팔배나무 집단의 열매의 형태적 특성에 의한 다변량분석과 선발효과추정

김문섭¹ · 김세현¹ · 한진규² · 권해연¹ · 송정호¹ · 김혜수^{1*}

¹국립산림과학원 특용자원연구과, ²국립산림과학원 산림유전자원과

Multivariate Analysis on Fruit Morphological Characteristics and Estimation on Selection Effect of Selected Individuals of *Sorbus alnifolia* (Sieb. et Zucc.) K. Koch

Moon Sup Kim¹, Sea Hyun Kim¹, Jingyu Han², Hae Yun Kwon¹,
Jeong Ho Song¹ and Hyeusoo Kim^{1*}

¹Division of Special-purpose Tree, Korea Forest Research Institute, Suwon 441-350, Korea

²Division of Forest Genetic Resources, Korea Forest Research Institute, Suwon 441-350, Korea

요 약: 본 연구는 팔배나무의 열매에 대한 우수개체 선발을 위한 기초자료를 얻고자 11개 집단에서 총 107개체를 선발하여 선발목 열매의 형태적 특성 변이를 조사하고 주성분 분석과 군집분석을 실시하였으며 열매 특성에 의한 선발효과를 추정하였다. 주성분 분석 결과, 제4 주성분까지 75.4%의 설명력을 나타냈으며 군집분석에서는 4 그룹으로 구분되어짐을 알 수 있었다. 열매 수확량과 관련된 특성인 열매 폭과 길이 그리고 송이 당 수확량 특성을 대상으로 광고산1, 2와 덕유산7 그리고 마니산 29, 30 등 5개체의 우수개체 후보목을 선발하였다. 선발개체 5본에 대해서 전체 평균 형질과 비교하여 선발효과를 추정한 결과, 열매 폭은 122.8%, 열매 길이는 115.5%, 송이 당 수확량은 182.7%의 선발효과를 추정할 수 있었다.

Abstract: In order to select superior trees based on fruit characteristics and provide basic informations necessary for their improvement, total 107 individual trees of *Sorbus alnifolia* (Sieb. et Zucc.) K. Koch were selected from 11 wild populations in South Korea. After collecting normal fruit branch, we investigated morphological characteristics of fruit and then considered its relationship among the 11 populations by multivariate analysis method. Results from principal compound analysis showed that it represented 85.8% accumulated explanation from five principal compounds. According to cluster analysis based on fruit characteristics, the natural *S. alnifolia* populations were classified into four groups and Mt. Mani population was different from other populations. Selection effect with outstanding candidate trees including superior 5 individual trees (Gwangyo 1, Gwangyo 2, Deogyu 7, Mani 29, Mani 30) was estimated at 122.8%, 115.5% and 182.7% in fruit width, length and yield per fruit bunch, respectively. The object of this results will give us invaluable information about breeding by selection of *S. alnifolia* in south Korea.

Key words: PCA, selection intensity, UPGMA

서 론

팔배나무 [*Sorbus alnifolia* (Sieb. et Zucc.) K. Koch]는 장미과(Rosaceae)에 속하는 낙엽활엽교목으로 높이는 15 m에 달하며, 전국 산지의 해발 150~1,300 m에서 주로 생육한다. 꽃은 배나무 꽃과 유사하고, 열매는 팔처럼 작아서 팔배나무가 되었다고 하는데(Kim, 1994), 지방에 따라 강원도에서는 별배나무 또는 산매자나무, 평안도에서

는 운향나무, 황해도에서는 물방치나무라고 하였으며, 감당(甘棠), 당리(棠梨), 두(杜) 또는 두리(豆梨, 杜梨)라고도 하였다(Yi, 1995). 잎은 호생하며, 타원상 난형이고 가장 자리에 불규칙한 복거치가 있다. 꽃은 5월에 산방화서 형태로 6~10개로 백색으로 개화하며, 열매는 이과에 타원형이고, 지름은 1 cm정도이며 9~10월에 황적색으로 성숙한다(Kim et al., 2000).

