Korean J. Plant Res. 32(1):29-37(2019)
https://doi.org/10.7732/kjpr.2019.32.1.029

Print ISSN 1226-3591
Online ISSN 2287-8203

Original Research Article

국내자생 팥배나무 11개 천연집단의 잎 형태적 특성과 변이

김영기[1], 김세현[2], 김문섭[3], 윤아영[4], 박인협[5], 고영석[6]*

[1]국립산림과학원 산림소득자원연구과, 석사연구원, [2]국립산림과학원 산림소득자원연구과, 연구관,
[3]국립산림과학원 산림소득자원연구과, 연구사, [4]국립순천대학교 산림자원학과, 학생,
[5]국립순천대학교 산림자원학과, 교수, [6]국립순천대학교 산림자원학과, 박사과정

Leaf Morphological Characteristics and Variation of *Sorbus alnifolia* (Sieb. et Zucc.) K. Koch in 11 Natural Habitats

Young Ki Kim[1], Sea Hyun Kim[2], Moon Sup Kim[3], A Young Yun[4], In Hyeop Park[5] and Young Seok Go[6]*

[1]Master's Degree Researcher, [2]Senior Researcher and [3]Researcher, Division of Special Forest Product, National Institute of Forest Science, Suwon 16631, Korea
[4]Student, [5]Professor and [6]Ph.D. Graduate Student, Department of Forest Resources, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea

Abstract - This study was conducted to provide a basic data such as leaf morphological characteristics, total 110 individual trees selected from 11 wild population, for selective breeding. As a result of investigation of the twenty morphological characteristics of the leaf, there were statistically significant differences in all leaf characteristics among the populations. Especially, Mt. Mani population had larger leaf length (LL), width (LW) and area (LAR) than other populations. On the other hand, Mt. Beakwoon and Mt. Duryun had smaller leaf size (LL, LW and LAR) among the populations. Its principal component analysis (PCA) results showed that it represented 72.9% accumulated explanation from three principal component. The characteristics such as leaf area, leaf length and leaf width were highly contributed for classification among populations. According to the cluster analysis, the natural *S. alnifolia* populations were classified into five groups and Mt. Mani population was different from the other population.

Key words – Cluster, Morphology, PCA, *Sorbus*, UPGMA

서 언

팥배나무[*Sorbus alnifolia* (Sieb. et Zucc.) K. Koch.]는 장미과(Rosaceae)에 속하는 낙엽활엽교목으로 높이 15 m까지 자라고 전국 산지의 해발 150~1,300 m에 분포하며 양질 토양과 햇빛이 잘 드는 곳에 주로 생육한다. 내건성, 내한성, 내공해성이 강하며 5월에 피는 백색의 꽃과 9~10월에 맺는 황적색 열매, 그리고 황색으로 지는 단풍이 아름다워 도심 조경수 및 정원수로 적합한 수종이다. 또한 팥배나무의 열매는 조류를 유인하기 때문에 자연생태공원 등에 배식하였을 때 생물서식공간 창출이나 관상용으로서의 역할이 기대된다(Korea National Arboretum, 2018). 뿐만 아니라 기능적 측면에서 팥배나무 잎 추출물의 우수한 항산화활성 효과를 비롯하여 Elastase 및 MMP-1을 저해하고 콜라겐 합성을 촉진하는 효과가 밝혀지면서 화장품 조성물로 이용되고 있으며(Yu and Kim, 2009), 나무껍질과 잎을 천연 염료로 이용하는 등 개발가치가 굉장히 크다(Chung and Kim, 2007).

팥배나무의 조경수로서의 가치와 기능성효과의 우수성에 의해 수요가 증가하는 반면에 우리나라 산림에서는 자연적인 천이 때문에 주로 척박한 임지에 산재되어 있으며 자생하는 개체가 점차 감소하는 추세이다(Cho and Choi, 2003). 따라서 식물자원의 보전 및 자원 활용 측면에서 우량품종 개발을 위한 육종의 필요성이 대두되고 있다. 이를 위해 다양한 유전변이에 대한 수집, 유지 · 관리 및 개체선발, 차대검정 등 연속적인 육종의 과

*교신저자 : E-mail marogogo@hanmail.net
Tel. +82-61-761-3704

ⓒ 본 학회지의 저작권은 (사)한국자원식물학회지에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.
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.

정이 필요하며, 선발집단의 다양한 특성에 대한 변이의 정도를 밝히는 연구가 선행되어야 한다(Kim *et al.*, 2003).

식물의 외부 형태적 특성을 수학적으로 묘사하는 방법은 Morphometrics라 하며, 이에 따른 유연관계에 대한 고찰을 위해 잎, 꽃, 과실 등에 대한 질적 · 양적 특성들에 기초하여 주성분분석(Principle component analysis), 군집분석(Cluster analysis) 등 분석대상간의 구성관계를 이해하고 효과적으로 설명하고자 다변량분석(Multivariate analysis)을 사용한다(Andrew, 2006). 본 연구에서는 조경수 및 기능적 측면에서 가치가 높은 팥배나무를 대상으로 잎의 형태적 특성과 변이를 조사하여 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료

우리나라에 자생하는 팥배나무 잎의 형태적 특성을 조사하기 위해 생육상태와 임분밀도가 양호한 경기도 마니산, 축령산, 광교산, 강원도 발왕산, 충청북도 월악산, 충청남도 안면도, 경상북도 금오산, 경상남도 가지산, 전라북도 덕유산, 전라남도 백운산, 두륜산 등 11개 집단에서 110체를 선발하고, 선정된 각 표본목별로 동일한 방위에서 완전히 성숙한 잎 20매를 무작위로 채취하여 공시재료로 사용하였다(Fig. 1).

