

## 퍼지집합과 GIS를 이용한 고로쇠나무 임분의 수액채취 적지 분석

李丙斗\* · 鄭主相 · 權大淳

서울대학교 산림과학부

### Analysis of Site Suitability of Forest Stands for Extracting Sap of *Acer pictum* var. mono Using GIS and Fuzzy Sets

Byungdoo Lee\*, Joosang Chung and Dae-soon Kwon

Department of Forest Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

**요약:** 본 연구에서는 GIS와 퍼지집합을 이용하여 고로쇠나무 수액채취 적지를 판정할 수 있는 모형을 제시하고, 이에 따라 적지도를 작성하였다. 이를 위해 고로쇠나무 수액생산에 영향을 미치는 인자를 생물인자와 입지환경인자로 구분하여 선정하였고, 수액 채취 여건은 지형인자와 접근성인자를 선정하여 평가하였다. 각 인자별 가중치의 결정은 실제 고로쇠나무 수액이 채취되고 있는 지역의 인자별 특성을 분석하여, 채취 지역과 비채취 지역의 차이가 클수록 높은 가중치를 부여하는 방식을 이용하였다. 이 결과 수계로부터의 거리, 임상, 광노출도 등이 수액생산량 예측모형에서 높은 가중치를 보였으며, 영급, 도로접근성, 경급인자는 수액채취 적지 판정에 있어서 관련성이 적었다. 개발된 모형의 타당성을 검토하기 위하여 실제 고로쇠나무 수액이 채취되고 있는 지역을 대상으로 모형을 적용한 결과, 적지지수 평균값이 0.81로써 높게 분석되었다.

**Abstract:** Using GIS and fuzzy sets, a model was developed for evaluating the site-suitability of forest stands for extracting sap of *Acer pictum* Thunb. var. mono in Mt. Baekun area. In the model, the productivity of sap extraction was expressed as the function of biotic and abiotic site factors. Among the factors, the topographic terrain conditions and accessibility of forest stands were chosen to consider working environment of the sap extraction. The difference in measurements of the factors between sap-extraction and non-sap-extraction forest stands was used in determining the weight of the relative importance for sap extraction productivity. The weight for distance-to-stream, vegetation type and shading condition turned out relatively higher than those for tree age, distance-to-road and DBH. Based on the results, a site-suitability map in Mt. Baekun area for sap extraction was built.

**Key words :** *Acer pictum* var. mono, fuzzy set, GIS, sap extraction, site-suitability of forest stands

## 서론

고로쇠나무는 양질의 수액을 채취할 수 있는 중요한 수종 중의 하나로써, 오래전부터 산촌농가의 고부가가치 소득원이 되어 왔다(김철수와 팍애경, 1994a). 고로쇠나무의 수액은 신라시대 화랑이 음용했다는 기록이 있으며, 최근에는 건강 음료 등 다양한 형태로 개발되어 일반인들에게 애용되면서(농림부, 2001) 고로쇠나무가 주로 분포하는 강원도, 전라도, 경상도의 산촌에서 폭넓게 채취되고 있다.

반면 대부분의 고로쇠나무는 관리여건이 불리한 험준한 산악에 위치하고 있으며, 단목의 형태로 넓은 지형에 걸쳐 낮은 밀도로 서식하고 있어 접근성이나 생산성 등의

경영여건이 불리한 편이다. 특히 최근 고로쇠나무 수액에 대한 수요가 증가하면서, 수간부에 출수공을 많이 뚫고, 이로 인한 수간의 상처부위가 부식 손상되어 많은 고로쇠나무가 고사 및 바람에 도목되는 실정이다(김철수와 팍애경, 1994b). 그 결과, 지속가능한 수액채취방법과 기존 채취지역 외에 새로이 수액을 채취할 수 있는 산림을 찾기 위한 노력이 증가하고 있다.