팔배나무는 양질 토양과 양지를 선호하지만, 자연적인 천이 때문에 척박한 임지에 주로 산재되어 있고, 점차적으로 감소하는 경향이 보인다(Cho and Choi, 2003). 군집

*Corresponding author
E-mail: spresources@forest.go.kr

성, 내건성, 내한성이 강하며, 특히 산성우에 강하고(Lee et al., 1998), 경관적으로도 5월에 백색 꽃, 9~10월에 황적색 열매 그리고 황색으로 단풍이 되어 도심 조경식재에 적합하다고 판단된다. 또한 열매에 의한 조류 유치 수준으로 조경수로서 자연생태공원 등에 배식하여 생물서식공간 창출이나 관상용으로 적당한 수종이다. 기능적으로 팔배나무의 잎 추출물은 우수한 항산화 활성 및 Elastase와 MMP-1을 저해함과 동시에 콜라겐 합성을 촉진하는 효과가 있음이 밝혀져 피부주름개선용 화장품 조성물에 이용되며(Yu and Kim, 2009), 밀선(nectary)의 존재와 밀원적 가치가 있어 밀원 보조식물로 분류하기도 하였다(Lee, 1998). 과실은 술에 담그거나 위장병에 좋다고 하여 달여 먹기도 하며, 나무껍질과 잎에서는 붉은 색의 염료를 얻을 수 있는데, 색감이 좋아서 천연 염료로서의 개발 가치가 크다고 판단된다(Chung and Kim, 2007).

임목에서의 선발 육종은 다양한 변이에 대한 표현형에 근거하여 유용한 변이를 선발하는 방법으로, 이는 신품종 육성의 중요한 과정이다. 양적 형질(Quantitative trait)의 표현형은 연속적으로 변하고, 다양한 유전자형과 환경 요인이 양적형질에 영향을 주고 있다. 일정한 환경에서의 한 유전자형은 일정범위의 잠재적인 Bell-shaped 곡선의 양적 표현형으로 나타나기 때문에 대상 수종의 유용한 변이를 선발하기 위해서는 집단에서의 개체목 특성조사가 필수적이라고 할 수 있다.

본 연구는 우리나라 자생 수종인 팔배나무 선발집단을 대상으로 열매의 형태적 특성을 조사하고, 다변량 분석 방법을 통하여 집단 간 유연관계를 분석하며, 선발효과를 추정함으로써 팔배나무의 선발 육종에 대한 기초정보를 제공하고자 한다.

Figure 1. Location map of selected populations of *S. alnifolia*. 1. Mt. Mani, 2. Mt. Chukryong, 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

재료 및 방법

1. 공시재료

우리나라에서 자생하는 팔배나무의 형태적 특성을 조사하여 우량개체 선발을 위하여, 수형, 결실상태 등이 양호한 우량개체 후보목을 경기도 마니산, 축령산, 광교산, 강원도 발왕산, 충청북도 월악산, 충청남도 안면도, 경상북도 금오산, 경상남도 가지산, 전라북도 덕유산, 전라남도 백운산, 두륜산 등 11집단에서 총 107본을 대상으로 정상적인 과지와 열매를 채취하여 공시재료로 하였다(Figure 1).

2. 입지환경조사

팔배나무 선발집단의 입지환경을 조사하기 위하여 각 집단의 위도, 경도, 해발고, 경사, 방위, 토양건습도 및 상층임관 율폐도 등을 조사하였다. 토양건습도는 습윤(Wet), 적윤(Moderate), 건조(Dry)로 구분하여 조사하였으며, 상층임관 율폐도는 40% 이하는 소(Thin), 41~70% 이하는 중(Medium), 71% 이상은 밀(Thick)로 구분하여 조사하였다.

