

한국산 열당과 종자 형태의 분류학적 적용

안 범 철¹ · 홍 석 표^{*}

(경희대학교 자연사박물관¹, 경희대학교 생물학과 식물분류학연구실 &
기초과학연구소)

한국산 열당과의 종자형태를 조사하기 위하여 5속 5종 1변종과 히말라야의 *Boschniakia himalaica* Hook. f. & Thomson in Hook. f.(총 7 분류군)의 종자를 주사전자현미경을 이용하여 관찰하였다. 한국산 열당과는 종자 크기, 종피의 구조, 과실 당 종자의 수에 따라 두 가지 유형이 구별 되었다. - Type I: 크기가 1mm미만, 종피 구조는 망상, 과실 당 종자의 개수는 약 1,000개 이상. Type I은 외종피의 내부 표면 무늬에 따라 세 가지 하위구분으로 나뉘어 질 수 있다; (1) Subtype Ia: 망상 -불규칙한 줄무늬형(Ia')과 깊은 망상(Ia'')을 포함한다. (2) Subtype Ib: 유공상, (3) Subtype Ic: 평활상. Type II: 크기가 1mm이상, 종피구조는 불규칙하게 돌출된 모양(crested), 과실 당 종자의 개수는 약 1,000개 미만(*Lathraea japonica* Miq.). 한국산 열당과에 대한 종자 형태의 분류학적 적용에 관하여 간략하게 검토하였다.

주요어: 종자형태, SEM, 기생식물, 개종용숙, 가지더부살이속, 열당과

열당과(Orobanchaceae Vent.)는 전세계에 15속 150종이 북반구 온대지역에 주로 분포하는 전기생식물(holoparasitic plant)로 현삼과(Scrophulariaceae A. L. Jussieu)와 계통분류학적으로 근연관계이다. 한해살이 혹은 여러해살이로 줄기는 다육질(fleshy)이고, 비늘모양(scale-like)의 잎이 있다. 줄기와 잎에는 털이 있으며, 화서는 총상화서, 수상화서, 아두상화서(subcapitate), 또는 단정화서(single flower)이다. 과실은 삭과이고. 많은 종자가 있으며, 종자의 크기는 매우 작다(Zhang & Tzvelev, 1998).

한반도에 분포하는 열당과는 5속 5종 [*Phacellanthus tubiflorus* Siebold et Zucc.(가지더부살이), *Lathraea japonica* Miq.(개종용), *Aeginetia indica* L.(야고), *Boschniakia rossica* (Ch. et

*교신저자: 전화: (02) 961-0842, 전송: (02) 961-0244 전자우편: sphong@khu.ac.kr

(접수: 2003년 10월 24일, 완료: 2003년 11월 9일)

Schl.) Fedtsch. et Flerov(오리나무더부살이), *Orobanche coerulescens* Steph. ex W.(초종용)]으로 알려져 왔으나(Lee, 1980), *Orobanche pycnostachya* Hance var. *amurensis* Beck. G.(압록더부살이)가 이북에 자생하는 것으로 기재되어 5속 5종 1변종이 서식하는 것으로 확인되었다(Zhang, & Tzvelev, 1998; Hong & Park, 1999).

한국산 열당과는 tribe Orobancheae와 tribe Gleadovieae Popov로 구분되며, 분류학적 위치가 불명확한 *Lathraea* L.을 제외하고, 한반도에 분포하는 분류군 중 *Phacellanthus* Siebold et Zucc.만이 아두상화서 또는 아산방화서이고, 표층과 가깝게 개화하며, 기계조직이 없는 특징으로 tribe Gleadovieae에 속한다(Zhang & Tzvelev, 1998).