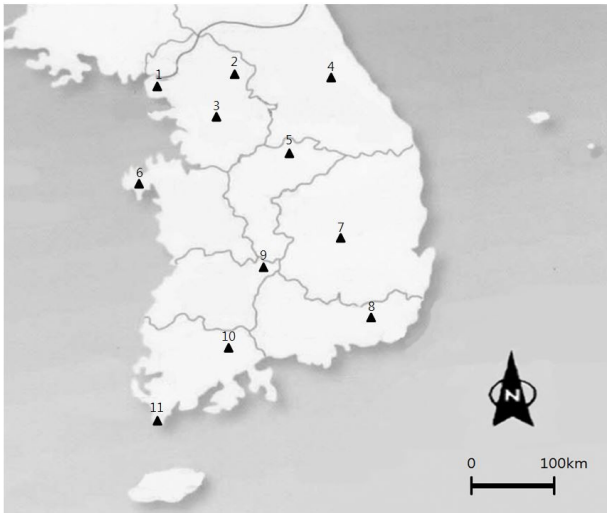


Fig. 1. Location map of selected populations of *S. alnifolia.* 1. Mt. Mani, 2. Mt. Chukyong, 3.Mt. Gwangyo, 4. Mt. Balwang, 5. Mt. Worak, 6. Anmyundo, 7. Mt. Geumo, 8. Mt. Gaji, 9. Mt. Deogyu, 10. Mt. Baekwoon, 11. Mt. Duryun.

잎 특성 조사방법

채취한 잎은 형태적 특성 조사를 위하여 엽형(Shape of leaf, SOL), 엽연모양(Shape of leaf margin, SLM), 엽선모양(Shape of leaf apex, SLA), 엽저모양(Shape of leaf base, SLB) 등 4개의 정성적 특성을 육안으로 관찰한 후 각 특성별 계급값을 부여하였다(Fig. 2). 잎의 길이(Leaf length, LL)와 잎의 너비(Leaf width, LW), 잎 상부 너비(Leaf width of upper 1/3, LWU), 잎 하부 너비(Leaf width of lower 1/3, LWL), 엽면적(Leaf area, LAR), 엽병 길이(Leaf petiole length, LPL), 엽병 너비(Leaf petiole width, LPW)와 엽맥 수(Leaf vein number, LVN) 등 8개의 정량적 특성을 디지털 캘리퍼스(NA500-150S)와 엽면적 측정기(LI-3000A)를 이용하여 측정하였다.

통계 분석 방법

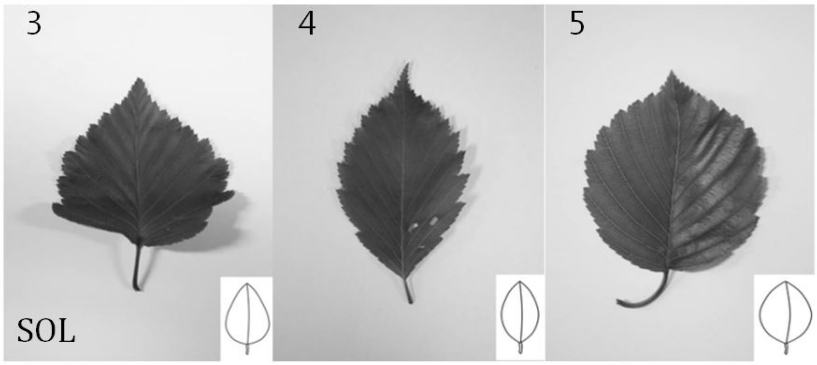
조사된 자료는 SPSS Program (Statistical Analysis Software, Ver. 18.0)을 이용하여 집단 간 변이를 분석하였으며 Duncan의 다중검정을 실시하였다. 또한, 주성분 분석을 통하여 조사된 형태적 특성 간 상관행렬로부터 지역 간 거리를 산출하고, 고유 값과 전체 변동에 대한 각 주성분의 기여도를 구하였으며, 각각의 주성분 득점치를 새로운 변량으로 이용하는 비가중평균결합(UPGMA ; Unweighted pair-group method using arithmetic averages) 군집분석을 실시하고 계산된 각각의 거리를 수지도(Dendrogram)로 나타내어 팥배나무 잎 특성에 의한 유집분석을 실시하였다.

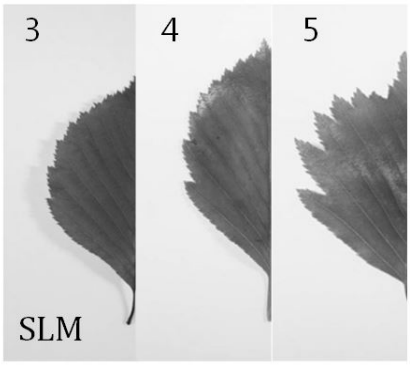
결과 및 고찰

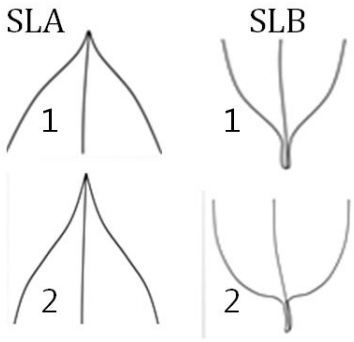
잎의 형태적 특성

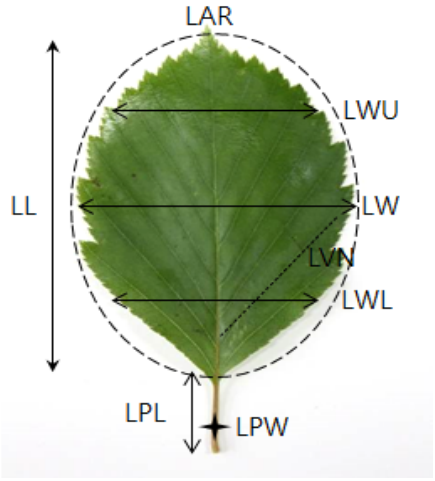
우리나라 11개 집단으로부터 선발된 팥배나무 110 개체를 대상으로 잎의 형태적 특성을 조사하여 변이계수를 추정하고 집단 간 차이를 비교한 결과는 다음과 같다(Table 1, Table 2).

