

한국산 마속(*Dioscorea*) 마절과 부채마절 식물의 분류학적 연구: 미세구조 및 화학적 접근

오 용 자 · 이 창 숙 · 이 회 정
(성신여자대학교 생물학과)

A systematic study on *Dioscorea* sects. *Enantiophyllum* and *Stenophora* in Korea: Microstructure and chemistry

Oh, Yong Cha, Chang Shook Lee and Hee Jung Lee
(Department of Biology, Sungshin Women's University, Seoul 136-742, Korea)

Abstract

In this study, the systematic relationships of the two species (*Dioscorea japonica* and *D. batatas*) of section *Enantiophyllum* and the four species (*D. nipponica*, *D. quinqueloba*, *D. tenuipes*, and *D. tokoro*) of section *Stenophora* were investigated on the bases of morphological, microstructural, and chemical characters. The six Korean *Dioscorea* species of the sections *Enantiophyllum* and *Stenophora* were classified and identified.

서 론

마과(Dioscoreaceae)는 백합목(Liliales)에 속하는 덩굴성 다년생 초본으로, 10속 650여 종이 열대와 아열대 지역에 널리 분포하며 동아시아, 지중해 연안과 미주 지역에 분포한다(Li *et al.*, 1978; Cronquist, 1981; Ohwi, 1984).

Brown(1819)은 *Dioscorea*, *Rajania*와 *Tamus*의 3屬을 함께 마과로 하였으며, Beccari(1870)는 자방의 1실 당 종자의 수에 따라 2속(*Stenomeris*와 *Dioscorea*)으로 나누었다. Bary(1877)는 마과를 뿌리의 유형에 따라 3종류로 나누었고, Hutchinson(1934)은 *Trichopus*, *Avetra*를 *Trichopodaceae*로, *Stenomeris*를 *Stenomeridaceae*로 3속을 마과에서 분리시켰고, Burkill(1960)은 마과를 자웅동주와 자웅이주로써 *Paradioscoreae*族내에 3屬(*Stenomeris*, *Avetra*와 *Trichopus*)을 *Dioscoreae*族내에 3屬(*Dioscorea*, *Rajania*와 *Tamus*)을, 포함시켜 2족으로 나누었으며 뿌리의 유

형과 종자 막질 날개의 모양을 기준으로 마屬(*Dioscorea*)을 23개의 절로 나누었다. 그 외 많은 학자들이 일부 형태적 특징인 영양기관과 생식기관의 모양, 크기와 색깔, 배열, 털의 유무, 발육 정도와 잎차례(Makino, 1888, 1889), 잎의 모양(Makino, 1888, 1889; Matsuno, 1918), 꽃이 피는 모양, 꽃 색깔, 수술, 뿌리 유형(Bary, 1877; Burkill, 1960)과 엽병 기저부의 돌기의 유무, 주아의 유무와 종자의 막질날개(Burkill, 1960) 등으로 분류하였다. Takeuchi *et al.*(1970)은 일본산 마속 식물의 염색체수를 $2n=20, 30, 40$ 으로 조사하였으며 이로써 마屬의 일부 종을 나누기도 하였다. 대만식물지(Li *et al.*, 1978)에서는 참마(*D. japonica* Thunb.)를 잎의 형태를 기준으로 여러 변종(var. *japonica*, var. *oldhamii* Uline ex Kunth., var. *pseudojaponica* [Hayata] Yamamoto와 var. *vera* Prain & Burk.)으로 나누었다.

우리나라 마과 식물의 연구는 Palibin(1901)이 각시마(*D. tenuipes* Fr. et Sav.)를 처음 기록하였고 Nakai(1911, 1952)는 7종으로, Mori(1921)는 8종 1변종을 기록하였으나, 현재 마屬은 4절 중 마節(sect. *Enantiophyllum*), 부채마節(sect. *Stenophora*), 국화마節(sect. *Brachystigma*)과 둥근마節(sect. *Opsophyton*)에 속하는 8種이 분포한다고 보고되고 있다 (Burkill, 1960; 이, 1980).

