

여뀌속 *Echinocaulon* 절 (마디풀과) 의 털, 꽃 및 수과 미세구조

김민하 · 광명해 · 송진성 · 이상준 · 유미정 · 박종욱*
(서울대학교 자연과학대학 생명과학부)

본 연구에서는 여뀌속 *Echinocaulon* 절 분류군들의 주요 영양 및 생식기관에 분포하는 털의 미세구조, 수술과 밀선, 수과의 크기, 형태 및 표면의 미세구조를 관찰하였다. 본 절 분류군들에는 (1) 분지하지 않는 단세포 털(simple unicellular hair), (2) 선형의 다세포 털(filiform simple multicellular hair), (3) 총생모(tufted hair), (4) 자루가 없는 성상모(sessile stellate hair), (5) 자루가 있는 다세포 선모(stalked multicellular glandular hair) 및 (6) 방패상 다세포 선모(peltate multicellular glandular hair) 등 크게 6가지 유형의 털이 분포하였다. 본 절 분류군들의 수술은 4-9개로 수술의 수와 배열 상태는 분류군간 및 분류군내 변이가 존재하였다. 또한, 본 절 분류군들은 수술의 기부 부근에 수술 수와 동일한 수의 밀선이 발달하는 특징을 나타내며, 수술이 2열로 배열된 경우 밀선은 안쪽열 수술 기부 부근에 발달하였다. 본 절 분류군의 수과는 단면이 3각형, 원형 또는 렌즈 모양으로, 수과 표면은 (1) 미세한 유두상 돌기가 표면 전체에 고르게 분포하며 광택이 없는 유형, (2) 유두상 돌기가 표피세포 anticlinal wall을 따라 밀집 배열하여 전체적으로 망상의 무늬가 존재하면서 광택이 없는 유형, (3) anticlinal wall이 두껍게 비후되면서 파상 굴곡을 이루는 유형 및 (4) 평활하고 광택이 있는 유형으로 구분되었다. *Echinocaulon* 절의 경우, 털의 종류와 분포양상, 수술의 수 및 배열상태, 밀선의 형태, 수과의 표면 미세구조는 본 절 및 절내 일부 분류군을 구분하는데 매우 유용한 형질인 것으로 판단되었다.

주요어 : 여뀌속 *Echinocaulon* 절, 털, 수술, 밀선, 수과

여뀌속 *Echinocaulon* 절 (*Polygonum* sect. *Echinocaulon* Meisn.)은 Meisner (1832)에 의해 설정된 분류군으로, 본 절에는 현재 전세계적으로 21종이 포함되어 있다 (Park, 1988; Table 1). 본 절 식물은 주로 줄기, 엽병 및 잎 하면 주맥에 분포하는 목질화된

*교신저자 : 전화 (02) 880-6681, 전송 (02) 872-6881, 전자우편 : parkc@plaza.snu.ac.kr

Table 1. Taxa of *Polygonum* sect. *Echinocaulon* and their geographical distribution. An asterisk(*) represents the taxon found in Korea

Taxon	Geographical distribution
<i>P. perfoliatum</i> L.*	Asia Eastern North America (introduced)
<i>P. senticosum</i> (Meisn.) Franch. & Sav.	
var. <i>senticosum</i> *	Asia, western U. S. A (introduced)
var. <i>sagittifolium</i> (H. Lév. & Vaniot) C. W. Park	China
<i>P. debile</i> Meisn.*	Southern Korea, Japan
<i>P. thunbergii</i> Siebold & Zucc.	
var. <i>thunbergii</i> *	Asia
var. <i>maackianum</i> (Regel) Maxim. ex Franch. & Sav.*	Eastern Asia
<i>P. biconvexum</i> Hayata	Taiwan, Indonesia (Sumatra)
<i>P. arifolium</i> L.	Eastern North America
<i>P. stelligerum</i> Cham.	Southeastern South America
<i>P. muricatum</i> Meisn.*	Asia
<i>P. hastatosagittatum</i> Makino*	Eastern Asia
<i>P. strigosum</i> R. Br.	Nepal, northern India, southeast Asia Eastern Australia
<i>P. breviochreatum</i> Makino*	Southern Korea, Japan
<i>P. dissitiflorum</i> Hemsl.*	Eastern China, Korea
<i>P. praetermissum</i> Hook. f.*	Asia, Southeastern Australia
<i>P. subsagittatum</i> (De Wildeman) C. W. Park	Southeastern Africa
<i>P. bungeanum</i> Turcz.*	Eastern Asia Central U. S. A (Minnesota; introduced)- Southeastern Brazil, Africa (Tanzania)
<i>P. rubricaulum</i> Cham.	Eastern Asia, eastern North America
<i>P. sagittatum</i> L.	
<i>P. meisnerianum</i> Cham. & Schldl.	
var. <i>meisnerianum</i>	Southeastern South America
var. <i>beyrichianum</i> (Cham. & Schldl.) Meisn.	Southeastern South America, central America, southeastern U. S. A Southeastern Africa
<i>P. brachypodium</i> Baker	Madagascar
<i>P. dichotomum</i> Blume	
var. <i>dichotomum</i>	Northern India, southeast Asia,
var. <i>angustissimum</i> (Hook. f.) C. W. Park	Northeastern Australia India
<i>P. clarkei</i> C. W. Park	India, Bangladesh, Sri Lanka

굽은 가시(recurved prickle), 화살형 또는 극형의 엽저를 갖는 타원형 내지 삼각형의 잎 등의 특징에 의해 속내 다른 절 식물들과 뚜렷이 구분되며, 일부 학자들(Greene, 1904; Houttuyn, 1777; Soják, 1974; Spach, 1841)은 이러한 형태적 특징을 강조하여 *Echinocaulon* 절을 하나의 독립된 속으로 인정하기도 하였다.