열당과와 현삼과를 구분하는데 있어서 열당과는 자방이 1실로 이루어져 있으며, 현삼과는 2-5실로 나누어져 있는 형질로 구분한다. 열당과의 4개 속(*Lathraea* L., *Harveya* Hook., *Hyobanche* L., *Buchnera* L.)은 현삼과 사이에서 분류학적 위치가 불명확하다(Minkin & Eshbaugh, 1989). 이 중 *Lathraea*는 그 외형상의 유이성으로 인하여 열당과로 취급한 경향이 많으나, 자방이 2실로 되어있고, 각 실에 2개씩의 배주가 들어있는 특징으로 현삼과로 처리되기도 한다(Lee & Yamazaki, 1983; Webb *et al.*, 1973).

Chuang & Hekard(1972)는 현삼과 내의 *Cordylanthus* Nutt. ex Benth. 속에 대한 종피(seed coat)의 미세구조를 연구하였는데, 4개의 표면구조로 구분하였다: (1)불규칙하게 돌출된 모양의 종피(irregularly crested seed coat), (2)깊은 망상(deeply reticulate), (3)얕은 망상(shallowly reticulate), (4)불규칙한 줄무늬형(irregularly striate). Musselman & Mann(1976)의 연구결과에 따르면, 종피구조가 현삼과와 열당과의 분류군을 구분하는데 용이하였고, 또한 Abu Sbaïh & Jury(1994)는 *Orobanche* L.에서 외종피의 형태와 표면무늬가 절간 구분을 위한 중요한 형질임을 밝혔다.

따라서, 본 연구는 한국산 열당과에 포함되는 분류군의 종자 형태와 표면무늬의 형태를 상세히 기재하고, 이를 통하여 이들 형질의 분류학적 가치 및 그 적용에 대해 알아보기 위하여 시도되었다. 또한 *P. tubiflorus*의 종자형태가 tribe Orobancheae의 분류군들과 형태학적인 차이점이 있는지를 확인하고, *Lathraea*의 분류학적 위치를 확인해보고자 한다.

재 료 및 방 법

본 연구에서는 한국산 열당과 식물 5속 5종 1변종과 *Boschniakia* C. A. Meyer를 구성하는 총 2개의 분류군 중 중국, 인도 등 히말라야 인근에 분포하는 *Boschniakia himalaica*를 포함하여 총 7분류군을 연구대상으로 하였다. 석엽표본은 국내외표본관(Chonnam Nat'l Univ., CNU, KHUS, KUN, SNU, SNUA, TI, cf. Holmgren *et al.*, 1990)으로부터 대여 받은 표본을 사용하였고, 야외에서 직접 관찰, 채집된 것은 경희대학교 표본관(KHUS)에 보관하였다(Appendix 참조).

종자의 외부형태학적 연구를 위하여 해부현미경(Olympus, SZ-ST) 하에서 종피(seed coat)가 부서지지 않도록 주의하여 종자를 분리하였다. 채취된 재료는 전처리 과정을 거친 시료와 처리를 거치지 않은 시료를 구분하여 관찰 하였다. 전처리 과정 없이 투명양면테이프를 붙인 알루미늄 스티브에 올려놓은 후, 이온증착기(Ion-sputter, JEOL JFC-1100E)를 이용하여 10mA에서 3분간 금(Au)으로 도포하여 주사전자현미경(SEM, JEOL JSM-5200)에서 20kV로 관찰하고, 이미지 촬영을 하였다(Barthlott, 1990). 전처리 과정은 채취된 종자를 70% 알코올과 정제 차아염소산나트륨(NaOCl) 5%혼합액에 3분간 처리하여 종자표면을 깨끗이 한 후 24시간동안 건조하였다.

기재용어는 Musselman & Mann(1976), Abu Sbaih & Jury(1994) 그리고 Harris & Harris(1994)를 따랐다.