3. 열매의 형태적 특성조사

선발된 각 개체목별로 20개의 결실 과지에서 송이 당 열매 수(Number of fruit per bunch, NFPB)를 측정하고, 과병 길이(Length of fruit petiole, LFP), 소과병 길이(Length of fruit petiole lateral, LFL), 소과병 당 열매 수(Number of fruit per fruit petiole lateral, NFPFL)를 조사하였다. 또한 20개의 열매를 선정하여 열매 폭(Width of fruit, WF), 열매 길이(Length of fruit, LF), 열매 무게(Fruit weight, FW) 등 7개의 정량적 형질을 디지털캘리퍼스(NA500-150S)와 디지털 저울(HF300GD)로 각각 측정하였다. 그리고 열매 모양

Figure 2. Measurable characteristics of *S. alnifolia* fruits. 1. WF, Width of fruit, 2. LF, Length of fruit, 3. FW, Fruit weight, 4. LFP, Length of fruit petiole, 5. LFL, Length of fruit petiole lateral, 6. NFPFL, Number of fruit per fruit petiole lateral, 7. NFPB, Number of fruit per bunch, 8. SF, Shape of fruit, 9. SB, Shape of base fruit

(Shape of fruit, SF)은 누운 타원형, 원형, 타원형, 긴 타원형으로 구분하였고, 열매 끝 모양(Shape of fruit base, SB)은 오목형, 편평형, 볼록형으로 구분하여 2개의 정성적 형질 등 총 9개의 형질을 조사하였다(Figure 2).

3. 통계분석 방법

조사된 자료는 SPSS Program(Statistical Package for Social Science, ver. 12.0)을 이용하여 집단 간, 집단 내 개체목 간의 변이를 분석하였으며, Duncan의 다중검정과 각 집단의 형태적 특성 평균값에 대해 Pearson 상관분석을 실시하였다. 또한 기존 변수들의 분산 중 가급적 많은 부분을 설명하는 소수의 요인을 추출하기 위하여 주성분 분석을 실시하였고, 각 주성분에 대한 고유값과 전체 분산에 대한 각 주성분의 기여도를 구하였다. 각각의 주성분 득점치를 새로운 변량으로 이용하는 비가중평균결합(UPGMA; Unweighted pair-group method using arithmetic averages) 군집분석을 실시하여 계산된 각각의 거리를 수지도

(Dendrogram)로 나타내어 팔배나무 열매 특성에 의한 집단 간 유연관계를 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 입지환경

팔배나무 선발집단의 분포 및 입지환경을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 선발집단은 해발고 20~1,100 m범위이며, 안면도 집단은 해안가에 조사지가 선정되었기 때문에 가장 낮은 해발고도를 나타냈다. 발왕산, 월악산 및 가지산 집단이 1,000 m내외의 비교적 높은 해발고도에 분포하고 있었다. 경사도는 1~45°의 범위를 나타냈으며, 마니산, 축령산, 광교산, 발왕산, 월악산 및 안면도 집단은 1~30°범위로 대부분 급경사지로 나타났다. 그리고 금오산, 가지산, 덕유산, 백운산 및 두륜산 집단은 10~45°범위로 경사가 급한 절험지였다. 방위는 주로 남향에 위치하며, 경사가 비교적 급한 계곡부에 위치하고 있어, 토양 건습

Table 1. Site description of the study populations.

Population	Latitude	Longitude	Altitude(m)	Slope (°)	Aspect	Soil moisture	Canopy density
Mt. Mani	37° 36'51"	126° 25'43"	350~435	10~20	SW	Moderate	Mid.
Mt. Chukryong	37° 45'20"	127° 19'48"	600~700	10~25	S	Moderate	Thin
Mt. Gwangyo	37° 20'41"	127° 02'00"	370~530	10~25	SW	Dry	Mid.
Mt. Balwang	37° 36'10"	128° 40'03"	800~1,100	10~20	SE	Moderate	Mid.
Mt. Worak	36° 53'12"	128° 06'30"	900~1,090	5~30	SE	Dry	Thin
Anmyundo	36° 47'08"	126° 08'14"	20~30	1~10	W	Moderate	Thin
Mt. Geumo	36° 05'43"	128° 17'52"	635~860	10~40	NE	Moderate	Mid.
Mt. Gaji	35° 38'01"	129° 01'11"	700~1,000	10~40	S	Dry	Thin
Mt. Deogyu	36° 00'26"	127° 39'08"	800~820	10~40	N	Moderate	Thin
Mt. Baekwoon	35° 04'40"	127° 36'40"	310~800	10~45	SE	Moderate	Mid.
Mt. Duryun	34° 28'29"	126° 37'00"	450~690	5~40	S	Dry	Thin

Table 2. Fruit characteristics of *S. alnifolia*.

