

## 금강초롱(*Hanabusaya asiatica* Nakai)의 초롱꽃科內 花粉學的 類緣關係

李相泰 · 安暎美 · 朴騎龍  
(成均館大學校 理科學 生物學科)

### Palynological relationship of *Hanabusaya asiatica* Nakai within the Campanulaceae

Sangtae Lee, Young Mee An, and Ki Ryong Park  
(Department of Biology, Sung Kyun Kwan University, Suwon 170)

#### Abstract

To see the relationships of the Korean endemic genus *Hanabusaya* among the family, pollen grains of 7 genera and 14 species of the subfamily Campanuloideae were investigated by light and scanning electron microscopy. The species were divided into three groups on the basis of apertural character: 9-10-colpate (*Codonopsis*), 5-6-colporate (*Platycodon*), and 3-6-porate (the rest of the genera). On the basis of sculpturing pattern, the last group was further divided into rugulate but the rugular tips erected (*Adenophora*), and regulate with ridges or lumina (*Campanula* and *Hanabusaya*). Interspecific differences were found among *Adenophora* and *Campanula*. The palynological study suggests that *Hanabusaya* is the closest to *Campanula*, especially closer to *C. punctata* than other *Campanula* species to it.

#### 적 요

한국 특산인 금강초롱의 유연관계를 파악하기 위하여 초롱꽃과의 초롱꽃아과에 속하는 7속 14종의 화분을 광학 및 주사전자현미경으로 조사하였다. 조사한 종들은 발아구가 9-10구형인 더덕속, 5-6공구형인 도라지속, 3-6공형인 나머지속으로 대별되었고, 3-6공형 속들은 표면무늬에 의해 난선상인 영아자속, 난선돌기가 서로 붙고 편평해진 애기도라지속, 난선돌기 끝이 직립한 잔대속, 난선돌기가 서로 융합되거나 틈이 발달된 금강초롱속과 초롱꽃속으로 나뉘

었다. 그리고 잔대 초롱꽃 속내에서는 종간의 차이도 나타났다. 금강초롱은 초롱꽃과 화분특징이 가장 비슷하고 초롱꽃속 내 종간 차이보다 더 가까와 화분학적으로는 속으로의 분리가 재고되어야 할 것으로 나타났다.

## 서 론

금강초롱(*Hanabusaya asiatica* Nakai)은 Nakai(1909)가 *Symphyandra asiatica* Nakai로 신종 발표했던 것을, 근생엽이 없고 잎이 줄기상부에 모여 나며 악편이 작고 분리되는 특징이 달라 신속으로 승격처리(Nakai 1911)시킨 것으로 후에 추가된 검산초롱(*H. latisepala* Nakai)과 함께 2종이 한국특산으로 알려졌다. Nakai(1911)는 한국산 초롱꽃과의 속의 검색표를 통해 약이 융합되는 금강초롱속이 그렇지 않은 다른 속들과 동떨어진 것으로 보았다. 이(1969)는 꽃의 형태에 있어 모시대(*Adenophora remotiflora*)와 가장 유사하다고 하였고 이후 본 속에 대해서는 식물목록(정·이 1963, 문교부 1967, Lee 1984), 식물지(박 1973), 도감(정 1958, 이 1980)등에 포함된 이외 따로 연구된 바 없어 과연 신속으로의 처리가 타당한지, 어떤 종으로부터 유래했는지, 어느 속과 유연관계가 깊은지 등 논의의 여지가 많다. 문헌에 의하면 본 속의 근연속을 *Symphyandra*로 보아 초롱꽃, 잔대, 영아자속들과 유연관계가 깊은 것으로 보이나(Bentham & Hooker 1862-1883, Engler 1964), 이를 확인하기 위해서는 근대적인 접근이 필요하다.

화분학적인 연구는 기존분류를 평가 수정하는데 많은 기여를 해왔고(Hedberg 1946, Walker & Doyle 1975) 이는 전자현미경의 이용으로 더욱 활발해졌다(Graham & Barker 1981, 이 1984). 본 과의 화분학적 연구는 Erdtman(1966)에 의해 정리된 바 있다. 초롱꽃과-초롱꽃아과에 속하는 한국산 식물은 6공구형 발아구를 갖는 도라지속, 7-9구형 발아구를 갖는 더덕속, (2)-3-(5)공형 발아구를 갖는 애기도라지, 잔대, 초롱꽃, 영아자속들로 나누어 꽃의 형태에 의한 유연관계에 의해 금강초롱속도(2)-3-(5)공형 발아구를 가질 것으로 추측된다.

