

## 국내자생 느티나무 6개집단의 형태적 특징과 변이조사

남재익, 최고은, 최명길, 박재인\*

충북대학교 산림학과

### Analysis of Morphological Characteristics and Variation among Six Populations of *Zelkova serrata* Makino in Korea

Jae Ik Nam, Go Eun Choe, Myung Gil Choe and Jae In Park\*

Department of Forest Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

**Abstract** - This study was conducted to examine variations of 35 morphological characteristics of 6 natural populations of *Zelkova serrata* in Korea. On the basis of the results of the ANOVA tests, the populations were significantly different in 16 of the 20 quantitative morphological characteristics that were tested. In particular, the 'Cheongju-si Gutdae Mountain' population showed larger values in 9 of the 20 quantitative characteristics that were examined. In the results of principal component analysis of the characteristics, examined characteristics were not suitable for the variation of 6 natural populations. According to the results of cluster analysis, 'Namhae-gun Mijori Evergreen Forest' population was grouped with 'Yangpyeon-gun Yongmun Mountain' population to the nearest group, and then 'Cheongju-si Gutdae Mountain' population, 'Boeun-gun Sokri Mountain' population, 'Daegu metropolitan city Palgong Mountain' population, and 'Hamyang-gun Sang Forest' population were grouped in regular sequence.

**Key words** - ANOVA, Cluster analysis, Principal component analysis, Sawleaf zelkova

## 서 언

1994년 우리나라가 비준한 생물다양성협약에서는 자국의 식물자원의 배타적 권리를 인정하고 유전자의 산업적 이용시 사 용료를 지불할 뿐만 아니라 유전공학적으로 제조된 새로운 유 전공학물질에 대한 공동소유권이 인정되어 식물자원의 중요성이 강조되고 있다(Jang, 2001). 현재 우리나라는 타국에 비하여 식물유전자원에 대한 연구와 산업화를 위한 준비가 늦은 상태로 외국의 유전자원 이용도가 높다. 이러한 상황에서 생물다양성협약의 시행은 국내에서 소요되는 외국 생물자원의 가격상승과 수입제한으로 이어질 가능성이 높다(Jang, 2001; Park, 2007). 또한, 우리나라는 2002년 국제식물신품종보호연맹에 가입하여 육종가의 권리보호와 품종의 지적재산권 보호를 위한 재배품종에 대한 체계적인 관리를 요구하고 있다(Kim *et al.*, 2000; Ju *et al.*, 2001; UPOV, 2001; Choe, 2002). 이처럼 국제적인 흐름은 유전자원의 가치를 중요시하는 추세이며, 이러한

상황에서 국내 식물유전자원에 대한 체계적인 관리와 개발은 잠재유전자원의 개발 가능성을 높이고 해외로의 유전자원 유출을 막는 수단이 될 것이다(Jang, 2001).

느티나무속 식물은 동아시아와 서아시아에 5종이 분포하고 있으며, 이중 느티나무(*Zelkova Serrata* Makino)는 평안남도 및 함경남도 이남에서 자생하며 수고 26 m, 흉고직경 3 m에 달한다(Lee, 1986). 느티나무는 줄기가 곧게 자라고 평정형의 수형을 이루며 여름철 짙은 녹색과 가을철 아름다운 단풍색을 나타내어 관상가치가 높아 마을의 정자목, 공원수, 가로수 등으로 이용가치가 높은 수종이다. 또한, 느티나무의 목재는 결이 아름답고 재질이 뛰어나 건축재, 가구재, 약기재, 공예재 등 다양하게 이용된다(Im, 1991).

느티나무에 관한 연구는 조경수로의 이용가치에 맞추어 단풍색과 수형 등에 관련된 연구가 이루어졌으며, 이미 외국에서는 유전자원 탐색과 도입 등의 방법을 이용하여 단풍색, 수형, 내병성 등에서 특성을 보이는 'Spring Grove', 'Autumn Glow', 'Goshiki', 'Green Veil', 'Halka', 'Pendula', 'Green vase', 'Village

\*교신저자(E-mail) : jipark@chungbuk.ac.kr

Green', '무시시노 1호', '무시시노 2호' 등 신품종 육성을 위한 노력이 활발히 진행된 상태이다(Edward and Dennis, 1994; Sim *et al.*, 1999a; Sim *et al.*, 1999b; Park, 2000)

임목유전자원의 가치가 더욱 중요해진 상황에서 국내의 느티나무의 개발과 육종은 중요한 과제이다. 임목집단을 대상으로 육종계획을 수립하기 위하여 먼저 대상 수종의 유전적 특징이나 형질 변이에 대한 연구가 필요하며 우량집단을 선발하고 원하는 형질을 얻기 위해 집단 간, 집단 내 개체목간 변이의 특성과 범위에 관한 연구가 필수적이다(Sneath and Sokal, 1973; Goodall-Copestake *et al.*, 2005). 이미 유용형질의 획득을 위한 우량개체의 선발과 유전자원 보존 측면에서 집단 내·집단 간의 형질 변이에 대한 연구가 이팝나무, 느릅나무, 음나무, 버들잎사시나무 등의 여러 수종에서 이루어졌으며 보존 및 관리에 대한 고찰이 이루어졌다(Ahn *et al.*, 2002; Calagari *et al.*, 2006; Park *et al.*, 2008; Song *et al.*, 2011).