정성적 특성의 집단 간 비교를 위해 특성 별 계급치를 부여하고 Duncan의 다중검정을 실시한 결과 엽형, 엽연모양, 엽저모양은 집단 간 유의한 차이가 인정되었다. 엽형은 전체 평균 3.9로 타원형의 형태를 나타낸 가운데 축령산이 평균 3.7±0.7, 변이계수 18.9%를 나타내 집단 내 엽형 변이가 가장 큰 것으로 판단된다. 또한 엽연모양의 전체 평균은 3.9로 결각의 깊이가 중간 형태를 띠는 것으로 나타났으며, 마니산 집단이 평균 3.3±0.5로 얕은 결각의 형태를 보이고 변이계수 15.2%를 나타내어 엽연모양의 변이가 큰 것으로 나타났다. 엽선모양의 경우 집단









Abbreviation	Charactristics
SOL[z]	Shape of leaf
SLM[z]	Shape of leaf margin
SLA[z]	Shape of leaf apex
SLB[z]	Shape of leaf base
LL (㎜)	Leaf length
LW (㎜)	Leaf width
LWU (㎜)	Leaf width upper 1/3
LWL (㎜)	Leaf width lower 1/3
LAR (㎠)	Leaf area
LPL (㎜)	Leaf petiole length
LPW (㎜)	Leaf petiole width
LVN (ea)	Leaf vein number

[z]Qualitative characteristics.

Fig. 2. Leaf characteristics of *S. alnifolia*.

간 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 엽저모양은 1.9로 원저의 형태를 보이는 가운데 광교산과 안면도 집단에서 평균 1.6±0.5, 변이계수 31.3%로 변이가 큰 것으로 나타났다.

정량적 특성을 비교한 결과 잎 길이 평균은 78.2 ㎜로 나타났으며, 마니산 집단이 87.9 ㎜로 12.4% 높은 값을 나타낸 반면 두륜산과 백운산 집단은 각각 70.3 ㎜, 66.0 ㎜로 10.1%, 15.6% 낮은 값을 나타내 하위 그룹으로 분류되었다. 잎의 너비는 평균 60.1 ㎜로 나타났으며, 안면도와 마니산 집단에서 각각 67.2 ㎜, 66.1 ㎜로 11.8%, 10.0% 높은 값을 나타낸 반면, 백운산과 두륜산 집단에서 각각 51.3 ㎜, 52.7 ㎜로 14.6%, 12.3% 낮은 값을 나타냈다. 잎 상부 너비는 평균 32.5 ㎜, 잎 하부 너비는 평균 42.5 ㎜로 나타났으며, 마니산 집단이 각각 45.8 ㎜, 55.3 ㎜로 가장 상위 그룹으로 분류되었고, 백운산 집단이 각각 22.1 ㎜, 27.5 ㎜로 가장 하위 그룹에 속하는 것으로 나타났다. 잎 길이의

Table 1. Leaf characteristics of *S. alnifolia*

Population	Leaf characteristics[z]					
	SOL	SLM	SLA	SLB	LL (㎜)	LW (㎜)
Mt. Mani	4.0±0.5 ab[y]	3.3±0.5 e	2.0±0.1	2.0±0.2 ab	87.9±14.6 a	66.1±9.6 ab
Mt. Chukyoung	3.7±0.7 c	3.7±0.4 d	2.0±0.0	1.8±0.4 de	82.8±12.4 b	62.3±10.3 bc
Mt. Gwangyo	3.9±0.5 abc	3.9±0.3 bc	2.0±0.1	1.6±0.5 g	76.0±9.7 cd	61.1±13.7 cd
Mt. Balwang	3.9±0.2 ab	4.0±0.0 ab	2.0±0.2	2.0±0.3 bc	82.5±10.6 b	64.0±9.1 abc
Mt. Worak	3.8±0.4 abc	4.0±0.0 ab	2.0±0.1	1.9±0.2 bcd	82.0±11.5 b	62.6±9.0 bc
Anmyundo	4.0±0.4 ab	4.0±0.1 ab	2.0±0.0	1.6±0.5 fg	83.2±10.8 b	67.2±10.8 a
Mt. Geumo	4.0±0.6 a	4.0±0.5 a	2.0±0.1	2.1±0.4 a	79.2±7.7 bc	61.4±9.3 cd
Mt. Gaji	3.9±0.6 abc	4.0±0.2 abc	2.0±0.1	2.0±0.2 bc	77.2±8.9 c	55.2±6.2 ef
Mt. Deogyu	4.0±0.2 ab	4.0±0.0 ab	2.0±0.0	1.8±0.4 cde	72.1±9.5 de	57.9±11.7 de
Mt. Baekwoon	4.0±0.3 a	4.0±0.0 ab	2.0±0.0	2.0±0.1 abc	66.0±11.6 f	51.3±10.9 f
Mt. Duryun	3.8±0.5 bc	3.9±0.3 c	2.0±0.0	1.8±0.4 ef	70.3±10.3 ef	52.7±8.7 f
Average±S.D	3.9±0.5	3.9±0.4	2.0±0.1	1.9±0.4	78.2±12.3	60.1±11.1

