Journal of Environmental Science International
31(7); 665~675; July 2022

pISSN: 1225-4517 eISSN: 2287-3503
https://doi.org/10.5322/JESI.2022.31.7.665

ORIGINAL ARTICLE

산초나무 자생지의 입지환경과 생태적 특성

김소진 · 김태운[1] · 문현식[2]*

국립산림과학원 산림생태연구과, [1]한국산지보전협회 산림생태복원센터, [2]경상국립대학교 농업생명과학연구원

Site Environment and Ecological Characteristics of the *Zanthoxylum schinifolium* Habitats

So-Jin Kim, Tae-Woon Kim[1], Hyun-Shik Moon[2]*

Division of Forest Ecology, National Institute of Forest Science, Seoul 02455, Korea
[1]Forest Ecology & Restoration Center, Korea Forest Conservation Association, Daejeon 35262, Korea
[2]Institute of Agriculture and Life Scence, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

Abstract

The purpose of this study was to provide basic information for judging cultivation suitability by analyzing the growing environment of *Zanthoxylum schinifolium* habitats in Gyeongnam-do. The site environment, soil environment and community structure were analyzed in habitats of 7 cities and counties. The habitats were distributed in slopes at 87~764 m above sea level. It was found habitats was distributed in the well-drained soil with high content of sand and soil texture of habitats was mainly loamy sand and sandy loam. Bulk density and particle density were 0.89 g/cm^3 and 2.65 g/cm^3 on average, respectively. The soil had 5.10 of pH, 6.41% of OM content, 0.29% of TN content, 3.84 ppm of available P content, and CEC of 12.3 cmol$^+$/kg on average. The habitats were classified into four communities (*Z. schinifolium-Lindera erythrocarpa, Castanea crenata-L. erythrocarpa, Pinus densiflora-Z. schinifolium, P. thunbergii-Z. schinifolium* by clustering analysis. Ecological niche breadth was highest of 0.885 in site Ⅵ (Tongyeong) and lowest of 0.608 in site Ⅴ (Goseong).

Key words : Community structure, Cultivation suitability, Ecological niche breadth, Site environment, Soil environment

1. 서 론

경제성장과 함께 노인인구의 증가로 인한 고령화 사회가 장기적인 과제로 인식되고 있다. 2020년 인구주택총조사 결과에 따르면 65세 이상의 고령인구 비중이 16.4%로 800만 명을 넘어섬으로써 우리 사회는 이미 고령사회에 도달하였다(Statistics Korea, 2021). 이에 따라 삶의 질을 향상시키기 위한 각종 질병 및 노화를 예방하는 항노화에 대한 관심이 증가하고 있으며, 이를 예방하기 위하여 천연 항산화 물질에 대한 관심이 높아지고 있다(Hong and Kim, 2016). 각종 질환과 노화의 원인인 활성산소종을 조절 또는 제거할 수 있는 물질인 항산화제는 합성 항산화제 보다 약용식물에서 추출한 천연 항산화제를 이용하는 추세이다(Noh, 2006). 식물자원은 오래전부터 우리의 삶에서 여러 가지 용도로 이용되어 왔다. 식물자원에서 추출한 천연물질들이 기능성 식품, 화장품의 원료 등 다양하게 활용되고 있다. 또한, 식물

Received 15 April, 2022; Revised 5 July, 2022;
Accepted 7 July, 2022
*Corresponding author: Hyun-Shik Moon, Institute of Agriculture and Life Scence, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea
Phone: +82-55-772-1855
E-mail: hsmoon@gnu.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

자원의 가치가 아직 밝혀지지 않은 종도 있으며, 자원식물은 향후 잠재적 이용가치가 높다(Kang, 2012; Song et al., 2020).

산초나무(*Zanthoxylum schinifolium*)는 운향과(Rutaceae) 산초나무속에 속하는 높이 3 m 정도의 낙엽활엽관목으로 줄기와 가지에 가시가 서로 어긋난다. 자생지는 중국, 대만, 일본을 비롯하여 한국에서는 함경북도를 제외한 산야에 분포하고 있다. 산초나무는 오래전부터 식욕증진, 신경통, 감기 등 다양한 용도로 이용되었다. 산초나무에 함유된 quecetin, phenol류 등 다양한 항산화 물질들이 질병 예방의 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Jang et al., 2005). 따라서 약용식물인 산초나무가 새롭게 주목받고 있으며, 경남에서는 권장 소득 작물로 산초나무를 지정하였고, 대량으로 재배하기 위해 우수 품종 개발 연구를 시도하고 있다(Jang, 2007; Choi, 2012).

산초나무와 관련된 연구로 Cheng et al.(2002)은 alkaloids, furnas, steroid 등의 성분을 보고하였고, 그 외에도 다양한 성분이 함유되어 있음이 밝혀졌다(Tsai et al., 2000; Zhao et al., 2001; Cho et al., 2002). 산초나무의 항산화 효과에 관해 항당뇨, monoamine oxidase (MAO) 억제활성, 지질과산화 억제활성, 1,1-dipheny1-2-picryl hydrazyl (DPPH) radical 소거 활성 등이 보고되었다(Mun et al., 1994; Chen et al., 1995; Jo et al., 2002; Kim et al., 2002). 산초나무 열매나 잎의 항균, 항산화, 항염증 등의 효능이 밝혀지면서 산초나무의 중요성이 강조되고 있다. 또한 산초나무는 약리작용뿐만 아니라 우리나라를 비롯하여 중국, 일본 등에서 가장 오래된 전통적인 향신료로 사용되어 왔다(Choi, 2020). 하지만, 야생 산초나무 종자를 얻는 것이 어려워지고 있는 실정이다(Kang, 2015). 산초나무에 대한 수요가 지속적으로 늘어남에 따라 대량생산의 필요성이 제기되고 있고, 이를 위해서는 재배적지에 대한 연구가 필요하다. 재배적지에 대한 정보를 구축하기 위해서는 자생지에서의 생장 및 유용성분 특성이 우선적으로 구명되어야 하지만, 현재까지 산초나무 자생지에 관련된 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구는 향후 산초나무 자생지의 입지환경, 토양환경, 식생구조 등과 같은 생육환경을 분석하여 재배적지 판정을 위한 기초정보를 제공하는 것이다.

