

산딸나무(*Cornus kousa*) 風媒次代の 發芽, 生長 및 葉型 變異

송정호* · 구영본 · 한심희 · 양병훈 · 박형순

국립산림과학원 산림유전자원부

The Variation of Germination, Growth and Leaf Form of Open-Pollinated Progenies of *Cornus kousa* Buerger ex Miquel in Korea

Jeong-Ho Song*, Young-Bon Goo, Sim-Hee Han, Byeung-Hoon Yang and Hyung-Soon Park

Division of Forest Genetic Resources, Korea Forestry Research Institute, Suwon 440-350, Korea

요 약: 본 연구는 국내 자생 산딸나무 수종의 유전자원 보존 전략 수립을 위해 5개 집단의 지리적 위치에 따른 품매차대 109가계의 포지에서 12가지 양적특성(생장 및 엽형) 변이를 조사하고 다변량분석을 실시하였다. Nested design에 의한 분산분석 결과 12가지 양적특성 모두에서 집단간 및 집단 내 가계 간에 유의적인 차이를 보였으며, 엽맥수와 상1/3폭·하1/3폭 특성은 총분산 가운데 집단이 차지하는 비율이, 다른 모든 형질들은 집단 내 가계가 차지하는 비율이 높은 것으로 나타났다. 12가지 양적특성들에 대한 집단간 유연관계는 거리지수 0.8에서 크게 3그룹으로 나뉘었으며, 유집군의 유형은 제2주성분까지가 전체 변이의 91.9%를 설명하였다. 각 인자별 기여도에 있어서는 제1주성분에서 최대엽폭, 엽맥수, 엽신/엽병길이 및 상1/3폭·하1/3폭 인자가, 제2주성분에서 수고, 근원경, 엽신, 상1/3폭, 엽병길이 및 엽병길이/엽맥수 인자가 높은 기여도를 나타냈다. 산딸나무 집단의 지리적 분포에 따른 경향은 나타나지 않았다.

Abstract: A nursery trial comprising 109 progenies of 5 populations of *Cornus kousa* was analysed using multivariate analysis of 12 quantitative traits (growth and leaf form). The aim of this study was to examine geographic variation of the species based on the single, existing nursery trial to support a genetic resource conservation plan of *Cornus kousa* in Korea. Nested Anova showed that there were statistically significant differences among populations as well as among families within populations in all 12 quantitative traits. In 10 of 12 traits, variance components among families within populations were higher than those among populations. Cluster analysis using complete linkage method showed three groups to Euclidean distance 0.8. Among principal components, primary 2 principal components appeared to be major variables because of the loading contribution of 91.9%. The first contribution component was maximum width, vein number, blade length/petiole length and upper 1/3 width · lower 1/3 width; the second one was height, diameter at root collar, blade length, upper 1/3 width, petiole length and petiole length/vein number, respectively. But all characters showed no significant difference with the pattern of geographic distribution.

Key words : *Cornus kousa*, quantitative traits, multivariate analysis

서 론

세계적으로 층층나무속(*Cornus*) 식물은 북반구의 온대 지역을 중심으로 약 50~60종이 보고되고 있으며(Fan and Xiang, 2005), 국내에는 산딸나무(*Cornus kousa* Buerger ex Miquel)를 비롯하여 산수유(*C. officinalis* Siebold. et Zucc.), 흰말채나무(*C. alba* L.), 말채나무(*C. walteri* Wan-

gerin), 곰의말채나무(*C. macrophylla* Wall.) 및 층층나무(*C. controversa* Hensl. ex Prain) 등 7종이 분포하고 있다(이영로, 1996). 이들 수종들은 오랫동안 우리나라의 환경 변화에 적응한 생태적으로 안정된 수종으로서 밀원자원 뿐만 아니라 그들의 수형, 꽃 등의 조경적 가치를 고려할 때 경관 활엽수로도 훌륭한 자원으로 개발될 것으로 예상된다.

이중 산딸나무(Korean or Japanese Dogwood)는 관상가치는 물론 열매의 식용 및 목재의이용가치가 매우 높아 급후 재배종으로서의 개발은 물론 새로운 품종으로 육종

*Corresponding author
E-mail: SJH8312@foa.go.kr

Table 1. Location information for the population collection sites of *C. kousa*.

