

국내 윤노리나무 6개 집단의 형태적 특징과 변이조사

남재익, 최고은, 김영미, 박재인*

충북대학교 산림학과

Analysis of Morphological Characteristics and Variation among Six Populations of *Pourthiaea villosa* (Thunb.) Decne. var. *villosa* in Korea

Jae-Ik Nam, Go-Eun Choi, Young-Me Kim and Jae-In Park*

Department of Forest Science, Chungbuk National University, Cheongju 362-763, Korea

Abstract - This study was conducted to examine the morphological characteristics and variations of the 6 populations of *Pourthiaea villosa* (Thunb.) Decne. var. *villosa* in Korea. The ANOVA results showed that the populations were significantly different in 18 of the 21 quantitative characteristics that were analyzed. In the results of principal component analysis, 6 principal components (PC) represented 68.28% for the total variations. 'Petiole length' (0.764), 'Leaf shape' (0.834), 'Leaf length' (0.753), 'Crown diameter' (0.663), 'Inflorescence width' (0.492), and 'Leaf base shape' (0.721) showed the highest contribution to PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, and PC6, respectively. According to the results of cluster analysis, one cluster comprised only 'Goesan-gun Ssanggok Valley' population. 'Namhae-gun Mijori Evergreen Forest' population was grouped with 'Hamyang-gun Sang Forest' population, which was the nearest subgroup. Further, 'Namhae-gun Geum Mountain' population, 'Jindo-gun Cheomchal Mountain' population, and 'Jeju-si Barimae Parasitic volcano' population were placed in the same cluster.

Key words - Oriental photinia, Native plants, Principal component analysis, Cluster analysis, ANOVA

서 언

윤노리나무속(*Pourthiaea*) 식물은 동아시아의 난대와 온대 지역에 분포하고 있으며, 국내에는 윤노리나무(*Pourthiaea villosa* (Thunb.) Decne. var. *villosa*) 외에도 잎이 보다 두껍고 잎 자루가 짧으며 꽃차례와 열매가 대형인 떡윤노리나무(*Pourthiaea villosa* Decne. var. *brunnea* Nakai), 윤노리나무에 비하여 잎이 얇고 꽃자루와 가지가 가는 즙윤노리나무(*Pourthiaea villosa* Decne. var. *coreana* Nakai), 잎과 꽃차례에 털이 곧 없어지는 특징을 가진 민윤노리나무(*Pourthiaea villosa* Decne. var. *laevis* Stapf), 그리고 꽃자루와 어린 가지에 털이 많고 잎 뒷면에 흰 털이 밀생하는 털윤노리나무(*Pourthiaea villosa* var. *zollingeri* Nakai)가 자생한다(Kim and Kim, 2011; Lee, 2003). 이중 윤노리나무는 낙엽관목 또는 소교목으로 높이가 5m에 달하며, 중부이남지역 특히 남부지역에 주로 분포한다(Kim and

Kim, 2011; Lee, 1986). 윤노리나무는 백색 꽃과 적색 열매가 아름답다워 조경수로 이용되며, 목재는 재질이 굳고 단단하여 농기구 자루, 소코뚜레 등으로 이용되어왔다(Lee *et al.*, 2010). 또한, 윤노리나무의 과실에서는 식물에서 처음 보고되는 9가지 페놀성 화합물이 발견되었다(Lee *et al.*, 2013). 최근 활발한 민속 식물에 대한 전통지식 연구와 생물공학기술의 발달은 식물자원에 대한 산업적, 경제적 가치를 더욱 가속화시키고 있는 추세이며, 생물다양성협약(Convention on Biological Diversity)에서는 자국의 식물자원의 접근과 이익배분(ABS: Access to genetic resources and Benefit-Sharing)에 있어서 주권적 권리를 인정하여 국가가 보유한 생물자원에 대한 산업적 이용시 사용료를 지불할 뿐만 아니라, 제조된 물질에 공동소유권이 인정되어 식물자원에 중요성이 강조되고 있다(Jang, 2001).

우리나라는 타국에 비하여 식물유전자원에 대한 연구와 산업화를 위한 준비가 늦은 상태로 외국의 유전자원 이용도가 높은 상황이다. 현시점에서 생물다양성협약의 시행은 국내에서

*교신저자(E-mail) : jipark@chungbuk.ac.kr

이용되는 외국 생물자원의 가격상승과 수입제한으로 이어질 가능성이 높기에 국내 식물유전자원에 대한 적극적인 개발과 연구가 이루어져야 한다(Jang, 2001; Park, 2007). 최근에는 식물유전자원의 개발과 체계적인 관리를 위하여 국제식물신품종보호연맹(International Union for the Protection of New Varieties of Plants)에 가입, 육종가의 권리보호와 품종의 지적재산권 보호를 위한 재배품종에 대한 체계적인 관리를 요구하고 있다(Choi, 2002; Ju *et al.*, 2001; Kim *et al.*, 2000; UPOV, 2001). 이처럼 국제적인 흐름은 유전자원의 가치를 중요시하는 추세이며, 이러한 상황에서 국내 식물유전자원에 대한 체계적인 관리와 조사는 잠재유전자원의 개발 가능성을 높이고 해외로의 유전자원 유출을 막는 수단이 될 것이다(Jang, 2001). 이에 자생식물 자원에 대한 전략적 탐색은 국가적 차원에서 중요한 과제이다.