Populations	Fruit characteristics*								
	WF (mm)	LF (mm)	LFP (mm)	LFL (mm)	NFPB (ea)	NFPF (ea)	FW (g)	SF	SB
Mt. Mani	8.4±1.0 ab**	9.8±1.5 a	58.1±10.0 b	23.4±9.1 d	2.1±0.9 bc	6.0±2.4 cd	0.45±0.2 b	2.5±0.6 cd	2.6±0.5 a
Mt. Chukryong	7.8±1.3 cd	9.4±1.1 b	56.9±9.8 bc	27.6±6.1 b	2.1±0.3 bc	4.6±2.5 f	0.36±0.1 cde	2.4±0.9 d	2.0±0.0 b
Mt. Gwangyo	7.7±1.6 cde	8.9±1.0 c	54.2±9.1 d	21.1±7.3 e	2.0±0.1 d	6.7±2.8 bc	0.39±0.2 c	2.5±0.7 c	2.0±0.0 b
Mt. Balwang	7.6±1.0 def	8.4±0.8 e	41.8±9.1 g	18.7±5.8 f	2.1±0.3 bc	5.0±1.8 ef	0.34±0.1 def	2.8±0.5 b	2.0±0.0 b
Mt. Worak	7.7±1.0 cde	8.5±1.0 de	48.0±6.6 f	21.0±4.6 e	2.1±0.3 bc	5.9±2.7 d	0.34±0.1 ef	2.8±0.8 b	2.0±0.1 b
Anmyundo	7.9±0.9 c	9.2±1.3 b	60.7±9.9 a	26.9±7.4 b	2.1±0.3 cd	6.1±2.5 cd	0.37±0.1 cd	2.5±0.6 c	2.0±0.1 b
Mt. Geumo	7.6±1.0 ef	9.4±1.4 b	50.6±10.2 e	31.2±12.6 a	2.0±0.3 d	7.0±3.1 b	0.35±0.1 def	2.2±0.6 e	2.0±0.0 b
Mt. Gaji	6.8±0.7 g	8.9±0.6 d	40.8±8.1 g	18.8±5.4 f	2.4±0.6 a	8.8±4.7 a	0.30±0.1 g	2.2±0.5 e	2.0±0.0 b
Mt. Deogyu	8.6±0.9 a	9.9±1.4 a	55.6±9.3 cd	25.3±6.3 c	2.1±0.3 bc	5.6±2.6 de	0.49±0.1 a	2.5±0.8 c	2.0±0.1 b
Mt. Baekwoon	8.3±0.8 b	8.1±0.8 f	43.4±6.2 g	18.6±3.8 f	2.2±0.4 bc	6.1±2.8 cd	0.38±0.1 c	3.4±0.5 a	2.0±0.0 b
Mt. Duryun	7.4±1.0 f	9.3±1.1 b	51.3±9.1 e	21.1±5.1 e	2.2±0.1 b	6.0±3.2 cd	0.32±0.1 fg	2.2±0.7 e	2.0±0.2 b
Average±S.D.	7.8±1.2	9.0±1.2	51.0±10.9	22.4±7.5	2.1±0.5	6.2±3.1	0.37±0.1	2.6±0.8	2.1±0.2

*Abbreviation of characteristics are the same as those of Figure 2.

**Duncan's multiple range test p=0.05

Table 3. Simple correlation coefficients between fruit characteristics.