	Population	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Number of parents
1	Mt. Kaya	36° 43' 21"	126° 37' 17"	223	22
2	Mt. Duckyu	35° 51' 21"	127° 48' 09"	950	25
3	Mt. Mani	37° 36' 40"	126° 25' 47"	252	20
4	Mt. Baekun	35° 03' 56"	127° 38' 44"	650	22
5	Mt. Halla	33° 22' 25"	126° 37' 38"	911	20

가능성이 크게 기대되는 대표적인 자생수종이다(Vareed *et al.*, 2005). 주로 중부 이남의 산야에서 자생하는 낙엽활엽교목으로 수고 12 m, 직경 50 cm에 달하며, 수직적으로는 제주도 한라산의 표고 1,800 m지점까지 자란다. 생육 환경은 토심이 깊고 토양이 비옥 적운한 곳에서 생장이 좋고 건조에는 약하지만 내한성이 강해 노지에서 월동하고 16~30°C에서 잘 자란다(이영로, 1996). 미국에서는 산딸나무의 육종목표를 붉은 꽃포 품종과 수양형 품종에 두고 있는데, 미국에서 꽃이 붉은 색인 미국 산딸나무는 탄저병에 약하여 거의 이용되지 않고 있는 대신에 탄저병에 문제가 없는 우리나라 산딸나무를 도입하여 새로운 품종을 개발하는 추세에 있다(Vareed 등, 2005). 지금까지 우리나라에 자생하는 산딸나무는 외국에 유출되어 서양 산딸나무와 교잡되어 신품종 육성이 활발한 실정으로 90여 품종이 개발되어 이용되고 있다(Shim, 1994). 이처럼 우리가 가지고 있는 가치 있는 산림유전자원을 제대로 관리하지 못하여 해외로 유출되어 역수입될 수밖에 없는 경우가 많으므로 산림유전자원 관리를 위한 시스템 확립이 절실하다.

특히, 최근 들어 유전자원의 보존과 자생식물에 대한 관심이 높아지면서 생명공학산업의 중요성과 함께 육종소재로서 유전자원의 중요성이 강력히 대두되고 있다(Malavasi and Malavasi, 2003; Caver *et al.*, 2004). 우리나라의 전국 산야에는 개발가치가 높은 자생식물들이 다양하게 분포하고 있어 이들 자원들의 활용 가치를 극대화하기 위해서는 생태적 특성 등 유전정보의 수집·분석을 통한 유전자원 정보관리시스템 구축은 물론 다양한 유용자원의 발굴을 통한 유전자원의 확보 및 안정적 보존 방안이 절실하다. 이러한 관리 방안을 마련하기 위해서는 우선 목적이 되는 대상을 분명히 해야 하며 어떤 종(개체, 집단, 생태계 등)을 어떠한 방법으로 보존할 것 인가를 결정해야 한다. 또한 종간, 종내 유전변이의 특성과 이에 관여하는 생물학적, 생태적 기작 등을 파악하는 것이 대단히 중요하다(Caver *et al.*, 2004; Goodall-Copestake *et al.*, 2005).

본 연구는 우리나라에 자생하는 산딸나무 수종의 유전자원 보존 전략 수립을 위하여 5개 집단의 지리적 위치에 따른 품매차대의 발아특성 및 포지에서의 성장과 엽형변

이를 다변량분석을 이용해 분석하였다.

재료 및 방법

공시재료는 산딸나무가 자생하는 한라산 등 5개 집단에서 생장, 수형, 건강도 및 결실이 양호한 성목을 집단당 20~25개체 총 111본을 대상으로 2004년 9~10월에 진분홍색으로 변한 열매를 채취하여 사용하였다(Table 1). 채취된 열매는 집단 당 개체별로 20개씩 임의로 선발하여 열매 당 종자 수, 100립 당 종자무게, 종자 길이 및 폭을 각각 조사하였다. 수선하여 정선된 종자는 발아촉진을 위하여 2004년 12월에 노천매장(cold stratification) 하였다가 다음해 4월에 비가림온실에서 육묘상자(0.2 m²)에 집단당 개체별로 50립 4반복 파종하였다. 상토는 피트모스, 펄라이트, 모래를 각각 1:1:1 (v:v:v)로 혼합한 배합토를 이용하였다.

발아율은 파종 후 일별로 발아된 종자의 수로 계산하였다. 실험묘는 발아된 종자의 엽수가 자엽을 포함해 3~4장이 형성되었을 때(유묘길이: 7~8 cm 정도)인 6월 초에 시험포지에 집단당 개체별로 m²당 16본씩 완전임의배치법(Completely randomized design)으로 이식하였다. 생장이

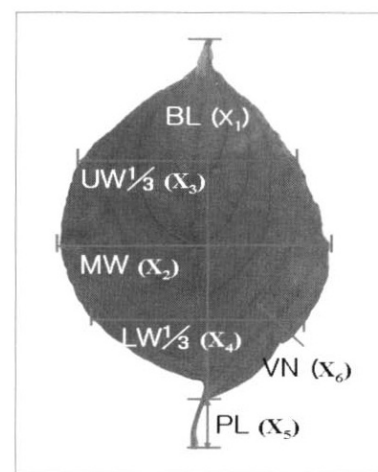


Figure 1. Diagram of *C. kousa* leaf showing the characters measured.