임목집단을 대상으로 육종계획을 수립하기 위하여 먼저 대상 수종의 유전적 특징이나 형질 변이에 대한 연구가 필요하며, 우량집단을 선발하고 원하는 형질을 얻기 위하여 집단 간, 집단 내 개체목간 변이의 특성과 범위에 관한 연구가 필수적이다(Goddard-copestake, 2005; Sneath and Sokal, 1973). 식물은 오랜 기간에 걸쳐 해당 자생지에서 진화 및 적응의 단계를 거치고, 유전자 교류에 따른 변이 또한 제한적이기 때문에 각 형태적 특성이 종단위에서도 집단, 개체 수준에서 차이를 보인다. 또한, 초본식물과 달리 목본식물은 수령이 많아지고 부피가 커지면서 그 형태와 변이가 각각각색이고, 입지환경에 따라 변이가 매우 다양하게 나타난다. 따라서 임목집단을 대상으로 하는 형질들의 변이조사 자료는 임목의 생육환경과 합리적인 유지관리 및 선발 육종에 유용한 정보로 이용될 수 있다(Goddard and Strickland, 1962; Mergen, 1960).

본 연구에서는 조경수, 제재목 등으로 이용되며 추출물의 다양한 성분으로 높은 이용가치를 지니고 있는 윤노리나무의 품종개발 및 이용에 있어 개체 및 집단의 효율적인 선발을 위하여 연속적, 다중적으로 표현되는 형질에 관하여 자생 집단별로 차이를 파악하고, 변이의 범위와 성격을 분석하였다.

재료 및 방법

조사지 및 개체목 선정

윤노리나무의 지리적인 분포역은 중부이남 지역이며, 이를 고려하여 ‘충청북도 괴산군 쌍곡계곡’, ‘경상남도 함양군 상림’, ‘경상남도 남해군 미조리상록수림’, ‘경상남도 남해군 금산’, ‘전라남도 진도군 첩찰산’, ‘제주도 제주시 바리메오름’ 6곳을 조사지

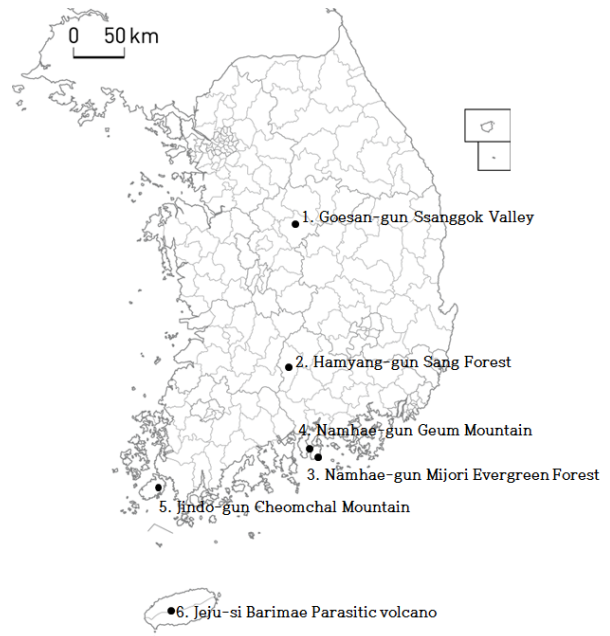


Fig. 1. Geographical distribution of *P. villosa* (Thunb.) Decne. var. *villosa* populations.

Table 1. General description of selected *P. villosa* (Thunb.) Decne. var. *villosa*

Site	Locality	Latitude/ Longitude	Altitude (m)
1	Chungcheongbuk-do Goesan-gun Ssanggok Valley	36° 43' 21" 127° 54' 25"	358
2	Gyeongsangnam-do Hamyang-gun Sang Forest	35° 31' 29" 127° 43' 7"	185
3	Gyeongsangnam-do Namhae-gun Mijori Evergreen Forest	34° 42' 49" 128° 2' 39"	7
4	Gyeongsangnam-do Namhae-gun Geum Mountain	34° 45' 6" 127° 58' 59"	683
5	Jeonranam-do Jindo-gun Cheomchal Mountain	34° 27' 55" 126° 18' 48"	185
6	Jeju-do Jeju-si Barimae Parasitic volcano	33° 22' 42" 126° 23' 13"	150

로 선정하였으며, 각 조사지당 10개체의 성숙목을 대상으로 개화기, 생육기, 결실기에 걸쳐 조사를 실시하였다(Fig. 1, Table 1).

형태적 특성조사

선정된 윤노리나무 60개체를 대상으로 임목특성, 엽특성, 화기

특성, 열매특성, 종자특성을 구분하여 총 32가지 항목을 선정하여 정량적 형질과 정성적 형질을 구분하여 측정 및 관찰하였다.

