

한국산 너도바람꽃속의 종자 비교형태

정우철 · 신동용 · 허 권*

강원대학교 농업생명과학대학 식물자원응용공학과

Comparative seed morphology of Korean *Eranthis* (Ranunculaceae)

Woo-Chul Jung, Dong-Yong Shin and Kweon Heo*

Department of Applied Plant Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

(Received 12 April 2010 : Accepted 22 June 2010)

적 요: 미나리아재비과(Ranunculaceae) 너도바람꽃속(*Eranthis*)중에서 우리나라에 자생하는 너도바람꽃(*E. stellata* Maxim.)과 변산바람꽃(*E. byunsanensis* B. Sun)을 대상으로 종자의 외부형태와 해부형태를 관찰하였다. 그 결과, 두 종간에 종자표면의 모용 발달 유무에서 뚜렷한 차이가 관찰되었다. 즉, 너도바람꽃의 종자는 표면에 단세포성 모용이 발달하지 않는 반면, 변산바람꽃은 종자표면에 표피세포 유래의 단세포성 모용이 잘 발달하는 특징이 확인되었다. 이것은 변산바람꽃을 신종으로 발표하면서 제시했던 형태적 특징 외에, 변산바람꽃을 특산종으로 강하게 지지할 수 있는 또 다른 명확한 형태적 특징이라고 판단된다. 아울러 이번 연구에서 재료의 미확보로 연구하지 못한 풍도바람꽃과 일본종 *E. pinnatifida*의 종자형태도 비교 연구되어야 할 것으로 생각된다.

주요어: 미나리아재비과, 너도바람꽃, 변산바람꽃, 풍도바람꽃, 모용, 종피형태

ABSTRACT: This study was carried out to find specific characters of the seed morphology and anatomy of Korean *Eranthis* in Ranunculaceae. As a result, *E. byunsanensis* differs with *E. stellata* on the basis of presence of unicellular hairs on the seed surface. *E. stellata* has no unicellular hairs on its seed surface. On the other hand, *E. byunsanensis* bears such unicellular hairs derived from epidermal cells of the seed surface. Besides other morphological characters used when it was published as a new species, the presence of unicellular hairs on the seed surface strongly supports it as an endemic species of Korea. In addition, to compare the seed morphology of *E. pinnatifida* and *E. pungdoensis*, for which mature seeds were not available at this time, an additional study should be conducted in near future.

Keywords: Ranunculaceae, *Eranthis stellata*, *E. byunsanensis*, *E. pungdoensis*, trichome, seed coat morphology

너도바람꽃속(*Eranthis* Salisb.)은 미나리아재비과(Ranunculaceae)에 속하는 식물군으로 유럽과 아시아에 걸쳐 약 8종이 분포하고 있다(Li, 1995; Wang et al, 2001; Yuan and Yang, 2006). *Eranthis hyemalis*는 남부 유럽과 지중해에, *E. sibirica*는 시베리아, *E. longistipitata*는 이란을 포함한 아시아 서부에, *E. lobulata*와 *E. albiflora*는 중국 사천성 서부지역에, *E. stellata*는 만주와 한반도, 그리고 *E. pinnatifida*는 일본의 특산종으로 분포하고 있다(Nakai, 1937; Tamura, 1966; Wang, 1979). 우리나라에는 현재까지 3종이 보고되고 있는데, 우리나라, 중국북부, 러시아에 걸쳐 분포하고 있는 너도바람꽃(Wang et al., 2001; Park et al., 2007)과 우리나라 특산종으로 변산반도부터 제주도에 걸쳐 분포하는 변산바람꽃(Sun et al.,

1993; Park et al., 2007), 그리고 최근에 경기도 안산시 풍도에서 발견되어 보고된 풍도바람꽃(Oh and Ji, 2009)이 서식하고 있다.