본 절 식물은 인도에서 중국, 한반도를 거쳐 일본에 이르는 아시아 지역과 호주 동부, 북미 동부 및 중미지역, 남미 동남부, 그리고 아프리카 동남부 지역에 불연속적으로 분포하며, 분포의 중심지로 추정되는 한반도를 포함한 동아시아 지역에는 11분류군이 생육하고 있다(Park, 1988; Table 1). 본 절 식물은 늪가, 습지, 호수가, 개울가, 숲 속 응달 등 습기가 많은 지역에 주로 생육하나, *P. perfoliatum* L., *P. senticosum* (Meisn.) Franch. & Sav. 등의 일부 종들은 목밭, 도로변 등의 교란된 지역에 흔히 자라기도 한다. 한편, 본 절 식물 중 *P. perfoliatum*, *P. senticosum*, *P. bungeanum* Turcz.은 인도, 중국, 한국 및 일본을 포함하는 동아시아 지역에 분포하나, 최근 북미 동부와 서부 지역 등에 유입되어 널리 퍼지고 있다(Park, 1988).

Echinocaulon 절을 포함하는 여뀌속에 있어 털의 종류와 분포 양상은 속내 각 분류군을 구분하는 중요한 식별형질로 인식되어 왔다(Haraldson, 1978). Park(1988)은 *Echinocaulon* 절에 대한 종속지적 연구에서 본 절 분류군들에 나타나는 털의 종류와 분포 양상을 조사한 바 있으며, 본 절에는 5가지 유형의 털이 나타나는 것으로 보고하였다. 또한 Park(1988)은 이들 털의 절내 분포 양상은 본 절 각 분류군을 구분하는데 있어 매우 유용한 것으로 인식하였으나, 이들 털의 상세한 미세구조는 관찰하지 못하였다. 한편, Lersten & Curtis(1992)는 광의의 여뀌속 분류군들의 잎 표피 미세구조 연구에서 본 절 분류군은 총생모(brushlike clustered trichome) 또는 성상모(stellate clustered trichome)가 분포하는 특징에 의해 속내 다른 절 분류군들과 뚜렷하게 구분되는 것으로 보고한 바 있다. 그러나, 이들의 연구는 잎에 분포하는 털에 국한되어 있으며, 나머지 부위에서 나타나는 털의 종류, 미세구조 및 분포양상은 관찰하지 않았다.

한편, Ronse Decraene & Akeroyd(1988)는 꽃 형질에 의한 광의의 여뀌속 및 근연속 한계에 대한 연구에서 꽃의 미세구조는 이들의 속의 한계를 설정하는데 매우 유용한 것으로 인식하였으며, 본 절은 수술의 배열 상태 및 밀선의 형태에서 여뀌속 다른 절들과 구분되는 것으로 보고하였다. 그러나, 이들의 결과는 본 절 분류군 중 *P. perfoliatum*, *P. sagittatum* L., *P. strigosum* R. Br. 및 *P. dichotomum* Blume의 4종만을 관찰한 것이며, 본 절 나머지 분류군들의 수술 배열 상태 및 밀선 형태는 아직 상세히 밝혀진 바 없다.

따라서, 본 연구에서는 *Echinocaulon* 절 분류군을 대상으로 주요 영양 및 생식기관에 분포하는 털의 미세구조, 수술의 배열상태, 밀선 형태, 수과의 크기, 형태 및 표면의 미세구조 등의 해부학적 형질을 관찰하고, 분류군간 및 분류군내 변이 양상을 파악하여 식별

형질로서의 유용성을 논의하고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구를 위한 재료는 1998년부터 2000년 사이에 서울, 강원도 내미로, 계방산, 경기도 금곡, 청평, 경상남도 함안, 주남저수지, 전라남도 지리산, 제주도 관음사계곡, 성판악, 영실 등 전국 각지, 미국 New York주 및 대만 Nantou에서 채집한 개체들과 서울대학교 생명과학부 표본관(SNU)에 소장되어 있는 표본, 그리고, BH, L, MICH, MO, NY, US, R 등 외국의 주요 표본관으로부터 대여받은 기준표본을 포함한 약 1600여 점의 표본들을 사용하였다. 본 연구 기간 중에 채집한 개체들은 석엽표본으로 제작하여 서울대학교 생명과학부 표본관(SNU)에 확증표본으로 소장하였다.

상기한 표본들은 일차적으로 기준표본, 원기재문 및 Park(1988)의 종속지적 연구 결과를 참조하여 동정, 분류한 다음, 주요 영양 및 생식 기관에 분포하는 털의 형태 및 미세구조, 털의 분포양상, 수술의 배열상태, 밀선의 형태, 수과의 크기, 형태 및 표면 미세구조 등의 해부학적 형질을 실체현미경, 광학현미경과 주사전자현미경(SEM)으로 관찰하였다. SEM 관찰을 위한 재료로는 주로 FAA에 고정된 재료를 사용하였으며, 생체를 구할 수 없는 경우에는 석엽표본에서 재료를 채취하여 60℃의 물에서 8-12 시간동안 처리한 후 사용하였다. 각 재료는 단계적 탈수과정을 거친 후, ion coater (Eiko Model IB-3)로 7mA에서 3분간 gold-coating한 후 SEM(Akashi Model SR-50A)으로 관찰, 촬영하였다. 한편, 종자 표면의 미세구조는 석엽표본에서 채취한 재료를 사용하였으며, 전처리 없이 직접 gold-coating한 후 동일한 SEM으로 관찰, 촬영하였다.