본 실험에서는 조경수, 정자목 등 다방면에서 높은 이용가치를 지니고 있는 느티나무의 잠재유전자원 확보와 우량품종 육성을 위한 토종 유전자원의 보존과 식물자원의 확보를 위하여 국내에 자생하는 느티나무집단의 형태적 특성을 조사하여 변이의 범위를 확인하고 느티나무의 특징을 파악하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 조사지 및 개체목 선정

우리나라에서 자생하고 있는 느티나무의 형태적 특징과 변이를 고찰하고자 문헌조사를 통하여 얻어진 자료를 토대로 지

리적인 분포 등을 고려하여 '경기도 양평군 용문산', '충청북도 청주시 것대산', '충청북도 보은군 속리산', '대구광역시 팔공산', '경상남도 함양군 상림', '경상남도 남해군 미조리상록수림' 등 6곳을 조사지로 선정하였으며, 각 조사지당 10개체의 성숙목을 개체목으로 선정하였다(Fig. 1, Table 1).

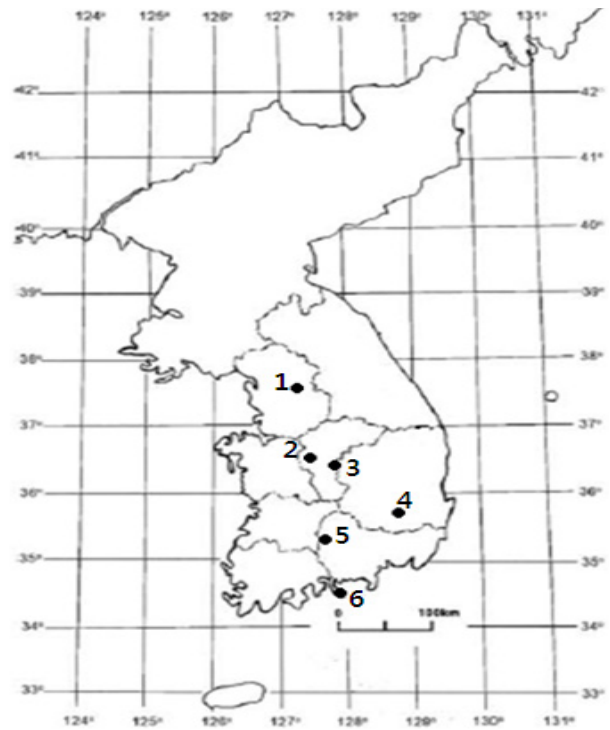


Fig. 1. The collection site of *Z. serrata* populations in Korea.

Table 1. General description of selected *Z. serrata* populations

Site	Locality	Latitude/longitude	Altitude (m)
1	Gyeonggi-do Yangpyeong-gun Yongmun Mountain	37° 34' 8" 127° 30' 3"	370
2	Chungcheongbuk-do Cheongju-si Gutdae Mountain	36° 39' 4" 127° 32' 3"	480
3	Chungcheongbuk-do Boeun-gun Sokri Mountain	36° 32' 11" 127° 49' 1"	374
4	Daegu Metropolitan city Palgong Mountain	37° 32' 0" 127° 30' 13"	171
5	Gyeongsangnam-do Hamyang-gun Sang Forest	35° 31' 29" 127° 43' 7"	185
6	Gyeongsangnam-do Namhae-gun Mijori Evergreen Forest	34° 42' 49" 128° 2' 39"	7

Table 2. List of 35 morphological characteristics for phenetic analysis in *Z. serrata*

Part of characteristics	No.	Characteristics
Growth traits	1	Height (QN) <sup>z</sup>
	2	Crown form (QL) <sup>y</sup>
	3	Crown diameter (QN)
	4	Crown length (QN)
	5	Angle of lateral branch (QL)
	6	Stem form (QL)
	7	Clear length (QN)
	8	Number of stem ramification (QN)
	9	Lenticel shape (QL)
	10	Bark color (QL)
Leaf	11	Leaf shape (fruit bearing branch) (QL)
	12	Leaf shape (branch) (QL)
	13	Leaf apex shape (fruit bearing branch) (QL)
	14	Leaf apex shape (branch) (QL)
	15	Leaf base shape (fruit bearing branch) (QL)
	16	Leaf base shape (branch) (QL)
	17	Leaf length (fruit bearing branch) (QN)
	18	Leaf length (branch) (QN)
	19	Leaf width (fruit bearing branch) (QN)
	20	Leaf width (branch) (QN)
	21	Petiole length (fruit bearing branch) (QN)
	22	Petiole length (branch) (QN)
	23	Number of serra in 1 inch (fruit bearing branch) (QN)
	24	Number of serra in 1 inch (branch) (QN)
25	Leaf color of upper side (QL)	
26	Leaf color of lower side (QL)	
27	Autumn color of upper side (QL)	
28	Autumn color of lower side (QL)	
Flower	29	Male flower length (QN)
	30	Male flower width (QN)
	31	Female flower length (QN)
	32	Female flower width (QN)
	33	Number of male flower (QN)
	34	Number of female flower (QN)
	35	Number of stamen (QN)

