

# 아까시나무 밀원식물단지 적지 선정을 위한 위성영상과 GIS의 응용기법

조명희<sup>1</sup> · 김준범<sup>2</sup> · 조운원<sup>1</sup> · 백승렬<sup>1</sup>

## Application Method of Satellite Image and GIS for Suitability of Black Locust Forest as Honey Plant Area

Myung-Hee Jo<sup>1</sup> · Joon-Bum Kim<sup>2</sup> · Yun-Won Jo<sup>1</sup> · Seong-Ryul Baek<sup>1</sup>

### 요 약

위성영상과 GIS 공간분석기법을 이용하여 아까시나무(*Robinia pseudoacasia* L.) 서식지의 공간적 분포 특성을 해석하고 아까시나무 밀원식물단지의 최적지를 선정함으로써 밀원식물단지 조성을 위한 과학적인 공간분석기법의 기초를 구축하였다. 다양한 공간분석을 위하여 지형(고도, 경사, 사면방향) 수계, 토양, 임상, 토지피복 및 기상(온도, 습도, 강수량)등의 자연환경 자료와 도시, 도로 등의 인문환경 자료를 이용하였다. 선형조합법과 요소조합법을 이용한 도면중첩법 분석결과 영천시 아카시나무 최적지는 고경, 임고, 청통, 화남면 등의 지역으로 선정되었다. 아울러 위성영상과 GIS를 이용하여 영천지역의 아까시나무 밀원단지 적지분석을 수행한 결과 성장가능지역에 대한 현재의 분포는 42.53%, 최적지 지역은 26.77%로 나타났으며 영천시 전체 면적 중 아까시나무 밀원단지 최적지 면적은 15.79km<sup>2</sup>로 분석결과 산출되었다. 본 연구 결과 위성영상과 GIS 응용기법은 아까시나무 밀원식물단지 적지선정에 효과적으로 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

주요어: 위성영상, GIS, 공간분석, 아까시나무, 밀원식물단지, 도면중첩법

### ABSTRACT

Using satellite image and GIS, spatial distribution characteristics of black locust forest as honey plant area was identified and analyzed. Upon the result, the most suitable area for black locust forest was selected through the integration analysis of transparent overlay. The variables used for spatial analysis such as topography(elevation, aspect, slope), soil, drainage, distance from urban area, land use, meteorological elements were considered. Based on the suitability analysis, it was clarified that the integration of linear and factor combination technique is greatly efficient method for the most suitable area. In addition, Gokung, Imgo, Chungdong, Hwanam area were shown to be suitable

2001년 4월 21일 접수 Received on April 21, 2001

<sup>1</sup> 경일대학교 도시정보지적공학과 (mhjo@bear.kyungil.ac.kr)

Department of Urban Information Cadastral Engineering, Kyungil University, Kyungsan

<sup>2</sup> 임업연구원 (JBKIM99@foa.go.kr) Korea Forest Research Institute, Seoul, Korea

in Young-chun Area. As the result of suitability analysis for honey plant area of black locust in Young-chun using satellite image and GIS, the present portion of potential distribution area was produced about 42.53%. The portion of most suitable area for honey plant area of black locust was about 26.77%. Finally, the total area for honey plant area of black locust in Young-chun came up to 15.79km<sup>2</sup>. Additionally, satellite image and GIS were expected to be significant tools for suitability analysis of honey plant complex area.

**KEYWORDS:** *Satellite Image, GIS, Spatial Analysis, Pseudoacacia Honey Plant Area, Transparent Overlay*

## 서 론

우리나라의 양봉기술은 그 역사에 비하여 산업화 내지는 과학적인 영농이 되고 있지 않으며, 밀원식물단지 조성에 대한 투자가 전무한 실정이다. 공간정보기술 활용에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있어 보다 과학적인 양봉기술의 도입이 시급한 실정이다. 우리나라에서는 양봉꿀벌(*Apis mellifera*), 재래꿀벌(*Apis cerana*) 두 종(種)의 꿀벌을 사양하고 있다. 양봉농가 들은 대부분 전업농이 아니며 복합영농 형태가 주종을 이루고 있다. 사양농가의 지역별 분포는 전남·북, 경남·북, 제주 지역에 전체 농가의 74.1%가 위치하고 있는 것으로 나타났다. 양봉산물에는 벌꿀, 로얄젤리, 화분, 프로폴리스 등이 생산된다.

밀원식물(honey plant)이라 함은 목본식물에서 초본식물에 이르기까지 꽃꿀을 분비하고 꽃가루를 생성하여 꿀벌의 식생활을 돕는 모든 식물을 말한다. 밀원식물은 양봉 생산의 기반이 되는 중요자원이며, 연중 계절별로 개화되는 밀원식물이 풍부한 지역은 꿀벌 사양에 적합한 지역이 된다.