BL: Blade length(cm), MW: Maximum width(cm), UW 1/3: Upper 1/3 width(cm), LW: Lower 1/3 width(cm), PL: Petiole length(cm), and VN: Vein number(ea).

완료된 이후인 10월에 수고와 근원경을 집단당 가계별로 전수 조사하였으며, 생존율도 함께 조사하였다. 이때 각 집단당 가계별로 20본의 개체목에서 성엽 5개씩을 채취한 후 Figure 1에서 보는 바와 같이 엽신장, 최대엽폭, 엽병길이 및 엽맥수 특성을 조사한 후 그 값을 이용하여 엽신/최대엽폭, 엽신/엽병길이, 엽병길이/엽맥수, 상 $\frac{1}{3}$ 폭·하 $\frac{1}{3}$ 폭에 대한 형상비를 계산하여 엽 특성 분석에 이용하였다(Figure 1).

자료분석은 SAS/STAT(ver. 6.12; SAS Institute Inc. 1996) 프로그램을 이용하여 집단간 및 집단 내 가계간 유의성에 대해 Nested design에 의한 분산분석을 실시하였으며, 집단간의 유연관계는 유집분석(Complete linkage cluster analysis)을, 재 특성에 대한 유집군의 유형은 주성분분석(Principal component analysis)을 적용하였다.

결과 및 고찰

1. 종자 특성

종자 특성에 대한 집단별 평균값은 열매당 종자수, 100립당 무게, 종자길이와 폭이 각각 4.55개, 3.83 g, 5.11 mm와 3.33 mm로 나타났다(Table 2). 한라산집단의 경우 종자의 길이와 폭 특성은 각각 5.41 mm와 3.45 mm로 가장 우수하였지만 열매당 종자수는 2.3개로 제일 작은 특성을 보였다. 반면 가야산 집단은 종자 특성도 우수하고 열매당 종자수도 가장 많은 것으로 나타나 지리적 분포에 따른 많은 차이를 보였다.

2. 발아 특성

산딸나무 종자는 대체적으로 과종 15일후부터 한라산 집단에서부터 발아되기 시작하여 과종 25일이 경과한 후에는 전체 발아분수의 75% 이상이 이루어졌다(Figure 2). 집단간에는 한라산과 마니산집단이 각각 47.2%와 39.8%로 높은 발아율을 보였으며, 가야산과 덕유산집단은 각각 3.5%와 0.2%를 나타내 집단간에 유의한 차이를 보였다(Figure 3). 집단별 가계 간에는 마니산집단이 95.0%, 한라산 85.0%, 백운산 36.4%, 가야산 18.2%, 덕유산 8.0%만

Table 2. Average values for seed traits in 5 populations of *C. kousa*.

Pop.	No. of seed per fruit (ea)	Weight of 100 seeds (g)	Seed length (mm)	Seed width (mm)
1	5.58	4.31	5.21	3.24
2	4.98	3.45	4.91	3.26
3	4.29	3.82	5.29	3.42
4	4.05	2.91	4.63	3.11
5	2.30	4.20	5.41	3.45
Mean	4.55	3.83	5.11	3.33

Pop. 1~5: As in Table 1.

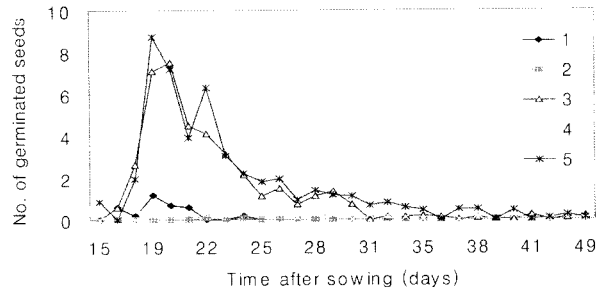


Figure 2. Temporal variation of the number of seed germination in 5 populations of *C. kousa*. 1~5 in legend mean populations as the same Table 1.

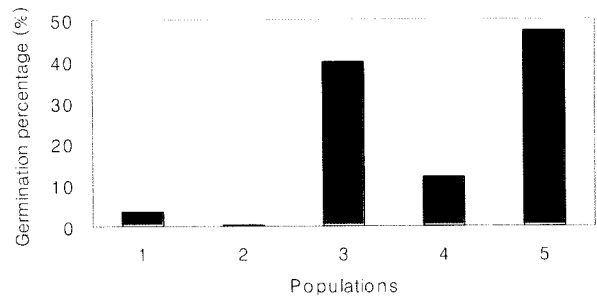


Figure 3. Comparisons of the percentage of seed germination of 5 populations of *C. kousa*. 1~5: As in Table 1.

