

## 자생지별 금강초롱꽃의 외부형태 및 수리분류

유기억, 이우철, 류승열<sup>1)</sup>

강원대학교 자연과학대학 생물학과, <sup>1)</sup>고냉지농업시험장

### External Morphology and Numerical Taxonomy of *Hanabusaya asiatica* Populations in Different Habitats

Ki-Oug Yoo, Woo-Tchul Lee and Seung-Yeol Ryu<sup>1)</sup>

Department of Biology, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, S. Korea

<sup>1)</sup>National Alpine Agricultural Experiment Station, Pyongchang, 232-950, S. Korea

#### ABSTRACT

External morphology and numerical taxonomy by principal component analysis and cluster analysis were investigated to understand the taxonomic relationships on the populations of *Hanabusaya asiatica* from 6 different habitats. Additionally *H. latisejala* was used as a outgroup. The distinct characters to each habitat were not present in the measurement of 21 qualitative characters except for some native individuals in the top of Mt. Sorak and Hyangrobong based on leaf shape and bracts. This results were recognized as the continuous variations of external morphology. The populations of *H. latisejala* and *H. asiatica* were identified by calyx lobe shape. The results obtained based on the principal component(PC) analysis of treated 78 OTU were divided into two groups by PC 1, 2, 3, and the sums of contributions for the total variance were 50.07%(PC1 22.3%, PC2 15.7%, PC3 12.0%, respectively), and six populations were not distinctly identified as illustrated in two dimensions with PC1 and PC2. In cluster analysis based on average linkage cluster analysis and Ward's method, there were similarities in the composition of clustered taxa, and each populations were not identified.

**Key words** : external morphology, principal component analysis, cluster analysis, numerical taxonomy, *Hanabusaya asiatica*, habitat, population

#### 서 언

금강초롱꽃속(*Hanabusaya*)은 초롱꽃과(Campa-

nulaceae)에 속하는 속근성 다년생 초본식물로 한국 특산속이며 금강초롱꽃과 검산초롱꽃 2종류가 금강산, 설악산, 가평 명지산, 태백산, 오대산, 도솔산, 대암산, 점봉산, 화악산, 함남의 삼방 등에 분포하는 것

Corresponding author: 유기억, 우.200-701, 강원도 춘천시 효자2동 192-1 강원대학교 생명과학부  
Department of Biology, Colorado State University, Fort Collins, Co 80523 U.S.A.(Present)  
E-mail: koyoo@lamar.colostate.edu

으로 알려져 있고 개체수는 향로봉에 가장 많이 자생하는 것으로 알려져 있다(이, 1969, 1996). 학자에 따라서는 꽃의 색깔에 따라서 흰금강초롱꽃, 설악금강초롱꽃, 오색금강초롱꽃, 붉은금강초롱꽃 등으로 세분하기도 하며(Lee, 1980, 1986), 흰금강초롱꽃을 제외한 나머지 품종들을 연속적인 형태로 취급하는 경우도 있다(유, 1995). 본 종은 Nakai(1911)에 의해 *Symphandra asiatica*로 발표된 후 근출엽의 존재유무, 꽃받침의 특징, 잎이 줄기에 달리는 위치 등의 특징으로 *Hanabusaya asiatica*로 처리 되었다(이, 1969).

금강초롱꽃에 관한 연구는 Lee(1968)에 의해 염색체수가 밝혀졌고, Lee 등(1986, 1988)에 의한 화학적 연구가 있으며, 금강초롱꽃과 근연분류군에 대한 분류학적 유연관계 등이 수행되었다(유, 1995; 유 등, 1995a, b, 1996). 최근에는 금강초롱꽃의 기원을 찾기 위한 분자분류학적 연구가 수행되기도 하였다(Kim 등, 1999).

한편 김 등(1996)은 금강초롱꽃 자생지 환경에 대한 생태적 특성을 밝히면서 금강초롱꽃의 꽃과 잎의 형태, 화관의 색깔 등의 특징들이 매우 다양한 변이가 나타나므로 이들에 대한 외부형태적 연구의 필요성을 주장하기도 하였다.

최근들어 금강초롱꽃을 비롯한 유용 자원식물들은 중요성이 강조되면서 자생식물의 원예화에 대한 관심이 집중되고 있다. 그러나 원예식물화로의 가치는 인정되면서도 이들에 대한 정확한 종내변이나 생태적 특성이 밝혀지지 않아 상품화는 물론 분화작물로의 이용 및 공급이 어려운 실정이다. 금강초롱꽃은 한국특산속 식물이고 꽃이 아름다워 원예식물로서 개발가치가 충분한 것으로 인정되고 있다(김 등, 1996).

