

韓國에 分布하는 할미꽃(*Pulsatilla koreana* Nakai)의 生態型的 變異

李浩俊 · 金世榮 · 金彰濤

建國大學校 生物學科, 釜山教育大學 科學教育科*

Ecotypic Variation of *Pulsatilla koreana* Nakai Distributed in Korea

Lee, Ho-Joon, Say-Young Kim* and Chang-Ho Kim

Dept. of Biology, Kon Kuk University

Dept. of Science Education, Pusan National Teacher's College*

ABSTRACT

In order to investigate the ecotypic variations of *Pulsatilla koreana* Nakai distributed in Korea, 8 local populations of the plant were selected in accordance with latitude and compared on the differences of leaf shape, elongation, stomatal distribution and chlorophyll content. The incised angle of the plant is $38^{\circ} 32'$ in Cheju, showing a great difference as compared with $23^{\circ} 77' - 30^{\circ} 32'$ of the other sites. As to the incised rate, Mt. Togyu and Cheju represented relatively high values of 49.04% and 48.21%. The parted leaved individuals were only observed along the warm current coastal area including Cheju, Sokcho and Suncheon and were 54(62.8%), 2(2.5%) and 3(3.3%) in the sites, respectively. Especially, the individuals consisting of only parted leaves were 5(5.8%) in Cheju alone and none of the other sites showed such individuals at all. So, *P. cernua* distributed in Cheju and *P. koreana* in inland area can be considered to be ecotypic variations of the same species from the upper investigations.

According to the elongations of leaf and rachis, the local populations could be classified into 3 types, such as warm current coastal area type(Cheju, Suncheon and Sokcho), southern inland area type(Andong, Chungju and Mt. Togyu) and central inland area type(Mt. Komdan and Hongchon). The dentate numbers of 39.80-43.73 in the warm current coastal area were also different from those of 46.27-52.47 in the other areas. In phyllotaxis of leaflet, alternative leaflets account for 87% in Mt. Togyu and 15% in Hongchon, while opposite leaflets account for 100% in the other sites. The content of chlorophyll ranged from 0.609 mg/g. d. w. (Cheju) to 0.924 mg/g. d. w. (Hongchon), showing an increasing trends as the latitudes grow higher.

The number of stomata on the low epidermis is much larger than that on the upper epidermis in the whole area. But both aspects showed an increasing tendency, too as the latitude becomes higher.

緒 論

Turesson(1922)에 의해 生態型(ecotype) 개념이 제안된 이래, 자연 환경 속에서 생태적 입지의 변화에 따른 종내 변이의 존재가 여러 가지 방법에 의해 확인되어 왔다. 이러한 生態型은 해안형, 온대형, 고산형, 극지형 등의 예에서와 같이, 주로 고도나 위도 변화에 의한 기후적 요인의 구배에 따라 분화가 이루어지는 한편, 지형, 토양, 미기후 등의 요인과 관련하여 특징적인 조건을 지닌 매우 제한된 지역 내에서의 분화 예도 잘 알려져 있다 (Kawano, 1974). 따라서, 분포역이 넓은 광역종의 경우, 대체로 형태 및 생리적 형질에 있어서 폭넓은 지리적 변이를 나타내게 된다(Turesson, 1922).

할미꽃(*Pulsatilla koreana* Nakai)은 미나리아재비과에 속하는 숙근성의 다년생 초본으로, 수직적으로는 해발 900m 지점까지, 수평적으로는 만주 지방에서부터 한국을 거쳐 일본에 이르는 넓은 분포역을 나타내고 있어(Lee, 1967), 많은 생태형적 변이의 존재 가능성이 예상되고 있다. 특히, 우리나라의 경우, 좁은 국토 면적과는 달리 남북 간의 위도차가 크고 산지가 많은 관계로, 기온과 강수량의 차이에 따라 다양한 생태 환경을 나타내고 있기 때문에(Kim, 1973), 종생태학적인 측면에서 이러한 생태형적 변이를 연구하기에는 비교적 좋은 여건을 지니고 있다고 할 수 있다. 그러나, 이러한 종분화 현상의 중요성에 대한 인식의 부재로, Yeau(1978), Lee(1979), Kang(1987) 등의 보고를 제외하고는 아직 이에 대한 연구가 활발하지 못하다.

본 연구는 한반도 남부의 8개 지역(濟州, 順天, 德裕山, 安東, 忠州, 黔丹山, 洪川, 東草)의 할미꽃 집단 사이에 나타나는 잎의 형태, 엽록소 함량, 기공의 분포, 신장 성장 등에 관한 형질의 차이를 비교 구명함으로써, 일반적인 식물의 미진화 현상을 밝히기 위한 기초 자료를 얻고자 하였다.

材料 및 方法

채집지의 개황

채집지(Table 1)별 기상 조건은 한국 기후 편람(중앙 기상대, 1985)과 기상 연보(중앙 기상대, 1986~1987)를 참조하였으며, 측후소가 없는 일부 지역은 인접 지역 측후소의 자료를 인용하였다(Table 2, Fig. 1).

강수량은 濟州가 1440.0mm 로 최대였고, 忠州가 가장 적은 1093.6mm 로 나타나 두 지역 간에 약 350mm의 차이를 보였다. 연평균 기온의 경우, 濟州가 15.1°C로 가장 높았고, 洪州가 가장 낮은 10.0°C로 나타나, 두 지역의 온량 지수는 각각 121.7 과 89.6 이었다.

채집지의 위치는 33° 10' N(濟州)에서 38° 10' N(東草)에 이르기까지 5°의 위도차를 보였고, 해발 고도의 경우, 東草, 順天, 濟州가 40~70m, 忠州, 安東, 黔丹山, 洪川지역이 80~210m, 그리고 德裕山 300~400m 로 가장 높았다. 채집지의 방향은 대부분 남향 또는 동남향이었으나, 黔丹山 지역은 예외적으로 동향이였다. 생육지 환경의 경우, 대부분의 지역이 대체로 상대 조도 80~90%인 1~3m 높이의 소나무림 하상에서 다른 초본들과 혼생하고 있는 것과는 달리, 濟

Table 1. Description of the collection sites

Site	Latitude	Longitude	HSL(m)	Direction	Vegetation
Cheju	33°10′	126°35′	60~70	South east	Herbaceous
Sunchon	34°57′	128°28′	50~60	South	<i>Pinus</i> -herb
Mt. Togyu	35°51′	127°45′	300~400	South west	<i>Pinus</i> -herb
Andong	36°35′	128°42′	200~210	South	<i>Pinus</i> -herb
Chungju	36°55′	127°52′	80~90	South west	<i>Pinus</i> -herb
Mt. Komdan	37°32′	127°15′	200~210	East	Herbaceous
Hongchon	37°43′	127°40′	220~230	South	Riverside, gravelsand
Sokcho	38°10′	128°36′	40~50	South east	<i>Pinus</i> -herb

HSL : The height above sea level

Herbaceous : 30~70cm tall grass of Gramineae and Cyperaceae, relative light intensity 80~100%

Pinus-herb : Short grass and *Pinus* sp. with the heights of 1-3m, relative light intensity 80~90%

Table 2. Climatic conditions of collection sites

Site	Nearest meteorological station	*Precipitation (mm)	*Air temperature(°C)			W. I.	*Relative humidity (%)	Annual day length (hour)
			mean	min.	max.			
Cheju	Cheju	1440.0	15.1	11.8	18.6	121.7	74	1949.4
Sunchon	Yeosu	1392.5	13.8	10.7	17.4	116.8	68	2417.8
Mt. Togyu	Geochang	1186.8	11.4	5.8	17.7	93.9	73	2661.2
Andong	Yeongju	1126.7	11.1	5.3	17.5	94.0	69	2885.2
Chungju	Chungju	1093.6	10.9	5.4	17.2	95.6	74	1593.2
Mt. Komdan	Seoul	1364.8	11.6	7.5	16.5	100.4	69	2092.7
Hongchon	Hongchon	1193.5	10.0	4.3	17.4	89.6	67	2602.8
Sokcho	Sokcho	1291.2	11.9	8.6	15.4	95.6	66	2181.1

W. I. ; Warmth index, * ; annual mean

州, 黔丹山은 상대 조도 80~100% 인 비교적 양지 바른 곳에서 초장 30~70cm 의 화본과 식물 들과 혼생하고 있었고, 洪川의 경우 유일하게 강변 자갈밭에서 생육하고 있었다. 토양 조건 (Table 3)은 pH가 4.6~6.7 의 범위였고, 특히, 자갈밭이었던 洪川의 경우, 유기물과 토양 함 수량이 가장 적게 나타났다.