마屬 식물은 산약(山藥)이라 하여 강장, 지혈제의 약재로 알려져 있으며, 참마와 마는 약용과 식용으로 널리 사용되고 있다 (이, 1974). 마節과 부채마節은 뿌리 유형과 주아의 유무로 뚜렷이 나누어 진다. 즉, 마節에 속하는 분류군들은 직근이고 주아가 있으며, 부채마節에 속하는 분류군들은 뿌리가 옆으로 뻗고 주아가 없다 (Burkill, 1960). 그러나 두 절에 속하는 대부분의 종들은 잎의 변이가 매우 크고 외부형태적으로 유사하며, 지역적인 변이를 포함하여 같은 집단 내에서 뿐만 아니라 동일 개체의 상·하부위에 따라 형태의 변이가 심하다. 특히, 생육지의 환경에 따라 개체의 크기, 잎의 모양, 잎차례, 근생엽, 경생엽, 위치에 따라 소엽의 크기 및 결각의 상태가 다양하여 마節 식물의 분류에 있어서 상기 언급된 외부형태적 특징으로 종을 구별하는데 혼란이 있어 왔다. 과거 마와 참마를 구분하는데 있어서 Makino(1888, 1889)와 Matsuno(1918)는 넓은 난형의 잎을 가진 것이 마이며, 피침상 난형의 잎을 가진 것을 참마로 하였지만, 강 등(1992)은 마와 참마를 구별하는데 한 개체 안에서 주로 아랫 부분은 넓은 난형의 잎이 있고, 윗 부분은 피침상 난형의 잎이 있어 잎모양으로만 두 종을 구별하는 것은 적합하지 않다고 보고하였다. 또한, 잎차례의 특징이 윤생(Makino, 1888, 1889; 이, 1980)이라는 점과 줄기 기부와 엽병에 자주빛(Ohwi, 1984)이 나타나는 것을 마(*D. batatas* Decne.)라 하였으나 마의 주아를 발아시킨 어린 개체에서는 윤생의 잎이 나타나지 않았고, 줄기와 엽병에 자주빛도 나타나지 않아 마와 참마의 구별에 어려움이 있음을 지적하였다(강 등, 1992). Sachs(1893)와 우리나라 임업시험연구실(1959)에서는 참마와 마를 동일종으로 취급한 바 있다.

최근 주사전자현미경에 의한 미세구조 관찰이 다른 식물들을 대상으로 많이 연구되어 왔으나 마屬 식물들에 대한 미세구조 연구는 거의 진행되지 않았다. 또한, Dahlgren *et al.*(1985)은 마과와 근연분류군인 Taccaceae의 *Tacca*屬 식물에서 flavonoid 물질을 분석하여 acylated anthocyanidin glycoside, cyanidin, pelargonidin과 myricetin이 분리되었음을 보고하였으나, 한국산 마屬 식물을 대상으로 flavonoid 성분분석을 한 연구는 없었다.

이상과 같이 마節과 부채마節 두 절에 속하는 種들은 환경 및 지역에 따른 다양한 형태변이

로 인해 과거 설정된 종들의 기준 형질로 분류군의 한계를 설정하는데 문제점이 나타나므로 강 등(1992)의 연구에서 이를 해결하고자 마속 식물의 마절과 부채마절의 계통을 밝혀보았으나 당시 연구에 사용된 재료는 참마가 채집되지 못한 상태에서 문헌상 구별되는 형질로 마를 혼돈하여 다루었으므로 이를 보완하고 당시 다루지 못하고 형태적 형질을 보완할 수 있는 미세구조 및 화학적 형질인 flavonoid 성분 등의 분석이 절실히 요구되어 결과들을 비교분석하여 그 결과를 바탕으로 마속식물의 유연관계를 밝히고자 한다.

재료 및 방법

실험에 사용된 재료는 1991년 5월부터 1994년 9월까지 강원도에서부터 제주도까지 각 지역에서 채집한 것을 사용하였고, 실험에 사용된 증거표본은 성신여자대학교 자연과학대학 생물학과 식물표본실에 보관하였다. 그 밖에 참고재료는 서울대학교 농업생명과학대학(SNUA), 성균관대학교(SKK), 이화여자대학교, 강원대학교와 원광대학교 표본실의 식물표본을 사용하였다. 실험에 사용된 재료는 Table 1과 같다.