본 연구에서는 자생지별로 매우 심한 형태적 변이 양상을 보이는 금강초롱꽃의 종내 형태적 유연관계를 알아보고 원예화를 위한 기초자료를 제공하기 위하여 자생지 6지역을 중심으로 외부형태적 형질을 비교하고 수리분류학적 분석을 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

실험재료는 오대산, 향로봉, 화악산, 점봉산, 설악산, 대암산 등 6개 지역에서 수집한 생체표본을 대상으로 하였다. 외부형태형질의 측정에 사용한 재료는 석엽표본으로 만들어 강원대학교 표본실에 보관하였으며 outgroup으로 검산초롱꽃을 사용하였다.

### 2. 방법

#### 가. 외부형태학적 형질

외부형태학적 형질은 자생지에서 개화기와 결실기를 중심으로 채집한 생체재료와 강원대학교 표본관(KNU)과 서울대학교 표본관(SNU)에 소장되어 있는 석엽표본으로부터 양적, 질적형질을 관찰 및 측정하였고 주요 형질은 도해하였다.

#### 나. 주성분분석(principal component analysis)

주성분분석은 자생지별로 28개의 양적 형질을 측정 후 17가지의 공통형질들을 선별하여 기초자료 행렬을 작성하고 이를 토대로 주성분분석을 실시하였으며 outgroup으로는 검산초롱꽃을 사용하였다. 이들의 통계분석은 SAS program을 이용하여 IBM compatible microcomputer (Pentium)로 수행하였다.

#### 다. 유집분석(cluster analysis)

주성분분석에서 사용한 자생지 6지역의 총 71개체와 대조구인 검산초롱꽃 7개체가 포함된 총 78개체에 대한 양적 형질을 각각 하나의 형질로 보아 유집분석을 실시하였다. 이를 기초로하여 각 OTU들간에 average distance에 의한 평균연결방법(average linkage cluster analysis)과 Ward방법의 두 가지 방법으로 유집분석을 실시한 후 phenogram을 작성하였다. 이들의 통계분석은 SAS program(version, 6.04) 및 NTSYS program을 이용하여 IBM compatible PC(Pentium)로 수행하였다. 수리분류학적 기제에 사용한 용어는 Sneath와 Sokal (1973)을 기준으로 하였으며, 용어의 번역은 Ko(1988), Kim과 Chon(1990)을 참조하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 외부형태학적 형질

금강초롱꽃과 검산초롱꽃에 대한 양적형질(Table 1)을 측정하고 질적형질을 관찰하였으며 그들 중 유형화 할 수 있는 것은 다음과 같다.

#### 1) 식물의 높이(plant height)

식물의 높이는 평균 39.51cm로 나타났으며 대암산 집단이 47.01cm로 가장 컸고 화악산 집단이 35.26cm로 가장 작게 나타났다. 식물체의 높이는 자생지에 따라 매우 심한 변이를 보였다. 즉 향로봉 일부 개체의 높이는 13.8cm 정도로 매우 작은 반면 설악산의 일부 개체는 86.4cm로 매우 크게 나타나는 개체도 발견되었다. 따라서 자생지 구별을 위한 분류형질로는 유의성이 없는 형질로 생각된다.

#### 2) 잎(leaf)

금강초롱꽃의 잎은 뚜렷한 엽병을 가지며 엽병의 길이나 엽신의 모양 등에 있어서는 식물의 높이에서와 마찬가지로 많은 변이 양상을 보이는 것으로 나타났다. 잎의 수는 보통 4-5매 정도로 적게는 3매에서 많은 것은 9매까지 나타났다. 엽신의 길이와 폭은 점봉산이 10.59cm, 5.8cm로 가장 컸다. 엽신의 길이와 폭에 의한 비율, 엽저의 형태 등에 의해 2형으로

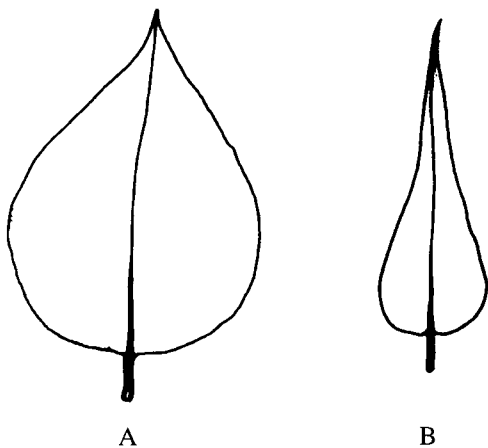


Fig. 1. Leaf types of *Hanabusaya asiatica* populations collected from 6 different habitats. A. ovato-elliptical B. lanceolate

대별하였다(Fig. 1).

#### (1) 난상타원형(ovato-elliptical)

엽신의 중앙 이하의 폭이 가장 넓은 형태로 대부분의 자생지에서 볼 수 있었다. 엽저(leaf base)의 형태는 원저(rounded)에서부터 둔저(obtuse) 형태로 나타나는 등 심한 변이 양상을 보였다. 엽선(leaf apices)은 예두(acute)나 점첨두(acuminate)로 나타났다.