<sup>z</sup>QN: Quantitative characteristics

<sup>y</sup>QL: Qualitative characteristics

### 형태적 특성조사

선정된 느티나무 60개체를 대상으로 성장특성 10가지 항목, 엽특성 18가지 항목, 화기특성 7가지 항목으로 총 35가지 항목을 선정하여 정량적 형질 및 정성적 형질을 구분하여 측정 및 관찰하였다. 15가지 정성적 특성항목은 관찰되는 대표형질을 정하여 각 형질의 출현 빈도를 확인하였다. 성장특성에 관련한 항목은 개체목당 1회 측정하였으며 엽특성, 화기특성에 관련한 항목은 각 개체로부터 수관 1/3 지점에 위치한 가지를 대상으로 20회씩 측정하였다(Table 2).

### 통계분석

통계처리는 빈도분석, 분산분석, 주성분분석 및 군집분석을 수행하였으며, SPSS ver. 17.0을 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 빈도분석 및 분산분석을 이용한 변이 확인

느티나무의 정성적 형질에서 나타난 형태별 빈도분석 결과 엽저의 형태, 잎의 색 등 몇 가지 항목을 제외하고는 비교적 고른 빈도로 분포하였다(Table 3). 조사된 정량적 형질의 집단별 평균값을 확인한 결과 ‘청주시 것대산’ 집단이 ‘수고(Growth trait 1)’, ‘지하고(Growth trait 7)’, ‘분지의 수(Growth trait 8)’, ‘수꽃의 폭(Flower 30)’ 등 9가지 항목에서 최대치를 나타내었다(Table 4). 이러한 변이가 집단 간의 차이에 의존는지 각 개체간의 변이인지를 분석하고자 정량적 형질을 대상으로 분산분석을 실시한 결과 16가지 형질이 1%의 유의수준에서 집단 간의 차이로 확인되었다(Table 5).

Kim *et al.* (2010)에 의하면 국내 느티나무의 엽형질 변이에 있어 대부분의 형질이 집단 간의 차이보다 집단 내의 차이에 기인하는 것으로 보고된 바 있으나, 본 연구 결과 잎을 대상으로 한 정량적 형질인 ‘잎의 길이(Leaf 17, Leaf 18)’, ‘잎의 폭(Leaf 19, Leaf 20)’, ‘엽병의 길이(Leaf 21, Leaf 22)’, ‘거치의 수(Leaf 23, Leaf 24)’ 항목에서 집단 간의 차이가 있는 것으로 확인되어 잎을 대상으로 한 정량적 형질들을 이용하여 집단을 구분할 수 있음을 확인하였다. 일반적으로 엽형질은 토양조건, 기후조건, 수령, 병충해 등 환경인자에 의해서 영향을 받으며, 이러한 환경인자로 인하여 집단 간의 차이가 나타난 것으로 보인다(Lee and Lee, 1999). 또한, 본 연구결과에서 ‘수고(Growth trait 1)’, ‘수관폭(Growth trait 3)’ 등 성장특성과 관련된 5가지의 형질에서도 집단 간의 차이가 확인되었다. Song *et al.* (2011)에 의하면

Table 3. Frequency of qualitative morphological characteristics of 6 populations of *Z. serrata*