Population	Leaf characteristics					
	LWU (㎜)	LWL (㎜)	LAR(㎠)	LPL (㎜)	LPW (㎜)	LVN (㎜)
Mt. Mani	45.8±7.2 a	55.3±8.5 a	36.5±9.6 a	17.6±4.0 bc	1.4±0.3 d	9.3±1.3 cd
Mt. Chukyoung	31.5±7.6 d	46.4±11.6 cd	35.6±9.9 ab	16.8±4.1 cd	1.5±0.4 cd	10.2±1.1 ab
Mt. Gwangyo	28.5±9.5 d	36.7±13.2 e	33.8±9.5 ab	20.5±4.0 a	1.7±0.4 ab	9.8±1.2 bc
Mt. Balwang	41.0±7.1 b	49.7±7.8 bc	36.1±8.7 ab	13.3±3.3 e	1.4±0.3 d	8.8±1.2 d
Mt. Worak	36.2±6.8 c	52.9±8.5 ab	34.2±9.3 ab	13.9±2.9 e	1.5±0.3 cd	9.2±1.0 d
Anmyundo	25.1±6.4 ef	33.4±6.9 ef	36.9±9.4 a	17.6±5.1 bc	1.4±0.4 bc	10.7±1.8 a
Mt. Geumo	38.5±10.2 bc	51.1±9.8 b	32.5±.7.3 bc	15.7±3.4 d	1.2±0.2 e	9.1±0.9 d
Mt. Gaji	36.4±7.7 c	44.5±6.6 d	27.3±5.2 de	18.2±3.0 bc	1.2±0.2 e	10.1±1.1 b
Mt. Deogyu	24.0±6.1 ef	32.2±7.3 f	29.1±9.0 cd	17.7±3.7 bc	1.8±0.4 a	10.1±1.0 b
Mt. Baekwoon	22.1±6.8 f	27.5±7.9 g	24.9±8.1 e	17.6±3.9 bc	1.6±0.4 bc	10.0±1.3 b
Mt. Duryun	25.3±6.1 e	34.8±8.1 ef	25.2±7.4 e	18.7±5.1 b	1.4±0.3 d	9.8±0.9 bc
Average±S.D	32.5±10.5	42.5±12.6	32.0±9.5	17.1±4.4	1.5±0.4	9.7±1.3

[z]Abbreviation of characteristics are the same as those of Fig. 2.
[y]Duncan's multiple range test p=0.05.

변이계수는 9.7~17.6%의 범위를 보였으며, 백운산 집단에서 변이가 가장 큰 것으로 나타났으며 잎의 너비, 잎 상부 너비, 잎 하부 너비의 변이계수는 광교산 집단에서 22.4%, 33.3%, 36.0%로 가장 큰 변이를 보이는 것으로 나타났다. Kim *et al.* (2007)은 헛개나무 잎 특성을 조사한 결과 잎 길이 변이계수는 7.71~14.6%를 나타내 본 연구와 유사한 값을 보였으나, 잎 너비 변이계수는 9.20~19.4%로 조사되어 팥배나무에서 잎 너비에 대한 변이가 더 큰 것으로 나타났다.

잎 면적은 평균 32.0 ㎠이고, 안면도와 마니산이 각각 36.9 ㎠, 36.5 ㎠로 15.3%, 14.1% 큰 값을 나타낸 반면, 백운산과 두륜산이 각각 24.9, 25.2 ㎠로 22.2%, 21.2% 작은 값을 나타내어 잎의 길이, 너비를 비교한 결과와 유사하였다. 잎 면적 변이계수는 19.0~32.5%를 나타냈고 백운산 집단에서 변이가 가장 크게 나타났다. 이를 종합하면 잎의 길이와 너비 등 잎의 크기를 결정하는 특성들이 마니산 집단에서 비교적 높게 나타나 잎이 큰 경향을 나타냈으며 백운산, 두륜산 집단이 비교적 작은 잎을 가지는 것으로 판단된다. Song (2002)과 Ahn *et al.* (2002)은 지리적으로 위도가 낮은 집단들이 대체적으로 잎 특성이 작게

Table 2. Coefficient of variation of *S. alnifolia*

Populations	SOL[z]	SLM	SLA	SLB	LL	LW	LWU	LWL	LAR	LPL	LPW	LVN
Mt. Mani	12.5	15.2	5.0	10.0	16.6	14.5	15.7	15.4	26.3	22.7	21.4	14.0
Mt. Chukyoung	18.9	10.8	0.0	22.2	15.0	16.5	24.1	25.0	27.8	24.4	26.7	10.8
Mt. Gwangyo	12.8	7.7	5.0	31.3	12.8	22.4	33.3	36.0	28.1	19.5	23.5	12.2
Mt. Balwang	5.1	0.0	10.0	15.0	12.8	14.2	17.3	15.7	24.1	24.8	21.4	13.6
Mt. Worak	10.5	0.0	5.0	10.5	14.0	14.4	18.8	16.1	27.2	20.9	20.0	10.9
Anmyundo	10.0	2.5	0.0	31.3	13.0	16.1	25.5	20.7	25.5	29.0	28.6	16.8
Mt. Geumo	15.0	12.5	5.0	19.0	9.7	15.1	26.5	19.2	22.5	21.7	16.7	9.9
Mt. Gaji	15.4	5.0	5.0	10.0	11.5	11.2	21.2	14.8	19.0	16.5	16.7	10.9
Mt. Deogyu	5.0	0.0	0.0	22.2	13.2	20.2	25.4	22.7	30.9	20.9	22.2	9.9
Mt. Baekwoon	7.5	0.0	0.0	5.0	17.6	21.2	30.8	28.7	32.5	22.2	25.0	13.0
Mt. Duryun	13.2	7.7	0.0	22.2	14.7	16.5	24.1	23.3	29.4	27.3	21.4	9.2
Range	5.0~18.9	0~15.2	0~10.0	5.0~31.3	9.7~17.6	11.2~22.4	15.7~33.3	14.8~36.0	19.0~32.5	16.5~29.0	16.7~28.6	9.2~16.8

[z]Abbreviation of characteristics are the same as those of Fig. 2.