본 연구에서는 금강초롱을 포함한 초롱꽃과 식물의 화분을 조사함으로써 한국 특산식물인 금강초롱의 근연식물을 밝히고 아울러 한국산 초롱꽃과 속, 종들 간의 유연관계를 조사함으로써 미진했던 본 과 식물의 계통분류학적 연구를 수행하며 화분학적 특징의 분류학적인 가치를 확인하고자 한다.

## 재료 및 방법

본 실험에 사용된 재료는 설악산, 지리산, 화악산 등지에서 채집한 표본과 성균관대학교 식물표본실의 표본을 이용하였다(Tab.1). 화분은 개정된 Erdtman(이 1983)의 방법으로 초산분해하였고 glycerine jelly에 매몰시켜 영구표본을 만들어 광학현미경으로(Laborux 12) 관찰하였고(600배, 1500배), 표면의 미세구조의 관찰을 위해서는 초산분해된 화분을 시료판위에 올려 ion sputter(JEOL JEC-1100)를 사용하여 Au-Pd로 7분간 포매한 후 주사전자현미경(JEOL

Table 1. Collection data of some campanulaceous species.

Specific name (Korean name)	Locality	Date
<i>Adenophora coronopifolia</i> (등근잔대)	Mt. Halla	Aug. 4, 1960*
	Mt. Halla	Aug. 9, 1958*
<i>A. divaricata</i> var. <i>manshurica</i> (넓은잔대)	Kwangneung, Kyongki	Oct. 14, 1954*
	Kayasan, Kyongbuk	Aug. 24, 1956*
	Dukyoosan, Jonbuk	Aug. 2, 1959*
<i>A. grandiflora</i> (도라지모시대)	Hwaaksan, Kyongki	Aug. 24, 1985
<i>A. triphylla</i> var. <i>japonica</i> (잔대)	Hwaaksan, Kyongki	Aug. 24, 1985
<i>A. remotiflora</i> (모시대)	Soyosan, Kyongki	Sep. 11, 1960*
	Kayasan, Kyongbut	Aug. 15, 1959*
<i>A. radiatifolia</i> (충충잔대)	Kwangneung, Kyongki	Oct. 14, 1954*
<i>Campanula punctata</i> (초롱꽃)	Mt. Sorak	Aug. 31, 1985
	Chunmasan, Kyongki	Jun. 11, 1965*
<i>C. takesimana</i> (섬초롱꽃)	Is. Ulneung	Aug. 8, 1985
<i>C. glomerata</i> var. <i>dahurica</i> (자주꽃방망이)	Soyosan, Kyongki	Sep. 11, 1960*
	Koonjasan, Chungbuk	Aug. 17, 1959*
<i>Hanabusaya asiatica</i> (금강초롱꽃)	Mr. Sorak	Aug. 31, 1985
<i>Phyteuma japonicum</i> (영아자)	Hwaaksan, Kyongki	Aug. 24, 1985
<i>Wahlenbergia marginata</i> (애기도라지)	Mt. Halla	Jul. 20, 1954*
<i>Codonopsis lanceolata</i> (더덕)	Mt. Jiri	Jul. 28, 1985
	Wolaksan, Chungbuk	Oct. 9, 1959*
<i>Platycodon grandiflorum</i> (도라지)	Mt. Jiri	Jul. 28, 1985

\*Samples taken from the specimens of Sung Kyun Kwan University Herbarium.

120EX-SEM)으로 관찰하였다(40KV, 15000배, 2000배). 측정에 있어 자상돌기 수는 SEM 사진으로부터, 나머지 특징은 광학현미경으로 하였고, 사용된 용어는 Faegri & Iversen(1964)을 채택하였다.

## 결 과

본 연구로 초롱꽃과의 화분은 형태가 다양하여 광화분형 (eurypalynous)이라는 것을 재확인 하였고 특히 주사현미경의 이용으로 표면무늬의 종간 차이가 상당히 있음을 알았다. 조사한 결과는 Figs. 1-24와 Tab. 2에 나타내었다.