Characteristics	Typical characteristics			Germplasm number	
	Frequency (%)				
Crown form	Parasol type 33(55)	Elliptical type 15(25)	Round headed type 12(20)	60	
Angle of lateral branch	110° over 29(48.3)	80°~110° 27(45.0)	80° below 4(6.7)	60	
Stem form	Erect type 19(31.7)	Half erect type 19(31.7)	Spread type 22(36.7)	60	
Lenticel shape	Horizontal type 28(46.7)		Lens type 32(53.3)	60	
Bark color	Greyed green group 198b <sup>z</sup> 29(48.3)		Greyed green group 197c 31(51.7)	60	
Leaf shape (fruit bearing branch)	Lanceolate 444(37)	Ovate 591(49.25)	Elliptical 165(13.75)	1200	
Leaf shape (branch)	Lanceolate 250(20.8)	Ovate 305(25.4)	Elliptical 631(52.6)	Oblanceolate 14(1.2)	1200
Leaf apex shape (fruit bearing branch)	Acute 691(57.58)		Acuminate 509(42.42)	1200	
Leaf apex shape (branch)	Acute 493(41.1)		Acuminate 707(58.9)	1200	
Leaf base shape (fruit bearing branch)	Acute 103(8.58)	Truncate 94(7.83)	Cordate 1003(83.58)	1200	
Leaf base shape (branch)	Acute 318(26.5)	Truncate 336(28.0)	Cordate 546(45.5)	1200	
Leaf color of upper side	Green group N137a 48(80)	Yellow green group 148a 4(6.7)	Yellow green group 146a 8(13.3)	60	
Leaf color of lower side	Green group N137a 11(18.3)	Yellow green group 148a 40(66.7)	Yellow green group 146a 9(15.0)	60	
Autumn color of upper side	Orange red group 33a 7(11.7)	Greyed orange group 168a 19(31.7)	Yellow orange group 22a 34(56.7)	60	
Autumn color of lower side	Yellow orange group 18b 34(56.7)		Greyed orange group 165b 26(43.3)	60	

<sup>z</sup>Royal Horticultural Society Color Chart group and code.

Table 4. Mean value of quantitative morphological characteristics of 6 populations of *Z. serrata*

Population	C. <sup>z</sup> 1 (m)	C.3 (m)	C.4 (m)	C.7 (m)
Site 1	10.6b <sup>y</sup> ± 1.8	6.5b ± 1.9	5.4bc ± 1.3	5.8c ± 1.9
Site 2	12.7b ± 2.7	6.4b ± 2.0	5.9c ± 0.9	7.8c ± 2.7
Site 3	11.3b ± 2.7	4.8ab ± 1.7	5.3bc ± 1.7	3.8ab ± 1.1
Site 4	11.0b ± 2.5	10.4c ± 3.2	4.1ab ± 1.2	5.8c ± 1.4
Site 5	13.2b ± 2.4	7.3b ± 2.5	6.1c ± 1.5	4.9bc ± 2.0
Site 6	5.8a ± 1.5	3.4a ± 1.0	3.4a ± 1.0	2.9a ± 0.8
Mean.	10.7	6.4	5.0	5.1
Population	C.8 (ea)	C.17 (mm)	C.18 (mm)	C.19 (mm)
Site 1	2.2a ± 1.0	48.3a ± 11.3	83.1bc ± 13.4	36.0b ± 6.5
Site 2	3.9b ± 2.3	49.1b ± 12.1	78.4b ± 17.3	35.9b ± 6.8
Site 3	1.4a ± 0.7	52.9a ± 11.1	86.0bc ± 18.2	38.1b ± 7.1
Site 4	2.2a ± 0.6	47.1a ± 11.1	97.5c ± 18.2	41.2b ± 8.6
Site 5	1.3a ± 0.6	53.4a ± 11.3	82.5bc ± 22.1	36.6b ± 10.3
Site 6	1.8a ± 1.4	56.6a ± 18.7	59.7a ± 20.0	27.0a ± 10.6
Mean.	2.1	51.2	81.2	35.83
Population	C.20 (mm)	C.21 (mm)	C.22 (mm)	C.23 (ea)
Site 1	21.9a ± 4.7	2.5b ± 0.9	8.1b ± 5.8	5.0b ± 0.9
Site 2	23.6b ± 5.6	3.3c ± 1.8	8.8b ± 4.0	5.6a ± 1.1
Site 3	22.1a ± 4.8	2.2a ± 1.0	6.6ab ± 1.7	5.0b ± 0.9
Site 4	20.0a ± 4.3	1.5a ± 0.8	7.4b ± 3.0	5.6b ± 1.1
Site 5	22.9a ± 12.4	2.6b ± 2.2	6.5ab ± 2.7	5.5b ± 1.3
Site 6	24.2a ± 8.6	2.9c ± 1.3	4.1a ± 2.8	5.4b ± 0.9
Mean.	22.4	2.5	6.9	5.4
Population	C.24 (ea)	C.29 (mm)	C.30 (mm)	C.31 (mm)
Site 1	5.3b ± 1.2	2.3 ± 0.4	2.6 ± 0.4	2.2b ± 0.3
Site 2	3.9a ± 0.8	2.3 ± 0.3	2.9 ± 0.5	2.2a ± 0.3
Site 3	4.0a ± 0.8	3.2 ± 0.4	2.5 ± 0.4	3.1c ± 0.5
Site 4	3.7a ± 0.9	2.5 ± 0.3	2.6 ± 0.2	2.3b ± 0.3
Site 5	4.1a ± 0.9	2.7 ± 0.3	2.3 ± 0.1	2.3b ± 0.2
Site 6	5.3b ± 1.2	2.1 ± 0.1	2.6 ± 0.1	1.8b ± 0.1
Mean.	4.4±1.2	2.5	2.6	2.3
Population	C.32 (mm)	C.33 (ea)	C.34 (ea)	C.35 (ea)
Site 1	1.6a ± 0.3	18.8 ± 3.6	4.1bc ± 1.0	5.6 ± 0.6
Site 2	1.5a ± 0.4	17.9 ± 4.3	4.8c ± 0.9	5.7 ± 0.6
Site 3	2.0b ± 0.3	12.6 ± 3.6	4.4bc ± 1.4	5.3 ± 0.7
Site 4	3.1c ± 0.3	13.5 ± 1.8	3.3a ± 0.6	5.5 ± 0.5
Site 5	1.6a ± 0.3	14.8 ± 1.9	4.0d ± 1.0	5.3 ± 0.8
Site 6	1.56 ± 0.1	14.2 ± 1.2	3.8ab ± 0.8	5.6 ± 0.6
Mean.	1.96	15.3	4.1	5.5

