식물학회지 제34권 제3호
Korean J. Bot. 34(3) : 229~238

한국산 제비꽃속의 종분화론적 연구
-태백제비꽃군의 비교형태학적 연구-

金 京 植·宣 炳 崙·黃 聖 秀·鄭 國 鉉
(全北大學校 自然科學大學 生物學科)

Biosystematic Study on the Genus *Viola* in Korea
-Comparative Morphology of the *Viola albida* Complex-

Kim, Kyung Sik, Byung Yun Sun, Sung Soo Whang and Guk Hyun Chung
(Department of Biology, College of Natural Sciences, Chonbuk National University, Chonju)

ABSTRACT

The main objective of this study was to clarify the taxonomic status and the speciation mechanism of *Viola albida* complex in Korea. The complex includes three very closely related taxa, taxonomic ranks of which are much in dispute. These taxa in the complex are sympatric in distribution, and they are very similar in most morphological characteristics. Comparative morphological analyses revealed that they can be distinguished on the basis of leaf shape, although they show complicated patterns of variation in leaf shape. The variation of leaf shape in each taxon appeared to be maintained through developmental process, and extensive cleistogamy and vegetative reproduction in these taxa are suggested as the mechanisms maintaining the variation.

Genetic variation in this complex was monomorphic in all 14 loci examined. Palynological study also showed that these taxa have the same pollen morphology. These results strongly suggested that they should be recognized as varieties of *V. albida*; var. *albida*, var. *chaerophylloides*, and var. *takahashii*. The results also suggested that some individuals that can be assigned to var. *takahashii* might be hybrids between var. *albida* and var. *chaerophylloides*.

緖 論

제비꽃屬(*Viola*) 식물은 자연상태에서 近緣種間의 잡종형성이 생태적 지위의 차이에 의하여 억제되나 인위적인 환경의 변화는 잡종의 출현을 가능하게 하여 분류에 혼란을 초래하고 있다(Russell, 1960). 따라서 節 또는 系列 수준으로 묶는 屬內 分類가 다수 시도되었으나 학자에 따라 차이를 보이고 있다(Gingin, 1823; Becker, 1925; Nakai, 1922a, b; Takenouchi, 1955; Maekawa and Hashimoto, 1963; Anonymous, 1977; Kim, 1987).

본 논문은 1989년도 문교부 학술조성비(자유공모과제)의 지원에 의한 것임.

제비꽃屬 식물 중 남산제비꽃(*V. albida* var. *chaerophylloides*), 단풍제비꽃(*V. albida* var. *takahashii*), 그리고 태백제비꽃(*V. albida* var. *albida*)은 그 類緣關係가 여타의 종류보다 가까운 것으로 인정되어 대부분의 학자들이 동일 節內의 동일 亞節 혹은 系列에 함께 포함시키고 있다. 즉, Becker(1925)가 *Nomimium*節 *Adnatae*亞節에, Takenouchi(1955)는 *Nomimium*節 *Pinnatae*系列에, 그리고 Mackawa and Hashimoto(1963)는 *Patellares*節 *Chinensis*亞節 *Pinnatae*系列에 소속시킨 바 있으며, Anonymous(1977)는 *Nomimium*節 *Violidium*亞節에 소속시키고 있다. 그러나 태백제비꽃의 경우 單葉이라는 특성 때문에 때로는 서로 분리시키는 경우도 있다(Ishidoya, 1929; Kim, 1987). Ishidoya(1929)는 節 아래에 typus라는 階級을 설정하여 태

백제비꽃과 간도제비꽃을 서로 다른 typus에 포함시킨 바 있으며, Kim(1987)도 엽맥상을 근거로 남산제비꽃과 태백제비꽃을 각기 다른 계열에 포함시킨 바 있다.

이들 종류들에 대한 연구는 Linne(1953)가 유럽 및 시베리아산 제비꽃屬 식물 중 잎이 갈라져서 복엽의 형태를 하는 식물을 *V. pinnata* L.로 명명한 것이 최초이다. Ledebour(1829)는 잎의 缺角程度가 *V. pinnata*보다 깊은 세 발모양의 잎을 갖는 시베리아産을 *V. dissecta* Ledeb.로 그리고 Regel(1861)은 *V. pinnata*보다 엽병이 길고 뚜렷한 소엽병이 있으며 조족상의 3출엽으로 잎의 거치가 개화시기에 날카로운 동북아시아산을 *V. pinnata* var. *chaerophylloides* Regel로 보고했으며 Becker(1902)는 이를 종으로 승격시켰다. 그러나 Maximowicz(1877)는 상기 종들을 *V. pinnata*의 변종으로 취급하여 *V. pinnata* var. *dissecta, V. pinnata* var. *sieboldiana, V. pinnata* var. *chaerophylloides* 등을 설정하면서 동일 종내분류군으로 취급하였다. 한편, Maekawa(1954)는 상기 종류들을 *V. albida*의 종내분류군으로 취급하여 *V. albida* var. *albida, V. albida* var. *chaerophylloides, V. albida* f. *sieboldiana* 등을 설정한 바 있으며, Ito(1962)는 일본산에 대하여 잎, 주두, 자방, 종자 등의 형태를 검토한 후, *V. dissecta*의 종내분류군 즉 *V. dissecta* var. *chaerophylloides, V. dissecta* var. *sieboldiana* 등으로 취급한 바 있다.

한국내에 생육하는 본 식물군에 대하여, Nakai(1952)는 태백제비꽃, 그 변종 *V. albida* var. *suavis*, 남산제비꽃, 그리고 그 변종 *V. chaerophylloides* var. *martima* 등이, Chung(1957)은 태백제비꽃, 단풍제비꽃, 남산제비꽃, 간도제비꽃 등이, Park(1974)은 남산제비꽃, 간도제비꽃, 태백제비꽃, 단풍제비꽃, *V. albida* f. *suavis* 그리고 Lee(1980)는 단풍제비꽃, 태백제비꽃, 및 남산제비꽃 등의 식물이 생육하는 것으로 보고하였다. 특히 단풍제비꽃은 Chung(1957)과 Park(1974)이 태백제비꽃의 변종 또는 품종으로 Lee(1980)가 간도제비꽃의 변종으로 취급하여 차이를 보이고 있다.

