

## ORIGINAL ARTICLE

## 꾸지뽕나무 자생지의 생육환경과 식생구조

주정운 · 전수경<sup>1)</sup> · 정성훈<sup>1,2)</sup> · 문현식<sup>1,2)\*</sup>국립산림과학원 산림바이오소재연구소, <sup>1)</sup>경상국립대학교 산림자원학과, <sup>2)</sup>경상국립대학교 농업생명과학연구원Growing Environment and Vegetation Structure of *Cudrania tricuspidata* HabitatsJeong-Woon Joo, Su-Gyeong Jeon<sup>1)</sup>, Seong-Hun Jeong<sup>1,2)</sup>, Hyun-Shik Moon<sup>1,2)\*</sup>

Forest Biomaterials Research Center, National Institute of Forest Science, Jinju 52817, Korea

<sup>1)</sup>Department of Forest Resources, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea<sup>2)</sup>Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

## Abstract

This study aimed to identify the growth environment of *Cudrania tricuspidata* by analyzing the site environment, soil characteristics, and vegetation structure of the species habitats and to provide basic data for identifying suitable cultivation sites for mass production. The study was conducted on 17 sites in five cities/counties of Gyeongnam and Jeonnam province. It was found that *C. tricuspidata* habitats were mainly distributed on gentle slopes in the southeast and southwest, with an average altitude of approximately 290 m. The soil of the *C. tricuspidata* habitats was sandy loam with a high proportion of sand, averaging 73.9%, 4.6%, and 21.5% sand, silt, and clay, respectively. The soil had a pH value of 5.41 (5.20-5.79), organic matter content of 8.2% (3.6-12.6%), total nitrogen content of 0.36% (0.19-0.54%), available phosphorus content of 3.50 ppm (0.95-7.61 ppm), and cation exchange capacity of 15.9 cmol<sup>+</sup>/kg (10.0-20.7 cmol<sup>+</sup>/kg) on average. The vegetation structure analysis showed that *C. tricuspidata* appeared in the tree layers of regions A (Jinju) and E (Yeosu), but the importance of *C. tricuspidata* was found to be high in the subtree and shrub layers in all regions. The ecological niche breadth was widest (0.874) in region B (Hadong) and narrowest (0.480) in region E (Yeosu).

**Key words:** Ecological niche breadth, Growing environment, Habitat, Soil properties, Vegetation structure

## 1. 서 론

현대사회가 발전함에 따라 고혈압, 암, 심혈관계질환, 당뇨병과 같은 질환 발생이 늘어나고 있으며 자연스레 개인 건강에 관한 관심이 점차 커지고 있다. 그와 더불어 각종 질병의 원인이 되는 산화물 생성을 억제하는 항산화물질에 관한 연구가 활발히 이뤄지고 있다. 항산화물질은 질병 예방과 노화 방지에 효과가 있어(Lim et al.,

2018) 과거에는 적은 양으로도 큰 효과를 볼 수 있고 경제성도 뛰어난 합성 항산화제를 흔히 이용했다. 하지만 합성 항산화제가 인체에 심각한 부작용을 유발함이 밝혀진 이후(Omaye, 1977; Ramarathnam, 1995) 천연물질을 활용하여 합성 물질을 대체하기 위한 노력이 이뤄지고 있다(Choi et al., 1992). 그중 하나가 우리 주변에서 오래전부터 약용 및 식용으로 이용해온 약용 식물들을 활용하는 것인데, 약용식물이 함유하고 있는

Received 7 May, 2024; Revised 6 June, 2024;

Accepted 10 June, 2024

**\*Corresponding author:** Hyun-Shik Moon, Institute of Agriculture and Life Science, 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.

파이토케미컬(phytochemical)은 체내에서 다양한 생리활성반응이 일어날 수 있도록 도움을 주기 때문이다 (Moon et al., 2017).

꾸지뽕나무(*Cudrania tricuspidata*)는 뽕나무과 꾸지뽕나무속에 속하는 낙엽활엽소교목으로 산록의 양지바른 곳이나 언덕에서 잘 자란다(Korea National Arboretum, 2021). 천연 항산화물질을 포함하고 있는 꾸지뽕나무는 옛날부터 잎과 열매, 수피 등이 습진, 요통, 급성관절염, 타박상 등에 약재로 사용되었으며 (Kim et al., 2000), 열매가 강장, 자양, 숙취 해소 등에 효과가 있는 것으로 알려지고 있다(Kang et al., 2011). 특히 잎에 항산화 효과가 있는 폴리페놀 화합물이 다량 함유된 것으로 알려져 있다(Choi et al., 2015).

꾸지뽕나무에 관한 연구는 식물체에 함유된 성분에 관한 연구가 주를 이루고 있다. 근피에서 cudraxanthone A-O, cycloartocarpesin, populnin, quercimeritrin, 6-deoxyisojacareubin 등을 분리하였고, 줄기와 잎에서는 kaempferol,  $\beta$ -sitosterol,  $\beta$ -sitosterol glucoside, 5-O-methyl genistein 등 다양한 성분이 추출된 바 있다(Nomura et al., 1983; Kim et al., 1993; Lee et al., 1994). 꾸지뽕나무의 효능에 관해서는 항당뇨(Park et al., 2001; Park et al., 2012), 항균성(Lee et al., 2004; Choi et al., 2009), 항산화(Choi et al., 2015), 주름 개선 및 미백효과(Shin et al., 2014; Han et al., 2016), 항암효과(Li et al., 2018) 등이 보고되었다. 향후 항산화를 비롯한 다양한 생리활성 분야에서 천연물질 이용이 활발해질 것이기 때문에 꾸지뽕나무의 수요 또한 늘어날 것으로 예

측된다. 꾸지뽕나무는 산림청에서 단기소득임산물 생산 기반 확충 및 경쟁력 강화를 위해서 선정된 수종 중 하나이다(Korea Forest Service, 2021). 현재 꾸지뽕나무 임산물 생산량은 꾸준히 증가하는 추세이며 (Korea Forest Service, 2019), 꾸지뽕나무의 수요가 늘어날수록 대량생산의 필요성도 함께 커질 것으로 판단된다. 대량생산 기반을 확립하기 위해서는 꾸지뽕나무 자생지의 환경 특성이 우선적으로 파악되어야 하지만, 꾸지뽕나무의 대량생산을 위한 재배적지와 관련된 정보는 Kwon(2009)과 Kim et al.(2023)의 연구를 제외하면 전무한 실정이다.

