

# GIS 기법을 이용한 축산농장의 입지특성 분석 - 천안시 농촌지역을 중심으로 -

김용훈 · 김대식\*

충남대학교 대학원 · \*충남대학교 농업생명과학대학 지역환경토목과

## Analysis of Location Characteristic for Farmstead using GIS Method - With Rural Areas of Cheonan-city -

Kim Yong-Hoon · Kim Dae-Sik\*

*Dept. of Agri. Eng, Graduate School, Chungnam Nat'l Univ.*

*\*Dept. of Agri. Eng., College of Agri. & Life Sciences, Chungnam Nat'l Univ.*

**ABSTRACT** : This study used GIS method for the characteristic analysis of farmstead location in study area. The present study surveyed the coordinates of location for 76 livestock farmsteads with big size in rural areas within city of Cheonan. Based on the surveyed data, this study analyzed the spatial characteristics of location for the farmsteads by using both new evaluation criteria and their corresponding GIS (geographic information system) layers developed in this research. The criteria consist of six factors, which are 2 geographic factors for slope(SLO) and aspect(ASP) of earth surface, 3 accessibility factors for distance from water area(DWA), road(DRO), and built-up area(DBA), including type of landuse(TLA). In the analysis results of six criteria using the grid functions of GIS, the highest distributed ratios of the farmsteads per criterion were found at the lower slope area less than 2% in SLO, the area with south and south-east direction in ASP, the area with distance between 500m and 1,000m in both DWA and DRO, the area within 500m in DWA, and the paddy and upland area in TLA. As new finding of this study, these analysis results seemed that the farmsteads have been located at the better places with the priority to build and manage conveniently and economically.

**Key words** : Characteristic analysis, 76 livestock farmsteads, GIS(geographic information system), Six factors, Evaluation criteria.

### 1. 서론

농촌지역의 활성화를 위하여 지난 반세기 동안 농가 소득 증대는 필수적인 농촌 정책으로서 고려되어왔다. 우리 정부가 농가 소득 증대를 위하여 실시한 여러 정책 중에서 축산 장려 정책은 많은 축산농가를 양성시켜 왔다. 그러나 축산농가 증대는 축산폐수와 악취 발생 등으로 인하여 농촌의 청정 지역을 오히려 오염시키는 등 또 다른 환경 관련 정책 수립의 필요성을 야기시켜 왔다. 농촌주민의 삶의 질이 향상됨에 따라 환경에 대한

관심은 더욱 증가되고, 이것은 농촌뿐만 아니라 전국민적 관심사가 되고 있다. 이와 함께 환경 저해 요소가 있는 시설들을 신규 설치하는 경우에 사회경제적으로 많은 논란을 수반하여 왔다. 따라서 환경오염을 최대한 줄이면서 축산농가를 통한 농촌 소득 증대 정책을 유지하기 위해서는 기존 축산시설들에 대한 유역 차원의 오염관리와 더불어 신규 농장들의 입지 선정에 합리성을 부여해야 할 시점에 이르렀으며, 이를 위해서는 기존 농장들의 적절한 입지 특성 분석이 필요하다.

시설 입지 특성 분석에 관해서는 1차 농업시설, 2차 공업시설, 그리고 3차 서비스시설들의 입지선정을 위한 연구와 더불어 혐오시설 입지에 관한 연구들도 활발하게 진행되어 왔다. 또한 공간적 입지 선정을 위한 도구로서 지리정보시스템(Geographic Information System, GIS)이 활

