Original Article

Journal of Apiculture 33(3) : 157~163 (2018)
DOI: 10.17519/apiculture.2018.09.33.3.157

밀원수종 팥배나무의 선발집단 간 꽃의 형태적 특성비교와 유연관계

김영기 · 김세현 · 김문섭* · 윤아영[1] · 박인협[1] · 고영석[1]

국립산림과학원 산림소득자원연구과, [1]국립순천대학교 산림자원학과

Flower Morphological Characteristics and Classification of Selected Population of *Sorbus alnifolia* (Siebold & Zucc.) K. Koch

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

Division of Special Forest Product, National Institute of Forest Science, Suwon 16631, Korea
[1]Department of Forest Resources, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea

(Received 10 August 2018; Revised 14 September 2018; Accepted 21 September 2018)

Abstract

Sobus alnifolia (Siebold & Zucc.) K. Koch. which can be used as honey plant is a deciduous broad-leaved tree belonging to Rosaceae family. We examined flower morphological characteristics and classification among 9 selected populations of *S. alnifolia* in order to provide basic data for selection breeding. The main results examined flower characteristics from 9 populations are summarized as follows; While Mt. Chukryung population was larger in flower size compared with other populations, Mt. Deogyu population was smaller among populations. Its principal components analysis (PCA) results showed that it show 64.4% accumulated explanation from three PC. The characteristics such as flower width, petal length and petal width were highly contributed for classification among populations. According to cluster analysis based on the flower morphological characteristics, the natural *S. alnifolia* populations were classified into three groups; the first group of Mt. Gwangyo, Anmyundo, Mt. Chukyung, the second group of Mt. Geumo, Mt. Duryun, Mt. Deogyu, the third group of Mt. Mani, Mt. Gaji, Mt. Worak.

Key words: Flower, Morphology, PCA, *Sorbus*, UPGMA

서 론

한반도의 약 4,500여종의 자생식물 중에서 밀원식물은 약 550여종이며, 현재 한국 양봉에서 적극 활용되고 있는 것은 250여 종이다(김과 이, 1989). 이 중에서 팥배나무(*Sorbus alnifolia* (Sieb. et Zucc.) K. Koch)는

*Corresponding author. E-mail: honeytree@korea.kr

여러 문헌들에 의해 밀원수 또는 보조 밀원수종으로 제시되었다(김과 이, 1989; 이, 1998; 장, 2008).

팥배나무는 장미과(Rosaceae)에 속하는 낙엽활엽교목으로 높이는 15m에 달하며 전국 산지의 해발 150~1,300m에 분포하고 양질 토양과 햇빛이 잘 드는 곳에 주로 생육한다(김, 1994). 5월에 피는 백색의 꽃과 9~10월에 맺는 황적색 열매, 그리고 황색으로 지는 단풍이 특징이며 내건성, 내한성, 내공해성이 강하여 도심 조경수 및 정원수로 적합한 수종이다(이 등, 1998). 또한 팥배나무의 열매는 조류의 먹이로 제공되어 자연생태공원 등에 배식하였을 때 조류 유인 및 생물 서식공간 창출의 역할도 기대할 수 있다. 뿐만 아니라 팥배나무의 기능성 물질에 대해 연구를 실시한 결과 팥배나무 잎 추출물에서 우수한 항산화 활성 및 Elastase와 MMP-1을 저해함과 동시에 콜라겐 합성을 촉진하는 효과 등이 밝혀지면서 화장품 조성물에 이용되고 있으며(Yu and Kim, 2003), 팥배나무 꿀의 무기성분을 분석한 결과 K, Ca, Mg 함량이 아까시나무 꿀보다 높은 것으로 나타나는 등 개발가치가 굉장히 크다(Paik *et al*., 2015). 그러나 팥배나무는 국내 자생 수종임에도 불구하고 기능성 물질에 대한 연구에 초점이 맞춰졌을 뿐, 선발육종의 기초자료가 되는 형태적 특성에 대한 연구는 미비한 실정이다.