결과 및 고찰

1. 털의 미세구조

Haraldson(1978)은 마디풀아과(subfam. *Polygonoideae*)의 해부학적 연구에서 *Echinocaulon*절 13분류군에 분포하는 털의 종류를 관찰한 바 있으며, 이들 분류군에는 선형의 다세포 털(type II; multicellular stiff trichome), 여러 개의 세포가 다양한 각도로 집합된 털(type V; cluster of stiff cells), 다세포 선모(type IV; multicellular glandular trichome) 및 방패상 다세포 선모(type III; peltate glandular trichome) 등 크게 4가지 유형의 털이 나타나는 것으로 보고하였다. 한편, Park(1988)은 본 절 분류군에는 분지하지 않은 단세포 털(simple unicellular hair), 분지하지 않는 다열의 세포로 구성된 털(simple multiserial hair=Haraldson의 type II), 총생모(tufted hair=Haraldson의 type V), 자루가 없는 성상모(sessile stellate hair=Haraldson의 type V)

및 자루가 있는 다세포 선모(stalked multicellular glandular hair=Haraldson의 type IV) 등 5가지 유형의 털이 나타나는 것으로 보고하였다. 또한 Park(1988)은 본 절에 있어 털의 분포 양상은 분류군내 변이가 존재하나, 본 절 일부 분류군을 구분하는데 유용한 형질로 인식하였다. Lersten & Curtis(1992)는 본 절 분류군을 포함한 여뀌속 식물의 잎 표면 미세구조를 관찰한 결과, 본 절 분류군의 잎에는 Haraldson(1978)과 Park(1988)에 의해 보고된 털의 종류와 근본적으로 동일한 털이 분포하는 것을 보고하였으나, 잎에 국한하여 조사하였기 때문에 Haraldson(1978) 및 Park(1988)이 보고한 자루가 있는 다세포 선모는 관찰하지 못하였다.

본 연구에서 *Echinocaulon*절 전 분류군의 주요 영양 및 생식기관에 분포하는 털의 미세구조를 관찰한 결과, 본 절 분류군들에는 (1) 분지하지 않는 단세포 털(simple unicellular hair; Fig. 1A, B), (2) 선형의 다세포 털(filiform simple multicellular hair; Fig. 1C, D), (3) 총생모(tufted hair; Fig. 1E), (4) 자루가 없는 성상모(sessile stellate hair; Fig. 1F), (5) 자루가 있는 다세포 선모(stalked multicellular glandular hair; Fig. 1G) 및 (6) 방패상 다세포 선모(peltate multicellular glandular hair; Fig. 1H) 등 크게 6가지 유형의 털이 분포하는 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 Haraldson(1978), Park(1988) 및 Lersten & Curtis(1992)의 결과와 기본적으로 일치하였다.

본 절 분류군에 있어 이들 털의 분포 양상은 Table 2에 제시하였다. Park(1988)은 본 절 대부분의 분류군들은 1가지 이상의 털이 분포하나, *P. perfoliatum*과 *P. rubricaulis* Cham.의 경우 완전 무모인 것으로 보고한 바 있다. 그러나, 본 연구 결과 이들 두 분류군의 잎 표면에는 방패상 다세포 선모가 분포하는 것으로 밝혀졌으며, *P. rubricaulis*의 경우에는 일부 개체의 잎 표면에 선형의 다세포 털이 함께 산생하는 것으로 나타났다(Table 2). 본 절 나머지 분류군들에는 분류군에 따라 2-5가지 종류의 털이 각 부위에 다양한 밀도로 분포하는 것으로 밝혀졌다.

본 절 분류군들에 분포하는 분지하지 않는 단세포 털은 (1) 길이 70 μ m 정도로 비교적 길고 선단으로 갈수록 가늘어지는 선형(Fig. 1A)과, (2) 길이 30 μ m 정도로 짧으며 기부가 넓고 선단이 뾰족한 원추형(Fig. 1B)의 2가지 형태가 나타난다. 선형의 단세포 털은 본 절 분류군들 중 *P. senticosum* var. *senticosum*의 줄기, 잎, 엽병, 탁엽, 포에만 특징적으로 분포하는 것으로 확인되었으며(Table 2), 이러한 결과는 Park(1988)의 보고와 일치하였다. 원추형 단세포 털의 경우, Lersten & Curtis(1992)는 *P. muricatum* Meisn.에만 분포하는 것으로 보고하였으나, 본 연구 결과 *P. hastatosagittatum* Makino의 잎 상면과 화축에도 분포하는 것으로 밝혀졌다(Table 2).

선형의 다세포 털(filiform simple multicellular hair)은 *P. perfoliatum*을 제외한 본 절 모든 분류군에 분포한다(Table 2). 선형의 다세포 털은 (1) 중심부 1개 세포만 0.12mm 정도로 길게 신장되고 그 기부에 4-7개의 짧은 세포가 모여 있는 유형과(Fig. 1C)

Fig. 1. Hair types found in *Polygonum* sect. *Echinocaulon*. A. filiform simple unicellular hair (*P. senticosum* var. *senticosum*); B. conical simple unicellular hair (*P. muricatum*); C. filiform simple multicellular hair (Type 1; *P. senticosum* var. *senticosum*); D. filiform simple multicellular hair (Type 2; *P. thunbergii* var. *thunbergii*); E. tufted hair (*P. thunbergii* var. *thunbergii*); F. sessile stellate hair (*P. thunbergii* var. *thunbergii*); G. stalked multicellular glandular hair (*P. dissitiflorum*); H. peltate multicellular glandular hair (*P. thunbergii* var. *thunbergii*).