과거 한국산 마절과 부채마절의 분포에 있어 박(1949), 정(1962), 이(1976), 이(1972, 1980)와 오(1983) 등에 의하여 중부, 남부 이남의 각지에 분포하는 것으로 기재되었던 마절과 부채마절의 분포도를 1991-1994년 현재까지 채집하여 작성된 석엽표본과 강원대학교, 서울대학교, 성균관대학교, 이화여자대학교와 원광대학교 표본실에 소장된 표본 약 2,000점의 표본 조사 결과에 따라 작성하였으며 아울러 개화시기와 결실기를 조사하였다.

외부형태학적 형질로는 잎차례, 잎의 길이와 나비, 엽병의 길이, 잎의 주맥수를 각각 일정 마디의 잎을 20개체에서 조사하였고, 꽃은 화피의 길이와 나비, 암술과 수술의 길이, 암·수꽃의 색, 털의 유무, 꽃의 전체 모양과 자방의 털의 유무를 조사하였다. 열매는 길이, 나비, 두께를 조사하였으며 종자의 수와 막질날개유형을 조사하였다. 기재에 따르는 용어는 Radford (1986)를 따랐다.

해부학적 형질로 잎의 표피형 관찰로는 광학현미경 관찰에서 각 개체중 완전히 성장한 개체의 아랫부분의 일정 부위의 잎을 취하여, 잎 중앙부의 앞면(adaxial surface)과 뒷면(abaxial surface)의 표피를 긁어 표피형을 비교 관찰하였다. 기공의 길이와 나비(μm)는 표피에 나타난 기공을 20개 이상 측정하여 평균치를 구하였으며 주사전자현미경 관찰에서 각 재료의 잎을 0.2M phosphate buffer로 수세하여 2.5% glutaraldehyde로 4℃에서 1시간 고정한 후 10분 간격으로 2회 phosphate buffer로 수세 후, 1% OsO_4 용액에 4℃에서 1시간동안 고정하였고, phosphate buffer에 다시 2회, 10분 간격으로 수세 후 탈수하였다. 전과정을 거친 재료를 critical point dryer로 탈수한 후 stub에 고정시켜 ion sputtering device(JFC-1100E)로 gold coating하여 SEM(Jeol JSM-5300LV)으로 20 kV에서 관찰하였다. 잎, 엽병, 줄기의 조직학적 형질은 각 개체 중 완전히 성장한 개체의 잎 주맥부, 줄기와 엽병의 일정 부분을 절취하여 FAA 용액에 고정한 후 microtome(Makamura 016520)을 사용하여 10-15 μm 로 절단하여 광학현미경(Olym-

Table 1. Collection data for *Dioscorea* species used in this study. SU, Seoul; KG, Kyonggido; KW, Kangwondo; Ch'N, Ch'ungch'ongnamdo; CN, Chollanamdo; CB, Chollabukdo; KN, Kyongsangnamdo; KB, Kyongsangbukdo; CJ, Isl. Cheju.

Taxa	Localities and dates
Sect. <i>Enantiophyllum</i>	
<i>D. japonica</i> Thunb. (참마)	CJ: Namcheju-gun, Anduck-myon, Chungmun (Sept. 10, 1994).
<i>D. batatas</i> Decne. (마)	KG: Hwasong-gun (Aug. 15, 1993), Kap'yong-gun (Aug. 10, 1993), Kwangreung (Aug. 14, 1991; July. 30, 1994).
	SU: Mt. Suraksan (Aug. 7, 1993), Tobong-gu (Aug. 7, 1993, Oct. 1, 1993), Sungshin Women's Univ. (Aug. 25, 1993).
	Ch'N: Mt. Kyeryong (Sept. 24, 1994).
	CB: Naebyunsan (June 26, 1991; Aug. 6, 1994), Naesosa (Aug. 6, 1994), Mt. Naejang (May 23, 1994).
	CN: Mt. Paekyang (May 23, 1994), Wando-gun (July 21, 1993).
	KB: Mt. Kumo (July 9, 1994).
	KN: Isl. Namhae, Mt. Kumsan (Aug. 31, 1994).
	KW: Ch'unch'un-shi (Aug. 10, 1993), Hongch'on-gun (Aug. 14, 1994), Mt. Sorak (Aug. 14, 1994), Hoengsong-gun (Aug. 24, 1994).
	CJ: Sogwip'o-shi (Sept. 10, 1994).
Sect. <i>Stenophora</i>	
<i>D. nipponica</i> Makino (부채마)	KG: Kwangreung (May 7, 1994; July 30, 1994), Mt. Soyo (July 30, 1994), P'och'on (July 14, 1994).
	KW: Hongch'on-gun (Aug. 14, 1994), Mt. Maebong (Aug. 14, 1994), Mt. Sorak (Aug. 14, 1994), Mt. Tuta (May 31, 1992).
	Ch'N: Mt. Keryong (May 18, 1991).
	CN: Mt. Paekyang (May 23, 1994).
<i>D. quinqueloba</i> Thunb. (단풍마)	CB: Naebyunsan (Aug. 6, 1993), Mt. Moak (Aug. 6, 1994).
	KN: Mt. Kumsan (Aug. 31, 1994).
	CJ: Sogwip'o-shi (Sept. 11, 1994).
<i>D. tenuipes</i> Fr. et Sav. (각시마)	CB: Mt. Moak (Aug. 6, 1994).
<i>D. tokoro</i> Makino (도꼬로마)	KB: Mt. Kumo (July 9, 1994).