우리나라의 국토는 남북으로 길게 뻗어 있어 지대에 따라 기온의 차가 현저하며 지형이 복잡하여 밀원의 분포, 개화기의 시간적, 지역적 차이가 크다. 주요 밀원식물의 월별, 계절별 개화시기 조사 결과 1년중 가장 많은 꽃이 피는 달은 5월, 4월, 6월, 7월 순이며 계절별로는 여름(52.0%), 봄(44%), 가을(3.6%) 순

이었다.

아카시아 벌꿀은 한국, 중국, 헝가리 등 3개국에서만 주로 생산하며, 우리나라에서는 1900년대초 사방사업과 연료림 조성을 목적으로 도입하여 전국에 걸쳐 막대한 량의 아카시아 무를 조립하였다. 그 이후 1960년부터 1990년까지 30년에 걸쳐 연료림용으로 무려 32만 4000ha가 조립되어 국토의 조기녹화를 위하여 주로 식재 되었다. 우리나라 양봉산업은 아카시아무 벌꿀에 대한 의존도가 매우 높으며, 이는 우리 양봉산업의 허약한 체질을 단적으로 드러낸다. 전체 양봉농가소득에서 가장 많은 비중을 차지하는 것은 벌꿀이며, 그 중에서도 아카시아무 벌꿀이 차지하는 비중이 압도적이다. 양봉농가 전체 소득의 약 90% 정도가 벌꿀 판매대금이며, 벌꿀 중에 아카시아무 벌꿀이 차지하는 비중은 약 70% 정도이다. 이처럼 가장 중요한 밀원식물로 이용되고 있으면서도 현실적으로는 이에 대한 연구가 매우 미흡한 실정이며 아울러 우리나라 양봉업이 발전되지 못한 가장 큰 원인 중의 하나이다. 또한 밀원식물단지의 보호와 증식대책에도 이해가 부족하였던 것으로 생각된다.

본 연구에서는 최근 과학적인 공간정보기술로 대두되고 있는 GIS와 위성영상을 이용하여 영천시를 사례연구지역으로 선정하고, 밀원단지의 입지인자들을 GIS DB로 구축함으로써 아카시아무 밀원식물단지 공간분포도를 작성하였다. 이를 기초로 GIS 공간분석을 통하여 아카시아무 밀원식물단지의 최적지를 선정함으로써 양봉의

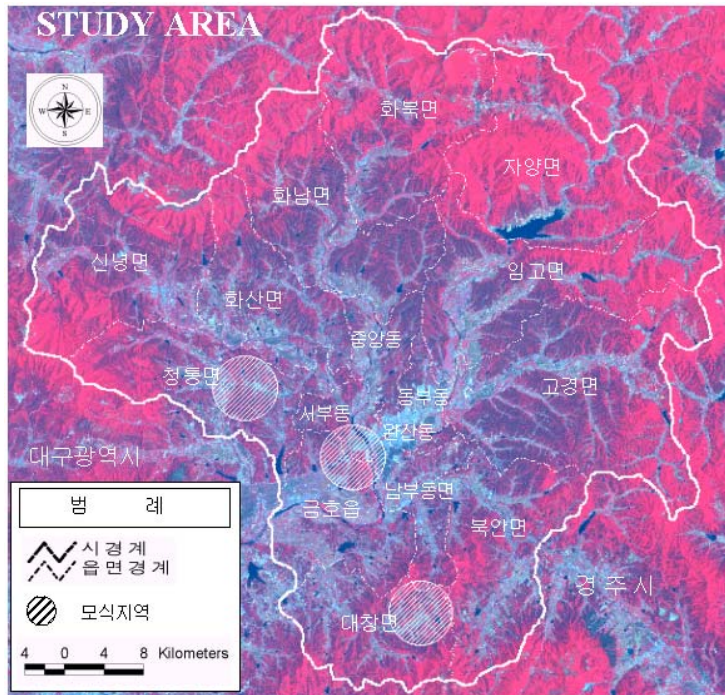


FIGURE 1. The study area and training areas for the extraction of black locust forest using Landsat TM image(May. 17, 1999)

과학화와 공간정보기술의 활용성을 제고함과 동시에 양봉기술분야의 정보화 기반을 조성하는데 그 목적이 있다. 그림 1은 연구지역과 아까시나무 분포도 작성을 위한 모식지역이다.

### 연구자료 및 방법

본 연구에서는 경도 128°41'41" ~ 129°08'42", 위도 36°00'48" ~ 36°03'08"인 연구지역의 GIS DB 구축작업을 위해 ArcView 3.2, Arc/Info 8.0.1 for NT, 위성영상 처리 S/W ERDAS Imagine 8.4를 이용하였다. 1/25,000 수치지형도, 위성영상(Landsat TM 1997년 5월 17일), 1/25,000 토양도 및 영천시 아까시나무 서식지 등의 GIS DB를 구축하였다. 이들 자료를 기초로하여 아까시나무 밀원식물 서식지를 위성영상분석 및 GIS분석 기법을 이용하여 최적지를 추출하였다. 아울러

결과검증을 위하여 현지조사 및 영천시농업기술센터에서 발행한 양봉산업현황자료를 활용하였다. 그림 2는 아까시나무 밀원식물단지 적지분석 작업 흐름도를 개괄적으로 보여준다.

