 공급이 되고 활동 2는 부족하게 된다. 반대로 확률 $q=2$ 의 확률로 건조년이 발생한다면 활동 1은 과소 공급되며 활동 2는 과잉공급이 생긴다. 그러나 경작자가 과잉생산량을 저장할 수 있다면 장기적으로는 <표 6>에 나타난 가격으로 수익을 최대화하게 된다. 물론 여기서 예시한 결과는 제시된 데이터 값과 확률의 정도에 따른 결과이다. 환경조건의 상태가 확실성에 가깝다면 앞 절에서 논의된 균형 모델에 바탕을 결과와 유사할 것이다.

2) 최대보장지대

Cromley(1982)는 또한 Gould(1963)의 자급농민의 태도는 두 가지 환경조건과는 독립적으로 경작자로 하여금 최대보장 수익과 관련되어 있다고 보고있다. 이러한 접근방식은 바로 의사결정자는 최악의 조건 하에서 어떻게 농민이 적용하는가를 보여주는 Wald(1950)의 기준에 입각한 방식이다. Cromley에 의한 선형모델에서는 특정 거리에서 작물의 경작방식이 파악되지만 본 연구에서는 최대보장 지대가 시장에서 무차별지점까지 연속적으로 파악될 수 있다. 이러한 특성을 규명하기 위해서, 먼저 어떤 거리 $k(0 \leq k \leq k_{12})$ 에서 농업 토지이용에서 활동 1이 차지하는 정도를 나타내는 토지는 확률함수인 $d_1(k)$ 로 표현된다.

$$d_1(k) = \frac{[R_{22}(k) - R_{21}(k)] / \{[R_{11}(k) - R_{12}(k)] + [R_{22}(k) - R_{21}(k)]\}} \quad (19a)$$

$$d_2(k) = 1 - d_1(k) \quad (19b)$$

예로서, <표 1>에 나타난 변인들의 값을 이용할 경우에 위의 확률함수는 $d_1(k) = (20 - 0.5k) / (47.$

농업공간조직에서 시장의 영향

5-2.5k)가 된다. 이것은 시장에서의 농민은 활동 1에 토지의 42.11%를 이용하고 활동 2에 나머지 토지 57.89%를 이용한다. 이렇게 함으로써 어떠한 환경조건에도 상관없이 그 지점에서 지대소득인 $R(0)=34.74$ 를 보장할 수 있게 된다. 그리고 k 즉 거리가 시장으로부터 멀어짐에 따라 보다는 많은 토지가 활동 1로 이용되고 활동 2에는 적게 토지가 할당된다. $k_{12}=10$ 인 지점에서는 토지의 66.7%가 활동 1로 이용되고 33.33%가 활동 2에 이용된다. 이 지점에서 보장지대는 $R(10) = 15$ 가 된다. 반면에 k_{12} 로부터 $k_{2,max}$ 에 이르는 지점에서는 활동 2가 지배적인 농업활동이 전개되는데, 이 경우 최악의 환경조건은 습윤년이 된다.

습윤년에 대한 무차별 지점은 혼합용도의 토지이용의 한계지점이 된다는 것을 표현하기 위하여 시장에서의 거리 k에서 보장지대는 다음과 같다.

$$GR_{12}(k) = A/B \quad (20)$$

A와 B는 다음의 축약된 표현이다.

$$A = (E_{11}E_{22} - E_{12}E_{21})(p_1 - a_1 - f_1k)(p_2 - a_2 - f_2k)$$

$$B = (E_{11} - E_{12})(p_1 - a_1 - f_1k) + (E_{22} - E_{21})(p_2 - a_2 - f_2k)$$

또한 보장지대는 각 환경조건 최악의 경우에서 지대도 고려되어야 한다. 그래서 활동 2의 보장지대는 다음과 같다.

$$GR_{12}(k) = E_{21}(p_2 - a_2 - f_2k) \quad (21)$$

다음으로는 습윤년의 경우에 무차별지점 k_{12} 는 다음과 같이 나타난다.

$$k_{12} = [E_{11}(p_1 - a_1) - E_{21}(p_2 - a_2)] / (E_{11}f_1 - E_{21}f_2) \quad (22)$$

그 지점에서 활동 1의 토지이용 비율은 다음과 같다.

$$d_1(k_{12}) = [E_{11}(E_{22} - E_{21})] / (E_{11}E_{22} - E_{12}E_{21}) \quad (23)$$

반면, 활동 2의 비율은 $d_2(k_{12}) = 1 - d_1(k_{12})$ 이다.