#### (2) 피침형(lanceolate)

엽신의 1/3 이하의 폭이 가장 넓은 형태로 설악산, 향로봉 정상 근처에서 자라는 개체들에서 나타났다. 엽저는 원저(rounded)나 심장저(cordate)로 나타났고 엽선(leaf apices)은 가늘고 길게 신장하는 특징을 보였다.

엽병의 길이는 평균 2.41cm였으며 점봉산 집단이 3.38cm로 가장 크게 나타났고 화악산이 1.73cm로 가장 작았다. 한편 검산초롱꽃은 평균 3.89cm로 금강초롱꽃보다 크게 나타났다. 엽병의 길이는 대부분 자생지가 높은 지역에서는 작게 나타났고 낮은 지역으로 갈수록 길어지는 경향을 보였다.

김 등(1996)은 금강초롱꽃 자생지 4지역에서 수집한 개체의 외부형태를 비교한 결과 잎의 크기에 있어서 점봉산 집단이 가장 크게 나타나는 것으로 보고하였는데 본 연구에서도 같은 결과를 볼 수 있었다. 그러나 유(1995)는 금강초롱꽃 잎의 변이 형태를 22가지로 구분하는 등 변이 폭이 매우 심한 형질로 생각된다. 따라서 형태로 잎의 형태는 설악산과 향로봉의 일부 개체를 제외하고는 연속적인 변이로 나타나 분류형질로서는 유의성이 없는 것으로 생각된다.

#### 3) 포엽(bracts)

포엽은 엽병이 없으며 엽신의 기부는 줄기나 화경을 감싼다. 형태와 크기는 경엽과 마찬가지로 많은 변이가 발견되었다. 화경의 가장 큰 포엽의 형태를 비교하여 2형으로 대별하였다.

#### (1) 난상타원형(ovato-elliptical)

엽신의 중앙 이하의 폭이 가장 넓은 형태로 대부

분의 자생지에서 볼 수 있었다. 엽저(leaf base)의 형태는 원저(rounded)에서부터 둔저(obtuse) 형태로 나타나는 등 심한 변이 양상을 보였다. 엽선(leaf apices)은 예두(acute)나 점첨두(acuminate)로 나타났다.

#### (2) 피침형(lanceolate)

엽선의 1/3 이하의 폭이 가장 넓은 형태로 설악산, 향로봉 정상 근처에서 자라는 개체들에서 나타났다. 엽저는 원저(rounded)나 심장저(cordate)로 나타났고 엽선(leaf apices)은 가늘고 길게 신장하는 특징을 보였다.

포의 형태와 거치 유무는 개체에 따라 매우 많은 변이가 있으므로 식별형질로는 유용성이 없다고 생각된다.

#### 4) 꽃(flower)

##### (1) 화관(corolla)

화관은 종모양으로 길이는 평균 4.64cm, 폭 2.12cm이며 대부분 자색으로 나타나지만 흰색, 연한 자색, 진한자색 등 색깔의 변이가 자생지에 따라 매우 심하게 나타났다. 화관의 열편은 천열형으로(lobate) 화관의 길이와 열편의 비가 0.08~1.12 정도이며 길이와 폭은 평균 0.46cm, 폭은 1.14cm로 넓은 삼각형 또는 삼각형으로 나타났다. 집단별로는 오대산 집단의 길이와 폭이 각각 0.38cm, 0.83cm로 가장 작았고 나머지 집단은 비슷하게 나타났다.

금강초롱꽃이 포함된 초롱꽃과의 꽃에 관한 형질은 분류군들을 구분하는데 유용한 형질로 인정되고 있는데(Radford 등, 1974) 종내에서는 뚜렷한 차이가 없었다. 한편 Lee(1984, 1986)는 화관의 색깔에 따라 금강초롱꽃을 몇 개의 품종으로 세분하기도 하였으며, 유(1995)는 생육지에 따라 잎의 크기, 높이, 꽃의 크기 등에 많은 변이가 나타난다고 하였는데, 본 조사 결과에서도 많은 형태적 변이를 보이는 것으로 나타났다. 특히 화색의 변이는 연속적인 변이로 생각된다.

##### (2) 수술(pistil)과 암술(stamen)

수술은 5개로 취약응예로 나타나며 약의 길이는 평균 0.78cm로 수술대보다 약간 크다. 암술의 길이는

평균 2.55cm로 화관의 길이 보다 작게 나타나며 주두는 3열한다. 취약응예는 금강초롱꽃속이 한국 특산속으로서의 위치를 지지해주는 중요한 특징으로 알려져 있고 응예가 분리되어 있는 분리형 보다는 취약응예와 같은 합생응예를 갖는 종류가 더 진화된 경향을 보인다고 알려져 있어(Takhtajan, 1991) 금강초롱꽃속은 다른 속에 비해 진화된 형태로 인정되고 있다.