그러나 새로운 채취지역을 발굴하거나, 혹은 고로쇠나무를 인공적으로 조림할 수 있는 적지를 선정하는데 어려움이 존재하는 것이 사실이다. 반면, 고로쇠나무 수액과 관련된 연구는 주로 수액채취량과 성분분석(권수덕 등, 2000; 김충모 등, 1991; 문현식과 권수덕, 2004; 안원영, 1975; 이경준 등, 1995ab; 정미자 등, 1995; 정미자 등, 2001) 및 유통구조(안종만 등, 1998; 안종만 등, 2000) 등에

\*Corresponding author  
E-mail: rubus@chol.com

치중되어 수행되어 왔으며, 고로쇠나무가 자생하고 있는 지역의 식생, 입지 환경에 대한 연구나 입지여건에 따른 생산성에 관한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 전라남도 지역에서 고로쇠나무가 집단적으로 분포하고 있고, 고로쇠나무 수액 생산업이 활발한 백운산 지역을 대상으로 고로쇠 수액 생산 및 채취 여건 등을 조사하고 이를 토대로 GIS 분석기법을 적용함으로써 고로쇠 수액 채취 적지를 선정하기 위한 모델을 개발하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구 대상지

본 연구의 대상 지역은 전라남도에서 가장 많은 고로쇠 수액을 생산하는 백운산지역으로 선정하였다. 이 지역의 연평균 기온은 14.7도이며, 강수량은 1,500~1,820 mm(서울대학교 연습림, 1996)이다. 연구 분석 지역은 백운산을 중심으로 1/25,000 축적의 도엽 4장(도엽번호 357151, 357152, 357153, 357154)에 해당하는 지역을 이용하였다.

### 2. 연구 방법

고로쇠나무 수액채취에 영향을 미치는 인자들은 문헌 고찰을 통해 선정하였다(김준선 등, 1998; 김철수와 곽애경, 1994ab; 농림부, 2001; 문현식 등, 2004; 박명규 등, 1984; 박인협, 1986; 박인협, 1998; 안종만 등, 1998; 윤승락 등, 1992; 이경준 등, 1995ab). 이를 통해 선정한 입지 환경 인자들은 생물학적 요인(biotic factors) 과 비생물학적 요인(abioc factors)으로 구분할 수 있으며, 특히 채취 여건은 지형과 도로접근성을 이용하여 평가하였다.

한편 이러한 인자들을 선정하는 과정에 GIS 자료원의 이용가능성 등을 고려하였다. 그 결과 적지판정 모형에 선정된 인자는 생물학적 요인으로 임상, 경급, 영급이며, 입지환경 요인으로 수계로부터의 거리, 해발고도, 토양수분, 광노출도가 선정되었다. 채취여건 인자로는 산지경사와 도로로부터의 거리를 고려하였다.

각각의 평가인자에 점수를 부여하는 방법은 연속 자료인 경우에는 퍼지집합(Fuzzy set)을 이용하였으며, 명목척도인 경우에는 기존 문헌 고찰을 통해 0점에서 1점까지 점수를 부여하였다. 퍼지집합은 요소의 소속도(degree of membership) 개념( Zadeh, 1965)을 바탕으로 복잡하고 불명확한 문제의 해결에 쉽게 응용될 수 있는(Mendoza and Rrabhu, 2003) 장점이 있다. 또한, 기존의 GIS 분석방법이 대부분 'Yes-or-No'의 이원론적 boolean 논리에 입각한 평가방식을 사용함으로써, 공간자료의 연속적인 특성이 반영될 수 없었던 것에 비해(김대중, 1995), 퍼지집합에서는 소속도의 개념으로 변환하여 0과 1사이의 값을 갖는 연속

적인 수치로 분석되기 때문에 최근에 GIS를 이용한 공간 의사결정과정에서 많이 이용되고 있다.

고로쇠나무 수액채취 적지 분석에 영향을 미치는 인자가 선정되면, 각 인자별 가중치를 결정할 수 있고, 이를 토대로 GIS의 지도대수 방법을 이용하여 백운산 지역의 고로쇠나무 수액 채취 적지도를 작성하였다. 이 과정에서 인자별 가중치와 최종 분석된 적지판정 모형의 검증은 연구 대상지역인 백운산 지역에서 고로쇠나무 수액 채취가 이루어지고 있는 지역을 조사하여 수치지도로 구축하여 사용하였다.

#### 1) 고로쇠나무 수액생산량 평가

문헌 고찰에 의하면 고로쇠나무의 수액생산에 영향을 미치는 인자들에 대한 정량적 연구결과가 거의 없는 것으로 판단된다. 다만, 박인협(1998)은 수관 폭과 흉고직경의 크기가 수액생산량과 관계가 있다는 것을 보고한 바 있고, 김철수와 곽애경(1994b)은 흉고직경과 수관부 표면적의 수액생산량에 주는 영향을 밝혔다.