Corresponding author: Kim, Dae-Sik

Tel: 042-821-5795

E-mail: drkds19@cnu.ac.kr

발하게 응용되어 왔다. GIS를 이용한 적지분석을 위해서는 적절한 평가기준을 설정하고, 평가기준들에 대한 각종 주제도들을 구축한 후에 GIS 기능을 이용한 공간분석을 통하여 평가기준별 자료를 도출하여야 한다. 이와 같이 공간적 입지특성 분석을 위하여 평가기준을 설정하고 GIS 자료구축 및 분석을 수행한 연구들은 토지이용계획 수립, 적지분석, 혐오시설 입지 선정, 서비스 시설 최적 입지 결정 등 다양 목적으로 수행되어 왔다. 이러한 연구 사례들로서, 농촌마을의 토지이용계획을 수립하기 위하여 항공사진으로부터 과거의 토지이용상태를 나타내는 시계열 자료들을 추출하고 GIS를 이용한 주거지 적지분석을 수행한 연구(김대식 외, 2002), 농장의 적지 분석을 위하여 주거지와 논외 적지를 분석한 연구(이신호 등, 1995), 작물재배 적지분석에 관한 연구(김태준, 2006), 공항 적지분석에 관한 연구(정승현 등, 1996), 정수장 적정위치 선정기법 개발 연구(하성룡 등, 1996), 수목원 입지 분석(곽행구 외, 2007), 신재생에너지 적지분석(박정일 외, 2010), 북한지역 산업단지 적지분석 연구(이근수 외, 2003), 은행입지 분석 연구(이희연과 김은미, 1996) 등을 들 수 있다. 또한 축산 농장을 비롯한 혐오 시설들의 환경 저해와 이를 해결하고자 오염 분석 및 대책 연구와 더불어 적지 선정에 관한 연구들도 다양한 학문 분야에서 진행되어 왔다. 축산분뇨의 악취발생과 확산 모델링 연구(구윤서 외, 2006), 쓰레기 매립장 적지분석 연구(김수봉과 최소정, 1998, 이진덕 외, 2001), 가축분뇨 처리시설의 효율적 관리 연구(김연제와 이상협, 2009), 축산악취 저감 연구(양현상과 이은영, 2009, 정종원 외 2008), 축산분뇨 악취 특성 연구(오영숙 외, 2006,

황재용 외 2008) 등이 혐오시설 최적지 선정에 관한 것으로 항공사진판독에 따른 토지이용, 표고, 지형 등과 주민수, 풍향, 주민에게 주는 혜택 등의 인자들을 고려한 적지선정 연구(강인준 등, 1993), 환경혐오시설의 입지선정모형 연구(임운택 외, 2002) 등을 이와 같은 연구들의 사례로 들 수 있다. 그러나 지금까지 많은 연구들이 각종 시설들의 입지분석과 선정을 시도하였지만, 실제 우리나라 농촌지역에 산재되어 있는 축산농장의 위치를 조사하고 현실적으로 실증적인 공간적 입지특성을 분석한 연구는 희박하였다.

따라서 본 연구에서는 축산농장의 실질적인 입지특성 분석을 위하여 첫째, 천안시 농촌지역을 대상으로 산발적으로 흩어져 있는 대규모 농장들의 위치를 조사하고 GIS 자료를 구축하며, 둘째, 기존의 문헌들로부터 축산농장의 다양한 입지특성 평가기준을 검토하여 설정하고, 셋째, 평가기준별 GIS 자료를 구축하고 자료를 가공한 후에, 공간적 입지특성을 분석하고자 한다. 또한 분석한 결과들을 토대로 기존 농장들의 관리와 신규 농장의 입지선정에 참고할 수 있는 기초 분석 자료를 제공하는데 연구의 목적을 둔다.

## II. 연구방법 및 자료 구축

### 1. 연구방법 및 대상지역 자료조사

본 연구에서는 공간적 입지특성 분석 대상인 축산농장에 대하여, 첫째, 실제 자료조사를 통한 축산농장들의

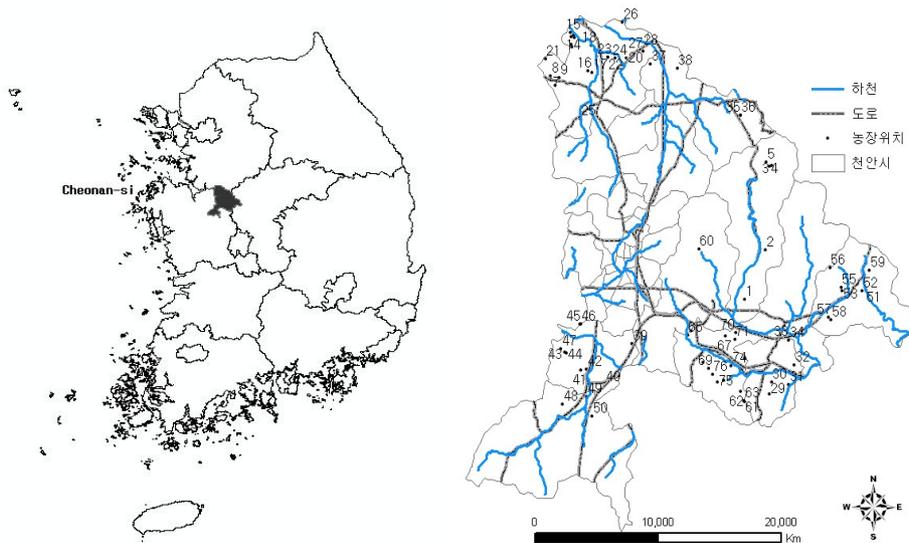


Figure 1 Location of study area and 76 farmstead positions.