나타나는 경향이 있으며, Yakovlev (1997)은 *Quercus robur* L. 37개 집단의 잎 특성을 분석하여 남부지역에서 북부지역으로 이동 할수록 잎 특성이 커지는 지리적 변이특성을 나타낸다고 하였는데, 본 연구에서도 이와 비슷한 경향을 나타내어 위도를 비롯한 환경 요인들이 팥배나무 잎 특성에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

엽병길이는 전체 집단 평균 17.1 ㎜이고, 광교산 집단에서 20.5 ㎜로 19.8% 높은 값을 나타낸 반면, 발왕산과 월악산에서 13.3 ㎜, 13.9 ㎜로 각각 13.6%, 10.2% 작은 값을 나타냈다. 엽병너비는 전체 집단 평균 1.5 ㎜이고, 덕유산 집단에서 1.8 ㎜로 가장 큰 값을 나타냈으며, 금오산과 가지산 집단에서 각각 1.2 ㎜로 가장 작은 값을 나타냈다. 엽맥수의 전체 평균은 9.7개이고, 안면도 집단에서 10.7개로 가장 큰 값을 나타냈고, 월악산, 금오산, 발왕산에서 8.8~9.1개로 비교적 작은 값을 나타내 하위그룹으로 분류되었다. Kim *et al.* (2007)은 헛개나무 잎 특성의 변이계수를 조사하여 엽병길이 42.4%, 엽병직경 28.7%로 보고 하였는데 본 연구에서는 16.5~29.0% 범위를 나타내 다소 낮게 나타났다. 따라서 팥배나무는 엽병길이, 엽병너비, 엽맥 수, 잎 길이 등의 특성은 변이 정도가 낮은 반면, 잎 너비가 다른 특성들에 비해 변이 정도가 큰 특성임을 알 수 있었다. 또한 팥배나무 11개 집단의 정량적 형질의 변이계수는 5.0~36.0% 범위를 나타내어 마가목 집단에서 11개의 잎 특성을 분석하여 변이계수를 12.2~32.3% 범위로 보고한 것과 후박나무 10개 천연집단에서 잎 길이 등 6개 잎의 형태적 특성을 분석하여 변이계수를 15.5~26.6%로 보고한 결과보다는 다소 높은 것으로 판단된다(Kim *et al.* 2003., Yang *et al.* 2011).

상관분석

팥배나무 잎의 형태적 특성의 집단 평균 간 상관관계를 나타낸 결과는 Table 3와 같다.

잎의 길이는 잎의 너비와 0.911로 강한 정(+)의 상관을 나타냈으며 이외에도 잎 상부 너비(0.747), 잎 하부너비(0.784), 엽면적(0.901)과도 강한 상관을 나타내는 것으로 조사되었다. 잎의 너비의 경우 잎 면적과 0.980로 가장 강한 정의 상관관계를 나타냈는데 이는 잎의 길이와 너비 모두 잎 면적과 강한 상관을 나타내나 잎의 길이보다 너비가 잎 면적을 결정하는 주요 요인인 것으로 판단된다. 잎 상부 너비는 잎 하부 너비와 0.946으로 강한 상관을 나타낸 반면 엽맥수와는 부(−)의 상관(−0.721)을 가지는 것으로 나타났다. 또한 잎 하부 너비는 엽병 너비(−0.613), 엽맥수(−0.697)와 부의 상관을 나타냈고, 엽병 길이와 엽맥수는 정의 상관(0.662)이 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Kwon *et al.* (2014)이 국내 자생하는 꾸지뽕나무에서 5개 잎 특성에 대하여 상관분석을 실시한 결과 잎 상부 너비와 잎 하부 너비, 잎의 길이와 잎 하부 너비에서는 강한 정의 상관관계를 나타냈다고 보고한 결과와 유사한 결과이다. 그러나 잎의 너비와 엽병길이는 부의 상관을 나타냈으며 잎의 너비와 잎의 길이, 잎의 너비와 잎 상부 너비는 상관관계가 없다고 보고한 결과와는 일치하지 않았다. 또한 Yang *et al.* (2011)은 후박나무에서 엽신장과 엽맥 수는 정의 상관관계를 나타낸다고 보고하였으나 본 연구에서는 상관이 없는 것으로 나타났다.

주성분 분석

우리나라 11개 집단으로부터 선발된 팥배나무 110본을 대상으로 조사한 12가지 잎의 형태적 특성에 대하여 주성분 분석을 실시하고, 각각의 주성분과 형태적 특성간의 고유 값을 분석하여 상관계수로 나타낸 결과는 Table 4와 같다.

12가지 특성에 대하여 주성분 분석을 실시하고 얻어진 각 특성에 대한 고유값을 분석한 결과, 제1 주성분의 고유값은 3.68로 전체 분산의 29.9%의 설명력이 있으며, 잎 면적, 잎의 길이, 잎의 너비와 각각 0.924, 0.824, 0.897로 높은 상관관계를 나타냈다. 이는 잎의 크기를 결정하는 위의 세 가지 특성이 하나의 주성분으로서 전체 12개 특성의 29.9%를 설명할 수 있다는 것을 의미한다. 제2 주성분의 고유값은 1.89로 전체 분산의 14.6%의 설명력이 있으며, 엽병길이와 엽맥 수가 0.635, 0.621로 높은 상관을 나타냈다. 제3 주성분의 경우 고유값은 1.26으로 전체 분산의 10%의 설명력이 있으며, 엽연모양이 0.670로 가장 높은 상관을 나타냈다. 제4 주성분의 고유값은 1.01로 전체 분산의 9.9%의 설명력이 있으며, 엽선모양(0.904)이 가장 높은 상관을 나타냈다. 제 5주성분의 고유값은 0.917로 전체 분산의 8.3%의 설명력이 있으며, 엽저모양(0.614)이 가장 높은 상관을 나타내어 12개 잎의 형태적 특성에 대한 제 5주성분까지의 누적 설명력은 72.9%를 나타냈다.