Characteristics	LF	LFP	LFL	NFPB	NFPF	FW	SF	SB
WF	ns	ns	ns	ns	ns	0.905**	ns	ns
LF	1	0.805**	0.689*	ns	ns	ns	-0.617*	ns
LFP	-	1	0.661*	ns	ns	ns	ns	ns
LFL	-	-	1	ns	ns	ns	ns	ns
NFPB	-	-	-	1	ns	ns	ns	ns
NFPF	-	-	-	-	1	ns	ns	ns
FW	-	-	-	-	-	1	ns	ns
SF	-	-	-	-	-	-	1	ns

**, *, ns; Significant at P=0.01, p=0.05 and non-significant, respectively.

도는 건조하거나 적윤한 상태였으며, 상층임관 울폐도는 대부분 40%이하로 나타났다.

2. 열매의 형태적 특성

열매의 형태적 특성을 조사한 결과는 Table 2와 같이 집단 간에 유의적인 차이가 인정되었다. 전체 집단의 열매 폭 평균은 7.8 mm이고, 열매 길이의 평균은 9.0 mm로 나타났다. 덕유산, 마니산, 안면도 집단 순으로 열매의 폭과 길이에서 평균보다 높은 값이 측정되었으며, 광교산, 발왕산, 월악산, 가지산 등이 하위 그룹으로 나타났다. 그 중에서 덕유산 집단은 열매 폭과 길이가 각각 8.6 mm와 9.9 mm로 전체 평균 값에 비하여 각각 10.3%와 10.0%정도 가장 큰 값을 나타냈다. 전체 집단의 과병 길이의 평균은 51.0 mm이고, 안면도와 마니산 집단의 과병 길이가 각각 60.7 mm와 58.1 mm로 전체 평균 길이에 비하여 각각 19.0%, 13.9% 큰 값을 나타냈다. 반면 가지산 집단의 과병 길이는 40.8 mm로서 전체 평균 길이에 비하여 20.0% 작은 값을 나타냈다. 또한 전체 집단의 소과병 길이의 평균은 22.4 mm로 금오산과 축령산 집단이 각각 31.2 mm와 27.6 mm의 소과병 길이를 나타내어 전체 평균 길이에 비하여 각각 39.3%, 23.2% 큰 값을 나타냈다. 소과병 길이가 상대적으로 작은 발왕산, 가지산, 백운산 집단이 과병길이 특성과 동일하게 하위그룹으로 포함되었다. 소과병 당 열매 수는 평균 2.1개이며 가지산 집단이 평균 2.4개로 다른 집단과 달리 더 많은 소과병 당 열매 수를 확인할 수 있었다. 전체 집단의 송이 당 열매 수의 평균은 6.2개로 나타났으며, 가지산 집단의 송이 당 열매 수는 8.8개로 전체 평균 개수에 비하여 41.9% 정도 큰 값을 나타낸 반면, 축령산 집단은 4.6개로 전체 평균에 비하여 25.8% 작은 값을 나타냈다. 전체 집단의 열매 무게는 평균 0.37 g이고 열매의 폭과 길이가 큰 값을 나타낸 덕유산과 마니산 집단이 각각 0.49 g과 0.45 g으로 가장 무거운 입증을 나타냈다. 반면 송이 당 열매 수가 가장 많은 가지산 집단이 0.30 g으로 가장 가벼운 입증을 나타냈다. 열매 모양은 원형과 타원형의 중간 크기가 일반적인 형태로 나타났으며, 백운산 집단이 가장 긴 타원형에 속

하는 형태를 가졌고, 금오산과 가지산 및 두륜산 집단이 원형에 속하는 형태를 가진 것으로 조사되었다. 열매 끝 모양은 전체적으로 편평한 형태를 가지고 있으나, 마니산 집단만 끝 모양이 둥근 형태에 가까운 특성을 확인할 수 있었다.

3. 상관분석

팔배나무의 열매 형태적 특성의 집단 평균 간 상관관계를 나타낸 결과는 Table 3과 같다.