Table 2. List of 32 morphological characteristics for phenetic analysis in *P. villosa* (Thunb.) Decne. var. *villosa*

Part of characteristics	No.	Characteristics
Tree	1	Height ^z
	2	Crown diameter ^z
	3	Number of ramification ^z
	4	Growth form ^y
	5	Bark color ^y
Leaf	6	Leaf shape ^y
	7	Leaf apex shape ^y
	8	Leaf base shape ^y
	9	Number of serra in 1 Cm ^z
	10	Leaf length ^z
	11	Leaf width ^z
	12	Leaf color of upper side ^y
	13	Leaf color of lower side ^y
	14	Autumn color of upper side ^y
	15	Autumn color of lower side ^y
	16	Petiole length ^z
Flower	17	Number of stigma ^z
	18	Number of stamen ^z
	19	Number of petal ^z
	20	Number of sepal ^z
	21	Flower width ^z
	22	Pediceal length ^z
	23	Number of flowers per inflorescence ^z
	24	Inflorescence length ^z
	25	Inflorescence width ^z
Fruit	26	Fruit length ^z
	27	Fruit width ^z
	28	Fruit color ^y
	29	Number of seeds in fruit ^z
Seed	30	Seed length ^z
	31	Seed width ^z
	32	Seed color ^y

^zQuantitative characteristics.

^yQualitative characteristics.

임목특성에 관한 항목은 각 개체당 1회 측정하였으며 열 특성, 화기특성, 열매특성, 종자특성에 관한 항목은 각 개체의 수관 1/3 지점에 위치한 가지를 대상으로 개체 당 20회씩 측정 및 관찰하였다. 색과 관련한 항목은 RHS (Royal Horticulture Society) Color Chart를 대조하여 코드화 하였다(Table 2).

자료 분석

집단 간의 변이를 파악하기 위하여 각 집단에서 확인된 정성적 형질의 빈도분석을 통해 집단별 최대빈도 형질을 제시하고, 정량적 형질의 평균치를 분산분석을 수행하여 비교하였다. 또한, 질적형질의 통계적 분석을 위해 유사 질적형질로서 수치가 애매한 ‘수피의 색’, ‘잎의 색’, ‘단풍색’, ‘열매의 색’, ‘종자의 색’ 등 7가지 형질을 분석에서 제외하였으며, ‘수형’, ‘잎의 형태’, ‘엽선의 형태’, ‘엽저의 형태’ 등 4가지 질적형질을 대상으로는 한 가지 조사형질에서 나타난 모든 종류의 형태를 대상형질의 하위형질로 분배하여 해당 형질에 1, 나머지 형질은 0의 값을 주는 더미변수 수치화로 조정하였다. 수치화된 질적형질 행렬은 21가지 양적형질 행렬과 함께 표준화된 상관행렬을 이용한 주성분분석을 수행하여 고유값, 전체 변동에 대한 주성분의 기여도, 주성분내 각 형질의 기여도를 산출하였다. 군집분석은 주성분 득점치를 새로운 변량으로 하여 비가중평균결합법을 이용하여 수치도로 나타내었다. 이상의 모든 자료에 대한 통계분석은 SPSS ver. 17.0을 이용하였다.

결과 및 고찰

윤노리나무의 집단 간 변이폭 확인

측정된 형질들을 이용하여 분산분석을 수행한 결과 ‘수관의 폭’, ‘암술머리의 수’, ‘꽃받침의 수’를 제외한 18가지 형질이 5% 유의수준에서 집단 간의 차이가 인정되었다. 집단 간 차이가 인정되지 않은 ‘수관의 폭’ 항목은 집단 내에서도 매우 큰 편차를 나타내어 이러한 변이가 집단 간의 환경적, 유전적 요인이 아니라 개체간의 광 경쟁 또는 분지의 장애물에 의한 성장형의 변화인 것으로 사료되었다. ‘꽃받침의 수’는 조사대상 전 개체에서 5개로 확인되어 종내 변이가 없는 항목으로 확인되었다.

집단 간의 변이로 확인된 항목 중 임목특성과 관련된 형질인 ‘수고’의 경우 ‘괴산군 쌍곡계곡’ 집단이 가장 큰 경향을 나타내었으며, ‘남해군 금산’ 집단이 가장 작은 경향을 나타냈다. ‘분지의 수’는 ‘함양군 상림’ 집단이 가장 큰 경향을 ‘괴산군 쌍곡계곡’ 집단이 가장 작은 경향을 나타냈다. 수피의 색은 갈색 또는 회갈색

Table 3. Tree characteristics of *P. villosa* (Thunb.) Decne. var. *villosa*

Population		Quantitative characteristics			Qualitative characteristics	
		Tree 1 (m)	Tree 2 (m)	Tree 3 (ea)	Tree 4	Tree 5
Site 1	Average	4.6c ^z	2.85	1.5a	Erect type	Greyd-green group ^y 197B
	Range	2~6	1.5~5	1~3		
	Standard deviation	1.15	1.08	0.85		
Site 2	Average	3b	3.3	3.89b	Multiple stem type	Brown group N200B
	Range	2~4.5	2~5.5	1~7		
	Standard deviation	0.82	1.06	2.32		
Site 3	Average	2a	1.67	1.67a	Curved type	Brown group N200B
	Range	0.5~2.5	1~3	1~4		
	Standard deviation	0.77	0.75	1.21		
Site 4	Average	1.5a	3.30	3.3ab	Multiple stem type	Greyd-green group 190A
	Range	0.5~2.5	1~8	1~8		
	Standard deviation	0.62	2.67	2.67		
Site 5	Average	3.4b	2.75	2.2ab	Curved type	Greyd-green group 198A
	Range	2~5	1~7	1~5		
	Standard deviation	1.07	1.72	1.40		
Site 6	Average	3.32b	2.9	1.7a	Curved type	Greyd-green group 197B
	Range	1~5	0.5~5	1~4		
	Standard deviation	1.23	1.35	1.16		

^zDifferent letter indicate Duncan's multiple range test (significant at P < 0.05).