재료의 채집

1983년 5월 부터 1984년 5월 까지 위도와 지역간의 거리를 고려하여 총 8개 지역(濟州, 順天, 德裕山, 安東, 忠州, 黔丹山, 洪川, 東草)을 선정한 후, 지역별로 500개체 이상의 할미꽃 집단을 대상으로 하여 무작위로 100개체를 채집하였다. 지역별로 채집된 식물체는 주이식법에 따라 건국대학교 실험 포장에 이식하였고, 동일 조건 하에 재배하여 실험에 사용하였다.

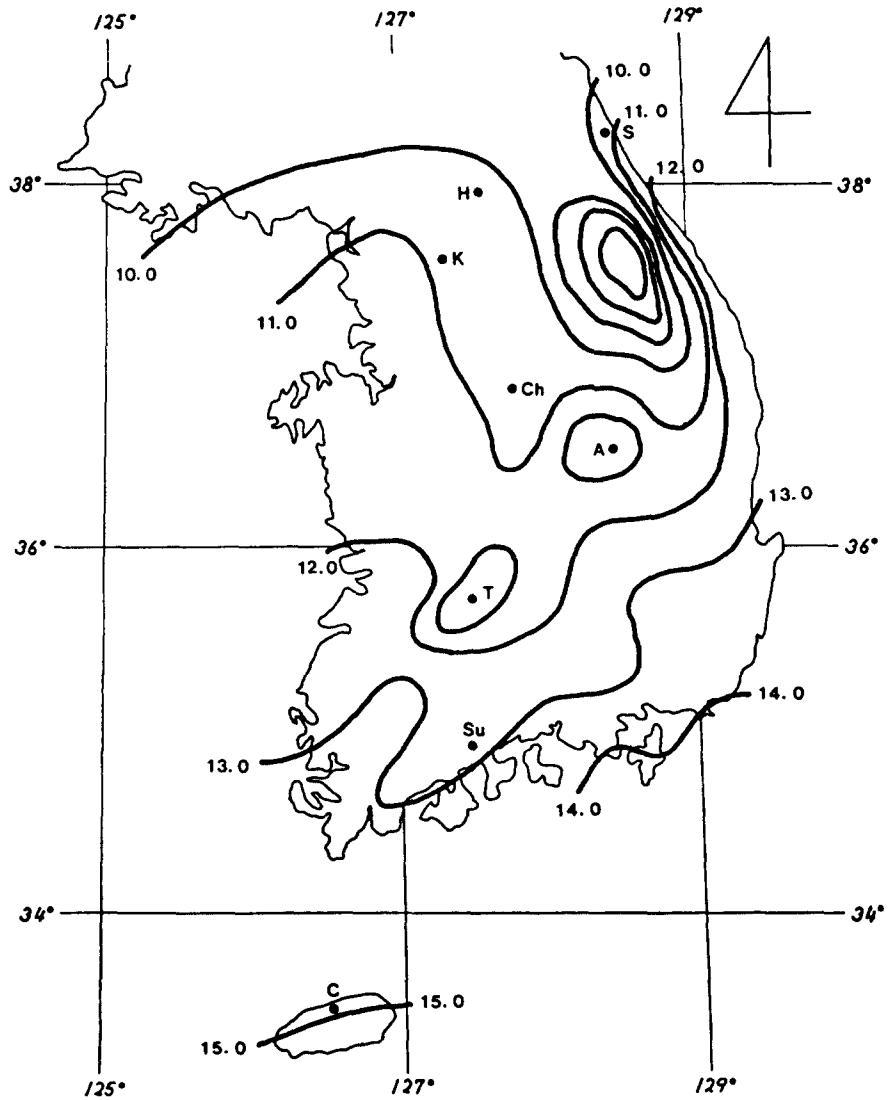


Fig. 1. Collection sites and isopleths of annual mean temperature.
 Abbreviations ; C : Cheju, Su : Sunchon, T : Mt. Togyu, A : Andong,
 Ch : Chungju, K : Mt. Komdan, H : Hongchon, S : Sokcho

Table 3. Soil properties of collection sites and experimental plot

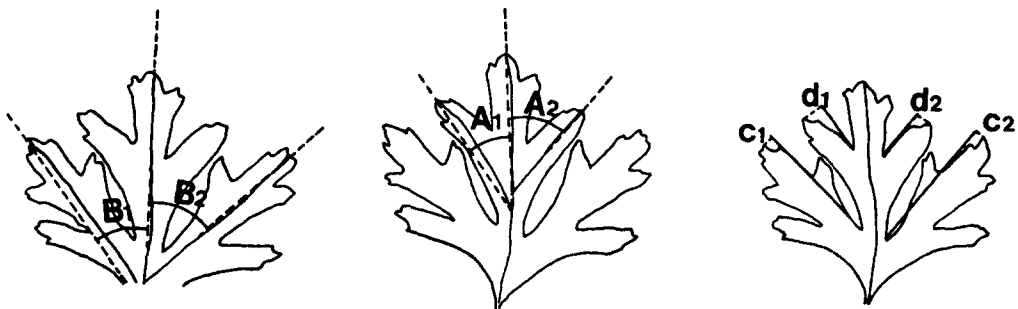
Site	pH (1:5)	O. M. (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	K	Ca	Mg	Water capacity(%)
					Exch. (me/100g)		
Cheju	6.2	9.7	8	0.29	3.9	1.9	49.3
Sunchon	6.0	3.0	13	0.21	4.5	2.3	44.7
Mt. Togyu	4.8	2.0	8	0.18	1.6	0.6	45.2
Andong	6.3	0.7	24	0.08	11.8	2.0	36.9
Chungju	4.6	2.6	18	0.30	6.2	3.2	50.5
Mt. Komdan	5.9	3.2	15	0.40	6.2	1.5	46.2
Hongchon	6.7	0.5	6	0.11	4.1	1.2	21.8
Sokcho	5.4	2.1	32	0.19	5.0	1.7	42.8
Transplanted garden(Kon- Kuk Univ.)	6.3	2.31	18.26	0.48	7.37	4.6	45.6

방 법

잎의 형질 분석은 1987년 9월 3일부터 17일 사이에 지역별로 20개체씩 완전히 성숙된 개체의 정생엽을 대상으로 Fig. 2와 같이 일정한 기준에 의해, 열각 각도, 열각 심도, 열각을, 거치수, 소엽병의 엽서 등에 관한 형질을 측정하였고, 각 지역의 심열각엽을 가진 개체의 비율을 조사하였다.

엽록소 함량 분석은 지역별로 비교적 생장이 양호한 개체의 신선한 잎을 시료로 사용하여 Mackinney(1941)법에 따라 시행하였고, 분광 광도계(UV-120-02 Shimadzu, Japan)를 이용하여 645nm와 663nm에서 흡광도를 측정하였다.

기공의 측정은 1987년 8월 3일부터 13일 사이에 맑은 날을 택하여, 각각 당일 14:00시에, 지역별로 비교적 생장이 양호한 20개체씩으로부터 잎을 채취하였다. 채취된 잎은 주맥을 중심으로 좌,우,상,중,하로 나누어 6개 부위로 구분한 뒤, 기공의 수와 크기를 부위별로 측정하였다.

**Fig. 2.** Diagram of incised state in apex leaflet.

신장 성장분석은 1987년 3월 28일부터 5월 19일까지 8회에 걸쳐, 지역별로 매회 20개체를 무작위로 표본 추출하여 잎의 신장 성장을 측정하였다. 최종 표본 추출 시, 정생엽과 기부 소엽의 길이, 총엽병의 마디수와 길이 등을 측정하였고, Fig. 3과 같이 일정한 기준을 정하여 소엽병의 마디 길이를 측정하였다.

結 果

잎의 형질 분석

잎의 열각 상태를 파악하기 위하여, Fig. 2에 예시한 측정 기준에 따라 열각 각도와 심도를 지역별로 측정하였다 (Table 4, 5, 6). 열각 각도의 경우, 외형상 열각이 심하게 나타난 濟州 I 이 다른 지역에 비해 10°내외의 현저히 높은 수치를 보였는데, 상부 평균 열각 각도 ($A_1 + A_2 / 2$)가 38° 32', 하부 평균 열각 각도 ($B_1 + B_2 / 2$)는 39° 56' 이었다. 반면, 상부 평균 열각 각도의 최소치는 順川의 23° 77'이었고 하부 평균 열각 각도는 洪川의 27° 97'이 최소치였다. 열각의 정도가 심하지 않은 濟州 II의 경우, 상부 평균 열각 각도가 28° 66', 하부 평균 열각 각도는 30° 78'이었다. 하부 열각 심도 ($C_1 + C_2$)에 있어서는, 열각이 심한 濟州 I 이 6.43cm로 가장 작았고, 가장 높은 수치를 보인 東草가 濟州 I 에 비해 약 1.5 배 정도 깊은 9.46cm 로 나타났다.