본 연구에서는 수액생산량에 영향을 미치는 인자로 임상, 경급, 영급, 토양수분, 광노출도 등을 선정하였다. 경급인자는 산림조사부 자료에서 추출해서 분석에 이용했는데, Table 1에서와 같이 6 cm 이하 소경목은 수액을 채취할 수 없고, 50 cm 이상의 대경목의 경우 최대 생산능력을 지닌다고 가정하였다. 경급이 6~50 cm 사이인 경우에는 [0, 1]의 범위에서 단조증가 퍼지함수(sine fuzzy)를 이용하여 수액생산 능력을 평가하였다. 다만, 고로쇠나무는 대부분 활엽수림에서 단목의 형태로 산재하여 분포하는 특성이 있으므로, 침엽수 인공림의 경우에는 고로쇠나무가 분포하지 않는 것으로 가정하였다.

흉고직경과 수령과의 관계(박인협, 1998)를 이용하여 영급인자를 선정하였는데, 2영급 이하는 0점, 9영급 이상은 1점을 부여하였다. 2영급과 9영급 사이의 영급은 경급과 마찬가지로 단조증가 퍼지함수를 이용하여 점수를 부여하였다.

이경준 등(1995b)과 농림부(2001)의 연구결과를 사면에 따라, 즉 수액이 채취되는 시기의 광노출 정도에 따라 수액생산량이 달라짐을 보여주고 있으며, 토양의 수분함량(김철수와 곽애경, 1994b) 또한 수액생산량 예측에 있어서

**Table 1. The scoring model of biological factors for *Acer pictum* Thunb. var. *mono sap* extraction.**

Factor (Unit)	Value				
	0	0.25	0.5	0.75	1
Vegetation	Coniferous	-	-	-	Deciduous
Tree age (×10)	< 2	$\sin^2\left(\frac{x-2}{7} \times \frac{\pi}{2}\right)$			> 9
DBH (cm)	< 6	$\sin^2\left(\frac{x-6}{44} \times \frac{\pi}{2}\right)$			> 50

**Table 2. The scoring model of abiotic environmental factors for *Acer pictum* Thunb. var. *mono sap* extraction.**

Factor (Unit)	Value				
	0	0.25	0.5	0.75	1
Elevation (m)	< 100 > 1,800		$\sin^{27}\left(\frac{x-100}{700} \times \frac{\pi}{2}\right)$ , $\cos^2\left(\frac{x-800}{100} \times \frac{\pi}{2}\right)$		
Soil moisture	-	Dry	Slightly dry Slightly moist	Proper moist	Moist
Distance to stream (m)	> 1,000		$\cos^2\left(\frac{x-100}{900} \times \frac{\pi}{2}\right)$		< 100
Hillshade	< 20		$\sin^2\left(\frac{x-20}{210} \times \frac{\pi}{2}\right)$		> 230

중요한 요소가 됨을 보여주고 있다. 따라서 본 연구에서는 입지환경인자로 토양의 수분함양기능과 수계로부터 해당 입지까지의 거리, 수액이 채취되는 시기의 광노출도, 마지막으로 고로쇠나무의 분포를 고려한 해발고도(김태욱, 1994; 김철수와 광애경, 1994b)를 입지환경 인자로 선정하였다.

수계로부터의 거리인자에 대한 점수부여는 Table 2에서와 같이 거리가 100 m 이내의 입지는 1점을, 1,000 m 이상 떨어진 지역은 0점으로 부여하였으며, 100~1,000 m 사이의 지역은 Cosine 함수를 이용하여 단조 감소하도록 하였다. 토양의 수분함양 정보는 산림조사부의 자료를 이용하였는데, 조사기준에 따라 건조한 상태는 0.25점을 부여하고 습윤 상태는 1점을 주었다. 광노출 인자는 고로쇠나무 수액생산량이 최대가 되는 경칩 전후의 태양고도와 남중고도를 기준으로 태양 위치를 설정하여, 광에 대한 노출도가 높을수록 점수를 높게 부여하였다.