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), 집락분석(Cluster analysis) 등 분석대상간의 구성관계를 이해하고 효과적으로 설명하고자 다변량분석을 사용한다(Henderson, 2006). 특히, 최근에는 다수의 상관된 변량을 가진 자료를 더 작은 변량으로 재구성하여 다차원 공간내의 점 보다 더 낮은 차원으로 투영하여 처음의 변수보다 적은 수의 선형결합(Liner combination)을 주성분으로 나타내는 주성분 분석과, 종 또는 집단 내의 구성성분을 외적기준이나 군수의 지정 없이 다차원 공간에 있는 요소의 분포에서 유사한 군집을 만든 후 Euclidean distance에 의해 계산된 군집 간의 거리로써 품종 간의 특성을 규정하는 방법인 군집분석이 많이 이용되고 있다(Chang, 1991; 김과 고, 1995).

본 연구에서는 조경수 및 밀원수로서 유망한 팥배나무를 대상으로 자연집단을 선발하여 꽃의 형태적 특성을 조사하고, 집단 간 변이를 비교하며 다변량분석으로 유연관계를 구명하여 우수한 밀원특성을 가지는 개체와 집단을 선발하기 위한 기초자료를 제공하기 위해 실시되었다.

재료 및 방법

공시재료

우리나라에 자생하는 팥배나무를 대상으로 꽃의 형태적 특성을 조사하기 위해 경기도 마니산, 축령산, 광교산, 충청북도 월악산, 충청남도 안면도, 경상북도 금오산, 경상남도 가지산, 전라북도 덕유산, 전라남도 두륜산 등 9개 집단을 선정하고 각 집단별 정상적으로 생육하는 10개체를 선발하였고 개체별로 10개씩 총 900개의 화서를 채취하여 공시재료로 사용하였다 (Fig. 1).

꽃 특성 조사방법

꽃 특성 조사는 선정된 각 개체에서 완전히 개화된 화지를 채취하여 화서 폭(Inflorescence width, IW), 화경길이(Length of peduncle, LP), 화경 수(No. of peduncle,

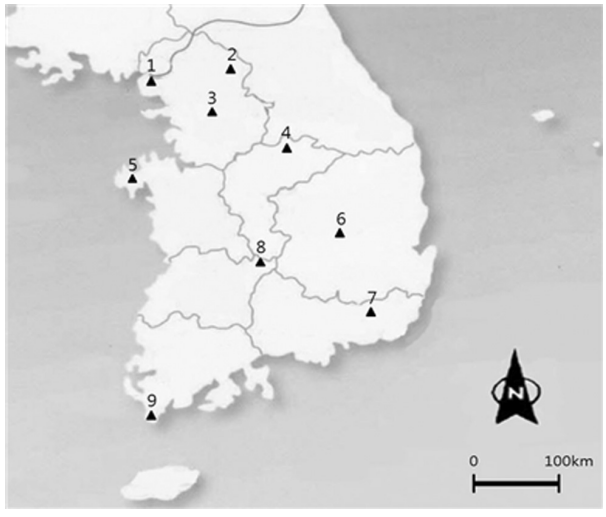

Fig. 1. Location map of selected population of *S. alnifolia* (1. Mt. Mani, 2. Mt. Chukryung, 3. Mt. Gwangyo, 4. Mt. Worak, 5. Anmyundo, 6. Mt. Geumo, 7. Mt. Gaji, 8. Mt. Deogyu, 9. Mt. Duryun).

Fig. 2. Measurable characteristics of *S. alnifolia* Flowers (1. IW, Inflorescence width, 2. LP, Length of peduncle, 3. NOP, Number of peduncle, 4. LPI, Length of pedicel, 5. NPI, Number of pedicel, 6. WC, Width of calyx, 7. FW, Flower width, 8. PL, Petal length, 9. PW, Petal width).

NOP), 소화경 길이(Length of pedicel, LPI), 소화경 수(No. of pedicel, NPI), 꽃받침 폭(Width of calyx, WC), 화폭(Flower width, FW), 화판길이(Petal length, PL), 화판폭(Petal width, PW) 등 9개의 정량적 형질을 조사 · 비교 하였다(Fig. 2).