정보를 수집한 뒤, 둘째, 공간적 입지특성 평가기준을 설정하고, 셋째, 평가기준별 GIS 자료 구축 및 공간분석을 통하여 축산농장들의 입지특성을 분석하는 일반적인 적지분석 방법론을 따른다.

본 연구의 분석 대상인 축산농장의 위치정보는 기존의 통계자료에서 구하기 어려운 실정이다. 그리하여 본 연구에서는 직접 GPS(Global Positioning System) 좌표와 더불어 농장들의 규모 및 악취 정도 등에 대한 조사를 실시하였다. 대상지역은 천안시의 농촌지역으로 설정하였는데, Figure 1에서 보는 바와 같이 천안시의 도시지역을 제외한 4개읍(성환읍, 직산읍, 성거읍, 목천읍)과 8개면(입장면, 북면, 병천면, 동면, 성남면, 수신면, 풍세면, 광덕면)의 농촌지역을 조사하여 76개 대규모 축산농장의 정보를 구축하였다. 2010년, 7월에서 8월에 걸쳐 사전 문헌 정보조사와 현장조사를 수행한 뒤, 평가분석에 필요한 농장의 GPS 좌표를 입력하였다.

## 2. 평가기준의 설정 및 GIS 자료 구축

### 2.1 평가기준의 설정

본 연구에서는 축산농장의 입지특성을 분석하기 위하여 다양한 연구들로부터 평가인자들을 조사하였다. 다양한 인자들 중에서 지형학적 및 사회경제적 특성을 반영할 수 있는 인자들을 도출하여 지형학적 인자로서 경사와 방향을, 사회경제적 특성을 반영하기 위하여 토지이용과 접근성 인자를 사용하였다. 접근성 인자로는 주거지 등 건물 조성지역(이후 건조지역(built-up area)), 하천과 호수 등의 수자원지역(이후, 수자원지역(water area)), 그리고 도로(국도와 지방도)에서 거리를 각각 선정하였다(이신호 외 1995, 김대식 외 2002, Gao and Kim, 2009). 각 평가기준들에 대한 점수체계는 5점 척도를 적

용하여 Table 1과 같이 나타내었다. 또한 기피요소를 고려하여 -1점을 부여한 6단계 척도로 변형하여 적용하였다. 지형학적 인자인 경사와 방향의 5단계 점수체계는 주거지 입지분석 기준으로 사용한 기존 연구들(4,12),21)의 분류체계를 준용하였다. 토지이용의 경우 Gao and Kim(2009)의 도시화 용지 가성성에 대한 분류체계를 준용하면서 축산시설의 신규 입지 가능성에 중점을 두고 토지이용 비목별 축산시설 입지를 위한 점수를 부여하였다. 공터에 5점, 산림에 2점을 부여하였으며, 수자원지역과 주거지에는 -1점을 부여하여 기피지역으로 설정하였다. 물의 이용성을 고려하여 수자원지역에서 거리는 멀어질수록, 그리고 악취 발생 등 혐오환경을 고려하여 마을과 도로에서 거리는 가까워질수록 입지 점수가 낮아지도록 점수를 부여하였다.

### 2.2 평가기준별 GIS 자료 구축

축산농장의 공간적 입지특성 분석에 필요한 지도 자료는 경사, 방향, 토지이용, 수자원지역에서 거리, 건조지역에서 거리, 도로에서 거리 등 6가지이다. 본 연구에서는 GIS자료로서 국립지리원 NGIS의 면 경계, 도로, 하천망, 그리고 등고선도를 사용하였다. 또한 GPS로 측정된 76개 농장위치는 점자료로 GIS지도로 변환하였다.