##### (3) 꽃받침(calyx)

꽃받침잎은 5개이며 약한 거치가 있고 선형 또는 선상피침형으로 길게 신장한다. 평균 길이는 0.94cm, 폭은 0.16cm이며 점봉산 집단이 가장 크고 대암산 집단이 가장 작게 나타났다. 검산초롱꽃은 금강초롱꽃과 길이는 비슷하지만 꽃받침의 폭이 평균 0.43cm로 넓은 난형으로 구별된다.

검산초롱꽃은 금강초롱꽃에 비해 꽃받침의 폭이 넓은 특징을 제외하고 나머지 외부형태 형질들은 대부분 비슷하게 나타나 금강초롱꽃의 변종으로 취급하는 견해도 있다(이, 1996).

##### 5) 자방(ovary)

자방은 하위이고 모양은 넓은타원형으로 크기 역시 변이 폭이 매우 심하게 나타났으며 대암산 집단이 길이와 폭이 각각 0.75cm, 0.85cm로 가장 크게 나타났다. 평균 길이는 0.63cm, 폭은 0.51cm 정도이다.

## 2. 주성분분석(principal component analysis)

본 연구에서 다룬 6지역의 71개체와 검산초롱꽃 7개체, 총 78개체에 대한 17개 양적 공통형질을 가지고 분류형질로서 기여도가 높은 형질을 추정하고 자생지간 구별이 가능한가를 알아보기 위하여 주성분 분석을 실시하였다. 주성분 1, 2, 3과 17개의 형질값은 Tab. 2와 같다. 주성분 1, 2, 3의 누적비율은 50.07%로 나타났으며 측정된 양적형질을 추가하거나 제외시켜도 누적비율에는 커다란 변화가 없으므로 나타났다.

22.3%로 설명되는 주성분 1은 화관의 길이(TCL), 화통의 길이(LCT), 꽃의길이(FL), 화관열편의 폭

**Table 1.** Quantitative characters of *Hababusaya asiatica* populations collected from 6 different habitats

Taxa	<i>H. asiatica</i>						Average	<i>H. latisejala</i>
	A	B	C	D	E	F		
Plant height (PH:cm)	42.75±8.06	40.90±17.14	47.01±11.58	35.26±14.80	45.38±15.24	36.49±14.79	39.51±14.45	40.46±14.94*
Length of leaf blade(LLB:cm)	9.30±1.84	7.71±1.80	6.94±2.35	7.29±2.27	10.59±1.73	8.13±1.80	8.39±2.18	7.80±1.75
Width of leaf blade(WLB:cm)	4.53±0.50	4.57±0.81	4.12±1.06	3.18±0.60	5.81±1.29	4.18±1.59	4.42±1.45	4.67±0.97
Leaf index (LI: WLB/LLB)	0.50±0.07	0.61±0.10	0.60±0.07	0.46±0.12	0.55±0.06	0.51±0.13	0.53±0.11	0.61±0.07
Length of petiole (LP:cm)	2.87±0.59	2.18±1.12	2.29±0.29	1.73±0.68	3.38±1.16	2.21±1.79	2.41±1.41	3.89±0.89
Length of bract (LB:cm)	1.05±0.22	0.78±0.30	0.71±0.17	0.94±0.44	0.88±0.22	1.17±0.49	0.98±0.41	0.61±0.10
Width of bract (WB:cm)	0.52±0.07	0.40±0.23	0.36±0.12	0.44±0.26	0.29±0.08	0.43±0.23	0.40±0.21	0.23±0.04
Bract index (BI: WLB/LLB)	0.51±0.07	0.49±0.18	0.52±0.19	0.48±0.21	0.40±0.20	0.36±0.10	0.43±0.21	0.38±0.10
Flower length (FL:cm)	4.17±0.72	4.47±0.79	4.29±0.68	4.60±0.61	4.84±0.48	4.78±0.83	4.64±0.72	4.67±0.60
Length of corolla tube(LCT:mm)	3.56±0.73	3.91±0.63	3.48±0.42	3.68±0.42	3.87±0.38	3.76±0.71	3.76±0.58	3.72±0.25
Width of corolla tube(WCT:mm)	2.14±0.30	1.81±0.21	1.75±0.43	2.15±0.41	2.35±0.61	2.18±0.49	2.12±0.49	2.89±0.22
Length of corolla lobe(LCL:mm)	0.38±0.12	0.40±0.12	0.42±0.11	0.51±0.07	0.45±0.17	0.50±0.12	0.46±0.13	0.33±0.06
Width of corolla lobe(WCL:mm)	0.83±0.28	1.19±0.30	1.04±0.06	1.18±0.16	1.10±0.24	1.20±0.23	1.14±0.24	0.82±0.07
Corolla lobe index (CLI:LCL/WCL)	0.46±0.07	0.33±0.03	0.41±0.12	0.44±0.08	0.42±0.13	0.43±0.13	0.42±0.11	0.41±0.08
Total corolla length (TCL:cm)	3.94±0.82	4.31±0.66	3.90±0.45	4.19±0.43	4.32±0.51	4.25±0.72	4.22±0.62	4.06±0.26
Flower index (FI:LCL/TCL)	0.10±0.02	0.10±0.03	0.11±0.03	0.12±0.02	0.10±0.02	0.12±0.03	0.11±0.03	0.08±0.01
Length of calyx lobe(LC:cm)	0.89±0.09	0.85±0.19	0.79±0.22	0.89±0.27	0.98±0.15	1.01±0.28	0.94±0.24	1.08±0.31
Width of calyx lobe(WC:cm)	0.17±0.04	0.15±0.04	0.12±0.02	0.18±0.04	0.15±0.04	0.17±0.04	0.16±0.04	0.43±0.09
Calyx index (CI:WC/LC)	0.19±0.09	0.18±0.04	0.15±0.04	0.22±0.05	0.16±0.06	0.18±0.06	0.18±0.05	0.42±0.13
Length of anther (LA:cm)	0.66±0.09	0.79±0.08	0.65±0.07	0.74±0.12	0.81±0.10	0.82±0.11	0.78±0.11	0.87±0.04
Length of filament(LF:cm)	0.70±0.09	0.54±0.11	0.56±0.03	0.64±0.06	0.70±0.10	0.65±0.13	0.64±0.12	0.81±0.04
Length of stigma (LS:cm)	0.26±0.05	0.22±0.06	0.22±0.07	0.19±0.07	0.31±0.09	0.21±0.07	0.23±0.08	0.27±0.03
Length of style (LT:cm)	2.17±0.33	2.37±0.34	2.31±0.15	2.46±0.30	2.36±0.26	2.26±0.27	2.32±0.28	2.24±0.28
Length of total pistil(LTP:cm)	2.43±0.34	2.58±0.37	2.53±0.13	2.64±0.33	2.63±0.29	2.47±0.29	2.55±0.30	2.50±0.31
Flower index II (FII:LTP/TCL)	0.63±0.05	0.61±0.11	0.66±0.06	0.56±0.22	0.62±0.10	0.60±0.12	0.60±0.12	0.62±0.09
Length of ovary (LO:cm)	0.59±0.17	0.64±0.11	0.75±0.19	0.57±0.16	0.61±0.15	0.63±0.11	0.63±0.14	0.59±0.16
Width of ovary (WO:cm)	0.44±0.13	0.53±0.11	0.58±0.14	0.41±0.09	0.53±0.07	0.52±0.11	0.51±0.11	0.57±0.08
Ovary index (OI:WO/LO)	0.73±0.10	0.84±0.18	0.79±0.15	0.76±0.18	0.91±0.18	0.84±0.12	0.83±0.16	1.02±0.29