Table 2. Taxonomic distribution of hair types in *Polygonum* sect. *Echinocaulon*. al, filiform simple unicellular hair; a2, conical simple unicellular hair; b1, filiform simple multicellular hair (Type 1); b2, filiform simple multicellular hair (Type 2); c, tufted hair; d, sessile stellate hair; e, stalked multicellular glandular hair; f, peltate multicellular glandular hair. SAG-A: Asian population. SAG-NA: North American population

Taxon	Stem	Leaf			Inflorescence		
		Adaxial surface	Abaxial surface	Petiole	Ocrea	Axis	Bract
<i>P. perfoliatum</i>	-	f	f	-	-	-	-
<i>P. senticosum</i>							
var. <i>senticosum</i>	al, b1, (e), f	al, (b2), f	al, b1, f	al, (e)	al, b1, b2, (e), f	b1, e, f	al, f
var. <i>sagittifolium</i>	(e), f	b2, (e), f	b2, f	-	(e)	(e)	-
<i>P. debile</i>	d	b2, (d), f	d, f	(d)	b2, d	b2, d, e	-
<i>P. thunbergii</i>							
var. <i>thunbergii</i>	d	b2, c, d, f	b2, c, d, f	(c), d	b2, d	c, d, e	-
var. <i>maackianum</i>	d	b2, c, f	b2, c, d, f	-	b2, d	d, e	d, (e)
<i>P. biconvexum</i>	d	b2, d, f	b2, d, f	d	b2, d	(b2), c, d, e	(b2), (d), (e)
<i>P. arifolium</i>	b2, (c), (d), f	b2, c, d, f	b2, c, d, f	b2, c, d	b2, d	c, d, e	d
<i>P. stelligerum</i>	b2, d	b2, d, f	b2, d, f	d	b2, d	b2, d, e, f	d
<i>P. muricatum</i>	f	a2, d, f	(d), c, f	-	(a2), b2, f	a2, (c), e, f	-
<i>P. hastatosagittatum</i>	-	a2, b2, (c), (d), f	f	(a2), d, f	-	(a2), (b2), c, e	b2, (e)
<i>P. strigosum</i>	(b2), (c), (e)	(b1), (b2), (c), f	(b1), (b2), (c), (d), f	(b2), (c)	(b1), b2	(c), e	b2
<i>P. brevirostratum</i>	b2	b2, f	d, f	-	b2	b2, e	b2
<i>P. dissitiflorum</i>	d	b2, d, f	d, f	d	b1, b2, c, d	b1, b2, d, e	b2
<i>P. praetermissum</i>	-	(b2), f	f	b2	(b2)	b2, (e)	-
<i>P. subsagittatum</i>	c, (e)	b2, c, f	(c), f	(c)	b2, d, f	e	b2
<i>P. bungeanum</i>	(e)	f	b2, f	b2	b2	e	-
<i>P. rubricaulum</i>	-	(b2), f	(b2), f	-	-	-	-

Table 2. (Continued)

Taxon	Stem	Leaf			Inflorescence		
		Adaxial surface	Abaxial surface	Petiole	Ocrea	Axis	Bract
<i>P. sagittatum</i> (SAG-A)	-	f	(b2),f	-	(b2)	-	-
<i>P. sagittatum</i> (SAG-NA)	-	f	f	-	-	-	-
<i>P. meisnerianum</i>							
var. <i>meisnerianum</i>	(b1),b2,c,(e),f	b1,b2,c,(e),f	b1,b2,(c),f	b2,c,(e)	b1,b2,c,(e)	(c),e	b2
var. <i>beyrichianum</i>	(c)	b2,c,(e),f	b2,c,f	-	b2,c,(e)	b2,(c),e	b2,(e)
<i>P. brachypodium</i>	d	b2,f	d,f	-	(b2),(d)	c,e	-
<i>P. dichotomum</i>							
var. <i>dichotomum</i>	-	f	f	-	(b2)	e	b2
var. <i>angustissimum</i>	-	f	f	-	(b2)	e	b2
<i>P. clarkei</i>	-	b2	-	-	b2, (e)	e	-

(2) 모든 세포가 길이 0.3-1mm 정도로 길게 신장되면서 털 전체가 다열의 세포로 되어 있는 유형(Fig. 1D)의 2가지 종류가 나타난다. 선형의 다세포 털의 경우 Park(1988)은 본 절에는 다열의 세포로 구성된 두 번째 유형만이 분포하는 것으로 보고하였으나, 이들 털의 미세구조를 관찰한 결과 *P. senticosum* var. *senticosum*, *P. dissitiflorum* Hemsl., *P. strigosum*, *P. meisnerianum* Cham. & Schldl. var. *meisnerianum*의 줄기, 잎 표면, 탁엽, 화축에는 특징적으로 첫 번째 유형의 털이 두 번째 유형과 함께 분포하는 것으로 밝혀졌다(Table 2).