2. 재료 및 방법

2.1. 조사지 개황

본 연구 대상지는 경남 서부의 함양군, 거창군, 하동군, 산청군, 경남 남부의 고성군, 통영시, 거제시 7개 지역을 선정하였다(Fig. 1). 조사지가 경남 서부와 남부지역에 편중된 것은 현장조사, 전국자연환경조사 보고서, 식생결과 보고서 등을 참조하여 10개체 이상 분포하는 지역을 대상으로 하였기 때문이다. 산초나무 자생지를 대상으로 2020년 4월부터 2021년 6월까지 입지환경, 토양환경 및 식생을 조사하였다. 조사지역의 기상환경은 지난 30년간(1981~2010년)의 기상자료(KMA, 2020)를 참고하였다(Table 1). 조사지 중 하동과 고성은 기상관측소가 없는 관계로 각각 진주와 통영의 기상자료를 이용하였다. 함양군은 평균기온 13.4℃, 연평균강수량 1,325 mm, 거창군은 평균기온 12.6℃, 연평균강수량 1,241 mm, 산청군은 평균기온 13.8℃, 연평균강수량 1,593 mm, 통영시는 평균기온 15.0℃, 연평균강수량 1,664 mm, 거제시는 평균기온 15.5℃, 연평균강수량 2,000 mm로 통영시와 거제시가 다른 지역에 비해 평균기온과 강수량이 조금 높은 것으로 나타났다.

2.2. 조사 및 분석 방법

자생지 입지환경과 식생조사는 확인된 19개소를 대상으로 10 × 10 m (100 ㎡) 크기의 방형구 19개를 설치하여 조사하였다. 입지환경은 GPS장비(Garmin, 60CSx)를 사용하여 고도(altitude/m), 방위(aspect), 경사(slope/O), 지형(topography), 암노출(exposure of rock/%)을 조사하였다. 전토심(soil depth/cm)과 유효토심(effective soil depth/cm)은 토양프로필 작성 시 줄자를 이용하여 측정하였고, 낙엽층 두께(litter layer depth/cm)는 낙엽이 쌓인 상층부에서 토양표면까지의 두께를 30 cm 자를 이용하여 측정하였다.

토양의 물리적 분석을 위한 토양시료는 100 cc 스테인리스 원통을 이용하여 채취하였으며, 토양의 화학적 분석을 위한 토양시료는 각 방형구에서 유기물층을 제외하고 3개의 시료를 채취하였다. 실험실에서 음건 후 토양 pH는 pH meter, 유기물함량(OM)은 Tyurin 법, 전질소(TN)는 Micro-Kjeldahl법, 유효인산(Available P_2O_5)은 Lancaster법, 치환성양이온(Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+})은 유도결합플라즈마분광계법, 양이온치환용량(C.E.C)는 Brown법으로 분석하였다.

식생조사는 방형구 내에 출현한 수종을 식물사회학적 방법(Braun-Blanquet, 1964)에 따라 실시하였으며, 출현식물은 교목층(8 m 이상), 아교목층(2~8 m), 관목층(0.8~2 m), 초본층(0.8 m 미만)으로 구분하여 조사하였다.

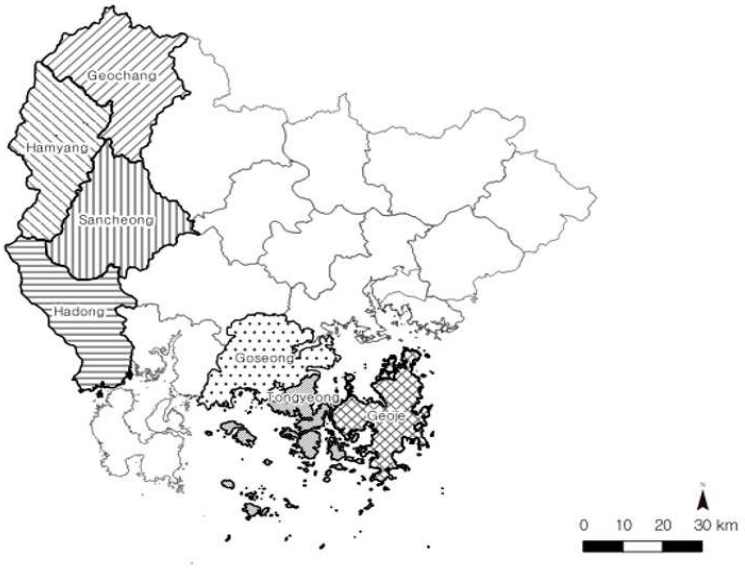

Fig. 1. Location of the investigated sites.

Table 1. Meteorological data of surveyed districts

Site	Temperature (℃)													Prec. (㎜)
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean	
Hamyang	−0.3	1.9	7.0	12.4	17.9	21.9	25.2	25.6	20.0	13.7	7.9	1.6	12.9	1296.6
Geochang	−1.3	1.0	6.0	11.9	17.1	21.2	24.3	24.5	19.4	12.9	6.6	0.5	12.0	1284.7
Sanceong	0.4	2.5	7.1	12.8	17.8	21.6	24.8	25.1	20.3	14.1	8.0	2.1	13.1	1534.1
Tongyeong	3.1	4.9	8.8	13.4	17.6	20.9	24.5	26.1	22.5	17.5	11.4	5.3	14.7	1533.9
Geoje	2.6	4.5	8.5	13.4	17.9	21.2	24.8	26.1	22.0	16.8	10.7	4.7	14.4	1934.3
Hadong	0.3	2.7	7.4	12.9	18.0	21.8	25.3	26.0	21.4	15.0	8.2	2.0	13.4	1500.4

초본층을 제외한 모든 층위는 수종, 흉고직경 등을 측정하고, 초본층은 수종과 피도를 측정하였다. 중요치(Importance Value, IV)는 Curtis and McIntosh (1951)의 방법으로 산출하였고, 수관의 층위별 가중치를 부여하여 상대우점치(MIV: Mean Importance Value)를 도출하였다. 각 층위별 구성종의 다양성과 균일성을 나타내기 위하여 Shannon-Weaver의 종다양도(H'), 최대종다양도(Maximum H'), 균재도(J'), 우점도(D)를 분석하였다(Pielou, 1975). 군집분석은 PC-ORD V.7 (McCune and Mefford, 2016) 다변량 분석 프로그램을 이용해 군집분석을 실시하였으며, 출현빈도가 5% 미만의 종을 제외하여 나타내었다. 한편 Levins(1968)의 식을 이용하여 자생지별 산초나무의 생육인자를 이용하여 생태적 지위를 분석하였다.