결과 및 고찰

한국산 열당과 5속 5종 1변종과 *Boschniakia himalaica*를 포함하여 7분류군에 대하여 종자의 형태와 외종피의 표면무늬에 대하여 관찰하였다. 연구된 분류군은 종자의 크기가 1mm미만이고, 표면무늬가 망상이며, 한 과실당 종자의 수가 1,000개 이상인 Type I(*A. indica*, *B. himalaica*, *B. rossica*, *O. pycnostachya* var. *amurensis*, *O. coerulescence*, *P. tubiflorus*)과 종자의 크기가 1mm이상이고, 표면무늬가 망상이 아니며, 한 과실당 종자의 수가 약 1,000개 이하인 Type II(*L. japonica*)로 구분 되었다(Table 1, Figs. 1, 2).

Type I은 외종피 표면무늬에 의해서 세 가지 형태(Type Ia, Ib, Ic)로 구분되어진다. Type Ia(*A. indica*, *B. himalaica*, *B. rossica*, *O. pycnostachya* var. *amurensis*)는 종자 외벽의 표면무늬가 망상이었으며, 이들 중 *O. pycnostachya* var. *amurensis*(Figs. 1D, 2D)와 *B. rossica*(Figs. 1C, 2C)는 종자모양이 장타원형이고, 종피는 얇은 망상으로 종자의 형질이 매우 유사하게 나타났다. Type Ia에는 세부적인 유형(Ia', Ia'')이 구별되는데, *A. indica*는 종피가 얇은 망상이고, 표면무늬가 불규칙한 줄무늬형(irregularly striate)으로 type Ia'로 구분된다(Figs. 1A, 2A). 또한 *B. himalaica*는 종자의 크기가 type I에 속하는 분류군 중에서 가장 크고, 망의 깊이가 다른 분류군에 비하여 매우 깊어 형태적인 차이를 보여 Type Ia''로 구별된다(Figs. 1B, 2B). Chuang & Heckard(1972)와 Musselman & Mann(1976)은 망의 깊이가 중요한 특징이라고 주장하였다. Type Ib(*O. coerulescence*)는 종자의 형태가 둥근 난형이며, 외벽은 얇은 망상으로 표면은 유공상(foveolate)이다(Figs. 1E, 2E). Type Ic(*P. tubiflorus*)는 종자의 형태가 난형이며, 외종피의 세포벽은 다각형이고, 세포 사이가 융기되어 있으며, 표면은 평활상(smooth)이다(Figs. 1F, 2F). 이러한 Type Ic의 종자형질은 현삼과 *Linaria latifolia* Desf.의 외종피 모양과 유사한 것으로 나타났다(Juan *et al.*, 2000).

Table 1. Seed morphological data of Orobanchaceae in Korea and *Boschniakia himalaica* (DR: deeply reticulate, SR: shallowly reticulate, IC: irregularly crested exotesta). Size unit=mm.

Taxon	Size (W × L)	No./fruit	Shape	Surface	Wall ornamentation	Type
<i>Aeginetia indica</i>	0.34-0.38× 0.27-0.29	ca. 1,800	ovate	SR	irregularly striate	I a'
<i>Boschniakia himalaica</i>	0.73-0.96× 0.68-0.91	ca. 1,100	circular	DR	reticulate	I a"
<i>B. rossica</i>	0.42-0.48× 0.16-0.19	ca. 1,300	oblong	SR	reticulate	I a
<i>Orobanche pycnostachya</i> var. <i>amurensis</i>	0.43-0.49× 0.20-0.23	ca. 1,000	oblong	SR	reticulate	I a
<i>O. coerulescence</i>	0.34-0.46× 0.24-0.27	ca. 1,500	oval	SR	foveolate	I b
<i>Phacellanthus tubiflorus</i>	0.35-0.44× 0.28-0.31	ca. 1,000	ovate	SR	smooth	I c
<i>Lathraea japonica</i>	2.54-2.29× 1.95-2.16	4	elliptic	IC	smooth	II

Type II는 *L. japonica*가 속하며, 종자의 크기가 2.54-2.29×1.95-2.16mm로 상대적으로 크다. 형태는 타원형이며, 종피는 불규칙하게 돌출된 모양(crested)이며, 표면은 평활상이다(Table 1, Figs. 1G, 2G). 분류학적으로 문제가 있는 *L. japonica*는 종자의 형태가 다른 분류군과 상이한 차이를 보이고 있어 열당과로 취급하는 것보다 현삼과로 취급하는 것이 타당할 것으로 판단된다. Zhang, & Tzvelev(1998)는 *Lathraea*가 현삼과의 *Tozzia* L.와 근연이라고 밝히고 있으나, 근연분류군의 종자에 대한 연구가 미비하므로 보다 많은 연구가 필요하다.