본 연구는 꾸지뽕나무 자생지의 입지환경, 토양특성, 식생구조 분석을 통해 꾸지뽕나무의 생육환경 정보를 파악하고 이를 통해 향후 대량생산이 가능한 재배적지구명을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 조사지 개황

본 연구는 경남 진주시(이하 A 지역), 하동군(이하 B 지역), 함안군(이하 C 지역), 전남 여수시(이하 D 지역)와 구례군(이하 E 지역) 5개 지역을 대상으로 하였다. 꾸지뽕나무 자생지와 관련하여 기존 연구자료와 문헌조사 및 지역에서 활동하는 생태전문가들의 도움으로 조사지를 선정하였다. 각 지역의 꾸지뽕나무 자생지를 대상으로 2020년 5월부터 2021년 9월까지 조사구는 A 지역 7개, B 지역 2개, C 지역 3개, D 지역 2개, E 지역 3개 등 5개 지역에서 총 17개를 설정하여 조사하였다 (Fig. 1).

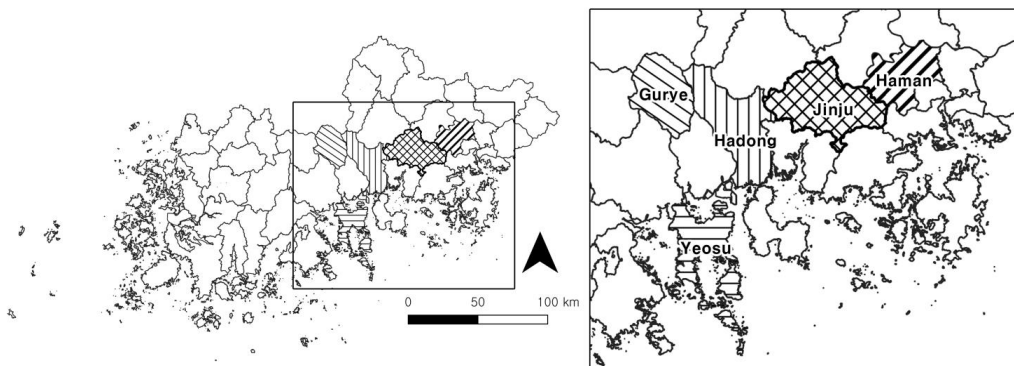


Fig. 1. Location map of *Cudrania tricuspidata* habitats.

**Table 1.** Meteorological data of surveyed districts

Site	Annual mean temperature (°C)	Annual mean precipitation (mm)	Warmth index (°C)	Coldness index (°C)
Jinju(A)	13.4	1500.4	111.0	-10.0
Hadong(B)	13.1	1409.9	108.5	-2.2
Haman(C)	13.3	1341.1	110.9	-11.4
Gurye(D)	12.8	1540.0	105.3	-11.4
Yeosu(E)	14.6	1454.8	118.2	-2.6

조사지역의 기상환경은 지난 30년간의 기상자료 (KMA, 2022)를 참고하여 연평균기온, 연강수량, 온량지수, 한랭지수를 산출하였다(Table 1). 연평균기온은 여수가 14.6°C로 가장 높았으며 구례가 12.8°C로 가장 낮은 것으로 나타났으며, 연강수량은 구례가 1,540 mm로 가장 많았으며, 함안이 1,341 mm로 가장 적은 것으로 나타났다. 온량지수는 여수가 가장 높았으며 한랭지수는 하동이 가장 낮은 값을 보였다.

**2.2. 조사 및 분석 방법**

꾸지뽕나무 자생지의 입지환경 조사는 GPS (Garmin, GPSmap 60CSx, USA)를 이용하여 위도, 경도, 고도, 방위를 측정하였고 그 외에도 경사, 노암율, 지형 등을 조사하였다.

토양 분석을 위해 17개 조사구에서 유기물층을 제거하고 10~20 cm 깊이의 토양 시료를 채취하였다. 토양 물리성은 Core법을 이용하여 토성 및 삼상, 용적밀도 등을 분석하였다. 토양 pH는 pH-meter(HANNA, HI 991300, Japan), 토양유기물 함량은 Ignition-on-loss법, 유효인산(Available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)은 Lancaster법, 치환성양이온(Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>) 함량은 1N-Ammonium acetate(pH 7.0)로 침출하여 유도결합플라즈마분광계(Atomscan, USA)로 측정하였고, 전질소 함량은 대용량자동원소분석기(Automated True Macro Element Analyzer, LECO, USA)를 이용하였다.

식생조사는 방형구 내 출현한 모든 식물을 대상으로 하였다. 목본식물은 수고와 직경, 개체수를 측정하였고, 초본식물은 Braun-Blanquet의 피도구분방법을 이용하여 방형구 내에서의 면적을 측정하였다. 식생구조 분석을 위하여 목본식물의 경우 직경과 수고, 개체수를 측정하였고 수고에 따라 교목층(8 m 이상), 아교목층(2~8 m), 관목층(2 m 이하)으로 구분하였다. 자생지에 출현한 수종들의 상대우점치를 산출하였으며 이

를 바탕으로 종다양도(Shannon and Weaver, 1963)와 균재도(Pielou, 1975) 및 우점도(Simpson, 1949)를 산출하였다. 자생지에서 꾸지뽕나무의 환경내성을 의미하는 생태적 지위폭은 Levins(1968)의 아래식을 이용하여 구하였다.

$$B = 1 / \sum (Pi)^2 S$$

B: niche breadth(Levins' B)

Pi: relative response of a given species to the whole gradients that is realized in gradient I

S: total number of gradients

통계분석은 SPSS Statistics25를 이용하여 ANOVA 분석과 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료 간의 유의성(p < 0.05)을 분석하였다.

**3. 결과 및 고찰**

**3.1. 입지환경**

5개 지역 17개 조사구의 입지환경을 조사한 결과 (Table 1), 꾸지뽕나무 자생지는 주로 남동·남서 사면의 해발고 181~377 m(평균 279 m) 부근에 분포하는 것으로 나타났다. 경남의 A, B, C 지역은 해발고 370 m 부근에 분포하지만, 전남의 D, E 지역은 자생지 해발고가 각각 250, 181 m로 상대적으로 낮은 곳에 분포하고 있었다. 자생지의 평균 경사는 5~13°(평균 10.5°)로 전체적으로 비교적 완만한 것으로 확인되었다. 전남 여수, 영암, 광주광역시, 제주도 등 5개 지역 11개 조사구의 꾸지뽕나무군락은 해발고 110~350 m(평균 250 m), 평균 경사 12°에 분포한다는 Kim et al.(2023)의 연구와 비교하면 큰 차이가 나타나지 않았다. 꾸지뽕나무의 평균 DBH는 A 지역이 7.4 cm로 가장 높았으며 D 지역이 3.6 cm로 가장 낮은 값을 보였으며, 평균 수