pus BH)으로 관찰하였다.

Flavonoid 성분분석은 앞에서 추출한 물질을 TBA와 HOAc에 2차전개후 UV light에서 dark purple인 spot만을 선별하여 암모니아 증기를 뿌린 후 색변화와 R_f 값을 구별하였다. 색의 변화와 UV spectrophotometer를 사용하여 흡광도를 측정하여 flavonoid 물질을 비교 분석하였다 (Mabry *et al.*, 1970; Harbone, 1973). Flavonoid의 분석에 사용한 용어와 실험방법은 Mabry *et al.* (1970), Harbone(1973), Harbone *et al.*(1975)을 따랐으며 오와 이(1994) 방법의 일부를 응용

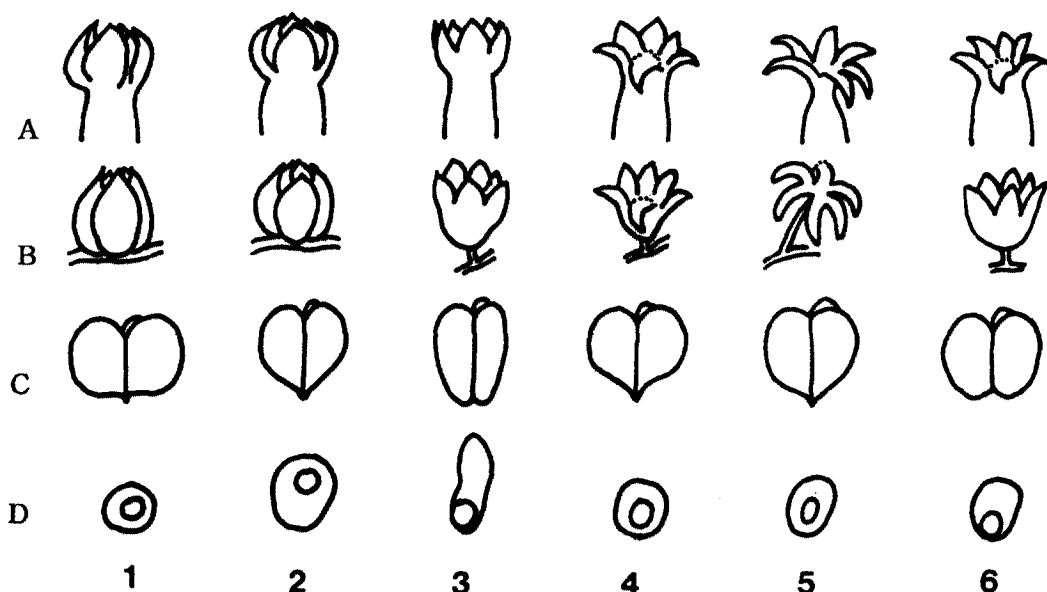


Fig. 1. Flower, fruit, and seed types of the genus *Dioscorea*. 1. *D. japonica*; 2. *D. batatas*; 3. *D. nipponica*; 4. *D. quinqueloba*; 5. *D. tenuipes*; 6. *D. tokoro*. A. Female flower; B. Male flower; C. Fruit; D. Seed.

하여 실시하였다.

결 과

한국산 마科 마屬 마節 2종과 부채마節 4종의 식물에 대한 외부형태학적, 해부학적 형질, 잎의 표피형과 flavonoid 성분 분석 결과는 다음과 같다.