Chuang & Heckard(1972)는 현삼과의 *Cordylanthus* Nutt. ex Benth.의 종피에 형질을 망의 깊이에 따라 구분하였다. 한국산 열당과는 대부분 얇은 망상에 속하고, 깊은 망상은 한반도에

분포하지 않는 *B. himalaica*가 속하며, *L. japonica*는 적용할 수 없다. Musselman & Mann(1976)은 본 연구에서 취급된 분류군은 제외되었으나, 근연관계의 분류군에 대하여 주사 전자현미경으로 관찰하였다. 현삼과와 열당과의 종자 type을 망의 깊이에 따라 깊은 망상, 얇은 망상, 불명확한 망상(obscurely reticulate)으로 제시하였다. 세 가지 type에 본 연구결과를 비교하면 *B. himalaica*가 해당하는 깊은 망상, *A. indica*, *B. rossica*, *O. pycnostachya* var. *amurensis*, *O. coerulescence*, *P. tubiflorus*가 해당하는 얇은 망상에 해당한다. 현삼과와 열당과의 종자들의 외종피가 모두 망상이라고 했으나, 본 연구결과에 따르면 *L. japonica*의 외종피는 망상이 아니다(Fig. 2G). *L. japonica*는 위의 세 가지 type에 해당하지 않는다. Abu Sbah & Jury(1994)는 *Orobanch*의 종자 표면 무늬가 *O. sect. Orobanch*와 *O. sect. Trionychon*을 구분할 수 있는 중요한 형질임을 밝혔다. 외벽 무늬와 줄기의 형태로 네가지 group을 만들었는데, group A는 *O. sect. Trionychon* 중 줄기가 가지돌 치며, 종자 외벽은 외벽 내부에 섬유 모양(interweaving fibrillar ornamentation)이다. group B는 *O. sect. Trionychon* 중 가지를 치지 않는(non-branched stem) 분류군과 *O. sect. Orobanch*의 일부 분류군으로 종자는 평활상(smooth surface)이고, 일부는 망구조 내부에 작은 금이 산재된 모양(tiny cracking scattered over the alveolate)이다. group C에는 *O. sect. Trionychon*은 포함되지 않으며, 종자의 표면에는 작은 구멍이 있는 형태이다. 한국산 열당과는 *O. coerulescence*(Figs. 1E, 2E)가 포함된다. Group D는 오직 *O. sect. Trionychon*의 *Orobanch bungeana* Beck, G.만 포함되며, 유두상 돌기가 있는 모습으로 다른 분류군과 구분이 된다. *B. rossica*와 *O. pycnostachya* var. *amurensis*는 *Orobanch ramosa* L.와 같이 표면에 구멍이 있는 망상이나, 외벽에 섬유 모양이 없으므로 group A와는 중요한 차이가 있다.

한국산 열당과는 종자의 형태와 외종피 표면무늬 따라 족간 구분이 가능하였다. *Lathraea*는 tribe Gleadovieae와 tribe Orobancheae의 종자형태와 차이가 있으므로 현삼과로 취급하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2003년도 경희대학교 교비연구비(2003 자유공모과제)에 의해 지원되었으며, 이에 감사드립니다. 귀중한 표본대여를 허락하여 주신 Chonnam Nat'l Univ., CNU, KHUS, KUN, SNU, SNUA, TI의 각 표본관장님과 관계자에게 감사드립니다. 또한 논문 심사과정 중 많은 조언과 보다 정확한 논문이 되도록 많은 교정을 해주신 익명의 두분 심사자들과 편집과정에 도움을 주신 오병운 교수님(충북대)과 장진성 교수님(서울대)께 감사드립니다. 끝으로 본 연구과정에 여러모로 도움을 준 경희대학교 생물학과 식물분류학연구실원 여러분께 고마움을 전합니다.