**Table 2.** General characteristics of *C. tricuspidata* habitats

Site*	Altitude (m)	Aspect	Slope (°)	Ave. DBH of <i>C.t.</i> ** (cm)	Ave. H of <i>C.t.</i> (m)	No. of <i>C.t.</i>
A	361(93.0)	SW	13.0(5.01)	7.4(4.70)	8.5(2.17)	10.4(2.51)
B	367(0.7)	SE	12.5(3.54)	4.8(0.57)	4.6(0.42)	12.0(1.41)
C	377(72.9)	SW	15.0(2.00)	4.0(1.53)	4.9(1.35)	10.0(1.00)
D	250(0.0)	SE	5.0(0.00)	3.6(1.28)	5.1(1.57)	11.5(2.12)
E	181(27.1)	NW	7.0(1.53)	6.1(2.58)	7.6(2.45)	15.7(1.53)

\* Site were shown in Table 1

\*\* *C.t.* is *Cudrania tricuspidata*

Values are means±SD

고는 DBH와 마찬가지로 A 지역이 8.5 m로 가장 컸으며, B 지역이 4.6 m로 가장 낮은 것으로 나타났다. 조사지 내 꾸지뽕나무 개체수는 E 지역이 15.7본으로 가장 많은 것으로 나타났다.

### 3.2. 토양환경

토양 내 통기성 및 배수성을 결정하는 주요 인자인 토양 물리성을 분석하였다. 꾸지뽕나무 자생지의 토성은 조사지별로 차이는 있었으나 전체적으로 모래, 미사, 점토가 각각 평균 73.9%, 4.6%, 21.5%로 모래의 비율이 높은 사양토 및 사질양토로 나타났다(Table 3). 이는 우리나라 산림토양의 모래, 미사, 점토 구성비인 41.7%, 41.5%, 16.8%(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2017)에 비해 모래가 높은 토양임을 확인할 수 있었다. 모래 비율이 높을 경우에는 통기성과 배수성이 양호하나 토양의 비옥도는 떨어지는 단점이 있을 수 있는데(Kim et al., 2007), 최근 전국적으로 식재면적이 늘어나고 있는 주요 약용 목본식물인 길마가지나무(Son et al., 2021), 상동나무(Son et al., 2022), 산초나무(Kim et al., 2022) 자생지 토양에서도 동일한 결과가 보고되었다. 토양이 얼마나 다져졌는지를 나타내는 용적밀도는 B지역이 1.13 g/cm<sup>3</sup>로 유의적으로 높게 나타났으나 전체적으로 평균 0.90 g/cm<sup>3</sup>로, 우리나라 산림토양 A 층의 평균 용적밀도 0.98 g/cm<sup>3</sup>(Lim, 2020) 보다는 조금 낮은 것으로 나타났다. 용적밀도가 1.49 g/cm<sup>3</sup> 이상부터는 수목의 뿌리 생육이 억제되는 것으로 알려지고 있는데, 꾸지뽕나무는 상대적으로 많은 모래 함량으로 인해 공극량이 풍부한 곳에 분포하고 있는 것으로 확인되었다. 토양유기물 함량과 밀접한 관계가 있는 입자밀도는 평균 2.65 g/cm<sup>3</sup>로 조사지 간 유의적인 차이가 나타나지 않았

며, 우리나라 산림토양의 평균 입자밀도 2.55 g/cm<sup>3</sup>(Lim, 2020) 보다는 조금 높은 것으로 나타났다.

토양 화학성을 분석한 결과(Table 3), 연구대상지의 평균 pH는 5.41이었으며, 조사지별로 5.20에서 5.79까지 나타났다. 우리나라의 산림토양 토심 10 cm의 평균 토양 pH 4.90보다는 높았으나, 수목의 생육 적정범위로 인식되는 pH 5.5~6.5에 비해서는 낮은 것으로 나타났다. 하지만 수종별로 생육 적정 pH가 다르기 때문에 꾸지뽕나무 자생지의 낮은 토양 pH가 생육에 부적합하다고 단정할 수는 없을 것으로 판단된다. 보비력의 지표인 토양유기물(OM)은 4.2~12.6%(평균 8.2%) 범위로 조사지 간에 유의적인 차이가 나타났으며, A와 E 지역이 12% 이상의 높은 토양유기물 함량을 보인 반면 B와 D 지역은 A와 E 지역의 1/3 수준이었다. 모든 조사지에서 수목 생육에 적합한 토양유기물 적정범위인 3%를 상회하는 것으로 나타났다. 수목 생산성과 직결되는 전질소(TN)의 수목생육 적정범위는 0.25% 이상을 기준으로 하고 있다. 본 조사에서는 0.19~0.54%의 범위로 조사지 간에 유의적인 차이가 나타났는데, 지역별로는 유기물함량이 높았던 A와 E 지역의 전질소가 높게 나타났다. 평균 0.36%로 우리나라 산림토양 10 cm 깊이의 전질소 함량 0.22%를 상회하는 것으로 나타났다. 산림토양에서 가장 부족한 양분인 유효인산은 0.95~7.61 mg/kg의 범위로 조사지 간에 유의적인 차이가 나타났다. 유효인산은 유묘 지하부의 활착이나 초기 생장에 많은 영향을 미치는데, 수목 생육 적정 범위인 100~200 mg/kg 대비 최소값의 3% 수준이었다. 향후 인산비료 시비 전후의 꾸지뽕나무 생육과 유용성분 함량의 비교 분석이 이루어져야 할 것이다. 토양의 산도 조절, 뿌리 생육 촉진, 염록소 구성 등의 다양한 역할을 하는 치환성양이온은 Ca<sup>2+</sup>이 평균 7.77 cmol<sup>+</sup>/kg

**Table 3.** Soil physical properties of *C. tricuspidata* habitats

Site*	Sand (%)	Clay (%)	Silt (%)	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Particle density (g/cm <sup>3</sup> )
A	73.6±4.76a	3.86±0.64c	22.5±3.71b	0.85±0.23b	2.64a±0.01a
B	80.2±4.01a	4.15±0.49b	15.7±2.50c	1.13±0.11a	2.65a±0.01a
C	62.0±2.48b	7.73±1.28a	30.3±2.20a	0.90±0.08b	2.66a±0.01a
D	77.7±2.21a	2.90±0.17d	19.5±2.93bc	0.83±0.08b	2.65a±0.01a
E	76.1±3.98a	4.57±0.92b	19.3±4.38bc	0.79±0.10b	2.65a±0.00a
Mean	73.9±7.08	4.6±1.83	21.5±5.50	0.90±0.13	2.65±0.01