#### 1. 연구자료

영천시 밀원식물(아까시나무) 군락지 탐지를 위해 아까시꽃의 만개와 가장 가까운 시기인 1997년 5월17일에 촬영한 Landsat TM 위성영상자료를 이용하였으며, 1/25,000 지형도를 이용하여 영천시 및 주변지역인 칠곡군 지천면 덕산리, 낙산리의 신동재, 대구광역시 북구 국우동, 영천시 금호읍, 청통면, 대창면 일대를 모식 지역으로 선정하였다. 또한 적지선정을 위해 수치토양도, 수치임상도, 영천시 양봉산업현황자료 및 현지조사자료를 이용하였다.

이들 모식 지역을 이용하여 감독분류(supervised classification) 기법 중 최우법(MLC

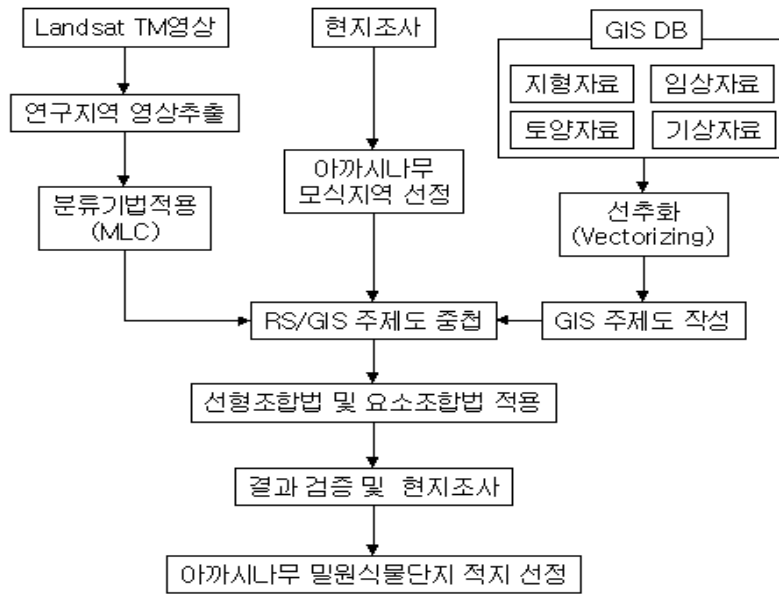


FIGURE 2. The study flow

: maximum likelihood classification)을 적용하여 영천시 지역의 아까시나무 군락지를 탐지하고 밀원식물(아까시나무)단지 공간분포도를 나타내었다.

## 2. 연구방법

1/25,000 지형도, 토양도, 임상도를 Arc/Info GIS Tool을 이용하여 연구대상지역의 각 Layer 별 주제도로 작성하고 GIS DB구축 및 공간분석을 수행하였다. 위성영상은 Landsat TM(band 4/3/2) 영상으로 지형도에서 GCP(ground control point)를 추출하여 Unix ERDAS Imagine 8.4로 기하보정을 하였고 현지 밀원식물단지 모식지역(training area)을 수집하여 감독분류를 실시하였다. 그림 3은 연구대상지역의 각 주제도 이다.

이를 기초로 GIS 공간분석기법으로 적지분석에 널리 활용되고 있는 도면중첩법의 선형조합법과 요소조합법을 이용하여 밀원식물단지 최적지를 추출하고 현지조사와 기초 통계 자료를 통하여 결과를 검증하였다.

## GIS를 이용한 밀원식물단지 최적지 선정기법

### 1. 밀원식물 서식지 일반적 선택조건

기초 문헌에 의하면 일반적으로 지형적 환경, 기상인자, 토양적 특성이 밀원식물 서식지에 가장 중요한 특성인자로 간주되었으므로 본 연구에서는 다음과 같이 세가지 인자에 대하여 분석하였다.

#### 1) 지형 및 지역적 특성

내륙에 위치하고 지대가 낮은 구릉지역이 평야지대보다 좋고 지대가 높은 산간지역은 밀원식물단지로서 부적당하다. 또한 서북쪽에 높은 산이 있어서 서북풍을 막아 줄 수 있는 지역, 산지 지역보다는 논이나 강이 밀원수에서 멀리 떨어져 있지 않고 2km 반경안에 있는 지역, 한 장소에 같은 종의 식물이 집결되어 개화하는 지역이 좋다.