활동 1의 토지이용 면적을 계산하기 위해서는 시장으로부터 혼합적인 토지이용의 한계까지는 토지이용에 관한 함수 $d_1(k)$ 에 대해서 적분이 필요하다. 이는 1차원에서는 다음과 같다.

$$A_1 = 2 \int_0^{k_{12}} d_1(k) dk \quad (24)$$

한편 활동 2의 토지면적은 다음과 같다.

$$A_2 = 2k_{2,max} - A_1 \quad (25)$$

예상 생산정도를 나타내는 E_1^* 와 E_2^* 는 식 (5a), (5b)에서 평균적인 년도의 총생산량을 구하기 위해 적용된다.

<표 6>의 오른쪽 결과는 보장지대 모델에 의한 결과를 보여준다. 시장으로부터 거리가 $k_{12}=10$. 027까지는 두 활동이 혼재되어 토지이용이 이루어지고 그 지점을 넘어서는 활동 2가 지배적인 토지이용을 보인다. 균형가격, 토지면적, 총생산량은 기대수익 모델의 결과와는 많은 차이를 나타내지는 않지만 토지이용의 패턴은 뚜렷이 대조된다. 농민은 어떤 년도에는 두 가지 활동 가운데 하나에 대해서 과잉공급 또는 과소공급의 생산을 할 수 있다. 다만 여기서는 장기적인 측면에서 평균적인 결과를 보여준다. 시장에서의 토지는 활동 1에 42.13%가 배분되고 나머지 57.87%가 활동 2에 배분된다. 이 지점에서는 환경적인 영향에 관계없이 보장지대는 $R(0)=34.850$ 이 된다.

이러한 결과에 의하면 자본주의 경제 체제하에서 왜 농민이 보장지대라는 전략을 택하는 지를 이해하기는 쉽지 않다. 이러한 설명에는 과잉공급시의 저장능력을 생각해 볼 수 있다. 농민이 좋은 환경조건인 년도에 과잉 생산물을 저장하지 못하고 모두 시장에 보낸다고 한다면 가격은 급격히 내려갈 것이다. 반면에 과소 공급시에는 가격은 급격히 상승할 것이다. 따라서 농민은 연간 수익면에서 보다 적은 변동을 선호할 경우에는 보장지대

전략을 택할 가능성이 있다고 여겨진다. 또한 예로서 이용된 데이터에 따른 결과는 기대수익 모델 및 보장지대 모델에서나 그렇게 차이가 나지는 않는다. 따라서 <표 6>과 같은 결과에 따른 보다 일반적인 해석은 생산정도, 수요, 비용등의 변인들의 선택에 보다 엄밀한 조사에 기초해야 할 것이다.

6. 결론

본 연구에서는 농업시장의 영향에 따른 농작물의 토지이용에 관한 공간조직을 살펴보았다. 튜넨 모델을 시장에서의 수요와 결합하여 1차원 면에서 이루어졌다. 농업활동은 단지 계산상의 편의를 감안해서 두가지 활동에 국한되었지만 셋 또는 네가지 활동으로 확장할 수 있다. 본 연구의 결과는 특히 전통적인 튜넨모델은 생산지향 모델이므로 농산물의 가격문제에 대해서 시장의 역할을 파악할 수 없다는 것을 보여준다. 이점에 기초하여 시장 즉 도시공간의 규모에 따른 농업공간의 변화를 살펴보았다. 그리고 각 농작물의 불확실한 환경조건 영향하에서, 농민의 경작에 대한 태도에 따른 결과를 예시하였다.

본 연구는 농업입지론의 새로운 조명이었지만 다음과 같은 문제에 대해서 관심이 있어야 한다고 보아진다. 첫째, 수요의 지리적인 측면, 즉 지역간 또는 지역내에서 수요의 구성요소가 보다 구체적으로 표현되어야 하리라 본다. 그래서 이러한 수요에서 변화가 어떻게 수요곡선에 반영될지를 조사할 필요가 있다. 또한 다른 시장의 개입에 의한 지대곡선의 변화도 파악될 수가 있다. 둘째, 도시성장과 농업적인 토지이용의 변화간의 상호의존성에 관한 연구가 본 연구와 관련될 수 있을 것이다. 끝으로 생산량은 생산함수 모델과 밀접히 관련되어 있으므로 이에 관한 연구도 포함될 수 있다.