제비꽃屬 식물은 주두형태를 중심으로 분류되어 왔으나 본 식물군은 주두를 포함한 꽃의 형태가 거의 비슷하여 잎의 형태를 중심으로 분류되어 왔다(Ito, 1962; Hama, 1972). 그러나 잎의 형태적 변이가 심하고 점진적이어서 이에 근거한 종의 기준이 모호하며 또한 연구자에 따라 많은 변종 및 품종이 설정되어(Maekawa, 1954; Ito, 1962; Maekawa and Hashimoto, 1963; Anonymous, 1977) 종의 범주 및 학명의 취택에 많은 혼란이 야기되고 있다. 한편 본 식물군은 한국을 중심으로 하여 東아시아 지역에 광범위하게 분포하고 있어서 이 지역에서의 종분화 및 기원연구에 중요한 정보를 제공하여 줄 가능성이 매우 큰 식물군으로 생각된다.

이에 본 연구에서는 한국산 제비꽃屬 식물 중 이상에서 논의된 종류들이 한군으로 유집이 가능한지를 검토하고

Table 1. Collection data for populations of the *Viola albida* complex

Scientific name	Locality	Data
V. albida	Kwangweon	
var. *albida*	Mt. Daeryong	75-08-12
(태백제비꽃)	Inje-Gun	76-05-07
	Mt. Sorak	88-05-12
	Kyunggi	
	Kwangreung	54-05-09, 65-04-25, 73-05-25
	Mt. chunma	65-05-11
	Chonbuk	
	Mt. Chiri	86-04-20, 88-05-18, 88-05-20
	Mt. Dukyu	86-05-11, 88-04-28
	Mt. unjang	88-04-29
	Mt. Naejang	88-04-30, 89-04-08, 90-04-07, 90-04-15, 90-04-28, 90-05-12, 90-05-26, 90-06-09
	Chungnam	
	Gongju	57-08-04
V. albida	Chonbuk	
var. *takahashii*	Mt. Dukyu	88-04-28
(단풍제비꽃)	Mt. Daedun	89-04-05
	Mt. Naejang	88-04-30, 89-04-08, 90-03-31, 90-04-14, 90-04-21, 90-04-28, 90-05-05, 90-05-17, 90-06-02
V. albida	Kyunggi	
var. *chaerophylloides*	Kwangreung	86-04-27
(남산제비꽃)	Chonbuk	
	Mt. Taedun	87-07-05, 89-04-15
	Mt. Moak	88-04-22, 89-03-25
	Mt. Dukyu	88-04-28
	Mt. Naejang	88-04-30, 89-04-05, 89-04-08, 90-03-31, 90-04-07, 90-04-15, 90-05-12, 90-05-17, 90-05-26, 90-06-02, 90-06-09
	Byunsan	88-05-19
	Chonnam	
	Mt. Bulkap	89-05-05
	Cheju	
	Mt. Halla	82-05-04, 85-05-25, 85-04-05, 88-05-04, 89-05-18

현재 혼란이 있는 종의 범위 설정 및 종분화 양상의 추정을 위하여 비교형태학적 연구, 생육지에서의 관찰 그리고 전기영동을 통한 유전적 변이의 분석을 수행하였다.

材料 및 方法

본 연구에 사용된 재료는 1988년부터 1991년에 걸쳐서 자생지에서 생체로 채집되었으며(Table 1), 채집된 재료 중 일부는 확증표본으로 제작되어 전북대학교 식물표본관에 소장시켰고, 일부는 온실로 이식, 재배하였다.

외부형태학적인 연구는 전북대학교와 서울대학교 및 강원대학교에 소장되어 있는 석엽표본과 온실에 이식재배 중인 생체를 재료로 하여 주두를 포함한 꽃의 기관과 탁엽, 그리고 분화초기 및 개화기 때의 잎의 형태적인 특징들을 구분하여 관찰 측정하였다. 아울러 이를 바탕으로 생육지에서의 관찰도 병행하였다. 빈도는 내장산지역에서 4-5월 동안에 각 종류가 고루생육하는 10곳을 선정하여 1×1 m 방형구를 설치하여 조사하였다.

화분립의 형태는 초산분해(Erdtman, 1960) 후 글피박을 입히고 주사전자현미경(Akashi SR-50) 하에서 2,000-20,000배로 관찰하였다. 주두의 형태는 습식주사전자현미경(WET-SEM)을 이용하여 관찰하였다.

화분의 염성율(fertility)은 완전히 개화된 꽃의 葯에서 화분립을 채취하여 1% aniline-blue-lactophenol로 염색하고 hematocytometer 위에서 화분의 형태가 정상적이고 동시에 충분히 염색된 것을 염성이 있는 것으로 판단하여 이를 센 다음 전체에서의 백분률로서 측정하였다(Hauser and Morrison, 1964).

전기영동은 내장산 자생지에서 *V. albida* var. *albida* 25개체, *V. albida* var. *takahashii* 30개체 그리고 *V. albida* var. *chaerophylloides* 25개체 등 동일 시기의 어린잎을 채집한 후 −80℃에 보관하였다가 drinding buffer와 동비율로 파쇄된 시료를 13,000×g에서 5분간 원심분리하고 그 상등액으로 10개의 효소 즉 GDH(Glutamate dehydrogenase), ACPH(Acid phosphatase), EST(Esterase), GOT (Glutamate oxaloacetate transaminase), IDH(Isocitrate dehydrogenase), LAP(Leucine aminopeptidase), MDH (Malate dehydrogenase), PER(Peroxidase), PGI(Phosphoglucoisomerase), 그리고 TPI(Triosephosphate)를 조사하였다. Grinding buffer는 0.1 M Tris-buffer(pH 7.5), 14 mM 2-mercaptoethanol, 100 mM EDTA, 10 mM $MgCl_2$, 10 mM KCl, 5% polyvinylpyrrolidone을 사용하였다(Gottlieb, 1977). 전기영동은 horizontal starch gel과 vertical polyacrylamide gel 방법을 이용하였다. Polyacrylamide gel은 discontinuous buffer system을 사용하였으며 0.125 M Tris-HCl(pH 6,8)인 4% stacking gel과 0.375 M Tris-HCl(pH 8.8)인 7.5% separating gel을 사용하였다. Electrode buffer는 25 mM Tris-192 mM glycine(pH 8.3)을 사용하였다(Charles, 1985). Starch gel의 조성은 11.7%를 사용하였으며, buffer system은 0.5 M Tris, 0.016 M EDTA와 0.57 M boric acid(pH 8.0)로 된 electrode buffer와 이를 9倍로 희석한 gel buffer를 사용하였다(Cosner and Crawford, 1990). 전기영동이 끝난 gel은 Charles (1985)와 Soltis *et al.* (1983)의 방법으로 각각 염색하였다.