토양의 이화학성은 SPSS statistics program 26(IBM, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였으며, 자생지별 유의성을 검증하기 위해 Duncan's multiple range test (p=0.05)를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 입지환경

산초나무 자생지는 해발 182~764 m의 범위까지 다양하게 분포하는 것으로 조사되었다. 조사지 Ⅳ(산청)의 10번 조사구가 182 m로 가장 낮았고, 조사지 Ⅲ(하동)의 8번 조사구가 764 m로 가장 높은 것으로 나타났으며, 평균고도는 375.6 m였다(Table 2). 방위는 19곳 중 서사면(W)과 남사면(S)이 각각 5곳, 동사면(E)이 3곳, 남동사면(SE), 북서사면(SW), 남서사면(SW)이 각각 2곳으로 다양한 방위에 산초나무 자생지가 출현하는 것으로 확인되었다. 경사는 전 조사지에서 15° 이하의 완경사지에 분포하는 것으로 나타났고, 암석노출률은 조사지 Ⅰ (함양군)의 2번과 3번 조사구를 제외하면 10% 미만으로 확인되었다. 지형은 조사지 Ⅰ을 제외하면 모든 조사지에서 사면부인 것으로 나타났다. 토심은 58~91 cm 범위인 것으로 조사되었는데, 계곡부가 가장 낮은 토심을 보였으며 평균 76 cm로 나타났다. 유효토심도 토심과 마찬가지로 계곡부에서 가장 낮은 14~25 cm였으며, 조사지 Ⅲ (하동)이 평균 약 46 cm로 가장 깊은 것으로 조사되었다. 지형적인 요인과 상층식생의 영향을 받는 낙엽층 두께는 계곡부에 위치한 조사지 Ⅰ이 2~3 cm로 가장 낮았고, 다른 지역은 5~8 cm의 범위에 있는 것으로 조사되었다.

3.2. 토양환경

산초나무 주요 자생지의 A층 토양을 분석한 결과(Table 3), 토양의 입경분포는 모래 62.9~82.9%, 미사 8.9~28.3%, 점토 3.9~10.2%의 구성비로 각각의 평균은 72.7%, 20.2%, 7.1%로 나타났다. 이 결과는 우리나라 산림토양의 평균 구성비인 모래 37.3%, 미사 44.8%, 점토 17.9%, 그리고 경남지역 산림토양의 모래 31.7%, 미사 47.5%, 점토 20.8%(Jeong et al., 2002)에 비해 모래함량은 두배 이상 높고 미사와 점토 함량은 낮은 값이다. 즉 산초나무는 배수가 잘되는토양을 선호하고 있다는 것을 알 수 있다. 모래함량이 80%에 가까운 양질사토는 양호한 배수로 수분과 양분을 보유할 수 있는 보수력과 보비력이 낮은 특성을 가지는 것으로 알려지고 있다(Chesworth, 2008). 토성은 조사지 Ⅰ (함양), Ⅱ (거창), Ⅴ (고성)는 양질사토(Loamy sand), 나머지 조사지는 사양토(Sandy loam)로 나타났다. 토양의 용적밀도는 조사지 Ⅲ (하동), Ⅵ (통영), Ⅶ (거제)가 0.75~0.77 g/cm^{3}로 다른 조사지에 비해 유의적으로 낮았으며, 전체적으로 평균 0.89 g/cm^{3}로 우리나라 산림토양 731지점의 표토 평균 용적밀도 0.98 g/cm^3 (Lim, 2020) 보다는 상대적으로 낮은 수준을 나타내었다. 본 연구에서는 모래 함량과 용적밀도 간에 뚜렷한 관계가 나타나지 않아 모래 함량이 많을수록 토양의 용적밀도가 높아진다는 기존 연구(Celik et al., 2010)와는 차이를 보였다. Watson & Himelick(2013)은 용적밀도 1.49 g/cm^3 이상부터 수목의 뿌리생육에 장해가 발생한다고 보고하였는데, 산초나무 뿌리생장에 용적밀도가 제한인자는 아닌 것으로 확인되었다. 유기물 함량과 밀접한 관계가 있는 입자밀도는 전 조사지에서 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 평균 2.65 g/cm^3(2.63~2.66 g/cm^3)의 범위로 우리나라 산림토양의 평균 입자밀도 2.55 g/cm^3(Jeong et al., 2002) 보다는 조금 높은 것으로 나타났다.