이 발아되었으며, 가계 내에 있어서도 0~91%까지 많은 활력 차이를 나타냈다. 또한 발아율과 종자특성들 상호간에는 종자폭 특성에서만 높은 정의상관($r=0.99^{**}$)을 나타내 종자폭이 클수록 발아율이 높은 경향을 보였다.

종자 활력은 수확 이전의 요인으로 계절적 변화 특히, 강수량과 평균 일조시간 등에 많은 영향을 받는 것으로 보고되고 있으며(Zobel and Talbert, 1984; Hölzel and Otte, 2004), 산딸나무의 경우 산생하는 분포특성 때문에 집단간 및 집단 내 가계 간에 많은 활력 차이를 보인 것으로 판단된다. 임업연구원(1994)에서 발행된 임목표준품질표에 따르면 산딸나무는 52% 정도의 발아율을 보이는 것으로 보고되고 있어 본 연구의 결과에서 발아율이 다소 낮은 것으로 나타났다.

3. 성장 특성

산딸나무 집단의 지리적 위치에 따른 품매차대의 포지 성장 및 생존율은 집단간 및 집단내의 가계 간에 고도의 유의차가 인정되었다(Table 3). 평균생존율은 73.0%로 나타났으며, 1년에 수고 44.5 cm, 근원경 7.8 mm 정도 성장하는 것으로 나타났다. 집단간에는 백운산집단이 생존율 76.9%, 수고 48.0 cm, 근원경 8.9 mm로 가장 우수하였으며, 마니산 집단이 각각 69.8%, 39.0 cm, 6.8 mm로 형질이 가장 저조하였다. 성장특성에 대한 변이계수 값은 20% 이상의 높은 값을 나타냈다. 또한 동일한 층층나무 속 수종들의 포지에서의 수고와 근원경 생장은 각각 말채나무

Table 3. Average values for survival rate and growth traits of 4 populations of *C. kousa*.

Pop.	Survival rate (%) \pm S.D.	Height (cm)		Diameter at root collar (mm)	
		Mean \pm S.D.	C.V. (%)	Mean \pm S.D.	C.V. (%)
1	72.2 \pm 15.7	46.4 ^{A**} \pm 14.8	31.8	7.1 ^{BC} \pm 1.8	23.9
3	69.8 \pm 14.5	39.0 ^B \pm 14.4	36.9	6.8 ^C \pm 2.2	36.9
4	76.9 \pm 20.2	48.0 ^A \pm 13.6	28.3	8.9 ^A \pm 2.4	28.3
5	73.2 \pm 13.1	44.6 ^{AB} \pm 21.7	48.8	8.3 ^{AB} \pm 2.2	26.8
Mean	73.0 \pm 14.5	44.5 \pm 16.1	36.2	7.8 \pm 2.2	28.2

Pop. 1~5: As in Table 1.

** : Different letters indicate Duncan's multiple range tests (Significant at $p < 0.01$).

Table 4. Average values for leaf morphological traits in 4 populations of *C. kousa*.

Pop.	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_1/X_2	X_1/X_5	X_5/X_6	X_3/X_4
1	6.5 ^{B**} (13.9)	3.5 ^A (19.2)	2.7 ^A (24.9)	1.7 ^B (22.2)	0.25 ^C (50.6)	4.6 ^A (10.9)	1.9 ^B (13.5)	29.3 ^B (36.8)	0.06 ^B (53.1)	1.7 ^A (26.9)
3	6.3 ^{BC} (19.1)	3.5 ^A (57.9)	2.6 ^{AB} (40.8)	1.7 ^B (52.3)	0.23 ^D (48.8)	4.1 ^C (11.3)	1.9 ^B (20.5)	32.4 ^A (46.9)	0.06 ^B (46.7)	1.6 ^A (34.4)
4	7.0 ^A (18.9)	3.6 ^A (26.1)	2.7 ^A (28.7)	1.8 ^B (30.7)	0.31 ^A (38.0)	4.2 ^B (9.9)	2.0 ^A (20.0)	25.7 ^C (43.7)	0.08 ^A (39.1)	1.6 ^A (34.6)
5	5.9 ^C (17.3)	3.0 ^B (40.5)	2.5 ^B (40.4)	2.0 ^A (33.2)	0.28 ^B (30.3)	3.9 ^D (11.5)	2.0 ^A (18.4)	22.9 ^D (32.2)	0.07 ^A (34.2)	1.3 ^B (36.5)
Mean	6.4 (17.3)	3.4 (35.9)	2.6 (33.7)	1.8 (34.6)	0.3 (41.9)	4.2 (10.9)	2.0 (18.1)	27.6 (39.9)	0.07 (43.3)	1.5 (33.1)

Pop., X_1 ~ X_6 and (): As in Table 1, Figure 1 and Coefficient of variation, respectively.