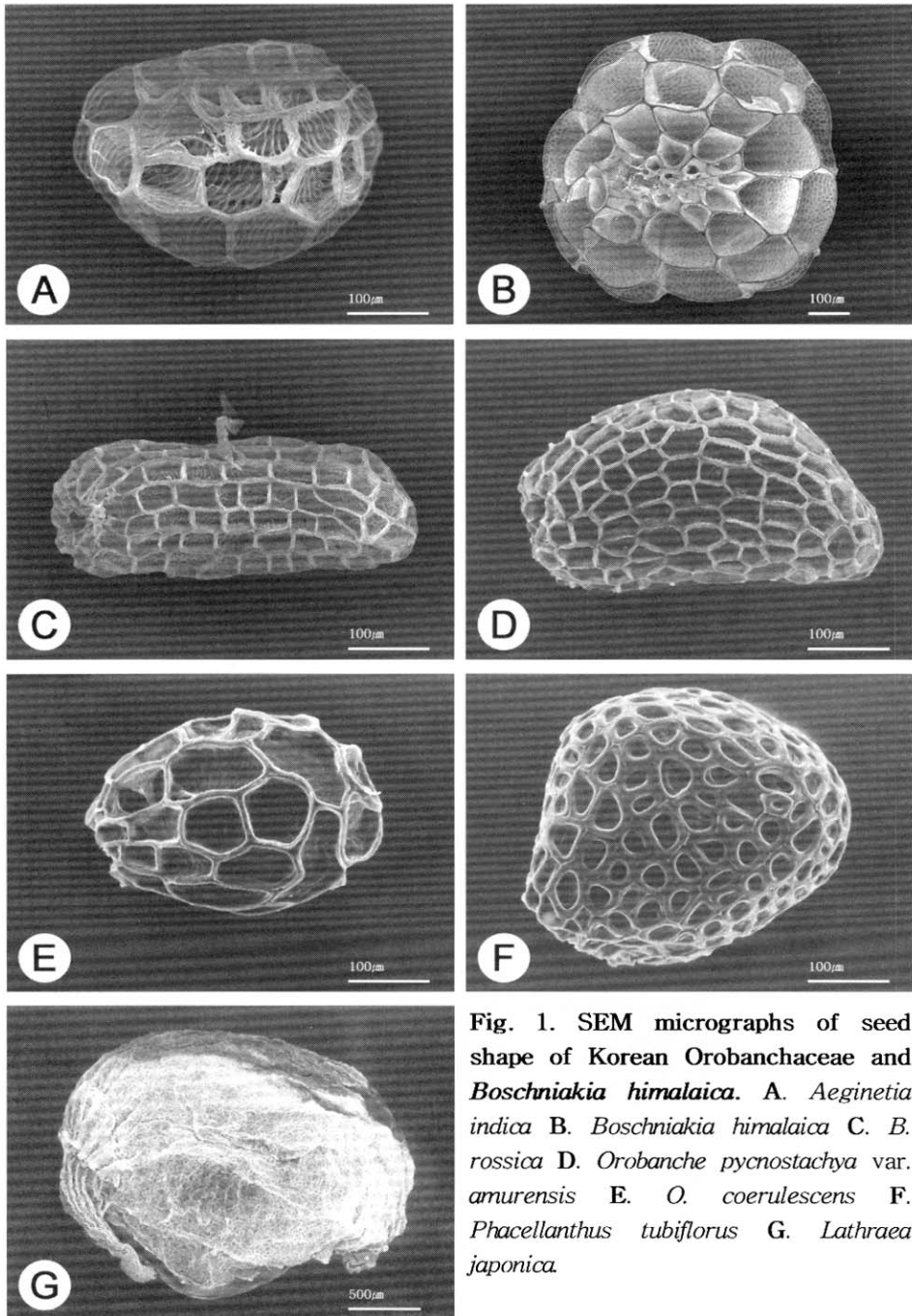


Fig. 1. SEM micrographs of seed shape of Korean Orobanchaceae and *Boschniakia himalaica*. A. *Aeginetia indica* B. *Boschniakia himalaica* C. *B. rossica* D. *Orobanche pycnostachya* var. *amurensis* E. *O. coerulescens* F. *Phacellanthus tubiflorus* G. *Lathraea japonica*.