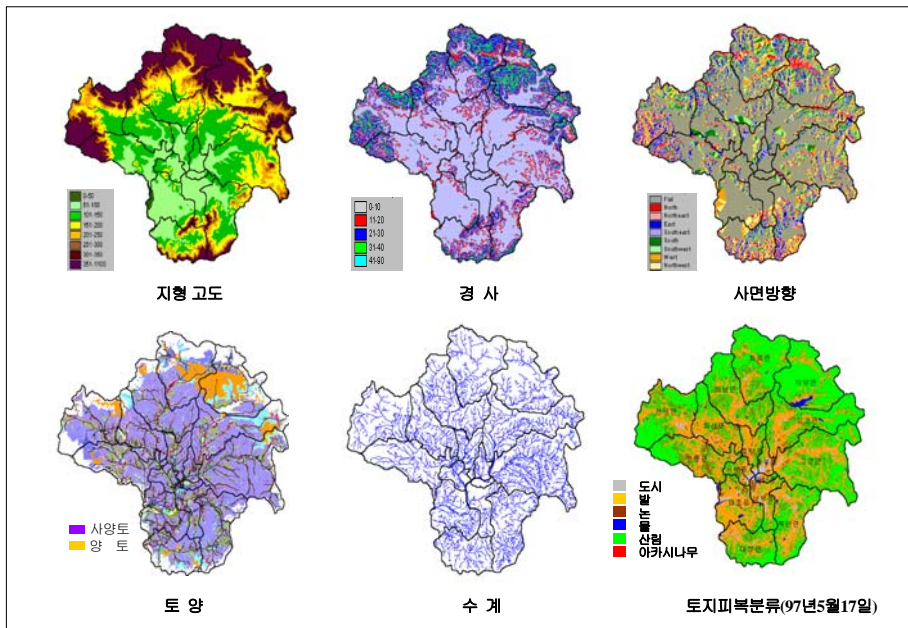


FIGURE 3. Thematic maps of the study area

2) 기상적 특성

낮 기온이 다른 지역보다 상승하는 지역으로 일조시간이 길고 주야간 온도교차가 큰 지역이 좋으며 수계가 근접하여 아침에 안개가 끼며 논에서 수분 증발로 인한 습도를 높여주

는 지역이 적당하다. 화밀분비에 적합한 습도는 60~70% 범위이다.

3) 토양적 특성

같은 밀원식물이라도 토양조건에 따라 화

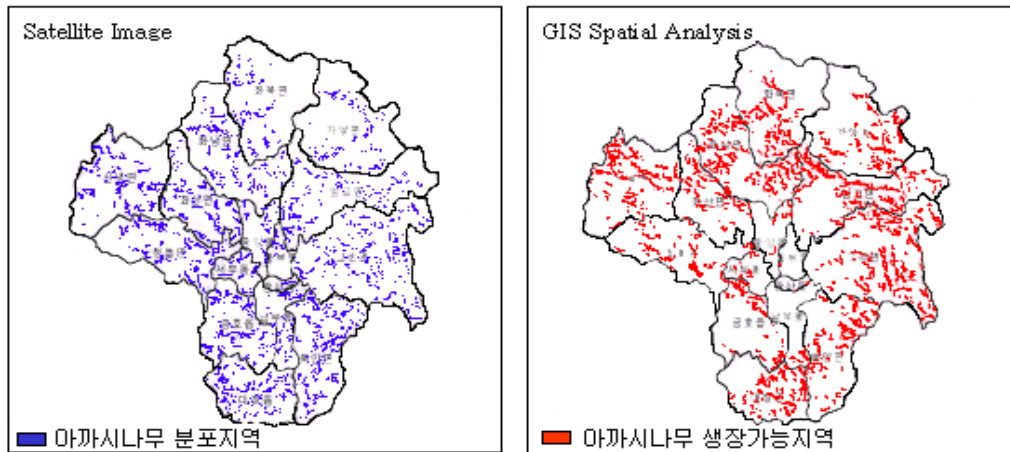


FIGURE 4. Current spatial distribution of black locust forest by satellite image classification(left) and potential distribution area derived from GIS spatial analysis of black locust forest(right)

밀분비에 현저한 차이가 있다. 일반적 식물은 알칼리성에서 생장이 좋고 화밀분비도 양호하다.

## 2. 아까시나무(*Robinia pseudoacasia* L.)

### 밀원식물단지의 생장조건

아까시나무는 산야에 자생 또는 식재되는 낙엽성 교목이며 황무지의 조림용 또는 가로수, 정원수, 공원수, 철도 연변수 등에 적합하다. 콩과(Leguminosae)의 대표적 밀원으로 화밀량이 대단히 많다. 5월에 개화하며 개화기가 10일 이내이고 만개기간은 3~4일로서 짧은 결점이 있으나 화밀량이 많고 적응력이 강하며 생장이 빠른 수종이다.