### 〈종의 기재〉

더덕(*Codonopsis lanceolata* (S. et Z.) Trautv.): 화분립의 크기는 적도면의 지름이 33.6~(36.18)~39 $\mu$ m이고 극축길이는 27.0~(27.30)~28.5 $\mu$ m인 아단구형(垂短球形) 내지 단구형(短球形)이다(P/E=0.91~0.98). 발아구는 9, 10구형(溝型)이며 표면에는 자상돌기가 있으

며(17개/100  $\mu\text{m}^2$ ) 미세한 천공이 뚫려있고 구구(溝口)주변에는 자상돌기가 조밀하게 몰려있다(Figs. 1, 2). 화분벽의 두께는 1.5~(2.01)~2.4  $\mu\text{m}$ 이다.

도라지(*Platycodon grandiflorum* (Jacq.) A. DC.): 화분립의 크기는 적도면의 지름이 48.0~(54.2)~55.5  $\mu\text{m}$ 이고 극축길이는 43.6~(44.78)~54.18  $\mu\text{m}$ 인 아단구형(P/E=0.78~0.82)이다. 발아구는 대부분이 6구형이며 드물게 5구형도 있다. 표면은 대개 평활상이나 드문드문 미세한 천공이 뚫려있고 약간씩 불규칙하게 돌출되어 있는 표면위에 미세한 자상돌기가 있다(20개정도/100  $\mu\text{m}^2$ ). 화분벽의 두께는 2.67  $\mu\text{m}$ 정도이다(Figs. 3, 4).

애기도라지(*Wahlenbergia marginata* (Thunb.) A. DC.): 화분립의 크기는 적도면의 지름이 34.5~(37.5)~40.0  $\mu\text{m}$ 이고 극축의 길이는 31.5~(33.51)~34.5  $\mu\text{m}$ 인 약단구형(弱短球形)내지 아단구형(P/E=0.84~0.96)이다. 발아구는 대부분이 3공형(3孔型)이며 드물게 4공형이 있다. 공구(孔口)는 원형이며 난선상 표면위에 자상돌기가 돌출하며(42개/100  $\mu\text{m}^2$ ) 표면은 다소 굴곡이 진다(Figs. 5, 6). 화분벽의 두께는 1.2~(1.68)~2.4  $\mu\text{m}$ 이다.

염아자(*Phyteuma japonicum* Miq.): 화분립의 크기는 적도면의 지름이 27.0~(31.20)~33.0  $\mu\text{m}$ 이고 극축길이는 25.5~(27.0)~31.2  $\mu\text{m}$ 인 약단구형 내지 아단구형(P/E=0.80~0.90)이다. 발아구는 4공형이 대부분이며 드물게 3, 5공형도 있다. 공구 주변은 약하게 비후되어 있으며 뚜렷한 난선상 표면위에 자상돌기(약13개/100  $\mu\text{m}^2$ )가 돌출되어 있다(Figs. 7, 8). 화분벽의 두께는 1.2~(1.62)~2.0  $\mu\text{m}$ 이다.

금강초롱(*Hanabusaya asiatica* Nakai): 화분립의 크기는 적도면의 지름이 36.0~(39.22)~40.5  $\mu\text{m}$ 이고 극축길이는 31.5~(33.0)~36.0  $\mu\text{m}$ 인 아단구형 내지 약단구형이다. 발아구는 5공형이 대부분이고 드물게 6공형이 있다. 공구는 원형이고 외표벽, 내표벽이 모두 비후되어 있

Table 2. Collection data of some campanulaceous species in Korea.

Specific name	Polar length	Equatorial diameter	P/E	Exine thick	Aperture type	Echina no.
<i>Adenophora coronopifolia</i>	30.30 ± 0.35	34.20 ± 1.64	0.83 - 0.93	1.59	4p	13
<i>A. divaricata</i> var. <i>manshurica</i>	33.00 ± 1.64	37.50 ± 2.24	0.81 - 0.91	1.68	4(5)p	??
<i>A. grandiflora</i>	33.38 ± 0.75	36.98 ± 1.18	0.88 - 0.92	2.19	(3) 4p	8
<i>A. triphylla</i> var. <i>japonica</i>	33.30 ± 3.27	37.25 ± 2.16	0.84 - 0.94	1.80	4p	10
<i>A. remotiflora</i>	34.90 ± 1.65	38.10 ± 1.42	0.85 - 0.93	2.34	3,4p	10
<i>A. radiatifolia</i>	32.50 ± 2.29	34.92 ± 1.25	0.91 - 0.96	1.74	4,5p	8
<i>Companula punctata</i>	26.85 ± 2.27	28.54 ± 1.86	0.91 - 0.95	1.38	3(4)p	13
<i>C. takesimana</i>	27.83 ± 2.21	28.56 ± 2.63	0.85 - 0.98	1.44	3p	11
<i>C. glomerata</i> var. <i>dahurica</i>	25.50 ± 1.50	27.30 ± 1.64	0.89 - 1.00	1.56	3(4)p	21
<i>Hanabusaya asiatica</i>	33.00 ± 2.60	39.21 ± 2.51	0.78 - 0.89	1.74	5,6p	16
<i>Phyteuma japonicum</i>	27.00 ± 1.06	31.20 ± 2.53	0.80 - 0.90	1.62	(3)4(5)p	13
<i>Wahlenbergia marginata</i>	33.50 ± 1.73	39.50 ± 2.21	0.84 - 0.96	1.68	3(4)p	42
<i>Codonopsis lanceolata</i>	27.30 ± 0.67	36.18 ± 2.70	0.69 - 0.82	2.01	9,10c	17
<i>Platycodon grandiflorum</i>	44.78 ± 2.49	54.19 ± 3.62	0.78 - 0.82	2.67	(5) 6cp	20