** : Different letters indicate Duncan's multiple range tests (Significant at $p < 0.01$).

51.7 cm, 7.7 mm, 층층나무 50.4 cm, 7.5 mm, 곰의말채 49.4 cm, 7.8 mm로 나타나 산딸나무가 이들 수종들과 비교해 근원경 생장은 비슷한 경향을 보였지만 수고생장에서 다소 저조한 것으로 나타났다. 그러나 김종진(2000)이 보고한 말채나무와 층층나무의 수고와 근원경 생장 각각 25 cm와 2.9 mm, 31.4 cm와 3.4 mm 보다는 우수한 것으로 나타났다.

4. 엽 특성

엽의 형태적 특성을 조사한 결과 대부분 엽형(leaf form)은 난형(ovate)으로 나타났으며, 엽선(leaf apex)은 점첨두(acuminate), 엽저(leaf base)는 원형, 엽연(leaf margin)의 모양은 전연(entire)으로 약간의 파상무늬를 보였다(Figure 1).

집단평균을 살펴보면 엽신장은 전체평균이 6.4 cm이고 5.9~7.0 cm 범위, 최대엽폭은 전체평균이 3.4 cm이고 3.0~3.6 cm 범위, 상 $\frac{1}{3}$ 폭은 전체평균이 2.6 cm이고 2.5~2.7 cm 범위, 하 $\frac{1}{3}$ 폭은 전체평균이 1.8 cm이고 1.7~2.0 cm 범위, 엽병길이는 전체평균이 0.30 cm이고 0.23~0.31 cm 범위, 엽맥수는 전체평균이 4.2 cm이고 3.9~4.6 cm 범위, 엽신/최대엽폭은 전체평균이 2.0 cm이고 1.9~2.0 cm 범위, 엽신/엽병길이는 전체평균이 27.6 cm이고 22.9~32.4 cm 범위, 엽병길이/엽맥수는 전체평균이 0.07 cm이고 0.06~0.08 cm 범위, 상 $\frac{1}{3}$ 폭·하 $\frac{1}{3}$ 폭은 전체평균이 1.5 cm이고 1.3~1.7 cm 범위까지 다양하였다(Table 4). 대체적으로 엽형질 중

엽신, 최대엽폭, 상 $\frac{1}{3}$ 폭, 엽병길이, 엽신/최대엽폭, 엽병길이/엽맥수 특성은 백운산집단이 가장 큰 반면 엽신, 최대엽폭, 상 $\frac{1}{3}$ 폭, 엽맥수, 엽신/엽병길이, 상 $\frac{1}{3}$ 폭·하 $\frac{1}{3}$ 폭 특성은 한라산집단이 가장 작은 특성을 보였다. 변이계수 값은 엽신, 엽맥수, 엽신/최대엽폭 특성들이 20% 내외의 값을 보였으며, 나머지 형질들은 30% 이상의 높은 값을 나타냈다.

제 특성들에 대한 상관분석 결과 엽신은 상 $\frac{1}{3}$ 폭과 ($r=0.96^*$), 엽맥수는 엽병길이($r=0.96^*$)와 각각 정의상관을, 상 $\frac{1}{3}$ 폭·하 $\frac{1}{3}$ 폭은 최대엽폭($r=0.98^*$)과는 정의상관을 하 $\frac{1}{3}$ 폭과($r=-0.96^*$)는 부의상관을 나타내었으며 다른 형질 특성에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Park *et al.*(2005)에 의하면 산딸나무 7개 집단에서 성숙목의 엽형은 엽신, 최대엽폭, 엽병길이 및 좌(우) 엽맥수가 각각 평균 7.3 cm, 4.1 cm, 0.6 cm 및 4.2(4.3)개로 나타났으며, 대체적으로 지리산집단이 엽신, 최대엽폭, 좌(우)엽맥수 형질들이 가장 큰 반면 한라산집단은 엽병길이 특성을 제외한 나머지 형질들이 제일 작은 것으로 보고된 바 있다. 또한 이들 특성들의 변이계수 값은 엽폭과 엽병길이 특성에서만 20% 이상의 높은 변이 값을 보인다고 하였다. 이는 본 연구의 품매차대 결과와 비교해 엽맥수 특성을 제외한 나머지 특성들에서 다소 큰 값을 보였으나 변이계수 값에서는 유사한 경향을 보였다. 또한 심경구 등(2004)이 산딸나무 조생종 품종에서 보고한 엽

Table 5. Summary of Nested analysis of variance for growth and leaf morphological traits in *C. kousa*.

