

한국산 미나리아재비속 식물의 화분학적 연구

여 성 희

(이화여자대학교 생물학과)

A palynological study on some *Ranunculus* species in Korea

Sung Hee Yeau

(Department of Biology, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea)

Abstract

From eight species and two subspecies of the Korean *Ranunculus*, palynological characters were investigated by light and scanning electron microscopes. Pollen grains were spherical to prolate, and tricolpate or 6-, 12-, or 15-pericolpate. Surface sculpturing patterns of all taxa were shortly echinate, but exceptionally verrucate in *R. sceleratus*. Among the taxa investigated, *R. sceleratus*, *R. extorris* and *R. franchetii* having tricolpate aperture and small grain size, were thought to be the most primitive. *R. silerifolius*, *R. cantoniensis*, *R. chinensis* and *R. tachiroei* having the medium sized pollen and 12(15)-pericolpate aperture, were thought to be the most advanced. A possibility to raise the taxonomic rank of *Ranunculus tachiroei* ssp. *quelpaertensis* as a species was implied, because it had the 15-pericolpate aperture in contrast to the 12-pericolpate in ssp. *tachiroei*.

서 론

미나리아재비속 (Genus *Ranunculus* L.)은 미나리아재비과 (Ranunculaceae)의 기준속으로서 한대, 온대, 아열대를 중심으로 전세계에 약 400여종이 생육하고 있다 (Engler, 1964). 우리나라에는 학자마다 차이가 있으나 (Nakai, 1909, 1911; 정, 1956; 이, 1989), 종합 고찰해 본 결과 12종 2아종이 분포하고, 남한지역에는 8종 2아종이 분포하는 것으로 판단된다 (여, 1985).

본 속에 속하는 식물들은 외부형태적으로 유사성이 많아 종을 분류하는데 있어 많은 혼란

을 일으키고 있다. 예를 들면 왜젓가락풀에 대하여 Léveillé(1909)는 *R. repens* var. *quelpaertensis* Lév.로 명명하였고, Nakai(1913, 1928)는 *R. quelpaertensis* (Lév.) Nakai로 승격시켰고, 다시 *R. vernyi* var. *quelpaertensis* (Lév.) Nakai로 재조합하였으며, Tamura(1978)는 *R. silerfolius* Léveillé로 동종이명 처리하였다.

왜젓가락풀은 줄기나 잎에 난 털의 상태에 따라 몇가지 변종이 기록되었는데, 털이 거의 없고 반들거리는 식물을 Makino(1931)는 *R. glaber* (H. Boiss.) Makino로, Hara(1942)는 *R. quelpaertensis* var. *glabor* (H. Boiss.) Hara로 처리하였고, 털이 많은 식물을 Nakai(1935)는 *R. vernyi* var. *japonicus* (Lév.) Nakai로 기재하였으나 여(1985)는 *R. cantoniensis* DC의 동종 이명으로 처리하였다(여, 1985).

미나리아재비에 대하여 Nakai(1909)와 Makino(1961)는 *R. acris* L. var. *japonicus* Maxim.로, Ohwi(1953), Haieh(1976)와 정(1956)은 *R. japonicus* Thunb.로 승격시켰다. 정(1956)은 미나리아재비와 비슷하나 크기가 작은 식물을 애기미나리아재비(*R. acris* L.)에 포함시켰고 미나리아재비에 비해 털이 적게 분포하는 식물을 산미나리아재비 (*R. acris* L. var. *stevenii* Regel)라고 명명하고 있다. 그러나 여(1985)는 *R. acris* L.와 *R. japonicus* Thunb.를 수과(achene)의 형태에 의해 별개의 종으로 구분하고 있다.

또한 바위미나리아재비에 대한 학명도 Léveillé(1912)는 *R. erucilobus* Lév.로, Nakai(1930)는 *R. acris* L. var. *erucilobus* (Lév.) Nakai로 처리하였으나, 그후에(1952) 줄기나 잎에 분포한 털의 색깔과 다소에 따라 *R. erucilobus* Lév. var. *chrysotricus* Nakai와 *R. erucilobus* Lév. var. *typicus* Nakai로 구분하였다. 그러나 여(1978)는 한라산의 고도에 따른 미나리아재비의 변이현상에 대해 생태학적, 외부형태학적, 세포학적연구 결과 본 속 식물은 생육환경에 따라 변이현상이 많이 일어나며 식물의 키, 잎의 크기, 식물체에 난 털의 분포상태는 중요 형질이 아니라고 하였다. 그래서 Nakai(1952)와 정(1956)에 의해 *R. erucilobus* Lév.로 기재된 바위미나리아재비는 미나리아재비의 생태형으로서 *R. japonicus* ssp. *chrysotricus* (Nakai) Y. Lee로 명명하였다.