Table 2. Relative frequency of three taxa of the *Viola albida* complex at Mt. Naejang

Scientific name	No. of individuals	Relatives frequency (%)
V. albida var. *albida*	25	11
V. albida var. *takahashii*	48	22
V. albida var. *chaerophylloides*	147	67
Total	220	100

結 果

본 연구의 대상이 된 태백제비꽃, 단풍제비꽃 그리고 남산제비꽃 등 제비꽃속 식물 3종류의 형태 및 동위효소 양상을 분석한 결과는 다음과 같다.

생육양상. 내장산 자생지의 10개소를 선정하여 빈도조사를 통한 생육양상을 분석한 결과 3종류 모두 모든 지소에서 나타나서 이들 모두가 동소적으로 생육하고 있음을 확인할 수 있었다. 한편 상대빈도의 경우 태백제비꽃의 경우 총 220개체 중 25개체로 나타나서 11%를 보이고 있으며 단풍제비꽃은 총 220개체 중 48개체로 나타나서 22%를 그리고 남산제비꽃의 경우 총 220개체 중 147개체로 나타나서 67%를 나타냈다(Table 2).

주두. 주두의 형태는 3종류 모두 돌두형(spherical head)으로 주두공은 끝부분이 상향하고 부리는 길게 돌출하며, 주두 정단부는 위로 돌출되고 주두측부는 돌출하지 않아 주두공을 제외하면 구형이었다. 다만 태백제비꽃의 경우 부리가 다른 종류에 비하여 다소 길게 나타나서 구별이 되나 기본 형태는 동일하였다(Fig. 1, Plate I-1, 2).

악편. 악편의 형태는 3종류 모두 동일하여 측악편은 광피침형이었으며 상악편의 경우 피침형이었다. 부착점 위로 돌출된 악편 부속체는 길고 기부에 날카로운 거치가 발달되어 있었다(Fig. 2A, B).

잎. 개화기의 잎은 변이가 심하여 때로는 분류에 혼란을 초래하기도 하였다. 본 연구에서는 분화초기 제1엽의 형태적 특성이 개화기 때까지 유지되어 분류학적으로 유용한 형질이 될 수 있음을 확인하였다. 조사된 3종류 중 단순한 잎의 형태를 갖는 태백제비꽃의 경우 개화기의 잎이

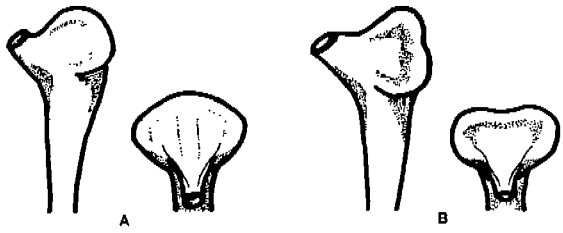

Fig. 1. Stigma shapes of *V. albida* and *V. mandshurica*. *A, V. albida*: spherical head; B, *V. mandshurica*: worm head.

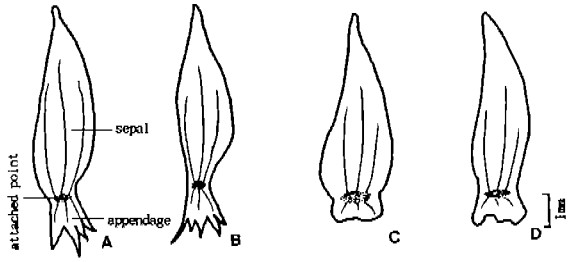

Fig. 2. Shapes of sepals and their appendages of representative species in series *Chinensis*. A, *V. albida* var. *albida*; B, *V. albida* var. *chaerophylloides*; C, *V. mandshurica*; D, *V. japonica*.

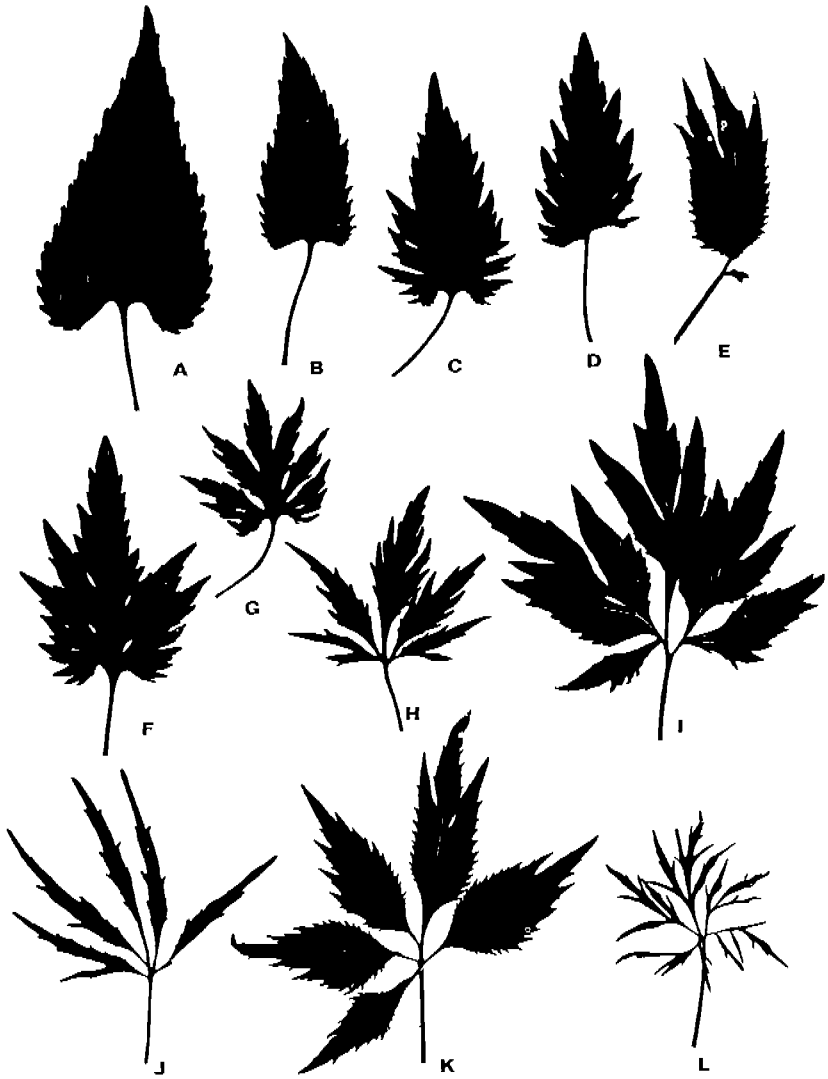

Fig. 3. Leaves of the *Viola albida* complex. A, *V. albida* var. *albida*; B-H, *V. albida* var. *takahashii*; I-L, *V. albida* var. *chaerophylloides*.