^yRHS Color chart group and code.

을 띠었으며 흰빛의 얼룩이 모든 개체에 존재하였다(Table 3).

잎과 관련된 형질은 '남해군 미조리상록수림' 집단이 전반적으로 큰 경향을 나타냈다. '잎의 형태'는 타원형과 도란형이 대부분이었으며, '엽선의 형태'는 점첨두와 예두, '엽저의 형태'는 예저의 형태를 보이는 경우가 많았다. '잎의 색'은 대부분 녹색 계열이었으나 '제주시 바리메오름' 집단의 경우 모든 개체가 노란색을 띠는 경향을 보였다. 윤노리나무는 적색, 또는 황색의 단풍이 아름다운 수종으로 가을철 단풍색의 변이는 조경수의 측면에서 주요한 항목이다. 단풍색을 조사한 결과 대부분의 집단에서 잎의 앞면, 뒷면의 단풍색의 차이가 있는 것이 확인되었으나, '남해군 미조리상록수림' 집단의 경우 앞·뒷면의 단풍색이 유사하게 황색을 띠는 경향을 나타내었다(Table 4).

하기특성의 확인결과 '암술머리의 수'는 대부분이 3개였으나 간혹 2개로 갈라지는 암술머리를 갖는 꽃도 관찰되었다. 반면 '수술의 수'는 7개에서 22개로 매우 다양하게 나타났다. '꽃잎의 수'는 대부분이 5개였으나 간혹 6개를 갖는 꽃도 관찰되었다. 조

경수로서 매우 중요한 항목인 꽃의 크기는 집단 간에 유의적 차이가 나타났다. '괴산군 쌍곡계곡' 집단의 경우 다른 집단에 비해 꽃의 직경이 작고 화서 당 꽃의 수가 많은 경향을 나타내었으며, '함양군 상림' 집단은 '화서의 길이', '화서의 폭' 모두 다른 집단보다 높게 나타나 크고 탐스러운 화서를 갖는 개체들로 구성되어 있었다(Table 5). 꽃의 크기나 화서의 크기는 조경수의 시각적 효과뿐만 아니라 화분매개자들의 방문을 유도하는 중요한 항목으로 차 후 임목육종에 이용할 수 있는 결과로 판단되었다(Jeffrey and Scott, 1996).

윤노리나무의 열매는 선명한 붉은빛을 띠어 가을철 단풍과 함께 아름다운 경관적 요소를 제공한다. 성숙한 열매의 크기는 '남해군 금산' 집단의 열매가 가장 작고 '제주시 바리메오름' 집단의 열매가 가장 큰 것으로 확인되었다. '열매 당 종자의 수'는 1~3개로 확인되었으며 '열매의 색'은 모두 선명한 적색을, '종자의 색'은 모두 갈색을 띠었다(Table 6).

조사 형질의 변이량 확인결과 집단의 특징으로 확인되는 형

Table 4. Leaf characteristics of *P. villosa* (Thunb.) Decne. var. *villosa*

Population		Quantitative characteristics				Qualitative characteristics						
		Leaf 9 (ea)	Leaf 10 (mm)	Leaf 11 (mm)	Leaf 16 (mm)	Leaf 6	Leaf 7	Leaf 8	Leaf 12	Leaf 13	Leaf 14	Leaf 15
Site 1	Average	6.48b ^z	64.31c	30.92b	6.8d							
	Range	4~10	43.8~86.1	13.5~46.7	2.2~14.7	Ovate form.	Acuminate.	Acute.	Green group ^y N137B	Yellow green group 147B	Greyed red group 178A	Greyed orange group 177C
	Standard deviation	0.9	8.88	5.99	2.38							
Site 2	Average	5.31a	66.38c	37.93d	8.47e							
	Range	3~8	27.9~89.9	24.9~64.2	4.3~18.3	Obovate form.	Acute.	Acute.	Green group 137A	Yellow green group 147B	Orange group 26A	Yellow orange group 22C
	Standard deviation	0.86	9.8	5.73	2.19							
Site 3	Average	5.13a	71.51d	40e	7.17d							
	Range	3~8	49.8~92.7	24.5~57.2	2.7~12.4	Obovate form.	Acuminate.	Acute.	Green group 137B	Green group 138B	Yellow orange group 23A	Yellow orange group 22B
	Standard deviation	0.95	8.78	5.52	1.58							
Site 4	Average	8.07d	47.86a	29.81ab	6.18c							
	Range	5~12	26.2~75.9	12.8~56.6	2.1~14.5	Ellipse form.	Acuminate.	Acute.	Green group 137B	Yellow green group 152B	Orange red group N34A	Red group 39B
	Standard deviation	1.27	10.84	7.2	2.09							
Site 5	Average	6.91c	60.27b	29.59a	4.85b							
	Range	5~10	29.7~98.9	15.5~43.8	1.7~8.9	Ellipse form.	Acuminate.	Cuneate.	Green group N137B	Green group N137B	Greyed orange group 171A	Greyed yellow group 161B
	Standard deviation	1.05	12.21	5.81	1.29							
Site 6	Average	8.88e	65.81c	32.43c	3.41a							
	Range	6~13	34.5~98.0	18.6~59.4	1.3~8.5	Obovate form.	Acute.	Acute.	Yellow green group 146A	Yellow green group 146C	Greyed orange group 163A	Greyed red group 179B
	Standard deviation	1.36	9.31	5.13	1.32							

^zDifferent letter indicate Duncan's multiple range test (significant at P<0.05).