\* Site were shown in Table 1

Values are means±SD

Different letters indicate values significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level ( $p < 0.05$ )

**Table 4.** Soil chemical properties of *C. tricuspidata* habitats

Site*	pH (H <sub>2</sub> O)	OM (%)	TN (%)	Avail. P (mg/kg)	Exch. cation(cmol <sup>+</sup> /kg)				CEC (cmol <sup>+</sup> /kg)
					Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	
A	5.20c (0.09)	12.5a (2.76)	0.54a (0.15)	3.32b (2.11)	5.37c (1.25)	0.78d (0.28)	0.24c (0.08)	0.58b (0.10)	12.3c (4.54)
B	5.60b (0.06)	3.6c (1.16)	0.19b (0.02)	3.54b (0.51)	10.15a (2.12)	1.89a (0.23)	1.26a (0.15)	0.18c (0.07)	20.7a (4.25)
C	5.79a (0.16)	8.0b (1.82)	0.20b (0.02)	0.95c (0.51)	8.04b (1.22)	1.61a (0.17)	0.29c (0.06)	1.33a (0.15)	10.0c (2.34)
D	5.27c (0.09)	4.2c (1.47)	0.43a (0.01)	7.61a (0.31)	8.31b (0.81)	1.16c (0.21)	0.51b (0.17)	0.07d (0.00)	20.4a (0.87)
E	5.20c (0.07)	12.6a (1.86)	0.47a (0.02)	2.08b (0.48)	7.00b (1.60)	1.35bc (0.22)	0.56b (0.11)	1.39a (0.03)	15.9b (2.57)
Mean	5.41 (0.24)	8.2 (3.88)	0.36 (0.14)	3.50 (2.26)	7.77 (1.57)	1.36 (0.38)	0.57 (0.37)	0.71 (0.56)	15.9 (4.26)

\* Site were shown in Table 1

Values are means±SD

Different letters indicate values significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level( $p < 0.05$ )

(5.37~10.15 cmol<sup>+</sup>/kg), Mg<sup>2+</sup> 1.36 cmol<sup>+</sup>/kg (0.78~1.89 cmol<sup>+</sup>/kg), K<sup>+</sup> 0.57 cmol<sup>+</sup>/kg (0.24~1.26 cmol<sup>+</sup>/kg), Na<sup>+</sup> 0.71 cmol<sup>+</sup>/kg (0.07~1.39 cmol<sup>+</sup>/kg)으로 Ca<sup>2+</sup> > Mg<sup>2+</sup> > Na<sup>+</sup> > K<sup>+</sup> 순으로 많이 함유된 것으로 조사되었다. 각 치환성양이온의 수목 생육 적정 범위인 Ca<sup>2+</sup> 2.50~5.00 cmol<sup>+</sup>/kg, Mg<sup>2+</sup> 1.50 cmol<sup>+</sup>/kg 이상, K<sup>+</sup> 0.25~0.50 cmol<sup>+</sup>/kg, Na<sup>+</sup> 0.10~0.50 cmol<sup>+</sup>/kg과 비교하면, Mg<sup>2+</sup>이 조금 부족한 경향이지만, Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>은 적정 범위를 상회하는 것으로 나타났다. 양이온치환용량(CEC)는 평균 15.9 cmol<sup>+</sup>/kg로 수목 생육 적정 범위

12~20 cmol<sup>+</sup>/kg 내에 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서 제시하고 있는 각 항목별 전국 산림토양의 평균값과 수목생육 적정범위는 Kim et al.(2016)의 자료를 활용하였다.

### 3.3 식생구조

#### 3.3.1. 중요치

꾸지뽕나무 자생지의 층위별 식생구조를 분석하였다(Table 4). 교목층의 식생구조를 살펴보면, A 지역은 모두 8종이 나타났으며, 소나무가 57.7로 가장 높은 중요치를 보였으며, 이어 꾸지뽕나무, 갈참나무 순이었다.

B 지역은 고로쇠나무(57.5)와 상수리나무(42.5) 두 수종만이 출현하였으며 꾸지뽕나무는 상층에 나타나지 않았다. C 지역은 5종이 나타났는데, 소나무가 42.2로 가장 높은 중요치를 보였으며, 이어 상수리나무(22.2), 산벚나무(19.7) 순이었다. D 지역은 굴피나무(29.2), 상수리나무(26.2), 사람주나무(25.0), 층층나무(19.6) 4종의 낙엽활엽수가 출현하였으며, 수종간 중요치는 큰 차이가 없었다. E 지역은 소나무(49.6)가 가장 높은 중요치를 보였으며, 이어 팽나무(16.0), 꾸지뽕나무(12.5) 순이었다. 꾸지뽕나무는 A와 E 지역에서는 교목층에 나타났으나 다른 조사지에서는 출현하지 않았다. 아교목층에서는 모든 조사지에서 꾸지뽕나무의 중요치가 가장 높은 것으로 분석되었다. 지역별로 살펴보면, A, B, E 지역은 꾸지뽕나무의 중요치가 50 전후로 나타났으며, C 지역과 D 지역은 꾸지뽕나무의 중요치가 각각 37.8, 28.1로 나타났다. A 지역은 17종이 나타났으며, 꾸지뽕나무의 세력이 가장 강한 것으로 확인되었고, B 지역은 교목층과 마찬가지로 아교목층에서도 출현종이 5종으로 가장 적었으며, 고로쇠나무와 조금 경쟁하는 상황이었다. C 지역은 꾸지뽕나무가 산벚나무, 비목, 산뽕나무와 경쟁하는 관계였으며, D 지역은 때죽나무의 중요치가 20.4로 상대적으로 높게 나타났으며, 산수유(11.3)와 개암나무(10.2)도 10 이상의 중요치를 보여 향후 꾸지뽕나무와 낙엽활엽교목과의 경쟁이 나타날 것으로 판단되었다. E 지역은 비목나무가 11.5의 중요치를 보였다. 아교층에서는 지역별로 조금의 차이는 있으나 꾸지뽕나무가 우점하는 경향임을 확인할 수 있었다. 관목층에서는 꾸지뽕나무의 중요치가 B 지역의 79.3에서 E 지역의 8.1까지 조사지 간에 상당한 차이가 나타났다. A 지역은 꾸지뽕나무의 중요치가 42.1로 가장 높았으며, 다른 수종과의 경쟁은 나타나지 않았다. B 지역은 교목층, 아교목층과 마찬가지로 관목층도 꾸지뽕나무와 생강나무 두 수종만 나타나 수종 구성이 아주 단순하다는 것을 알 수 있었다. C 지역은 꾸지뽕나무(26.8)가 비목(13.1), 감태나무(12.0)와 경쟁관계에 있음을 확인할 수 있었고, D 지역은 작살나무(23.9), 꾸지뽕나무(23.6), 감태나무(20.2) 세 수종의 중요치가 비슷한 것으로 나타나 생육공간 등 다양한 자원을 두고 치열한 경쟁이 일어나고 있음을 알 수 있었다. 하지만, 작살나무와 감태나무가 아교목층에서 10 이하로 상대적으로 중요치가 높지 않았고, 아교목층에서 상대적으로 높은 중요치를 보였던 때죽나무, 개암나무 산수유가