과실 입증은 과실 폭과 0.905의 높은 정의 상관을 가지며, 과실길이 특성과는 상관이 나타나지 않았다. 과실길이는 과병 길이와 소과병 길이에서 각각 0.805, 0.689의 정의 상관을 나타냈고, 소과병 길이와 과병 길이는 0.661의 정의 상관을 나타냈다. 한편 과실모양과 과실 길이는 -0.617의 부의 상관을 가지며, 이는 과실모양이 타원형에서 원형으로 갈수록 과실 길이가 짧아지는 경향을 가진다고 판단할 수 있다.

비록 같은 종은 아니었으나, 마가목속(genus *Sorbus*)에 포함되는 마가목류(*Sorbus* spp.) 4종에 대해 9개 집단에서 선발된 60개체의 열매 형질 상호간에 대부분 1% 수준의

Table 4. Results of principal component analysis and eigenvector association to eigenvalue obtained from principal component on 9 characteristics of *S. alnifolia*.

Characteristics*	Prin. 1	Prin. 2	Prin. 3	Prin. 4	Prin. 5
WF	0.929	0.113	0.253	-0.051	0.066
LF	0.659	0.210	-0.680	-0.052	0.106
LFP	0.076	0.837	-0.038	0.127	0.257
LFL	0.150	0.834	-0.136	-0.121	-0.160
NFPB	0.004	-0.114	-0.015	0.832	-0.074
NFPF	-0.085	0.118	0.021	0.834	0.032
FW	0.938	0.086	-0.037	-0.040	0.086
SF	0.223	-0.090	0.959	-0.013	-0.037
SB	0.130	0.054	-0.063	-0.047	0.962
Eigenvalue	2.684	1.656	1.396	1.050	0.940
Difference	1.028	0.260	0.346	0.110	0.342
Proportion	0.298	0.184	0.155	0.117	0.104
Cumulative(%)	29.8	48.2	63.7	75.4	85.8

*; Abbreviation of characteristics are the same as those of Figure 2.

Figure 3. Scatter diagram of 11 populations of *S. alnifolia* based on principal component 1 and 4.

높은 정의 상관을 나타내며, 상관계수는 -0.222~0.947의 범위로 보고된 바 있다(Seo, 2008). 본 연구결과와 다르게 과실 길이와 과병길이의 상관은 나타나지 않았으며, 송이 당 열매 수는 열매 길이와 과병길이에 각각 0.322와 0.220의 유의한 상관을 보고한 바 있다.

4. 주성분 분석과 군집 분석

우리나라 11개 집단으로부터 선발된 팔배나무 107본을 대상으로 조사한 9가지 열매의 형태적 특성에 대하여 주성분 분석을 실시하고, 각각의 주성분과 형태적 특성 간의 고유 값을 분석하여 상관계수로 나타낸 결과는 Table 4와 같다.

9가지 형질에 대하여 주성분 분석을 실시하고 얻어진 각 형질에 대한 고유값을 분석한 결과, 제1 주성분의 고유값은 2.68로 전체 분산의 29.8% 설명력이 있으며, 열매 폭(WF)과 열매 무게(FW)가 각각 0.929, 0.938로 높은 상관관계를 나타냈다. 제2 주성분의 고유값은 1.66으로 전체 분산의 18.4%의 설명력이 있으며, 과병길이(0.839)와 소과병길이(0.834)가 높은 상관을 나타냈다. 제3 주성분의 고유값은 1.40으로 전체 분산의 15.5%의 설명력을 나타냈고 열매 모양 형질이 0.959로 높은 상관을 나타냈다. 제4 주성분의 고유값은 1.05로 전체 분산의 11.7%의 설명력이 있으며, 송이 당 열매 수와 소과병당 열매 수가 각각