아까시나무는 훌륭한 밀원 식물이지만 꽃은 바람이나 비에 대해서 약하여, 비교적 고도가 낮고 완경사지이며 건조한 남쪽 산록에서 잘 자란다.

아까시꽃은 기온이 25℃ 이상 올라가야 꿀분비를 잘하게 되는데 26~28℃에서 분비량이

가장 많다. 그러나 30℃ 이상이 되면 수분부족으로 꿀 분비도 적어지고 꽃이 빨리 시들어 채밀량이 떨어지게 되며 23℃미만에서도 꿀 분비량이 떨어지고 꿀 농도도 낮아지게 된다(조상균, 1999).

## 3. 적지 분석기법과 최적지 선정

### 1) 밀원식물단지 최적지 선정

본 연구에서는 최적지 선정을 위하여 먼저 위성영상과 기존문헌을 활용하여 밀원단지 후보지를 선정한 후 선정된 지역을 대상으로 선형조합법과 요소조합법을 적용하여 밀원식물단지 최적지를 추출하였다. 표 1은 기존 문헌의 연구 결과를 토대로 하여 설정한 적지조건 변수별 가중치를 나타낸 것이다.

선형조합법의 가중치를 적용하기 위하여 각 주제도면의 속성별 등급을 공식 1을 통해 표준화 점수로 변환하였다(Chapin과 Kaiser, 1979; Hopkins, 1977).

TABLE 1. Relative score per variables for suitability of black locust forest as honey plant area

변 수	적지조건	중요도	가 중 치		변수별 최고값
			선형조합	요소조합	
고 도	101~200	25	1	1	25
	201~300	20	0.75	0	
	100이하	15	0.5	0	
	300이하	10	0.25	0	
지 형	남서, 남쪽	20	1	1	20
	남동, 북동쪽	15	0.67	0	
	나머지 방향	10	0.33	0	
경 사	0~10	15	1	1	15
	11~30	10	0.67	0	
토 양	30 이상	5	0.33	0	15
	사양토	15	1	1	
수 계	나머지 토양	10	0.5	0	15
	2km 이내	15	1	1	
도 시	2km 이외	10	0.5	0	10
	1km 이외	10	1	1	
	1km 이내	5	0.5	0	
계					100