이와 같은 결과는 Kim *et al.* (2005)이 노각나무 6개 천연집단에서 12개의 잎의 특성을 분석한 결과 제5 주성분까지 91.3%의 누적 설명력을 나타냈고, Yang *et al.* (2011)이 후박나무 10개 집단에서 9개의 잎의 특성을 분석한 결과 제3 주성분까지 92.8%의 누적설명력을 나타냈으며, Kim *et al.* (2013)이 두릅나무 14개의 잎의 정량적 특성을 분석하여 제4 주성분까지 76%의 누적 설명력을 나타낸 결과보다 다소 낮은 값이다. 이상의 결과를 종합하면 팥배나무 잎의 형태적 특성을 구명하고 종간 유연관계를 파악하는데 있어서는 잎의 길이, 잎의 너비, 잎 면적과 같은 형태적 특성들이 주요 요인으로서 높은 기여도를 나타내고 있음을 추정할 수 있다.

팥배나무 잎의 형태적 특성을 결정하는 주요 요인인 제1 주성분과 제2 주성분 값을 2차원 공간 상에 배열 해 본 결과는 Fig. 3과 같다. 제1 주성분과 제2 주성분이 값이 높은 축령산 집단, 제1 주성분 값은 높고 제2 주성분 값이 낮은 마니산, 발왕산, 월악산, 금오산 집단, 제1 주성분 값이 낮고, 제2 주성분 값이 높은 안면도, 광교산, 덕유산, 두륜산, 백운산, 제1 주성분과 제2 주성분 값이 모두 낮은 가지산 집단으로 분류되었다.

군집분석

팥배나무 11개 집단에 대한 유집분석을 실시하기 위해 주성분 분석을 실시하고, 제5 주성분까지의 득점치를 새로운 변량으로 이용하는 비가중평균결합(UPGMA) 유집분석을 실시하여 계산된 각각의 거리를 수지도(Dendrogram)으로 나타낸 결과는 Fig. 4와 같다.

Table 3. Simple correlation coefficients between leaf characteristics

Characteristics[z]	SLM	SLA	SLB	LL	LW	LWU	LWL	LAR	LPL	LPW	LVN
SOL	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SLM	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SLA		1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SLB			1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0.680*	-0.626*
LL				1	0.911^{**y}	0.747**	0.784**	0.901**	ns	ns	ns
LW					1	ns	ns	0.980**	ns	ns	ns
LWU						1	0.946**	ns	ns	ns	-0.721*
LWL							1	ns	ns	-0.613*	-0.697*
LAR								1	ns	ns	ns
LPL									1	ns	0.622*
LPW										1	ns
LVN											1

[z]Abbreviation of characteristics are the same as those of Fig. 2.
[y]*, **, ns; significance at p=0.01, p=0.05 and non-significant, respectively.

Table 4. Results of principal component analysis and eigenvector association to eigenvalue obtained from principal component on 12 characteristics of *S. alnifolia*

Characteristic[z]	Prin. 1	Prin. 2	Prin. 3	Prin. 4	Prin. 5
SOL	.219	-.296	.628	-.246	.125
SLM	.022	-.065	.670	-.140	-.483
SLA	.044	-.039	.191	.904	-.298
SLB	.119	-.473	.349	.252	.614
LL	.824	.227	-.217	.074	-.044
LW	.897	.095	.132	-.076	-.058
LWU	.713	-.441	-.224	.029	.001
LWL	.814	-.361	-.146	-.015	.029
LAR	.924	.185	.042	-.008	-.061
LPL	.173	.635	.024	-.063	-.037
LPW	.279	.602	.328	.000	.151
LVN	.019	.621	.109	.181	.410
Eigenvalue	3.680	1.887	1.258	1.011	0.917
Difference	1.793	0.629	0.247	0.094	0.040
Proportion	0.299	0.146	0.100	0.099	0.083
Cumulative(%)	29.9	44.6	54.6	64.6	72.9

[z]Abbreviation of characteristics are the same as those of Fig. 2.

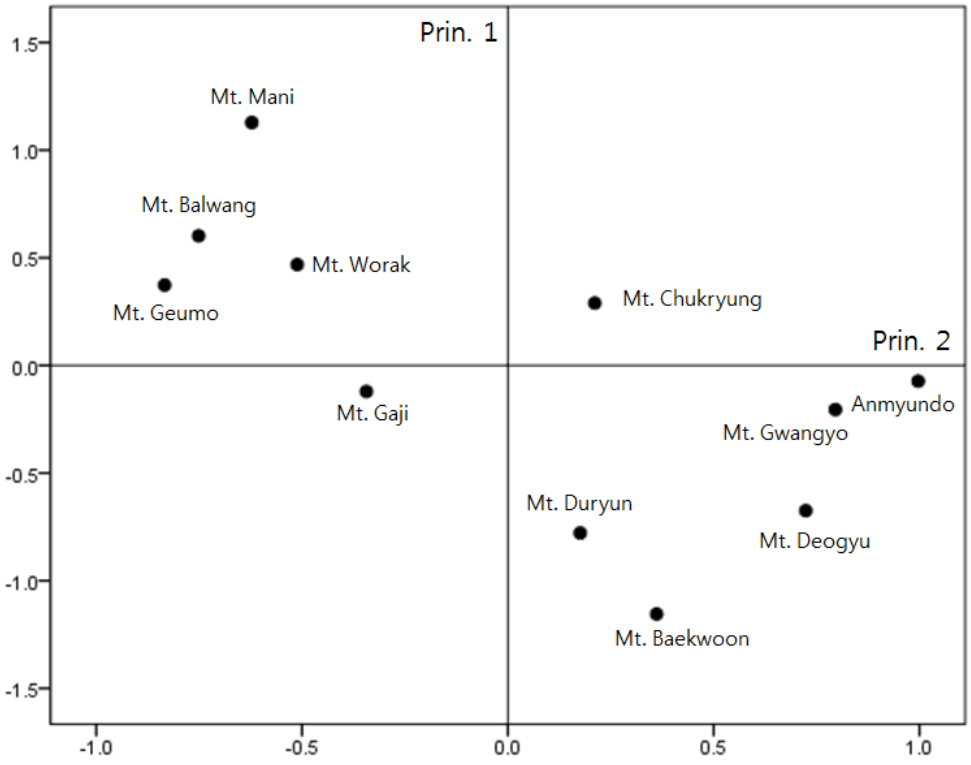


Fig. 3. Scatter diagram of 11 populations of *S. alnifolia* based on principal component 1 and 2.