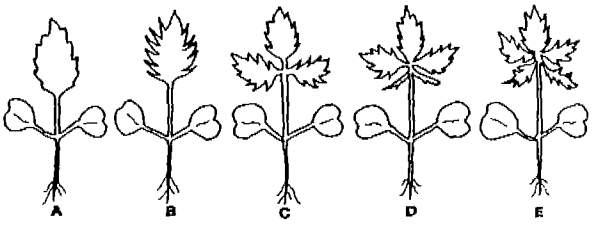

Fig. 4. First leaf shapes of the *Viola albida* complex. A, *V. albida* var. *albida*; B, *V. albida* var. *takahashii*; C-E, *V. albida* var. *chaerophylloides*.

단엽이며 거치는 선단이 둔한 상향거치이었으며(Fig. 3A) 개체간 또는 집단간의 변이는 나타나지 않았다. 발생초기의 제 1엽도 그 특성이 동일하여 발생과정에서의 잎의 형태가 성숙한 후에도 그대로 유지되고 있음을 알 수 있었다(Fig. 4 A). 그러나 단풍제비꽃의 경우 개화기의 잎은 단엽으로 선단이 날카로운 복거치를 가지나 결각의 정도는 개체에 따라 변이가 심하였다(Fig. 3B-H). 즉 결각이 매우 약하여 태백제비꽃과 유사한 형의 잎을 갖는 것에서부터(Fig. 3B-D), 결각의 골이 깊어 마치 남산 제비꽃과 유사한 형태의 잎을 가지는 것까지 나타났으며 변이의 정도는 점진적이었다(Fig. 3G-H). 그러나 발생초기의 제 1엽은, 개화기 때의 잎의 결각의 변이가 심한데 반하여 선단이 날카로운 복거치만을 지닌 뚜렷한 단엽으로 나타났으며 결각은 성숙과정에서 형성됨이 관찰되었다(Fig. 4B). 남산제비꽃의 경우 개화기의 잎은 기본적으로는 소엽병이 있는 5출엽성 복엽이었다(Fig. 3J-L). 그러나 때로는 3출엽성 복엽이 나타나기도 하였다(Fig. 3I). 이러한 개화기 때 복엽의 형태는 발생초기부터 나타나 유지되었다(Fig. 4C-E). 이들 중 개화기 때 세열된 5 출엽의 조족상 잎을 갖는 개체들은 분화초기의 잎의 양측면의 두소엽의 발달이 완전하였으나(Fig. 4E), 개화기 때의 잎의 소엽의 엽신이 비교적 넓은 개체들은 분화 초기의 잎에서는 양측면 하부에 있는 2개의 소엽이 발달이 현저하지 않아 차이를 보였다(Fig. 4D). 그러나 발생초기 잎의 기본 형태는 복엽으로 동일하였다.

화분의 형태 및 염성. 조사된 3종류의 화분은 單粒이며, 極面粒狀은 圓型 또는 圓型과 半角狀의 중간형으로, 방사상칭이었다. 적도면에서 보면 좌우상칭으로 長球型이며, 크기는 中粒이고 等極性이었다. 발아구는 三孔溝口型이며 孔溝를 중심으로 溝口가 발달하였다(Plate I-3). 화분의 표면무늬를 보면 태백제비꽃은 有孔狀(foreolate)과 皺紋狀(fossulate)의 무늬에 크기가 1 μm 이하인 미립의 돌기가 많았다(Plate I-4). 단풍제비꽃은 추문상의 무늬에 1 μm 이하인 미립의 돌기가 많았다(Plate I-6). 남산제비꽃은 추문상 무늬로 미립이 많고 두상의 돌기불이 드물게 있었다(Plate I-5). 이상에서 화분의 외관형질인 극면 및 적도면 립상 그리고 크기는 모두 비슷하였다. 다만 표면무늬는 추문상 및 추문상과 유공상의 중간형태 무늬가 나타나나 이들 무늬 또한 비슷하여 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 화분의 염성은 조사된 모든 개체가 95% 이상으로 나타나 모두 정상적인 화분을 생성하는 것으로 나타났다. 다만 단풍제비꽃의 일부 개체에 있어 염성율은 31%로 나타나서 타 종류에 비하여 현저히 낮은 율을 보이고 있었다.

Table 3. Allele frequencies for 14 loci in the *V. albida* complex

locus	allele	var. *albida*	var. *takahashii*	var. *chaerophylloides*
ACPH	a	1.000	1.000	1.000
EST-1	a	1.000	1.000	1.000
EST-2	a	1.000	1.000	1.000
GDH	a	1.000	1.000	1.000
GOT	a	1.000	1.000	1.000
IDH	a	1.000	1.000	1.000
LAP-1	a	1.000	1.000	1.000
LAP-2	a	1.000	1.000	1.000
MDH-1	a	1.000	1.000	1.000
MDH-2	a	1.000	1.000	1.000
PER	a	1.000	1.000	1.000
PGI-1	a	1.000	1.000	1.000
PGI-2	a	1.000	1.000	1.000
TPI	a	1.000	1.000	1.000

유전적 변이 분석. 조사된 10개의 동위효소에서 총 14개의 유전자 좌위가 확인되었으며, 효소별 유전자 좌위의 수는 ACPH, GDH, GOT, IDH, PER TPI 등 5개의 효소에서 1개가, 그리고 EST, LAP, MDH, PGI가 2개 등 총 14개 이었다. 조사된 3분류군 즉, 태백제비꽃, 남산제비꽃, 단풍제비꽃 등에서 모든 유전자 좌위에서 동일한 대립인자를 가져 monomorphic하게 나타났다. 즉 분류군 간의 유전적인 변이는 물론 집단간에서도 유전적인 변이도 관찰되지 않았다(Table 3).