(Notes) \*: Average ± S.D., A: Mt. Odae, B: Hyangrobong, C: Mt. Daeam, D: Mt. Hwaak, E: Mt. Jumbong, F: Mt. Sorak

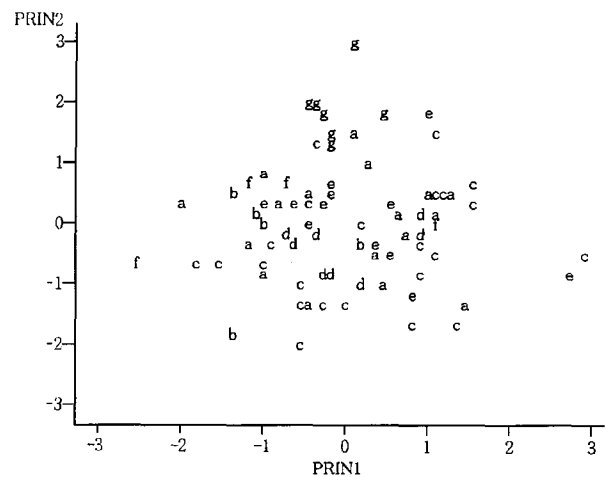
**Table 2.** The first three principal components expressed as correlations between characters and individual components collected from six different habitats

Characters	PRIN1	PRIN2	PRIN3
Total corolla length(TCL)	0.469817*	0.041242	-.058013
Length of corolla tube(LCT)	0.433941*	0.161173	-.125644
Flower length(FL)	0.429413*	0.135588	-.053849
Width of corolla lobe(WCL)	0.299266*	-.195168	-.162981
Length of anther(LA)	0.280657*	0.029679	0.164984
Length of filament(LF)	0.182875	0.254639*	0.260983
Leaf index(LI)	-.001734	0.168221*	-.089105
Length of stigma(LS)	0.084278	0.141978*	-.076946
Flower index(FI)	0.081911	-.516033*	0.198714
Length of corolla lobe(LCT)	0.276175	-.453047*	0.164406
Corolla lobe index(CLI)	0.039267	-.373704*	0.357780
Calyx index(CI)	-.064266	0.249406	0.520612*
Width of calyx lobe(WC)	0.051520	0.341085	0.480106*
Width of corolla tube(WCT)	0.237526	0.022358	0.163659*
Length of total pistil(LTP)	0.114346	0.094264	-.325091*
Length of style(LT)	0.014201	0.025213	-.116753*
Length of calyx lobe(LC)	0.191550	0.043694	-.005617*
Eigenvalue	3.7930	2.6743	2.0455
Proportion	0.2231	0.1573	0.1203
Cumulative	0.2231	0.3804	0.5007