그리고 본 속 중에서 바위미나리아재비와 마찬가지로 한라산에 자라며 크기가 소형이며 털이 거의 없는 개구리미나리(*R. tachiroei* Fran et Sav.)를 제주개구리미나리(*R. tachiroei* ssp. *quelpaertensis* Y. Lee)라고 신칭하고 생태형으로 처리하였는데(여, 1985) 그 타당성 여부를 확인하기 위하여 외부형태 이외의 다른 형질을 조사할 필요가 있다.

이상과 같이 미나리아재비속은 외부형태적 변이가 심하여 현대분류학적 측면에서 여러가지 방법으로 재검토되어야 할 필요가 있다. 화분은 다른 형질보다 계통을 세우는데 더 많은 기여를 하고 있다. 미나리아재비속 식물에 대한 화분학적 연구로는 Kumazawa(1936)가 발아구의 수와 형태에 따라 삼구형, 산구형, 산공형의 세 유형으로 나누었고 Ikuse(1956)는 일본산 미나리아재비속 6종에 대해, Tseng(1972)은 Taiwan산 7종에 대해 화분도감에 간단한 기재를 한 바 있다. Santisuk(1979)는 미나리아재비속(Ranunculeae)의 화분 형태 및 화분벽의 구조에 대한 전자현미경적 연구를 수행한 바 있으나, 이 중에는 아시아 종이 제외되어 있다. 장(1979)은 한국산 미나리아재비속식물 3종에 대한 화분의 형태를 한국화분도감에 기재

Table 1. Materials and Collection data

Scientific name	Korean name	Locality	Date
<i>R. japonicus</i>	미나리아재비	Kangwhado	83.07.01
		Chejudo	84.06.06
<i>R. japonicus</i> ssp. <i>chrysotricus</i>	바위미나리아재비	Mt. Halla	77.05.21, 84.06.06
<i>R. silerifolius</i>	왜젓가락풀	Chejudo	84.05.21
		Ullungdo	83.05.21
		Mt. Kaya	83.06.05
<i>R. cantoniensis</i>	털개구리미나리	Chejudo	84.06.06
		Wando	84.05.29
		Mt. Duta	84.06.24
<i>R. chinensis</i>	젓가락풀	Mt. Odae	84.07.05
<i>R. tachiroei</i>	개구리미나리	Kangwhado	83.07.01
		Toksan-myon (Chungbuk)	83.04.28
<i>R. tachiroei</i> ssp. <i>quelpaertensis</i>	제주개구리미나리	Mt. Halla	83.04.21
<i>R. franchetii</i>	왜미나리아재비	Kohan (Kangwondo)	83.05.05
<i>R. sceleratus</i>	개구리자리	Seoul	82.05.17
<i>R. extorris</i>	개구리갯	Chejudo	83.04.21

한 바 있다. 이들은 모두 광학현미경적 수준에서 연구한 것들이므로 발아구의 수와 표면무늬에 관한 정밀한 검토를 수행하지 못하였다. 따라서 본 연구는 한국산 미나리아재비속 식물의 화분형질을 조사함으로써 종간의 분류학적 문제점을 해결하고 그 유연관계를 추정하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구는 한국산 미나리아재비속 식물 8종 2아종을 대상으로 각 지역에서 채집된 재료를 중심으로 수행되었다 (Table 1).

각 종의 화분을 음건시킨 후 Erdtman (1966)의 방법을 변경시킨 이 (1978)의 방법에 따라 초산분해 (acetolysis) 하였다. 일부는 영구프레파라트를 만들어 1,000배에서 20개씩 측정하였다. 또 재료의 일부는 stubs 위에 떨어뜨려 건조시킨 후 ion sputter (JFC-1100)에 넣고 1,200V, 7.5mA에서 6분간 ion coating하여 40KW에서 주사현미경 (JEOL JSM-35C)으로 관찰하고 사진을 촬영하였다.

