

연구논문

## 다중 로지스틱 모형에 의한 농경지 휴경잠재성 분석

- 경상남도 창원군 이방면을 대상으로 -

박인환\* · 장갑수\*\* · 서동조\*\*\*

경북대학교 농업생명과학대학 조경학과\*, 충남발전연구원 환경생태연구부\*\*, 서울디지털대학교 컴퓨터공학부\*\*\*

(2005년 11월 9일 접수, 2006년 2월 1일 승인)

## An Analysis of the Fallow Potential in Agricultural Area by Multi-logistic Model

- A Case Study of Ibang-myeon, Changnyeong-gun, Kyungsangnam-do -

Park, In-Hwan\* · Jang, Gab-Sue\*\* · Seo, Dong-Jo\*\*\*\*

Dept. of Landscape Architecture, Coll. of Agr., Kyungpook National University\*

Dept. of Environmental and Ecological Research, Chungnam Development Institute\*\*

Dept. of Computer Engineering, Seoul Digital University\*\*\*

(Manuscript received 9 November 2005; accepted 1 February 2006)

### Abstract

Topographic condition is one of the most important things in farming activities. The topographic condition didn't matter for farming in the past because agricultural products had competitive power in the market. So farmers tried to extend their farms without any concern of topographic condition. We need less labor-consuming farming as industrial structure has been changed and the competitive power of the farming has been getting weak. This study analyzed the fallow potential in agricultural area by topographic condition so that we have got results as follows.

Maps of elevation, slope, distance from roads and water resources were made for getting a fallow probability model in farms, and these 4 factors were used as independent variables while a variable on whether it is fallow or not is a dependent variable in logistic regression model.

In an analysis of the fallow potential depending on farm land types, the fallow probability in fallow orchard showed the highest value of farm lands, 0.973. Cultivated orchard had 0.730 and upland had 0.616 of the fallow probability. The fields having high fallow potential had high elevation, steep slope, and long distance from water resources and roads. Especially, fields

having a probability over 0.99 appeared in orchards, fallow uplands and single cropping uplands, which were recognized to have several disadvantages related to the fallow like as high elevation, steep slope, and long distance from water resources and roads.

With the logistic analysis, the suitable farm lands appeared at 16.45m of the mean elevation, 1.89 degree of the mean slope, 39.91m of the average distance from water resources, and 32.39m of the average distance from roads. On the contrary, non-suitable land appeared at 114.7m of the mean elevation, 24.9 degree of the mean slope. The distance from roads was more important variable than the distance from water resources for analyzing suitable farm land.

Key words : Fallow potential, Topographic condition, Logistic regression model, GIS

## 1. 서론

농경이 시작된 이래 근래까지 인간은 농경문화를 중심으로 한 삶을 영위해 왔다(김동수 등, 1994; 정필균, 1983). 농경이 생활경제의 주축이었던 과거의 토지관리는 주로 농경지 확보와 관개시설 정비가 중심을 이루었고, 자연의 변형보다는 자연에 순응하는 토지이용의 형태를 특징으로 하였다(국토연구원, 2002). 그러나 1990년대에 들어서면서 급격한 인구의 증가와 사회구조의 변화는 토지수요와 토지에 대한 관리방법을 근본적으로 변화시켰다(계기석 등, 1997; 채미옥 등, 2002; 송인주 등, 2003). 자연으로부터 주어진 순수한 혜택만으로는 더 이상 새로운 생활욕구와 경제적 욕망을 충족할 수 없게 되면서 인간은 점차적으로 도시로 모여들게 되었고 도시화가 급격히 진행되었다(이정전, 1985). 도시화의 반대급부로 도시근교에서는 농지가 훼손되었고, 특히 지방화의 영향에 따른 산업단지 이전, 신도시 개발 등 각종 개발계획과 동반한 주변 농지의 무분별한 전용은 지역경관과 자연환경을 변화시켰으며, 동시에 농촌 내 생활환경의 질마저도 저하시키는 원인으로 작용하였다(박현주 등, 1999, 장갑수, 2004). 농촌을 비롯한 국토의 무분별한 이용이 지속됨에 따라 2003년 정부는 국토 및 토지 관련 3개 기본법령을 재편하였고, 토지적성평가(土地敵性評價, land suitability assessment)를 실시하여 관리지역(구, 준농림지역)에 대한 관리를 보다 체계화하고자 하였다(건설교통

부, 2003; 국토연구원, 2002; 채미옥 등 2001; 2003a; 2003b).

한편, 지속적인 도시로의 인구유입은 농촌의 절대 인구를 감소시켰고, 젊은 노동력의 감소에 따라 작부 체계가 변화했으며 점차적으로 휴경면적이 증가하였다<sup>1)</sup>. 휴경현상의 중요한 원인 중의 하나로 경사를 들 수 있는데, WTO 출범 이후 농촌의 과소화(過疎化)가 본격화되면서 경사가 급하거나 고도가 높고 접근성이 떨어지는 조건불리지역을 중심으로 휴경가능성도 높아지고 있다(이한방, 2000).

농지의 감소, 농촌사회의 고령화 등 여러 농촌문제에 의해 조건불리지역을 농지로 이용하려는 매력이 상실되면서 정부에서도 경사지와 같은 농업활동이 어려운 지역에 대해 직접지불제 방식으로 보상하는 제도적 장치를 마련하였지만, 국내의 다양한 농업여건 상 전수조사나 사례연구를 통해 조사한 것이라기보다 일본, 독일, 영국 등 외국의 유사 사례를 종합하여 경사지 조건불리지역 기준을 설정하였기 때문에(김태연, 1995; 농림부, 2001; 2004; 오내원, 2000; 이한방, 2000; 한국농촌경제연구원, 1998) 우리나라 여건에 적용하기 위해서는 충분한 사례 연구가 필수적이라 보여진다.

휴경을 주제로 하여 나영은 등(1996)은 휴경논의 합리적 재이용을 위해 휴경년수별 토양특성과 식생변화를 조사한 바 있고, 국용인 등(2002)은 논 휴경의 경과년수에 따른 잡초의 생태적 특성 변화를 분석한 바 있으며, 강병화 등(2003)은 인간에 의한 교란

이 적은 지역의 휴경지에서의 년차별 식생 특성을 구명한 바 있다. 또한 이한방(2001)은 농업적 토지이용과 경영이 휴경에 미치는 영향 및 그 문제들을 분석한 바 있다. 상기 연구들은 단위 공간 내에서의 휴경농경지 특성 변화를 시계열적으로 조명하거나 농업경영의 입장에서 휴경문제를 조명하였다는 측면에서 의의가 있지만 휴경 가능지 혹은 휴경지의 공간적 분포 등 휴경발생의 원인을 규명하기 위한 국내의 연구는 많지 않았다.