한편, 고로쇠나무는 해발 100~1,800 m 사이에 분포하고 있다는 결과(김태욱, 1994)와 백운산, 지리산, 조계산을 대상으로 고로쇠나무의 고도별 빈도를 조사한 결과(농림부, 2001), 고도가 800m인 경우에 수액 출수량이 최적이라는 김철수와 광애경(1994a)의 연구결과에 따라 100 m 이하, 1,800 m 이상은 0점으로 100이상에서 800 m 사이에는 퍼지함수 중 단조증가함수를, 800~1,800 m 사이는 단조감소함수를 이용하여 점수를 부여하였다.

## 2) 채취여건 평가

고로쇠나무 수액채취시의 작업의 어려움 정도를 나타내는 채취여건은 Table 3에서와 같이 도로접근성과 경사도를 인자로 선정하였다. 도로접근성은 임도와 기존 도로로부터 채취 구역이 50 m 이내에 위치하면 1점을 부여하였으며, 800 m 이상인 경우에는 0점을, 50~800 m 사이의 구역은 단조감소함수를 이용하였다.

경사도에 대한 점수 부여 방식은 40°를 기준으로 하여, 이보다 급한 경사의 경우에는 0점을 부여하였으며, 나머

**Table 3. The scoring model of extraction conditions for *Acer pictum* Thunb. var. *mono sap*.**

Factor (Unit)	Value				
	0	0.25	0.5	0.75	1
Distance to roads (m)	> 800		$\cos^2\left(\frac{x-100}{900} \times \frac{\pi}{2}\right)$		< 50
Slope (Degree)	> 40		$\sin^2\left(\frac{x-20}{210} \times \frac{\pi}{2}\right)$		< 5

지 구간에 대해서는 도로접근성과 마찬가지로 단조감소함수를 이용하여 점수를 부여하였다. 현재, 고로쇠나무 수액의 채취 작업 여건상 경사는 출수공을 뚫거나 채취 시설을 설치하는데 경사가 급할수록 불리한 여건으로 작용되지만, 초기 설치가 끝난 다음 채취된 수액의 수집에는 유리한 여건으로 작용하여 단조감소함수를 적용하는 것에 대한 논란이 있지만 초기 설치단계에 있어서 인건비의 비중을 살펴 감소하는 함수를 적용하였다.

## 3) 인자별 가중치 결정

적지분석과 입지선정과 같은 공간의사결정 과정은 다기준(multi-criteria), 혹은 다속성(multi-attributes)의 성격을 가지므로 인자별 가중치를 결정하는 것은 전체 분석 과정에서 중요한 부분이며, 최종 결과물의 생성에 지대한 영향을 미친다. 따라서 명확한 기준이나 근거가 제시되지 못한 경우 가중치를 결정하는 과정은 최종 결과물에 오류를 유발할 수 있다. 이러한 측면에서 본 연구에서는 백운산 지역에서 실제로 고로쇠나무 수액을 채취하고 있는 지역을 대상으로, 위에서 고로쇠나무 수액 채취에 영향을 미친다고 선정된 인자들의 수치 특성을 분석하여 각 인자별 가중치를 추정하는 방법을 이용하였다. 즉, '실제로 수액 채취가 일어나고 있는 지역은 수액생산량에 영향을 미치는 생물인자, 입지환경인자와 채취여건 인자들이 복합적으로 작용하여 다른 지역에 비해 적지이다'라는 가정을 한 다음, 채취구역과 채취가 일어나지 않은 구역 간의 인자

**Table 4. Weight combinations for the alternatives.**

Alternatives	Weight								
	Biological factors			Site environmental factor			Extraction condition factors		
	Vegetation	Tree age	DBH	Elevation	Soil moisture	Dist. to streams	Hillshade	Dist. to roads	Slope
1	0.60	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
2	0.05	0.60	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
3	0.05	0.05	0.60	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
4	0.05	0.05	0.05	0.60	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
5	0.05	0.05	0.05	0.05	0.60	0.05	0.05	0.05	0.05
6	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.60	0.05	0.05	0.05
7	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.60	0.05	0.05
8	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.60	0.05
9	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.60

별 차이를 살펴보고 그 차이가 클수록 가중치를 높게 부여하였다. 이는 일종의 변형된 순위가중평균법(Ordered weighted average)으로써, 순위를 매기는데 있어서 설문조사나 전문가의 의견이 아닌, 실제 채취가 일어나고 있는 지역을 분석하여 인자별 순위를 결정하여 가중치를 부여하는 방식이다(이창호, 2000). 따라서 실제 채취구역에 각각의 인자들이 어떤 순서로, 얼마만큼 기여를 하는지를 알아보기 위해 Table 4와 같이 9개의 대안을 구성하여 채취구역 분석을 수행하였다. 대안 1의 경우 임상인자의 가중치를 다른 인자들(0.05)에 비해 높게 책정한(0.6) 상태로 분석을 수행하여 실제 분석결과에 임상인자가 어느 정도로 작용하는지를 알아보기 위해 수행되었다. 대안 2~9도 대안 1과 마찬가지로 각각의 인자들의 중요도를 다른 인자들에 비해 높게 책정하여 각 인자의 기여도를 파악할 수 있도록 하였다.