결 과

본 속 식물의 화분립의 세포단위는 단립 (monad)이고 그 모양은 구형 (spherical), 장구형

(prolate), 또는 아장구형(subprolate)이다. 화분립의 크기는 $20-37\mu\text{m}$ 로 Erdtman(1951)의 크기 분류에 따르면 소립 또는 중립(small to medium sized)에 속한다(Table 2). 발아구의 형태는 삼구형(tricolpate) 또는 산구형(pericolpate)이다.

삼구형에 속하는 식물로서 개구리자리, 개구리갓, 왜미나리아재비가 있다(Table 2). 이중 개구리자리는 화분립의 모양이 아장구형(P/E 1.25)이고 크기는 $20.39\pm 2.91 \times 16.16\pm 1.69\mu\text{m}$ 이며, 표면에 과립상(verrucate)의 돌기가 전면에 분포한다(Plate 1-1, 2). 개구리갓은 화분립의 모양이 아장구형(P/E 1.27)으로 크기는 $27.89\pm 1.89 \times 22.15\pm 1.80\mu\text{m}$ 이며, 표면에 크고 작은 자상(echinate)돌기와 작은 구멍(micropore)이 산재해 있다(Plate 1-3, 4). 왜미나리아재비의 화분립의 모양은 장구형(P/E 1.57)이고 크기는 $29.52\pm 1.22 \times 18.92\pm 1.33\mu\text{m}$ 이다. 표면무늬는 개구리갓과 같다(Plate 1-5, 6).

한편, 산구형에 속하는 식물은 미나리아재비, 바위미나리아재비, 왜젓가락풀, 털개구리미나리, 개구리미나리, 제주개구리미나리와 젓가락풀이 있으며 이들의 화분립은 구형이다(Table 2).

미나리아재비의 화분직경은 $24.89\pm 1.42\mu\text{m}$ 이고 발아구는 6개의 구구가 삼각뿔의 각 변에 해당하는 위치에 있다. 표면무늬는 유두모양이고, 큰 유두상 돌기위에 큰 자상돌기가 1-3개씩 나 있고, 그 사이에 여러개의 작은 자상돌기가 있으며 이들 자상돌기사이에는 작은 구멍이 산재한다(Plate 2-1, 2).

바위미나리아재비의 화분직경은 $21.09\pm 1.66\mu\text{m}$ 이고, 발아구의 수, 위치, 표면무늬는 미나리아재비와 같다(Plate 2-3, 4).

털개구리미나리는 산구형인 본 속 식물 중 화분의 직경이 $37.18\pm 1.79\mu\text{m}$ 로 제일 크다. 발아구는 12개의 구구가 정4면체의 각 변에 해당하는 위치에 있는 12산구형이다. 표면무늬는 미나리아재비와 다소 비슷하나 유두상 돌기가 다소 낮다. (Plate 2-5, 6).

왜젓가락풀의 화분직경은 $29.54\pm 0.98 \mu\text{m}$ 이고 12개의 구구가 정4면체의 각 변에 해당하는 위치에 있는 12산구형이다. 편편한 표면에 크고 작은 자상의 돌기사이에는 작은 구멍이 전면에서 산재한다(Plate 3-1, 2).

젓가락풀의 화분 직경은 $27.66\pm 2.58\mu\text{m}$ 이고 12개의 구구가 정4면체의 각 변에 해당하는 위치에 있는 12산구형이다. 표면무늬는 왜젓가락풀과 거의 유사하다(Plate 3-3, 4).

개구리미나리의 화분의 직경은 $33.43\pm 2.00\mu\text{m}$ 이고 12산구형이며 발아구의 위치와 표면무늬는 왜젓가락풀과 같다(Plate 3-5, 6).

제주개구리미나리의 화분직경은 $30.21\pm 1.41\mu\text{m}$ 이고 15개의 구구가 5각기둥의 각 변에 해당하는 위치에 있다. 표면무늬는 개구리미나리와 같다(Plate 4-1, 2).

이상의 연구결과를 종합하여 화분 검색표를 작성하면 다음과 같다.