따라서 지형 및 배수를 위한 수자원과의 접근성 등 공간분석을 통해 휴경 가능성을 이해해 볼 필요가 있으며, 이에 본 연구에서는 공간적이고 지형적인 특성들이 농경지의 휴경에 영향을 미치는 관계를 로지스틱 회귀모형으로 정립함으로써, 지형적 특성을 고려한 농경지 휴경잠재성을 분석하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구 대상지

연구지역인 경남 창녕군 이방면은 그 면적이 46.57km<sup>2</sup>로서 군 내 창녕읍 및 남지읍을 제외하면

관할 읍·면 중 가장 큰 면적을 소유하고 있으며, 총 1,373가구 중 약 90.75%인 1,246가구가 농업을 주업(主業)으로 하는 전형적인 농업지역이다(창녕군, 2002). 또한 낙동강과 인접한 중하류 지역에 위치하여 농업용수가 풍부하므로 곡간지(谷間地, valleys)를 중심으로 양질의 농경지가 발달하였고 연중 온난한 기후조건으로 인해 겨울에도 소득작물인 마늘·양파 등이 월동하므로 이모작이 가능하여 다른 지역에 비해 농업경쟁력이 뛰어나다. 창녕군 통계연보를 통하여 농업인구변동을 살펴보면(창녕군, 2002), 1977년 창녕군 인구는 25,615세대 132,963명이었는데, 1985년 들어 10만명 이하로 감소하여 2001년 현재에는 26,352세대 71,047명이다. 즉 창녕군의 세대수는 늘었으나 청년층의 도시로의 이주로 인해 세대당 인구는 약 50% 축소된 것으로 나타났다. 특히 노령층 인구는 점진적으로 늘어나서 2001년 현재 65세 이상의 고령자가 전체 인구의 17%나 차지하는 노령화 사회<sup>2)</sup>이며 이후 노년층의 비율은 더욱 늘어날 것으로 예상되는데, 따라서 연구지역의 휴경면적은 농지의 입지 및 지형조건에 따라 지속적으로 증가할 것으로 사료된다.

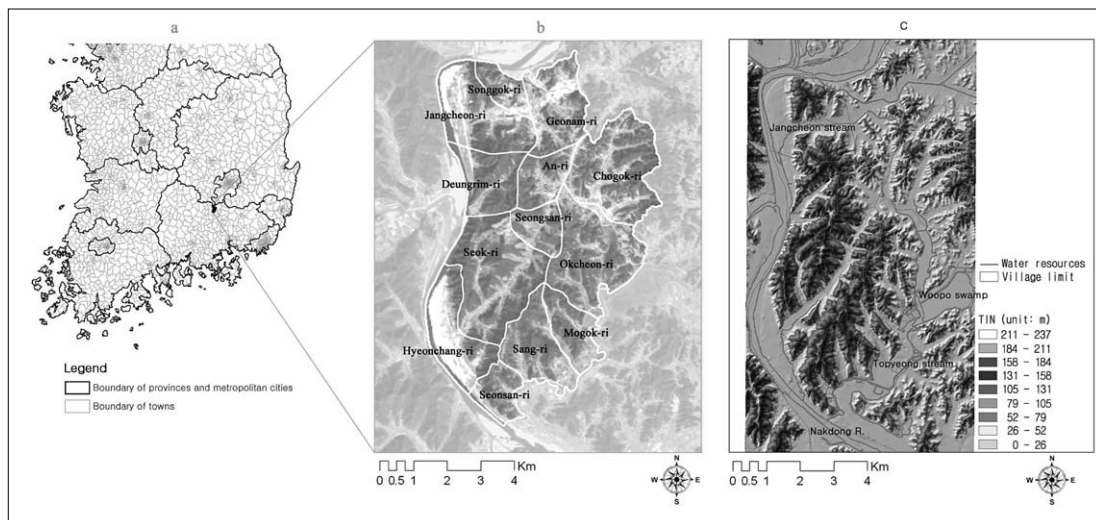


Fig. 1. A geographical map of study area: Ibang-myeon, Changnyeong-gun, Kyungnam province, Korea (a: Administrative district map in Korea; b: Study area with KOMPSAT-1 EOC for background; c: Topographical condition in study area with TIN)

이에 따라 기후조건은 양호하나 지형조건이 불리하여 인구의 감소와 노령화로 인해 휴경이 점차 증가하고 있는 창녕군 이방면 농업지역을 본 연구의 대상 지역으로 설정하였다.

## 2. 수치지형도를 활용한 현장분석

### 1) 지형 및 접근성 분석

농경지의 휴경에는 여러 제한인자들이 존재하지만, 현장조사에 의하면 고도와 경사가 가장 밀접한 관계를 가지는 것으로 보이며 그 외에도 수자원의 원활한 공급과 농작업 지원을 위한 도로와의 접근성 등을 고려할 수 있다. 토지이용 제한인자 중 하나인 휴경의 원인을 분석하기 위해서는 대상지의 토지이용에 반하는 요인에 대한 공간정보의 구축이 필요한데, 전술한 고도, 경사, 수자원·도로로부터의 거리를 휴경관련 제한인자로 설정하였다. 휴경관련 제한인자를 위한 공간자료 구축을 위해 지역 내 전반적인 지형·지물·기복 등의 공간적 특성을 잘 반영하고 있는 국토지리정보원(國土地理情報院, National Geographic Information Institute: NGI)에서 구축한 축척 1:5,000 수치지형도를 활용하였다.

고도와 경사는 수치지형도 상의 등고선과 표고점을 참조하여 구축하였고(그림 2-a, b). 수자원과의 거리는 지형도에서 수자원을 나타내는 2111, 2112, 2114, 2312 레이어를 통하여 구축하였으며, 각 수자원과의 거리는 ArcView 3.2에서 find distance 모듈을 활용하여 그리드 주제도로 완성하였다(그림 2-c). 도로정보도 마찬가지로 수치지형도 레이어 중 도로를 나타내는 3113, 3116, 3117 및 3119번 레이어를 별도로 추출하여 새로운 주제도로 제작하였고, 이를 다시 ArcView 3.2에서 find distance 모듈을 활용하여 그리드 주제도로 완성하였다(그림 2-d).

### 2) 휴경지 조사

최근 극심한 인력부족으로 인해 지방의 농업지역에서는 휴경 농경지가 증가하고 있고, 특히 경사지에 서의 휴경은 눈에 띄게 증가하였으며, 장기화 된 휴

경지에서는 잡초뿐만 아니라 은사시나무(*Populus alba x glandulosa*)와 같은 목본류들이 우점하고 있음을 관찰할 수 있었다(그림 3).

휴경 여부에 대한 현장조사는 1997년에 국토지리정보원에서 구축한 1:5,000 수치지형도의 토지이용 현황 자료 중 농경지를 대상으로 2003년 10월부터 2004년 2월까지 직접 현장조사를 하여 밭이나 논에 추수한 흔적이 없이 잡초 혹은 목본류가 서식하고 있는 지역을 휴경지로 간주하여 이를 데이터베이스화 하였다(그림 4).