다. 표면은 미세한 난선상인데 난선돌기 사이에 틈이 있으며 자상돌기(약16개/100 $\mu\text{m}^2$ )가 있다(Figs. 9, 10). 화분벽의 두께는 1.5~(1.74)~2.4 $\mu\text{m}$ 이다.

초롱꽃(*Campanula punctata* Lam.): 화분립의 크기는 적도면의 지름이 25.8~(28.54)~31.5 $\mu\text{m}$ 이고 극축길이는 24.0~(26.85)~30.0 $\mu\text{m}$ 인 약단구형(P/E=0.91~0.98)이다. 발아구는 대부분이 3공형으로서 드물게 4공형도 있다. 공구 주변은 외표벽, 내표벽이 모두 비후되어 있으며 공구는 원형이고 표면은 미세한 난선상이며 틈은 금강초롱에 비해 약간 좁고 자상돌기가 있다(약13개/100 $\mu\text{m}^2$ ). 화분벽의 두께는 1.2~(1.38)~1.5 $\mu\text{m}$ 이다(Figs. 11, 12).

섬초롱꽃(*Campanula takesimana* Nakai): 화분립의 크기는 적도면의 지름이 27.0~(28.56)~32.1 $\mu\text{m}$ 이고 극축의 길이는 25.5~(27.83)~30.0 $\mu\text{m}$ 인 약단구형 내지 아단구형이다(P/E=0.85~0.98). 발아구는 3공형이며 공구는 원형으로 표벽이 비후되어 있다. 미세한 난선상 표면위에 자상돌기가 돌출되어 있고(약11개/100 $\mu\text{m}^2$ ) 난선돌기가 서로 융합하여 초롱꽃보다 틈이 더욱 좁아져 크기가 비슷한 미세한 천공을 형성한다(Figs. 13, 14). 화분벽의 두께는 1.2~(1.44)~1.8 $\mu\text{m}$ 이다.

자주꽃방망이(*Campanula glomerata* var. *dahurica* Fisch.): 화분립의 크기는 적도면의 지름이 25.5~(27.30)~30.0 $\mu\text{m}$ 이고 극축길이는 24.0~(25.50)~27.0 $\mu\text{m}$ 인 약단구형 내지 구형(球形)이다(P/E=0.89~1.00). 발아구는 대부분이 3공형이며 드물게 4공형이 있다. 공구는 원형이며 주변은 비후되어 있다. 난선상 표면위에 자상돌기가 돌출되어 있으며(약21개/100 $\mu\text{m}^2$ ) 난선돌기가 융합하고 틈이 확대되어 생긴 불규칙한 모양의 천공이 분포한다(Figs. 15, 16). 화분벽의 두께는 1.5~(1.56)~2.1 $\mu\text{m}$ 이다.

잔대(*Adenophora triphylla* var. *japonica* Hara): 화분립의 크기는 적도면의 지름이 25.5~(37.25)~39.0 $\mu\text{m}$ 이고 극축길이는 27.6~(33.0)~35.4 $\mu\text{m}$ 인 약단구형(P/E=0.84~0.94)이고 발아구는 4공형이며 공구 주변은 비후되어 있다. 표면은 난선상인데 표면위에 난선돌기 끝이 서있고(약126개/100 $\mu\text{m}^2$ ) 자상돌기가 돌출되어 있다(약10개 정도/100 $\mu\text{m}^2$ ). 화분벽의 두께는 1.5~(1.8)~2.4 $\mu\text{m}$ 이다(Figs. 17, 18).