1. 발아구의 형태는 삼구형(tricolpate)이고, 화분립은 아장구형 또는 장구형이다 .
2. 표면무늬가 과립상(verrucate)이다 개구리자리 (*R. sceleratus*)
2. 표면무늬가 낮은 자상(echinate)이다.
3. 화분립의 모양은 아장구형(P/E 1.25-1.27)이다 개구리갓 (*R. extorris*)

Table 2. Pollen measurement of *Ranunculus*

Scientific name	Polar length (μm)	Equatorial diameter (μm)	P/E ratio	Aperture type
<i>R. sceleratus</i>	20.39 \pm 2.91	16.16 \pm 1.69	1.25	3-colpate
<i>R. extorris</i>	27.89 \pm 1.89	22.15 \pm 1.80	1.27	3-colpate
<i>R. franchetii</i>	29.52 \pm 1.22	18.92 \pm 1.33	1.57	3-colpate
<i>R. japonicus</i>		24.89 \pm 1.42	1.00	6-pericolpate
<i>R. japonicus</i> ssp. <i>chrysotrichus</i>		21.08 \pm 1.66	1.00	6-pericolpate
<i>R. silerifolius</i>	29.54 \pm 0.98		1.00	12-pericolpate
<i>R. cantoniensis</i>	37.18 \pm 1.79		1.00	12-pericolpate
<i>R. chinensis</i>	27.66 \pm 2.58		1.00	12-pericolpate
<i>R. tachiroei</i>		33.43 \pm 2.00	1.00	12-pericolpate
<i>R. tachiroei</i> ssp. <i>quelpaertensis</i>		30.21 \pm 1.41	1.00	15-pericolpate

3. 화분립의 모양은 장구형(P/E 1.57)이다 왜미나리아재비 (*R. franchetii*)
1. 발아구의 형태는 6-, 12- 또는 15-산구형(pericolpate)이고 화분립은 구형이다.
2. 구구가 6개이다.
3. 화분립의 평균직경은 24.89 μm 이다 미나리아재비 (*R. japonicus*)
3. 화분립의 평균직경은 21.08 μm 이다
..... 바위미나리아재비(*R. japonicus* ssp. *chrysotrichus*)
2. 구구가 12-15개이다.
3. 발아구는 12개이다.
4. 표면무늬는 유두모양이고 큰 유두상 돌기위에 크고 작은 자상돌기가 있다
..... 털개구리미나리(*R. cantoniensis*)
4. 표면무늬는 바탕면이 거의 매끈하며 그위에 크고 작은 자상의 돌기가 있다.
5. 화분립의 평균 직경은 31 μm 미만이다.
6. 화분립의 평균직경은 29.54 μm 이다 왜젓가락풀(*R. silerifolius*)
6. 화분립의 평균직경은 27.66 μm 이다 젓가락풀(*R. chinensis*)
5. 화분립의 평균직경은 31 μm 이상이다 개구리미나리(*R. tachiroei*)
3. 발아구는 15개이다 제주개구리미나리(*R. tachiroei* ssp. *quelpaertensis*)

결론 및 고찰

본 속 중에서 특히 외부형태가 유사하여 학명과 종분류에 문제가 있는 식물로 왜젓가락풀(*R. silerifolius*)과 털개구리미나리(*R. cantoniensis*), 미나리아재비(*R. japonicus*)와 바위미나리아재비(*R. japonicus* ssp. *chrysotrichus*), 개구리미나리(*R. tachiroei*)와 제주개구리미나리(*R. tachiroei* ssp. *quelpaertensis*)를 들 수 있다. Nakai(1928)에 의해 한중(*R.*

vernyi)으로 취급되어온 왜젓가락풀(*R. vernyi* var. *quelpaertensis*)과 털개구리미나리(*R. vernyi* var. *japonicus*)는 화분의 형질을 비교한 결과 발아구는 모두 12-산구형이지만 화분의 크기와 표면무늬에 있어 전자는 $29.54\mu\text{m}$ 이고 편편한 표면에 크고 작은 자상돌기가 있는 반면, 후자는 $37.18\mu\text{m}$ 로 조사된 본 속 식물의 화분의 크기($20-38\mu\text{m}$)중 가장 크며, 유두모양이고 그 위에 크고 작은 자상의 돌기가 있기 때문에(Plate 2, 3) 이들 각각을 다른 종 즉, *R. silerifolius*와 *R. cantoniensis*로 취급한 처리를 지지한다. 장(1979)은 왜젓가락풀의 발아구를 삼구형(tricolpate)이라고 하였으나 외부형태의 혼란으로 인해 재료 식물의 종 동정이 잘못된 것으로 생각된다.