공간적 입지특성 분석은 격자자료 기반에서 수행되는데, 본 연구에서는 입지를 분석하기 위해 ArcGIS를 사용하였으며 모든 GIS 자료를 30m 격자지도로 변환하여 사용하였다. 우선, 천안시의 토지이용도 분석을 위해 Landsat-5 TM 위성영상(2000년 5월 7일)을 사용하였으며 NGIS 지도들은 기하학적 보정을 위해 사용되었는데, ERDAS IMAGINE 9.1을 사용하여 50개의 GCP에 대하여 RMSE 0.44로 보정하였다. 이어서 감독분류를 통하여 주택 등 건조지역, 산림, 논, 밭, 물, 공터 등 6가지로 분류하였다(Figure 2).

Table 1 Evaluation criteria and score/grade of farmstead location

Criteria*	Score and grade					
	5	4	3	2	1	-1
SLO(%)**	0-2%	2-6%	6-10%	10-15%	15-25%	25%<
ASP**	South, South-East	East, South-West	West, North-East	North, North-West		
TLA***	Vacant	Paddy, upland	-	Forest	-	Water, residential area
DWA**	50-100m	100-300m	300-500m	500-1000m	1000m<	0-50m
DRO	200-250m	150-200m	100-150m	50-100m	0-50m	300<
DBA	1000-1500m	500-1000m	300-500m	100-300m	0-100m	1500<

Note: \*SLO: slope, ASP: aspect, TLA: type of landuse, DWA: distance from water area, DRO: distance from road, DBA: distance from built-up area, \*\*(이신호 외, 1995, 김대식 외 2002), \*\*\* (Gao and Kim, 2009)

평가기준별 GIS 격자지도를 가공하여 도출하기 위하여 토지이용도 인자(TLI)를 제외한 5가지 평가기준 격자지도를 위해서는 다음 Figure 3과 같은 분석 절차를 수립하였다. 수자원지역과 건조지역에서 거리는 토지이용도의 수자원지역과 건조지역에서 거리(DWA와 DBA)를 각각 다중 버퍼링을 통하여 구축하였으며, 등고선도에서 30m 격자로 변환된 DEM(Digital Elevation Model)으로부터 경사도(SLO)와 방향도(ASP)를 도출하였다. 또한 도로망으로부터 다중 버퍼링을 통하여 도로에서 거리 인자(DRO)를 구축하였다. 이와 같이 도출한 6가지 평가기준에 대한 점수지도는 Figure 4와 같다.

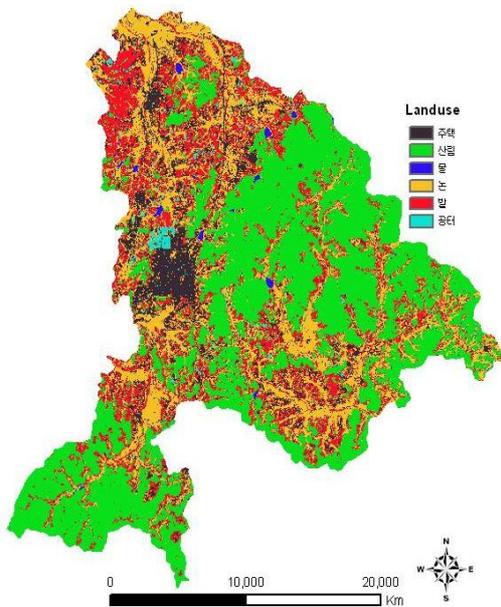


Figure 2 Classification results of landuse (2000).

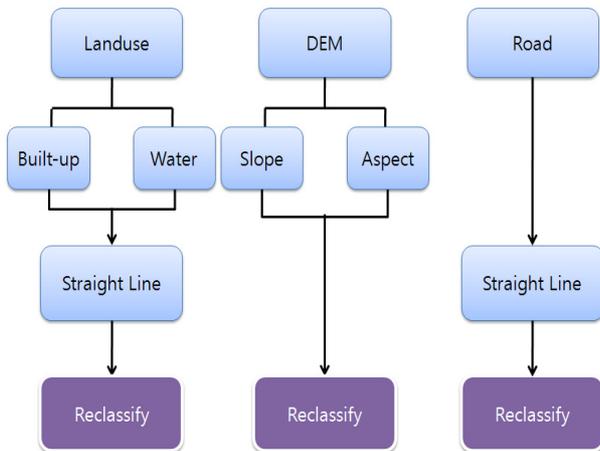


Figure 3 Reclassification process for GIS maps of criteria.