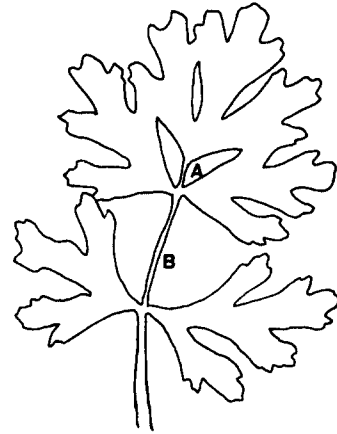


Fig. 3. Diagram of petiole length in leaflet.

Table 4. The lobate angle in apex leaflets according to the collection sites

Site	Degree of angle(°)			
	A_1	A_2	$A_1 + A_2$	$(A_1 + A_2) / 2$
Cheju I	39.38 ± 4.02(39.16)	37.25 ± 3.86(37.03)	76.63 ± 6.74(76.19)	38.32 ± 3.37(38.09)
Cheju II	29.16 ± 3.03(29.20)	28.16 ± 2.93(27.58)	57.32 ± 4.38(56.78)	28.66 ± 2.19(28.39)
Sunchon	24.67 ± 4.08(24.76)	22.86 ± 3.14(23.52)	47.53 ± 6.79(46.28)	23.77 ± 3.39(23.64)
Mt. Togyu	30.27 ± 3.00(30.38)	30.73 ± 2.88(27.34)	61.00 ± 4.92(60.42)	30.50 ± 2.46(30.21)
Andong	23.47 ± 2.79(23.51)	26.40 ± 3.07(25.49)	49.87 ± 5.27(49.00)	24.93 ± 2.64(24.50)
Chungju	27.60 ± 3.11(27.78)	26.60 ± 2.83(26.36)	54.20 ± 4.91(54.14)	27.10 ± 2.45(27.07)
Mt. Komdan	29.87 ± 1.73(30.17)	27.40 ± 2.74(27.55)	57.27 ± 3.77(57.72)	28.63 ± 1.89(28.86)
Hongchon	28.34 ± 2.23(28.29)	24.67 ± 4.31(26.13)	53.00 ± 5.52(54.42)	26.50 ± 2.76(27.21)
Sokcho	28.53 ± 3.84(27.43)	26.13 ± 2.57(28.85)	54.67 ± 5.75(56.28)	27.33 ± 2.88(28.14)

Cheju I : Parted; Cheju II : Non-Parted, $(A_1 + A_2) / 2$: $F = 3.46^{***}$ (***) : Significant at the 0.1% level
Numbers in parentheses represent the values measured in collection sites.

Table 5. The cleft angle in apex leaflets according to the collection sites

Site	Degree of angel(°)			
	B ₁	B ₂	B ₁ +B ₂	(B ₁ +B ₂)/2
Cheju I	39.50±3.55(39.79)	39.63±5.31(39.57)	79.13±6.89(80.01)	39.56±3.45(40.72)
Cheju II	30.88±3.31(30.94)	30.63±2.16(31.02)	61.55±4.92(61.33)	30.78±2.46(31.23)
Sunchon	28.27±2.21(28.44)	29.00±2.64(29.98)	57.27±2.06(57.42)	28.63±1.03(28.71)
Mt. Togyu	33.87±4.38(35.24)	33.60±4.72(33.98)	67.47±7.62(68.22)	33.73±3.81(34.11)
Andong	31.73±3.91(32.43)	29.27±2.83(28.49)	61.00±5.65(60.92)	30.50±2.82(30.46)
Chungju	32.60±2.83(32.49)	31.27±3.09(31.43)	63.87±4.89(63.92)	31.93±2.45(31.96)
Mt. Komdan	30.20±3.09(28.97)	28.93±3.03(30.43)	59.13±4.67(59.40)	29.57±2.33(28.75)
Hongchon	29.40±3.83(26.08)	26.53±4.19(28.98)	55.93±6.40(54.86)	27.97±3.20(27.43)
Sokcho	30.40±3.80(30.58)	33.20±4.16(33.14)	63.60±5.39(63.72)	31.80±2.70(31.86)

Cheju I : Parted; Cheju II : Non-Parted, (B₁+B₂)/2 : F = 2.74** (** : Significant at the 1% level)
 Numbers in parentheses represent the values measured in collection sites.

Table 6. Incised depth in apex leaflets according to the collection sites

Site	Length(cm)					
	c ₁	c ₂	c ₃	d ₁	d ₂	d ₁ +d ₂ /c ₁ +c ₂ ×100
Cheju I	3.16±0.24(3.04)	3.27±0.25(3.34)	3.55±0.17(1.51)	1.55±0.76(1.62)	48.21±4.69(49.02)	
Cheju II	4.27±0.79(4.13)	4.31±0.71(4.01)	1.90±0.32(1.79)	2.01±0.43(2.07)	45.57±3.89(47.48)	
Sunchon	3.57±0.65(3.56)	3.61±0.77(3.63)	1.40±0.25(1.29)	1.53±0.45(1.58)	40.58±4.80(39.85)	
Mt. Togyu	3.37±0.64(3.39)	3.61±0.67(3.57)	1.71±0.30(1.82)	1.70±0.40(1.59)	49.04±4.91(48.98)	
Andong	4.25±0.76(4.18)	4.25±0.72(4.33)	1.87±0.49(1.86)	1.79±0.41(1.67)	41.33±3.91(41.44)	
Chungju	3.66±0.84(3.69)	3.74±0.75(3.74)	1.63±0.43(1.71)	1.67±0.47(1.49)	43.76±3.46(43.11)	
Mt. Komdan	4.49±0.77(4.50)	4.56±0.92(4.58)	2.06±0.39(1.96)	2.11±0.47(2.21)	46.06±4.54(45.92)	
Hongchon	4.34±0.92(4.31)	4.38±0.92(4.36)	1.55±0.54(1.32)	1.61±0.49(1.32)	34.34±5.02(34.59)	
Sokcho	4.62±0.69(4.64)	4.84±0.96(4.89)	1.98±0.39(1.88)	2.36±0.49(2.40)	46.06±4.74(44.94)	

c : Cleft, d : Lobate, I : Right, 2 : Left, Cheju(I) : Parted, Cheju(II) : Non-parted
 d₁+d₂/c₁+c₂×100 : F = 5.32*** (***) : Significant at the 0.1% level)

Numbers in parentheses represent the values measured in collection sites.

상부 열각 심도($d_1 + d_2$)에 있어서도 4.35cm 로 최대치를 보인 東草가 2.93cm 로 최소치를 나타낸 順川에 비해 약 1.5 배에 달하는 뚜렷한 차이를 보였다. 상부와 하부 열각 심도의 비로 나타낸 열각율($d_1 + d_2 / c_1 + c_2 \times 100$)의 경우, 德裕山이 가장 높은 49.04% 였고, 洪川이 가장 낮은 34.34% 였다.

열각이 심화되어 생긴 심열각엽을 가진 개체를 지역별로 조사한 결과(Table 7, Photo 1), 濟州의 경우 심열각엽으로만 이루어진 개체가 5 개체(5.8%) 나타나고 있는 한편, 54 개체(62.8%)에서 심열각엽과 비심열각엽이 혼재함으로써 다른 지역과 비교하여 열각의 분화가 현저하였고, 같은 난류 영향권에 위치한 順天과 東草에서도 각각 2 개체(2.5%)와 3 개체(3.3%)의 심열각엽과 비심열각엽이 혼재된 개체가 출현한 반면, 다른 지역에서는 전혀 관찰되지 않았다.

Table 7. Parted leaved individuals according to the collection sites

Site	Total individuals	Parted + non-parted	Parted	Non-Parted
Cheju	86	54(62.8)	5(5.8)	27(31.4)
Sunchon	80	2(2.5)	0	78(97.5)
Mt. Togyu	109	0	0	109(100)
Andong	128	0	0	128(100)
Chungju	90	0	0	90(100)
Mt. Komdan	32	0	0	32(100)
Hongchon	60	0	0	60(100)
Sokcho	92	3(3.3)	0	89(96.7)

Open numbers mean individuals.

Numbers in parentheses mean its percentage in each complex.

거치수에 있어서도 난류 영향권인 濟州, 順川, 東草가 각각 39.80, 40.73, 43.73 개로 46.27~52.47 개의 범위 내에 있는 다른 지역에 비해 적은 수치를 나타내고 있었으며, 대체로 위도가 높아질수록 거치수가 증가하는 경향을 보였다(Table 8).