휴경지는 논과 밭, 과수원에서 모두 나타났는데, 총 농경지 1,358.3ha 중 논 8.7ha, 밭 187.1ha, 과수원 0.6ha가 휴경지로 조사되었다. 이것은 우리나라 휴경농경지의 비율인 4% 보다 훨씬 높은 수치로서 연구지역은 농업인구의 감소 및 노령화로 인해 휴경이 크게 증가하는 지역임을 알 수 있었다.

## 3. 이론적 고찰: 로지스틱 회귀모형

회귀모형에서  $y$ 는 반응변수로서 연속확률변수이다. 그러나 경우에 따라서는  $y$ 가 연속적인 변수가 아닌 이분(二分, dichotomous) 데이터일 경우가 있는데, 반응의 결과가 두개인 이항반응(二項反應, binary response)이나 순서지워진 반응인 서열반응(序列反應, ordinal response)들을 분석하기 위해서 로지스틱 회귀모형(logistic regression model)을 활용할 수 있다. 이항반응이란 질문 또는 실험에 대한 반응이 '성공' 또는 '실패', '살다' 또는 '죽다' 등과 같이 두 개의 범주로만 구성되어지는 것을 일컫는데, 이를 흔히 가변수(dummy variable)라고 하며, 이진 범변수(binary variable)라고도 한다. 서열반응이란 반응이 순서를 형성하는 항목들로 구성된 범주 자료를 말한다. 이때 종속변수  $Y$ 값을 0 또는 1로 배정할 수 있다(천대운, 2002).

일반적인 회귀함수는 주어진 독립변수( $x_1, x_2, \dots, x_k$ )하에서 종속변수의 평균이 독립변수에 대한 선형 식으로 표현되는데, 식 1과 같다.

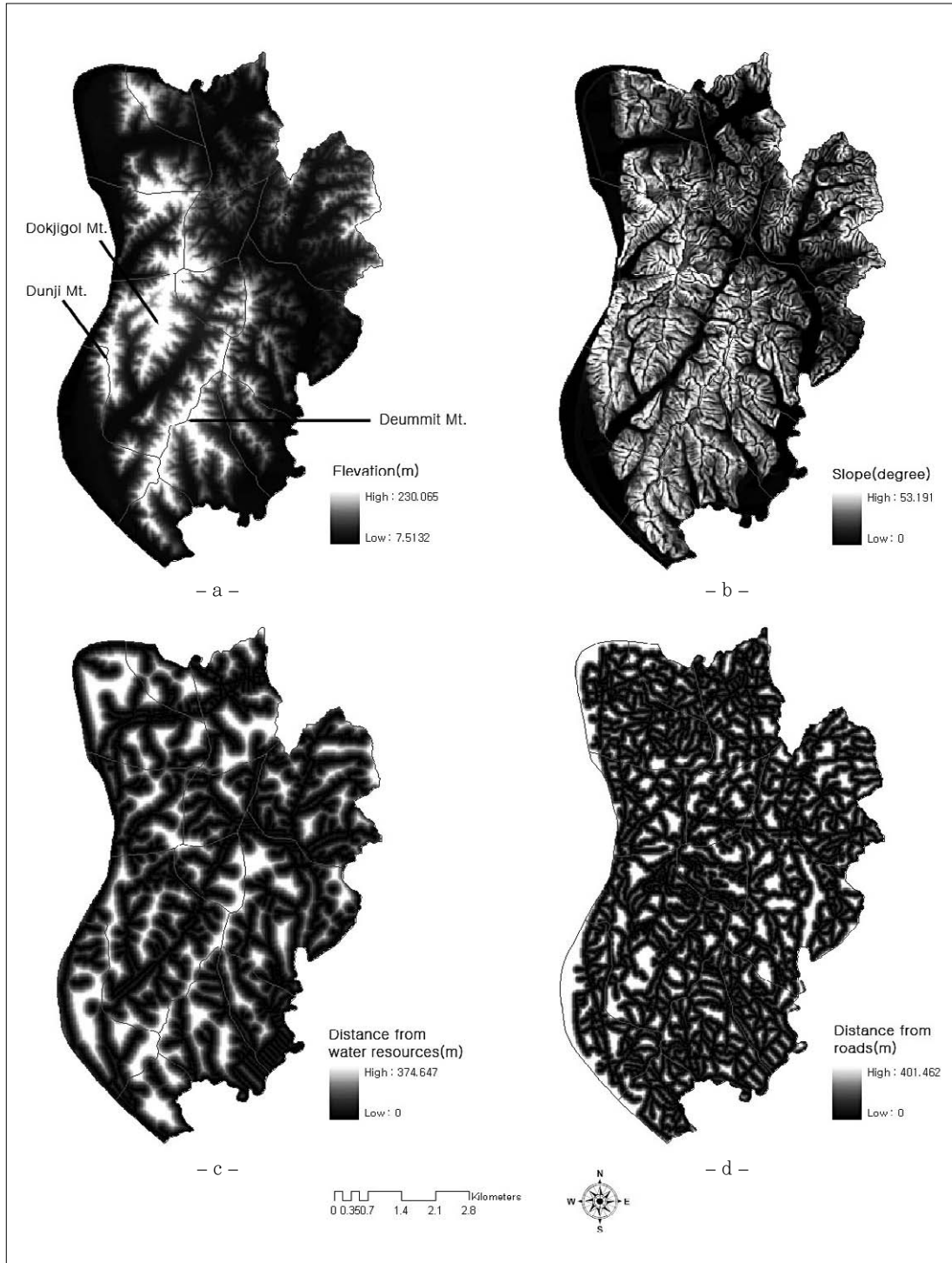


Fig. 2. Spatial data in the study area. (a: elevation(unit: m); b: slope(unit: degree); c: distance from water resources(unit: m); d: distance from roads(unit: m))



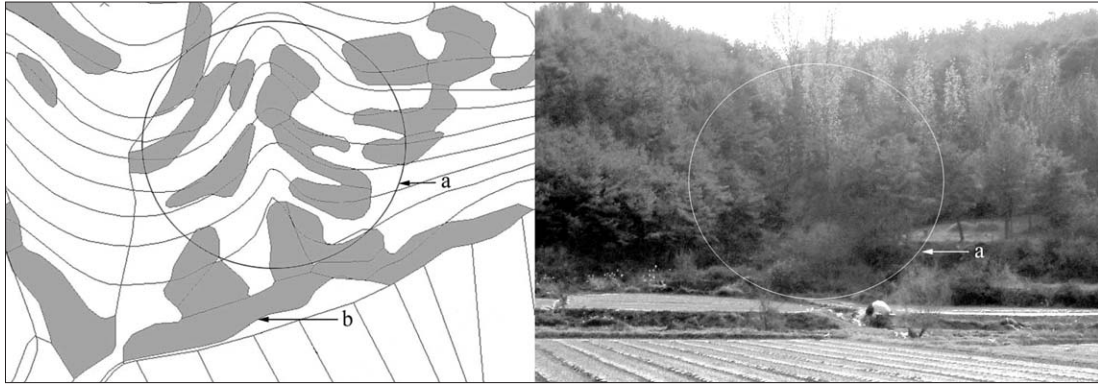


Fig. 3. Distribution of fallow uplands on hillside. Left: Topographic map made in 1997 and uplands. It indicates that the fields on hillside were used for uplands as of 1997. Right: A photo taken in 2003. It shows that uplands cultivated in 1997 on hillside mostly lied fallow in the 2003 photo. (a) a circle in which fallow uplands are located. (b) uplands in the topographic map made in 1997.