지금까지 너도바람꽃속은 화판의 모양이 중요한 분류형질로 사용되어 왔다. 일본 특산종인 *E. pinnatifida*의 화판모양은 선단이 Y자형으로 갈라지는 특징이 있고, 변산바람꽃은 화판이 funnel shape(U-shape)인 점이 다르며, 풍도바람꽃은 화판의 모양이 funnel type이지만(V-shape) 화판의 길이와 폭이 변산바람꽃 보다 큰 차이가 있다(Sun et al., 1993; Oh and Ji, 2009). 그러나 종자의 형질에 대한 것은 종자의 모양, 크기, 종자의 개수, 종자의 표면이 평활하다는 정도만 기록되어 있다. 한편, 종자의 미세구조가 분류형질로 사용된 것은 전자현미경의 발달과 더불어 시작되었다(Brisson and Peterson, 1977). 우리나라에서 보고된 너도바람꽃속 연구에서는 총포엽의 형태, 화경의 털의 유무, 화판의 형태, 밀선의 위치, 종

*Author for correspondence: laurus@kangwon.ac.kr

자의 외부형태만이 기재 되었고, 미세형태에 대한 연구는 보고되지 않았다. 현재까지의 연구에 따르면, 너도바람꽃속의 종자는 갈색, 원형, 표면이 평활하고, 1-5개로 보고되었다 (Sun et al., 1993).

본 연구의 목적은 한국산 너도바람꽃속의 종자형태를 해부학적 접근과 전자현미경을 이용한 실험을 통해 각각의 종을 식별할 수 있는 검색키를 탐색할 목적으로 시도되었다. 연구 결과 너도바람꽃과 변산바람꽃의 종자표면 형태에 있어서 뚜렷한 차이가 확인되어 증거사진과 함께 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 너도바람꽃 종자는 강원도 횡성 태기산에서 채집하였으며, 변산바람꽃 종자는 강원대학교 생물학과 석엽표본실에서 채집하였다. 채집정보는 Table 1에 나타내었다 (Table 1). 서식지에서 채집한 너도바람꽃의 종자는 F.A.A. 고정해 놓았으며 이것을 실험에 이용하였다. 또한, 석엽표본에서 채집한 변산바람꽃 종자는 먼저 3% 암모니아수에 하루 동안 침지한 후 사용하였다. 각각의 종자는 에탄올 series로 24시간 탈수한 후 Technovit 7100 (Kultzer, Germany) 수지에 embedding하여 block을 제작한 뒤 rotary microtome으로 두께 4-5 μm 로 절단하여 슬라이드 위에 고정시키고, 1% Toluidine blue O 용액으로 염색하고, Entellan으로 mounding하여 영구표본을 제작하였다. 제작한 슬라이드는 BX-50 광학현미경(Olympus, Japan)으로 관찰하고 부착된 디지털카메라로 사진촬영 하였다. 종자의 표면형태를 전자현미경으로 관찰하기 위해서 종자를 에탄올로 탈수한 다음, T.B.A.용액(t-butyl alcohol series)으로 치환한 후, 동결건조기(Freeze Drying Device: JEOL JFD-320)로 동결 건조한 뒤, 이온증착기(Cressington 108 Auto)로 5 mA에서 금(Au)으로 코팅하여 주사전자현미경(JEOL JSM-6490LV)으로 30kV하에서 관찰하고 증거사진을 촬영하였다.

결 과

본 연구를 통해 너도바람꽃과 변산바람꽃 사이에 종피 표면의 형태, 표면 모용의 발달 유무 형질에서 뚜렷한 차이가 나타났다. 종자 표면에 모용 발달 유무는 기존의 형태적 특징 외에 변산바람꽃을 한국 특산종으로 강하게 지지할 수 있는 형태적 특징으로 판단된다. 두 종간의 종자형태를 비교한 것은 아래와 같다.

Table 1. Collection data of materials used in this study.

Taxa	Collection data
<i>Eranthis stellata</i> Maxim. (너도바람꽃)	Gangwon-do, Heongseong Mt. Taegi, Collected by K. Heo in 2003 (KWNU).
<i>E. byunsanensis</i> B. Sun (변산바람꽃)	Gyeongsangnam-do, Geoje-si, Mt. Kyeryong, 2008. April. 19, K. Yoo 70269 (KWNU).

Eranthis stellata (너도바람꽃)(Fig. 1A-C)

너도바람꽃의 종자는 둥근 형태로 직경은 2mm 정도이고, 종자 표면은 전체적으로 주름진 모양을 하고 있었다 (Fig. 1A). 종자 표면의 표피세포는 직사각형 또는 사다리형 등으로 관찰되었고 (Fig. 1B), 표피세포의 세포벽은 상부로 돌출하지 않고 편평하였다 (Fig. 1B-C). 종자표면은 매끈하였으며, 어떤 모용도 관찰되지 않았다 (Fig. 1B). 종자의 횡단면 구조를 보면 (Fig. 1C), 종피는 외종피(testa)로만 구성되어 있음을 알 수 있고, 그 중에서도 외종피 외층(exotesta)이 종피의 대부분을 차지하였고, 나머지는 퇴화된 구조이다. 만약 석엽표본으로 관찰했다면, 외종피 외층(exotesta)이 압착된 모양일 것이라 짐작된다. 따라서 너도바람꽃의 종피(seed coat)형태는 뚜렷한 특징을 가지지 않는 (unspecialized type) 그룹에 속한다고 할 수 있다.