### III. 연구 결과 및 고찰

#### 1. 평가기준별 자료 도출

본 연구에서는 Figure 4와 같이 구축한 평가기준들로부터 76개 농장들의 평가기준별 점수를 도출하였다. 분석결과, Figure 5의 그래프에서 보는 바와 같이, 경사는 5점(38개), 방향은 5점(44개), 토지이용도는 4점(45개), 도로와의 거리는 4점(24개)로 높은 점수를 나타낸 곳이 많았으나 건조지역에서 거리는 1점이 34개, 수자원지역에서의 거리는 2점이 25개로 대체로 낮은 점수를 얻은 곳이 많은 것으로 나타났다. 76개 농장에 대하여, 평가기준별 평균을 분석한 결과, 방향 4.30, 경사 4.07, 도로에서 거리 2.93, 토지이용 2.64, 수자원지역에서 거리 2.63, 건조지역에서 거리 1.97 순으로 나타났는데, 방향과 경사를 제외하고는 대체적으로 낮은 점수 쪽으로 왜곡되어 있었다. 이러한 결과는 기피점수인 -1점의 영향도 있지만 농장의 입지가 환경혐오시설임에도 불구하고 주택 등 건조지역과 수자원지역에서 다소 근접해 있음에 기인한 것으로 판단되었다.

평가기준별 입지특성을 분석해보면, 경사와 방향 등 지형학적 특성으로서 기존의 주거지 입지특성으로 유리한 위치와 유사한 결과를 보였으며(경사는 낮고 남향이 가까울수록 높은 점수를 가짐), 토지이용특성으로는 축산농장의 설치가 비교적 용이한 주변의 논과 밭이 압도적으로 많았고, 접근성의 특성으로는 수자원지역에서 500-1,000m의 범위가 가장 높은 비율을 보여주었는데, 이것은 도로에서 거리 특성에서도 동일한 결과를 나타내었다. 즉, 수자원지역과 도로에서 500-1,000m의 범위내에 가장 많은 축산농장이 입지한다는 사실을 본 연구를 통하여 새롭게 발견하였다. 주거지역(Built-up)에서 거리는 500m 이내가 45%를 차지하고 있는데, 이것은 관리와 운영차원에서 이동거리를 최소화하는 것이 가장 큰 요인으로 반영된 것임을 알 수 있었다. 한편, 6개 평가기준으로 구한 종합 점수의 순위별 결과는 Figure 6과 같이 나타났는데, 76개 농장에 대한 평균은 3.09, 표준편차는 0.75, 왜곡도는 -0.31로 나타났다.

#### 2. 결과 고찰

지금까지 적지분석에 관한 많은 연구들이 적정 위치 선정을 위한 방법론을 제시하기 위하여 수행되어 왔다. 축산시설, 특히 축산농장에 대하여 실제 농촌에 산재되어 있는 축산농장들을 대상으로 현실적인 공간적 입지분석을 수행한 연구의 시도는 좀처럼 보기 어려웠다.