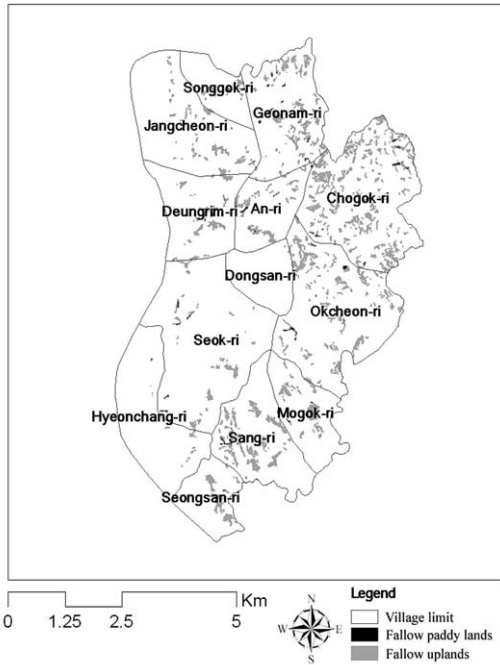


Fig. 4. Fallow farm distribution in the study area

$$E(y|x) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k \quad (식 1)$$

그러나 이분형 종속변수에서의  $E(y|x)$ 는 독립변수  $x$ 가 주어질 경우 종속변수에 대한 확률을 의미하게 된다. 따라서 위의 함수를 다시 표현하면 식 2와 같다.

$$P_x = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k \quad (식 2)$$

이 때,  $P_x$ 는 확률이므로 0에서 1 사이의 값만을 가질 수 있으나 우변의 값은  $-\infty$ 에서  $+\infty$ 의 값을 가질 수 있으므로, 좌변과 우변의 식을 적당하게 변환할 필요가 있음을 알 수 있다.

$P_x$ 를 어떤 조건하에서 사건이 일어날 확률로 정의하였을 때, odds는  $\frac{P_x}{1 - P_x}$ 로 정의되고, odds를 자연

대수한 값  $\ln \frac{P_x}{1 - P_x}$ 을 logit(=log unit)이라 부른다.

결론적으로 로지스틱 반응함수는  $P_x$ 를 로지스틱 변환한 값을 이용하는 통계적 모형이고, 다음 식 3과 같이 표현할 수 있다(박종화 등, 1995; 박영임, 1996; 박인환 등, 2005).

$$\ln \left( \frac{P_x}{1 - P_x} \right) = \alpha + \beta x \quad (식 3)$$

휴경에 관여하는 독립변수는 여러 가지가 있을 수 있는데, 경사와 고도 등에 의해 많은 영향을 받기 때문에 독립변수가 다수인 로지스틱 회귀분석을 필요로 하게 된다. 로지스틱 회귀모형은 하나의 설명변수와 반응변수에 대한 이항반응만을 설명하는 모형이 아니라, 다수의 설명변수를 포함하는 경우에도 일반화하여 적용이 가능하다. 이 경우  $k$ 개의 예측변수  $x_1, x_2, \dots, x_k$ 에 대하여  $x$ 가 일어날 확률인 이항반응변

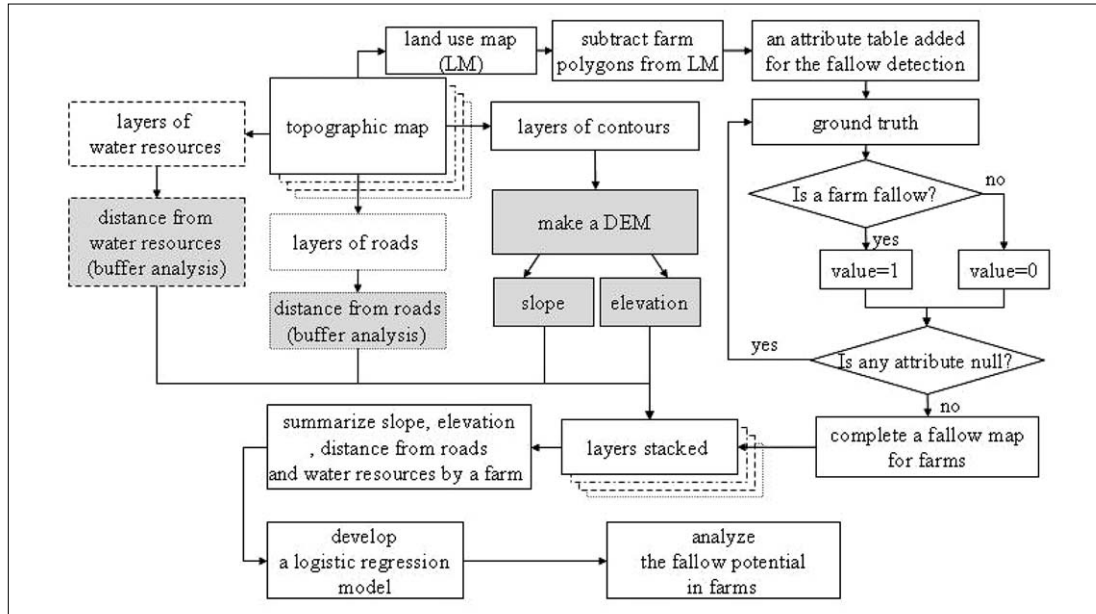


Fig. 5. A process on the analysis of the fallow potential with a logistic regression model

수  $P_x$ 와의 관계를 모형화할 수 있는데, 식 3을 응용하여 식 4와 같은 다중로지스틱 모형(multi-logistic model)의 회귀식을 유도할 수 있다.

$$\ln\left(\frac{P_x}{1-P_x}\right) = \alpha + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k \quad (\text{식 4})$$

본 연구에서는 수치지형도 구축시기인 1997년을 기준으로 현재까지 휴경이 진행된 농지를 현장조사하여 구하였고, 휴경된 농경지를 '1'로, 정상 농경지를 '0'으로 하는 휴경반응을 반응변수로 설정하였다. 또한 농경지의 휴경에 영향을 주는 토양제한인자인 지형 및 입지적 특성인 고도, 경사, 도로로부터의 거리, 수자원과의 거리를 설명변수로 적용하였다.