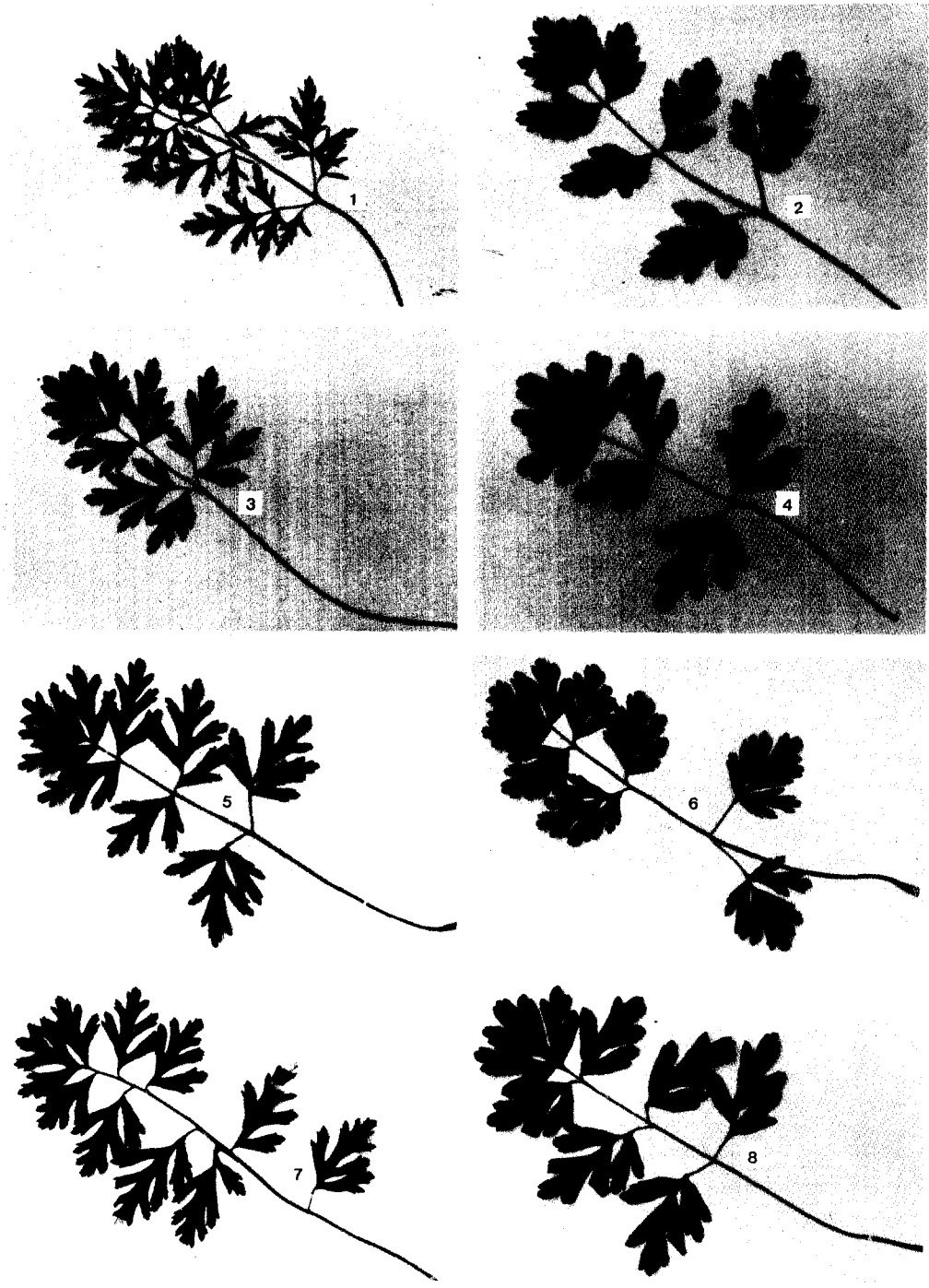
각 지역별로 소엽병의 엽서 상태를 비교해 보면, Table 9 와 Photo 1 에 나타난 바와 같이 대부분의 지역에서 100% 대생의 형태를 취하고 있었으나, 德裕山과 洪川 지역에서만 특이하게 각각 개체수의 87% 와 15% 가 호생하고 있었다 (Table 9).

Table 8. Dentate numbers according to the collection sites

Site	Dentate number	Site	Dentate number
Cheju	39.80 ± 5.12 (37.99)	Chungju	48.33 ± 2.71 (47.69)
Sunchon	40.73 ± 6.87 (42.27)	Mt. Komdan	52.47 ± 6.72 (55.15)
Mt. Togyu	46.27 ± 4.58 (43.18)	Hongchon	49.93 ± 5.94 (51.59)
Andong	49.33 ± 4.54 (49.17)	Sokcho	43.73 ± 4.88 (44.76)

Dentate number : $F = 3.55^{***}$ (***) : Significant at the 0.1% level)

Numbers in parentheses represent the values measured in collection sites.



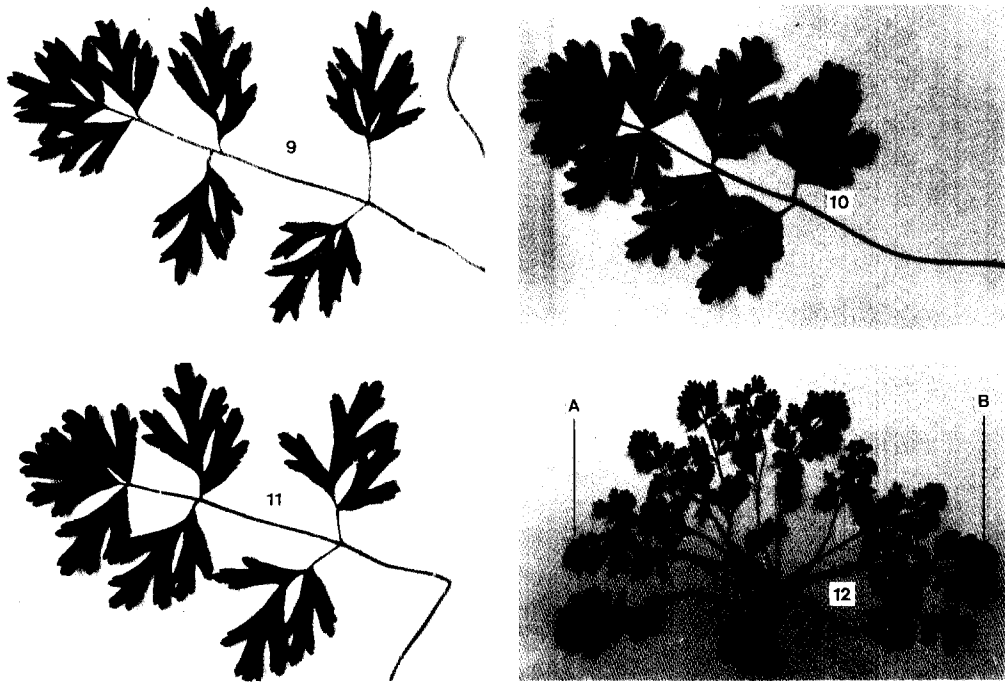


Photo 1. The leaf variations of *Pulsatilla koreana* according to the collection sites.

- No. 1 : Parted leaf of Cheju
 2 : Non-parted leaf of Cheju
 3 : Parted leaf of Suncheon
 4 : Non-parted leaf of Suncheon
 5 : Parted leaf of Sokcho
 6 : Non-parted leaf of Sokcho
 7 : Alternate leaflet phyllotaxis of Mt. Togyu
 8 : Non-parted leaf of Chungju
 9 : Alternated leaflet phyllotaxis of Hongchon
 10 : Non-parted leaf of Andong
 11 : Non-parted leaf of Mt. Komdan
 12 : Compound individual of parted and non-parted leaves(Cheju)
 A : Parted; B : Non-Parted

Table 9. Phyllotaxis state of leaflets according to the collection sites

Site	Alternate(%)	Opposite(%)	Site	Alternate(%)	Opposite(%)
Cheju	—	100	Chungju	—	100
Sunchon	—	100	Mt. Komdan	—	100
Mt. Togyu	87	13	Hongchon	15	85
Andong	—	100	Sockho	—	100

엽록소 함량

엽록소의 함량을 지역별로 조사해 본 결과 (Table 10), 가장 남쪽에 위치한 제주가 엽록소 a, b, a+b 의 함량 모두에 있어서 가장 적은 수치를 나타내, 각각 0.393mg /g.d.w., 0.216mg /g.d.w., 0.609mg /g.d.w.였다. 반면, 엽록소 a 의 경우, 가장 많은 함량을 나타낸 지역은 東草로서 0.414mg /g.d.w.였고, 엽록소 b 와 엽록소 a+b 의 두가지 함량에 있어서는 洪川이 가장 높은 수치를 보여 각각 0.522mg /g.d.w.와 0.924mg /g.d.w.으로 나타났다. 특히, 洪川의 엽록소 b 의 함량은 최소치를 나타낸 濟州와 다음으로 적은 수치를 나타낸 順天의 함량에 비해 2 배 이상 많은 수치를 보였다. 전체적으로는 위도가 높아짐에 따라 함량이 증가하는 경향을 보였다.