0.832, 0.834로 높은 상관을 나타내어 9개의 열매의 형태적 형질에 대한 제4 주성분까지의 누적 설명력은 75.4%를 나타냈다. 이와 같은 결과는 Kim(1998)이 작살나무의 23개의 잎과 꽃 특성을 주성분 분석한 결과 제3 주성분까지의 누적 설명력이 51.8%인 결과와 Kim et al.(2012a)이 산수유나무의 10가지 꽃의 형태적 특성을 주성분 분석한 결과 제3 주성분까지의 누적 설명력이 52.2% 나타낸 결과보다 높은 설명력을 나타냈다. Kim et al.(2012b)이 정금나무의 13개의 잎과 열매의 정량적 형질을 주성분 분석한 결과, 제5 주성분까지 81.2%를 나타낸 결과와 Kim et al.(2013)이 두릅나무의 14개의 잎의 정량적 형질을 주성분 분하여 제4 주성분까지 76%의 누적 설명력을 나타낸 결과보다 낮은 설명력을 나타냈다. 누적 기여율의 비교는 조사의 대상과 요인의 수 그리고 성질 등에 따라서 달라질 수 있으므로 직접적인 수치 비교로서는 비교가 힘들고 간접적으로 조사요인 전체 분산의 설명력에 대해서만 비교할 수 있다.

이상의 주성분 분석 결과를 기초로 선발 집단별로 열매 폭, 길이와 무게에 높은 상관을 보인 제1 주성분과 송이 당 열매 수와 소과병 당 열매 수와 높은 상관을 보인 제4 주성분 값을 2차원 공간상에 배열해 본 결과는 Figure 3과 같다.

제1 주성분과 제4 주성분의 값이 큰 마니산 집단, 제1

Figure 4. Cluster dendrogram of 11 populations of *S. alnifolia*.Table 5. Estimated selection effect of *S. alnifolia* by selection intensity.

No. of selected tree	Selection level	Average of selected trees		
		WF* (mm)	LF (mm)	Yield per fruit bunch** (g)
5 trees (Priority of 20% rank)	WF $\geq$ 8.6	9.6	10.4	4.1
	LF $\geq$ 9.8			
	Yield per fruit bunch $\geq$ 3.0			
Selection effect (%)		122.8	115.5	182.7
Mean of 107 individuals		7.8	9.0	2.3

*: Abbreviation of characteristics are the same as those of Fig. 2.

**: FW $\times$ NFPB

주성분 값이 크고 제4 주성분 값이 작은 덕유산과 백운산 집단, 제1 주성분 값이 작고 제4 주성분 값이 큰 가지산과 두륜산 집단, 제1 주성분과 제4 주성분 값이 작은 나머지 집단으로 구분되었다. 그 중에서 마니산 집단의 팔배나무는 열매의 수확량에 관계된 특성에서 우수한 특성을 나타내는 대표적인 집단으로 확인되었다. 팔배나무의 단기임산소득자원으로서의 가치는 열매의 수확량과 관련되기 때문에 제1 주성분 값과 제4 주성분 값이 높은 집단 또는 개체를 선발하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

이상의 분석결과를 종합하여 팔배나무 11개 집단에 대한 유집분석을 실시하기 위하여 제5 주성분까지의 득점치를 새로운 변량으로 이용하였으며 제5 주성분은 고유값이 1보다 작으나 열매 끝 모양 특성이 0.962로 높은 상관을 나타냈기 때문에 분석에 포함하였다. 모든 변량을 비가중 평균결합(UPGMA) 유집분석을 실시하여 계산된 각각의 거리를 수지도(Dendrogram)로 나타낸 결과는 Figure 4와 같다.

유집분석의 결과를 보면 거리 수준 1.5를 기준으로 1그룹인 광교산 등 7집단, 2그룹인 발왕산과 백운산 집단, 3

그룹인 가지산 집단 그리고 4그룹인 마니산 집단 등 총 4개 그룹으로 구분되었다. 전체적으로 11집단 간 계단상 형태를 보였으나 지리적으로 인접 집단 간의 구분은 명확하게 이루어지지 않았다.