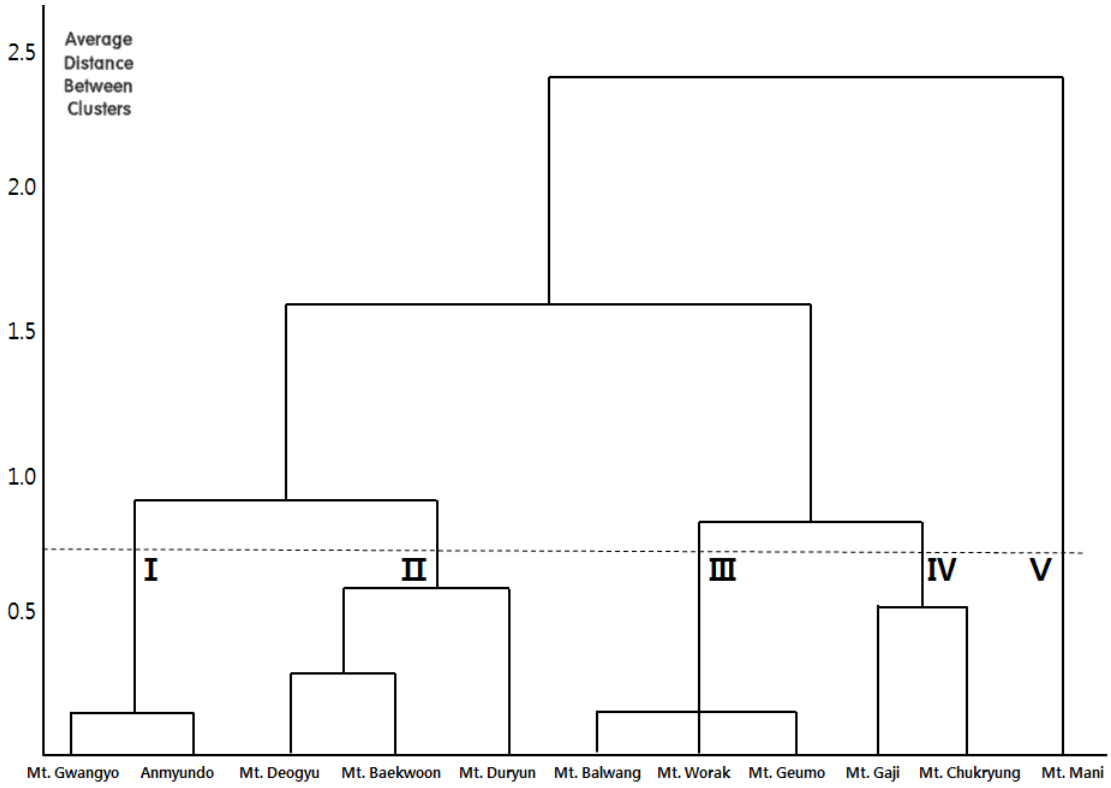


Fig. 4. Cluster dendrogram of 11 populations of *S. alnifolia* based on 12 characteristics.

Table 5. The result of the major component points of 11 populations in *S. alnifolia* cluster analyzed by new variations

Popula-tions	SOL[z]	SLM	SLA	SLB	LL (㎜)	LW (㎜)	LWU (㎜)	LWL (㎜)	LAR (㎠)	LPL (㎜)	LPW (㎜)	LVN (ea)
Group 1	3.91±0.5	3.95±0.2	2.0±0.1	1.59±0.5	79.6±10.9	64.1±12.7	26.8±8.3	35.0±10.6	32.3±9.6	19.1±4.8	1.62±0.4	10.3±1.6
Group 2	3.91±0.4	3.95±0.2	2.0±0.1	1.86±0.3	69.6±10.7	54.1±10.8	23.8±6.4	31.6±8.3	26.4±8.4	18.0±4.3	1.61±0.4	10.0±1.1
Group 3	3.92±0.5	4.00±0.3	2.0±0.2	2.01±0.3	81.2±10.1	62.6±9.2	38.5±8.4	51.2±8.8	34.2±8.5	14.4±3.4	1.36±0.3	9.0±1.0
Group 4	3.80±0.6	3.87±0.4	2.0±0.5	1.90±0.3	79.7±11.0	58.5±9.1	34.2±8.0	45.4±9.2	31.2±8.8	17.6±3.6	1.34±0.4	10.1±1.2
Group 5	4.00±0.5	3.28±0.5	2.0±0.1	2.00±0.2	87.9±14.6	66.1±9.6	45.8±7.2	55.3±8.5	36.5±9.6	17.6±4.0	1.42±0.3	9.3±1.3

[z]Abbreviation of characteristics are the same as those of Fig. 2.

유집분석의 결과 거리수준 0.8을 기준으로 Ⅰ그룹인 광교산, 안면도 집단, Ⅱ그룹인 덕유산, 백운산, 두륜산 집단, Ⅲ그룹인 발왕산, 월악산, 금오산 집단, Ⅳ그룹인 가지산과 축령산 집단, Ⅴ그룹인 마니산 집단으로 총 5개 그룹으로 구분되었다. 각각의 군집에 속하는 집단들의 형질별 기초통계량을 확인해보면, Ⅰ그룹은 엽병이 크고 엽맥 수가 많은 집단이고, Ⅱ그룹은 잎의 길이와 너비, 잎 면적이 가장 작은 집단이며, Ⅲ그룹은 엽병 길이가 짧고 엽맥 수가 적은 집단, Ⅳ그룹은 엽병 너비가 가장 작은 집단이며 Ⅴ그룹은 잎의 길이와 너비, 엽면적 등 잎의 크기가 가장 큰 집단이다(Table 5).