총생모(tufted hair)는 선단이 뾰족한 4-7개의 털이 뭉쳐난 형태로 길이 0.1-0.2mm 정도이며(Fig. 1E), 본 절 분류군들 중 *P. thunbergii* Siebold & Zucc., *P. arifolium* L., *P. muricatum*, *P. hastatosagittatum*, *P. strigosum*, *P. subsagittatum* (De Wildeman) C. W. Park, *P. meisnerianum*의 줄기, 잎 표면, 탁엽 및 화축에 주로 분포한다. 또한, 총생모는 *P. biconvexum* Hayata 및 *P. brachypodum* Baker의 경우 화축에, *P. dissitiflorum*의 경우 탁엽에만 분포한다(Table 2).

자루가 없는 성상모(sessile stellate hair)는 3-7개의 비교적 긴 선형의 세포가 기부만 서로 부착되면서 방사상으로 펼쳐진 형태이다(Fig. 1F). Haraldson(1978)은 본 털을 총생모와 같은 유형(Type V)으로 분류하였으나, 성상모는 각 세포가 길이 0.15-2.5mm로 총생모에 비해 훨씬 길고 기부가 둥근 형태이며, 방사상으로 표면과 거의 같은 방향으로 신장된다(Fig. 1F). 성상모는 본 절 분류군들 중 *P. debile* Meisn., *P. thunbergii*, *P. biconvexum*, *P. arifolium*, *P. stelligerum* Cham., *P. dissitiflorum* 및 *P. brachypodum*의 줄기, 잎 표면, 엽병, 탁엽, 화축, 포에, *P. muricatum*, *P. hastatosagittatum*, *P. strigosum* 및 *P. brevichreatum* Makino에서는 잎 표면, 엽병에, 그리고 *P. subsagittatum*의 경우 탁엽에만 분포한다(Table 2). 한편, 성상모는 총생모와 함께 여귀 속내에서 본 절 분류군에만 특징적으로 나타난다(Haraldson, 1978; Lersten & Curtis, 1992; Park, 1988).

자루가 있는 다세포 선모(stalked multicellular glandular hair)는 길이 0.4-0.6mm 정도로, 길게 신장되는 다열의 세포로 구성된 자루 끝에 분비세포들이 구형으로 배열된 형태이며(Fig. 1G), 본 절 분류군들 중 *P. perfoliatum*, *P. rubricaule* 및 *P. sagittatum*을 제외한 본 절 나머지 모든 분류군들에 분포한다. 본 유형의 털은 이들 분류군에서 주로 화축에 분포하나, 일부 분류군의 경우 줄기, 잎, 탁엽에 간혹 분포하기도 한다(Table 2).

방패상 다세포 선모(multicellular peltate glandular hair)는 2개의 짧은 세포로 구성된 기부에 2-16개의 분비세포가 횡으로 연결된 납작한 방패상의 부위가 결합된 형태로 되어 있으며, 직경 20-30 μ m 정도이다(Fig. 1H). 본 유형의 털은 본 절 대부분의 분류군에 있어 줄기, 잎 표면, 엽병, 탁엽, 화경 및 소화경, 화피편 등에 흔히 분포하며, 털의 분포

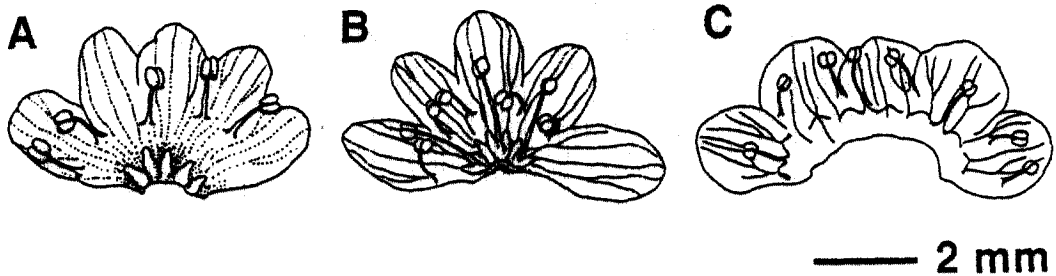


Fig. 2. Stamens arrangement in *Polygonum* sect. *Echinocaulon*. A. one-whorled (*P. meisnerianum* var. *meisnerianum*); B. two-whorled (*P. hastatosagittatum*); C. *P. perfoliatum*.

상 및 밀도는 분류군간 및 분류군내 변이가 나타난다 (Table 2).

2. 꽃의 미세구조

본 절 분류군의 꽃은 양성화이며, 정제약으로 화피는 백녹색 내지 적자색으로 4장 또는 5장의 열편으로 갈리며 결실할 때까지 숙존하여 수과를 감싼다. 특히, *P. perfoliatum*의 화피는 절내 다른 분류군과는 달리 성숙하면서 육질화되는 특징을 나타낸다. 본 절 대부분 분류군의 화피는 5장의 열편으로 갈리나, *P. biconvexum*, *P. arifolium*, *P. stelligerum* 및 *P. praetermissum* Hook. f.의 화피는 4장의 열편으로 구성되어 있다. Ronse Decraene & Akeroyd(1988)는 본 절 식물의 수술 배열상태는 바깥쪽 열 수술이 항상 안쪽열 수술보다 위쪽에 위치하고, 밀선은 화피편에 융합되어 있지 않으며 밀선 주위의 화피편에는 원통형의 유두상 돌기(papillae)가 분포하는 특징에 의해 속내 다른 절 식물과 구분되는 것으로 보고하였다. 본 절 분류군들의 수술은 4-9개로 수술의 수와 배열상태는 분류군간 차이가 존재한다 (Table 3). 본 절 분류군 중 *P. subsagittatum*, *P. meisnerianum*, *P. brachypodum*, *P. dichotomum*, *P. darkei* C. W. Park는 5개의 수술이 화피편 기부에서 1열로, *P. stelligerum*은 6개의 수술이 2열로, *P. perfoliatum*, *P. senticosum*, *P. debile*, *P. thunbergii*, *P. dissitiflorum*, *P. bungeanum*, *P. rubricaulum* 및 *P. sagittatum*은 8개의 수술이 2열로 배열되어 있다 (Table 3). 한편 나머지 분류군들은 수술 수 및 배열상태에 있어 분류군내 변이를 나타내며, 분류군 및 개체에 따라 4-9개의 수술이 1열 또는 2열로 배열되어 있다 (Fig. 2, Table 3).