산초나무 자생지 토양의 pH는 평균 5.10이었으며, 조사지별로 4.94에서 5.21까지 조사되었다. 조사지별 유의적인 차이는 나타나지 않았다(Table 4). 유기물 함량(OM)은 조사지 Ⅷ(거제)가 11.9%로 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 그 외의 지역에서는 3.7~7.5%의 범위에 있는 것으로 조사되었다. 산림의 생산능력과 밀접한 관계를 가지는 전질소(TN)는 평균 0.29%였으며 조사지에 따라 0.19~0.43%의 범위였다. 조사지 Ⅰ (함양)과 Ⅲ (하동)이 유의적으로 높게 나타났다. 유효인산 함량은 1.66~7.05 ppm의 범위였으며, 평균 3.84 ppm이나 조사지에 따라 편차가 심한 것으로 나타났다. 치완성 양이온은 Ca^{2+}이 평균 3.11 cmol$^+$/kg (0.50~5.87 cmol$^+$/kg), Mg^{2+}이 평균 0.93 cmol$^+$/kg(0.16~2.03 cmol$^+$/kg), K^+이 평균 0.51 cmol$^+$/kg(0.16~0.86 cmol$^+$/kg), Na^+이 평균 0.44 cmol$^+$/kg(0.05~1.16 cmol$^+$/kg)으로 나타났다. 조사지 Ⅰ (함양), Ⅱ (거창), Ⅵ (통영), Ⅷ (거제)는 치환성양이온 함량이 Ca^{2+}〉Mg^{2+}〉K^{2+}〉Na^+ 순으로 나타나 산림토양의 일반적 경향과 같았으나, 조사지 Ⅲ (하동)과 Ⅳ (산청)은 Na^+ 함량이 상대적으로 높게 나타났다. 조사지 Ⅴ (고성)는 Mg^{2+}〉K^+〉Ca^{2+}〉Na^+ 순으로 Mg^{2+}과 K^+이 Ca^{2+}보다 함량이 많은 것으로 나타났다. 토양의 양이온 흡수능력을 의미하는 CEC(양이온치환용량)은 평균 12.3 cmol$^+$/kg으로 5.1 cmol$^+$/kg에서 14.9 cmol$^+$/kg의 범위였으며, 조사지 Ⅳ (산청)에서 유의적으로 가장 낮은 것으로 분석되었다. 산청지역을 제외하면 CEC는 식물생육 적정범위(12 cmol$^+$/kg)에 있는 것으로 분석되었다.

Table 2. General description of *Zanthoxylum schinifolium* habitats

Site*		Altitude (m)	Aspect	Slope (°)	Rock (%)	Topography	Soil depth (cm)	Effective soil depth (cm)	Litter depth (cm)
I	1	683	W	10	5	Valley	58	14	2
	2	687	W	5	20	Ridge	70	25	3
	3	649	SW	7	20	Valley	60	17	2
II	4	593	SE	5	5	Slope	84	35	4
	5	602	S	7	5	Slope	80	30	5
	6	605	SE	7	5	Slope	80	32	5
III	7	663	W	4	10	Slope	87	45	6
	8	764	SW	2	5	Slope	85	50	6
	9	277	S	5	5	Slope	79	42	7
IV	10	182	W	2	5	Slope	76	29	6
	11	231	W	6	5	Slope	80	25	5
	12	229	NW	7	5	Slope	72	24	6
V	13	153	E	5	10	Slope	68	32	5
	14	147	E	5	10	Slope	62	36	5
VI	15	87	S	10	5	Slope	77	36	5
	16	115	E	5	5	Slope	70	37	7
VII	17	111	NW	15	5	Slope	86	41	8
	18	185	S	5	5	Slope	91	38	6
	19	174	S	5	5	Slope	85	40	6

Table 3. Soil physical properties of *Z. schinifolium* habitats

Site*	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil texture	Bulk density (g/cm^3)	Particle density (g/cm^3)
I	82.9^{a} ±6.0	8.9^{c} ±8.0	8.2^{a} ±3.1	Loamy sand	$0.98^{a,b}$ ±0.05	2.65^{a} ±0.01
II	77.2^{a} ±8.9	17.5^{b} ±4.5	5.3^{b} ±4.5	Loamy sand	1.05^{a} ±0.16	2.66^{a} ±0.03
III	$70.8^{a,b}$ ±7.6	$20.3^{a,b}$ ±2.1	8.9^{a} ±3.2	Sandy loam	0.77^{b} ±0.2	2.65^{a} ±0.02
IV	$69.6^{a,b}$ ±5.3	$22.2^{a,b}$ ±3.5	8.3^{a} ±1.9	Sandy loam	1.05^{a} ±0.13	2.64^{a} ±0.01
V	77.6^{a} ±2.8	17.3^{b} ±4.3	5.1^{b} ±1.6	Loamy sand	$0.84^{a,b}$ ±0.11	2.65^{a} ±0.04
VI	$67.9^{a,b}$ ±10.8	28.3^{a} ±8.6	3.9^{b} ±2.3	Sandy loam	0.76^{b} ±0.09	2.65^{a} ±0.01
VII	62.9^{b} ±4.1	27.0^{a} ±8.0	10.2^{a} ±4.7	Sandy loam	0.75^{b} ±0.14	2.63^{a} ±0.02
Mean	72.7	20.2	7.1	–	0.89	2.65

*Site were shown in Table 1
Values are means of 9 replicates±SD
Different letters indicate values significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level($p<0.05$)

산초나무 자생지와 우리나라 산림토양의 화학적 특성(Jeong et al., 2002)을 비교해보면, 토양 평균 pH 5.10은 우리나라 산림토양 평균 5.48과 경남의 평균 5.27보다 낮은 것으로 조사되었다. 토양유기물 평균 함량 6.41%는 우리나라 산림토양 4.49%와 경남 3.44% 보다 높은 것으로 분석되었다. 전질소는 평균 0.29%로 우리나라 평균 0.19%, 경남 0.14% 보다 높은 것으로 나타났는데, 이는 산초나무 자생지 토양의 높은 유기물 함량의 영향인 것으로 판단된다. 유효인산 함량은 평균 3.84 ppm으로 우리나라 25.6 ppm, 경남 19.5 ppm에 비해 아주 낮은 값을 보였는데, 상대적으로 산초나무 자생지 토양의 낮은 pH에 기인하는 것으로 판단된다. 치환성양이온인 Ca^{2+}, K^{+}, Na^{+}은 높은 값을 보였고, Mg^{2+}은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 평균 양이온교환용량 12.3 $cmol^{+}$/kg은 우리나라 12.5 $cmol^{+}$/kg, 경남 10.4 $cmol^{+}$/kg와 비교하여 큰 차이가 나타나지 않았다. 경남도 내 산초나무 자생지는 전체적으로 배수가 잘 되는 모래성분이 많은 토양으로 경남의 산림토양보다 pH와 유효인산 함량은 낮지만 보비력의 지표인 토양유기물 함량과 전질소, 양이온치환용량이 일반 산림토양에 비해 높게 나타나 양질의 토양에서 생육하고 있는 것으로 판단된다.