동일계열내의 타종과의 비교. 조사대상이 된 3종류는 모두 동일 아절에 속하나 이중 태백제비꽃은 *Chinensis* 계열로 그리고 남산제비꽃은 *Pinnatae* 계열로 분류되고 있다. 본 조사의 대상이 된 3종류 중 잎의 형태의 차이에 의하여 서로 타계열로 분류되어 왔던 태백제비꽃과 남산제비꽃을 이들과 동일계열에 속하는 것으로 분류되어온 타 종류들과의 주요 형태적 특징을 비교한 결과는 Table 4에 나타내었다. 즉 남산제비꽃과 태백제비꽃은 잎의 형태를 제외하고는 큰 차이를 보이지 않았으나 타 종류들과는 뚜렷히 구분되었다. 즉 주두의 형태는 태백제비꽃과 남산제비꽃이 둥두형인데 반하여 타 종류들은 모두 충두형이었고(Fig. 1), 악편은 모두 피침형 또는 광피침형으로 동일하였으나, 악편 부속체는 타 종들이 모두 짧고 기부도 전연

Table 4. Comparison of major morphological characteristics of the *Viola albida* complex with other species in series *Chinensis*

Taxon	Petal color	Lower petal		Stiama shape*	Sepal shape	Sepal appendage	
		Length	Width			Shape	Length
V. albida var. *albida*	white	1.35± 0.15	0.81± 0.28	Spherical head	Wide lanc.	Acute toothed	0.23± 0.09
V. albida var. *chaerophylloides*	white	1.07± 0.21	0.70± 0.09	Spherical head	Wide lanc.	Acute toothed	0.21± 0.05
V. phalacrocarpa	purple violet	1.06± 0.14	0.59± 0.12	Worm head	Lanc.	Entire	0.09± 0.02
V. japonica	blue violet	1.01± 0.27	0.54± 0.07	Worm head	Wide lanc.	Rounded toothed	0.11± 0.02
V. lactiflora	white	0.85± 0.17	0.56± 0.11	Worm head	Wide lanc.	Toothed	0.09± 0.03
V. mandshurica	deep violet	1.08± 0.15	0.57± 0.13	Worm head	Wide lanc.	Rounded toothed	0.08± 0.22
V. patrinii	white	0.64± 0.10	0.42± 0.13	Worm head	Lanc.	Rounded toothed	0.07± 0.05
V. yedoensis	cloudy violet	1.06± 0.18	0.58± 0.12	Worm head	Wide lanc.	Entire	0.11± 0.03

(Continued)

Taxon	Upper sepal		Spur		Leaf		
	Length	Width	Shape	Length	Type	Shape	No. of teeth
V. albida var. *albida*	0.72± 0.14	0.16± 0.02	Cylind.	0.66± 0.08	Simple	Ovate	17.91± 4.22
V. albida var. *chaerophylloides*	0.59± 0.08	0.19± 0.02	Thick cylind.	0.65± 0.09	Compound	Ovate	20.03± 8.09
V. phalacrocarpa	0.42± 0.05	0.12± 0.02	Thin cylind.	0.64± 0.06	Simple	Ovate	10.72± 1.65
V. Japonica	0.45± 0.10	0.17± 0.02	Cylind.	0.63± 0.07	Simple	Ovate	14.71± 1.87
V. lactiflora	0.38± 0.09	0.15± 0.03	Cylind.	0.49± 0.11	Simple	Lanc.	13.53± 3.28
V. mandshurica	0.39± 0.07	0.15± 0.04	Cylind.	0.57± 0.11	Simple	Lanc.	8.90± 1.64
V. patrinii	0.34± 0.07	0.13± 0.04	Cylind.	0.39± 0.09	Simple	Lanc.	6.14± 1.25
V. yedoensis	0.42± 0.07	0.17± 0.03	Thin cylind.	0.61± 0.15	Simple	Lanc.	9.47± 1.81

All measurements are in cm; *Refers to Fig. 1.

이기나 낮은 거치가 있는데 반하여 태백제비꽃과 남산제비꽃은 부속체의 길이가 길고 특히 기부에 깊고 날카로운 거치가 있어 뚜렷히 구별되었다(Fig. 2). 꽃은 태백제비꽃과 남산제비꽃이 순판의 길이와 상악편의 길이가 타 종들에 비하여 길고 크게 나타나 차이를 보였다. 다만 본 군의 2 종류 간에는 태백제비꽃이 꽃의 크기에 있어 다소 크게 나타났다.

考 察

남산제비꽃군에는 태백제비꽃, 남산제비꽃, 단풍제비꽃, 간도제비꽃 등이 국내에 분포하는 것으로 알려져 있으나 학자에 따라 종의 범주의 설정에 혼란이 많다.

Chung(1957)과 Park(1974)에 의하여 간도제비꽃으로 간주된 *V. dissecta*의 한반도 분포에 관하여서는 Makino (1912)가 한국 및 일본의 산지에 분포하는 잎이 세열되는 개체들을 *V. dissecta*와 동일하거나 최소한 이의 한 품종일 것으로 추정한 바 있다. Chung(1957)은 간도제비꽃이라는 국명하에 *V. dissecta*가 한반도내에 분포함을 주장하였으나, Makino(1912)의 일본 명칭과 Chung(1957)의 일본 명칭이 서로 달라 동일 종을 나타내는 지는 불확실하였다. 본 연구에서는 잎이 세열되는 개체들을 확인할 수 있었으나 남산제비꽃과 큰 차이를 나타내지 않아 이들은 남산제비꽃의 종내 변이로 간주되었다. 그러나 이러한 특징을 갖는 개체들이 *V. dissecta*에 속하는지 여부는 본 종의 한반도내의 분포가 불확실 할 뿐만 아니라 *V. dissecta*의 기준표본을 관찰하지 못하여 판단이 불가능하여 그에 대한 분류학적인 처리는 보류하였다.

태백제비꽃의 경우 Palibin(1898)이 한국의 고유종으로 보고한 이래 대부분의 학자들이 종의 범주를 인정하고 있으며, 남산제비꽃의 경우는 독립된 종으로 취급하거나(Nakai, 1952; Chung, 1957) 혹은 태백제비꽃의 종내분류군으로 취급하거나(Maekawa, 1954) 또는 *V. dissecta*의 종내분류군으로 취급하고 있다(Ohwi, 1984). 본 연구결과

형태적 특징에 있어 잎의 형질을 제외하고는 태백제비꽃과 남산제비꽃이 차이를 보이고 있지 않았다. 잎의 형질에 있어서도 단풍제비꽃이 변이의 폭이 넓어 태백제비꽃과 남산제비꽃의 잎의 형태의 중간형을 나타내었다. 따라서 이들 3종류를 비교할 경우 잎의 형태는 단엽의 태백제비꽃에서 결각의 변이가 심한 단풍제비꽃을 거쳐 5출성 복엽의 남산제비꽃까지 점진적으로 변화가 나타남을 확인할 수 있었다.