^yRHS Color chart group and code.

Table 5. Flower characteristics of *P. villosa* (Thunb.) Decne. var. *villosa*

Population		Quantitative characteristics								
		Flower 17 (ea)	Flower 18 (ea)	Flower 19 (ea)	Flower 20 (ea)	Flower 21 (mm)	Flower 22 (mm)	Flower 23 (ea)	Flower 24 (mm)	Flower 25 (mm)
Site 1	Average	3.00	16.90d ^z	5.03b	5.00	7.74b	12.92ab	29.68c	31.9d	50.53c
	Range	3	12~22	5~6	5	5.4~10.1	5.7~27.7	11~60	20.0~59.7	28.6~91.8
	Standard deviation	0.00	2.14	0.18	0.00	0.80	4.05	9.83	5.52	9.85
Site 2	Average	3.00	15.05ab	5.00a	5.00	10.6d	14.81c	19.79b	42.14e	58.75d
	Range	3	11~17	5	5	10.0~11.6	5.4~29.0	5~41	23.0~68.7	15.6~87.0
	Standard deviation	0.00	1.67	0.00	0.00	0.34	4.98	7.67	9.39	14.88
Site 3	Average	3.00	15.60bc	5.00a	5.00	10.75b	14.57c	14.96a	36.74b	46.29b
	Range	3	11~19	5	5	9.7~11.9	7.2~23.7	10~30	27.1~48.2	38.1~59.7
	Standard deviation	0.00	1.71	0.00	0.00	0.41	4.19	2.32	4.11	4.44

Table 5. Continued

Population		Quantitative characteristics								
		Flower 17 (ea)	Flower 18 (ea)	Flower 19 (ea)	Flower 20 (ea)	Flower 21 (mm)	Flower 22 (mm)	Flower 23 (ea)	Flower 24 (mm)	Flower 25 (mm)
Site 4	Average	3.00	15.37a	5.00a	5.00	10.73a	14.61c	15.28a	36.04a	45.98b
	Range	3	11~20	5	5	10.0~11.9	5.4~33.2	10~21	22.7~47.0	32.7~58.2
	Standard deviation	0.00	1.49	0.00	0.00	0.40	4.31	2.48	4.39	5.05
Site 5	Average	3.00	14.51a	5.00a	5.00	11.27c	11.92a	14.71a	33.35d	43.70a
	Range	3	7~20	5	5	9.7~14.1	4.1~21.4	4~34	11.2~49.7	14.3~72.1
	Standard deviation	0.00	2.70	0.00	0.00	0.70	4.34	4.50	6.84	7.75
Site 6	Average	2.98	16.25cd	5.00a	5.00	11.73b	13.15b	14.42a	29.95c	45.24ab
	Range	2~3	11~19	5~6	5	7.5~17.2	3.7~25.4	4~30	16.9~48.0	22.9~67.6
	Standard deviation	0.15	1.92	0.07	0.00	1.33	4.52	4.95	5.83	9.23

^zDifferent letter indicate Duncan's multiple range test (significant at P < 0.05).

Table 6. Fruit & Seed characteristics of *P. villosa* (Thunb.) Decne. var. *villosa*

Population		Quantitative characteristics			Qualitative characteristics	Quantitative characteristics		Qualitative characteristics
		Fruit 26 (mm)	Fruit 27 (mm)	Fruit 28 (ea)	Fruit 29	Seed 30 (mm)	Seed 31 (mm)	Seed 32
Site 1	Average	8.07c ^z	6.23c	1.49b	Red group 42A ^y	4.42b	2.52b	Greyed orange group 166A
	Range	6.2~10.7	4.8~8.3	1~4		2.5~5.9	1.7~3.2	
	Standard deviation	0.85	0.70	0.67		0.47	0.30	
Site 2	Average	7.37ab	6.23c	1.09a	Orange red group 34A	5.27d	2.74b	Greyed orange group N170A
	Range	5.2~9	4.6~8	1~3		2.3~6.4	1.4~4.0	
	Standard deviation	0.74	0.63	0.32		0.51	0.50	
Site 3	Average	7.81bc	6.81d	1.33ab	Orange red group N34A	5.29d	2.53b	Greyed orange group 165A
	Range	6.7~9	5.8~8.8	1~3		4.4~6.1	1.9~3.5	
	Standard deviation	0.70	0.80	0.69		0.47	0.47	
Site 4	Average	7.15a	4.92a	1.1a	Red group 46B	3.58a	2.24a	Greyed orange group 165A
	Range	6~8.3	4~6	1~2		2.6~4	1.9~2.6	
	Standard deviation	0.69	0.48	0.31		0.33	0.20	
Site 5	Average	9.23d	5.68b	1.33ab	Red group 45A	3.74a	2.24a	Grey brown group N199B
	Range	7.9~12	4.5~6.3	1~3		3.1~4.6	1.9~2.6	
	Standard deviation	1.48	0.76	0.71		0.52	0.21	
Site 6	Average	9.97e	7.52e	1.26ab	Red group 42A	4.94c	2.71b	Greyed orange group 166A
	Range	8.2~12.9	5.6~9.4	1~3		3.1~6	1.9~3.4	
	Standard deviation	0.95	0.68	0.48		0.49	0.33	

^zDifferent letter indicate Duncan's multiple rang test (significant at P < 0.05).