통계 분석 방법

조사된 자료는 SPSS program(Statistical Analysis Software, Ver. 18.0)을 이용하여 집단 간, 집단 내 개체 간의 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 arithemetic averages) 군집분석을 실시한 후 계산된 각각의 거리를 수지도(Dendrogram)로 나타내어 팥배나무 꽃 특성에 의한 각 집단 간 유연관계를 분석하였다.

결과 및 고찰

꽃의 형태적 특성

우리나라 9개 집단으로부터 선발된 팥배나무 90개체를 대상으로 꽃의 형태적 특성을 조사한 결과 집단 간 유의적인 차이가 인정되었다(Table 1). 전체 집단의 화서 폭은 평균 63.4±14.6mm를 나타낸 가운데 축령산 집단에서 74.4mm로 가장 크게 나타난 반면, 덕유산에서 평균 44.5mm로 가장 작은 것으로 나타났다. 전체 집단의 화경길이의 평균은 57.4±9.9mm이고, 가지산, 축령산, 안면도의 화경길이가 각각 62.6mm, 61.2mm, 60.1mm 순으로 큰 값을 나타냈고, 덕유산은 48.8mm로 전체평균에 비해 15% 작은 값을 나타냈다. 가지 당 화경 수는 평균은 3.3±0.5개로 나타났으며, 덕유산과 안면도는 각각 3.7, 3.6개로 평균보다 많은 화서수를 가지는 것으로 나타났다. 또한 전체 집단의 소화경 길이의 평균은 17.6±4.9mm이고, 축령산과 광교산 집단이 각각 19.2mm로 10% 정도 큰 값을 나타낸 반면, 가지산은 13.1mm로 24.3%의 작은 값을 나타내 가장 하위 그룹으로 분류되었다. 꽃의 수는 단위면적 당 꿀 생산량에 영향을 미치는 요소로서 꽃의 수를 결정하는 소화경의 수를 조사한 결과 가지산, 안면도, 마니산 집단 순으로 각각 6.0개, 5.0개, 5.0개로 나타나 평균 4.8개 보다 많았으며, 두륜산이 3.8개로 가장 적게 나타났다. 꽃받침 폭은 밀선 유세포에서 분비되는 화밀이 저장되는 공간으로 수용할 수 있는 화밀의 양과 화분매개자의 방문을 결정하는 요소이다(Kim *et al*., 2012). 전체집단의 꽃받침 폭은 평균 2.65±1.61mm를 나타낸 가운데, 가지산, 광교산, 안면도 순으로

Table 1. Flower characteristics of *S. alnifolia*

Population	Flower characteristics								
	IW (mm)	LP (mm)	NOP (ea)	LPI (mm)	NPI (ea)	WC (mm)	FW (mm)	PL (mm)	PW (mm)
Mt. Mani	69.8±12.6b*	59.6±9.5ab	3.3±0.6b	17.6±4.9bc	5.0±1.6b	2.88±1.45a	17.4±2.3c	7.3±1.2c	5.7±1.1d
Mt. Chukyung	74.4±14.7a	61.2±8.4ab	3.3±0.5b	19.2±3.3a	4.3±0.9c	2.88±1.31a	19.2±2.8a	8.1±1.4a	6.8±0.9a
Mt. Gwangyo	69.5±11.6b	56.0±10.7c	3.0±0.3c	19.2±3.6a	4.3±1.3c	3.14±1.41a	18.9±2.4ab	7.9±1.1ab	6.2±0.8b
Mt. Worak	59.9±10.1cd	58.3±5.8bc	3.0±0.0c	15.5±2.0d	4.4±0.8bc	2.32±1.02b	15.6±1.6e	6.6±1.0d	5.0±0.8e
Anmyundo	56.6±9.0de	60.1±8.0ab	3.6±0.5a	17.6±5.7bc	5.0±1.1b	3.04±1.51a	18.6±2.2b	7.8±1.2b	6.7±1.1a
Mt. Geumo	62.8±11.5c	52.3±8.8d	3.0±0.4c	16.9±3.0bc	4.7±1.7bc	2.00±1.69b	17.6±1.7c	7.8±1.3b	6.1±0.9bc
Mt. Gaji	63.1±11.2c	62.6±8.5a	3.4±0.5b	13.1±3.4e	6.0±2.7a	3.27±1.36a	16.3±2.2d	6.5±0.9d	5.8±1.3d
Mt. Deogyu	44.5±11.4f	48.8±9.4e	3.7±0.5a	18.2±4.3ab	4.6±1.6bc	1.33±1.67c	14.7±2.8f	6.7±1.2d	5.7±0.9d
Mt. Duryun	55.6±9.7e	55.8±8.2c	3.0±0.2c	16.3±4.6cd	3.8±0.9d	2.32±1.93b	16.4±1.7d	7.0±1.4c	5.9±0.7cd
Average±S.D.	63.4±14.6	57.4±9.9	3.3±0.5	17.3±4.6	4.80±1.68	2.65±1.61	17.4±2.7	7.36±1.31	6.0±1.1