<sup>z</sup>C: Characteristics

<sup>y</sup>Different letters indicate Duncans multiple range tests(significant at p<0.01).

Table 5. Analysis of variance component for significant morphological characteristics (1% level) of *Z. serrata*

Source of variation	d.f.	C. <sup>2</sup> 1	C.3	C.4	C.7	C.8	C.17	C.18	C.19
Among pop.	5	69.56	56.38	11.17	29.63	8.95	1273.68	1524.08	320.36
Among indi.									
Within pop.	59	5.62	4.83	1.80	3.23	1.67	110.57	174.49	22.08
F		12.39	11.67	6.20	9.18	5.36	11.57	8.74	14.51
Source of variation	d.f.	C.20	C.21	C.22	C.23	C.24	C.31	C.32	C.33
Among pop.	5	222.67	71.99	26.65	3.84	4.99	4.08	1.56	190.74
Among indi.									
Within pop.	59	39.57	3.37	6.30	0.549	0.72	0.05	0.09	0.43
F		5.63	21.40	4.23	7.01	6.92	79.91	18.14	447.88

<sup>2</sup>C: Characteristics.

느릅나무를 대상으로 하는 변이조사의 결과에서 수고 및 근원 경의 성장특성이나 발아특성에 있어서 특정한 생육환경에서 서식하는 수종의 특성으로 인하여 집단별로 환경인자의 작용에 의한 유의적인 차이가 나타났다. 실험결과 성장특성과 잎을 대상으로 한 형질들에서 집단 간의 차이가 관찰되었으며, 이에 집단 간의 차이를 확인하기 위해서는 특정 부위의 형질을 세분화하여 조사하는 것 보다는 임목 전반에 걸친 다양한 부위를 대상으로 조사를 진행하여 특정형질을 선택하는 것이 적합할 것으로 생각된다.

**주성분 분석을 통한 형질의 기여도 평가**

집단 간의 유연관계 분석을 위하여 측정된 형질들 중 색과 관련된 항목을 제외한 30가지 형질에 대하여 주성분 분석을 실시하였다. 일반적으로 임목수종을 대상으로 한 주성분 분석 결과가 주성분 3~5가지 정도로 70% 이상의 설명력을 나타내는 반면 본 실험결과 고유값 1.0이상의 주성분은 11가지로 전체 분산에 대한 설명력은 78.12%로 확인되어 실험에 이용된 측정항목들이 집단 간 차이를 나타내는데 적절하게 기여하지 못함이 확인되었다. 이들 중 설명력이 높은 주성분의 측정항목과 그 값은 다음과 같았다. 제1주성분의 기여율은 16.26%로 ‘미결실지 잎의 길이(Leaf. 18 = 0.7222)’, ‘미결실지 잎의 폭(Leaf. 20 = 0.6379)’, ‘암꽃의 폭(Flower. 32 = 0.5627)’, ‘수꽃의 길이(Flower. 29 = 0.5362)’ 등의 형질이 높은 기여도를 보였으며 ‘결실지 잎의 폭(Leaf. 19 = -0.5495)’, ‘미결실지 거치의 수(Leaf. 24 = -0.5375)’, ‘결실지 잎의 길이(Leaf. 17 = -0.5287)’ 등은 부의 상관을 나타내었다. 제2주성분의 기여율은 14.61%로 ‘지하고(Growth trait. 7 = 0.7556)’, ‘결실지 엽병의 길이(Leaf. 21 =

0.7032)’, ‘수고(Growth trait. 1 = 0.6677)’, ‘미결실지 엽병의 길이(Leaf. 12 = 0.6523)’ 등의 형질이 높은 정의상관을 보였으며 ‘결실지 거치의 수(Leaf. 13 = -0.614)’, ‘측지의 각도(Growth trait. 5 = -0.4066)’, ‘미결실지 거치의 수(Leaf. 14 = -0.3499)’ 등은 부의 상관을 나타내었다. 제3주성분의 기여율은 9.41%로 ‘수꽃의 수(Flower. 33 = 0.6683)’, ‘암꽃의 폭(Flower. 32 = 0.5022)’ 등의 형질이 높은 정의상관을 ‘암꽃의 수(Flower. 34 = -0.7948)’, ‘수형(Growth trait. 2 = -0.3682)’, ‘수관의 길이(Growth trait. 4 = -0.3677)’, ‘결실지 잎의 길이(Leaf. 7 = -0.3647)’ 등은 부의 상관을 나타내었다(Table 6).