도라지모시대(*Adenophora grandiflora* Nakai): 화분립의 크기는 적도면의 지름이 36.0~(36.99)~38.4 $\mu\text{m}$ 이고 극축길이는 33.0~(33.38)~34.5 $\mu\text{m}$ 인 약단구형(P/E=0.88~0.92)이다. 발아구는 대부분이 4공형이며 드물게 3공형도 있다. 공구는 원형이며 표벽이 비후되어 있다. 표면은 난선상인데 난선돌기 끝이 직립하고(약63개/100 $\mu\text{m}^2$ ) 군데군데 자상돌기(약8개/100 $\mu\text{m}^2$ )가 돌출되어 있다(Figs. 19, 20). 화분벽의 두께는 1.8~(2.19)~2.4 $\mu\text{m}$ 이다.

모시대(*Adenophora remotiflora* (S. et Z.) Miq.): 화분립의 크기는 적도면의 지름이 26.0~(38.1)~39.0 $\mu\text{m}$ 이고 극축의 길이는 33.0~(34.9)~35.7 $\mu\text{m}$ 인 약단구형 내지 아단구형(P/E=0.85~0.93)이다. 발아구는 3공형 내지 4공형이며 공구 주위는 매우 비후되어 있다. 표면은 난선상이나 난선돌기의 끝이 도라지모시대보다 덜 직립하고(약48개 정도/100 $\mu\text{m}^2$ ) 군데군데 자상돌기(약8개/100 $\mu\text{m}^2$ )가 있다(Figs. 21, 22). 표벽의 두께는 2.1~(2.31)~2.7 $\mu\text{m}$ 이다.

층층잔대(*Adenophora radiatifolia* Nakai): 화분립의 크기는 적도면의 지름이 35.1~(35.55)~36.0 $\mu\text{m}$ 이고 극축의 길이는 30.0~(34.92)~36.0 $\mu\text{m}$ 인 약단구형(P/E=0.91~0.96)이다. 발아구는 4~5공형이며 표벽이 비후되어 있다. 표면은 난선상인데 난선돌기 끝은 직립하나 그 수

는 적다(40개 정도/100  $\mu\text{m}^2$ ). 군데군데 자상돌기가 있고 그 수도 역시 적은 편이다(8개/100  $\mu\text{m}^2$ ). 화분벽의 두께는 1.2~(1.74)~2.4  $\mu\text{m}$ 이다(Fig. 23, 24).

넓은잔대 (*Adenophora divaricata* var. *manshurica* Kitagawa) : 화분립의 크기는 적도면의 지름이 33.0~(37.5)~36.0  $\mu\text{m}$ 이고 극축길이는 30.0~(33.0)~34.5  $\mu\text{m}$ 인 아단구형 내지 약단구형(P/E=0.81~0.91)이다. 발아구는 4~5공형이며 공구는 원형이고 표벽은 비후되어 있다. 화분벽의 두께는 1.5~(1.68)~2.4  $\mu\text{m}$ 이다.

둥근잔대 (*Adenophora coronopifolia* Fisch.) : 화분립의 크기는 적도면의 지름이 33.0~(34.20)~36.0  $\mu\text{m}$ 이고 극축길이는 30.0~(30.3)~30.6  $\mu\text{m}$ 인 아단구형 내지 약단구형(0.83~0.93)이다. 발아구는 4공형이며 공구는 원형이고 외표벽과 내표벽이 분리되어 전실(vestibulum)을 이루고 있다. 화분벽의 두께는 1.5~(1.59)~1.8  $\mu\text{m}$ 이다.