文 獻

Cromley, R.G., 1982, The Von Thünen model and environmental uncertainty, *Annals of the Association of American*

- Geographers*, 72, 404~410.
- Cromley, R.G. and Hanink, D.M., 1989, A financial-economic von Thünen model, *Environment and Planning A*, 21, 951~960.
- Davenport, W., 1960, Jamaican fishing: a game theory analysis, *Yale University Publications in Anthropology*, 59, 3~11.
- Dunn, jr., E.S., 1955, The equilibrium of land-use patterns in agriculture, *Southern Economic Journal*, 21, 173~187.
- Foust, J.B. and de Souza A.R., 1978, *The Economic landscape*, Charles Merrill, Columbus, Ohio.
- Gould, P.R., 1963, Man against his environment: a game theoretic framework, *Annals of A.A.G.*, 53, 290~297.
- Jones, A., W. McGuire and Witte A., 1978, A reexamination of some aspects of von Thünens model of spatial location, *Journal of Regional Science*, 18, 1~15.
- Jones, D.W., 1983, Location, agricultural risk, and farm income diversification, *Geographical Analysis*, 15, 231~246.
- Jones, D.W., 1991, An introduction to the Thnen location and land use model, *Research in marketing*, 5, 35~70.
- Mc Carty, H.H., and Lindberg J.B., 1966, *A Preface to Economic Geography*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Nerlove, M.L., and Sadka E., 1991, Von Thünens model of the dual economy, *Journal of Economics*, 54, 97~123.
- Peet, R., 1969, The spatial expansion of commercial agricultural in the nineteenth century: a von Thünen interpretation, *Economic Geography*, 45, 283~301.
- Samuelson, P.A., 1983, Thünen at two hundred, *Journal of Economic Literature*, 21, 1468~1488.

농업공간조직에서 시장의 영향

Smith, T.R., 1977, Uncertainty, diversification, and mental maps in spatial choice problems, *Geographical Analysis*, 10, 120~140.

Wald, A., 1950, *Statistical Decision*

Functions, John Wiley, New York.

Wolpert, J., 1964, The decision process in a spatial context, *Annals of the Association of American Geographers*, 54, 537~558.

The Influence of Market in Agricultural Spatial Organization

Sang-Yool Lee*

Although modern versions of the traditional Von Thünen theory have contributed to a description of spatial organization in agriculture, they did not incorporate the market mechanism as an integral part of location theory. This deficiency has been indicated and new mathematical structure has been proposed elsewhere by the author. The closed model, which simultaneously considered a basic principle of supply and demand, exposed a computational complexity. Based on the problem, this study attempts to extend market mechanism in order to consider the influence of city (market) size in agricultural location theory.

To theoretically explore the economic relationship in a location theory, this study simplifies agricultural activity as just two activities in one-dimensional spatial economy. The problem has been solved by equating total supply and demand of agricultural products, and then by determining each agricultural price from the relationship. All of the mathematical problems have been arranged in matrix form.

First, the traditional model and closed model have been compared by quantitative comparative statics which provides the sensitivity test for each model. The results have shown that the traditional model

shows a relatively excessive change in land use, besides the deficiency of a constant agricultural price. Second, the effects of the size of market town and its population increase were examined, using the closed model. In this case, the price of agricultural product is increased, and the land use is extended outward. This proves that locational rent is related to the expansion of land use. Third, environmental uncertainty was associated with the closed model, in order to further consider the difference of farmers attitude in strategic perspective. In this study, two extreme attitudes, which reflects the maximum average expected returns and the maximum guaranteed returns, were examined in their land use and their effects on the prices of agricultural products. It was shown that the two farmers attitudes can be interconnected with location theory.

Due to the exogenous data, the differences in the area of land use and total quantities of agricultural products were not clearly shown in this study. However, it was shown that the land use pattern is very different. That is, maximum guaranteed return model reveals a mixed land use pattern around the market town. Basically, this study shows some spatial and economic implications related to Von Thünen model.

* Lecturer, Department of Geography, Kyungpook National University.

농업공간조직에서 시장의 영향

Key Words : location theory, market,
Von Thünen model, expected return model,
guaranteed return model