5. 선발효과추정

단기임산소득자원으로서 팔배나무 우량개체 선발을 위해 열매의 수확량과 관련된 특성인 열매 폭과 길이 그리고 송이 당 수확량(열매무게 $\times$ 송이 당 열매 수) 요인으로 선발 후보목에 대해 선발효과를 추정하였다(Table 5).

열매 폭이 8.6 mm이상이고 열매 길이가 9.8 mm이상이며 송이 당 수확량이 3.0 g이상인 개체를 선발하여 상위 20% 안에서 총 5본이 선정되었다. 이들 선발된 5개체의 열매 폭, 열매 길이, 송이 당 수확량의 평균은 9.6 mm, 10.4 mm, 4.1 g으로서 전체 107본의 평균 형질과 비교하였을 때 선발효과는 각각 122.8%, 115.5%, 182.7%로 나타났다. 열매 폭은 광교산1 개체가 9.8 mm로 가장 넓은 개체였으며, 열매 길이는 마니산30 개체가 11.2 mm로 선정개체 중 열매 길이가 가장 긴 개체였다. 송이 당 수

확량은 광교산2 개체가 6.19 g으로 가장 많은 수확량을 가진 개체였다. 이상 세 가지 요인을 종합적으로 보았을 때 우수개체 후보목은 광교산1과 2, 덕유산7 그리고 마니산29와 30 개체 등이 모든 요인에서 상위성적을 나타내어 선발 가능성이 높은 개체로 나타났다. 이렇게 선발된 우량개체 후보목은 무성증식을 통해 지역 적응성 및 안정성 검정을 실시하여 우수품종으로 개발되어야 할 것이다.

References

- Cho, H.J. and Choi, M.S. 2003. Vegetation Composition and Structure of *Sorbus alnifolia* - Native Forests in South Korea. Journal of Korean Forest Society 92(5): 444-450.
- Chung, H.G. and Kim, S.H. 2007. Tree in our life. Korea Forest Research Institute. pp. 254-255.
- Kim, T.U. 1994. Woody plants of Korea in color. Kyohaksa. Korea. pp. 354.
- Kim, H. 1998. Morphological variation of the *Callicarpa japonica* complex in Eastern Asia. Journal of Plant Biology 41(4): 283-292.
- Kim, Y.S., Song, K.J., Ahn, Y.H., Oh, K.K., Lee, K.J., and Yi, Y.M. 2000. Handbook of Korean landscape woody plants. Kwangil Munhwasa. Korea. pp. 174.
- Kim, M.S., Han, J., Kim, H. and Kim, S.H. 2012a. 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., Kim, S.H., Han, J. and Park, I.H. 2012b. Morphological characteristics and classification analysis of selected population of *Vaccinium oldhami* Miq. Korean Journal of Plant Resources 25(1): 72-79.
- Kim, S.H., Kim, M.S., Han, J., Kim, H., and Moon, H.K. 2013. Morphological characteristics and classification of 25 selected clones of *Aralia elata* Seem. Korean Journal of Plant Resources 26(1): 36-43.
- Lee, J.B., Shim, K.K., Noh, E.R., and Ha, Y.M. 1998. A Study of Ecological and Growth Characteristics of Korean Mountain Ash (*Sorbus alnifolia*) for Landscape Woody Plants. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture. 26(2): 229-239.
- Lee, K.J. 1998. Seasonal Distribution of Flowering and Classification of 198 Woody Species into Honey-Producing and Pollen-Collecting Plants in Korea. Korean Journal of Apiculture 13(2):121-132.
- Seo, H.W. 2008. Genetic Relationship based on Ecological, Morphological and DNA Analysis of Some Species of the Genus *Sorbus* in Korea. Sunchon National University Doctorate thesis pp. 101.
- Yi, Y. M. 1995. 100 Korean trees. Hyonamsa. pp. 431-433.
- Yu, B. S. and Kim, J. W. 2009. Cosmetic compositions containing extract of *Sorbus alnifolia* (S. et Z.) K. Koch used for antiwrinkle. 10-2009-0063789.

(2014년 1월 14일 접수; 2014년 3월 26일 채택)