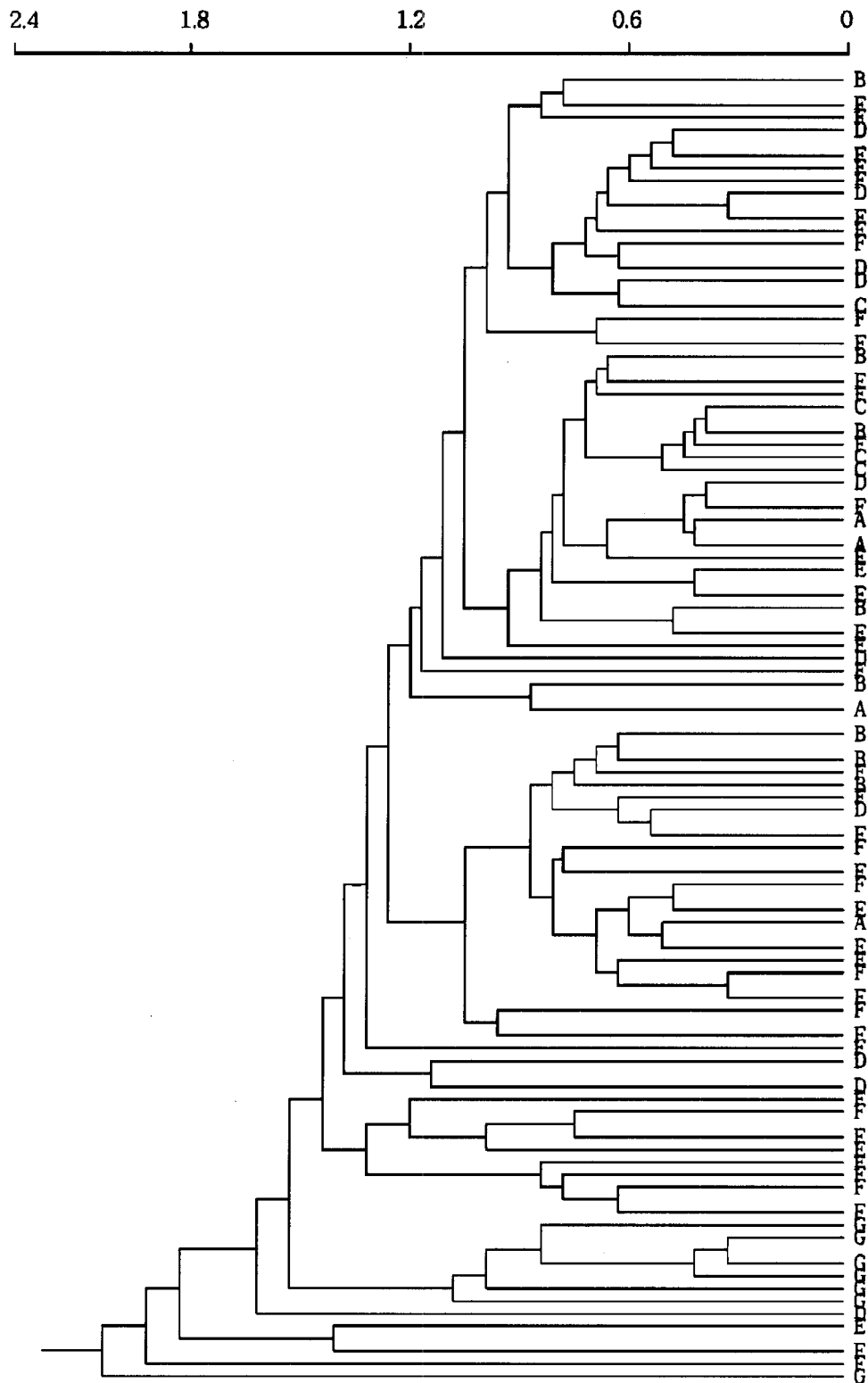
\*= Characters significantly loaded to each functions

(WCL)과 약의 길이(LA) 등에 의해 커다란 영향을 받는 것으로 나타나 화관에 관계되는 형질들이 기여도가 높은 것으로 나타났다. 15.7%로 설명되는 주성분 2는 화사의 길이(LS), 잎의 지수(LI), 주두의 길이(LS), 화관과 화관 열편의 비(FI), 화관열편의 길이(LCT)와 화관열편 지수(CLI) 등이 영향을 미치는 것으로 나타나 주성분 2는 형질의 지수에 해당하는 형질들의 기여도가 높은 것으로 나타났다. 12.0%로 설명되는 주성분 3은 꽃받침 지수(CI), 화통의 폭(WCT), 암술의 총 길이(LTP)와 화주의 길이(LT), 꽃받침의 길이(LC)가 높은 기여도를 갖는 것으로 나타났다.