단풍제비꽃의 경우는 Makino(1912)와 Lee(1980)가 *V. dissecta*의 종내 분류군으로, Nakai(1916), Chung(1957) 그리고 Park(1974)이 *V. albida*의 종내분류군으로 간주하였다. 본 연구에서는 전술한 바와 같이 *V. dissecta*의 한반도내의 생육 여부가 불확실할 뿐만 아니라 단풍제비꽃의 특징이 잎의 형질을 제외하고는 태백제비꽃과 일치하여 Nakai(1916) 및 Chung(1957)의 견해가 더욱 타당한 것으로 판단된다. 본 종류의 기원에 관하여 Makino(1912)는 *V. dissecta*와 태백제비꽃의 중간형으로 그리고 Lee(1980)는 남산제비꽃과 태백제비꽃 사이의 잡종일 가능성을 제시한 바 있으나, Lee(1980)가 언급한 바와 같이 본 연구에서도 단풍제비꽃의 잎이 태백제비꽃과 남산제비꽃의 중간 형태이며 일부 개체에서 낮은 화분염성을 보여 이들 두 종류 간의 잡종일 가능성이 큰 것으로 추정되었다. 그러나 이의 확인을 위하여는 추후 교배실험을 통한 재조사가 필요할 것으로 생각된다.

또한 이들 3종류는 자생지내에서 동소적으로 생육하고 있으며, 이들과 기존의 분류체계에서 동일계열에 속하면서 유연관계가 깊은 것으로 알려진 흰젖제비꽃, 제비꽃, 호제비꽃, 털제비꽃, 흰제비꽃, 왜제비꽃 등과도 뚜렷히 구분되고 있었다.

동위효소의 분석의 결과는 조사된 14개의 유전자 좌위 전부가 monomorphic하게 나타나 이들간의 유전적 차이 즉 유전적 분리는 아주 낮게 일어나 있음을 알 수 있었다.

이상의 결과에서 조사된 3종류의 제비꽃속 식물 즉 태백제비꽃, 남산제비꽃, 단풍제비꽃은 꽃의 형태적인 특징을 포함하여 꽃색, 꽃받침의 부속체의 특징 그리고 제비꽃속 식물의 분류에 있어 가장 중요한 형질로 평가되고 있는 주두의 형태 등이 동일하고 잎의 형태에서도 점진적인 변이를 보이며, 유전적인 변이의 정도도 매우 낮아서 동일한 종내 분류군으로 설정함이 보다 타당할 것으로 보인다. 따라서 이들을 한 종내 분류군으로 취급하여 남산제비꽃을 태백제비꽃의 변종으로 설정한 Maekawa(1916)의 견해가 타당한 것으로 판단된다. 이는 Kim(1987)이나 Ishidoya (1929)의 견해와는 차이를 보이는데 그 이유는 이들이 본 종류들의 분류에서 잎의 특징만을 강조한 결과로 보여진다.

본 식물군내의 잎의 다양성은, 유전적인 동질성은 매우 높게 나타나는 점으로 미루어 보아, 유전적인 분화가 일어나기 전에 잎의 형태적인 분화가 일어난 것으로 추정된다. 즉, 본 군 식물은 기본적으로 동일한 방사상의 엽맥상을 바탕으로(Kim, 1987), 잎의 결각이 생성되는 정도의 차이에 의하여 잎의 형태의 분화가 일어난 것으로 보여지며, 또한 이러한 잎의 분화는 발생 초기의 형태가 성숙한 후에도 그대로 유지되는 것으로 보아 종류별로 고정된 변이로 판단된다. 따라서 본 식물 종류들에서 나타나는 잎의 형태적 다양성은 종의 한계를 설정하는 기준이 되기보다는 동일 종내 집단의 다형현상(polymorphism)으로 보는 것이 보다 타당할 것으로 판단된다. 집단내 형질의 다형현상의 유지에는 특별한 기작이 필요한 것으로 알려지고 있는데 (Solbrig, 1970), 본 집단에서는 종류들 간에 자유로운 교잡에도 불구하고(Hama, 1972) 잎의 다형현상이 계속 유지될 수 있는 것은 이들의 왕성한 폐쇄와 생성 능력과 지하경에 의한 영양번식 등에 의한 것으로 추정된다.

分類學的 處理

1. *Viola albida* Palibin, Act. Hort. Pet. 17: 31. 1898. *V. dissecta* Ledeb. var. *chaerophylloides* (Regel) subvar. *albida* (Palibin) Makino, Bot. Mag. (Tokyo) 26: 155. 1912. *V. dissecta* Ledeb. var. *albida* (Palibin) Nakai, Icon. Pl. Koisk. 1: 93. 1912.

Viola albida Palibin var. *suavis* Nakai, Bot. Mag. (Tokyo) 49: 419. 1935. *V. albida* Palibin f. *suavis* (Nakai) M. Park, Key. Herb. Pl. Kor. (Dicot). p. 274. 1974.

다년초. 화기는 4-6월. 지하경은 굵고 짧으며 마디가 촘촘함. 뿌리는 백색 또는 담갈색, 잎은 단엽 혹은 3-5출엽성 복엽, 거치는 선단이 둔한 상향 단거치에서부터 선단이 뾰족한 상향 단거치 또는 복거치 그리고 골이 깊어 결각으로 보임. 탁엽은 길이 0.8 cm, 폭 0.18 cm. 꽃은 백색 또는 담홍색, 향기가 있음. 순판은 길이 1.4 cm, 폭 0.8 cm. 주두는 突頭型, 측화판은 유모, 거는 통형으로 길이 0.6 cm 내외. 상악편은 길이 0.7 cm, 폭 0.2 cm 내외. 악편의 부속체는 길이 0.2 cm로 길고 수 개의 날카로운 거치가 있음. 삭과는 타원형. 종자는 길이 0.2 cm. 화분은 亞長橢型, 3孔溝口型, 1 μ 이하의 미립이 많은 皺紋狀의 표면무늬.

검색표

1. 잎은 단엽이다.
   2. 거치는 선단이 둔한 상향거치이며, 골이 얕다.……태백제비꽃(*V. albida* var. *albida*)
   2. 거치는 선단이 뾰족한 상향거치이며, 결각이 깊고 불규칙하여 복엽으로도 보인다.……단풍제비꽃(*V. albida* var. *takahashii*)
1. 잎은 복엽이다.……남산제비꽃(*V. albida* var. *chaerophylloides*)

1. a. *V. albida* Palibin var. *albida*

국명 : 태백제비꽃

분포 : 전국산지

분류학적 소견 : 태백제비꽃은 Palibin(1898)이 한국 固有種으로 설정, 기재한 종류로서 본 종의 범주에 대하여는 대부분의 학자들이 동일한 견해를 가지고 있다. 그러나 단풍제비꽃과 외부형태가 매우 비슷하고 잎모양 또한 유사하게 보일 때도 있어서 이들 간의 구별이 다소 어려울 때가 있다.