본 연구에서는 지형도를 통하여 얻은 고도 및 경사 정보, 수자원과 도로로부터의 거리정보를 독립변수로 하고, 현장조사를 통하여 확보한 휴경유무를 반응변수로 하는 다중로지스틱 회귀모형을 구함으로써 연구지역 농경지에 대한 휴경확률 모형을 구하였고, 지형조건에 따른 농경지 휴경 잠재성을 그림 5와 같이 분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 지형 및 접근성 분석 결과

지형 및 접근성 분석 결과, 평균고도는 55.10m(표준편차: 43.40m)이고, 최고 230.06m, 최저 7.51m로 나타났다. 이방면의 서쪽에 형성되어 있는 독지골산(230.06m)이 최고봉으로 나타났고, 남쪽의 둔지산(195.56m)과 들판산(180.2m)이 그 다음으로 높은 지형을 형성하고 있다. 평균 경사는 13.90°(표준편차: 10.47°)로서 농림부에서 추진하고 있는 조건불리 지역 기준인 4° 혹은 5°를 크게 상회하는 경사조건을 가지고 있어 타 지역에 비하여 농작업을 위한 지형적 조건이 결코 좋지 않음을 보여주고 있다. 또한 독지골산과 둔지산, 들판산 등을 중심으로 최고 53.19°까지의 경사를 보였는데, 이들 산의 북사면으로 형성되어 있는 과수원에서는 그 만큼 농작업에 어려움이 있으며 하층부에서는 식생이 존재하지 않아 토양유실 등 여러 불리한 조건들을 포함하고 있었다.

수자원과의 평균거리는 87.62m(표준편차: 71.87m)이고, 최고 374.65m까지 나타났다. 토지이용

Table 1. Statistics on distance from water resources including drainage canal

Statistics	Area (ha)	Min. (m)	Max. (m)	Mean (m)	Std (m)
Land use					
Livestock barn	2.57	0.00	44.00	13.97	13.72
Paddy land	665.01	0.00	1505.87	268.89	266.28
Upland	438.84	0.00	1130.43	222.05	209.52
Greenhouse	80.92	0.00	785.06	154.56	148.05
Orchard	282.95	177.37	559.62	305.12	87.86

Mean distance from water resources: 87.62m, standard deviation of distance from water resources: 71.87m, maximum distance from water resources: 374.65m

별로 살펴보면, 축사(평균: 13.97m)가 수자원과 가장 가까운 곳에 위치해 있었고, 그 다음으로 시설재배지(평균: 154.56m)가 입지하는 것으로 나타났다. 논과 밭은 평균 268.89m와 222.05m로 축사·시설재배지와 비교하였을 때 상대적으로 멀리 떨어져 있었으며, 특히 논과 밭의 경우, 최장거리가 각각 1,505.87m와 1,130.43m로 나타났는데, 이를 통하여 논밭의 일부 지역은 수자원공급이 어려운 지역도 존재하였음을 짐작할 수 있었다(표 1). 수자원과의 거리가 먼 지역에서는 가뭄이 발생할 경우 충분한 농업용수 공급이 쉽지 않기 때문에 수자원과의 거리에 따라 휴경가능성도 달리 해석될 수 있음을 알 수 있었다.

연구지역에서 도로와의 평균거리는 42.04m(표준편차: 41.33m)이며, 최고거리가 401.46m까지 나타났다. 토지이용별로 도로와의 거리를 분석한 결과, 축사가 운반과 유통이 원활하도록 도로와 가장 인접하여 입지하는 것으로 밝혀졌다. 특히 밭(평균: 114.63m)과 과수원(평균: 152.22m)은 논(평균: 244.89m)에 비해 경사가 급하고 고도가 높은 지역에 위치하기 때문에 접근이 용이해야 함에 따라 저지대에 형성되어 있는 논(평균: 244.89m)보다도 도로와의 거리는 더 가까운 것으로 나타났다. 시설재배지(평균: 143.88m) 또한 접근과 수확 후의 유통이 용이하도록 도로와 가까운 곳에 입지하는 것으로 밝혀졌다(표 2).

Table 2. Statistics on distance from roads in the study area

Statistics	Area (ha)	Min. (m)	Max. (m)	Mean (m)	Std (m)
Land use					
Livestock barn	2.57	0.00	93.34	26.50	21.82
Paddy land	665.01	0.00	1016.64	244.89	208.50
Upland	438.84	0.00	610.67	114.63	108.34
Greenhouse	80.92	0.00	512.52	143.88	109.09
Orchard	282.95	93.34	337.64	152.22	43.06

Mean distance from roads: 42.04m, standard deviation of distance from roads: 41.33m, maximum distance from roads: 401.46m

## 2. 다중 로지스틱 모형을 활용한 휴경잠재성 분석

휴경확률모델 설정을 위하여 다중 로지스틱 함수를 활용하였고, 그 기본식은 식 4와 같다. 휴경에 영향을 주는 인자로 설정한 수자원과의 거리(w), 도로로부터의 거리(r), 고도(e), 경사(s)를 설명변수(explanatory variable)로 정하였고, 휴경지 조사결과에서 휴경지를 '1'로, 농작업 중인 농경지를 '0'으로 하는 이항반응 자료를 반응변수(response variable)로 설정하였으며, 이를 '휴경 반응( $N_{ij}$ )'으로 명명하였다. 이상의 네 변수를 설명변수로 하고 이항반응인  $N_{ij}$ 를 반응변수로 하는 로지스틱 회귀모형을 구하였다.

본 모형의 적합도 검증결과, Somers' D는 0.602, Gamma는 0.603으로 나타나 실제값과 모형의 예측값 사이에 연관성이 높은 것으로 나타났고, 설명변수들의 결합 유의성(joint significance) 검증 결과에서도 score의 확률값(Pr>Chi-Square)이 0.0001로서 유의수준(0.05) 보다 작으므로 수행한 모형은 유의하다고 할 수 있다. 결과적으로 최우추정량 분석<sup>3)</sup>을 통하여 이상의 4개 변수에 대한 회귀계수와 절편을 표 3과 같이 구하였다.