외부형태학적 형질검토: 마節과 부채마節의 식물은 다년생 덩굴성이며 뿌리가 다육질이고, 자웅이주로 암꽃화서는 수상화서로 아래로 처지고, 수꽃화서는 총상화서이거나 원추화서로 위로 선다. 꽃은 내화피 3장, 외화피 3장으로 이루어진 통꽃이며 내화피보다 외화피의 길이와 나비가 크다. 두節에 속하는 대부분 종들의 개화시기와 결실기는 7월 초부터 9월 말까지이지만 도꼬로마는 6월 초부터 7월 중으로 다른 6종의 식물중 개화와 결실이 가장 빠르다. 열매는 3개의 날개를 가지는 삭과로 열매 안에 막질날개가 있는 종자가 자방 1실에 2개씩 들어 있다.

마節 내의 참마와 마는 잎에 털이 없고 엽병 기부에 돌기가 없으며 참마의 잎차례는 주로 호생을 하며 화서가 나오는 부분에서 대생이 나타나기도 하지만 윤생은 나타나지 않는다. 마는 줄기의 아래부분에는 호생, 주로 대생이며 화서가 나오는 부분에서는 윤생을 나타낸다. 부

Table 2. General characteristics of *Dioscorea* species in Korea.

Characters	<i>D. japonica</i>	<i>D. batatas</i>	<i>D. nipponica</i>	<i>D. quinqueloba</i>	<i>D. tenuipes</i>	<i>D. tokoro</i>
Root type	swollen	swollen	rhizome	rhizome	rhizome	rhizome
Leaf arrangement	swollen alternate, opposite	swollen alternate, whorled, opposite	rhizome alternate, whorled	rhizome alternate	rhizome alternate	rhizome alternate, whorled
Leaf shape	lanceolate	deltoid-ovate	palmate	palmate	deltoid-ovate	widely ovate
Hair distribution	absent	absent	leaf, ovary, perianth	leaf, ovary	absent	leaf, flower
Flower color	white	yellowish-white	yellowish-green	yellowish-orange	yellowish-green	yellowish-green
Spine	absent	absent	absent	present	present	absent
Tuber	present	present	absent	absent	absent	absent
Seed wing	marginated	marginated	one side (long)	marginated	not confirmed	one side

Table 3. Quantitative measurements of external morphological characters of *Dioscorea* species in Korea.

Characters	<i>D. japonica</i>	<i>D. batatas</i>	<i>D. nipponica</i>	<i>D. quinqueloba</i>	<i>D. tenuipes</i>	<i>D. tokoro</i>
Leaf nerve number	9	9, 11	7, 9, 11	7, 9, 11	9, 11	9
Petiole (cm)	1.7-4.0-5.9*	2.1-5.1-9.0	2.5-7.3-11.5	2.3-4.7-8.1	2.2-4.1-6.5	5.5-7.7-11.5
Leaf length (cm)	9.1-10.9-19.5	4.0-8.0-12.9	4.9-10.5-16.5	5.0-10.1-14.8	5.5-8.4-10.5	5.6-7.8-9.6
width (cm)	3.3-5.1-7.8	3.3-6.5-9.2	3.8-8.4-13.7	3.9-8.9-14.3	4.2-6.3-7.7	4.7-5.8-8.1
Pistil length (mm)	0.5-0.7-1.0	0.8-1.0-1.2	1.0-1.3-1.6	0.8-1.0-1.1	0.9-1.1-1.4	0.8-1.0-1.2
Stamen length (mm)	1.0-1.1-1.4	0.6-0.7-0.8	0.7-0.8-0.9	0.8-1.03-1.4	0.3-0.6-0.9	0.6-0.8-1.1
Fruit length (mm)	14.2-16.0-16.5	13.5-16.1-18.0	17.8-19.5-21.5	11.0-13.5-15.2	not available	15.0-17.0-20.0
width (mm)	24.5-26.0-28.0	15.6-19.0-20.4	12.2-14.8-18.2	12.0-15.5-19.0	not available	16.5-21.0-25.0
Seed diameter (mm)	2.0-2.6-3.5	2.2-3.6-4.4	3.8-5.0-6.0	1.3-2.4-3.3	not available	2.2-4.0-4.6
Seed wing (mm)	2.0-2.8-3.5	2.6-5.1-6.5	2.2-3.5-7.0	0.7-1.1-2.0	not available	2.0-2.8-4.1