가중치의 구체적인 산정 방법은 채취구역과 분석하고자 하는 지역의 인자별 분석 대표값의 차이를 살펴보고 그 값이 클수록 가중치를 높게 부여하는 방식으로, 인자별로 식 1과 같이(채취지역 분석평균값-비채취지역 분석평균값)을 구해서, 이 값들의 합한 다음, 각 인자들의 비율을 구해 가중치로 이용하는 것이다.

$$\text{Weight of the factor } x_i: w_i = \frac{\Delta x_i}{\sum_{i=1}^9 \Delta x_i} \quad (1)$$

4) 백운산 고로쇠나무 수액채취 적지도 작성

각 인자별 가중치가 구해진 다음, 백운산 지역을 대상으로 구축된 공간데이터베이스(수치지형도, 임상도, 임도도, 임소반도, 산림조사부)에서 각 인자를 추출한 다음, 식 2를 이용하여 GIS의 지도대수 분석을 통하여 고로쇠나무 수액채취 적지도를 작성하였다.

$$\text{Suitability index} = \sum_{i=1}^9 x_i \cdot w_i \quad (2)$$

**결과 및 고찰**

1. 가중치 분석

각 대안별 시나리오에 따른 분석결과는 Table 5에 분석하고자 하는 지역과 실제 수액채취가 이루어지고 있는 지역으로 구분하여 평균값으로 제시되어 있다. 채취구역의 평균값만을 놓고 비교해 보았을 때 임상, 토양수분, 수계로부터의 거리 인자들을 강조한 대안 1, 대안 6, 대안4가

**Table 5. The mean value according to the alternatives and weight of factors.**

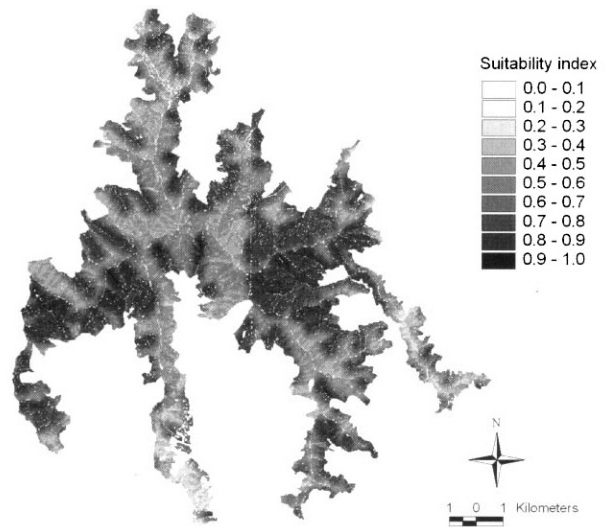
Alternatives	Factor	Non-extraction area (A)	Extraction area (B)	B-A	Weight	Order
1	Vegetation	0.7057	0.7916	0.0859	0.1579	2
2	Tree age	0.3041	0.3097	0.0056	0.0103	7
3	DBH	0.4150	0.4167	0.0017	0.0031	9
4	Elevation	0.5798	0.6086	0.0288	0.0529	6
5	Soil moisture	0.7473	0.7841	0.0368	0.0676	5
6	Dist. to streams	0.5192	0.7567	0.2375	0.4365	1
7	Hillshade	0.6179	0.6941	0.0762	0.1400	3
8	Dist. to roads	0.3780	0.3799	0.0019	0.0035	8
9	Slope	0.3857	0.4554	0.0697	0.1281	4

각각 0.7916, 0.7567, 0.6086으로 높은 값의 분포를 보였다.