Table 10. Chlorophyll contents according to the collection sites

Site	Chlorophyll contents (mg/g.d.w.)			Site	Chlorophyll contents (mg/g.d.w.)		
	Chl. a	Chl. b	Chl. a+b		Chl. a	Chl. b	Chl. a+b
Cheju	0.393	0.216	0.609	Chungju	0.410	0.367	0.777
Sunchon	0.409	0.256	0.665	Mt. Komdan	0.402	0.499	0.901
Mt. Togyu	0.412	0.290	0.702	Hongchon	0.402	0.522	0.924
Andong	0.411	0.284	0.695	Sokcho	0.414	0.352	0.766

기공의 분포

지역별로 mm 당 기공의 수와 크기를 측정하였다 (Table 11). 기공의 수는 전 지역에 걸쳐 69.30~118.10 개로 나타난 앞의 뒷 면이, 18.90~41.03 개의 범위를 보인 앞 면에 비해 많았다. 지역별로는, 앞 면의 경우 濟州지역이 가장 적은 18.90 개였고, 東草가 41.30 개로 가장 많았다. 뒷 면에 있어서는, 69.30 개로 나타난 忠州가 가장 적은 수치를 보인 반면, 東草가 역시 가장 많은 118.10 개로 나타났다. 특히, 東草의 기공수는 앞, 뒷 면에서 각각 최소치를 나타낸 濟州와 忠州 지역에 비해, 약 2 배 가까운 현저한 차이를 보였다.

고도별 경향에 있어서, 東草를 제외한 지역들의 경우, 50~90m 사이의 해발 고도가 비교적 낮은 지역(濟州, 順川, 忠州)의 기공수가 뒷 면에서 69.30~74.70 개로 나타난 반면, 200~400m 로 비교적 고도가 높은 지역(安東, 德裕山, 黔丹山, 洪川)의 기공수는 77.30~109.00 개로 나타나,

Table 11. The characteristics of stomata according to the collection sites

Site	Number/mm ²		Length(μ)
	Adaxial surface***	Abaxial surface***	Adaxial surface
Cheju	18.90 \pm 5.16(15.18)	70.90 \pm 8.17(72.11)	3.06 \pm 0.18(2.97)
Sunchon	32.00 \pm 3.52(31.78)	74.70 \pm 14.61(69.33)	2.50 \pm 0.39(2.27)
Mt. Togyu	28.10 \pm 2.97(26.58)	77.30 \pm 9.06(78.88)	2.75 \pm 0.24(2.83)
Andong	34.10 \pm 5.32(38.19)	97.60 \pm 7.84(99.09)	2.43 \pm 0.20(2.23)
Chungju	36.00 \pm 7.64(36.78)	69.30 \pm 6.51(72.38)	2.83 \pm 0.30(2.59)
Mt. Komdan	30.30 \pm 4.59(33.24)	81.40 \pm 14.25(86.06)	2.80 \pm 0.40(2.77)
Hongchon	35.70 \pm 7.38(33.33)	109.00 \pm 13.89(114.39)	2.82 \pm 0.25(2.91)
Sokcho	41.03 \pm 5.08(43.81)	118.10 \pm 17.04(113.29)	2.81 \pm 0.27(2.92)

Site	Length(μ)	Width(μ)	
	Abaxial surface	Adaxial surface	Abaxial surface
Cheju	3.18 \pm 0.27(3.31)	1.63 \pm 0.23(1.66)	1.65 \pm 0.16(1.59)
Sunchon	3.03 \pm 0.20(3.11)	1.20 \pm 0.13(1.08)	1.26 \pm 0.18(1.16)
Mt. Togyu	2.98 \pm 0.11(2.81)	1.37 \pm 0.14(1.40)	1.26 \pm 0.12(1.35)
Andong	2.87 \pm 0.08(2.69)	1.04 \pm 0.10(1.14)	1.19 \pm 0.21(1.20)
Chungju	3.20 \pm 0.25(3.14)	1.11 \pm 0.17(1.07)	1.26 \pm 0.14(1.18)
Mt. Komdan	3.14 \pm 0.19(3.08)	1.10 \pm 0.17(1.21)	1.03 \pm 0.09(0.98)
Hongchon	3.07 \pm 0.13(3.17)	1.26 \pm 0.19(1.19)	1.12 \pm 0.10(1.17)
Sokcho	3.09 \pm 0.37(2.91)	1.55 \pm 0.31(1.78)	1.56 \pm 0.41(1.47)

*** : significant at the 0.1% level

Numbers in parentheses represent the values measured in collection sites.

고도에 따라 증가하는 경향을 보였다.

위도별 경향에 있어서도, 忠州를 제외한 36° 35' N~38° 10' N에 이르는 고위도 지역의 기공수가 81.40~118.10 개의 범위인데 반하여, 33° 10' N~35° 51' N 사이의 저위도 지역에서는 70.90~77.30 개로 나타나 위도에 따라 증가하는 경향을 보였다.

앞 면의 기공 크기는, 길이가 2.43~3.06 μ , 폭이 1.04~1.63 μ , 뒷 면은 길이가 2.87~3.20 μ , 폭이 1.03~1.65 μ 의 범위로, 지역에 따른 경향성은 보이지 않았다.

신장 생장

앞의 지역별 생장 경향을 3월 28일 부터 5월 19일 까지 8회에 걸쳐 생육 시기별로 조사하였다(Table 12). 생장 초기인 4월 29일 까지는 지역에 따른 차이가 뚜렷이 나타나지 않았으나, 5월 이후 시간이 경과함에 따라 3개 유형, 즉 난류 영향권(濟州, 安東, 順川), 내륙 남부권(安東, 忠州, 德裕山) 및 내륙 중부권(黔丹山, 洪川) 등의 구분이 뚜렷해졌다. 최종 표품 추출 시기인 5월 19일의 앞의 신장 생장은 濟州, 東草, 順天 등 난류 영향권이 23.2cm~27.9cm, 安東, 忠州, 德

Table 12. Elongation of leaf according to the collection sites

(cm)

Site	Sampling date							
	March		April			May		
	28	8	15	22	29	6	13	19
Cheju	1.2	3.5	5.9	11.3	16.0	20.8	25.4	23.2
Sunchon	4.9	9.6	13.9	23.1	24.0	27.5	27.8	27.9
Mt. Togyu	3.0	6.6	12.5	19.2	24.6	30.9	33.5	33.6
Andong	3.5	7.6	11.0	18.1	21.3	27.5	33.1	34.2
Chungju	3.2	7.6	11.7	18.2	23.1	29.2	32.6	33.2
Mt. Komdan	2.7	5.6	10.8	20.9	25.4	32.4	35.6	40.0
Hongchon	1.6	5.6	8.0	17.8	23.3	33.6	37.5	39.1
Sokcho	3.1	6.0	9.1	18.5	22.6	25.5	26.1	26.5

裕山 등 내륙 남부권이 33.2cm~34.2cm, 그리고 黔丹山과 洪川の 내륙 중부권이 39.1cm~40.0cm 로 대체로 북쪽으로 가면서 위도에 따라 커지는 경향성을 나타내었다(Fig. 4).

기부 소엽의 신장 생장(Table 13) 역시, 德裕山과 심열각엽을 가진 濟州 I 을 제외한 다른 지역들에서 대체로 위도에 따른 3 개 유형, 즉 濟州 II - 東草 - 順天 등 난류 영향권과 忠州 - 安東 등의 내륙 남부권, 黔丹山 - 洪川 등 내륙 중부권으로 구별되었다. 3 개 유형 가운데, 내륙 중부권인 黔丹山과 洪川이 다른 지역에 비해 높은 수치를 보여, 우측 소엽의 길이가 각각 8.12cm 와 9.05cm 로 나타났으며, 좌측 소엽도 유사한 경향을 보였다.

정생엽의 경우 역시, 길이와 폭이 모두 위도가 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였는데 (Table 14), 가장 작은 濟州 I 의 경우 길이 5.32cm, 폭 4.61cm 의 크기였고, 洪川은 길이 7.59cm, 폭 9.27cm 로 가장 큰 수치를 보였다. 정생엽의 길이와 폭 간의 관계로 부터(Fig. 5), 濟州의 2개 집단을 포함한 9개 지역 집단은 4개 유형, 즉 黔丹山-洪川, 安東-德裕山-東草-濟州 II,

Table 13. Length of basal leaflet according to the collection sites

Site	Right length(cm)	Left length(cm)
Cheju I	8.62±0.82(9.01)	8.69±0.76(8.74)
Cheju II	7.77±0.89(7.93)	7.78±0.95(7.75)
Sunchon	7.58±0.74(6.17)	7.59±0.89(6.61)
Mt. Togyu	7.76±0.89(7.45)	7.79±0.86(6.53)
Andong	6.75±1.04(8.03)	6.53±0.96(7.01)
Chungju	6.53±1.49(6.93)	6.43±1.48(7.20)
Mt. Komdan	8.12±1.38(7.88)	7.78±1.16(8.14)
Hongchon	9.05±1.32(9.66)	9.85±1.56(9.98)
Sokcho	7.76±0.90(7.31)	7.79±1.18(7.43)

Right length : $F=3.2^{***}$; Left length : $F=4.66^{***}$ (***) : Significant at the 0.1% level)

Numbers in parentheses represent the values measured in the collection sites.