<참고자료: 김태욱 외 1986, 1987. 김갑덕 1986.>

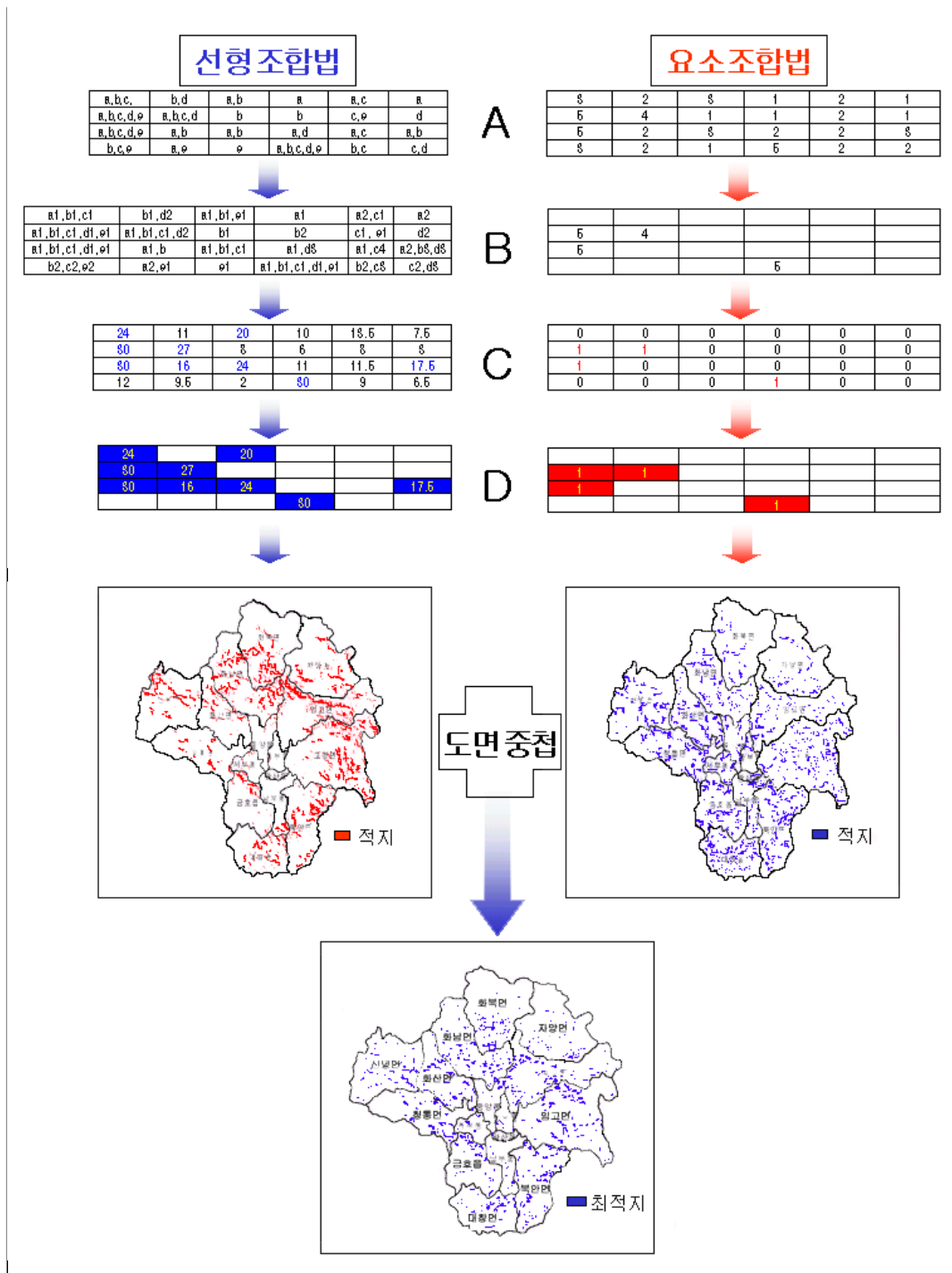


FIGURE 5. The integration analysis of transparent with numerical overlay for suitability map

$$V'_{ij} = \frac{V_{ij}}{V_{i \max}} \quad \text{-----}(1)$$

$V'_{ij}$  = i 인자의 j 범주가 변환된 등급점수

$V_{ij}$  = i 인자의 j 범주에서 원래 할당된 등급

$V_{i \max}$  = i 인자의 범주 가운데 최대값

또한 선형조합법에 활용된 인자는 다음과 같다.

(([class of Aspect]) + ([class of Slope]) + ([class of Elevation]) + ([class of Soil]) + ([class of Stream] + ([class of Urban]))

요소조합법은 위성영상분석으로 나타난 아까시나무 서식지역 중 자연 및 인문환경 자료가 아까시나무 생장에 가장 많은 분포를 이루는 곳을 1등급 지역으로 정하였다. 요소조합법은 입지인자 기준에 부적합한 지역을 제외시키는 방법으로 입지조건에 적합한 지역과 부적합한 지역의 두 범주로 나누고 입지인자별 주제도면을 중첩시켜 인자들이 교집합을 이루는 장소를 입지후보지로 선정한다.

## 2) 적지분석기법의 선정

선형조합법은 여러 입지인자들간의 상대적인 중요도를 선정한 후 수학적인 연산을 통해 종합적으로 토지를 평가하는 방법으로, 두 개 이상의 입지인자들이 가지는 범주들이 상호작용이 없다고 가정한다.

이 방법은 먼저 원래의 입지인자(original factor)의 속성이 가지고 있는 범주들을 0에서 1까지의 비율로 표준화시키고 입지인자들의 중요도를 곱하여 중첩시킨 다음 점수로 나타낸다. 제외되는 지역없이 대상지역 전체를 평가할 수 있고 후보지간에 우열의 정도를 비교할 수 있다.

요소조합법은 각각의 입지인자들에 대한 기준에 따라 특정지역을 제외하거나 하나로 결합시켜 지도를 재구성한 다음 중첩시키는 방법이다. 이는 인자들간의 조합에 의한 상호

작용을 고려하여 인자와 범주를 일시에 조합한 후 용도에 따른 적합한 장소를 계량화하여 분석한다. 적용이 간단하고 이해하기 쉽지만 지도의 재구성을 위한 기준을 정하기 어렵고 많은 인자들과 범주들이 포함되어있을 경우 작업의 양이 많아지게 된다.

선형조합법의 경우는 후보지로 부적합한 곳도 입지인자들의 상대적 중요도에 따라 입지후보지에 포함될 수 있으며, 요소조합법은 입지인자들 중에 하나라도 중첩과정에 부적합 곳으로 제외될 경우 후보지에 대한 대안을 마련할 수 없다.

따라서 본 연구에서는 선형조합법에 의한 후보지와 요소조합법에 의한 후보지를 중첩시켜 공통적으로 적합하다고 평가되는 지역을 아까시나무 밀원식물단지에 적합한 지역으로 선정하였다.

## 결과 및 고찰

선형조합법과 요소조합법을 중첩한 결과를 현지조사와 통계자료를 기초로 고찰하였다.

그림 6은 2000년도 영천시 읍, 면, 동별 생장가능지역 면적, 위성영상분류에 의한 현재의 아까시나무 분포면적, GIS 공간분석에 의한 최적지 면적을 그래프로 나타낸 것이다.