3.3. 군집구조

3.3.1. 중요치

산초나무 자생지의 산림군집 분류는 총 4개의 군집으로 설정하였으며, 산초나무-비목 군집(Zs-Le), 밤나무-비목 군집(Cc-Le), 소나무-산초나무 군집(Pd-Zs), 곰솔-산초나무 군집(Pt-Zs)으로 분석되었다. 이들 군집의 층위(교목층, 아교목층, 관목층, 초본층)별 우점치를 분석한 결과(Table 5), 산초나무-비목 군집의 교목층은 14분류군이 나타났으며, 벚나무와 산뽕나무, 물푸레나무, 팽나무가 경쟁관계에 있는 것으로 나타났다. 아교목층에서는 21분류군이 분포하였고, 산초나무의 우점치가 24.0으로 가장 높았으며 이어 비목, 물푸레나무 순이었다. 관목층에서는 4분류군이 나타났고, 산초나무가 62.8로 가장 높은 우점치를 보였으며 두릅나무, 초피나무가 상대적으로 높게 나타났다. 초본층에서는 주름조개풀의 우점치가 높았으며 산초나무의 우점치도 9.5로 높게 나타났다.

밤나무-비목 군집은 교목층 11분류군, 아교목층 21분류군, 관목층 11분류군이 분포하였고, 교목층에서는 밤나무가 34.6으로 우점치가 가장 높게 나타났고, 소나무(17.4), 아까시나무(12.1), 졸참나무(10.1)의 순이었다.

Table 4. Soil chemical properties of *Z. schinifolium* habitats

Site*	pH (H_2O)	OM (%)	TN (%)	Avail. P (ppm)	Exch. cation($cmol^{+}$/kg)				CEC $cmol^{+}$/kg
					Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	
Ⅰ	5.18[a] ±0.19	5.4[b,c] ±1.8	0.42[a] ±0.1	7.05[a] ±1.04	2.54[c] ±0.12	0.44[c] ±0.10	0.22[d] ±0.03	0.05[d] ±0.01	14.3[a] ±0.5
Ⅱ	4.94[a] ±0.19	3.7[c] ±0.6	0.28[b] ±0.1	4.69[b] ±0.13	2.25[c] ±0.55	0.54[c] ±0.15	0.16[d] ±0.07	0.05[d] ±0.02	13.9[a] ±2.0
Ⅲ	5.21[a] ±0.14	5.9[b] ±1.9	0.43[a] ±0.1	3.59[b] ±0.93	5.87[a] ±1.17	0.98[b] ±0.16	0.69[b] ±0.05	1.16[a] ±0.05	10.8[c] ±2.6
Ⅳ	5.16[a] ±0.13	4.3[c] ±1.6	0.19[c] ±0.1	2.08[c] ±0.76	1.91[c] ±0.51	0.41[c] ±0.11	0.41[c] ±0.13	1.04[a] ±0.06	5.1c ±1.7
Ⅴ	4.94[a] ±0.11	7.5[b] ±1.4	0.28[b] ±0.1	4.37[b] ±3.42	0.50[d] ±0.42	2.03[a] ±0.56	0.86[a] ±0.11	0.43[b] ±0.40	12.5[b] ±1.2
Ⅵ	5.12[a] ±0.07	6.2[b] ±2.3	0.21[b] ±0.0	3.42[b] ±3.27	4.79[a,b] ±0.80	1.15[b] ±0.24	0.59[b] ±0.06	0.17[c] ±0.01	14.9[a] ±2.0
Ⅶ	5.19[a] ±0.07	11.9[a] ±2.7	0.20[b] ±0.0	1.66[c] ±1.30	3.89[b] ±0.45	0.98[b] ±0.13	0.64[b] ±0.07	0.19[c] ±0.04	14.8[a] ±2.5
Mean	5.11	6.41	0.29	3.84	3.11	0.93	0.51	0.44	12.3

*Site were shown in Table 1
Values are means of 9 replicates±SD
Different letters indicate values significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level($p<0.05$)

아교목층에서는 산초나무가 19.5, 개옻나무 13.2, 졸참나무 10.3의 순이었으며. 관목층에서는 산초나무가 48.5로 가장 높았으며 감태나무(8.2)와 서어나무(7.1)의 순으로 우점치가 높게 나타났다. 초본층에서도 산초나무가 13.3으로 가장 높았으며, 싸리, 청미래덩굴 순이었다.

소나무-산초나무 군집에서 교목층은 소나무 1분류군만 나타났으며, 아교목층에서는 3분류군이 분포하였고, 산초나무(49.4))와 밤나무(40.3)가 서로 경쟁관계에 있었다. 관목층에서는 다른 군집과 다르게 산초나무 1분류군만 확인되었고, 초본층에서는 가는잎그늘사초가 21.9의 우점치로 우점하고 잇었으며 산초나무도 15.4의 비교적 높은 우점치를 보였다. 다른 군집에 비해 산초나무의 평균 우점치가 가장 높게 나타난 것은 임상으로의 광 투입량이 많았기 때문인 것으로 판단된다.

곰솔-산초나무 군집의 교목층은 곰솔 1분류군만 확인되었고, 아교목층에서는 8분류군이 분포하였는데 산초나무와 검양옻나무가 각각 22.3, 21.7로 경쟁관계에 있는 것으로 확인되었다. 관목층에서는 산초나무가 49.4로 가장 우점치가 높았으며 이어 생강나무(12.4), 옻나무(10.3)의 순이었다. 초본층에서는 주름조개풀(14.0), 산초나무(7.2), 가는잎그늘사초(7.0)의 순으로 나타났다.

군집분류에서 알 수 있는 바와 같이 산초나무는 교목층의 우점종과 무관하게 아교목층과 관목층에서 세력을 형성하고 있는 것으로 확인되었으나 산초나무의 중요치가 상대적으로 높게 나타난 군집은 교목층의 수종 구성이 아주 단순한 침엽수림이라는 것도 알 수 있었다. 그리고 모든 군집에서 관목층과 초본층에서의 산초나무 개체가 상대적으로 많이 나타나는 것에서 알 수 있는 바와 같이 향후 산초나무 자생지로 유지될 것으로 판단된다. 전체적으로 산초나무 자생지의 임분 구조는 다른 일반 산림에 비해 군집구조가 단순한 것으로 나타났는데, 이는 내음성이 약한 산초나무의 생육특성을 고려하면 다른 수종들과 경쟁을 덜하게 되는 곳에 산초나무 자생지가 형성되었다는 것을 짐작하게 한다.