1. b. *V. albida* Palibin var. *takahashii* (Makino) Nakai, Bot. Mag. (Tokyo) 30: 286. 1916. *V. dissecta* (Ledeb.) var. *chaerophylloides* (Regel) subvar. *takahashii* Makino, Bot. Mag. (Tokyo) 26: 154. 1912. *V. dissecta* (Ledeb.) var. *takahashii* (Makino) T. Lee, Ill. Fl. Kor. p. 547. 1980.

국명 : 단풍제비꽃

분포 : 전국산지

분류학적 소견 : 단풍제비꽃은 잎의 결각의 변이가 심하여 일부는 태백제비꽃으로 일부는 남산제비꽃으로 오인될 가능성이 큰 종류이다. 그러나 발생초기 잎의 형태를 관찰한 결과 개화기의 다양한 잎의 결각 정도는 발생과정 중의 변이임이 확인되어 타 2종류와의 구분이 가능하였다. Makino(1912)는 본 종류가 *V. dissecta*와 태백제비꽃의 중간형으로 그리고 Lee(1980)는 남산제비꽃과 태백제비꽃 사이의 잡종일 가능성을 제시한 바 있으나 이의 확인을 위하여는 추후 교배실험을 통한 재조사가 필요할 것으로 생각된다.

1. c. *V. albida* Palibin var. *chaerophylloides* (Regel) Maekawa in Hara, Enum. Sper. Jap. 3: 195. 1954.

V. pinnata L. var. *chaerophylloides* Regel, Pl. Radd. I. 22. 1861. *V. chaerophylloides* (Regel) Becker, Bull. Herb. Ser. II. 2: 856. 1902. *V. dissecta* Ledeb. var. *chaerophylloides* (Regel) Makino, Bot. Mag. (Tokyo) 26: 153. 1912. *V. sieboldiana* (Maxim.) Makino var. *chaerophylloides* (Regel) Nakai, Bot. Mag. (Tokyo) 32: 226. 1918.

국명 : 남산제비꽃

분포 : 전국산지

분류학적 소견 : 태백제비꽃과는 잎을 제외하고는 차이가 나지 않으며 태백제비꽃이 단엽인데 반하여 항상 3-5출엽성 복엽이다. 남산제비꽃 중 잎이 더욱 세열되는 개체들은 그렇지 않은 개체들과 분화초기 제 1엽의 발생양상이 차이를 보이기는 하나 맨 아래 양측 소엽의 발달의 차이를 제외하고는 동일하다. Makino(1912)는 한국 및 일본의 산지에 분포하는 잎이 세열되는 개체들을 *V. dissecta*와 동일하거나 최소한 한 품종일 것으로 추정한 바 있다. 그러나 본 연구에서는 *V. dissecta*의 기준표본을 관찰하지 못하여, 남산제비꽃의 종내 변이로 확인된 잎이 세열되는 특징이 *V. dissecta*의 특징인지를 확인할 수 없었으므로 그에 대한 분류학적인 처리는 보류하였다.

摘 要

한국산 남산제비꽃군의 종의 범위 설정 및 종분화 양상을 추정하기 위하여 생육지에서의 관찰, 비교형태학적 연구 그리고 전기영동을 통한 유전적 변이의 분석을 수행하였다. 본 군으로 확인된 세비꽃속 식물은 3종류로서 모두 동소적으로 생육하였으며, 형태적 특징들도 유사하였고 특히 동일 계열내의 타 종들과는 구분이 되었다. 또한 유전적 변이 정도는 14 가지 유전자 좌위가 모두 동일하였다. 따라서 이들은 한 종내 분류군으로 통합함이 타당한 것으로 나타났다. 다만 잎의 변이의 경우 발생과정에서도 그 특징들이 유지되는 것으로 나타났으나 이는 종내의 다형현상으로 간주될 수 있었고, 이러한 다형현상은 폐쇄화 생성능력과 영양번식에 의하여 유지되는 것으로 추정되었다. 단풍제비꽃의 일부 개체는 화분의 염성율이 낮게 나타나서 그 기원이 잡종일 가능성이 있는 것으로 판단되었다.

參 考 文 獻

Anonymous. 1977. Flora Plantarum Herbacearum Chinae Boreali-Orientalis. Tomus 6. Sci. Publ. pp. 79-129.

Becker, W. 1902. *Bull. Herb. Boiss. ser.* II **2**: 856.

Becker, W. 1925. *Viola. In*, Die Naturlichen Pflanzenfamilien, Engler, A. and K. Prantl (eds.). **21**: 363-377.

Charles, R.W. 1985. Implementing an isozyme laboratory at a field station. *Virginia J. Sci.* **36**: 53-71.

Chung, T.H. 1957. Flora of Korea. II. Shinjisa, Seoul. pp. 407-411.

Cosner, M.B. and D.J. Crawford. 1990. Allozyme variation in *Coreopsis* sect. *Coreopsis* (Compositae). *Syst. Bot.* **15**: 256-265.

Erdtman, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Sv. Bot. Tidskr.* **54**: 561-564.

Gingins, F. 1823. Memoire sur la famille des Violacees. *Memoires de la societe de Physique et D' Histoire Naturelle de Geneve.* **2**: 1-28.

Gottlieb, L.D. 1977. Electrophoretic evidence and plant systematics. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **64**: 161-180.

Hama, E. 1972. A study of *Viola chaerophylloides* W. Becker. "By collecting those of Tsushima Island", *Bull. Bot. Soc. Nagano* **5**: 15-19.

Hauser, E.J.P. and J.H. Morrison. 1964. The cytochemical reduction of nitro blue tetrazolium as an index of pollen viability. *Am. J. Bot.* **51**: 748-852.

Ishidoya, T. 1929. Review of *Viola* from Korea and Manshuria. *J. Chosen. Hist. Soc.* **8**: 15-17.

Ito, E. 1962. Observations on the variations of *V. chaerophylloides* in Japan. *Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo* **6**: 194-202.

Kim, K.S. 1987. Studies of comparative morphology on the Korean *Viola* species. Ph. D. thesis, Sung Kyun Kwan Univ., Korea. pp. 57-63.

Ledebour, C.F. 1829. Flora Altaica I. Berlin. 255p.

Lee, T.B. 1980. Illustrated flora in Korea. Hyangmoonsa, Seoul. 547 pp.

Linne, C. 1953. Species Plantarum. II. 936p.

Maekawa, F. 1954. Violaceae. *In*, Enumeratio *Spermatophytraum Japonicum*, H. Hara (ed.). **3**: 194-227.