선형조합법으로 나타낸 현재 생장가능적지 분포와 요소조합법으로 나타난 위성영상분포를 조합하여 아까시나무가 성장하기에 적합한 지역의 위치를 추출한 결과 그림 6과 같은 분포를 이루고 있다.

분석결과 아까시나무 생장가능 적지 면적은 59.01km<sup>2</sup>이었으며 고경, 화남, 임고, 신녕면 등이 아까시나무 밀원식물단지에 생장에 적합한 적지로 나타났다. 이 중 적지 면적이 5.5km<sup>2</sup> 이상인 지역은 고경, 화남, 임고, 신녕면 이며 이들 지역의 현지 양봉 사육군수는 고경(1,245), 화남(591), 임고(1,204), 신녕(679)으로 나타났다. 아울러 현재의 아까시나무 분포와



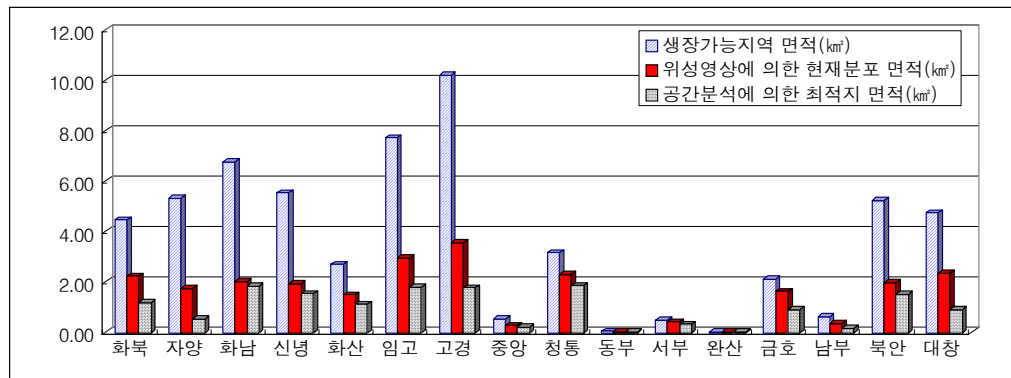


FIGURE 6. Areal comparison of black locust forest as honey plant area by suitability analysis

최적지 분포와의 비율이 높은 지역으로는 청통(9, 11%), 화남(8, 12%), 임고(12, 11%), 고경(14, 11%) 북안(8, 10%) 지역들이며 성장가능 지역에 대한 최적지 분포비율은 26.77%로 나타났다. 따라서 성장가능적지와 위성영상분석을 이용한 도면중첩법 분석결과 최적지는 청통면 한티재, 금호읍 경찰서인근, 북안면 만불사, 화산리 신녕천변, 임고면 호리 인근 지역으로 선정되었다.

아카시아 벌꿀은 매우 짧은 시기에 채집이 이루어지므로 접근성이 좋고 화밀성장에 최적인 기후조건 지역이어야 한다. 영천시는 아카시나무 밀원식물단지 조성 조건에 적합한 지리적, 기상적 조건을 가지고 있으며 도로의 접근성이 용이하여 벌꿀 채집에 적당한 분포지역을 이루고 있다.

### 결론

우리 나라의 양봉업은 사양(飼養) 기술의

부족보다는 밀원식물단에 대한 정보체계가 확립되지 못하고 있을 뿐만 아니라, 밀원식물단지 또한 충분히 조성되어 있지 않으므로 현실적으로 양봉업의 국제 경쟁력이 미약한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 위성영상과 GIS를 이용하여 보다 효율적인 아카시나무 밀원식물단지 적지선정 기법을 개발하였으며 그 내용을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 위성영상과 GIS를 이용하여 영천지역의 아카시나무 밀원단지 적지분석을 수행한 결과 성장가능지역에 대한 현재의 분포는 42.53%, 최적지 지역은 26.77%로 나타났으며 영천시 전체 면적 중 아카시나무 밀원단지 최적지 면적은 15.79km<sup>2</sup>로 분석결과 산출되었다. 따라서 위성영상과 GIS가 아카시나무 밀원식물단지 적지선정에 효과적으로 적용될 수 있다는 사실이 규명되었다.

둘째, GIS 및 위성영상을 이용한 밀원식물단지 선정을 위한 공간분석에 있어서 고려해

야 할 기준 변수로서는 지형(고도, 경사, 사면 방향), 수계, 토양, 임상, 토지이용 및 기상(온도, 습도, 강수량)등의 자연환경 자료와 도시, 도로 등의 인문환경 자료등이 중요한 변수로 대두되었다.

셋째, 적지선정 분석결과 선형조합법과 요소조합법을 결합한 공간분석은 적지위치 선별에 이상적인 방법이 될 수 있으나 일정한 기준에 의하여 서로 비교 할 수 있도록 각 요소의 점수 표준화(standardization) 및 관련 서식의 정비가 필요하다.