하지만 임상인자를 강조한 대안 1의 채취구역의 평균값이 0.7916으로 가장 높게 나타났다고 할지라도, 비채취지역에서도 0.7057로 역시 높은 점수를 얻고 있기 때문에, 고로쇠나무 수액 채취적지를 분석하는 과정에 중요한 인자로 작용되지 않고 있음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 전술한 바와 같이 채취구역의 분석값 평균으로부터 비채취 지역의 분석값 평균의 차이를 계산하여, 이 값들의 합에 대한 각각의 비율로 가중치를 산출하였다. 이 결과, 수계로부터의 거리인자의 가중치가 0.4365로써 가장 높게 나타났으며, 임상(0.1579), 광노출도(0.1400), 경사(0.1281), 토양수분(0.0676), 해발고도(0.0529), 영급(0.0103), 도로접근성(0.0035) 순으로 가중치가 분석되었다. 마지막으로 경급(0.0031)인자는 수액채취구역 적지 분석에 있어서 관련성이 가장 적었다. 김철수와 곽애경(1994a)은 지리산 일대의 고로쇠나무 군락지를 대상으로 조사한 결과 고로쇠나무의 군락이 대부분 계곡부위에 위치한다고 보고하였는데, 이는 결국 수계로부터의 거리와 토양수분 인자가 중요하게 분석된 본 결과와 일치한다. 또한, 사면에 따른 수액출수량이 남사면, 동사면, 서사면, 북사면 순으로 감소(김철수와 곽애경, 1994)된다고 하였는데, 이는 광노출도에 따른 차이로 설명이 가능함이 판단되었다.

**2. 수액채취 적지도 작성**

추정된 가중치를 이용하여 백운산 전체 지역에 대하여 지도대수 분석을 이용하여 고로쇠나무 수액채취 적지를 분석하였다. 분석결과는 Figure 1과 2에서와 같이 전체 면적의 21%인 2,142.9 ha가 0.7~0.8 점수 구간에 분포하였으며, 그 다음으로 0.4~0.5 구간에 20.8%인 2,118.1 ha가 위치하였다. 새로운 고로쇠나무 수액채취 대상지 개발에 있어서 잠재적인 후보지로 생각할 수 있는 0.7점 이상의 높은 점수를 부여받은 지역은 주로 백운산의 동쪽에 분포하



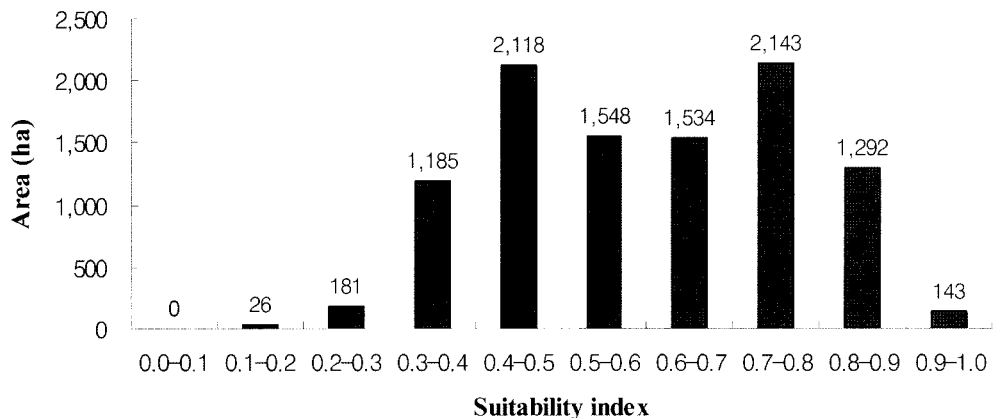
**Figure 1. Suitable area map for sap extraction of *Acer pictum* Thunb. var. mono in Mt. Baekwon.**

고 있었으며, 그 면적은 3,577 ha로써 전체면적의 약 35%를 차지하였다.

고로쇠나무 수액채취 적지 분석 결과를 최소값(0.165)과 최대값(0.974)을 이용하여 3등급으로 분류한 결과는 Figure 3과 같다. 수액생산량과 채취조건 등 종합적인 면에서 수액채취에 가장 유리한 1급지의 면적은 3,481 ha로 34%를 차지하였으며, 2급지는 45%인 4,520 ha, 마지막으로 3급지는 2,167 ha(21%)였다. 이러한 결과를 종합적으로 살펴볼 때 백운산 지역은 고로쇠나무 수액 채취를 위한 임지 개발 가능성이 높은 지역이 많이 분포하고 있으며, 특히, 백운산 지역의 동쪽 지역은 다른 지역에 비해 1급지의 면적이 월등히 높아 새로운 수액채취지역 선정시 우선 고려 대상임을 알 수 있었다.