#### 〈일반적 특징과 종·속간의 유연관계〉

한국산 초롱꽃과-초롱꽃아과의 화분은 단립으로 약단구형~단구형(P/E=1.00-0.69)으로 (Tab. 2, Figs. 1-24), 단구형인 종은 더덕(Fig. 1)과 도라지(Fig. 3)가 있고 나머지 종들은 약단구형이다. 화분의 극면 적도면 입상은 원형이고, 크기는 가장 작은 것이 초롱꽃(Fig. 11; 26.85×28.54  $\mu\text{m}$ )을 비롯 영아자(Fig. 7), 자주꽃방망이(Fig. 15) 등이 있고, 가장 큰 것은 도라지(Fig. 3; 44.78×54.19  $\mu\text{m}$ )이고 나머지 종간에도 상당한 차이가 있다. 발아구는 더덕이 9-10공구, 도라지는 5-6공구, 그리고 나머지 종들은 3-6공구를 가져 대별되고 각 군내에서 발아구 형태의 크기는 분명치 않다. 공구의 갯수도 종에 따라 차이가 있으나 군간에 차이는 없고 화분의 차이가 큰 종에서 발아구가 많아지는 경향이 있다. 표면무늬는 기본적으로 자상돌기(echinate)를 갖는 난선상(rugulate, Faegri & Iversen의 *Sedum rosea* type)이고 (Figs. 2-24) 난선돌기(vallae)는 서로 융합되기도 하고(Fig. 16) 돌기 사이의 골(lumina)이 거의 없거나(Fig. 6) 넓기도 하며(Fig. 10) 어떤 경우에는 유공상처럼 되기도 한다(Figs. 12, 14). 또한 돌기 끝이 직립하기도 하고 그 정도는 종에 따라 다양하다(Figs. 18, 20, 22, 24). 그러나 도라지에서는 자상돌기가 있으나 표면은 평활상에 가깝다(Fig. 4).

표면무늬는 속간의 유연관계 파악에 중요한 특징이 된다. 즉 더덕은 유공상을 형성하고 자상돌기 수도 가장 적어 표면무늬로도 다른 속과 뚜렷이 구별되고(Figs. 1, 2), 도라지는 거의 평활하여 더덕이나 다른 종들과 구별된다(Figs. 3, 4). 3-6공구를 갖는 종에서 자상돌기는 종에 따라 수의 차이가 다소 있을 뿐(Tab. 2) 모양이나 크기의 차이는 뚜렷하지 않다. 영아자의 난선돌기는 서로 떨어져 있고 긴 편이다(Fig. 8). 금강초롱은 영아자와 비슷하나 돌기가 서로 붙고 평편한 편이다(Fig. 10). 초롱꽃은 금강초롱과 비슷하나 전체 모양이 약간 소형인 점이 다르다(Fig. 12). 섬초롱꽃에서는 돌기가 상당히 융합되고 사이사이에 구멍을 남겨 추문상인 경향을 띠고 있다(Fig. 14). 자주꽃방망이에는 구멍이 훨씬 커져 망상의 경향을 띠고 있다(Fig. 16). 한편 애기도라지는 난선돌기들이 서로 융합되고 골이 다소 짧아졌고 전체적으로 편평해서 위의 종들과는 약간 구별이 된다(Fig. 6).

잔대속(Figs. 17-24)의 종에서는 난선돌기의 끝이 곧바로 서서 저배율에서 미립상을 띤다(Figs. 17, 19, 21, 23). 종에 따라서 직립된 돌기수에 차이가 있어 그 빈도수를 보면 충충잔대, 모시

대, 도라지모시대, 잔대의 순으로 높아지는 것을 볼 수 있다(Figs. 18, 20, 22, 24).  
 화분의 형태에 의해 조사된 속과 종들의 검색표를 작성하면 다음과 같다.

〈검 색 표〉

- 1. 발아구 9-10구형 .....더덕
- 1. 발아구 3-6공형 또는 5-6공구형
  - 2. 발아구 5-6공구형 .....도라지
  - 2. 발아구 3-6공형
    - 3. 난선돌기의 끝이 곧추선다.
      - 4. 직립한 돌기수가  $100\mu\text{m}^2$ 당 50개 이상이다.
        - 5. 직립한 돌기수 약 63개/ $100\mu\text{m}^2$  .....도라지모시대
        - 5. 직립한 돌기수 약 126개/ $100\mu\text{m}^2$  .....잔대
      - 4. 직립한 돌기수가  $100\mu\text{m}^2$ 당 40-48개이다.
        - 6. 화분 크고(약  $35\times 38\mu\text{m}$ ), 공구 4-5개 .....모시대
        - 6. 화분 작고(약  $33\times 35\mu\text{m}$ ), 공구 3-4개 .....총총잔대
    - 3. 난선돌기의 끝이 서지 않는다.
      - 7. 자상돌기  $100\mu\text{m}^2$ 당 40개 정도이다. 난선돌기 사이에 틈이 거의 없고 짧으며 전체는 편평하다. ....애기도라지
      - 7. 자상돌기  $100\mu\text{m}^2$ 당 25개 이하이다. 난선돌기 사이에 틈이 있다.
        - 8. 틈이 좁고 길다.
          - 9. 난선돌기 굵고 화분 크기 약  $33\times 39\mu\text{m}^2$  .....금강초롱
          - 9. 난선돌기 가늘고 화분 크기 약  $27\times 29\mu\text{m}^2$  .....초롱꽃
        - 8. 틈이 넓거나 원형-장타원형이다.
          - 10. 틈이 좁고 자상돌기 11개정도/ $100\mu\text{m}^2$  .....섬초롱꽃
          - 10. 틈이 넓고 자상돌기 21개정도/ $100\mu\text{m}^2$  .....자주꽃방망이