관목층에서는 중요치가 아주 낮거나 전혀 나타나지 않아 꾸지뽕나무의 생육에 위협적이지 않을 것으로 판단된다. E 지역은 다른 조사지와 달리 비목(31.9)이 가장 높은 중요치를 보였으며, 이어 작살나무(19.3), 두릅나무(10.3), 산가막살나무(8.9)의 순이었으며, 꾸지뽕나무는 8.1의 중요치를 보였다. 교목층과 아교목층에서는 꾸지뽕나무의 중요치가 가장 높았지만, 관목층에서는 꾸지뽕나무의 중요치가 상대적으로 낮게 나타났다.

조사지 전체 교목층의 꾸지뽕나무 중요치는 B, C, D 지역을 제외하고는 12.5~14.3, 아교목층에서는 28.1~54.5, 관목층에서는 8.1~79.3의 범위를 보였다. 이상의 결과를 전남·북의 12개 시·군 지역 자생지의 식생 구조와 비교하면 본 조사지의 모든 층위에서 전체적으로 꾸지뽕나무의 중요치가 낮은 것으로 나타났다. 꾸지뽕나무는 관목 또는 아교목의 생활형을 보이는 수종인데, 생육여건이 양호한 곳에서는 9 m까지 자라는 수종으로 알려져 있다(KNA, 2021). 전남·북의 꾸지뽕나무 자생지 12개 시·군 중 나주, 고창, 김제를 제외한 11개 시·군에서 꾸지뽕나무가 교목층에서 확인되었으며(Kwon, 2009), 본 연구에서도 교목층에서 소나무가 우점하고 있는 A, E 지역에서는 수고 10 m 정도의 꾸지뽕나무를 확인할 수 있었다. 한편, 교목층에서는 꾸지뽕나무가 나타나지 않았던 B, C, D 지역은 아교목층과 관목층에서 꾸지뽕나무가 가장 높은 중요치를 보여 이른 시간 내에 교목층으로의 수고성장을 기대할 수 있겠으나 다른 낙엽활엽수종과의 경쟁이 어떻게 전개될지 지속적인 모니터링이 이루어져야 할 것이다.

### 3.3.2. 종다양도

꾸지뽕나무 자생지별 출현 종수와 Shannon의 종다양도( $H'$ ), 최대종다양도( $H'_{max}$ ), 균재도( $J'$ ), 우점도( $1-J'$ )를 보면(Table 6), 층위별 종다양도( $H'$ )는 교목층에서는 0.292~0.601, 아교목층 0.490~0.768, 관목층 0.1798~0.907로 나타났다. 종다양도는 출현 종수가 가장 적었던 B 지역(하동)이 모든 층위에서 가장 낮은 값을 보였다. 최대종다양도( $H'_{max}$ )도 A 지역이 전 층위에서 0.778~1.230, B 지역 0.301~0.699, C 지역 0.699~1.041, D 지역 0.602~0.903, E 지역 0.699~0.954로 나타나 B 지역이 가장 낮은 것으로 나타났다. 균재도( $J'$ )는 그 값이 1에 가까울수록 종별 개체수가 균일한 상태에 있는 것을 의미하는데(Brower & Zar, 1977), 각 지역의 층위별 균재도는 교목층 0.685

Table 5. Importance value by layer of *C. tricuspidata* habitats

Layer	Scientific-Korean name	Site <sup>a</sup>				
		A	B	C	D	E
Tree	<i>Pinus densiflora</i> 소나무	57.7		42.2		49.6
	<i>Quercus acutissima</i> 상수리나무		42.5	22.2	26.2	
	<i>Acer pictum</i> var. <i>mono</i> 고로쇠나무		57.5			
	<i>Platycarya strobilacea</i> 굴피나무				29.2	
	<i>Cudrania tricuspidata</i> 꾸지뽕나무	14.3				12.5
	<i>Cornus controversa</i> 층층나무				19.6	6.7
	Other 8 species	28.1		35.6	25.0	31.2
	Sub tree	<i>Cudrania tricuspidata</i> 꾸지뽕나무	54.5	53.0	37.8	28.1
<i>Lindera erythrocarpa</i> 비목나무		2.7	8.6	13.1		11.5
<i>Styrax japonicus</i> 때죽나무					20.4	6.4
<i>Acer pictum</i> var. <i>mono</i> 고로쇠나무			19.8			
<i>Quercus serrata</i> 졸참나무		4.4		3.4		7.9
<i>Prunus sargentii</i> 산벚나무				14.5		
<i>Corylus heterophylla</i> 개암나무		2.0			10.2	
<i>Morus australis</i> 산뽕나무				12.0		
<i>Cornus officinalis</i> 산수유					11.3	
<i>Callicarpa japonica</i> 작살나무					6.5	4.7
<i>Lindera glauca</i> 감태나무				3.5	7.2	
<i>Carpinus laxiflora</i> 서어나무			10.3			
<i>Rhus tricocarpa</i> 개웃나무					9.4	
<i>Zanthoxylum piperitum</i> 초피나무		4.0				4.8
<i>Euscaphis japonica</i> 말오줌때		3.7		4.9		
<i>Quercus acutissima</i> 상수리나무		2.2		6.2		
<i>Celtis sinensis</i> 팽나무		2.4				6.0
Other 13 species	24.2	8.4	4.6	7.0	11.1	
Shrub	<i>Cudrania tricuspidata</i> 꾸지뽕나무	42.1	79.3	26.8	23.6	8.1
	<i>Callicarpa japonica</i> 작살나무			8.0	23.9	19.3
	<i>Lindera erythrocarpa</i> 비목나무	5.6		13.1		31.9
	<i>Lindera glauca</i> 감태나무	7.5		12.0	20.2	
	<i>Lindera obtusiloba</i> 생강나무	4.9	20.7	4.6		
	<i>Styrax japonicus</i> 때죽나무	7.8		4.6	8.0	
	<i>Zanthoxylum piperitum</i> 초피나무				9.1	9.2
	<i>Aralia elata</i> 두릅나무					10.3
	<i>Viburnum wrightii</i> 산가막살나무					8.9
	<i>Prunus sargentii</i> 산벚나무			8.6		
	<i>Toxicodendron trichocarpum</i> 개웃나무	2.9				5.6
	<i>Quercus serrata</i> 졸참나무	3.6		4.6		
	Other 13 species	25.6		17.6	15.1	6.7
	herb	<i>Trachelospermum asiaticum</i> 마삭줄			17.1	21.9
<i>Oplismenus undulatifolius</i> 주름조개풀		5.0		11.3	13.9	12.1
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> 고사리		0.8	22.4	2.3		1.7
<i>Cudrania tricuspidata</i> 꾸지뽕나무		3.5	13.6	4.5	1.0	2.1
<i>Smilax sieboldii</i> 청가시덩굴		3.5		1.2	17.0	1.7
<i>Commelina communis</i> 닭의장풀		6.9	11.4			
<i>Carex siderosticta</i> 대사초		3.5			12.9	1.7
<i>Vitis coignetiae</i> 머루				2.3	14.9	
<i>Parthenocissus tricuspidata</i> 담쟁이덩굴		4.3		1.4	2.9	6.8
<i>Pueraria lobata</i> 칩		9.1		1.2		5.1
<i>Carex lanceolata</i> 그늘사초		2.9	11.4			
<i>Rosa multiflora</i> 찔레꽃		7.1		1.4		5.0
Other 63 species		53.5	41.1	57.4	15.5	44.5