**3. 고로쇠나무 수액채취 적지 분석 모형의 검증**

고로쇠나무 수액채취 적지 분석결과의 타당성을 검토



**Figure 2. The area(ha) according to suitability index for sap extraction of *Acer pictum* Thunb. var. mono in Mt. Baekwon.**

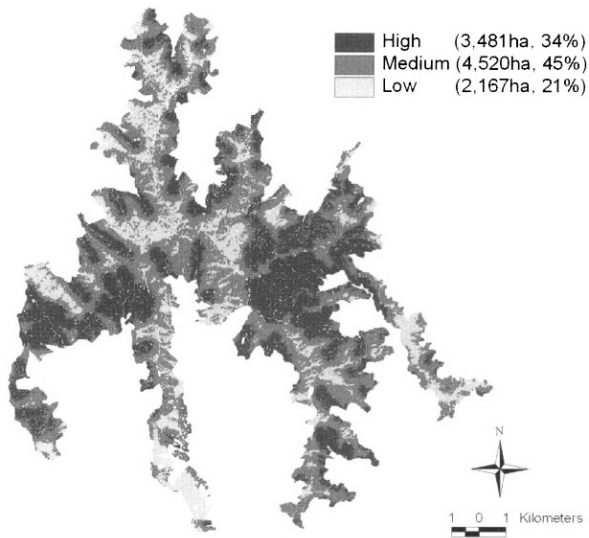


Figure 3. Classification map of suitable area grade for sap extraction of *Acer pictum* Thunb. var. *mono* in Mt. Baekwoon.

하기 위하여 가중치를 판단하기 위해 이용되었던 지역을 제외한 실제 고로쇠나무 수액을 채취하고 있는 다른 지역을 대상으로 모형을 적용한 결과, 분석된 적지지수의 평균값이 0.81로써 대부분의 채취 지역이 높은 점수로 분류되었다. 적지분석 결과를 3등급으로 분류한 결과 역시 전체 지역 75.5 ha 중 66.6 ha(88%)가 1급지로 분류되었으며, 나머지 2급지와 3급지는 8.1, 0.8 ha로 각각 10.7, 1.1%를 차지하였다. 이는 고로쇠나무 채취 적지 분석 모형이 일정정도 타당성을 갖는 것을 의미한다.

### 결론

본 연구에서는 고로쇠나무 수액에 대한 수요가 증가하는 현실에서 새로운 고로쇠나무 수액 채취지역을 발굴할 때 기초자료로 활용이 가능한 고로쇠나무 수액채취 적지 모형을 개발하고 이를 통해 적지도를 작성하였다. 이를 위해 전라남도 일대에서 고로쇠나무 수액이 가장 많이 생산되는 백운산 지역을 대상으로 기존 문헌을 고찰하여 고로쇠나무 수액생산에 영향을 미치는 인자를 생물인자와 입지환경인자로 구분하여 선정하였고, 채취여건을 평가하기 위해 지형인자와 접근성인자를 선정하였다. 입지분석과 적지선정 문제에 있어서 중요한 부분인 가중치의 결정은 실제 고로쇠나무 수액이 채취되고 있는 지역의 특성을 분석하여, 채취되고 있는 지역과 그렇지 않은 지역의 인자별 차이가 클수록 높은 가중치를 부여하는 방식을 이용하였다. 이러한 결과 수계로부터의 거리, 임상, 광노출도 등이 수액생산량 예측모형에서 높은 가중치를 보였으며, 영급, 도로접근성, 경급인자는 수액채취 적지 판정에 있어서 관련성이 적었다. 개발된 모형의 타당성을 검토하기 위해

여 실제 채취되고 있는 지역을 대상으로 모형을 적용하여 분석한 결과, 평균값이 0.81로써 높게 분석되었다.