* Minimum - Average - Maximum

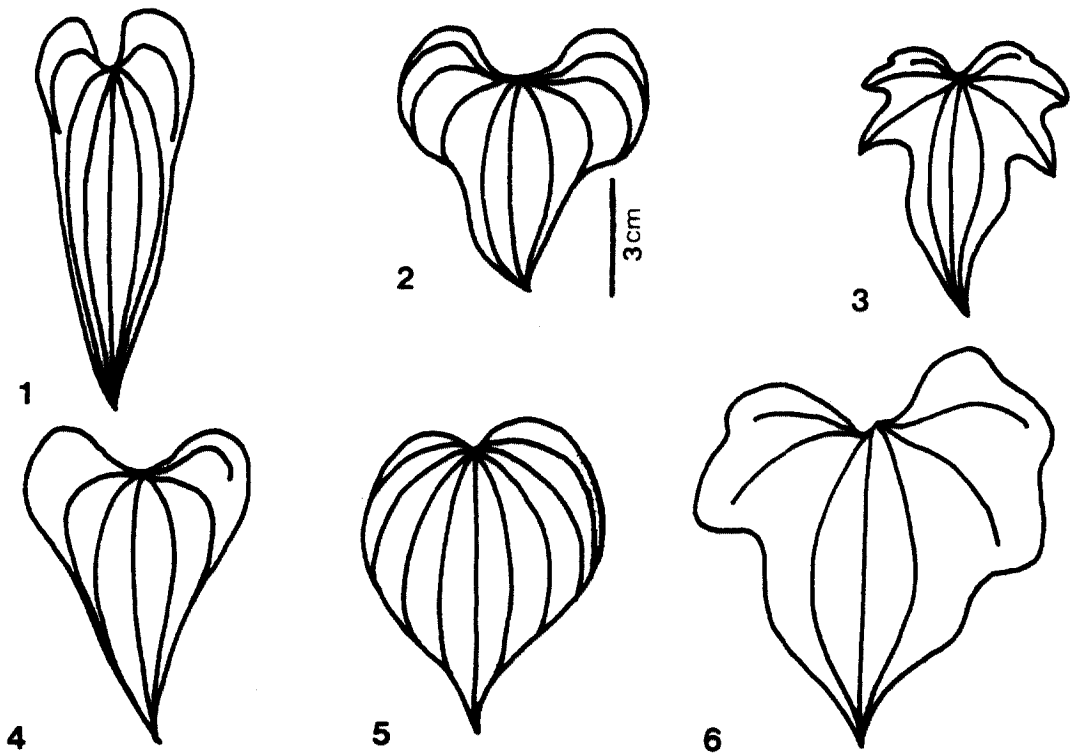


Fig. 2. Leaf patterns of the genus *Dioscorea*. 1. *D. japonica*; 2. *D. batatas*; 3. *D. nipponica*; 4. *D. tenuipes*; 5. *D. tokoro*; 6. *D. quinqueloba*.

채마節 내의 부채마와 도꼬로마의 잎 뒷면에는 털이 분포하고 있는데 부채마는 잎맥이 뒤쪽으로 두드러지며 털의 분포가 조밀하여 단풍마와 구별된다. 또 단풍마와 각시마는 엽병 기저부에 1-10 mm의 가시돌기가 있어 부채마와 도꼬로마와는 뚜렷이 구분된다. 부채마와 도꼬로마는 줄기의 아랫부분의 잎차례는 윤생이나 주로 호생이며, 단풍마와 각시마는 주로 호생이다.

완전히 성장한 개체의 잎의 모양이 참마는 귀가 발달하지 않은 장란형, 마는 귀가 발달한 화살촉의 모양이며 부채마와 단풍마는 잎의 모양이 5-7갈래로 갈라진 손바닥 모양을 하고 있고 각시마와 도꼬로마는 넓은 난형이다. 부채마는 잎 중앙과 좌우 열편의 끝이 뾰족하고, 단풍마는 중앙 열편의 끝이 갑자기 뾰족해지며 좌우 열편의 끝은 무디다. 각시마의 잎의 끝이 길게 뾰족해지는 것이 특징이며 도꼬로마의 잎은 모양이 넓은 난형으로 끝이 뾰족하다 (Fig. 1).