<sup>a</sup> Site were shown in Table 1

~0.975, 아교목층 0.552~0.850, 관목층 0.591~0.911의 범위를 보였다. 꾸지뽕나무가 주로 분포하는 아교목층은 교목층과 관목층에 비해 균재도가 낮은 것으로 나타났는데, 이는 꾸지뽕나무의 중요치에 의한 결과인 것으로 판단된다. 식생구조(Table 5)에서 알 수 있는 바와 같이 꾸지뽕나무의 중요치가 50 전후로 높게 나타난 A, B, E 지역이 C, D 지역보다 균재도 값이 높게 나타났다. 우점도(1-J')의 전 지역의 모든 층위에서 0.5 이하의 값으로 나타나 꾸지뽕나무 자생지는 특정 분류군에 의해 우점되지 않고 여러 분류군이 함께 균등하게 나타나는 식생형인 것으로 나타났다.

### 3.3.3. 생태적 지위폭

생태적 지위는 특정 생물의 물리적, 생물적 환경인자와 이들의 상호작용의 총합으로 적합한 물리적 환경조건, 환경변화에 대한 적응 능력 등 생물간 상호작용 등으로 특징지어진다(Koo and Park, 2021). 꾸지뽕나무의 생태적 지위폭(ecological niche breadth) 산출에는 흉고직경(DBH), 수고(H), 흉고단면적(BA) 3가지 생육인자를 사용하였다(Table 6). 흉고직경은 A 지역에서 0.438~0.969(평균 0.771), B 지역 0.922~0.924(평균 0.923), C 지역 0.649~0.770(평균 0.708), D 지역 0.665~0.702(평균 0.684), E 지역 0.461~0.551(평균 0.516)으로 B 지역의 생태적 지

**Table 6.** Species diversity by layer of *C. tricuspidata* habitats

Site*	Layer	No. of species	No. of individual	Species diversity (H')	Maximum H' (H'max)	Evenness (J')	Dominance (1-J')
A	Tree	6	23	0.533	0.778	0.685	0.315
	Subtree	17	66	0.679	1.230	0.552	0.448
	Shrub	14	43	0.797	1.146	0.695	0.305
B	Tree	2	5	0.292	0.301	0.970	0.030
	Subtree	5	14	0.490	0.699	0.701	0.299
	Shrub	2	7	0.178	0.301	0.591	0.409
C	Tree	5	23	0.593	0.699	0.848	0.152
	Subtree	9	42	0.710	0.954	0.744	0.256
	Shrub	11	25	0.907	1.041	0.871	0.129
D	Tree	4	7	0.587	0.602	0.975	0.025
	Subtree	8	18	0.768	0.903	0.850	0.150
	Shrub	7	17	0.770	0.845	0.911	0.089
E	Tree	5	19	0.601	0.699	0.860	0.140
	Subtree	9	24	0.652	0.954	0.683	0.317
	Shrub	8	23	0.779	0.903	0.863	0.137

\* Site were shown in Table 1

**Table 7.** Ecological niche breadth of *C. tricuspidata*

Site*	DBH	H	BA	Mean
A	0.771(0.183)	0.856(0.127)	0.573(0.258)	0.733(0.177)
B	0.923(0.001)	0.949(0.004)	0.751(0.019)	0.874(0.008)
C	0.708(0.061)	0.870(0.052)	0.485(0.115)	0.688(0.051)
D	0.684(0.026)	0.911(0.015)	0.356(0.035)	0.650(0.001)
E	0.516(0.048)	0.626(0.040)	0.297(0.088)	0.480(0.058)

\* Site were shown in Table 1  
Values are means ± SD



위쪽이 가장 넓었으며 E 지역이 가장 좁은 것으로 나타났다. 수고는 흉고직경과 동일하게 B지역이 0.949로 가장 높았으며, D 지역(0.911) > C 지역(0.870) > A 지역(0.856) > E 지역(0.626) 순으로 지위폭이 넓게 나타났다. 흉고단면적은 흉고직경과 동일한 경향이었는데, B 지역이 0.874로 생태적 지위폭이 가장 넓었으며, A 지역(0.573) > C 지역(0.485) > D 지역(0.356) > E 지역(0.297) 순으로 생태적 지위폭이 넓게 나타났다. 전체적으로 꾸지뽕나무 생육인자(흉고직경, 수고, 흉고단면적)의 생태적 지위폭은 B 지역(경남 하동)이 가장 넓었으며 E 지역(전남 여수)이 가장 좁은 것으로 분석되었다. 조사구 수가 조사지역별 2~7개로 다르기 때문에 단정적으로 언급할 수는 없다. 한편, 꾸지뽕나무의 흉고직경, 수고, 흉고단면적의 생육인자별 생태적 지위폭은 수고가 0.837로 가장 넓은 것으로 나타났으며, 이어 흉고직경(0.722), 흉고단면적(0.501) 순이었다. 다양한 환경요인 내에서 생태적 지위폭이 가장 넓게 나타난 수고 형질은 흉고직경과 흉고단면적 형질보다 환경변화에 적응하기 위해 생태적 반응 및 형태적 요인의 가변성이 높았기 때문인 것으로 판단된다(Pianka, 1994). 생태적 지위폭이 넓은 것은 환경적응력이 높아 광범위한 지역에 분포하는 종이고, 환경에 대한 내성이 높고 국지적으로 생육하는 종일수록 생태적 지위폭이 좁은 것으로 해석되고 있다(Pianka, 1994). 생태적 지위폭 연구가 향후 주요 조립 수준의 생태적 지위 판정에도 기여할 수 있을 것으로 기대되기 때문에 Kwon(2009)과 Kim et al.(2023)의 연구에서 언급된 다른 지역의 꾸지뽕나무 자생지에 대한 추가 분석 등을 통해 관련 정보가 구축되어야 할 것이다.