Variable	Mean square			Variance component(%)		
	AP	AFWP	Error	AP	AFWP	Error
Height	2019.9**	1072.2**	246.8	2.4	22.1	75.5
DRC	127.6**	19.3**	3.7	15.7	22.9	61.4
X ₁	96.3**	25.3**	4.5	2.5	7.7	89.8
X ₂	53.6**	15.4**	2.2	2.7	9.8	87.5
X ₃	4.2**	10.5**	0.8	0.1	18.2	81.7
X ₄	17.1**	7.5**	0.2	4.2	36.1	59.7
X ₅	0.74**	0.10**	0.01	9.9	14.3	75.8
X ₆	21.4**	1.1**	0.2	15.3	7.0	77.7
X ₁ /X ₂	3.3**	1.2**	0.4	0.9	3.5	95.6
X ₁ /X ₃	17251.0**	2082.0**	187.4	11.1	13.9	75.0
X ₃ /X ₆	0.06**	0.01**	0.01	12.2	13.0	74.8
X ₃ /X ₄	14.9**	1.2**	0.2	9.0	6.5	84.5

AP: Among populations, AFWP: Among families within populations, **: significant at p<0.01, DRC: Diameter at root collar. X₁~X₆: As in Figure 1.

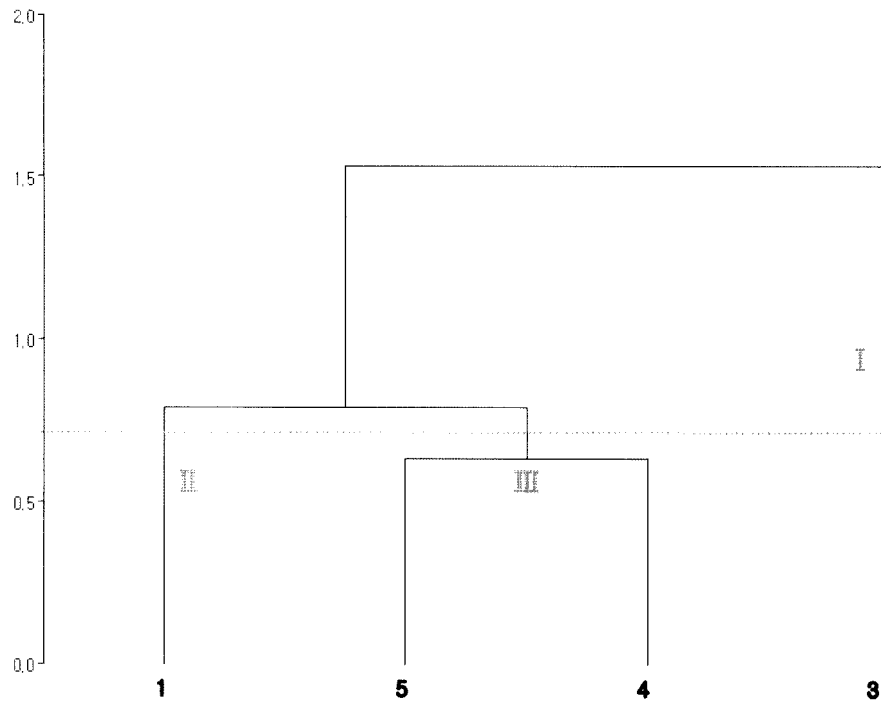


Figure 4. Dendrogram by complete linkage method using growth and leaf characters for *C. kousa*. 1~5: As in Table 1.

신(6.7~7.5 cm), 엽폭(5.0~5.3 cm), 엽신/엽폭(1.3~1.5), 엽병길이(0.7~1.2 cm) 특성에 비해 제 특성들이 비교적 작으며, 엽폭에 비해 엽신이 더 긴 것으로 나타났다.

5. 다변량분석

12가지 양적특성들에 대한 Nested 분산분석을 실시한 결과는 모든 항목에서 집단간 및 집단 내 가계 간에 통계적인 유의성이 인정되었다(Table 5). 분석결과 엽맥수와 상½폭·하½폭 특성은 총분산 가운데 집단이 차지하는 비율이, 다른 모든 형질들은 집단 내 가계가 차지하는 비율이 높은 것으로 나타났다.

일반적으로 생장 특성이나 형태적 특성은 환경 인자에 의한 영향을 많이 받는 것으로 보고되고 있는데(Crawford, 1990; 이석우, 1997), 본 연구에서는 대부분 집단간보다는 집단 내 가계 간 차지하는 분산성분이 높은 것으로 나타나 각 집단이 위치한 지역의 환경 인자보다는 산딸나무가 서식지 내에서도 산생하여 분포하는 종 특성의 영향이 큰 것으로 나타났다.

지리적 분포에 따른 12가지 양적특성(생장, 엽형)에 대한 집단간 유연관계는 거리지수 0.8에서 대체적으로 수고, 근원경 생장 및 엽형 특성들이 가장 우수한 백운산집단, 생장 특성이 가장 저조한 마니산 집단, 그리고 나머지 집

Table 6. Results of principal component analysis of growth and leaf characters for *C. kousa*.