이러한 결과를 토대로하여 누적비율이 높은 주성분 1과 2를 2차원에 표시하면 Fig. 2와 같이 나타나는데 주성분 1과 2의 기여도에도 불구하고 양적형질에 의해서는 자생지간에 서로 중복되어 나타나 구별이



**Fig. 2.** Plot of the principal component analysis of *Hanabusaya asiatica* collected from 6 different habitats(a:Hyangrobong, b:Mt. Daeam, c:Mt. Sorak, d:Mt. Hwaak, e:Mt. Jumbong, f:Mt. Odae, g:*H. latisejala*).



**Fig. 3.** Phenogram for *Hanabusaya asiatica* based on 21 quantitative characters.  
 (A: Mt. Odae, B: Hyangrobong, C: Mt. Daeam, D: Mt. Hwaak, E: Mt. Jumbong, F: Mt. Sorak, G: *H. latisejala*)

불가능 하였다. Outgroup으로 사용한 검산초롱꽃은 약간 구별되는 특징을 보이거나 연속적인 경향으로 나타나므로 금강초롱꽃과의 구별은 명확하지 않았다. 이(1996)는 꽃받침 폭의 크기만이 다른 검산초롱꽃을 금강초롱꽃의 변종으로 취급하였는데 본 연구에서도 형질의 연속성이 나타나 이(1996)의 의견을 지지하였다.

따라서 금강초롱꽃 6개 자생지 및 검산초롱꽃과의 외부형태 형질은 양적형질에 의해서는 구별이 불가능하였다.

### 3. 유집분석(cluster analysis)

본 연구에서 취급된 6지역에 대한 17개의 양적형질을 토대로 각각에 대하여 유집분석을 실시하였다. 총 78개체에 대한 17개의 양적형질을 토대로 평균연결방법(average linkage cluster analysis)과 Ward방법(Ward's minimum variance cluster analysis)으로 유집분석을 실시한 결과, 평균연결방법에 의한 결과에서는 일부 자생지 개체들이 유사도지수 값이 0.30이하의 값을 가져 매우 비슷한 형태적 특징을 갖는 것으로 나타났으나 대부분의 개체들은 서로 중복되어 유의성을 찾을 수가 없었다. Ward방법에 의한 결과에서도 78개체는 크게 4개의 group으로 구별되었지만 각 group에 포함된 개체들은 평균연결방법에 의한 결과와 마찬가지로 집단간 구별이 불가능하였다. 한편 주성분분석에서는 outgroup으로 사용한 검산초롱꽃이 금강초롱꽃과 구별되어 나타났는데 유집분석 결과에서도 1개체를 제외하고는 구별되어 같은 결과를 보였다(Fig. 3).

따라서 본 연구에 사용된 금강초롱꽃의 6개 집단은 양적형질에 의해 명확한 구분이 불가능한 것으로 나타나 자생지간 형태적 변이는 연속적인 변이로 생각된다.

이상의 외부형태형질에서 자생지별로는 식물의 높이, 꽃 색깔의 변이체 등 많은 변이 형태가 발견되었지만 수리분류학적 연구에서는 자생지간에 뚜렷한 유연관계를 찾아볼 수 없었다. 식물의 외부형태적 특성은 생육지 환경이나 환경요인과 밀접한 관계가 있어서(Clausen 등, 1940) 비교적 분포역이 넓고

생육지가 매우 다양한 특성을 보이는 금강초롱꽃은 생육지에 따라 매우 심한 형태적 변이를 보이는 것으로 판단된다. 또 이러한 결과는 화분학적 특징에 이어서도 자생지별로 매우 심한 변이가 나타난다는 결과와 일치한다(유 등, 1995; Lee 등, 1986, 1988). 그러나 동위효소 분석(유 등, 1995)에서는 집단간 매우 유사한 특징을 보여 형태적으로 나타나는 변이형태는 자생지 환경에 적응한 생태형으로 생각된다.

## 적 요

금강초롱꽃 자생지 6지역(오대산, 향로봉, 대암산, 화악산, 점봉산, 설악산)에 대한 형태적 유연관계를 알아보기 위하여 외부형태, 주성분분석과 유집분석 등 수리분류학적 연구를 실시하였다. 연구 결과, 외부형태형질 중 자생지간에 뚜렷한 차이를 보이는 형질은 없었으며 형질의 연속성이 인정되었다. 조사된 6개 자생지의 71개체와 outgroup으로 사용한 검산초롱꽃 7개체, 총 78개체 중 향로봉과 설악산 정상부에서 자라는 일부 개체들은 잎, 포엽의 형태 등에서 다소 차이를 보여 구별이 가능하였다.