Maekawa, F. and T. Hashimoto. 1963. Violets of Japan.

Makino, T. 1912. Observations on the Flora of Japan. *Bot. Mag.* (Tokyo) **26**: 153-157.

Maximowicz, C.J. 1877. Diagnoses plantarum novarum asiaticarum. *Bull. Acad. St.-Pet.* **23**: 312-314.

Nakai, T. 1916. Notulae and Plantas Japoniae et Coreae. XII. *Bot. Mag.* (Tokyo) **30**: 274-290.

Nakai, T. 1922a. Violae Novae Japonicae. *Bot. Mag.* (Tokyo) **34**: 29-39.

Nakai, T. 1922b. Notes on *Viola*. *Bot. Mag.* (Tokyo) **36**: 52-62, 84-93, 118-121.

Nakai, T. 1952. A synoptical sketch of Korean flora. *Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo* **31** 79-80.

Ohwi, J. 1984. Flora of Japan (English ed.) Smithonian Institution, Washington. 635p.

Park, M.K. 1974. Key to the herbaceous plants in Korea (Dicotyledoneae). Jeumumsa, Seoul. pp. 273-274.

Palibin, J. 1898. Conspectus Flora Koreae. *Acta Hort. Petrop.* 7: 31.

Regel, E. 1861. *Pl. Radd.* **1**: 222.

Russell, N.H. 1960. Studies in the photoperiodic responses of violets (*Viola*). *Southwest. Naturalist* **5**: 177-186.

Solbrig, O.T. 1970. Principles and Methods of Plant Biosystematics. MacMillan Co., London. 226p.

Soltis, D.E., C.H. Haufler, D.C. Darrow and G.J. Gastony. 1983. Starch gel electrophoresis of ferns: A compliation of grinding buffer, gel and electrode buffer, and staining schedules. *Can. Fern. J.* **73**: 9-27.

Takenouchi, M. 1955. Brief notes on the taxonomy, ecology and geographic distribution of species of *Viola* indigenous to Manchuria and Inner-Mongolia. *Sci. Contr. Tung-pei Teach. Univ.* **5**: 65-95.

(1991. 7. 15 接受)

PLATE I

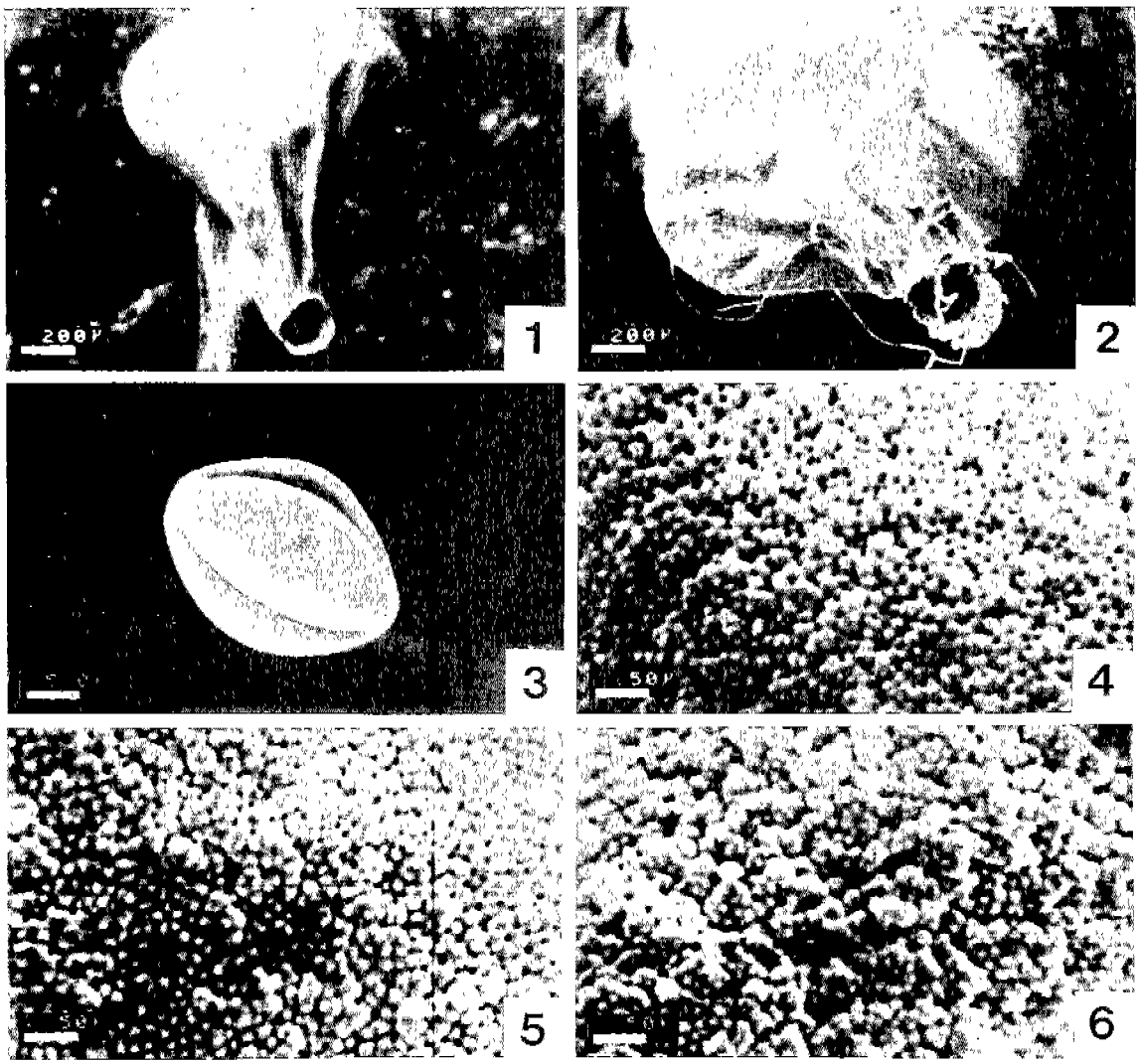

Plate I. SEM microphotographs of stigmas and pollens of the *Viola albida* complex.

1. Stigma of *V. albida* var. *albida*, (× 50).
2. Stigma of *V. albida* var. *takahashii*, (× 60).
3. Pollen grain of *V. albida* var. *chaerophylloides*, (× 2,000).
4. Surface sculpturing of pollen of *V. albida* var. *albida*, (× 20,000).
5. Surface sculpturing of pollen of *V. albida* var. *chaerophylloides*, (× 20,000).
6. Surface sculpturing of pollen of *V. albida* var. *takahashii*, (× 20,000).