3.3.2. 종다양도

산초나무 군집별 종다양성지수(H'), 최대종다양도(H'max), 균재도(J'), 우점도(D)를 분석한 결과(Table 6), 종다양도 지수는 교목층에서 0~1.087, 0.950, 아교목층에서 0.391~1.107, 관목층에서 0.357~0.652로 나타났으며, 군집 Ⅱ의 아교목층의 종다양도가 가장 높게 나타났다. 최대종다양도 지수는 종다양도 지수와 근접한 값을 보일수록 안정적인 구조인데, 산초나무 자생지에서는 두 값의 차이가 크게 나타나 식생구조는 상대적으로 불안정한 것으로 판단된다. 군집별 종구성의 균일한 정도를 나타내는 균재도(J')는 그 값이 1에 가까운 값을 나타낼 종별 피도와 빈도가 균일한 상태를 의미하는데(Brower and Zar, 1977), 한 종만 나타난 군집 Ⅲ의 교목층과 관목층 그리고 군집 Ⅳ의 교목층을 제외하면 전체적으로 0.593~0.949로 군집별, 층위별로 다르게 나타났다. 우점도(D)는 군집별, 층위별로 다양한 값을 보였으나 평균 0.233으로 여러 종이 나타나는 유형임을 확인할 수 있었다.

3.3.3. 생태적 지위

생태적 지위는 서식지 환경에 따라 생육하는 생물종의 최저·최고 내성한계를 의미하는 것으로, 생태적 지위폭이 넓다는 것은 서식지 환경에 대한 내성이 크며 환경변화에 잘 적응할 수 있어서 분포역도 넓어지고 개체수도 증가한다는 것을 의미한다(Pianka, 1994). DBH, 수고, 기저면적을 생육인자로 하여 생태적 지위를 분석하였는데, 흉고직경은 조사지 Ⅲ(하동)이 0.543으로 생태적 지위폭이 가장 좁게 나타났으며, 조사지 Ⅵ (통영)는 0.917로 생태적 지위폭이 가장 넓게 나타났다(Table 7). 수고는 0.659~0.968의 범위로 조사지 Ⅴ (고성)이 0.659로 생태적 지위폭이 가장 좁았으며, 흉고직경과 마찬가지로 조사지 Ⅵ(통영)이 0.968로 가장 넓은 생태적 지위폭을 보였다. 한편, 기저면적(Basal area)은 0.245~0.680의 범위로, 다른 생육인자에 비해 모든 지역에서 생태적 지위폭이 좁은 것으로 나타났다. 이는 일반적으로 주변의 식물에 의해 피압되어 직경생장의 정체가 나타나는 것으로 해석되지만 산초나무의 경우 다른 수종에 비해 직경이 작은 수종이기 때문에 이러한 경향을 보인 것으로 판단된다. 생육인자에 대한 생태적 지위폭이 평균 0.8 이상으로 나타난 지역은 조사지 Ⅰ (함양), Ⅳ (산청), Ⅵ (통영), Ⅷ (거제)였으며, 조사지 Ⅵ (통영)이 평균 0.885로 가장 넓은 생태적 지위폭을 보였다. 조사지 Ⅴ (고성)의 생태적 지위폭이 평균 0.609로 가장 좁은 것으로 나타났는데, 조사지 Ⅴ는 해발고도가 다른 지역에 비해 가장 낮았으며, 교목층, 아교목층의 단순한 식생이 산초나무의 생장에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다. 생태적 지위폭은 환경요인에 따라 다르게 나타나는 것을 보면(Seo et al., 2013), 자생지의 입지환경을 파악하는 것은 중요할 것으로 보인다.

약리작용이 뛰어난 약용식물을 대상으로 한 지금까지의 연구는 대부분이 성분분석에 집중되었고, 일부

Table 5. Importance value and mean importance value of major species in each plant communities