Eranthis byunsanensis (변산바람꽃) (Fig. 1D-F)

변산바람꽃의 종자는 둥근 모양이었으며, 직경은 약 2mm 정도이다. 종자표면은 전체적으로 너도바람꽃과 비슷하게 주름진 모양을 하고 있었다 (Fig. 1D). 종자표면의 표피세포는 망상모양을 하고 있으며, 세포 경계의 세포벽이

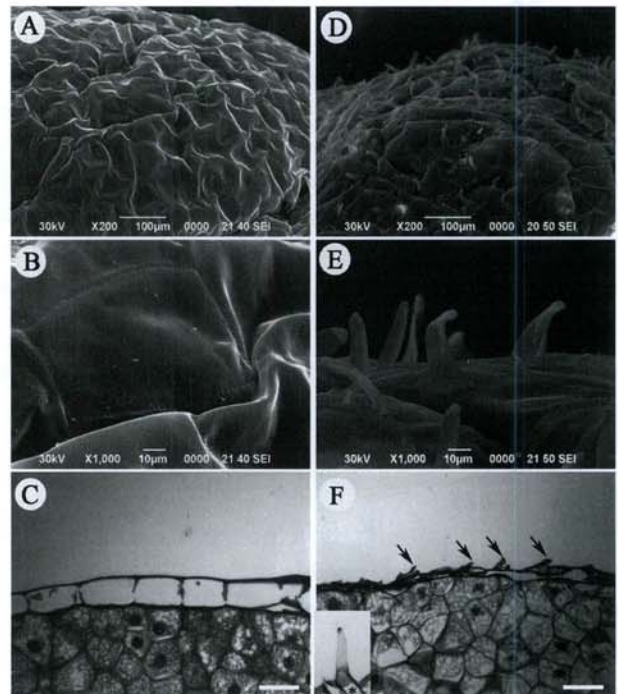


Fig. 1. Seed morphology of *Eranthis stellata* (A-C) and *E. byunsanensis* (D-F). A. Winkled seed surface; B. Smooth epidermal cells with plated cell wall; C. Cross section of one layer exotesta with smooth surface; D. Winkled seed surface with unicellular hairs with convex cell wall; E. Magnified unicellular hairs; F. Cross section of seed coat. Exotesta crushed with unicellular hairs (arrow) which are derived from epidermal cells (asterisk). Scale bars equal to 50 μm for Fig. C and F.

약간 위로 돌출하는 양상이었다 (Fig. 1D-E). 너도바람꽃 종자와 뚜렷한 형태적 차이는 종자 표면에 길이 약 40-50 μm 정도의 표피세포 유래의 단세포 (unicellular hair) 모용이 발달한다는 점이다 (Fig. 1E-F). 종피의 해부학적 특징을 보면, 너도바람꽃과 마찬가지로 변산바람꽃도 내종피(tegmen)가 없으며, 외종피(testa)만으로 구성된 단주피성(unitegmic) 배주이다. 건조표본으로부터 채집한 재료인 관계로 외종피외층(exotesta)이 대부분 찌그러진 모양을 하고 있고, 모용도 거의 누워있는 상태로 관찰되었다. (Fig. 1F). 모용은 단세포성이며, 표피세포 유래임을 나타낸다 (Fig. 1F). 변산바람꽃 종피(seed coat)구조도 너도바람꽃과 마찬가지로 뚜렷한 특징을 가지지 않는 (unspecialized type) 그룹에 속한다고 하겠다.