표 3의 결과를 구하여진 식 4의 회귀식에 대입하면 식 5와 같이 휴경확률(P)의 로짓에 대한 회귀식을 구할 수 있다.

$$\ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = -3.1662 + 0.00475w + 0.0101r + 0.0326e + 0.1048s \quad (\text{식 5})$$



Table 3. Analysis of maximum likelihood estimates

Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	-3.1662	0.1329	567.5649	<.0001
w*	1	0.00475	0.000725	42.9800	<.0001
r**	1	0.0101	0.00144	49.0753	<.0001
e***	1	0.0326	0.00270	146.6722	<.0001
s****	1	0.1048	0.00899	135.8835	<.0001

w: distance from water resources, r: distance from roads, e: elevation, s: slope

또한, 식 5를 다시 P에 대하여 정리하면 식 6과 같은 휴경확률 모형이 성립된다.

$$P = \frac{e^{-3.1662+0.00475w+0.0101r+0.0326e+0.1048s}}{1 + e^{-3.1662+0.00475w+0.0101r+0.0326e+0.1048s}} \quad (식 6)$$

식 6을 활용하여 휴경 확률이미지를 구하기 위해 고도(e, 그림 2-a), 경사(s, 그림 2-b), 수자원과의 거리(w, 그림 2-c) 및 도로로부터의 거리(r, 그림 2-d) 정보를 입력이미지로 하고 이를 식 6에 적용하여 공간연산을 실시하면 그림 6과 같은 휴경확률 이미지를 얻을 수 있다. 분석 결과, 이방면의 평균 휴경확률은 0.59로 나타났고, 최고값은 0.99, 최저값은 0.05로 나타났다. 마을별 휴경확률 분석결과, 산악 지형 위주의 동산리와 석리의 평균 휴경확률이 각각 0.79와 0.78로서 상당히 높게 나타났으나, 낙동강에 인접한 현창리(0.45), 거남리(0.47), 장천리(0.50) 등은 평균 휴경확률이 낮은 것으로 나타났다(표 4).

농경지 토지활용유형별 휴경확률은 휴경 과수원(ON)<sup>4</sup>에서 평균 0.973으로 가장 높았고, 과수원(ONor) 0.730과 휴경 밭(UN)<sup>5</sup> 0.616의 순으로 높게 나타났다. 이들 지역은 고도 및 경사가 높을 뿐 아니라 수자원 및 도로와의 접근성도 떨어져서 농경지 활용성이 상대적으로 낮게 나타났다. 특히 과수원(ON, ONor)과 휴경밭(UN), 일모작밭(US)에서는 휴경확률의 최고값이 0.99 이상인 곳도 존재하였는데, 이를 통하여 과수원과 휴경밭, 일모작밭에는 다른 지목에 비하여 많은 조건불리 인자가 존재함을 알 수 있었다(표 5).

Table 4. Fallow probability by elevation, slope, distance from roads and distance from water resources

Village	Area(ha)	Mean	Std.
Seongsan-ri	170.95	0.64	0.35
Hyeonchang-ri	378.97	0.45	0.34
Sang-ri	346.83	0.65	0.36
Seok-ri	689.85	0.78	0.29
Mogok-ri	228.16	0.50	0.37
Okcheon-ri	588.35	0.53	0.33
Dongsan-ri	165.77	0.79	0.27
Deunggrim-ri	293.84	0.67	0.36
Chogok-ri	591.21	0.58	0.32
An-ri	201.01	0.63	0.31
Geonam-ri	370.74	0.47	0.32
Songgok-ri	137.46	0.63	0.33
Jangcheon-ri	467.35	0.50	0.35

Table 5. Fallow probabilities of each land utilization type in study area

Statistics LUT	Area(ha)	MIN	MAX	MEAN	STD
Lb	2.57	0.086	0.477	0.160	0.061
PN	8.95	0.061	0.944	0.312	0.226
PS	245.19	0.055	0.685	0.150	0.083
PDg	74.63	0.057	0.596	0.126	0.065
PDo	51.93	0.057	0.524	0.114	0.039
PDb	4.31	0.061	0.310	0.123	0.043
PDr	3.10	0.064	0.181	0.104	0.024
PDF	276.90	0.059	0.944	0.179	0.085
UN	186.68	0.061	0.996	0.616	0.252
US	208.31	0.061	0.991	0.386	0.236
UDg	37.36	0.060	0.760	0.199	0.117
UDo	6.49	0.062	0.539	0.196	0.105
GN	23.14	0.060	0.692	0.122	0.075
GT	57.79	0.062	0.330	0.121	0.047
ON	0.58	0.948	0.991	0.973	0.015
ONor	282.37	0.069	0.999	0.730	0.263

PN: Paddy land in fallow; PS: Paddy land for single crop; PDg: Paddy land for double crop (Rice and Garlic); PDo: Paddy land for double crop (Rice and Onion); PDb: Paddy land for double crop (Rice and Barley); PDr: Paddy land for double crop (Rice and Rye); PDF: Paddy land for double crop but excepted area; UN: Non arable upland; US: Upland for single crop; UDg: Upland for double crop (Garlic in winter); UDo: Upland for double crop (Onion in winter); GN: Greenhouse (in fallow); GT: Greenhouse (Triple crop for a year); ON: Non arable orchard (non arable); ONor: Arable orchard; Lb: Livestock barn.