#### 4. 결론

본 연구는 꾸지뽕나무 자생지의 입지환경, 토양특성, 식생구조 분석을 통해 꾸지뽕나무의 생육환경 정보를 파악하고 이를 통해 향후 대량생산이 가능한 재배적지 구명을 위한 기초자료를 제공하고자 한다. 이를 위해 경남과 전남의 5개 시/군 17개 조사구에서 연구가 이루어졌다. 꾸지뽕나무 자생지는 주로 남동·남서사면의 비교적 완만한 경사에 분포하고 있었고, 평균 해발고는 290 m였다. 자생지의 토양 물리성은 모래, 미사, 점토의 함량이 각각 73.9%, 4.6%, 21.5%인 사양토로인 것으로 나타났다. 토양 화학성은 항목마다 조사지역별 차이가

있었으나 평균적으로 pH 5.41, 유기물 함량 8.2%, 전질소 0.36%, 유효인산 3.50 ppm, 양이온치환용량 15.9 cmol<sup>+</sup>/kg으로, 유효인산을 제외하면 모두 수목 생육 적정 범위를 상회하는 것으로 분석되었다. 식생구조 분석 결과, 진주(A)와 여수(E)지역에서는 중요치가 높진 않으나 교목층을 형성하고 있었고, 모든 조사지역에서 꾸지뽕나무는 아교목층에서 가장 높은 중요치를 보였다. 종다양도 분석을 통해 꾸지뽕나무 자생지는 특정 종이 우점하지 않고 여러 분류군이 균등하게 나타나는 식생형이라는 것을 알 수 있었다. 생육인자(흉고직경, 수고, 흉고단면적)를 고려한 생태적 지위폭은 하동(B)지역에서 평균 0.874로 가장 넓은 값을 보였고, 여수(E)지역에서 평균 0.480으로 가장 좁게 나타났다. 약용자원을 대상으로 조림을 통한 대량생산을 하고자 하는 것은 약리성분의 양을 분석하는 꾸지뽕나무라는 약용자원의 체계적 재배기술을 확립하기 위해서는 무엇보다 생육여건에 따른 유용성분 함량 분석 등을 통해 꾸지뽕나무 재배적지 판정이 이루어져야 할 것이다. 이를 위해 보다 많은 자생지와 재배지별 생육여건에 따른 유용성분 분석을 위한 관련 연구 결과가 더 많이 축적되어야 할 것이다.

#### REFERENCES

- Cha, J. Y., Cho, Y. S., 2001, Effect of stem bark extract from *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the concentrations of lipid and tissue lipid peroxidation in the cholesterol- fed rats, Korean J. Food Sci. Technol., 33, 128-134.
- Cha, J. Y., Kim, H. J., Chung, C. H., Cho, Y. S., 1999, Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*, J. Korean Soc. Food Nutr., 28, 1310- 315.
- Choi, D. J., Lee, Y. J., Kim, Y. K., Kim, M. H., Choi, S. R., Kim, S. S., Youn, A. R., 2015, Physicochemical properties and antioxidant activities of different parts of kkujipong (*Cudrania tricuspidata* Bureau) from Miryang, Korean J. Food Cook. Sci., 31, 510-514.
- Choi, J. Y., Jo, M. K., Goo, Y. M., Kim, H. K., Shin, J. W., Kim, D. Y., Kim, H. J., Lee, E. H., Kim, N. H., Cho, Y. J., 2015, Antioxidant activities of phenolic compounds from medicinal plants (*Hibiscus esculentus*, *Cirsium japonicum*, *Zizania latifolia* and *Kalopanax pictus*), Current Res. Agric. Life Sci., 33, 57-63.