	FACTOR ¹	FACTOR ²
Height	-0.208	0.3778
DRC	-.2434	0.3612
X ₁	0.2141	0.3655
X ₂	0.3454	0.1972
X ₃	0.2856	0.3179
X ₄	-.3961	-.0685
X ₅	-.1639	0.4161
X ₆	0.3214	0.1234
X ₁ /X ₂	-.3522	0.1858
X ₁ /X ₅	0.3355	-.2066
X ₅ /X ₆	-.1924	0.3841
X ₃ /X ₄	0.3647	0.1882
Eigenvalue	6.3225	4.8030
Difference	1.4219	3.8307
Proportion	0.5187	0.4002
Cumulative	0.5187	0.9189

DRC and X₁-X₆: Diameter at root collar and Fig. 1, respectively.

단들로 크게 3그룹으로 나뉘었다(Figure 4). 모든 특성들에 대한 유집군의 유형은 제2주성분까지가 전체 변이의 91.9%를 설명하였다(Table 6). 제1주성분의 기여도는 51.9%로 최대엽폭, 엽맥수, 엽신/엽병길이 및 상 $\frac{1}{2}$ 폭·하 $\frac{1}{2}$ 폭 형질이 주요 영향 인자로 나타났고, 제2주성분의 기여도는 40.0%로 수고, 근원경, 엽신, 상 $\frac{1}{2}$ 폭, 엽병길이, 엽병길이/엽맥수 형질이 주요 인자로 나타났다.

전체적으로 볼 때, 산딸나무 집단의 품배차대의 지역간 변이는 12가지 양적특성들(생장 및 엽형) 차이가 고르게 영향하는 것으로 나타났으며, 수종은 다르지만 엽 형질의 지역간 변이는 엽신 및 엽병장 특성들이 지역간 차이를 결정하는 주요인이라는 보고와는 다소 상이한 결과를 나타냈다(안영상 등, 2002; 김영중 등, 2005). 또한 엽 형질 특성은 주로 위도가 낮은 집단들이 대체적으로 작게 나타나는 것으로 보고되고 있으며(이석우 등, 1997; 김영중 등, 2005), Uyeki(1928)는 소나무의 형태적, 생리적 특성들을 토대로 서식지의 성장과 수목의 형태에 따른 6개의 지리적인 품종을, Kim *et al.*(2005)은 소나무 조림지별 생존율과 수고생장에 대해 온대북부에서 난대지역으로 갈수록 양호한 것으로 보고한 바 있으나 본 연구에서는 양적특성에 대한 이러한 지리적인 경향은 나타나지 않았다.

결론

우리나라에 자생하는 산딸나무 수종의 유전자원 보존 전략 수립을 위해 5개 집단의 지리적 위치에 따른 발아특성 및 포지에서의 성장특성과 엽형 변이를 조사한 결과, 종자는 대체적으로 파종 15일후부터 발아되기 시작하였

으며 25일 후에는 75% 이상 이루어졌다. 집단간에는 한라산과 마니산집단이 각각 49.6%와 39.6%로 높은 발아율을 보였으며, 집단간 및 집단내의 개체 간에 많은 차이를 보였다. 수고와 근원경은 1년 평균생장이 각각 44.5 cm와 7.8 mm로 나타났으며, 백운산집단이 다른 집단에 비해 우수한 성장을 하였다. 엽 특성에 있어서는 모든 특성들에서 집단간에 유의차가 인정되었으며, 평균 생장은 엽신 6.5 cm, 최대엽폭 3.4 cm, 상 $\frac{1}{2}$ 폭 2.6 cm, 하 $\frac{1}{2}$ 폭 1.8 cm, 엽병길이 2.7 mm, 엽맥수 4.2개, 엽신/최대엽폭 2.0 등으로 나타났다. 변이계수 값은 엽병길이에서 40.7%로 가장 높았고 엽맥수가 11.7%로 가장 낮았다. 엽 형질 중 엽신, 최대엽폭, 상 $\frac{1}{2}$ 폭, 엽병길이, 엽신/최대엽폭, 엽병길이/엽맥수 특성은 백운산 집단이 가장 우수하였으며, 마니산집단은 엽신, 최대엽폭, 상 $\frac{1}{2}$ 폭, 엽맥수, 엽신/엽병길이, 상 $\frac{1}{2}$ 폭/하 $\frac{1}{2}$ 폭 특성이 가장 저조한 집단으로 나타났다. 12 가지 양적특성들에 대한 Nested 분산분석 결과 엽맥수와 상 $\frac{1}{2}$ 폭·하 $\frac{1}{2}$ 폭 특성은 총분산 가운데 집단이 차지하는 비율이, 다른 모든 형질들은 집단 내 가계가 차지하는 비율이 높은 것으로 나타났다. 또한 집단간 유연관계는 거리지수 0.8에서 크게 3그룹으로 나뉘었으며, 유집군의 유형은 제2주성분까지가 전체 변이의 91.9%를 설명하였다. 제1주성분의 기여도는 51.9%로 최대엽폭, 엽맥수, 엽신/엽병길이 및 상 $\frac{1}{2}$ 폭/하 $\frac{1}{2}$ 폭 형질이 주요 영향 인자로 나타났고, 제2주성분의 기여도는 40.0%로 수고, 근원경, 엽신, 상 $\frac{1}{2}$ 폭, 엽병길이, 엽병길이/엽맥수 형질이 주요 인자로 나타났다. 그러나 산딸나무 집단의 지리적 분포에 따른 특별한 경향은 나타나지 않았다.