Outgroup으로 사용된 검산초롱꽃은 꽃받침의 형태가 넓은 난형으로 선형 또는 선상피침형인 금강초롱꽃과 구별되었으며 나머지 형질들은 비슷한 경향을 보였다.

17가지의 양적 형질을 이용한 주성분분석 결과 주성분1(22.3%), 주성분2(15.7%), 주성분3(12.0%)이 총 50.07%의 기여율을 보였으며, 주성분 1과 2를 이차원공간에 도시한 결과 6개 자생지 집단은 서로 중복되어 나타나 구별이 불가능하였다. 평균연결방법과 Ward's법에 의한 유집분석 결과도 주성분분석과 매우 유사한 결과를 보여 유집이 불가능하였다.

## 사 사

이 논문은 1998년도 농림부 특정연구과제(현장애로기술개발사업) 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.



## 인용문헌

- Clausen, D., D. Neck and W.M. Heisey. 1940. Experimental studies on the Native of species 1. Effect of varied environments on Western North America Plants. Carnegie Inst. Washington Pub. p. 520.
- Kim, K.Y. and Chon, M.S. 1990. SAS factor analysis, Seoul.
- Kim, Y. D., J.K. Lee, Y.B. Suh, S. T. Lee, S. H. Kim and R.K. Jansen. 1999. Molecular evidence for the phylogenetic position of *Hanabusaya asiatica* Nakai (Campanulaceae), an endemic species in Korea. J. Plant Biol. 42(2):168-173.
- Ko, C.H. 1988. Numerical taxonomy. Minumsa, Seoul.
- Lee, T. B. 1984. Endemic and rare plants of Mt. Sorak. Seoul Nat. Univ. Coll. of Agric. Resources 9:1-6(in Korean).
- Lee, T. B. 1986. Plant resources discovered(7). Seoul Nat. Univ. Coll. of Agric. Resources 11:1-6(in Korean).
- Lee S. T., Y.M. An and K.R. Park. 1986. Palynological relationship of *Hanabusaya asiatica* Nakai within the Campanulaceae. Kor. J. Pl. Tax. 16:25-37(in Korean)
- Lee S. T., Y.J. Chung and J.K. Lee. 1988. A palynotaxonomic study of the Korean Campanulaceae. Kor. J. Pl. Tax. 18:115-131(in Korean)
- Lee, Y. N. 1968. Chromosome numbers of flowering plants in Korea(2). Jour. Kor. Res. Inst. Better Living 2:141-153.
- Nakai, T. 1911. Flora Koreana II. Jour. Coll. Sci. Tokyo Univ. 31:64-68.
- Radford, A.E., W.C. Dickison, J.R. Massey and C.R. Bell. 1974. Vascular plant systematics. Harper and Low. N.Y. pp. 392-393.
- Sneath, P.H. and R.R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy. W.H. Freeman, San Francisco.
- Takhtajan, A. 1991. Evolutionary trends in flowering plants. Columbia Univ. Press. N.Y. pp. 75-112.
- 김원배, 최관순, 김병현, 김정간, 김정기, 김종화, 유기억, 이우철, 임학태. 1996. 금강초롱꽃의 생리생태적 특성. 한국원예학회지 37:561-567.
- 유기억. 1995. 한국산 초롱꽃과(Campanulaceae) 식물의 분류학적 연구. 강원대학교 박사학위 논문.
- 유기억, 이우철, 김남수, 김종화, 임학태. 1996. RAPD방법에 의한 금강초롱꽃과 근연분류군의 비교연구. 한국원예학회지 37(2):324-328.
- 유기억, 이우철, 임학태. 1995a. 금강초롱꽃과 근연분류군의 비교연구 1. 외부형태 및 해부학적 형질. 자원식물학회지 8(3):223-236.
- 유기억, 이우철, 이진영, 임학태. 1995b. 금강초롱꽃과 근연분류군의 비교연구 2. 표피의 미세 구조, 화학적 형질 및 동위효소 분석. 자원식물학회지 8(3):303-318.
- 이상태, 안영미, 박기룡. 1986. 금강초롱꽃의 초롱꽃과내 화학적 유연관계. 식물분류학회지 16:25-37.
- 이우철. 1996. 원색한국기준식물도감. 아카데미서적, 서울
- 이우철. 1969. 한국특산식물에 대하여. 식물분류학회지 1:14-21.
- 이창복. 1980. 대한식물도감. 향문사, 서울 p. 368.

(접수일 1999. 8. 12)

(수리일 2000. 3. 3)