고 찰

본 화분학적인 결과로 한국산 초롱꽃과의 초롱꽃아과는 발아구의 특징에 의거 크게 9-10구형의 더덕속, 5-6공구형의 도라지속, 그리고 3-6공형의 나머지 속들로 구분된다. 이는 외부 형태적 특징과 대체로 일치하고 있어 애기도라지속(*Wahlenbergia*)을 제외하고는 Engler(1964)의 분류체계를 지지한다. 즉 더덕속과 애기도라지속은 *Wahlenberginae*아족에 도라지는 *Platycodonae*아족에, 나머지 속들은 *Campanulinae*아족에 속해, 애기도라지속은 발아구와 표면무늬 특징으로 보아 *Campanulinae*아족에 포함시켜야 타당할 것으로 생각된다. 그리고 이같은 결론은 다른 많은 분류군의 연구에서 화분학의 결과가 크게 공헌한 점으로 보아(Lee 1984) 중요성을 간과할 수 없을 것이나 세계에 150종이나 있는 애기도라지속 중 한 종만 보고 결론짓는다는 점과, 여러가지 형질에 기초를 두어야 자연적인 분류체계를 확립할 수 있다(Davis & Hey-

wood 1963)는 점을 생각할 때, 앞으로 더 연구해야 할 것으로 생각된다.

3공형 발아구를 갖는 속들의 분류에 있어 잔대속과 나머지 속들의 분류는 속이상의 분류에서 지적된 적이 없는 것으로 알고 있는데 세계적으로 조사하여야 확실한 분류학적 처리를 할 수 있을 것이다.

금강초롱은 약이 융합하고 잎이 줄기 상부에 모여 나는 점으로 다른 속과 구별되나(Nakai 1911, 1921) 잎이나 꽃의 일반적인 형태는 초롱꽃(*Campanula punctata*)이나 모시대(*Adenophora remotiflora*)와 대단히 비슷하다(Nakai 1909). 꽃의 구조에 있어서 금강초롱(*Hanabusaya asiatica*)이 다른 속들과 차이가 있다하더라도 화분형태는 초롱꽃(*Campanula punctata*)과 너무 닮아 근연임을 부정할 수 없을 것 같다. 화분형태로는 자주꽃방망이(*C. glomerata* var. *dahurica*)를 초롱꽃속으로부터 분리시키는 것은 가능하나, 금강초롱은 초롱꽃이나 섬초롱꽃(*C. takesimana*)과 아주 가까와 독립된 속으로 처리하지 않는 것이 더 타당할 것 같다. 그러나 전술한 바와 같이 광범하게 식물을 다루지 않은 점, 여러가지 특징에 근거를 두고 분류를 해야 한다는 점을 감안하여 문제의 제기로 본 연구의 가치가 있다고 생각하는 바이다. 그리고 분류학적인 처리는 뒤로 미루더라도 확실해진 것 중 하나는 금강초롱속과 가장 가까운 식물은 초롱꽃이란 것이고 아마도 금강초롱의 기원에 대한 문제도 이를 중심으로 풀어나가야 할 것으로 생각된다.

한편 본 연구에서 다른 모든 종의 화분형태는 광학 및 전자현미경적으로 모두 식별할 수 있고 유연관계도 명확하게 규명되어 화분의 특징이 분류에 얼마나 유용하게 적용될 수 있는지를 다시 한번 과시해 주었고(Lee 1984), 본 과의 광범한 화분학적 연구가 필요함을 알 수 있었다. 더덕속은 7-9구형 발아구를 갖고, 도라지속은 6공구형 발아구를 갖는다는 Erdtman(1966)의 결과와 본 연구 결과의 약간의 차이도 역시 광범한 연구의 필요성을 역설해 주고 있다. 그리고 발아구 수와 화분 크기와의 상관관계는 다른 많은 분류군에서의 결과와 잘 일치하고 있고(Stuchlik 1967, Koehler 1976, Nowicke 1970, Stone & Broome 1975) 기능적인 면에서 화분의 수분흡수와 관계있다는 Lee(1978)를 지지해 주고 있다.