^yRHS Color chart group and code.

질이 있는 반면 종의 특성 또는 개체의 특성으로 확인되는 항목이 구분되었다. 식물은 장기간 일정한 환경에 노출되면서 개체 간의 경쟁으로 적응과 도태로 인한 자연선택이 이루어지고, 그 결과 집단의 특성을 나타내게 된다. 이러한 특성은 임목의 경우 더욱 장기간에 걸쳐 이루어지기 때문에 형질이 안정적이고, 균일하여 육종에 이용가치가 높다. 본 연구결과 확인된 집단 또는 개체 특이적인 특성은 차 후 윤노리나무의 품종개발 및 이용에 있어 효율적인 선발을 가능하게 할 것으로 사료된다.

주성분분석

주성분 분석은 다변량으로 이루어진 자료로부터 특징적인

변수를 선별하여 가장 큰 분산을 나타내는 선형결합을 찾는으로써 원래 자료에서 나타나지 않은 결과를 해석할 수 있다. 이에 높은 설명력을 나타내는 주성분 내에서 주성분과 형질과의 상관계수를 확인하면 주요한 형질을 파악할 수 있다(Kang, 2005).

Cho *et al.* (2009)은 산딸기의 엽특성을 이용한 주성분 분석 결과 ‘엽병의 길이’, ‘엽신의 길이’, ‘주맥과 제1분지엽의 각’, ‘잎의 표면색’ 등의 형질이 미세 환경에 따른 표현형 변이를 나타내는데 기여도가 높았음을 확인하였으며, Hwang *et al.* (2010)은 다래 및 교잡종 다래의 꽃 형질 중 ‘화폭’, ‘화편의 색’, ‘화편의 길이’, ‘수술대의 수’ 등의 항목을 이용하여 토종다래와 교잡종 다래의 구분과 다래나무의 유연관계를 분석할 수 있는 중요한

Table 7. Eigenvector association to eigenvalue obtained from principal component

	Principle 1	Principle 2	Principle 3	Principle 4	Principle 5	Principle 6
Stem 1	.115	-.401	.317	.331	-.514	-.263
Stem 2	.012	.023	-.371	.663	-.312	-.028
Stem 3	.159	.360	-.490	.525	-.190	-.061
Stem 4	.288	.236	-.322	.420	.012	.398
Leaf 6	-.186	.834	.031	.039	-.138	-.017
Leaf 7	-.256	.335	.157	.478	-.133	.072
Leaf 8	.156	.111	.411	.072	.058	.721
Leaf 9	-.747	-.279	-.149	.131	.264	.014
Leaf 10	.260	.292	.753	.037	-.338	-.078
Leaf 11	.401	.643	.422	-.046	-.264	.089
Leaf 16	.764	.268	-.003	-.136	-.068	-.003
Flower 17	.387	-.566	.360	.214	.045	.318
Flower 18	.221	.321	.104	-.114	.001	-.275
Flower 19	-.680	.632	-.111	.001	.026	.050
Flower 20	.218	.006	-.313	-.442	-.335	.046
Flower 21	-.076	-.255	.104	.065	-.082	.433
Flower 22	.324	.194	-.057	-.205	.443	.453
Flower 23	.645	-.570	.207	.253	.160	-.194
Flower 24	.555	.405	-.207	.079	.490	-.257
Flower 25	.603	.080	.088	.485	.492	-.187
Fruit 26	-.659	-.173	.441	.250	.272	-.008
Fruit 27	-.481	.200	.679	.160	.179	-.079
Fruit 29	.178	-.512	.148	-.257	-.073	-.230
Seed 30	.216	.647	.235	-.224	.000	-.085
Seed 31	-.022	.397	.266	-.007	.281	-.420
Eigenvalue	4.422	4.039	2.694	2.072	1.712	1.650
Proportion	0.176	0.168	0.112	0.086	0.071	0.069
Cumulative (%)	17.58	34.41	45.64	54.27	61.41	68.28