*: Duncan's multiple range test p=0.05.

IW: Inflorescence width, LP: Length of peduncle, NOP: Number of peduncle, LPI: Length of pedicel, NPI: Number of pedicel, WC: Width of calyx, FW: Flower width, PL: Petal length, PW: Petal width.

3.27mm, 3.14mm, 3.04mm를 나타내어 평균에 비해 각각 23%, 18%, 14% 높게 나타났다. 화폭의 전체 평균은 17.4±2.7mm이고, 축령산에서 19.2mm로 가장 높게 나타난 반면, 덕유산에서는 14.7mm로 가장 작게 나타났다. 전체 집단의 화판길이 평균은 7.36±1.31mm, 화판폭 평균은 6.0±1.1mm로 나타났다. 화폭이 가장 큰 축령산에서 화판길이 8.1mm, 화판폭 6.8mm로 평균보다 10.1%, 13.3% 큰 값을 나타냈고, 화폭이 작은 월악산, 가지산, 덕유산은 화판길이, 화판폭 모두 하위 그룹으로 분류되었다. 이와 같이 꽃의 크기와 관련된 특성들이 차이가 나는 이유는 축령산의 경우 해발고 600~700m에 남향사면에 분포하여 팥배나무 생장에 유리한 환경을 제공받는 반면에, 월악산, 가지산, 덕유산의 경우 해발고 800~1,100m의 비교적 고지대에 위치하며 바람에 노출되기 때문에 생장에 제한을 받는 것으로 판단된다. 또한 9개의 꽃 특성에서 집단 별 유의적인 차이가 인정되는 것은 각각의 지리적 특성과 서식 환경의 차이에 기인한 것으로, 기후나 토양 분석 등 생육환경에 따른 형태적 특성에 관한 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다. 이상의 결과를 종합하면 축령산 집단에서 총 9개의 꽃 특성 중 6개 특성이 상위 그룹에 속하여 대체로 큰 경향을 나타냈고, 덕유산 집단은 6개 특성이 하위 그룹에 속하여 비교적 작은 경향을 나타내는 것으로 조사되었다.

상관분석

팥배나무 꽃의 형태적 특성의 집단 평균 간 상관관계를 나타낸 결과는 Table 2와 같다.

화서 폭은 꽃받침 폭(0.703), 화폭(0.741)과 정의 상관관계를 나타냈으며 이는 넓은 꽃받침 폭과 화폭이 화서 전체의 폭에 영향을 주는 것이라 판단된다. 화경길이는 꽃받침 폭과 0.874로 높은 상관을 나타냈고, 이는 화경의 생장이 우수할수록 넓은 꽃받침 폭을 가지는 것으로 해석할 수 있다. 이 외에도 화폭은 화판길이(0.928), 화판폭(0.809)과 강한 상관을 나타냈고, 소화경 길이와 화판길이(0.713), 화판길이와 화판폭(0.822)이 정의 상관을 나타냈다.

주성분 분석

우리나라 9개 집단으로부터 선발된 팥배나무에서 조사한 꽃의 형태적 특성 9개에 대하여 주성분 분석을 실시하고, 각각의 주성분과 형태적 특성 간의 고유값을 분석하여 상관계수로 나타낸 결과는 Table 3과 같다.