한편, 본 절 분류군들은 수술의 기부 근처에 수술 수와 동일한 수의 밀선이 발달하는 특징을 나타내며, 수술이 2열로 배열된 경우 밀선은 안쪽열 수술 기부 근처에 발달한다 (Fig. 3). 본 절 분류군들의 밀선은 (1) dome형 (Fig. 3A), (2) 길이 0.4-0.5mm 정도로

Fig. 3. Nectary shapes found in *Polygonum* sect. *Echinocaulon*. A. domelike type (*P. perfoliatum*); B. long-cylindrical type (*P. sagittatum*); C. short-cylindrical type (*P. senticosum*).

길게 신장된 원통형 (Fig. 3B) 그리고 (3) 길이 0.2-0.3mm 정도의 짧은 원통형 (Fig. 3C) 등 3가지의 형태로 크게 구분된다. Dome형의 밀선 (Fig. 3A)은 *P. perfoliatum*에서만 특이적으로 나타나며, 또한 본 종의 밀선과 안쪽 열 수술은 다른 분류군들에 비해 현저히 높은 위치에 부착되는 특징에 있어 절대 다른 분류군들과 뚜렷하게 구분된다 (Figs. 2C, 3A, Table 3). 길게 신장된 원통형의 밀선 (Fig. 3B)은 *P. debile*, *P. thunbergii* var. *thunbergii*, *P. biconvexum*, *P. arifolium*, *P. brevichreatum* 및 *P. sagittatum*에서 나타난다 (Table 3). 한편, 상기 분류군들을 제외한 본 절 나머지 분류군들은 짧은 원통형의 밀선을 갖는다 (Fig. 3C, Table 3). 또한, 본 절 분류군들의 밀선 부근의 화피편에는 길이 22-60 μ m의 원통형의 유두상 돌기가 존재한다 (Fig. 3). Ronse Decraene & Akeroyd (1988)는 *P. sagittatum*, *P. strigosum* 및 *P. dichotomum*의 밀선 부위에서 유두상 돌기를 관찰하지 못한 것으로 보고하였으나, 본 연구 결과 이들 분류군에도 모두 유두상 돌기가

Table 3. Stamen number, nectary shapes and achene surface characteristics of *Polygonum* sect. *Echinocaulon*. type 1, randomly distributed tubercles; type 2, tubercles distributed along anticlinal walls forming reticulate pattern; type 3, thickened, sinuous anticlinal walls; type 4, smooth. SAG-A: Asian population. SAG-NA: North American population

Taxon	No. of stamens	No. of stamens whorls	Nectary shape	Achene surface
<i>P. perfoliatum</i>	8	2	domelike	Type 4
<i>P. senticosum</i>				
var. <i>senticosum</i>	8	2	short-cylindrical	Type 1
var. <i>sagittifolium</i>	8	2	short-cylindrical	Type 3
<i>P. debile</i>	8	2	long-cylindrical	Type 4
<i>P. thunbergii</i>				
var. <i>thunbergii</i>	8	2	long-cylindrical	Type 2
var. <i>maackianum</i>	8	2	short-cylindrical	Type 4
<i>P. biconvexum</i>	5, (6)	2	long-cylindrical	Type 4
<i>P. arifolium</i>	6, (8)	2	long-cylindrical	Type 4
<i>P. stelligerum</i>	6	2	short-cylindrical	Type 4
<i>P. muricatum</i>	(5), 6, 7, (8), (9)	1, 2	short-cylindrical	Type 4
<i>P. hastatosagittatum</i>	6, (7), 8	2	short-cylindrical	Type 4
<i>P. strigosum</i>	5, 6, 7	1, 2	short-cylindrical	Type 3
<i>P. breviochreatum</i>	(6), 7	2	long-cylindrical	Type 4
<i>P. dissitiflorum</i>	8	2	short-cylindrical	Type 3
<i>P. praetermissum</i>	4, 5	1, 2	short-cylindrical	Type 3
<i>P. subsagittatum</i>	5	1	short-cylindrical	—
<i>P. bungeanum</i>	8	2	short-cylindrical	Type 1
<i>P. rubricaule</i>	8	2	short-cylindrical	Type 3
<i>P. sagittatum</i> (SAG-A)	8	2	long-cylindrical	Type 1
<i>P. sagittatum</i> (SAG-NA)	8	2	long-cylindrical	Type 4
<i>P. meisnerianum</i>				
var. <i>meisnerianum</i>	5	1	short-cylindrical	Type 3
var. <i>beyrichianum</i>	5	1	short-cylindrical	Type 3
<i>P. brachypodium</i>	5	1	short-cylindrical	—
<i>P. dichotomum</i>				
var. <i>dichotomum</i>	5	1	short-cylindrical	Type 3
var. <i>angustissimum</i>	5	1	short-cylindrical	Type 1
<i>P. clarkei</i>	5	1	—	—

존재하는 것으로 밝혀졌다. 한편, *P. darkei*의 경우 꽃이 있는 표본을 확보하지 못하여 밀선의 형태 및 유두상 돌기의 유무를 관찰하지 못하였다.