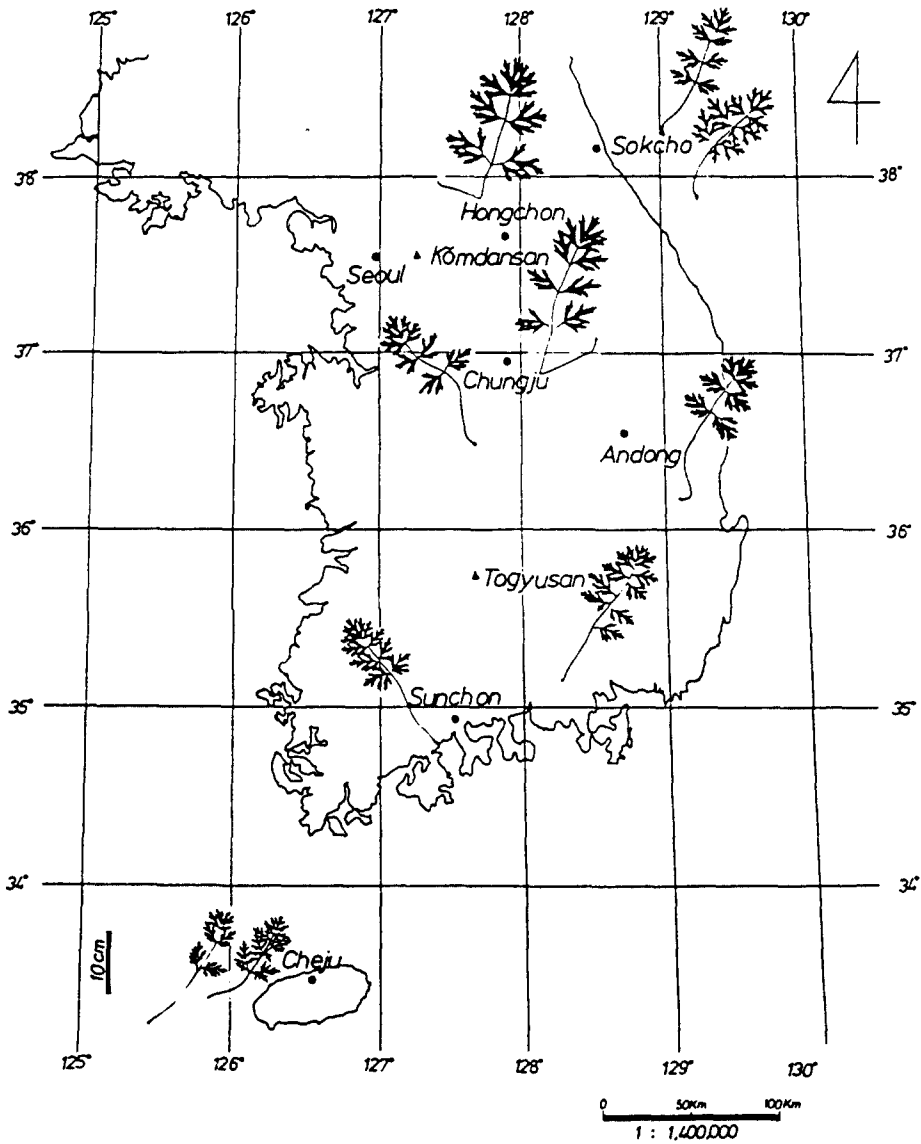


Fig. 4. Comparison of leaf size according to the collection sites.

2 types of leaf in Cheju and Sokcho represent the parted and non-parted leaves.

Table 14. Length and width of apex leaflets according to the collection sites

Site	Length (cm)	Width (cm)
Cheju I	5.32 ± 1.29 (5.30)	4.61 ± 0.82 (4.53)
Cheju II	6.62 ± 0.72 (6.63)	8.47 ± 1.01 (8.42)
Sunchon	5.94 ± 0.61 (7.46)	6.61 ± 0.94 (6.55)
Mt. Togyu	6.20 ± 0.55 (6.25)	7.59 ± 0.98 (7.44)
Andong	6.51 ± 0.95 (6.64)	7.28 ± 1.31 (7.39)
Chungju	5.75 ± 1.04 (5.51)	6.97 ± 1.41 (6.68)
Mt. Komdan	7.63 ± 0.73 (7.49)	8.67 ± 0.93 (8.76)
Hongchon	7.59 ± 1.96 (7.47)	9.27 ± 1.92 (9.20)
Sokcho	6.67 ± 0.67 (6.64)	8.55 ± 1.18 (8.54)

Cheju: I Parted ; Cheju II : Non-parted

Length : F=4.59*** ; Width : F=4.61*** (***) : Significant at the 0.1% level)

Numbers in parenthesis represent the values measured in collection sites.

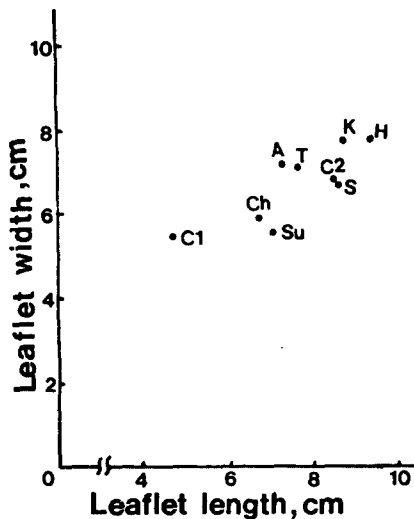


Fig. 5. The relationship between length and width of apex leaflets.

C₁: Cheju(parted),

C₂: Cheju(non-parted)

Others are the same as Fig. 1.

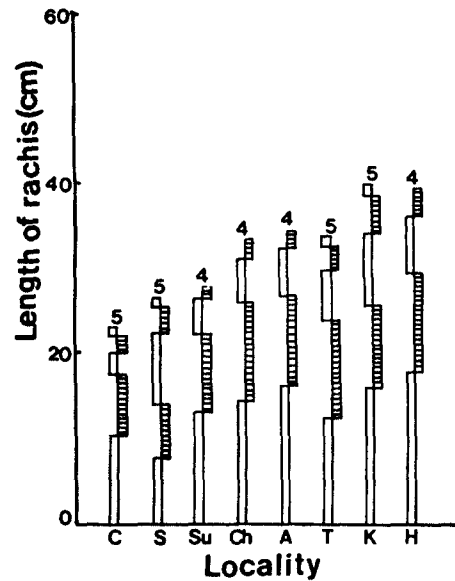


Fig. 6. Length of rachis and node number according to the collection sites.

Abbreviations are the same as Fig. 1.

Alternate bars represent each node.

忠州-順川, 濟州 I 등으로 구분되었다.

소엽병의 마디 길이를 Fig. 3에 예시한 기준에 따라 측정된 결과는 Table 15와 같다. 마디 전체의 길이(A+B)는 順川이 4.24cm 로 가장 짧았고, 洪川이 9.63cm 로 가장 길게 나타났는데, 대체로 위도가 높아질수록 길어지는 경향을 보였으며, 상부 마디(A)와 하부 마디(B) 각각의 길

Table 15. Petiole length according to the collection sites

Site	Petiole length(cm)			A/(A+B)×100(%)
	A	B	A+B	
Cheju	1.38±0.16(1.32)	3.06±0.17(3.39)	4.44±0.38(4.51)	30.93±3.38(29.71)
Sunchon	1.77±0.20(1.02)	2.40±0.12(3.15)	4.24±0.43(4.17)	24.70±2.58(24.48)
Mt. Togyu	2.38±0.34(1.84)	2.66±0.27(3.12)	5.04±0.41(4.96)	37.27±3.57(37.29)
Andong	2.13±0.21(1.71)	3.75±0.28(4.26)	5.88±0.27(5.97)	28.88±3.01(28.66)
Chungju	1.81±0.18(1.20)	2.57±0.22(3.17)	4.38±0.31(4.37)	26.97±2.66(27.48)
Mt. Komdan	2.71±0.21(2.25)	4.71±0.28(4.85)	7.42±0.33(7.10)	31.97±2.96(31.73)
Hongchon	2.94±0.33(2.97)	6.22±0.49(6.56)	9.63±0.26(9.53)	30.61±3.11(31.24)
Sokcho	1.79±0.17(1.20)	2.56±0.12(3.29)	4.35±0.29(4.49)	27.26±2.69(26.75)

A, B : See Fig. 2. A/A+B×100 : F=9.67*** (***) : Significant at the 0.1% level)

Numbers in parentheses represent the values measured in collection sites.

이 생장 및 상부 마디에 대한 전체 길이의 비(A/A+B×100) 역시, 대체로 고위도로 갈수록 증가하는 경향을 보였다.