형질인 것을 제안하였다. 본 연구에서 조사된 형질이 매우 다양하고 광범위하므로 그 관계의 양상을 알아보기 위해 통계 분석 시 각각의 차이를 명확하게 반영할 수 없는 색상을 나타내는 형질을 제외하고 주성분 분석을 수행하였다. 주성분 수의 채택은 고유값 1.5 이상을 기준으로 하였으며, 본 연구에서는 6가지 주성분이 전체 분산에 대한 68.28%의 설명력을 나타내었다. 주성분과 형태적 특성간의 상관계수를 확인한 결과, 제1주성분에서는 ‘엽병의 길이’(0.764)가 가장 높은 상관관계를 보였으며, 그 외에 화서와 관련된 항목이 전반적으로 높은 정의 상관을 나타냈다. 제2주성분의 경우 ‘잎의 형태’(0.834), ‘종자의 길이’(0.647), ‘잎의 폭’(0.643), ‘암술머리의 수’(0.632) 등의 항목에서 높은 상관계수를 보여 특정 형질그룹이 경향성을 나타내지는 않았다. 제3주성분의 경우 ‘잎의 길이와 폭’(0.753, 0.422), ‘과실의 폭’(0.679)이 높은 정의 상관을 보였으며, 제4주성분에서는 ‘수관의 폭’(0.663), ‘분지의 수’(0.525), ‘생장습성’(0.420) 등 줄기와 관련된 항목이 높은 경향을 보였다. 제5주성분은 ‘화서의 길이와 폭’(0.490, 0.492), 제6주성분은 ‘엽저의 모양’(0.721)형질이 각각 높은 정의 상관을 나타내는 것으로 확인되었다(Table 7).

윤노리나무의 25가지 형태적 특성을 이용한 주성분 분석 결과 비교적 많은 수의 주성분이 채택된 것으로 보아 본 연구에서 설정한 매우 광범위한 다변량 형질들은 주성분 분석기법을 이용한 자료의 축소가 어려운 것으로 사료된다. 또한, 각 성분별로 다양한 형질이 높은 상관계수를 나타내었으며 도출된 형질간의 큰 경향성이 나타나지는 않았으므로 축소된 주성분을 이용한 자료의 해석은 효율적이지 않은 것으로 확인되었다.

군집분석

본 연구에서는 각 형질간의 산포도나 측정단위의 차이를 표

준화하여 군집분석을 수행하고자 주성분분석으로 계산된 득점치를 새로운 변량으로 하여 분석하였다. 분석 결과 ‘괴산군 쌍곡계곡’ 집단이 나머지 집단들과 가장 이질적인 것으로 확인되었다. 나머지 다섯 집단은 상대적으로 광량이 많고 평지에 가까운 환경에서 성장하고 있는 ‘남해군 미조리상록수림’ 집단과 ‘함양군 상림’ 집단이 가깝게 유집되었으며, ‘남해군 금산’ 집단, ‘진도 침찰산’ 집단, ‘제주시 바리메오름’ 집단이 하나의 소그룹을 이루었다(Fig. 2).

‘괴산군 쌍곡계곡’ 집단의 경우 윤노리나무의 주요 분포구역인 남부지역 외의 자생지로, 이러한 지리적인 원인이 표현형의 이질성으로 이어진 것으로 생각된다(Ellstrand, 1992; Kim and Kim, 2011). 반면 지리적으로 가장 가까운 거리에 위치한 ‘남해군 금산’ 집단과 ‘남해군 미조리상록수림’ 집단의 경우 두 집단간의 고도 차이에서 오는 미기후의 영향으로 상이한 표현형을 나타냈으며, 본 연구에서의 군집분석 결과 다른 그룹에 속하였다(Crawford, 1990).

적 요

국내에 분포하는 윤노리나무의 형태적 특징과 변이를 조사하기 위하여 6곳의 윤노리나무 집단을 대상으로 실험을 수행하였다. 분산분석 수행결과 21가지 정량적 형질 중 18가지 형질에서 집단 간에 유의한 차이를 나타내는 것으로 확인되었다. 주성분 분석 결과, 6가지의 주성분이 전체 분산에 대하여 68.28%의 설명력을 갖는 것으로 확인되었다. 제1주성분은 ‘엽병의 길이’(0.764), 제2주성분은 ‘잎의 형태’(0.834), 제3주성분은 ‘잎의 길이’(0.753), 제4주성분은 ‘수관의 폭’(0.663), 제5주성분은 ‘화서의 폭’(0.492), 제6주성분은 ‘엽저의 모양’의 특성이 높은 기

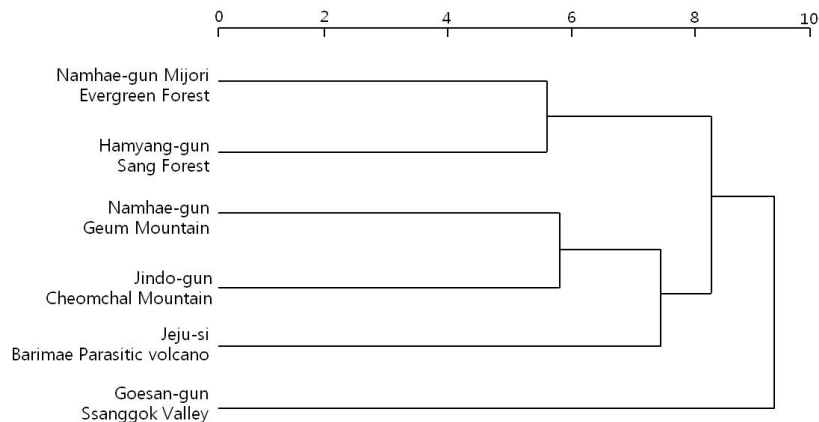


Fig. 2. Dendrogram for cluster analysis of six populations in *P. villosa* (Thunb.) Decne. var. *villosa*.