여(1978)에 의해 미나리아재비의 아종으로 처리된 바위미나리아재비(*R. japonicus* ssp. *chrysotricus*)와 미나리아재비(*R. japonicus*)는 화분의 크기에서 식물이 왜소한 바위미나리아재비가 $21.08\mu\text{m}$, 미나리아재비가 $24.89\mu\text{m}$ 로 차이가 났으나, 모두 삼구형이며 표면무늬도 유사하여(Plate 2) 화분학적으로는 근연임을 시사하므로 종하 분류군으로서의 처리를 지지한다.

한편 개구리미나리(*R. tachiroei*)와 그 아종으로 처리된 제주개구리미나리(*R. tachiroei* ssp. *quelpaertensis*)는 산구형이고 표면무늬는 서로 유사하였지만 화분 크기가 전자는 $33.43\mu\text{m}$, 후자는 $30.21\mu\text{m}$ 로서 식물의 크기가 작은 제주개구리미나리가 화분의 크기에 있어서도 작았다. 그러나 발아구의 수에 있어서 전자는 12개, 후자는 15개로 나타났다. 본 속에서 한 종내에서의 발아구의 수가 일정한 것으로 미루어 이는 종수준으로 고려해도 될 가능성이 시사된다.

화분의 형태에 의한 유연관계와 진화의 방향을 살펴보면 다음과 같다. 삼구형의 식물중 개구리갓(*R. extorris*)과 왜미나리아재비(*R. franchetii*)는 화분의 형태, 크기, 및 표면무늬에 서로 인접한 식물군으로 판단되며 개구리자리(*R. sceleratus*)는 화분의 크기가 작고 과일상의 돌기를 지닌 점에서 이들과 구분된다. 외부형태와 마찬가지로 화분형태에서도 중간 차이점이 뚜렷하게 나타나나 개구리갓과 왜미나리아재비간의 화분학적 근연성은 외부형태적으로 지지되지 않는다.

6-산구형을 갖는 분류군은 미나리아재비(*R. japonicus*)와 바위미나리아재비(*R. japonicus* ssp. *chrysotricus*)로서, 이들의 표면무늬는 서로 유사하나 크기에 있어서만 차이가 나타나고 염색체의 수($2n=14$)와 핵형이 거의 동일한 점을 종합해본다면 다른 종(*R. erucilobus*)으로 처리한(정, 1956; Nakai, 1952) 것 보다는 같은 종(*R. japonicus*)의 아종(*R. japonicus* ssp. *chrysotricus*)으로 처리한 여(1978)의 견해가 지지된다.

12-산구형을 갖는 분류군은 젓가락풀(*R. chinensis*), 왜젓가락풀(*R. silerifolius*), 개구리미나리(*R. tachiroei*), 털개구리미나리(*R. cantoniensis*)가 있는데 국명(local name)은 전후 2종간에 유사성이 더 높은 것처럼 암시하고 있다. 그러나 실제 외부형태로는 왜젓가락풀과 털개구리미나리가 더 유사하고 젓가락풀과 개구리미나리가 더 유사하다. 이 중 왜젓가락풀과 털개구리미나리가 더 혼돈이 되는데 염색체에 있어서 왜젓가락풀은 $2n=16$ 이고 털개구리미나리는 $2n=32$ 로 4배체이며(Kurita, 1958, 1961; Okada & Tamura, 1977), 화분의 크기와 표면무늬에서도 왜젓가락풀은 직경이 $29.54\mu\text{m}$, 편편한 표면이고 털개구리미나리는 직경이

37.18 μm , 표면이 유두모양으로서 뚜렷이 구별된다. 염색체수와 화분의 형태로 미루어 아마도 털개구리미나리가 왜젓가락풀로부터 기원이 된 것으로 추측할 수 있으나 결론을 내리기 위해서는 더 많은 증거가 필요하다.