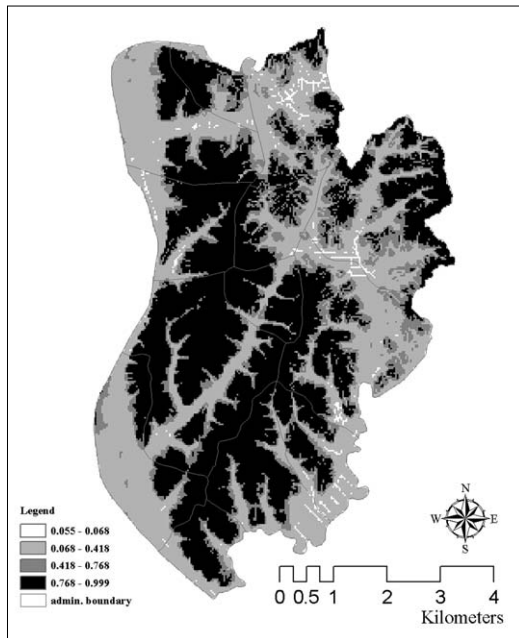


Fig. 6. Fallow probability image according to the inherent soil limitation

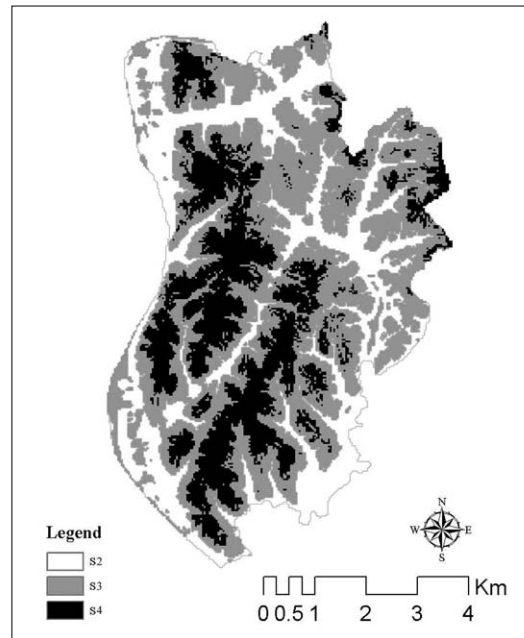


Fig. 7. Suitability class according to the fallow probability

### 3. 휴경확률에 의한 토지 적합성

농경지에서 휴경에 따른 토지적합성은 휴경확률에 근거하여 한계수준을 설정함으로써 구할 수 있다. 농촌진흥청 농업과학기술원에서는 우리나라 농지를 5개 계급으로 구분하여 최적지, 적지, 가능지, 저위생산지, 부적지로 명명하고 있는데, 이를 연구지역에 적용하면 연구지역의 휴경확률 평균인 0.595를 기준으로 정규분포 상에서 66.7%에 해당하는 (평균 - 1표준편차)~(평균 + 1표준편차)구간을 가능지(S3)로 규정할 수 있고, (평균 - 1표준편차)인 0.245보다 낮은 지역은 적지(S2)로, (평균 + 1표준편차)인 0.944 이상인 지역은 저위생산지(S4)로 규정할 수 있다. 휴경확률에 의한 적합성 분석 결과, 적지(S2)는 1,304.76ha가 나타났고, 가능지(S3)는 2,161.15ha였으며, 저위생산지(S4)는 1,155.21ha로 나타났으나, 최적지·부적지는 나타나지 않았다(그림 7).

지형조건에 따른 휴경잠재성 평가 결과는 다음과 같았다.

적지의 지형조건을 살펴보면, 평균고도는 16.45m 이고, 7.51~51.52m에 분포하였으며, 평균경사는 1.89°로서 0.00~16.16°에 분포하였다. 도로로부터는 평균 32.39m 이격되어 있었으며, 모두 0.00~167.55m에 분포하였다. 수자원과는 평균 39.91m 떨어진 지역으로서 0.00~299.23m 사이에 분포하였다. 이를 통하여 도로로부터의 거리가 수자원과의 거리보다 적지 설정에 더 민감하게 작용하였음을 알 수 있었다. 반면, 저위생산지는 평균고도 114.72m로서 고도 24.01m 이하에서는 존재하지 않았고, 최고 230.07m까지 분포하였다. 경사에 있어서도 평균경사 24.89°(표준편차: 6.66°)로 나타났고, 범위는 0.28~53.19°로 나타났다. 이러한 저위생산지를 조건불리지역이라 할 수 있다. 한편, 가능지와 저위생산지의 구분기준으로서 도로와 수자원과의 거리는 큰 차이를 보이지 못했다.

휴경에 의해 발생할 수 있는 조건불리지역을 지목별로 분류해 보면, 논에서는 거의 존재하지 않았고 제외지(PDF)<sup>6)</sup>에서는 0.05ha가 분포하였다. 휴경 중

Table 6. Area of farm land by a fallow suitability class in each land utilization type (unit: ha)

LUT(code)	S2	S3	S4
Lb(8)	2.37	0.19	0.00
PN(20)	4.40	4.55	0.00
PS(21)	2.17	28.60	0.00
PDg(22)	70.57	4.06	0.00
PDo(23)	51.40	0.53	0.00
PDb(24)	4.21	0.09	0.00
PDr(25)	3.10	0.00	0.00
PDf(26)	223.90	52.95	0.05
UN(30)	20.47	153.14	13.07
US(31)	75.55	130.39	2.37
UDg(32)	28.27	9.10	0.00
UDo(33)	4.89	1.59	0.00
GN(40)	21.73	1.40	0.00
GT(41)	56.63	1.16	0.00
ON(50)	0.00	0.00	0.58
ONor(51)	19.02	173.61	89.39

S2: Suitable area; S3: Possible area; S4: Non suitable area

인 밭에서는 총 밭면적 438,83ha 중 약 3%인 13,06ha가 분포하는 것으로 확인되었다.

연구지역에서 가장 많은 면적의 조건불리지역이 분포하는 지목은 현재 경작중인 과수원(ONor)으로서 전체 과수원 면적(282,61ha) 중 31.6%인 89,39ha가 휴경 잠재성이 매우 높아 조건이 불리한 것으로 판명되었는데, 경사가 급하고 활용조건이 불리하기 때문에 휴경확률은 계속 증가할 것으로 판단되었다(표 6). 특히 연구지역은 기후조건이 좋아 난대성 수종인 단감을 재배하기에 적합하여 과거 몇 년간 지형조건에 관계없이 대규모 단감재배지가 형성되었다. 그러나 그 면적이 급격히 증가함에 따라 가격 경쟁력이 저하되었고, 농업인구의 감소에 따라 노동인력 수급까지 어려워짐에 따라 조건이 불리한 지역을 필두로 농사를 포기하는 가구가 늘고 있었다.

또한 급경사지역에 형성된 과수원에는 농작업 편의상 허부식생을 제거하여 나지 상태로 관리하기 때문에, 토성에 따라 심각한 토양유실이 발생하는 조건 불리지역들도 존재하였다(그림 8). 이처럼 농업경쟁



Fig. 8. An orchard on a steep mountain. A bare soil condition in the orchard causes soil erosion

력이 있을 때 형성된 조건이 불리한 지역 내 농경지는 인접한 자연환경과 함께 존재하여 이질적인 경관을 형성하고 있었고, 현재 경작조건이 불리하여 휴경하거나 폐경이 되더라도 원래 식생에 가까운 잠재자연식생으로 복원되기에는 상당한 비용과 노력 그리고 시간이 소요됨을 알 수 있었다.

#### IV. 결론

지형조건은 농경지의 농업활동에 적지않은 영향을 미친다. 과거 농업이 주업일 때에는 농산물에 대한 유통이나 인력수급 등을 고려할 필요가 없었으나 점차적으로 산업구조가 바뀌고 농업의 경쟁력이 약해지면서 농업활동 또한 위축되었고, 농작업이 어려운 농지를 중심으로 휴경 발생율이 점차 늘어남에 따라 보다 경제적인 농업형태 및 농작업이 유리한 농지를 선택하는 경향이 두드러졌다. 이에 따라 본 연구에서는 지형조건에 따른 휴경잠재성을 분석함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 농경지에 대한 휴경확률모형을 구하고자 휴경에 영향을 미치는 지형인자인 고도, 경사, 도로·수자원과의 거리를 공간자료로 구축하여 설명변수로 활용하였고, 이항반응인 휴경유무를 반응변수로 하여 로지스틱 회귀모형을 구함으로써 지형조건에 따른 휴경잠재성을 분석하였다. 활용한 인자들은 모두 휴경확률과 정의 상관을 가졌다.