고 찰

한국산 너도바람꽃속 식물의 종자 형태를 비교 연구하였다. 최근에 발표된 풍도바람꽃은 성숙 종자를 확보할 수 없어서 너도바람꽃과 변산바람꽃 만을 대상으로 연구하였다. 종자의 형태는 외부적으로 크기, 모양, 표면 형태, 부속체의 유무, 기공의 흔적 유무 등이 때때로 분류군을 지지하는 형질로 사용된다. 또한 해부학적 형질로는 종피의 발달 패턴이 중요한 분류형질로 이용될 수 있다. 본 연구를 통해서 변산바람꽃 종자의 표면에 단세포 모용이 잘 발달한 특징을 확인하였는데 이것은 변산바람꽃이 한국 특산종을 뒷받침할 수 있는 또 하나의 뚜렷한 형태적 특징이라고 할 수 있다. 이 식물이 처음 신종 발표될 때에는 (Sun et al., 1993) 종자의 표면 형태는 평활하다고만 기록되어 있다. 이번 연구에서 종자의 표면을 전자현미경으로 관찰하여 모용의 존재를 밝혔다. 동아시아에는 *E. stellata*, *E. byunsanensis*, *E. pungdoensis*, *E. pinnatifida* 가 서식하는 것으로 생각되는데 이번 연구에서는 일본 특산종인 *E. pinnatifida* 와 최근 신종 발표된 *E. pungdoensis* (Oh and Ji, 2009)의 성숙종자를 확보하지 못하여 연구에 포함시키지 못하였다. 결론적으로 이번 연구를 통하여 변산바람꽃이 신종 기재될 때 제시된 형태적 차이점 외에 종자표면 형태에서 표피세포로부터 유래한 단세포 모용이 잘 발달하는 특징이 밝혀져 우리나라 특산종을 더욱 강하게 지지함을 확인할 수 있었다. 금후 일본산 너도바람꽃과 풍도바람꽃의 성숙종자를 확보하여 종자형태에 대한 종합적인 결론이 얻어지기를 기대한다.

사 사

이 연구는 차세대 핵심환경기술개발사업 (Eco-technopia 21)의 한반도 주요 생물종의 보존과 관리를 위한 DNA barcode 시스템 구축사업의 일환으로 수행되었습니다.

인용문헌

- Brisson, J. D. and R. L. Peterson. 1977. The scanning electron microscope and X-ray microanalysis in the study of seeds: A bibliography covering the period of 1967-1976. *Scanning Electron Microscopy* 2: 697-712.
- Li, L. Q. 1995. The geographical distribution of subfamily Helleboroideae (Ranunculaceae). *Acta Phytotax. Sinica* 33: 537-555 (in Chinese).
- Nakai, T. 1937. Plants dedicated to Prof. Shibata. *Bot. Mag. Tokyo* 51: 362-366.
- Oh, B. U. and S. J. Ji. 2009. *Eranthis pungdoensis* B.U. Oh: A new species of *Eranthis* (Ranunculaceae) from Korea: *Korean J. Pl. Taxon.* 39: 86-88.
- Park, C. W., S. H. Yeau, C. S. Chang, H. W. Lee and B. Y. Sun. 2007. Ranunculaceae. In *The Genera of Vascular Plants of Korea. Flora of Korea Editorial Committee (eds.), Academy Publishing Co., Seoul.*
- Sun, B. Y., C. H. Kim and T. J. Kim. 1993. A new species of *Eranthis* (Ranunculaceae) from Korea: *E. byunsanensis*. *Korean J. Pl. Taxon.* 23: 21-26 (in Korea).
- Tamura, M. 1966. Morphology, ecology and phylogeny of the Ranunculaceae VI. *Sci. Rep. Osaka Univ.* 15: 13-35.
- Wang, W. T. 1979. Ranunculaceae. In *Flora Reipublicae Popularis Sinicae. Angiospermae Dicotyledonae (1).* Science Press. Tomus 27: 108-111.
- Wang, W., D. Fu, L. Li, B. Bartholomew, A. R. Brach, B. E. Dutton, M. G. Gilbert, Y. Kadota, O. R. Robison, M. Tamura, M. J. Warneck, Z. Guagnhua and S. N. Ziman. 2001. Ranunculaceae. In *Flora of China. Vol. 6.* Raven, P. H. and Z. Y. Wu (eds.), Science Press and Missouri Botanical Garden Press, Beijing & St. Louis. Pp. 133-438.
- Yuan, Q. and Q. E. Yang. 2006. Tribal relationships of *Beesia*, *Eranthis* and seven other genera of Ranunculaceae: Evidence from cytological characters. *Bot. J. Linn. Soc.* 150: 267-289.