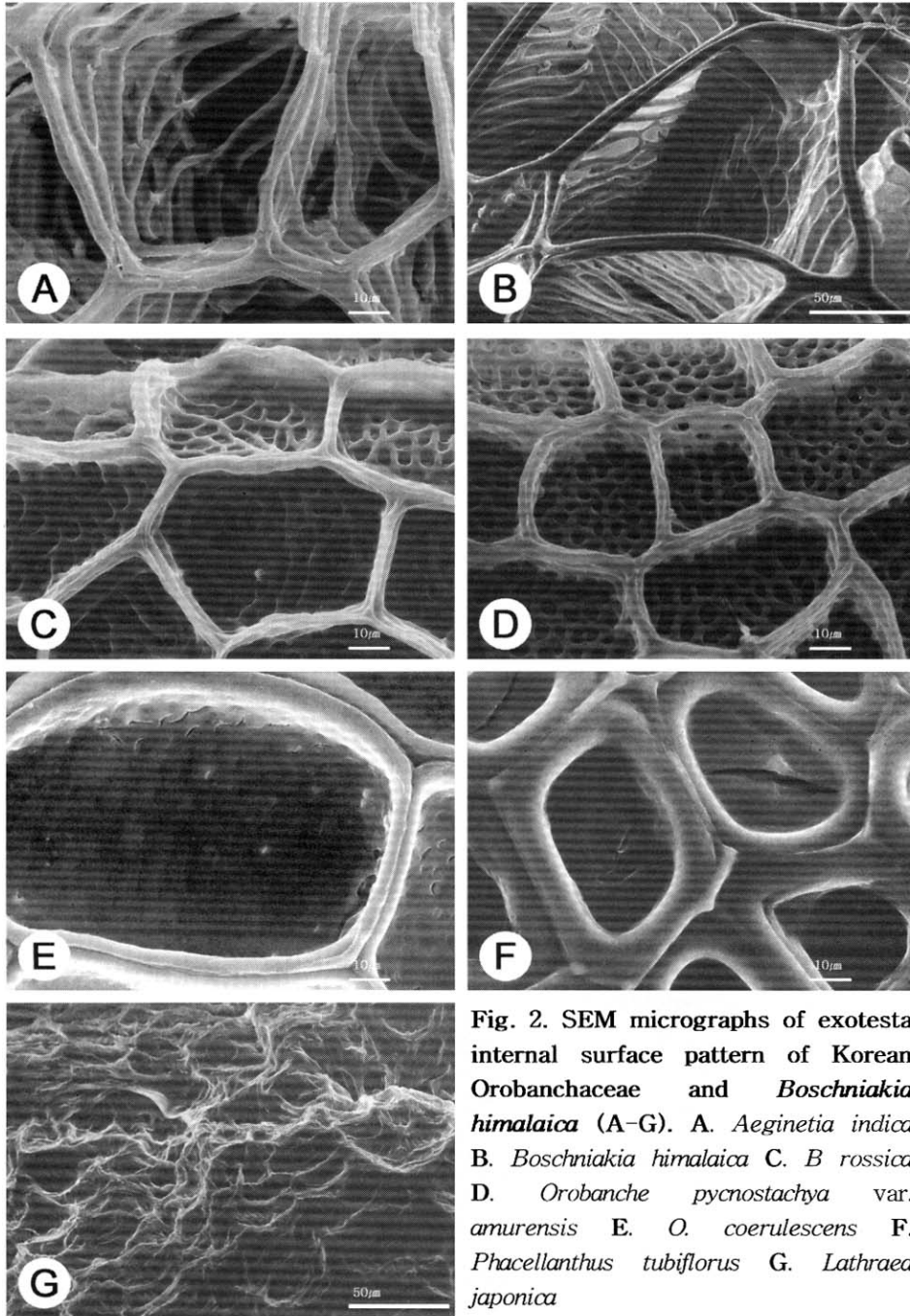


Fig. 2. SEM micrographs of exotesta internal surface pattern of Korean Orobanchaceae and *Boschniakia himalaica* (A-G). A. *Aeginetia indica* B. *Boschniakia himalaica* C. *B. rossica* D. *Orobanche pycnostachya* var. *amurensis* E. *O. coerulescens* F. *Phacellanthus tubiflorus* G. *Lathraea japonica*

인 용 문 헌

- Abu Sbaih, H. & Jury, S. L. 1994. Seed micromorphology and taxonomy in *Orobanchae* (Orobanchaceae). *Flora Mediterranea* 4: 41-48.
- Barthlott, W. 1990. Scanning electron microscopy of the epidermal surface in plants. *In* D. Claugher (ed.), *Applications of the Scanning Electron Microscopy in Taxonomy and Function Morphology*. Clarendon Press, Oxford, Pp. 69-94.
- Chuang, T.-I. & L. R. Heckard. 1972. Seed coat morphology in *Cordylanthus* (Scrophulariaceae) and taxonomic significance. *Amer. J. Bot.* 59: 258-265.
- Harris, J. G. & M. W. Harris. 1994. *Plant Identification Terminology: An Illustrated Glossary*. Spring Lake Publishing, Utah.
- Holmgren, P. K., N. H. Holmgren, & L. C. Barnett. 1990. *Index Herbariorum: The herbaria of the world*. (ed. 8). *Reg. Veg.* 120: 1-693.
- Hong, K. S. & J. M. Park. 1999. Orobanchaceae *In* Im, R. J. (ed.), *Flora of Coreana Vol 6. The Science and Technology Publishing House, Pyongyang*. Pp. 325-330 (in Korean).