GIS 기법을 이용한 축산농장의 입지특성 분석

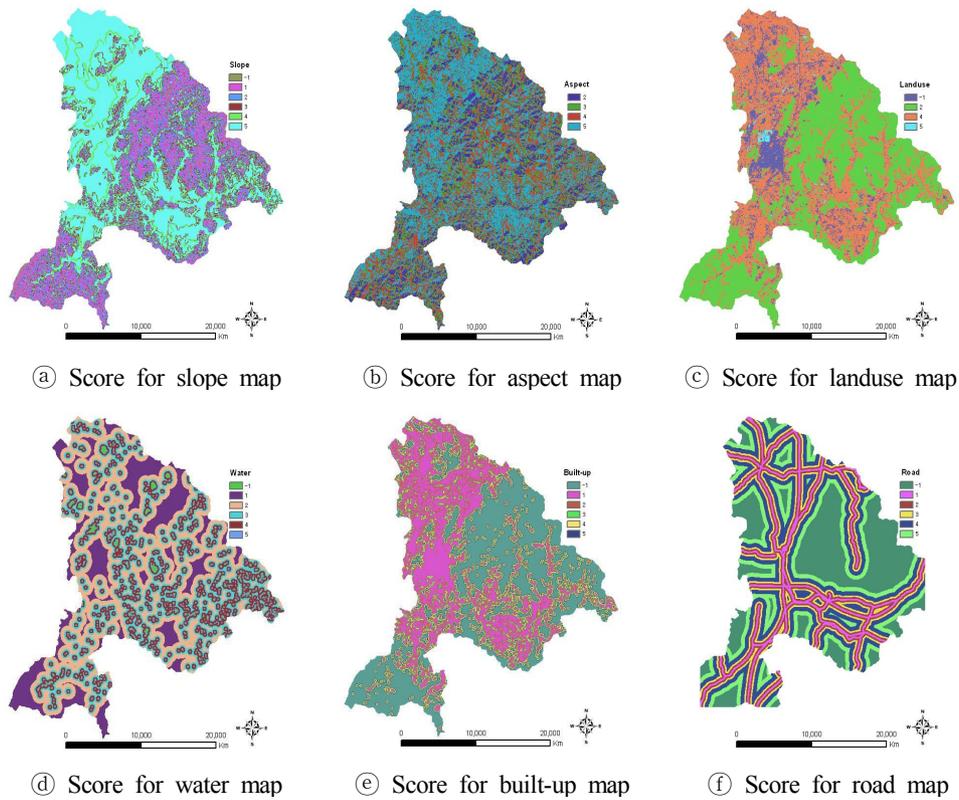


Figure 4 Score maps of six criteria.

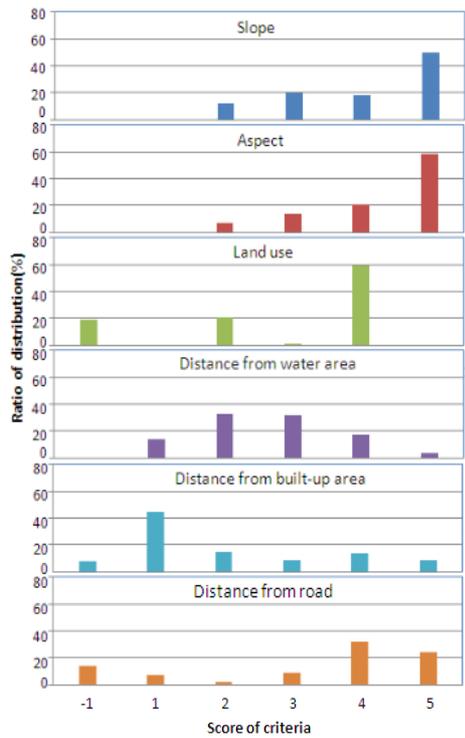


Figure 5 Score extraction for each criterion.

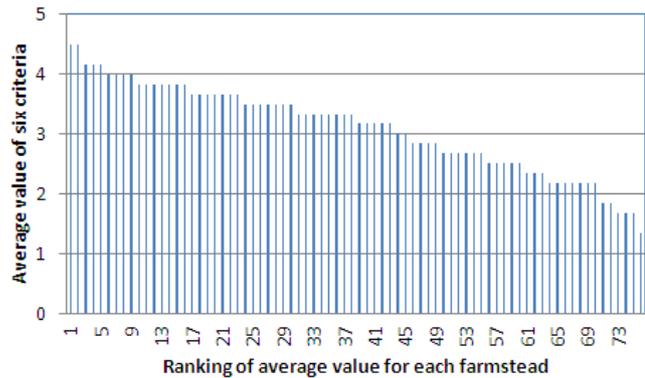


Figure 6 Ranking of Average value for each farmstead from evaluation results.

그 이유는 축산농장이 개인의 사유재산이면서 공공의 이익, 즉, 환경적 측면을 고려해야 함에도 불구하고 공공재로서 관리차원에서 입지선정 등에 관한 정책 도입의 어려움 등의 한계점이 이와 같은 연구의 시도에 대한 장애물이 되었다고 볼 수 있으며, 또한 축산농장들이 농촌 공간에서 농가별로 대부분 운영되면서 넓은 농촌지역에