30가지의 형질을 이용하여 주성분 분석을 실시한 결과 각 성분별 뚜렷한 경향이 없이 형질의 기여정도가 유사하여 국내 느티나무의 특성을 명확히 하기 위해서는 다양한 특성을 조사하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

**군집분석**

주성분 분석으로 계산된 득점치를 새로운 변량으로 하여 느티나무의 집단 간 군집분석을 실시하였다. 그 결과, ‘남해군 미조리상록수림’ 집단과 ‘양평군 용문산’ 집단이 가장 가까운 소그룹을 이루었으며, ‘청주시 것대산’ 집단, ‘보은군 속리산’ 집단, ‘대구광역시 팔공산’ 집단, ‘함양군 상림’ 집단 순으로 군집되었다(Fig. 2). 특이적으로 지리적으로 가장 멀리 위치하며, 위도, 고도 모두 큰 차이가 있는 ‘양평군 용문산’ 집단과 ‘남해군 미조리상록수림’ 집단이 가장 가깝게 유집되었다. 이상의 결과로서 식식간의 지리적 거리와 형태변이로 군집된 결과는 일치하지 않는 것으로 나타났다. 이는 느티나무가 전국적으로 분포하지만 계곡부나 사면 등 일부 제한된 지역에 한정적으로 생육하는

Table 6. Result of principal component analysis for 30 morphological characteristics in *Z. serrata* (Eigenvalue > 1.0)

	Prin. 1	Prin. 2	Prin. 3	Prin. 4	Prin. 5	Prin. 6	Prin. 7	Prin. 8	Prin. 9	Prin. 10	Prin. 11
G.1	0.4364	0.6677	-0.2600	0.1192	-0.1104	-0.1804	-0.1060	0.0000	0.0433	-0.0209	0.2231
G.2	-0.3582	-0.2212	0.3056	-0.1340	-0.0450	0.1221	0.4002	-0.0691	-0.2714	-0.0779	-0.0128
G.3	0.4589	0.3004	0.1787	0.4041	-0.2031	0.3247	-0.0923	-0.0645	0.3291	0.1453	0.1834
G.4	0.2130	0.5398	-0.3677	0.1739	-0.1006	-0.3466	0.1533	-0.1017	-0.0201	0.1332	0.2239
G.5	-0.0867	-0.4066	-0.1647	0.4070	-0.3736	0.2293	-0.0458	0.3317	0.0634	0.3011	0.0339
G.6	-0.0138	0.3511	-0.3682	0.6079	0.0856	-0.0652	0.2357	0.2077	-0.2656	0.1011	-0.0103
G.7	-0.0237	0.7556	0.0524	0.0747	0.0368	0.1798	0.0270	-0.2054	0.1045	-0.0701	0.2490
G.8	-0.3455	0.4148	0.2474	0.1455	-0.1401	0.2546	0.3434	0.1145	-0.3363	-0.1647	-0.0712
G.9	0.0156	0.0722	0.0427	0.0188	0.3454	-0.2147	0.4960	-0.3397	0.2763	0.0792	0.2355
F.1	0.5362	-0.0366	-0.2801	-0.4880	-0.1403	-0.2563	-0.1311	0.2537	0.0786	0.0166	0.0329
F.2	-0.2816	0.3150	0.3200	-0.2246	-0.1646	-0.1569	-0.2926	0.2947	0.0549	0.3598	0.0671
F.3	0.4898	0.1275	-0.2005	-0.5474	-0.0846	-0.1336	0.1887	0.3413	-0.1122	0.0006	0.0084
F.4	0.5620	-0.1497	0.5022	-0.1751	-0.2039	0.3631	-0.2356	-0.0304	0.0973	-0.0357	0.1147
F.5	-0.4551	0.3376	0.6683	-0.1697	0.1238	-0.2423	-0.0334	0.0949	0.1152	0.1382	-0.0554
F.6	0.2685	-0.0150	-0.7948	0.3907	0.1118	0.0415	-0.1338	0.0050	-0.0687	-0.1474	-0.0506
F.7	-0.4518	0.3325	0.3685	0.0994	0.1626	0.0500	0.0355	0.0066	-0.1772	0.2146	0.3969
L.1	0.2366	0.3621	0.0086	0.1254	0.0202	0.6142	0.0227	-0.1987	0.2532	-0.1239	-0.2056
L.2	0.2302	-0.0214	0.0755	0.0059	-0.2817	0.0502	0.6001	0.2355	0.3229	0.2773	-0.2996
L.3	-0.4551	-0.0523	-0.1904	-0.0925	-0.1839	0.0694	0.2166	0.3507	0.5082	-0.2209	0.0600
L.4	-0.4305	-0.0463	-0.2372	0.2065	0.4454	-0.1199	-0.0124	0.3428	0.2590	-0.2884	0.0313
L.5	0.4649	0.1793	0.0052	-0.0923	0.6828	0.2889	0.0568	0.1722	-0.0595	0.2021	-0.1897
L.6	0.4755	0.2105	0.0498	-0.0901	0.6990	0.1542	-0.0602	0.2217	-0.0849	0.2311	-0.1874
L.7	-0.5287	0.4844	-0.3647	-0.3420	-0.1057	0.2369	-0.0927	0.1118	0.0595	-0.0848	0.0196
L.8	0.7222	0.3694	0.3012	0.0848	-0.1215	-0.1253	0.0801	0.1152	0.0814	-0.2383	-0.0064
L.9	-0.5495	0.5682	-0.3373	-0.2935	-0.0143	0.2507	-0.0293	0.0200	-0.0265	-0.0316	-0.0165
L.10	0.6379	0.4125	0.2696	0.0238	-0.0849	-0.1387	0.1107	0.1080	0.0512	-0.2738	-0.0659
L.11	-0.4006	0.7032	-0.1907	-0.0819	-0.2121	0.0285	-0.0100	-0.0737	-0.0926	0.1808	-0.1915
L.12	0.2914	0.6523	0.1621	0.2014	-0.1707	-0.2766	0.0561	-0.1166	-0.0353	0.1441	-0.3106
L.13	0.3793	-0.6184	0.1075	0.3395	-0.0749	-0.1397	-0.0262	-0.1579	-0.0308	0.0499	-0.0792
L.14	-0.5375	-0.3499	-0.0797	0.0897	0.1236	-0.1493	0.1640	-0.1662	0.3017	0.1489	-0.1194
a1)	5.5286	4.9698	3.2022	2.5805	2.0849	1.6546	1.4953	1.4450	1.3209	1.1941	1.0856
b2)	0.5588	1.7675	0.6217	0.4956	0.4303	0.1593	0.0503	0.1241	0.1269	0.1085	0.1383
c3)	0.1626	0.1461	0.0941	0.0758	0.0613	0.0486	0.0439	0.0425	0.0388	0.0351	0.0319
d4)	0.1626	0.3087	0.4029	0.4788	0.5401	0.5888	0.6328	0.6753	0.7141	0.7492	0.7812