- Juan, R., Pastor, J. & I. Fernandez. 2000. SEM and light microscope observations on fruit and seeds in Scrophulariaceae from Southwest Spain and their systematic significance. *Ann. Bot. (Oxford)*. 86: 323-338.
- Lee, T. B. 1980. *Illustrated Flora of Korea*. Hyangmunsa, Seoul (in Korean).
- _____. & T. Yamazaki. 1983. A revision of the Scrophulariaceae in Korea. *Bull. Kwanak Arbor.* 4: 34-70 (in Korean).
- Minkin, J. P & W. H. Eshbaugh. 1989. Pollen morphology of the Orobanchaceae and rhinanthoid Scrophulariaceae. *Grana* 28: 1-18.
- Musselman, L. J. & W. F. Mann. 1976. A survey of surface characteristics of seeds of Scrophulariaceae and Orobanchaceae using scanning electron microscopy. *Phytomorphology* 26: 370-378.
- Ruzin, S. E. 1999. *Plant Microtechnique and Microscopy*. Oxford University Press, New York.
- Webb. D. A. 1973. *Lathraea* L. *In* Tutin, T. G., V. H. Heywood, N. A. Burges, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters and D. A. Webb (eds.), *Flora Europaea*. Vol. 3. Cambridge University Press, London. Pp. 281.
- Zhang, Z. & N. N. Tzvelev. 1998. *In* Wu, Z.-I. & Raven, P. H. (eds.), *Flora of China*. Vol. 18. Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis. Pp. 229-243.