제1주성분의 고유값은 2.96으로 전체 분산의 32.9% 설명력이 있으며 화폭, 화판길이, 화판폭 순으로

Table 2. Simple correlation coefficients between flower characteristics

Characteristics	LP	NOP	LPI	NPI	WC	FW	PL	PW
IW	0.621	−0.355	0.192	0.080	0.703*	0.741*	0.578	0.335
LP	1	−0.015	−0.330	0.438	0.874**	0.439	0.115	0.223
NOP		1	0.153	0.478	−0.089	−0.108	−0.090	0.254
LPI			1	−0.551	−0.130	0.521	0.713*	0.515
NPI				1	0.412	−0.061	−0.274	−0.042
WC					1	0.655	0.326	0.391
FW						1	0.928**	0.809**
PL							1	0.822**
PW								1

*indicate significance at 5% level.

**indicate significance at 1% level.

Table 3. Results of principal component analysis and eigenvector association to eigenvalue obtained from principal component on 9 characteristics of *S. alnifolia*

Characteristic	Prin. 1	Prin. 2	Prin. 3
IW	0.629	0.529	−0.243
LP	0.518	0.595	−0.068
NOP	0.226	0.065	0.269
LPI	−0.049	0.674	−0.386
NPI	0.386	−0.101	−0.444
WC	0.243	0.406	0.795
FW	0.901	−0.106	0.245
PL	0.800	−0.395	−0.286
PW	0.765	−0.353	0.123
Eigenvalue	2.963	1.559	1.270
Difference	1.404	0.289	0.277
Proportion	0.329	0.173	0.141
Cumulative (%)	32.9	50.2	64.4

0.901, 0.800, 0.765로 높은 상관관계를 나타냈다. 제2주성분의 고유값은 1.56으로 전체분산의 17.3%의 설명력이 있으며 소화경 수가 0.674로 가장 높은 상관관계를 나타냈다. 제3주성분의 고유값은 1.27로 전체분산의 14.1%의 설명력이 있으며, 꽃받침 폭이 0.795로 가장 높은 상관관계를 나타냈고, 제3주성분까지 누적 설명력은 64.4%를 나타냈다. 이와 같은 결과는 Kim *et al.*(2003)이 마가목 선발집단에서 잎의 형태적 특성을 분석한 결과 제3주성분까지 누적 기여율이 94.6%, Kim *et al.*(2002)이 음나무 동아의 형태적 특성을 분석한 결과 제5주성분까지 83.5%를 나타낸 결과에 비해 다소 낮은 설명력을 나타냈다. 그러나 Kim *et al.*(2012)이 산수유나무 10개의 꽃 형태적 특성의 주성분 분석을 실시한 결과 제 3 주성분까지 52.2%였고, Kim(1998)의 작살나무 주성분 분석 결과 제3주성분까지 누적 설명력이 51.8%, Shin *et al.*(1997)의 소사나무는 54.0%의 누적 설명력을 보인다는 결과보다 높은 설명력을 가지는 것으로 판단된다. 누적 기여율의 비교는 조사의 대상과 요인의 수, 성질 등에 의해 달라질 수 있으므로 직접적인 수치 비교로서는 비교가 힘들고 간접적으로 조사요인 전체 분산의 설명력에 대해서만 비교 할 수 있다. 이상의 결과를 종합하면, 팥배나무 꽃의 형태적 특성을 구명하고 종간 유연관계를 파악하는데 있어서는 화폭, 화판길이, 화판폭 등과 같은 형태적 특성들이 중요 형질로써 높은 기여도를 나타내고 있음을 추정할 수 있다.

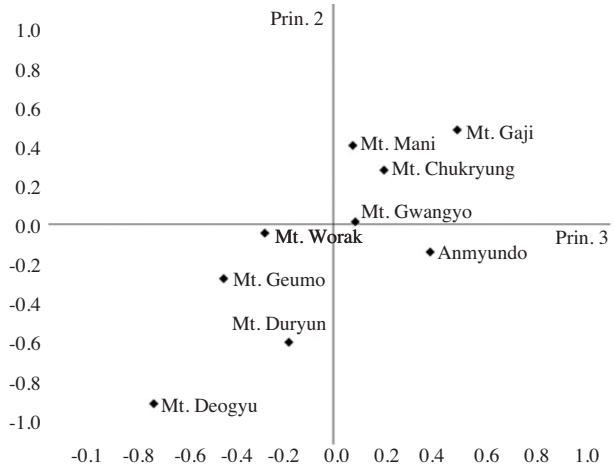

Fig. 3. Scatter diagram of 9 populations of *S. alnifolia* based on principal component 2 and 3.