### 인용문헌

- 권수덕, 박상범. 문성필. 2000. 지역별 고로쇠나무류의 수액특성. 한국목재공학회 추계학술발표논문집. p228-232.
- 김대중. 1995. 퍼지집합(Fuzzy sets)을 이용한 적지분석 의사결정에 관한 연구. 서울대 석사논문. 77pp.
- 김준선, 박인협, 장석모. 1998. 고로쇠나무 수액의 생산량 예측 및 생산성 향상 기술 개발. 순천대학교 고유농수산물 품목 연구조사 최종보고서. 7-39.
- 김태욱. 1994. 한국의 수목. 교학사. 643pp.
- 김철수, 광애경. 1994a. 고로쇠나무(*Acer mono*)의 수액 출수에 미치는 환경요인과 그 군락의 자원화에 관한 연구: 생육지 환경과 군락의 구조. 한국생태학회지 17(3): 333-344.
- 김철수, 광애경. 1994b. 고로쇠나무(*Acer mono*)의 수액 출수에 미치는 환경요인과 그 군락의 자원화에 관한 연구 (2): 환경요인 및 공시목의 회복. 한국생태학회지 17(4): 533-545.
- 김충모, 정두레, 서화중. 1991. 지리산지역 고로쇠나무 및 거제수(거지수) 나무의 수액성분에 관하여-Mineral 과 Sugar 성분에 관하여-. 한국식품영양과학회지 20(5): 497-482.
- 농림부. 2001. 고로쇠나무 수액채취기술 및 조림경영관리체계 개선에 관한 연구. 251pp.
- 문현식, 권수덕. 2004. 울릉도 자생 우산고로쇠나무의 수액채취와 주요성분. 한국약용작물학회지 12(3): 249-254.
- 문현식, 노 일, 권수덕. 2004. 지리산 고로쇠나무 군락의 토양환경과 식생구조. 경상대학교 농업생명과학연구 38(2): 33-40.
- 박명규, 박태식, 박인협. 1984. 백운산지역 고로쇠나무의 분포에 관한 연구. 서울대연습림연구보고 20: 1-20.
- 박인협. 1986. 백운산지역 천연림 생태계의 삼림 구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대 박사학위논문. 48pp.
- 박인협. 1998. 고로쇠나무의 성장특성, 수액량 영향인자 및 수액량 추정모델. 전라남도청연구보고서. 20-35pp.
- 서울대학교 농업생명과학대학 부속 연습림. 1996. 서울대학교 연습림 50년. 386pp.
- 안원영. 1975. 고로쇠나무(*Acer mono* Max.) 수액 표준 농축액의 색도지수와 착색물질. 한국임학회지 26: 7-12.
- 안종만, 강학모, 김준선. 1998. 고로쇠나무 수액의 채취와 유통구조에 관한 연구. 한국임학회지 87(3): 391-403.
- 안종만, 강학모. 1998. 고로쇠나무 수액의 경제성을 고려한 효율적 유통과 판매전략 개발, 순천대학교 고유농수산물 품목 연구조사 최종보고서. 166pp.
- 안종만, 박정호, 강학모, 안기완. 2000. 고로쇠나무와 거제수나무 수액생산구조에 관한 연구. 한국산림경제연구 8(1): 28-42.
- 윤승락, 조종수, 김태욱. 1992. 자작나무와 단풍나무류의 수액채취 및 이용. 목재공학20: 15-20.
- 이경준, 박종영, 박관화, 박 훈. 1995a. 고로쇠나무 수액의 화학적 성분, 영양가치와 사포닌 함유 여부에 관한

- 연구. 한국임학회지 84(4): 415-423.
21. 이경준, 차윤정, 박종영, 박정호. 1995b. 고로쇠나무 자생지의 기상, 입지환경, 나무크기, 천공방법이 수액 유출에 미치는 영향. 서울대 연습림보고 31: 1-16.
22. 이창효. 2000. 세종출판사. 집단 의사결정론. 312pp.
23. 정미자, 김윤숙, 이일숙, 조종수, 성낙주. 1995. 고로쇠나무 및 당단풍나무 수액의 성분조성. 한국식품영양과학회지 24(6): 911-916.
24. 정미자, 조종수, 김행자, 성낙주. 2001. 고로쇠 및 대나무 수액간장의 성분조성. 한국식품영양과학회지 14(2): 167-174.
25. Mendoza, G.A. and Rrabhu, R. 2003. Fuzzy methods for assessing criteria and indicators of sustainable forest management. Ecological Indicators 3(2003): 227-236.
26. Zedah, L. 1965. Fuzzy sets. Information Control 8: 338-353.

---

(2005년 9월 26일 접수; 2006년 1월 13일 채택)