Scientific name	Zs-Le					Cc-Le					Pd-Zs					Pt-Zs				
	T[z)]	St[z)]	S[z)]	H[z)]	M[z)]	T	St	S	H	M	T	St	S	H	M	T	St	S	H	M
Zanthoxylum schinifolium		24.0	62.8	9.5	17.8		19.5	48.5	13.3	14.5		49.4	100	15.4	31.8		22.3	49.4	7.2	15.0
Pinus densiflora						17.4	5.1			9.6	100			1.2	46.2					
Pinus thunbergii																100	14.4		1.8	50.7
Castanea crenata		2.5			0.8	34.6	6.0	2.6	0.8	18.3		40.3		1.4	12.5					
Lindera erythrocarpa	8.0	17.1		2.6	9.2	3.6	2.5	6.0		3.3							7.6		2.8	2.6
Quercus serrata	3.5			0.7	1.7	10.1	10.3	2.8	4.7	8.6		10.3		4.0	3.5					
Aralia elata		5.2	17.1	2.0	4.4		2.3	3.1	4.8	1.5							9.2		3.6	3.1
Styrax japonicus	7.9	3.0			4.6		8.7	6.1		3.6							8.7			2.7
Carex humilis var. *nana*				4.4	0.3				2.9	0.2				21.9	1.7				7.0	0.5
Lespedeza bicolor		1.5		0.8	0.5		4.2	6.9	7.8	2.9				1.4	0.1			5.8	4.6	1.2
Rhus tricocarpa		1.7			0.5		13.2		1.1	4.1							12.0			3.7
Oplismenus undulatifolius				11.8	0.9				6.1	0.5									14.0	1.1
Fraxinus rhynchophylla	10.8	8.7		1.4	7.8			3.3		0.5										
Zanthoxylum piperitum		3.1	10.2	3.4	2.8				2.2	0.2								5.0	1.5	0.9
Rhus succedanea																	21.7			6.7
Lindera obtusiloba				2.2	0.2		1.8		3.0	0.8				3.3	0.3			12.4	1.5	2.0
Prunus serrulata var. *spontanea*	11.3	1.8			5.8		1.8			0.5										
Lindera glauca							3.4	8.2	1.1	2.4									3.6	0.3
Morus bombycis	11.0				5.1				0.8	0.1				1.4	0.1					
Robinia pseudoacacia						12.1			0.8	5.6										
Lespedeza maximowiczii				1.7	0.1				2.9	0.2								4.8	5.8	1.2
Smilax china				0.8	0.1				6.2	0.5				4.7	0.4				3.6	0.3
Celtis sinensis	10.8				5.0															
Rhus javanica		1.8			0.5				0.8	0.1								6.4	4.6	1.3
Ligustrum obtusifolium				0.7	0.1			5.3	2.2	1.0				2.6	0.2				2.9	0.2
Cornus controversa		3.6			1.1	4.0	3.2			2.8										
Viburnum erosum			9.9		1.5									2.6	0.2					
Carpinus laxiflora						3.0		7.1	1.1	2.6										
Sapium japonicum	3.9	6.0			3.7															
Zelkova serrata	5.1				2.3	4.1				1.9										
Larix kaempferi	8.6				4.0															
Euscaphis japonica	4.1	4.7			3.3															
Rhus verniciflua																		10.3		1.6
Quercus variabilis	7.6				3.5															
Diospyros kaki						3.7	4.2			3.0										
Rubus crataegifolius				1.5	0.1									2.6	0.2					
Arundinella hirta				1.5	0.1									2.6	0.2					
Pteridium aquilinum var. *latiusculum*				3.9	0.3				1.9	0.1				1.2	0.1					
Lophatherum gracile				8.2	0.6															
Ommited sp.	7.3	15.5		42.7	12.2	7.5	14.2		35.2	10.9				33.7	2.6		4.1	6.0	23.8	3.9
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Zs-Le: *Zanthoxylum schinifolium*-*Lindera erythrocarpa* community, Cc-Zs: *Castanea crenata*-*Z. schinifolium* community, Pd-Zs: *Pinus densiflora*-*Z. schinifolium* community, Pt-Zs: *P. thunbergii*-*Z. schinifolium* community

[z]T: importance value in tree layer, St: importance value in subtree layer, S: importance value in shrub layer, H: importance value in herb layer, M: Mean importance value

Table 6. Species diversity by layer of *Z. schinifolium* habitats

Community*	Layer	No. of species	Species diversity (H')	Maximum H' (H'max)	Evenness (J')	Dominance (D)
Zs-Le	Tree	14	1.087	1.146	0.949	0.051
	Subtree	21	1.018	1.322	0.770	0.230
	Shrub	4	0.357	0.602	0.593	0.407
Cc-Zs	Tree	11	0.823	1.041	0.791	0.209
	Subtree	21	1.107	1.322	0.837	0.163
	Shrub	11	0.652	1.041	0.626	0.374
Pd-Zs	Tree	1	-	-	-	-
	Subtree	3	0.391	0.477	0.820	0.180
	Shrub	1	-	-	-	-
Pt-Zs	Tree	1	-	-	-	-
	Subtree	8	0.798	0.903	0.884	0.116
	Shrub	8	0.568	0.903	0.629	0.371

*Communities were shown in Table 4

Table 7. Ecological niche breadth of *Z. schinifolium* habitats

Site*	DBH	Height	Basal area	Mean
Ⅰ	0.850	0.906	0.508	0.807±0.205
Ⅱ	0.751	0.935	0.343	0.751±0.290
Ⅲ	0.543	0.856	0.245	0.645±0.316
Ⅳ	0.850	0.860	0.562	0.809±0.173
Ⅴ	0.544	0.659	0.265	0.609±0.291
Ⅵ	0.917	0.968	0.670	0.885±0.146
Ⅶ	0.829	0.928	0.680	0.842±0.118

*Site were shown in Table 1

종은 약리효과까지 밝혀져 수요가 지속적으로 증가하고 있다. 공급을 늘리기 위해서는 재배적지에 대한 정보가 제공되어 대량생산체계가 확립되어야 한다. 이를 위해서는 자생지의 생육환경을 우선 분석하는 것이 무엇보다도 중요하다. 향후 소득 임산물 중 약용식물의 대량재배를 위해 자생지의 생육환경과 관련된 정보가 축적되어야 할 것이다.

4. 결 론

본 연구는 경상남도의 산초나무 자생지의 생육환경을 분석하여 재배적지 판단을 위한 기초정보를 제공하기 위해 수행되었다. 경남 7개 시·군의 산초나무 자생지를 대상으로 입지환경, 토양환경, 군집구조를 분석하였다. 산초나무 자생지는 해발 87~764 m 범위였으며 사면에 분포하였고, 배수가 양호한 모래함량이 많은 양질사토와 사양토에 분포하는 것으로 나타났다. 용적밀도와 입자밀도는 평균 0.89 g/cm^3, 2.65 g/cm^{3}였다. 토양의 화학적 특성은 pH 5.10± 0.12, 유기물함량 6.41±2.72%, 전질소 함량 0.29± 0.10%, 유효인산 함량 3.84±1.80 ppm, CEC 12.3± 3.50 cmol$^+$/kg로 나타났다. 산초나무 자생지는 4개의 군집(산초나무-비목, 밤나무-비목, 소나무-산초나무, 곰솔-산초나무)으로 분류되었다. 흉고직경, 수고, 기저면적을 인자로 한 생태적 지위폭은 조사지 Ⅵ(통영)에서 가장 높았으며, 조사지 Ⅴ(고성)에서 가장 낮게 나타났다. 본 연구는 경남의 서부와 남부지역의 7개 시·군에 국한된 결과라는 한계가 있지만, 향후 보다 많은 산초나무 자생지를 파악하여 자생지의 생육환경에 따른 성분 함량 분석 등을 통해 산초나무 재배적지 판정을 위한

관련 정보가 더 많이 구축되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(2020186B10-2222-AA02)의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

Braun-Blaunquet, J., 1964, Pflanzensoziologie grundzuge der vegetationder vegetation (3rd Ed.), Springer-Verlag, New York, 865.