젓가락풀과 개구리미나리는 염색체의 수가 모두 $2n=16$ 이고, 화분의 표면무늬도 별다른 차이가 없었으나, 화분의 크기가 전자는 27.66 μm , 후자는 33.43 μm 로서 차이를 나타내고 있다.

미나리아재비속(Tribe Ranunculeae)에 속하는 대부분의 식물은 발아구의 형태가 삼구형이며 산구형은 이로부터 진화되고(Santisuk, 1979), 또 모든 분류군에서 발아구수가 많은 쪽으로 진화한다(이, 1991). 이와 같은 관점에서보면 삼구형에 속하는 개구리자리(*R. sceleratus*), 개구리갓(*R. extorris*), 왜미나리아재비(*R. franchetii*)는 가장 원시적인 분류군이 되고, 그 다음은 6-산구형인 미나리아재비(*R. japonicus*)와 바위미나리아재비(*R. japonicus* ssp. *chrysocticus*)가 그리고 12(15)-산구형인 왜젓가락풀(*R. silerifolius*), 털개구리미나리(*R. cantoniensis*), 개구리미나리(*R. tachiroei*), 제주개구리미나리(*R. tachiroei* ssp. *quelpaertensis*)와 젓가락풀(*R. chinensis*)은 가장 진화된식물군으로 평가할 수 있다.

그러나 본 속에서 염색체의 수는 $2n=16$ 이 기본수이므로 $2n=14$ 인 미나리아재비, 바위미나리아재비와 $2n=32$ 인 개구리자리, 털개구리미나리는 각각 이수체와 배수체로 진화된 것으로 보여 화분의 진화정도와는 큰 차이를 보인다. 이와같이 많은 분류군에서 각 특징들간의 진화속도가 다르게 나타나므로(이, 1981) 특이한 점은 아니나 속 내의 계통을 정립하는데 더 많은 정보의 축적이 필요하다.

본 연구에서는 북한지역에 분포하는 산미나리아재비(*R. acris* var. *monticola*), 만주미나리아재비(*R. grandis*), 기는미나리아재비(*R. repens*), 구베리미나리아재비(*R. gmelini*)에 대한 화분형질의 연구가 이루어지지 못하였다. 특히 *R. acris*는 *R. japonicus*와 학명에 혼란이 제기되었던 만큼 이 분류군들에 대한 세분학적, 화분학적 연구가 앞으로 수행하여야 할 과제라고 생각된다.

적 요

본 연구는 한국산 미나리아재비속 식물 중 남한에 분포하고 있는 8종 2아종에 대한 화분형질을 광학현미경과 주사현미경으로 관찰하였다. 화분의 형태는 구형, 장구형이고, 발아구는 3-, 6-, 12-, 그리고 15-산구형이었다. 대부분의 표면무늬는 얇은 자상이었으나 개구리자리(*R. sceleratus*)만 과립상이었다. 개구리자리(*R. sceleratus*), 개구리갓(*R. extorris*), 왜미나리아재비(*R. franchetii*)는 화분립이 소형이고 삼구형으로 가장 원시적이라 생각되었고, 왜젓가락풀(*R. silerifolius*), 털개구리미나리(*R. cantoniensis*), 개구리미나리(*R. tachiroei*), 제주개구리미나리(*R. tachiroei* ssp. *quelpaertensis*)와 젓가락풀(*R. chinensis*)은 화분립이 중형이고 산구형이므로 가장 진화된 것으로 평가할 수 있었다. 개구리미나리가 12-산구형인데 비해 제주개구리미나리는 15산구형이므로 종 수준으로 고려해도 될 가능성을 시사해 준다.