3. 수과(achene)

본 절 분류군의 열매는 수과로 길이 1.5-6mm정도이며, 분류군에 따라 단면이 3각형, 원형, 또는 렌즈모양이다 (Fig. 4). 수과 단면의 형태는 대부분 분류군내 변이가 나타나지 않으나, *P. strigosum*의 경우 단면이 3각형인 수과와 렌즈모양인 수과가 모두 나타나기도 한다 (Fig. 4E, F). 한편, 본 절 분류군의 성숙한 수과는 대부분 흑갈색 내지 흑색이나, *P. thunbergii* var. *thunbergii*는 황갈색의 수과를 갖는다. 한편, 수과의 크기는 *P. senticosum* var. *sagittifolium* (H. Lév. & Vaniot) C. W. Park, *P. thunbergii* var. *thunbergii* 및 *P. arifolium*이 길이 4-6mm정도로 현저히 크며, *P. brachypodum*, *P. subsagittatum*은 길이 1-2.5mm정도로 현저히 작은 것으로 나타났다. 본 절 나머지 분류군들은 길이 2.5-4mm정도로 중간 크기를 가지면서 서로 유사한 것으로 나타났다. 한편, 수과의 전체 형태는 구형 또는 난형 내지 타원형으로 구형의 수과는 *P. perfoliatum*에서 특징적으로 나타나며 (Fig. 4A), 나머지 분류군들은 난형 내지 타원형의 수과를 갖는다 (Fig. 4).

본 절 분류군의 수과 표면 미세구조를 SEM으로 관찰한 결과, 본 절 분류군들의 수과 표면은 (1) 미세한 유두상 돌기가 표면 전체에 고르게 분포하며 광택이 없는 유형 (type 1), (2) 유두상 돌기가 표피세포 anticlinal wall을 따라 밀집 배열하여 전체적으로 망상의 무늬가 존재하면서 광택이 없는 유형 (type 2), (3) anticlinal wall이 두껍게 비후되면서 파상 굴곡을 이루는 유형 (type 3), (4) 평활하며 광택이 있는 유형 (type 4)으로 구분되었다 (Fig. 5). 한편, Ronse Decraene *et al.* (2000)은 본 절 4분류군의 수과 표면 미세구조를 관찰하여 type 1, 2 및 4의 유형이 나타나는 것을 보고한 바 있다.

본 절 분류군들의 수과 표면 미세구조는 일부 분류군간에 뚜렷한 차이가 나타난다 (Table 3). 수과 표면에 미세한 유두상 돌기가 표면 전체에 고르게 분포하는 유형 (Fig. 5A)은 *P. senticosum* var. *senticosum*, *P. bungeanum*, *P. dichotomum* var. *angustissimum* (Hook. f.) C. W. Park에서 나타나며, 유두상 돌기가 anticlinal wall을 따라 망상으로 배열하는 유형 (Fig. 5B)은 본 절 분류군 중 유일하게 *P. thunbergii* var. *thunbergii*에서 나타난다 (Table 3). Anticlinal wall이 두껍게 비후되면서 수과 표면에 파상 굴곡이 존재하는 유형 (Fig. 5C)은 *P. strigosum*, *P. rubricaulle*, *P. meisnerianum*, *P. dichotomum* var. *dichotomum*, *P. senticosum* var. *sagittifolium*, *P. dissitiflorum* 및 *P. praetermissum*에서 나타나며, 이들 분류군의 수과 표면 미세구조는 근본적으로 동일하나, *P. senticosum* var. *sagittifolium*, *P. dissitiflorum* 및 *P. praetermissum*의 경우에는 수과의 능선 부분에만 약한 파상의 무늬가 존재한다 (Table 3). 또한, 이들 분류군중

Fig. 4. Scanning electron micrographs of achenes in *Polygonum* sect. *Echinocaulon*. A. *P. perfoliatum*; B. *P. thunbergii* var. *thunbergii*; C. *P. arifolium*; D. *P. meisnerianum* var. *meisnerianum*; E. *P. strigosum* (trigonous achene); F. *P. strigosum* (biconvex achene); G. *P. sagittatum* (Asian population); H. *P. sagittatum* (North American population).

Fig. 5. Scanning electron micrographs of achene surfaces in *Polygonum* sect. *Echinocaulon*. A. randomly distributed tubercles (*P. dichotomum* var. *angustissimum*); B. tubercles distributed along anticlinal walls forming reticulate pattern (*P. thunbergii* var. *thunbergii*); C. thickened, sinuous anticlinal walls (*P. meisnerianum* var. *meisnerianum*); D. smooth (*P. perfoliatum*). E. *P. sagittatum* (Asian population); F. *P. sagittatum* (North American population).

P. meisnerianum, *P. dichotomum* var. *dichotomum*의 수과는 광택이 있는 반면, 나머지 5분류군의 경우 광택이 없다. 상기 분류군들을 제외한 본 연구에서 조사된 *Echinocaulon* 절 나머지 분류군들은 모두 표면 전체가 평활하고 광택이 있는 수과를 갖는다 (Fig. 5D, Table 3).