Appendix: Specimens examined.

* SEM micrographs

- *Aeginetia indica* L.: *Jeju-do, Jeju-do Island, 2002, Song & An 27470001 (KHUS); Kyushu, Pref. Kagoshima, Mt. Kaimon, 1928 S. Saito s.n. (TI); Quelpaert 1970, Lee, T.-B. 2999-2 (SNUA); Jeju-do, Jeju-do Island, 1985, Song, J.-W. 0001457 (CNU) - *Boschniakia himalaica* Hook. f. & Thomson in Hook. f.: * Without any collection data. 1984, 0240049 (KUN) - *Boschniakia rossica* (Ch. et Schl.) Fedtsch. et Flerov: * Korea, Mt. Baekdu-san, 1922, Anonym. s.n. (TI); Mt. Nupuripo. Karafuto 1929, Anonym. s.n. (TI); Korea, Shinju, 1924, Anonym. s.n. (TI) - *Orobanche pycnostachya* Hance var. *amurensis* Beck. G. : * 1877 Flurium Jaln Girca Poken. Anonym. s.n. (TI) - *Orobanche coerulescens* S. ex W.: * Korea, Gyeongsangbuk-do, Ulleung-do Island, Summok, 2002, Hong & An 27500001 (KHUS); Korea, Gyeongsangbuk-do. Ulleung-do Island, 1999, Han 009901 (KHUS) - *Phacellanthus tubiflorus* S. et Z.: * Korea, Gangwon-do, Mt. Balkyo, 2002, An 27510001 (KHUS); Korea, Gangwon-do, Mt. Balkyo, 1998, Hong D0630-01 (KHUS); Korea, Gyeonggi-do, Mt. Jukyup, 2002, Park 27511001 (KHUS); Korea, Gangwon-do, Mt. Balkyo, 2002, Park. & An 27510001 (KHUS) - *Lathraea japonica* Miq.: * Korea, Gyeongsangbuk-do, Ulleung-do Island, alt. 400m. 2002, An 27490002 (KHUS); Korea, Gyeongsangbuk-do Ulleung-do Island, 1986, J. Murata & Im 21189 (TI); Korea, Gyeongsangbuk-do Ulleung-do Island, alt. 900m. 2002, Hong & An 27490001 (KHUS).

Systematic application of seed morphology in Korean Orobanchaceae

An, Beom-Cheol¹ and Suk-Pyo Hong*

(¹Kyung Hee University Museum of Natural History, Seoul 130-701, Korea;
Lab. of Plant Systematics, Dept. of Biology & Institute of Basic Science, Kyung
Hee University, Seoul 130-701, Korea)

To examine the seed morphology in Korean Orobanchaceae, seeds of 5 species including 1 variety in five genera and one related taxon, *Boschniakia himalaica* Hook. f. & Thomson in Hook. f. from the Himalaya (7 taxa in total) were investigated by scanning electron microscopy (SEM). Two different seed types are recognized depending on three characters (e.g. the seed size, seed coat structure and seed number per fruit). - Type I: size less than 1mm, seed coat structure reticulate and seed number per fruit more than ca. 1,000; Type II: size more than 1mm, exotesta irregularly crested and seed number per fruit less than 1,000 (*Lathraea japonica* Miq.). In Type I, three subtypes of exotesta internal surface pattern can also be classified; (1) Subtype Ia: reticulate - include irregularly striate (Ia') and deeply reticulate (Ia''), (2) Subtype Ib: foveolate, (3) Subtype Ic: smooth. Systematics application of the seed morphological data for the Korean Orobanchaceae is also briefly discussed.

Key words: Seed morphology, SEM, parasitic plant, *Lathraea*, *Phacellanthus*, Orobanchaceae

*Corresponding Author: Phone: +82-2-961-0842, Fax: +82-2-961-0244, e-mail: sphong@khu.ac.kr