넷째, 면밀한 현장조사 및 다시기 위성영상을 통한 아까시나무 변화 탐지 및 GIS의 활용을 통한 밀원식물단지의 현황조사, 시기별 및 계절별 기상환경 변화 등을 보다 구체적으로 규명한다면 보다 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

아울러 전국 밀원식물단지의 DB 구축과 네트워크 분석을 통한 이동양봉 최단경로를 인터넷GIS를 이용하여 실시간으로 제공되어진다면 보다 효율적으로 양봉산업에 활용 될 수 있을 것으로 기대된다.

또한 밀원식물단지 적지 선정에 관한 의사결정과 후보지에 관한 우선 순위 결정은 양봉농가에 최적의 아까시나무 밀원식물단지 조성에 유용할 것이며 아울러 향후 밀원식물단지 선정에 관한 입지인자의 속성별 기준과 최적지 후보 선정을 위한 구체적인 등급기준이 마련되어야할 것이다. **KAGIS**

## 참고문헌

- 김갑덕, 김태욱, 김경재, 김준선. 1986. 아까시나무 조림지의 물질생산량에 관한 연구. 한국양봉학회지 1(1):107-116.
- 김병호 외. 1996. 최신 양봉학. 선진문화사. 306쪽.
- 김영섭, 서애숙, 조명희. 1998. 원격탐사개론. 동화기술. 215-220쪽.
- 김옥남. 1993. 계절별 LANDSAT 영상에 의한 토지피복분류에 관한 연구. 강원대학교 박사학위논문. 156쪽.
- 김종원. 1993. 아까시나무의 조림 및 육림기술. 제7회 양봉기술강습회 및 아까시나무 연구발표회. 56-64쪽.
- 김태욱, 김기중. 1987. 아까시나무의 화밀생산과 수분기작. 한국양봉학회지 2(1):82-92.
- 김태욱, 이경재, 이유미. 1986. 아까시나무의 조림학적 성질에 관한 연구. 한국양봉학회지 1(2):97-108.
- 김태욱, 이유미. 1986. Flowering Time of Honey Plants in Korea(한국 밀원식물의 개화기에 관한 연구). 한국양봉학회지 1(1):90-95.
- 농축산기술자원연구소. 2000. 양봉 새기술. 내외출판사. 286쪽.
- 농림부. 1998. 꿀벌의 활용과 고품질 양봉산물의 생산기술 개발. 259쪽.
- 박용구, 유영수, 김재길, 손재형. 1993. 아까시나무의 밀원식물 육성. 제7회 양봉기술강습회 및 아까시나무 연구발표회. 22-55쪽.
- 배민기, 장병문. 1998. 지리정보체계를 이용한 일반폐기물 매립후보지의 입지선정에 관한 연구. 한국지리정보학회지 1(2):14-25.
- 안원영. 1986. 아까시나무(Robinia pseudoacacia L.)재의 이·화학적 성질. 한국양봉학회지 1(1):117-121.
- 영천시. 통계연보. 1998.
- 오현우, 최승윤. 1988. 아까시아 나무꽃에서의 꿀벌의 방화활동에 관한연구. 한국양봉학회지 3(2):1-6.
- 이진덕, 연상호, 김성길. 2000. GIS를 활용한 폐기물 매립지의 적지분석 사례연구. 한국지리정보학회지 3(4):33-49.
- 조명희. 1989. Landsat TM영상에 의한 토지피복분류 -낙동강 하구지역을 사례로-. 경북대 박사학위논문. 154쪽.
- 조명희. 1995. 원격탐사자료와 GIS를 이용한

- 라오스 남칸 유역분지의 토지이용평가 및 미작적지 분석. 대한원격탐사학회지 11(1):1-17.
- 조명희, 부기동, 이정협, 이광재. 2000. 위성영상과 GIS를 이용한 과수재배 분포도 작성 기법에 관한 연구. 한국지리정보학회지 3(4):73-86.
- 조상균. 1999. 아카시아 다수확 관리방법. 경북대 강습회 자료. 13-24.
- 최승윤. 1997. 신제 양봉학. 집현사. 439쪽.
- 황국웅, 이규완. 2000. GIS와 다요소의사결정 방법(MCE)에 의한 김해 대청공원 집단 시설 지구 적지분석. 한국지리정보학회지 3(3):45-53.
- Anderson, P.F. 1979. Regional Landscape Analysis. Iowa, Environmental Design Press. pp.49-91.
- Chapin J., F. Stuart and E.J. Kaiser. 1979. Urban Use Planning. 3rd edition. University of Illinois Press, IL, Urbana. pp.304-315.
- Hopkins, L.D. 1977. Methods for generating land suitability maps: A comparative evaluation. Journal of the American Institute of Planners 43(4): 386-400.

**KAGIS**