인용문헌

- 김영중, 김기철, 이병실, 이갑연, 조경진, 강진택, 김태동. 2005. 노각나무 6개 천연집단의 엽형질 변이. 한국임학회지 94(6): 446-452.
- 김종진. 2000. 층층나무와 말채나무 양묘시 적정 차광율에 관한 연구. 한국임학회지 89(5): 591-597.
- 심경구, 하유미, 김영해, 김동수, 이선아. 2004. 조생종 대과형 산딸나무 신품종 선발. 한국조경학회지 32(2): 120-129.
- 안영상, 김세현, 정현과, 장용석, 최영철, 오광인. 2002. 읍나무 천연집단의 엽형질 변이. 한국임학회지 91(6): 755-764.
- 이석우, 김선창, 김원우, 한상돈, 임경빈. 1997. 회귀수종 모감주나무 자생집단의 잎의 형태적 특성, 식생특성 및 유전변이. 한국임학회지 86(2): 167-176.
- 이영로. 1996. 한국식물도감. 교학사 pp. 538.
- 임업연구원. 1994. 임목종자와 양묘. 임업연구원자료집 91. pp. 51.
- Cavers, S., Navarro, C. and Lowe, A.J. 2004. Targeting genetic resource conservation in widespread species: a

- case study of *Cedrela odorata* L. Forest Ecology and Management 197: 285-294.
9. Crawford, D.J. 1990. Plant Molecular Systematics. Macromolecular Approaches. John Wiley & Sons. New York. 388pp.
 10. Fan, C. and Xiang, Q.Y. 2005. Phylogenetic relationships within *Cornus* (Cornaceae) based on 26S rDNA sequences. American Journal of Botany 88: 1131-1138.
 11. Goodall-Copestake, W.P., Hollingsworth, M.L. Hollingsworth, P.M. Jenkins, G.I. and Collin, E. 2005. Molecular markers and ex situ conservation of the European elms (*Ulmus* spp.). Biological Conservation 122: 537-546.
 12. Hölzel, N. and Otte, A. 2003. Ecological significance of seed germination characteristics in flood-meadow species. Flora 199: 12-24.
 13. Kim I.S., RYU, K.O. Song, J.H. and Kim, T.S. 2005. Geographic variation in survival rate and height growth in *Pinus densiflora* S. et Z. in Korea. Journal of Korean Forest Society 94(2): 73-81.
 14. Malavasi, U.C. and Malavasi, M.M. 2003. Awareness of a conservation unit: a Brazilian case study. Journal for Nature Conservation 12: 137-140.
 15. Park, H.S., Cho, Y.J. Kim, S.H. and Chung, D.J. 2005. Morphological characteristics for selected individuals in *Cornus kousa* BUERG. Korean Journal of Plant Resources 8(3): 235-243.
 16. SAS Institute Inc., 1996. SAS/STAT User's Guide, version 6.12 SAS Institute., USA.
 17. Shim, K.K. 1994. The development of new woody landscape plants for urban forestry. '94 Symposium of Forestry Science'. Institute of Forestry and Forest Products. pp. 71-98.
 18. Uyeki, H. 1928. On the physiognomy of *Pinus densiflora* growing in Korea and silvicultural treatment for its improvement. Bull. of the Agr. and For. Coll. Suwon. Korea. 3 : 263pp.
 19. Vareed, S.K., Reddy, M.K. Schutzki, R.E. and Nair, M.G. 2005. Anthocyanins in *Cornus alternifolia*, *Cornus controversa*, *Cornus kousa* and *Cornus florida* fruits with health benefits. Life Sciences.
 20. Zobel, B. and Talbert, J. 1984. Applied Forest Tree Improvement. John Wiley & Sons, Inc. 505pp.

(2005년 12월 27일 접수; 2006년 4월 12일 채택)