## 인 용 문 헌

- Bentham, G. and J.D. Hooker. 1962(1983). *Genera Plantarum*. 3 vols., London.
- Davis, P.H. and V.H. Heywood. 1963. *Principles of Angiosperm Taxonomy*. Van Nostrand, New York.
- Engler, A. 1964. *Syllabus der Pflanzenfamilien*. 12th ed., H. Melchior and E. Werdermann (eds.), Gebrueder Borntraeger, Berlin.
- Erdtman, G. 1966. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy*. Hafner, New York.
- Faegri, K. and J. Iversen. 1964. *Textbook of Pollen Analysis*. Hafner, N.Y.
- Graham, A. and G. Barker. 1981. Palynology and tribal classification in the Caesalpinoideae. *Adv. Legume Syst.* (eds. R.M. Polhill and P.H. Raven), pp. 801-835.
- Hedberg, O. 1946. Pollen morphology in the genus *Polygonum* s. lat. and its taxonomic significance. *Svensk Tidsk.* Bd. 40, H. 4: 372-404.

- Koehler, E. 1976. Pollen dimorphism and heterostyly in the genus *Waltheria* L. (Sterculiaceae). Evolutionary Significance of the Exine (eds. I. K. Ferguson and J. Muller), Academic Press, London. pp. 147-161.
- Lee, S. 1978. A factor analysis study of the functional significance of angiosperm pollen. Syst. Bot. 3: 1-19.
- \_\_\_\_\_. 1984. Contributions of palynological characters to plant systematics. Kor. J. Plant Tax. 14: 13-20.
- Nakai, T. 1909. Plantae novae Asiaticae. Tokyo Bot. Mag. 23: 185-192.
- \_\_\_\_\_. 1919. Flora Koreana, pars secunda. 31: 59-68.
- \_\_\_\_\_. 1921. Notulae ad Plantas Japoniae et Koreae. XXV. Tokyo Bot. Mag. 35: 139-153.
- Nowicke, J.W. 1970. Pollen morphology in the Nyctaginaceae. I. Nyctagineae. (Mirabileae). Grana 10: 79-98.
- Stone, D.E. and C.R. Broome. 1975. The Juglandaceae A. Rich. ex Kunth. World Pollen and Spore Flora 4. Almquist & Wiksell Period. Co., Stockholm.
- Stuchlik, L. 1967. Pollen morphology in the Polemoniaceae. Grana Palynol. 7: 146-240.
- Walker, J.W. and J.A. Doyle. 1975. The bases of angiosperm phylogeny. Palynology. Ann. Mo. Bot. Gard. 62: 664-723.
- Lee, T.B. 1984. Outline of Korean endemic plants and their distribution. Kor. J. Plant Tax. 14: 21-32.
- 문교부. 1967. 설악산 학술 조사 보고서.
- 박만규. 1973. 쌍자엽식물지. 정음사
- 이상태. 1983. 한국산 나자식물의 계통분류학적 연구. 소나무 속의 화분분류학 생물연구연보. (전북대) 4: 147-156
- \_\_\_\_\_. 1984. 한국산 개나리속 식물의 계통분류학적 연구. 식분지. 14: 87-107.
- 이우철. 1969. 한국 특산속 식물에 대하여. 식분지. 1: 14-21.
- 이창복. 1980. 대한식물도감. 향문사.
- 정태현. 1958. 한국식물도감. 신지사.
- \_\_\_\_\_. 이우철. 1963. 설악산 식물조사 연구. 성대논문집. 8: 231-269.

---

Figs. 1~ 24. Scanning electron microscopic photographs of some Korean campanulaceous pollen grains (figures of odd numbers) and their surface (figures of even numbers). All grains  $\times 2,000$  except for Fig. 3 ( $\times 1,500$ ), all surface  $\times 15,000$ . Figs. 1,2. *Codonopsis lanceolata*; Figs. 3,4. *Platycodon grandiflorum*; Figs. 5,6. *Wahlenbergia marginata*; Figs. 7,8. *Phyteuma japonicum*; Figs. 9,10. *Hanabusaya asiatica*; Figs. 11, 12. *Companula punctata*; Figs. 13, 14. *C. takesimana*; Figs. 15, 16. *C. glomerata* var. *dahurica*; Figs. 17, 18. *Adenophora triphylla* var. *japonica*; Figs. 19, 20. *A. grandiflora*; Figs. 21, 22. *A. remotiflora*; Figs. 23,24. *A. radiatifolia*.