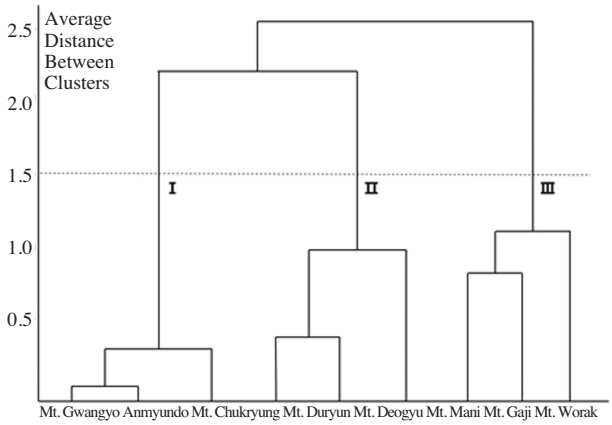

Fig. 4. Cluster dendrogram of 9 populations *S. alnifola*.

밀원 특성이 우수한 개체선발을 목적으로 한다면 본 연구결과에서는 소화경 수와 높은 상관이 있는 제2주성분과, 꽃받침 폭과 높은 상관을 보인 제3주성분 값이 높은 집단이나 개체를 선발하는 것이 유리할 것으로 판단되며, 제2주성분과 제3주성분 값을 2차원 공간상에 배열해본 결과는 Fig. 3과 같다. 제2주성분과 제3주성분 값이 높은 가지산, 마니산, 축령산, 광교산 집단, 제2주성분 값이 작고, 제3주성분 값이 큰 안면도 집단, 제2주성분과 제3주성분 값이 모두 작은 월악산, 금오산, 두륜산, 덕유산 집단으로 구분되었다. 팥배나무에서의 화밀분비량, 꽃의 형태적 특성에 따른 화밀 분비량의 상호작용, 꿀 생산량에 영향을 미치는 한 개체 당 전체 화서 수에 대한 연구가 아직 수행되지 않아 밀원수로서의 가치를 직접적으로 판단하기는 어려우나 본 연구에서 조사한 형태적 특성 중 소화경 수와 밀선 유세포의 존재로 화밀을 수용할 수 있는 양을 결정하는 요소인 꽃받침 폭을 기준으로 선발한다면 가지산, 마니산, 축령산, 광교산 집단에서 선발 및 육종 재료로 활용하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

군집분석

이상의 분석결과를 종합하여 팥배나무 9개 집단에 대한 유집분석을 실시하기 위해 주성분 분석을 실시하고 제3주성분까지의 득점치를 새로운 변량으로 이용하는 비가중평균결합(UPGMA) 유집분석을 실시하여 계산된 각각의 거리를 수지도(Dendrogram)으로 나타낸 결과는 Fig. 4와 같다.

유집분석 결과 거리수준 1.5를 기준으로 제1그룹인 광교산 등 3집단, 제2그룹인 금오산 등 3집단, 제3그룹인 마니산 등 3집단 등 총 3개의 그룹으로 분류되었다. 전체적으로 계단상의 형태를 보였으며 지리적으로 인접 집단 간의 구분은 명확하게 이루어지지 않았다. 이러한 결과는 Kim *et al.*(2014)이 팥배나무 열매의 형태적 특성을 조사하여 유집분석을 실시한 결과 지리적으로 집단 간 구분은 명확하지 않았다는 결과와 유사하였으며, 이는 결국 자생지 집단 간 생육환경의 차이가 형태적 변이에 영향을 미친 것으로 판단된다. 따라서 팥배나무 집단 간 유연관계를 보다 정확하게 분석하기 위해서는 기후, 토양분석 등 환경특성에 대한 추가 연구를 병행하거나, DNA분석 방법에 의한 집단 간 유전변이를 조사 · 비교하는 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 팥배나무 밀원수종 개발 연구에 기초자료를 확보하고자 국내 선발된 9개 집단에서 꽃의 형