총엽병의 마디 수와 길이를 측정된 결과는 Table 16, Fig. 6과 같다. 마디 수는 濟州, 束草, 德

Table 16. Rachis length and node number according to the collection sites

Site	Rachis length(cm)					Total length
	1	2	3	4	5	
Cheju	10.49±2.31 (11.80)	6.86±1.08 (6.96)	3.23±0.31 (3.18)	1.88±0.18 (1.86)	0.71±0.08 (0.81)	23.23±2.98 (21.84)
Sunchon	13.14±1.89 (11.80)	9.09±1.76 (10.18)	5.13±0.56 (5.33)	1.52±0.09 (1.44)		27.86±5.14 (23.36)
Mt. Togyu	12.33±1.70 (13.28)	11.63±1.09 (12.27)	5.79±0.38 (5.98)	2.87±0.31 (3.29)	1.02±0.11 (1.08)	33.60±4.51 (35.19)
Andong	16.13±2.41 (15.84)	10.50±1.54 (9.89)	5.61±0.41 (5.87)	2.04±0.28 (1.84)		34.21±2.88 (32.23)
Chungju	14.18±2.67 (12.99)	11.57±2.58 (12.33)	5.24±0.67 (4.98)	2.31±0.31 (2.95)		33.15±3.36 (34.59)
Mt. Komdan	15.87±2.19 (16.34)	9.69±1.03 (10.74)	8.37±0.91 (8.13)	4.32±0.38 (4.41)	1.73±0.19 (1.59)	40.02±6.12 (39.93)
Hongchon	17.74±1.89 (19.56)	11.62±2.10 (12.94)	6.74±0.58 (6.84)	3.07±0.29 (2.99)		39.05±5.42 (42.88)
Sokcho	7.93±1.85 (8.97)	6.14±0.96 (6.18)	8.37±0.28 (7.83)	3.04±0.27 (2.91)	1.06±0.21 (1.31)	26.52±5.46 (27.36)

Numbers in parentheses represent the values measured in collection sites.

1, 2, 3, 4, 5 : node number

裕山, 黔丹山에서 5 개였고, 順天, 安東, 洪川이 4 개로 나타났다. 마디 수와 길이의 관계에서 濟州와 東草는 5 개의 마디를 가지고 있으나 전체 길이가 작은 반면, 洪川의 경우 마디 수는 4개이지만 전체 길이가 길게 나타났다. 전체의 길이는 위도에 따라 뚜렷이 증가하는 경향성을 보였고, 역시 앞에서의 같이 난류 영향권(濟州, 東草, 順天), 내륙 남부권(安東, 忠州, 德裕山), 내륙 중부권(黔丹山, 洪川) 등 3개 유형이 식별되었다.

考 察

잎의 열각 각도와 열각 심도의 상관 관계로 부터, 濟州 2개 집단을 포함한 할미꽃의 9 개 지역 집단은, 德裕山-濟州 I, 東草-黔丹山-濟州 II, 忠州-安東-順天, 洪川 등 4 개 유형으로 구분되었다 (Fig. 7, 8). 4개의 유형 가운데, 특히 洪川의 경우, 비교적 열각이 그리 크지 않아, 분화 정도가 다른 지역과 뚜렷이 구별되었다. 이러한 현상은, 洪川 지역이 가장 낮은 연평균 기온(10°C)을 나타내고 있는 한편, 강수량이 1193.5mm 로 비교적 적으며, 유일하게 상대 조도 100%인 강변의 개활지 지갈밭에서 생육하고 있는 관계로 채집지에서의 토양 함수량이 21.8%로 다른 지역에 비해 20% 이상 낮게 나타나고 있는 것과 관련이 있는 것으로 생각된다. (Table 3).

반면, 난류 영향권의 濟州, 順天, 東草 등 3 개 지역은 거치수가 비교적 적게 나타나 다른 지역과 뚜렷이 구분되었는데, 이는 이들 지역의 연평균 최저 기온이 각각 11.8°C, 10.7°C, 8.6°C로 다른 지역에 비해 비교적 높게 나타나고 있는 것과 관련이 있는 것으로 보여, 각 지역 집단에서

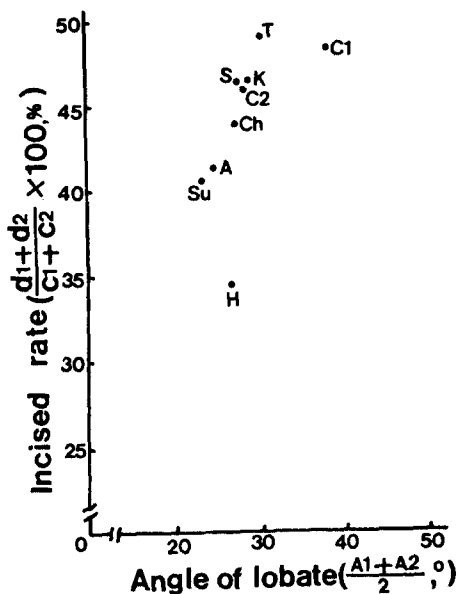


Fig. 7. The relationship between the angle of the 1st lateral vein to the main vein and the incised rate. (See Fig. 2.) Abbreviations are the same as Fig. 5.

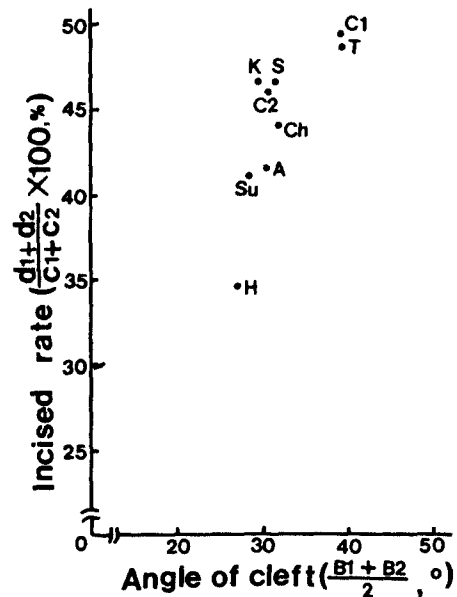


Fig. 8. The relationship between the angle of the 2nd lateral vein to the main vein and the incised rate. (See Fig. 2.) Abbreviations are the same as Fig. 5.

나타나는 할미꽃 잎의 열각 분화를 비롯한 여러가지 형태상의 차이는 생육지의 온도 조건, 그리고 강수량 및 토양 함수량과 연관된 수분 조건 등 기후 환경의 지리적 구배에 따른 생태형적 변이로 해석하는 것이 타당하다고 생각된다.

이와 관련하여, 濟州를 비롯한 順天, 東草 등 난류 영향권 내에 위치하는 지역에서 심엽각엽과 비심엽각엽의 혼재 개체가 출현하고 있는 것과 함께, 특히, 濟州에서 심엽각엽만을 가진 개체가 나타나고 있는 현상은, 한국과 만주산 할미꽃의 비교 연구에서 *Pulsatilla koreana* 가 *P. cernua* 와 흡사하여 *P. cernua* var. *koreana*로 취급해야 한다고 한 Lee(1969)의 견해를 뒷받침하는 것이라 생각된다. 따라서, 濟州道에 분포하는 가늘잎할미꽃(*P. cernua*)과 내륙에 분포하는 할미꽃(*P. koreana*)은 별개의 종이 아닌 동일종 내의 생태형적 변이종으로 추정된다.

잎의 형질 가운데 특기할 사항은, 100% 대생 형태의 소엽이 나타나고 있는 다른 지역과는 달리, 덕유산과 홍천 지역에서만 호생 상태의 소엽이 각각 87% 와 15% 의 비율로 출현하고 있는데, 이와 같이 호생 소엽의 출현 지역이 지리적 또는 기후적 구배와는 무관한 불연속적인 분포를 하고 있는 현상에 대해서는 앞으로 추가적인 검토와 해석이 있어야 할 것으로 생각된다.

잎의 엽록소 함량은 일장 조건, 조도 및 온도 등과 같은 생육지의 환경 조건에 따라 많은 차이를 나타내고 있다(McNaughton, 1966 ; Lee, 1979). *Ligularia fischeri*(Kang, 1987)의 경우, 생육지의 고도가 높아질수록 엽록소의 함량이 증가하였다. Nakayama(1975)는 *Fagopyrum esculentum*의 품종 간 비교에서, 남방 품종에 비해 북방 품종의 엽록소 함량이 많았으며, 이로 인해 북방 품종의 내한성과 내건성이 높아지게 되는데, 이러한 현상이 품종의 분포에 영향을 미친다고 하였다. 할미꽃의 경우, 전체적으로 위도가 높아짐에 따라 함량이 증가하는 경향을 보여, 洪川, 黔丹山, 東草 등 고위도 지역의 엽록소 함량이 저위도 지역에 비해 높게 나타나고 있는 한편, 부분적으로 고도에 따른 증가 경향도 보임으로써 Nakayama(1975)와 Kang (1987)의 연구결과와 일치하였다. 엽록소 함량을 지역별로 살펴 보면, 특히, 洪川의 함량이 전반적으로 다른 지역에 비해 현저히 높게 나타나고 있는데, 이는 전술한 바와 같이, 강변 개활지에 위치한 이 지역의 생육지 환경 특성상, 상대 조도가 80 ~ 100%에 이르는 특이적인 광조건 하에서 장기간 적응해 온 결과라고 생각된다.