- Choi, S. R., You, D. H., Kim, J. Y., Park, C. B., Kim, D. H., Ryu, J., Choi, D. G., Park, H. M., 2009, Antimicrobial activity of methanol extracts from *Cudrania tricuspidata* Bureau according to the parts harvested and time, Korean J. Medicinal Crop Sci., 17, 335-340.
- Choi, U., Shin, D. H., Chang, Y. S., Shin, J. I., 1992, Screening of natural antioxidant from plant and their antioxidative effect, Korean J. Food Sci. Technol., 24, 142-148.
- Choi, W. S., Kim, D. D., Lee, Y. H., Kim, J. E., Lee, S. E., 2002, Antioxidative and cytotoxicity activities of compounds isolated from Korean *Rhus verniciflua* S, J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem., 45, 168-172.
- Han, H. S., Kim, S. Y., Lim, D. J., Whang, W. K., 2016, Development of whitening cosmetic ingredients from *Cudrania tricuspidata* stem extract, Asian J. Beauty Cosmetol., 14, 317-328.
- Kang, D. H., Kim, J. W., Youn, K. S., 2011, Antioxidant activities of extracts from fermented mulberry (*Cudrania tricuspidata*) fruit, and inhibitory actions on elastase and tyrosinase, Korean J. Food Preserv., 18, 236-243.
- Kim, H. J., Cha, J. Y., Choi, M. L., Cho, Y. S., 2000, Antioxidative activities by water-soluble extracts of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata*, Appl. Biol. Chem., 43, 148-152.
- Kim, H. S., Lee, S. M., Kang, K. N., Son, S. G., Ryu, S. C., Lee, K. J., Lee, J. H., Lee, B. S., Lee, J. K., 2023, Analysis of vegetation structures and vegetation-environment relationships of medicinal on short-term income forest products-*Cudrania tricuspidata* (Carrière) Bureau ex Lavallée·*Sorbus commixta* Hedl.·*Hovenia dulcis* Thunb.-, in Korea, Korean J. Environ. Ecol., 37, 347-366.
- Kim, O. K., Ho, J. N., Nam, D. E., Jun, W. J., Hwang, K. T., Kang, J. E., Chae, O. S., Lee, J. M., 2012, Hepatoprotective effect of *Cudrania tricuspidata* extracts against oxidative damage, J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 41, 7-13.
- Kim, S. H., Kim, N. J., Choi, J. S., Park, J. C., 1993, Determination of flavonoid by HPLC and biological activities from the leaves of *Cudrania tricuspidata* Bureau, J. Korean Soc. Food Nutr., 22, 68-72.
- Kim, S. H., Sung, J. H., Koo, N. I., Kim, Y. S., Je, S. M., Kim, K. H., 2016, Forest Health·Vitality Diagnosis·Evaluation Report, National Institute of Forest Science.
- Kim, S. J., Kim, T. W., Moon, H. S., 2022, Site environment and ecological characteristics of the *Zanthoxylum schinifolium* habitat, J. Environ. Sci. Int., 31, 665- 75.
- Kim, S. Y., Park, K. J., Lee, W. C., 1998, Antiinflammatory and antioxidative effects of *Morus* spp. fruit extract, Korean J. Medicinal Crop Sci., 6, 204-209.
- Koo, K. A., Park, S. U., 2021, A Review of ecological niche theory from the early 1900s to the present, Korean J. Environ. Ecol., 35, 316-335.
- Korea Forest Service, 2019, Production of forest products.
- Korea Forest Service, 2021, 2021 Forest income project implementation guidelines.
- Korea National Arboretum, 2021, <https://kna.forest.go.kr>.
- Korea Meteorological Administration, 2022, <http://www.kma.go.kr>.
- Kwon, Y. S., 2009, The studies of *Cudrania tricuspidata* on community dynamics, morpho-logical·genetical characteristics and quantity analysis of available components, Ph.D. Dissertation, Chonnam National University, Gwangju, Korea.
- Lee, B. O., Kang, N., Park, G. H., 2004, Isolation of antibacterial prenylated flavonoids from *Cudrania tricuspidata*, J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem., 47, 270-273.
- Lee, H. J., Do, J. R., Kwon, J. H., Kim, H. K., 2011, Physiological activities of extracts from different parts of *Cudrania tricuspidata*, J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 40, 942-948.
- Lee, I. G., Song, G. S., Kim, C. J., Kim, H. M., Oh, G. T., You, I. D., 1994, Tumor cell growth inhibition and antioxydative activity of flavonoids from the stem bark of *Cudrania tricuspidata*, Agric. Chem. Biotechn., 37, 105-109.
- Lee, K. H., 2003, Soil respiration and microbial biomass in Sycamore (*Platanus occidentalis* L.) plantations treated with irrigation and nitrogen fertilization, Korean Jour. For. Sci., 92, 435-443.
- Li, X., Yao, Z., Jiang, X., Sun, J., Ran, G., Yang, X., Zhao, Y., Yan, Y., Chen, Z., Tian, L., Bai, W., 2018, Bioactive compounds from *Cudrania tricuspidata*: A Natural anticancer source, Critical Rev. Food Sci. Nutr., 60, 494-514.
- Lim, E. J., Kim, M. J., Kim, H. J., Lee, S. H., Jeon, B. G., 2018, Comparative analysis on anti-aging, anti-adipogenesis, and anti-tumor effects of green tea polyphenol epigallocatechin-3-gallate, J. Life Sc., 28, 1201-1211.
- Lim, H., 2020, Experimental and modelling study on the soil water retention curves based on the water retention characteristics of forest soils, Ph.D. Dissertation, Kangwon National University, Chuncheon, Korea.

- Ministry of Land, Infrastructure and Transport., 2017, National Map of Korea, Suwon, Korea, 251.
- Kim, S. H., Sung, J. H., Koo, N. I., Kim, Y. S., Je, S. M., Kim, K. H., 2016, Report on health·vitality diagnosis·evaluation of forest, No. 698, National Institute Forest Research, Seoul, Korea.
- Nomura, T., Hano, Y., Fujimoto, T., 1983, Three new isoprenylated xanthines, cudraxanthone A, B, and C, from the root barks of *Cudrania tricuspidata* (Carr.) Bur, Heterocycles 20, 213-218.
- Park, W. Y., Ro, J. S., Lee, K. S., 2001, Hypoglycemic effect of *Cudrania tricuspidata* root bark, Kor. J. Pharmacogn., 32, 248-252.
- Park, J. H., Lee, K. W., Sung, K. S., Kim, S. S., Cho, K. D., Lee, B. H., Han, C. K., 2012, Effect of diets with mulberry leaf and *Cudrania tricuspidata* leaf powder supplements on blood glucose-related biomarkers in streptozotocin-induced diabetic rats, J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr., 41, 766-773.
- Pianka, E. R., 1993, Evolutionary ecology, 5th ed., Harper & Row, Longman, New York, 482.
- Ramarathnam, N., Osawa, T., Ochi, H., Kawakishi, S., 1995, The contribution of plant food antioxidants to human health, Trends Food Sci. Techn., 6, 75-82.
- Shin, H. S., Jeong, H. J., Hwang, D. B., Kim, D. U., 2014, *Cudrania tricuspidata* root extract as whitening and antiwrinkle cosmetic agent, Korean Chem. Eng. Res., 52, 701-705.
- Son, Y., Park, S. H., Jeong, D. H., Cho, H. J., Son, H. J., Jeon, K., 2021, Growing environment characteristics and vegetation structure of *Lonicera harae*, Medicinal plant, Korean. J. Plant Res., 34, 297-310.
- Son, Y., Son, H. J., Park, G. H., Lee, D. H., Cho, H., Lee, S. Y., Kim, H. J., 2022, Growing environment characteristics and vegetation structure of *Sageretia thea*, Medicinal plant, Korean. J. Plant Res., 35, 594-626.
- Zamora, A. J., Andrade, C. D., Rufián-Henares, J. D., 2016, Antioxidant capacity, total phenols and color profile during the storage of selected plants used for infusion, Food Chem., 199, 339-346.
- 
- Research fellow, Jeong-Woon Joo  
Forest Biomaterials Research Center, National Institute of Forest Science  
capduck4317@naver.com
  - Master course, Su-Gyeong Jeon  
Department of Forest Resources, Gyeongsang National University  
sugyeong2361@gnu.ac.kr
  - Assistant professor, Seong-Hun Jeong  
Department of Forest Resources, Gyeongsang National University  
nowmap@gnu.ac.kr
  - Professor, Hyun-Shik Moon  
Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University  
hsmoon@gnu.ac.kr