무질서하게 흩어져 있으면서도 이에 대한 위치정보 및 관련 통계자료는 부족한 것이 중요한 원인으로 볼 수 있다. 본 연구는 정부에서 추진하고 있는 농촌어메니티 자원조사의 일환으로 환경시설에 대한 공간적 위치정보수집을 통하여 수행되었는데, 이와 같이 본 연구의 동기유발은 정부차원의 농촌자원관리 정책을 통하여 이루어질 수 밖에 없었다. 본 연구에서 분석해 본 결과, 어느 정도 규모를 갖춘 축산농장은 농가의 효율적 운영과 관리차원에서 보다 유리한 입지특성을 나타내고 있었다. 즉, 설치가 유리한 주변 논과 밭에 많이 입지하고 있으며, 가까운 곳에 설치하여 관리에 경제적인 것을 우선적으로 고려하였음을 알 수 있었다. 이와 같은 결과로부터, 향후 본 연구에서 제안한 분석틀에 환경 등 공공의 목적을 달성하기 위한 입지선정 기준을 반영한다면 축산농장의 적정입지 선정에 공공의 이익을 고려할 수 있음을 알 수 있었다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 GIS를 이용하여 천안시의 축산농장 입지특성을 분석하였다. 문헌조사를 통한 기초적인 연구수행과 함께 천안시 농촌지역에 산재되어 있는 축산농장의 좌표를 조사하고 GIS 자료로 구축하여 분석하였다.

천안시의 도시지역을 제외한 농촌지역을 대상으로 축산농장을 전수조사하였으며, 대규모 농장에 해당되는 76개에 대한 위치정보를 GPS로 조사하고 GIS 자료로 구축하였다. 축산농장의 입지특성 분석을 위한 평가기준으로서, 지형학적 인자인 경사와 방향을, 사회경제적 인자인 토지이용과 접근성 인자(주택 등 건조지역, 하천과 호수 등 수자원지역, 그리고 도로에서 거리)를 사용하였으며, 5점 척도를 사용하여 점수체계를 구성하였다. 또한 평가기준별 GIS 자료를 구축한 뒤, Landsat-5 TM 위성영상을 이용한 토지이용도 분류와 DEM으로부터 경사도와 방향도를 도출하였으며, 버퍼링 기능으로 세가지 접근성 인자들을 도출하여, 30m 격자지도로 전체 6가지 평가기준 지도를 생성하였다.

입지특성을 분석한 결과, 전체적으로 종합점수는 평균 3.09, 표준편차 0.75, 왜곡도 -0.31을 보였다. 그리고 76개 축산농장들에 대하여 평가기준별 5점 척도로 환산한 평균점수는 방향이 4.30을 경사가 4.07을 나타내어 일반 주거지 입지특성으로 양호한 점수와 동일한 결과를 보였으며, 도로에서 거리와 수자원지역에서 거리는 각각 2.93과 2.63으로 낮은 점수로 왜곡되었는데, 이것은 다소 가까운 곳에 해당되는 500-1,000m의 위치에 많이 입지했다

는 것을 의미하였다. 또한 토지이용의 형태로는 주로 마을 주변의 논과 밭에 농장이 많이 입지한 결과를 나타내었으며, 주택 등 건조지역에서 거리 1.97로 나타나 마을에서 아주 가까운 거리에 대부분의 농장이 입지한 결과를 보였다.

종합적인 입지특성을 도출하면, 기존의 축산농장들은 지형적 특성으로는 주거지의 입지 특성과 유사하게 경사가 2% 이내로 완만하고, 남향 또는 동남향을, 토지이용 특성으로는 축산시설의 설치하기가 편리한 주변 논과 밭을, 접근성으로는 도로와 수자원지역에서는 1km 이내에, 그리고 주택 등 건조지역에서는 500m 이내에 있는 지역을 선호하는 것으로 분석되었다. 이것은 축산농장의 운영과 관리가 편리하고 경제적인 요소를 우선적으로 고려한 결과로 해석되었다.

이와 같은 결과들에서 보는 바와 같이, 여러 가지 입지요인들을 고려하면 목적지향형으로 적절한 축산농장의 입지선정이 가능함을 알 수 있었다. 또한 향후 농촌지역개발에 있어서 농장주의 경제적인 측면뿐만 아니라 환경적 측면을 고려한 평가기준을 도입한다면 쾌적한 농촌환경 유지를 위한 축산농장의 입지선정도 가능함을 알 수 있었다.

본 연구는 2010 어메니티 자원조사 연구용역 결과의 일부임.