Björkman 등(1972)은 강광, 중광, 약광 등 3가지 다른 광조건 하에서 *Atriplex patula*를 재배한 결과, 기공의 수와 크기가 재배 조건에 따라 서로 많은 차이가 있음을 확인한 바 있다. 기공수에 있어서, Lee(1979)와 Kang(1987)은 각각 *Plantago asiatica* 와 *Ligularia fischeri*를 재료로 실험한 결과, 대체로 고위도로 갈수록 기공수가 증가하는 경향을 보인다고 하였다. 할미꽃의 경우 역시 고도나 위도가 높아질수록 기공의 수가 증가하였는데, 이는 과도한 증산 작용으로 인한 수분 스트레스를 방지하기 위한 적응적 생활 양식의 일환으로 모든 지역에서 앞면에 비해 뒷면의 기공수가 많이 나타나고 있는 현상과 같은 맥락에서, 고온에 의한 수분 스트레스의 위험이 상대적으로 감소하는데 따른 형질의 분화로 해석된다. 기공의 크기에 있어서는, Yeau(1978)와 Kang(1987)이 각각 *Ranunculus japonicus* 와 *Ligularia fischeri*에 대해 조사한 결과, 고도가 높아질수록 크기가 증가하는 것으로 보고한 바 있는데, 할미꽃의 경우 지역에 따라 다양한 수치를 나타내었으나 고도나 위도에 따른 경향성은 보이지 않았다.

Lee(1979)는 *Plantago asiatica*의 잎, 엽병, 뿌리 등의 신장 생장이 고위도로 갈수록 감소하는 경향이 있으며, 이들의 생육 시기별 성장 경향에 있어서도 시간 경과에 따라 차이가 있음을 보고한 바 있다. Yeau(1978)는 고도 증가에 따른 토양 함수량의 감소 경향과 함께 *Ranunculus*

*japonicus*의 신장 생장이 감소함을 보고하였고, Kang(1987) 또한 *L. fischeri*에 있어 잎, 엽병, 뿌리 등의 신장 생장이 고도가 높아질수록 감소함을 밝혔다. *Pulsatilla* 속에 대해서는 Komarov(1901), Makino(1980) 및 Lee(1980) 등이 *P. koreana*를 비롯한 몇가지 소속종의 대략적인 체장을 기재하였을 뿐, 위도나 고도에 따른 신장 생장의 차이에 대해서는 언급한 바 없다.

본 실험에서 할미꽃의 잎을 비롯한 정생엽, 소엽병, 총엽병 등의 신장 생장은, 대체로 고위도로 갈수록 증가하는 경향을 보였는데, 이는 위도 및 고도 증가와 관련하여 전반적인 신장 생장의 감소 경향을 보인 *Ranunculus japonicus*(Yeau, 1978), *Pantago asiatica*(Lee, 1979), *L. fischeri*(Kang, 1978) 등의 실험 결과와는 상반되는 특이적인 경향이라고 할 수 있다. 이와 같은 신장 생장의 증가 경향과 관련하여, 특히, 잎과 총엽병, 그리고 기부 소엽의 경우는, 다소 지역적인 차이는 있었지만, 대체로 난류 영향권, 내륙 남부권 및 내륙 중부권 등 3개 유형이 구분되었다. 이같은 결과는, 일본에서부터 한반도를 지나 중국에 이르는 할미꽃의 지리적인 분포에 따른 기후적 요인의 영향을 반영한 생태형적 변이를 나타내고 있는 것이라고 생각된다.

摘 要

한국산 할미꽃(*Pulsatilla koreana* Nakai)의 생태형적 변이를 조사하기 위하여 위도별로 8개 지역을 선정, 채집하였고, 동일 조건 하에서의 이식 재배실험을 통하여 잎의 형태, 엽록소 함량, 기공의 분포, 신장생장 등에 관한 지역 집단 간의 형질의 차이를 조사하였다. 잎의 열각 각도는 濟州가 38°32'으로, 타 지역의 23°77' - 30°50'에 비하여 월등한 차이를 보였다. 열각 심도로부터 산출된 열각율의 경우, 德裕山과 濟州가 49.04%와 48.21%로 다른 지역에 비해 크게 나타났다. 지역별로 심열각엽을 가진 개체를 조사한 결과, 심열각엽과 비심열각엽이 혼재하는 개체가 濟州와 東草, 順天에서만 각각 54 개체(62.8%), 2 개체(2.5%), 3 개체(3.3%)씩 출현하였으며, 특히, 濟州의 경우 심열각엽으로만 이루어진 개체도 5 개체(5.8%)가 출현하였다. 따라서, 濟州道에 분포하는 가는잎할미꽃(*Pulsatilla cernua*)과 내륙에 분포하는 할미꽃(*P. koreana*)은 동일종 내의 생태형적 변이종으로 추정된다.

잎의 생육 시기별 신장 생장 경향과 총엽병의 길이 등에 관한 형질 비교를 통하여 할미꽃의 8개 지역 집단은 난류 영향권(濟州, 順天, 東草), 내륙 남부권(安東, 忠州, 德裕山), 내륙 중부권(黔丹山, 洪川) 등 3개 유형으로 구분되었다. 특히, 난류 영향권의 濟州, 順天, 東草는 거치수에 있어서도 각각 39.80, 40.73, 43.73 개로 46.27~52.47개의 범위에 있는 다른 지역과 차이를 보였다. 소엽병의 엽서는, 대부분의 지역이 100% 대생 형태를 취하고 있는 반면, 德裕山과 洪川에서는 각각 85%와 15%의 개체가 호생하고 있었다. 엽록소의 함량은 대체로 고위도로 갈수록 증가하는 경향을 보여 濟州가 0.609mg/g.d.w로 가장 적었고, 洪川이 0.924mg/g.d.w로 가장 높게 나타났다. 기공의 분포는 앞면에 비해 뒷면에 많았으며, 앞, 뒷면 모두 위도가 높아질수록 증가하는 경향을 보였다. 반면, 기공의 크기는 위도에 따라 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

引用文献

- Björkman, O., N. K. Boardman, J. M. Anderson, S. W. Thorne, D. J. Govdchild and N. A. Pyliotics, 1972. Effect of light intensity during growth of *Atriplex patula* on the capacity of photosynthetic reaction, chloroplast components and structure. Ann. Rep. Dept. Plant Biol. Year Book Carnegie Inst., 71:115-135.
- Kang, H. W., 1987. Studies on the ecotype of *Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turz. complex at different altitudes on Mt. Halla. Ph. D. thesis, Kon-Kuk Univ.
- Kawano, S., 1974. Evolutionary biology in plants II. Speciation and adaptation. Sansendo, Japan.
- Kim, K. S., 1973. The climates of Korea, Iljisa. Korea.
- Komarov, V. L., 1901. Flora Manshuria. Acta Horti Petropolitani, 3-6:73-79.
- Korea meteorological service, 1985. Climatic summary of Korea. Seoul, Korea.
- Korea meteorological service, 1986~87. Annual climatological report. Seoul, Korea.
- Lee, H. J., 1979. A study on the ecotype of *Plantago asiatica*. Research Bulletin, Hyosung woman's college, 21:3-45.
- Lee, T. B., 1980. Illustrated flora of Korea. Hyangmunsa, Korea.
- Lee, T. B., 1985. Plant Taxonomy. Hyangmunsa, Korea.
- Lee, Y. N., 1967. A comparative study on the Korean and Manchurian *Pulsatilla*. Kor. Cult. Center., 379-382.
- Lee, Y. N., 1969. Flowering periods of Korean Flora. Jour. Kor. Res. Inst. Bett. Liv., 3:19-28.
- Mackinney, G., 1941. Absorption of light by chlorophyll solution. Jour. Biol. Chem., 140-315.
- Makino, T., 1980. Illustrated flora of Japan. Tokyo, Japan.
- McNaughton, S. J., 1966. Ecotype functions in the *Typha* community-type. Ecol. Monogr., 36:297-325.
- Nakayama, K., 1975. Variation in *Fagopyrum esculentum* M. Her., 29:63-68.
- Turesson, G., 1922. The species and the variety as ecological units. Hereditas, 3:100-113.
- Yeau, S. H., 1978. A study on the variation of *Ranunculus japonicus* complex at different altitudes in Halla mountain. Korea Journal of Plant Taxonomy, 8:33-41.

(1991年 8月 21日 接受)