이를 종합하면 마니산 집단은 하나의 그룹으로 분류되었고, 나머지 집단들은 2-3개의 집단이 하나의 소그룹을 이루었으나 지리적으로 인접 집단 간의 구분은 명확하게 이루어지지 않았다. 이러한 결과는 Kim *et al.* (2014)이 팥배나무 열매의 형태적 특성을 조사하여 유집분석을 실시한 결과 마니산 집단은 하나의 그룹으로 분류되었고 나머지 집단의 경우 지리적으로 구분이 명확하지 않았다는 결과와 유사하였으며, 이는 결국 자생지 집단 간 생육환경의 차이가 팥배나무의 형태적 변이에 영향을 미치기 때문인 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 우리나라에 자생하고 있는 팥배나무 11개 집단으로부터 잎의 형태적 특성과 변이를 조사하여 조경수로서의 팥배나무 선발 및 육종에 대한 기초자료를 제공하고자 수행하였다. 잎의 형태적 특성 12개를 조사하고 집단 간 차이를 비교한 결과 11개 특성에서 유의적인 차이가 인정되었다. 특히 잎의 길이와 너비, 엽면적 등 잎 크기와 관련된 인자들은 마니산 집단이 모두 상위그룹에 속하여 비교적 큰 경향을 나타냈으나, 백운산과 두륜산은 하위 그룹으로 분류되어 비교적 작은 경향을 나타냈다. 주성분 분석을 실시한 결과 제1 주성분은 29.9%의 설명력이 있으며 엽면적, 잎의 너비, 잎의 길이 순으로 높은 상관을 나타내어 잎의 형태적 차이를 설명하는 주요 요인으로 나타났고, 제5 주성분까지 72.9%의 누적 설명력을 나타냈다. 제5 주성분까지의 득점치를 새로운 변량으로 하여 유집분석을 실시한 결과 Ⅰ그룹인 광교산과 안면도 집단, Ⅱ그룹인 덕유산 등 3집단, Ⅲ그룹인 발왕산 등 3집단, Ⅳ그룹인 가지산과 축령산 집단, Ⅴ그룹인 마니산 집단 등 5개 그룹으로 분류되었고, 지리적으로 인접 집단 간의 구분은 명확하게 이루어지지 않았다.

References

Ahn, Y.S., S.H. Kim, H.K. Jung and Y.S. Jang. 2002. The variation of leaf characteristics among natural populations of *Kalopanax septemlobus* Koidz. J. Korean For. Soc. 91(6) 755-764 (in Korean).

Andrew. H 2006. Traditional morphometrics in plant systematics and its role in palm systematics. Bot. J. of Linn. Soc. 151(1): 103-111.

Cho, H.J. and M.S. Choi. 2003. Vegetation composition and structure of *Sorbus alnifolia*-natived forests in South Korea. J. Korean For. Soc. 92(5):444-450.

Chung, H.G. and S.H. Kim. 2007. Tree in our life. Korea Forest Research Institute. Seoul, Korea. pp. 254-255 (in Korean).

Korea National Arboretum. 2018. http://www.nature.go.kr.

Kim, M.S., S.H. Kim, J.G. Han, H.Y. Kwon, J.H. Song and H.S. Kim. 2014. Multivariate analysis on fruit morphological characteristics and estimation on selection effect of selected individuals of *Sorbus alnifolia* (Sieb. et Zucc.) K. Koch. J. Korean For. Soc 103(2):196-202 (in Korean).

Kim, S.H., M.S. Kim, J.G. Han, H.S. Kim and H.K. Moon. 2013. Morphological characteristics and classification of 25 selected clones of *Aralia elata* Seem. Korean J. Plant Res. 26(1):36-43 (in Korean).

Kim, S.H., H,G. Chung, Y.S. Jang and J.G. Han. 2007. Leaf characteristics and growth performance in progenies of *Hovenia dulcis* var. *koreana* Nakai. Korea J. Plant Res. 20(1):7-11 (in Korean).

Kim, S.H., Y.S. Jang, H.G. Chung, M.S. Choi and S.C. Kim. 2003. Selection of superior trees for larger fruit and high productivity in *Sorbus commixta* Hedl. Korean J. Plant Res. 6(2):120-128 (in Korean).

Kim, Y.J., K.C. Kim, B.S. Lee, G.Y. Lee, K.J. Cho, J.T. Kang and T.D. Kim. 2005. The variation of leaf characteristics in 6 natural populations of *Stewartia koreana* Nakai. Jour. Korean For. Soc. 94(6):446-452 (in Korean).

Kwon, Y.S., B.R. Park, S. Lee, H.C. Yu, S.J. Baek and C.J. Oh. 2014. A study on the morphological characteristics of leaves and fruit of *Cudrania tricuspidata* in Korea. Korean J. Plant Res. 27(4):337-343 (in Korean).

Song, J.H. 2002. Genetic variation of natural populations of *quercus variabilis* in Korea based on RAPDs and morphological characters. Department of Forest Science, Ph.D. Thesis, Kangwon National Univ., Korea. p.120.

Yakovlev, I.A. 1997. A study of common oak's (*Quercus robur* L.) population structure at the north-eastern limit of its distribution in Russia using leaf morphological traits. pp.37-45. Proc. of 2nd Meeting of IUFRO Working party 2.08.05, Genetics of Quercus. Oct. 12-17. 1997. Pen. Sta. Uni., Pennsylvania. USA.

Yang, B.H., J.H. Song, J.C. Lee and Y.G. Park. 2011. The leaf morphological variation of ten regions of natural populations of *Machilus thunbergii* in Korea. Journal of Agriculture & Life Science 45(3):25-33 (in Korean).

Yu, B.S. and J.W. Kim. 2009. Cosmetic compositions containing extract of *Sorbus alnifolia* (S. et Z.) K. Koch used for antiwrinkle. Korean Intellectual Property Office. 10-1008833. p. 8.

(Received 29 October 2018 ; Revised 3 January 2019 ; Accepted 10 January 2019)