한편 *P. sagittatum*은 동아시아와 북미 동부에 격리 분포하고 있으며, 이들 두 지역 개체들은 수과 표면 미세구조에 있어 매우 복잡한 분화 양상을 나타낸다. *Polygonum sagittatum*의 경우 아시아에 분포하는 개체들은 유두상 돌기가 분포하면서 광택이 없는 수과 (type 1; Figs. 4G, 5E)를 가지나, 북미에 분포하는 개체들은 표면이 매끈하고 광택이 있는 수과 (type 4; Figs. 4H, 5F)를 가지는 것으로 확인되었으며, 이러한 결과는 Park(1988)의 관찰 결과와 근본적으로 일치하였다. 한편, *P. subsagittatum*, *P. brachypodum* 및 *P. clarkei*는 성숙한 열매가 있는 표본을 확보하지 못하여 수과의 크기 및 표면 미세구조를 관찰하지 못하였다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, *Echinocaulon* 절의 경우, 털의 종류와 분포양상, 수술의 배열상태, 밀선의 형태, 수과의 표면 미세구조는 부분적으로는 분류군내 변이를 나타내나, 본 절 또는 절내 일부 분류군을 구분하는데 매우 유용한 형질인 것으로 판단된다. 특히 본 절 분류군들은 속내 다른 절에 비해 다양한 종류의 털을 가지는 것으로 밝혀졌으며, 총생모와 성상모는 여귀속내에서 본 절 분류군에만 특징적으로 분포하는 것으로 확인되었다.

사 사

본 연구는 한국과학재단 핵심전문 연구비(KOSEF 981-0513-065-2)의 지원에 의하여 수행되었으며, 재료 채집에 많은 도움을 준 Shu-Chuan Hsiao에게 감사드립니다. 또한 본 연구를 위해 귀중한 표본을 대여해 준 BH, L, MICH, MO, NY, US, R 등 여러 표본관 관계자들에게 깊은 감사를 드립니다.

인 용 문 헌

- Greene, E. L. 1904. Certain polygonaceous genera. Leaflet. Bot. Observ. Crit. 1:17-32.
- Haraldson, K. 1978. Anatomy and taxonomy in Polygonaceae subfam. Polygonoideae Meisn. emend. Jaretzky. Symb. Bot. Upsal. 22:1-95.
- Houttuyn, M. 1777. Natuurlijke Historie 8. De Erven Van F. Houttuyn, Amsterdam.

- Lersten, N. R. and J. D. Curtis. 1992. Foliar anatomy of *Polygonum* (Polygonaceae): Survey of epidermal and selected internal structures. *Pl. Syst. Evol.* 182:71-106.
- Meisner, C. F. 1832. Synopsis Polygonearum. In *Plantae Asiaticae Rariores*. N. Wallich (ed.). Vol. 3. Pp. 53-65.
- Park, C.-W. 1988. Taxonomy of *Polygonum* section *Echinocaulon* (Polygonaceae). *Mem. New York Bot. Gard.* 47:1-82.
- Ronse Decraene, L.-P. and J. R. Akeroyd. 1988. Generic limits in *Polygonum* and related genera (Polygonaceae) on the basis of floral characters. *Bot. J. Linn. Soc.* 98:321-371.
- _____, S.-P. Hong and E. Smets. 2000. Systematic significance of fruit morphology and anatomy in tribes Persicarieae and Polygoneae (Polygonaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 134:301-337.
- Soják, J. 1974. Bemerkungen zur Gattung *Truellum* Houtt. (Polygonaceae). *Preslia* 46:139-156.
- Spach, È. 1841. Famille des Polygonées. *Histoire naturelle des végétaux. Phanérogames* 10:518-542.

Morphology of hairs, flowers, and achenes of *Polygonum* section *Echinocaulon* Meisn. (Polygonaceae)

Kim, Min-Ha, Myounghai Kwak, Jinsung Song,
Sang Jun Lee, Mi-Jeong Yoo, and Chong-Wook Park*
(School of Biological Sciences, College of Natural Sciences,
Seoul National University, Seoul 151-742, Korea)

Abstract

In the present study, morphology of hairs, flowers, and achenes of *Polygonum* sect. *Echinocaulon* are examined. Six types of hairs were found in the section; (1) simple unicellular hair, (2) filiform simple multicellular hair, (3) tufted hair, (4) sessile stellate hair, (5) stalked multicellular glandular hair, and (6) peltate multicellular glandular hair. The stamen number varies from four to nine, and shows intra- and interspecific variation. Stamens are inserted at the base of the perianth in one or two whorls, and nectaries are present near the base of the inner stamens. Achenes are trigonous or biconvex and this character is relatively constant within each taxa. However, in *P. strigosum* both types rarely occur on the same plant. Four types of achene surfaces were recognized. Achene surfaces are either (1) with randomly distributed tubercles, (2) with tubercles distributed along anticlinal walls forming reticulate pattern, (3) with thickened, sinuous anticlinal walls, or (4) smooth, depending on taxa. Hair types and their distribution, the number and arrangement of stamens, nectary shapes, and achene surface characteristics appear to be useful in delimiting the taxa in the section.

Key words: *Polygonum* sect. *Echinocaulon*, hair, stamen, nectary, achene surface

*Corresponding author: Phone: +82-2-880-6681, FAX: +82-2-872-6881,
e-mail: parkc@plaza.snu.ac.kr