둘째, 농지 유형에 따른 휴경 잠재성을 평가하면, 휴경 과수원이 평균 0.973으로 가장 높았고, 현재 경

작중인 과수원은 0.730, 휴경중인 밭은 0.616의 순으로 높게 나타났다. 이들 지역은 고도 및 경사가 높을 뿐 아니라 수자원 및 도로와의 접근성도 떨어져서 농경지 활용성이 상대적으로 낮게 나타났다. 특히 과수원과 휴경밭, 일모작밭에서는 휴경확률의 최고값이 0.99 이상인 곳도 존재하였는데, 이들 지역에 많은 조건불리 인자들이 존재하고 있음을 알 수 있었다.

셋째, 로지스틱 회귀모형으로 경남 창녕군 이방면 농경지 일대의 휴경잠재성을 분석하여 얻은 적지의 지형조건을 살펴보면, 평균고도는 16.5m이고, 7.5~51.5m에 분포하였으며, 평균경사는 1.9°로서 0.0~16.2°에 분포하였다. 도로로부터는 평균 32.4m 이격되어 있었으며, 모두 0.0~167.6m에 분포하였다. 수자원과는 평균 39.9m 떨어진 지역으로서 0.0~299.2m 사이에 분포하였다. 이를 통하여, 적지는 수자원과의 거리보다 도로로부터의 거리에 더 민감하게 작용하였음을 알 수 있었다. 반면 저위생산지는 평균고도 114.7m로서 고도 24.0m이하에서는 존재하지 않았고, 최고 230.1m까지 분포하였다. 경사에 있어서도 평균경사 24.9°로 나타났고, 그 범위는 0.3~53.2°로 나타났다.

농촌의 토지관리를 위해선 농촌경관을 저해할 수 있는 휴경 등의 문제를 해결해야하며, 농경지에서 휴경의 잠재성을 파악함으로써 적정농경지를 관리함과 동시에 농촌의 농촌다움을 유지할 수 있다는 점에서 본 연구가 그 나름의 의의를 가진다고 할 수 있다. 다만 현재 휴경은 계속 발생 중이고 농업인구 증감에 따라 휴경잠재성이 변화할 수 있으므로 향후 지속적인 현장조사와 DB구축을 통하여 장기적인 휴경지 관리가 가능한 연구로 발전시켜야 하겠다.

## 註

- 1) 농림부가 집계하고 있는 전국 휴경지 면적은 1985년 20,200ha였으나, 1991년에는 67,500ha로서 6년 동안에 3배 이상이 증가하여 농촌토지이용에 심각한 측면을 보여 주고 있다.
- 2) 노령화 사회: 총 인구 중에 65세 이상의 인구비율이 7% 이

상을 차지하는 사회.

- 3) Analysis of maximum likelihood estimates
- 4) 휴경 과수원: 현재 휴경 중인 과수원.
- 5) 휴경 밭: 현재 휴경 중인 밭
- 6) 제외지: 제방의 지역

## 인용문헌

- 강병화, 심상인, 마경호, 2003, 휴경 연차에 따른 휴경군락내 식생 특성, 한국환경농학회지, 22(1), 53-59.
- 건설교통부, 2003, 토지적성평가 가이드, 국토연구원.
- 국토연구원, 2002, 국토의 효율적 관리를 위한 토지적성평가 방안 공청회, pp. 1-68.
- 계기석, 최 수, 1997, 대도시주변지역 관리방안연구: 토지이용변화와 관리정책 방향, 국토연구원, pp. 1-40.
- 국유인, 박태동, 권오도, 2002, 논 휴경 경과 년수에 따른 잡초생태특성 변화, 한잡초지, 22(2), 137-146.
- 김동수, 엄기철, 윤성호, 윤순강, 황선웅, 1994, 논, 왜 지켜야 하는가, 서울: 도서출판 따님, pp. 1-87.
- 김태연, 1995, EU 공동농업정책의 구조정책 변화에 관한 연구: 직접소득보조정책을 중심으로, 고려대학교 석사학위논문, pp. 38-40.
- 나영은, 노기안, 이상범, 한민수, 박무언, 1996, 휴경답 생태계의 토양특성 변화와 식생의 생태천이, 한국토양비료학회지, 29(2), 199-206.
- 농림부, 2001, 조건불리지역 발농업 직접지불제 추진방향.
- \_\_\_\_\_, 2004, 농업·농촌 종합대책, pp. 16-20.
- 박영임, 1996, 인공위성영상자료를 이용한 북한산 국립공원 전이시대 식생 분석, 서울대 환경대학원 석사논문.
- 박인환, 장갑수, 서동조, 2005, 상습침수 농경지의 토지평가를 위한 고도별 침수잠재성 분석, 한국조경학회지, 33(2), 71-82.

- 박종화, 명수정, 박영인, 1995, GIS 및 원격탐사기법을 이용한 북한산 국립공원 주변부의 추이대 탐지. 한국GIS학회지, 3(2), 91-102.
- 박헌주, 진정수, 서형탁, 1999, 준농림지역의 토지이용실태 분석 및 제도개선 방안, 국토연구, 28, 79-92. 창녕군, 2002, 창녕군 통계연보, 창녕군.
- 송인주, 전유리, 2003, 환경친화적인 도시계획수립을 위한 공간생태평가의 적용방향, 국토연구, 39, 3-18.
- 오내원, 2000, 조건불리지역 농업의 특성과 직접지불제 도입에 관한 연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문, pp. 18-27.
- 이정전, 1985, 토지개발론과 토지보전론, 국토연구, 4, 123-137.
- 이한방, 2000, 과소농촌지역의 휴경화 현상에 관한 연구, 서울대학교 박사학위논문, pp. 12-22.
- \_\_\_\_\_, 2001, 과소농촌지역의 휴경요인과 유형: 경북 상주시 사벌면 덕가리의 사례연구, 한국지역지리학회지, 7(3), 74-90.
- 장갑수, 2004, 지속가능한 농촌경관자원 관리를 위한 토지평가, 경북대학교 박사학위청구논문.
- 정필균, 1983, 토양유실량 예측을 위한 강우인자의 분석, 한국토양비료학회지, 16(2), 112-118.
- 채미옥, 정희남, 2002, 토지이용규제제도와 환경규제제도의 연계성 확보방안 연구, 국토연구원, pp. 1-31.
- \_\_\_\_\_, 지대식, 2001, 국토의 효율적 관리를 위한 토지적성평가에 관한 연구, 국토연구원, pp. 1-11.
- \_\_\_\_\_, 2003a, 토지적성평가체계의 구축 및 향후 발전방향, 경기도 공무원 교육교재.
- \_\_\_\_\_, 김정훈, 2003b, 토지적성평가체도의 개선 방안 연구, 국토연구원, pp. 1-32.
- 천대운, 2002, 종합SAS 통계분석, 서울: 교우사, pp. 348-356.
- 한국농촌경제연구원, 1998, 조건불리지역 및 환경보전에 대한 직접지불제도 조사연구, pp. 7-10.