인 용 문 헌

- 여성희, 1978. 한라산의 고도에 따른 미나리아재비무리의 변이에 대한 연구. 식물분류학회지 8: 33-41
- _____. 1985. 한국산미나리아재비 식물의 계통분류학적 연구. 이화여자대학교 박사학위논문.
- 이상태, 1978. 화분 형태의 계통학적 의의. 식물분류학회지 8: 59-68.
- _____. 1981. 한국산 자작나무과의 화분분류학적 연구. 전북대학교 생물학연구연보 2: 47-57
- _____. 1991. 현대 식물분류학. 우성문화사, 142-152.
- 이창복, 1989. 대한식물도감. 향문사, 351-353.
- 장남기, 1979. 한국화분도감. 서울대학교 출판부, 25-26.
- 정태현, 1956. 한국식물도감. 신지사, 99-105.
- Benson, L. 1940. The North American subdivision of *Ranunculus*. Amer. Journ. Bot. 27: 799-807.
- De Candolle, A.P. 1818. Regni vegetabilis systema naturale 1. Paris.
- Engler, A. 1964. Syllabus der Pflazenfamilien. II Band. Gebruder Borntraeger, Berine-Nikilasse. p.137.(in German)
- Erdtman, G. 1966. Pollen Morphology and Plant Taxonomy. Angiosperms. Hafner Publ., N. Y. 553p.
- Ikuse, M. 1956. Pollen grains of Japan. Tokyo.
- Kumazawa, M. 1936. Pollen grain morphology in Ranunculaceae, Lardizabalaceae and Berberidaceae. Jap. Journ. Bot. 8: 19-46.
- Kurita, M. 1957. Chromosome studies in Ranunculaceae III. Karyotypes of the subtribe Ranunculinae. Rep. Biol. Inst. Ehime Univ. 21-8.
- Nakai, T. 1909. Flora Koreana I. Jour. of Coll. of Science. Imperial University, Tokyo 26: 21-24.
- _____. 1911. Flora Koreana II. Jour. of Coll. of Science. Imperial University, Tokyo 31: 430-431.
- _____. 1911. Notulae ad Plantas Japoniae et Koreae. Bot. Mag. 25(289): 52-53.
- _____. 1911. Notulae ad Plantas Japoniae et Koreae. VIII. Bot. Mag. 26: 321-328.
- _____. 1928. Plantae Japonicae and Koreaeae. Bot. Mag. XIII: 1-7
- _____. 1928. Plantae Japonicae and Koreaeae. Bot. Mag. 42: 18-25
- _____. 1952. A Synoptical Sketch of Korean Flora. Bull. Nat. Sci. Museum. 31: 26.
- Ohwi, J. 1965. Flora of Japan. Shibundo, Tokyo pp. 520-527.
- _____. 1978. *Ranunculus catoniensis* Group in Japan. Jour. Geobot. 26: 34-40.
- Okada, H. and M. Tamura, 1977. Chromosome variations in *Ranunculus quelpaertensis* and its allied species. Journ. Jap. Bot., 53: 360-369(in Japanese).
- Santisuk, T. 1979. A palynological study of the tribe Ranunculeae. Prera Bot. 48: 1-74.

- Schoch-Bodmer, H. 1940. The influence of nutrition upon pollen grain size in *Lythrum Salicaria* J. Genet. 40: 397-402.
- Tamura, M. 1978. Nepalese Specimens of *Ranunculus* and its allied genera, Preserved in British Museum(Natural History). Sci. Rep. Osaka Univ. 27: 99-117.
- Tseng, C.H. 1972. Pollen Flora of Taiwan. National Taiwan Univ. Bot. Depart. Press. 191.
- Walk, J.W and J.A. Doyle. 1975. The bases of angiosperm phylogeny: Palynology, Ann. Missouri Bot. Gard. 62: 664-723.

Plate 1. Scanning electrographs of pollen grains and surface pattern of *Ranunculus*.
1,2 : *R. sceleratus* (x4,000, x20,000), 3,4 : *R. extorris* (x3,000, x 20,000),
5,6 : *R. franchetii* (x3,000, x20,000)

Plate 2. Scanning electrographs of pollen grains and surface pattern of *Ranunculus*.

1,2 : *R. japonicus* (x3,000, x20,000), 3,4 : *R. japonicus* ssp. *chrysotrichus*
(x2,000, x20,000), 5,6 : *R. cantoniensis* (x2,000, x20,000)

Plate 3. Scanning electrographs of pollen grains and surface pattern of *Ranunculus*.
1,2 : *R. silerifolius* (x3,000, x20,000), 3,4 : *R. chinensis* (x3,000, x 20,000),
5,6 : *R. tachiroei* (x3,000, x20, 000)

Plate 4. Scanning electrographs of pollen grains and surface pattern of *Ranunculus*.
1,2 : *R. tachiroei* ssp. *quelpaertensis* (x3,000, 20,000)