Brower, J. R., Zar, J. H., 1977, Field and laboratory methods for general ecology, WM C Brown Company Publishers, Iowa, 194.

Celik, I., Gunal, H., Budak, M., Akpinar, C., 2010, Effects of lomg-term organic and mineral fertilizers on bulk density and penetration resistance in semi-arid Medirerranean soil conditions. Geomerma, 160(2), 236-243.

Chen, I. S., Lin, Y. C., Tsai, I. L., 1995, Coumarins and anti-platelet aggregation constituents from *Zanthoxylum schinifolium*, Phyt. 39(5), 1091-1097.

Cheng, M. J., Cheng, C. H., Lin, W. Y., 2002, Chemical constituents from the leaves of *Zanthoxylum schinifolium*. J. Chi. Che. Soc., 49(1), 125-128.

Chesworth, W., 2007, Encyclopedia of Soil Science, Springer Science and Business. Media, 646.

Cho, M. G., Chang, C. S., Chae, Y. A., 2002, Variation of volatile composition in the leaf of *Zanthoxylum schinifolium* Siebold et Zucc. & *Zanthoxylum piperitum* DC, Korean J. Med. Crop. Sci., 10(3), 162-166.

Choi, C. H., 2020, Comparison of fragrance components and antioxidants of essential oils of China and Korea *Zanthoxylum schinifolium* by MAHD extraction method, MS Thesis, Korea University, Seoul, Korea.

Choi, H. S., 2012, Different growth, genetic trait and biological activity in Korean *Zanthoxylum* genus accessions. Ph. D. Dissertation, Sunchon National University, Sunchon, Korea.

Curtis, J. T., McIntosh, R. P., 1951, An Upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin, Ecology, 32(3), 476-496.

Hong, S. G., Kim, M. M., 2016, Aesculetin inhibits cell invasion through inhibition of MMP-9 activity and antioxidant activity, J. Life Sci., 26(6), 673-679.

Jang, H. S., 2007, Study on the bio-activities related to antioxidant and lipid modulating functions of various parts of *Zanthoxylum schinifolium* in rats fed high fat diet, Ph. D. Dissertation, Daegu Catholic University, Daegu, Korea.

Jang, M. J., Woo, M. H., Kim, Y. H., Jun, D. Y., Rhee, S. J., 2005, Effects of antioxidative, DPPH radical scavenging activity and antithrombogenic by the extract of Sancho (Zanthoxylum Schinilolium), J. Nutr., 38(5), 386-394.

Jeong, J. H., Koo, K. S., Lee, C. H., Kim, C. S., 2002, Physico-chemical properties of Korean forest soils by regions, J. Korean Soc. For. Sci., 91(6), 694-700.

Jo, Y. S., Huong, D. T. L., Bae, K. H., 2002, Monoamine oxidase inhibitory coumarin from *Zanthoxylum schinifolium*. Plan. Med., 68(1), 84-85.

Kang, B. H., 2012, Resource Plants in Korea, KSI, Paju, 746.

Kang, S. M., 2015, Efficient propagation of *Zanthoxylum schinifolium* and characterization and optimal production process of Sancho oil for industrial use, Ph. D. Dissertation, Gyeongsang National University, Jinju, Korea

Kim, S. H., Kwon, C. S., Lee, J. S., 2002, Inhibition of carbohydrate-digesting enzymes and amelioration of glucose tolerance by Korean medicinal herbs, J. Food Sci. Nutri., 7(1), 62-63.

Korea Meteorological Administration, 2020, http://www.kma.go.kr.

Levins, R., 1968, Evolution in changing environments, Prinston University Press, Prinston, 120.

Lim, H., 2020, Experimental and modeling study on the soil water retention curves based on the water retention characteristics of forest soil, Ph. D. Dissertation, Kangwon National University, Chuncheon, Korea.

McCune, B., Mefford, M. J., 2016, PC-ORD, Multivariate analysis of ecological data, Version 7, MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA.

Mun, S. I., Ryu, H. S., Lee, H. J., 1994, Further screening for antioxidant activity of vegetable plants and its active principles from *Zanthoxylum schinifolium*, J. Korean Soc. Food Nutri., 23(3), 466-471.

Noh, M. A., 2006, Screening of antioxidant substance from medicinal plants, Master Thesis, Sangji University, Wonju, Korea.

Pianka, E. R., 1994, Evolutionary ecology, 5th ed. Harper & Row, New York, 482.

Pielou, E. C., 1975, Mathematical ecology, John Wiley & Sons Press, New York, 385.

Seo, D. J., Oh, C. Y., Woo, K. S., Lee, J. C., 2013, A Study on ecological niche of Pinus densiflora forests according to the environmental factor, J Agri. For. Meteorol., 15(3), 153-160.

Song, J. H., Yang, S. Y., Choi, G. Y., Moon, B. C., 2020, Analysis on the trends of Korean health functional food patent based on the medicinal plant resources, Korean Herb. Medi. Inf., 8(1), 25-44.

Statistics Korea, 2021, http://kostat.go.kr.

Tsai, I. L., Lin, W. Y., Teng, C. M., 2000, Coumarins and antiplatelet constituents from the root bark of *Zanthoxylum schinifolium*, Plant. Medi., 66(7), 618-623.

Watson, G. W., Himelick, E. B., 2013, The practical science of planting trees, Int. Soc. Arboric., 250.
Zhao, S. Q., Shi, T. P., Wang, R. A., 2001, Separation of polar compounds by preparation supercritical fluid chromatography, J. Northwestern Polytec. Uni., 31(3), 229-231.

• Research fellow, So-Jin Kim
Division of Forest Ecology, National Institute of Forest Science
thwls2264@naver.com
• Doctor course, Tae-Woon Kim
Forest Ecology & Restoration Center, Korea Forest Conservation Association
mysky206@naver.com
• Professor, Hyun-Shik Moon
Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University
hsmoon@gnu.ac.kr