여도를 나타냈다. 군집분석을 수행한 결과 ‘괴산군 쌍곡계곡’ 집단이 이질적인 집단으로 확인되었다. 나머지 집단들은 ‘남해군 미조리상록수림’ 집단과 ‘함양군 상림’ 집단이 가깝게 유집되었으며, ‘남해군 금산’ 집단, ‘진도 침찰산’ 집단, ‘제주시 바리메오름’ 집단이 하나의 소그룹을 이루었다.

사 사

본 논문은 2012년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

References

- Ahn, Y.S., S.H. Kim, H.K. Jung, Y.S. Jang, Y.C. Choi and K.I. Oh. 2002. The variation of leaf characters among natural populations of *Kalopanax septemlobus* Koidz. J. Korean For. Soc. 91:755-764.
- Calagari, M., A.R. Modirrahmati and F. Asadi. 2006. Morphological variation in leaf traits of *Populus euphratica* Oliv. natural populations. Int. J. Agric. Biol. 6:754-758.
- Choi, G.J. 2002. International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV) and Its 1991 Convention. Korea J. Hort. Sci. Technol. 20:151-159 (in Korean).
- Choi, C.M., M.K. Huh, S.H. Kim, K.J. Cho and C. Kang. 2009. Phenetic variability in leaf morphological characteristics of the Korean *Rubus crataegifolius* populations. Jour. Life Sci. 19(10):1382-1388 (in Korean).
- Crawford, D.J. 1990. Plant Molecular Systematics. Macromolecular Approaches. John Wiley & Sons, NY (USA). pp. 388.
- Goddard, R.E. and R.K. Strickland. 1962. Geographic variation in wood specific gravity of slash pine. Tappi. 45(7):606-608.
- Ellstrand, N.C. 1992. Gene flow among seed plant populations. New Forests. 6:241-256.
- Goodall-Copestake, W.P., M.L. Hollingsworth, P.M. Hollingsworth, G.L. Jenkins and E. Collin. 2005. Molecular markers and *ex situ* conservation of the European elms (*Ulmus* spp.). Biol. Conserv. 122:537-546.
- Hwang S.I., Y.S. Jang, M.J. Kim, S.H. Kim and Y. Park. 2010. Flower morphological characteristics and genetic relationships of *Actinidia arguta* and hybrid kiwi. Korea J. Apiculture. 25:291-297 (in Korean).
- Jang, H.M. 2001. Study on national framework for conservation and management of Korean plant variety. Korea Research Inst. Biosci. Biotechnol. Research Report. pp. 58-94 (in Korean).
- Jeffrey, K.C. and R. Scott. 1996. Effects of flower size and number on pollinator visitation to wild radish, *Raphanus raphanistrum*. Oecologia. 105:509-516.
- Ju, R.W., B.H. Jeong, H.S. Jeon, U.G. Kim and O.J. Kim. 2001. Implementation Assessment of WTO Agricultural Agreement and its Impacts on Non - Timber Forest Products Markets. Jour. Korean For. Soc. 90:373-379 (in Korean).
- Kim, E.B., G.J. Choi, J.H. Woo and J.S. Sin. 2000. Protection System for New Plant Varieties. Korea Seed & Variety Service 19:1-21 (in Korean).
- Kim, S.H., H.G. Chung, Y.S. Jang, J.G. Han, H.S. Seo and I.H. Park. 2006. Flowering characteristics and genetic relationships analysis of honey plants, the genus sorbus. Korea J. Apiculture. 21(12):1-6 (in Korean).
- Lee, H.J., D. Ahn, E.B. Lee, T.G. Lee and K. Kim. 2013. Phenolic components from the fruits of *Pourthiaea villosa*. Korea J. Pharmacognosy. 44(1):16-21.
- Mergen, F. 1960. Variation and heritability of physiological and morphological traits in Norway spruce. 5th World Forestry Congress. pp. 3.
- Park, H.S., U. Lee and M.S. Jeong. 2008. Classification of *Chionanthus retusa* for flower morphological characteristics. Korea J. Apiculture. 23:133-137 (in Korean).
- Park, Y.H. 2007. Analysis of a cross-cutting issue, ‘Access to Genetic Resources and Benefit-Sharing’ of the conference of the parties to the convention on biological diversity. Jour. Environ. policy. 6:54-55 (in Korean).
- Sneath, P.H.A and R.R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy. W.H. Freeman, SF (USA). pp. 216.
- UPOV. 2001. New General Introduction to the Assessment of Distinctness, Uniformity and Stability in New Varieties of Plants. UPOV. Administrative and Legal Committee/43/4.
- 강병서. 2005. SPSS를 활용한 다변량 통계학. 한경사. pp. 369-487.
- 김진석과 김태영. 2011. 한국의 나무. 돌베개. p. 388.
- 이정석, 이계한, 오찬진. 2010. 새로운 한국수목 대백과도감 上. p. 462.
- 이창복. 1986. 신고수목학. 향문사. p. 212.
- 이창복. 2003. 원색 대한식물도감 上. 향문사. p. 577.

(Received 16 June 2014 ; Revised 31 July 2014 ; Accepted 1 September 2014)