마節과 부채마節에서 잎의 평균 길이가 10.9 cm인 참마가 가장 길었으며, 도꼬로마가 7.8 cm로 가장 짧았다. 잎의 평균 나비는 8.9 cm인 단풍마가 가장 넓었으며, 참마가 5.1 cm로

Table 4. Perianth size (minimum-average-maximum) of *Discorea* species in Korea. All units are in mm.

Taxa		Outer perianth		Inner perianth	
		Length	Width	Length	Width
<i>D. japonica</i>	♀	1.48-1.63-2.00	0.88-1.14-1.28	1.08-1.29-1.73	0.85-0.97-1.08
	♂	2.00-2.25-2.45	1.13-1.35-1.50	1.30-1.68-2.00	0.75-1.00-1.13
<i>D. batatas</i>	♀	0.90-1.16-1.45	1.10-1.20-1.40	0.65-0.95-1.20	0.73-0.96-1.30
	♂	1.10-1.38-1.83	0.98-1.14-1.33	0.93-1.01-1.15	0.60-0.88-1.03
<i>D. nipponica</i>	♀	1.05-1.56-2.05	0.33-0.73-0.86	1.05-1.36-1.63	0.36-0.60-0.70
	♂	1.63-2.06-2.50	0.85-1.06-1.30	1.50-1.68-2.00	0.80-0.99-1.13
<i>D. quinqueloba</i>	♀	1.80-2.21-2.55	0.95-1.21-1.50	1.60-2.01-2.50	0.98-1.26-1.50
	♂	1.50-2.15-2.43	0.88-1.05-1.25	1.75-2.07-2.25	0.78-0.98-1.13
<i>D. tenuipes</i>	♀	1.25-1.46-1.80	0.48-0.63-0.73	1.15-1.30-1.75	0.33-0.47-0.60
	♂	1.13-1.63-2.30	0.45-0.59-0.70	1.00-1.35-1.63	0.30-0.53-0.68
<i>D. tokoro</i>	♀	0.75-1.15-1.45	0.23-0.40-0.55	not available	not available
	♂	1.53-1.94-2.30	0.65-0.84-1.05		

가장 좁게 나타났다 (Table 3).

마節과 부채마節을 구별할 수 있는 큰 특징으로 뿌리의 유형, 주아의 유무 외에 꽃의 모양과 색깔 등이 있다. 마節 식물은 화피가 활짝 퍼지지 않으며 참마는 순백색, 마는 상아색의 꽃을 가진다. 부채마節의 식물에서 부채마의 암꽃 화피와 단풍마의 암·수꽃 화피는 평행으로 활짝 피고, 각시마의 암·수꽃 화피는 활짝 피어 뒤로 젖혀지며, 도꼬로마와 부채마의 수꽃 화피는 종형(campanulate)으로 핀다. 그리고 부채마, 각시마와 도꼬로마의 꽃의 색깔은 연두색이고 단풍마는 주황색을 띄고 있으며, 단풍마의 암·수꽃에는 독특한 암모니아성 냄새가 있어 다른 부채마節의 식물과 구별할 수 있다 (Fig. 2, Table 2). 두節에 속하는 종들의 내화피와 외화피 각각의 길이는 비슷하나 각시마는 화피의 나비가 가장 좁다 (Table 4).

참마의 열매의 모양은 넓고 각이 진 타원형이고, 마는 도란상 구형이며, 부채마는 길쭉한 도란형, 단풍마와 각시마의 열매는 넓은 타원형으로 종자에 막질날개를 가지며 각시마와 도꼬로마는 넓은 도란형의 열매를 가진다. 종자의 모양에서 부채마는 종자의 한쪽에만 막질날개가 발달하였고 다른 종들은 종자의 둘레 전체에 막질날개를 가진다 (Fig. 2).

열매의 평균 길이와 나비는 참마가 16.0 mm×26.0 mm, 마가 16.1 mm×19.0 mm, 부채마가 19.5 mm×14.8 mm, 단풍마가 13.5 mm×15.5 mm, 도꼬로마가 17.0 mm×21.0 mm로 참마의 열매의 나비가 가장 넓어 다른 종과 구분되었다. 종자의 평균 크기는 참마(직경 2.6 mm, 막질날개의 길이 2.8 mm)가 마(3.6 mm+5.1 mm)보다 작게 나타났으며, 부채마(5.0 mm+3.5 mm), 단풍마(2.4 mm+1.1mm), 도꼬로마(4.0 mm+2.8 mm)로 나타났다 (Table 3).