- 1) Eigenvalue
- 2) Difference of Eigenvalue
- 3) Proportion
- 4) Cumulative

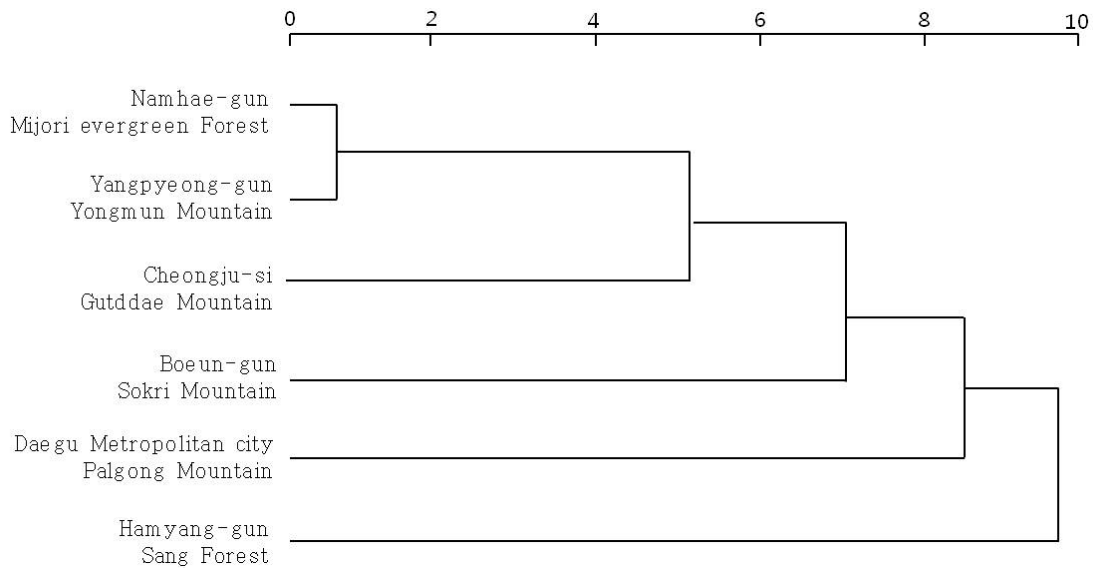


Fig. 2. Dendrogram of 6 populations in *Z. serrata* based on analysed morphological characteristics.