태적 특성을 조사하고 유연관계를 분석하였다. 꽃의 형태적 특성을 조사하고 집단 간 차이를 비교한 결과 축령산 집단에서 총 9개의 꽃 특성 중 6개 특성이 상위 그룹에 속하여 큰 경향을 나타낸 반면, 덕유산 집단은 6개 특성이 하위 그룹에 속하여 비교적 작은 경향을 나타냈다. 주성분 분석을 실시한 결과 제1 주성분은 32.9%의 설명력이 있으며 화폭, 화판길이, 화판폭 순으로 높은 상관을 나타내어 집단 간 꽃의 형태적 차이를 설명하는 주요 형질로 나타났다. 소화경수와 높은 상관을 보인 제2주성분과, 꽃받침 폭과 높은 상관을 보인 제3 주성분을 2차원 공간상에 배열해 본 결과 마니산, 축령산, 광교산 집단이 우수한 것으로 나타났으며, 제3 주성분까지 누적 설명력은 64.4%로 나타났다. 제3주성분까지의 득점치를 새로운 변량으로 하여 유집분석을 실시한 결과 제1그룹인 광교산 등 3집단, 제2그룹인 금오산 등 3집단, 제3그룹인 마니산 등 3집단 등 총 3개의 그룹으로 분류되었고, 지리적으로 인접 집단 간의 구분은 명확하게 이루어지지 않았다.

인 용 문 헌

김태욱. 1994. 한국의 수목. 교학사. p354.

김태욱, 이유미. 1989. 우리나라 밀원식물의 현황 및 증식 방안. 한국양봉학회지 4(1): 9-18.

김태춘, 고광출. 1995. 다변량해석에 의한 감의 품종군 분류. 한국원예학회지 36(4): 513-521.

이경준. 1998. 한국 198종 목본식물을 대상으로 한 주요 및 보조밀원수종과 화분원 수종으로의 분류와 개화기별 자원 분포. 한국양봉학회지 13(2): 121-132.

이준복, 심경구, 노의래, 하유미. 1998. 조경수 이용을 위한 자생 팥배나무의 생태 및 생육특성에 관한 조사연구. 한국조경학회지 26(2): 229-239.

장정원. 2008. 한국의 밀원식물에 관한연구(국내 밀원식물의 종류와 화분의 전자현미경적 형태구조를 중심으로). 대구대학교. 박사학위 논문. 1-146.

Chang, C. S. 1991. A morphometric analysis of genus *Acer* L., section *Palmata* Pax, series *Palmata*. Kor. J. of Plant Tax. 21(3): 165-186.

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

Kim, H. 1998. Morphological variation of the *Callicarpa japonica* complex in Estern Asia. J. Plant Biology 41(4): 283-292.

Kim, S. H., Y. S. Ahn, H. G. Chung, Y. S. Jang and H. S. Park. 2002. The variation of winter buds among 10 selected populations of *kalopanax septemlobus* Koidz. in Korea. Korean J. Plant Res. 5(3): 241-223.

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.

Kim, M. S., J. G. Han, H. S. Kim and S. H. Kim. 2012. Flower morphological characteristics of selected population and estimation of selection effect of *Cornus officinalis* S. et Z. Journal of Apiculture 27(4): 307-313.

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.

Paik, W. K., A. K. Kwak, K. H. Kim, M. L. Lee and H. S. Sim. 2015. Studies on the organic compounds and mineral constituents of Sorbus (*Sorbus alnifolia*) and Acacia (*Robinia pseudo-acacia*) honey produced in Korea. Korean Journal of Nature Conservation 9(1): 22-31.

Shin, C. H., K. W. Byun, S. G. Yoo, S. K. Son, K. H. Jang, K. C. Kim and J. J. Lee. 1997. Research on new variety cultivating of *Carpinus coreana* Nakai. Report on tree breeding study 33: 32-46.

Yu, B. S. and J. W. Kim. 2003. Cosmetic compositions containing extract of *Sorbus alnifolia* (S. et Z.) K. Koch used for antiwrinkle. Natural Product Sciences 9(2): 80-82.