#### 참고문헌

1. 강인준, 곽재하, 박기태, 1993, 지형공간정보체계를 이용한 혐오시설 최적지 선정에 관한 연구, 대한토목학회논문집, 2, 441-444.
2. 곽행구, 조영환, 김태근, 2007, GIS기법을 활용한 국내 수목원 입지분석, 한국인간·식물·환경학회, 10(2), 87-93.
3. 구윤서, 김성태, 최종혁, 오영숙, 설미진, 전승세, 안대회, 2006, 축산분뇨처리시설 발생 악취의 확산 모델링, 한국냄새환경학회지, 5(1), 10-18.
4. 김대식, 정하우, 2002, 농촌마을 개발계획 지원을 위한 토지이용계획 모형 (2) -GIS와 항공사진을 이용한 모형의 적용, 한국농공학회지, 44(5), 67-78.
5. 김수봉, 최소정, 1998, GIS를 활용한 쓰레기 매립장 적지분석에 관한 연구, 계명대학교 낙동강환경원, 3, 1-13.
6. 김연제, 이상협, 2009, 소규모 가축분뇨 처리시설의

- 효율적 관리체계 구축에 관한 연구, 경기개발연구원, 1-177.
7. 김태준, 2006, GIS 기반 AHP 기법을 이용한 작물재배 적지분석, 대한토목학회 논문집, 26(4d), 695-702.
  8. 박정일, 박민호, 임이택, 2010, GIS를 이용한 신재생에너지 적지분석 연구, 한국지적정보학회, 129-141.
  9. 양현상, 이은영, 2009, 축산악취저감을 위한 환경개선제 적용 사례 분석, 한국냄새환경학회논문집, 158-163.
  10. 오영숙, 김기현, 구윤서, 김명수, 설미진, 전승세, 최여진, 안대회, 2006, 축산분뇨처리시설 발생 악취 특성, 한국냄새환경학회지, 5(1), 1-9.
  11. 이근수, 정종철, 류청로, 2003, GIS를 이용한 북한지역 산업단지 적지분석, 한국GIS학회논문집, 322-327.
  12. 이신호, 오무영, 최진용, 김한중, 1995, 지형공간정보체계를 적용한 농장의 적지분석에 관한 연구, 한국지형공간정보학회지, 3(2), 173-181.
  13. 이인복, 홍세운, 황현섭, 서일환, J. Bitog, 권경석, 2010, 축산악취의 확산 예측을 위한 전산유체역학 모델의 개발, 한국기상학회논문집, 361-362.
  14. 이진덕, 김성길, 이준욱, 1999, GIS를 활용한 폐기물매립지의 적지분석에 관한 사례연구, 대한토목학회논문집, 4, 540-552.
  15. 이희연, 김은미, 1996, GIS기법을 활용한 은행입지분석에 관한 연구 - 서울시 강남구를 사례로 하여, 한국GIS학회지, 5(1), 11-26.
  16. 임윤택, 유완, 김갑성, 2002, 환경혐오시설의 입지선정모형, 대한국토·도시계획학회지, 37(6), 77-86.
  17. 정승현, 임승현, 조기성, 1996, GIS를 이용한 공황적지분석에 관한 연구, 대한토목학회논문집, 3, 109-112.
  18. 정종원, 박규현, 유용희, 이문주, 감동환, 2008, 악취방지법과 축산악취 저감 대책, 한국냄새환경학회논문집, 177-187.
  19. 하성룡, 김주환, 배명순, 이은실, 1996, GIS를 이용한 정수장 적정위치 선정기법 개발, 대한 토목학회 논문집, 2, 573-576.
  20. 황재웅, 정을규, 이종국, 최동필, 정주영, 전기석, 2008, 축산분뇨 퇴비화시설 악취 발생 특성 및 관리방안, 한국냄새환경학회논문집, 168-170.
  21. Gao, Yujie and Kim, Dae Sik, 2009. Spatio-Temporal Change Detection of Land-Use and Urbanization in Rural Areas Using GIS and RS -With Yongin and Anseong Regions-, 충남대학교 농업과학연구소, 38 (1), 153-162.

접 수 일: (2012년 1월 6일)

수 정 일: (1차: 2012년 1월 12일, 2차: 2월 14일  
3차: 3월 23일)

게재확정일: (2012년 3월 23일)

■ 3인 익명 심사필