종특성으로 인하여 집단내 환경의 특이성이 집단의 형태변이에 작용한 것으로 판단된다. 따라서 각 집단의 환경인자를 추가적으로 모니터링하는 한편 집단내 각 개체가 갖는 여러 가지 특성을 조사하는 등 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

### 적 요

국내에 분포하는 느티나무의 표현형의 변이를 확인하기 위하여 자생지 6곳을 대상으로 35가지 형태적 특징을 조사하였다. 분산분석 수행결과 20가지 정량적형질 중 16가지 형질이 집단 간에 유의한 차이를 나타내는 것으로 확인되었다. 특히, ‘청주시 컹대산’ 집단이 20가지 정량적형질 중 9가지에서 최대값을 나타내었다. 주성분 분석 결과 측정항목들이 집단 간 차이를 나타내는데 적절하지 못함이 확인되었다. 군집분석을 수행한 결과 ‘남해군 미조리상록수림’ 집단과 ‘양평군 용문산’ 집단이 가장 가까운 그룹을 이루었으며, ‘청주시 컹대산’ 집단, ‘보은군 속리산’ 집단, ‘대구광역시 팔공산’ 집단, ‘함양군 상림’ 집단 순으로 군집되었다.

### 인용문헌

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. Jour. Korean

For. Soc. 91:755-764.  
 Calagari, M., A.R. Modirrahmati and F. Asadi. 2006. Morphological Oliv. natural populations. Int. J. Agric. Biol. 6:754-758.  
 Choe, G.J. 2002. International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV) and Its 1991 Convention. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 20:151-159 (in Korean).  
 Edward, F.G and G. Dennis. 1994. *Zelkova serrata* ‘Green Vase’ Japanese zelkova. Florida Cooperative Extension Service, Inst. Food Agr. Sci, University of Florida, USA.  
 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.  
 Jang, H.M. 2001. A Study on National Framework for Conservation and Management of Korean Plant Variety. Korea Research Inst. Biosci. Biotechnol. Research Report. pp. 58-94 (in Korean).  
 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, C.M., G.W. Gwon and H.G. Moon. 1985. Variation of leaf form of leaf variabilities of natural population of *Quercus* spp. Jour. Korean For. Soc. 71:82-89 (in Korean).  
 Kim, E.B., G.J. Choe, J.H. Woo and J.S. Sin. 2000. Protection System for New Plant Varieties. Korea Seed & Variety Service. Seed 19:1-21 (in Korean).  
 Kim, I.S., H.Y. Gwon, G.O. Yu and H.S. Choe. 2010. Variation



- of leaf morphology among 18 populations of *Zelkova serrata* Mak. Kor. J. Breed. Sci. 42:40-49 (in Korean).
- Lee, M.S. 1998. Characteristics of leaf morphology in the natural populations of a honey plant, *Tilia amurensis* Rupr. Korean J. Apiculture 13:9-14 (in Korean).
- Lee, M.S. and U.W. Lee. 1999. Morphological variation of leaf in the natural populations of a honey plant, *Tilia mandshurica* Rupr. et Maxim. Korean J. Apiculture 14:71-78 (in Korean).
- Park, H.S. 2000. Produce and development of new ornamental tree species : The development of *Zelkova serrata* cultivar. National Forestry Cooperative Federation. Forest 418:102-104 (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. J. Environ. Policy 6:54-55 (in Korean).
- Park, H.S., U. Lee and M.S. Jeong. 2008. Classification of *Chinanthus retusa* L. for leaf morphological characteristics. Korean J. Apiculture 23:133-137 (in Korean).
- Sim, G.G., H.S. Park, G.O. Byeon and Y.M. Ha. 1999a. Development of new fall cultivars with yellow fall leaf color in *Zelkova serrata* Makino. Hort. Environ. Biotech. 17:148-152 (in Korean).
- Sim, G.G., Y.M. Ha, H.S. Park and J.H. Lee. 1999b. Selection of new cultivars with red fall leaf color in *Zelkova serrata* Makino as street trees. J. Korean Inst. Landscape Archit. 27:1-8 (in Korean).
- Sneath, P.H.A and R.R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy. W.H. Freeman, San Francisco, USA. p. 216.
- Song, J.H., G.H. Jang, H.I. Im, W.G. Park and G.H. Bae. 2011. Variation of samara, seed, germination and growth characteristics of *Ulmus davidiana* var. japonica Nakai populations. Jour. Korean For. Soc. 100:226-231 (in Korean).
- 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.
- 이창복. 1986. 신고수목학. 향문사. pp. 161-163.
- 임경빈. 1991. 조림학본론. 향문사. pp. 311-313.

(Received 4 February 2013 ; Revised 2 July 2013 ; Accepted 12 September 2013)