개화기와 결실기 분석: 실제 채집과 표본조사 결과에 따라 분포도를 작성한 결과(Fig. 3) 참마는 제주도에서만 발견되었고, 마는 전국 각지에 분포하고 있으며 아울러 재배되고 있음을

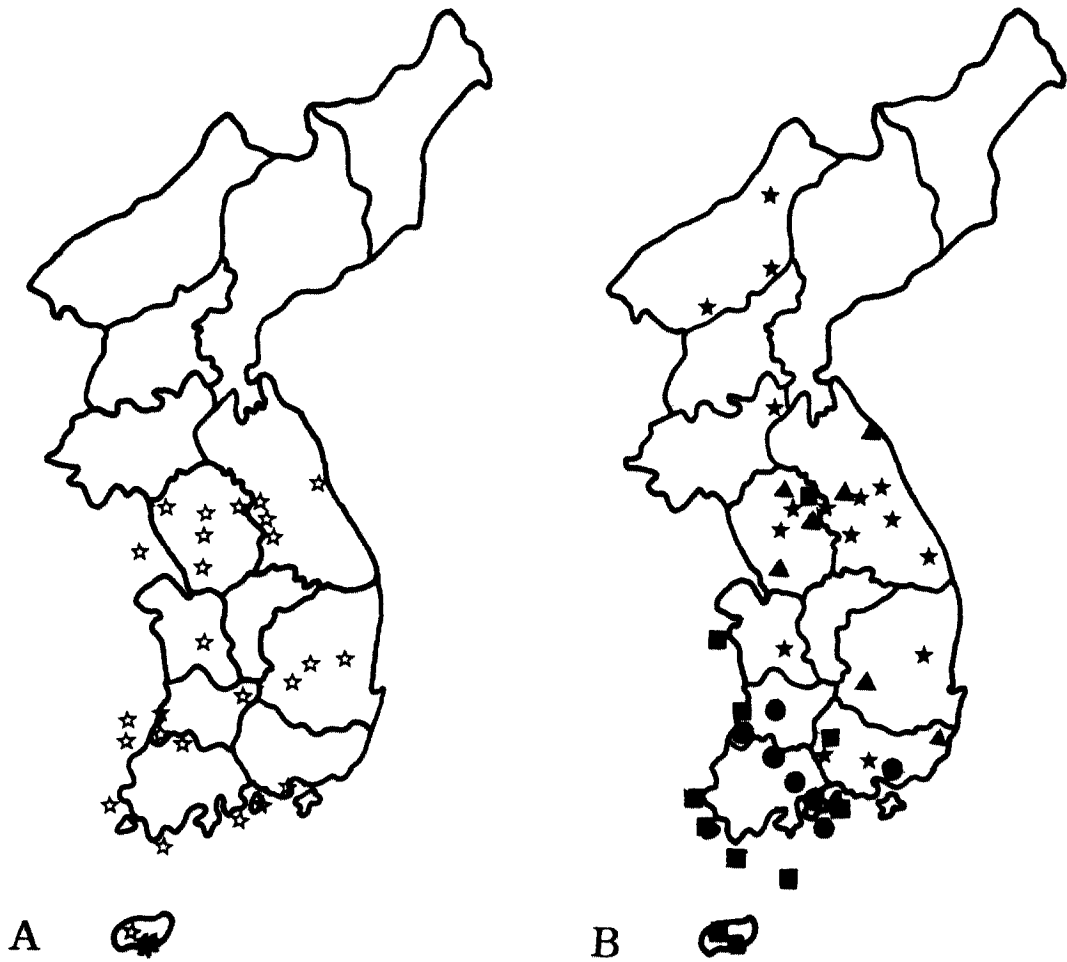


Fig. 3. Distribution map of the genus *Dioscorea* in Korea. A. Sect. *Enantiophyllum*; B. Sect. *Stenophora*. * = *D. japonica*; ☆ = *D. batatas*; ★ = *D. nipponica*; ■ = *D. quinqueloba*; ● = *D. tenuipes*; ▲ = *D. tokoro*.

Table 5. Stomatal size (minimum-average-maximum) of *Dioscorea* species in Korea.

Taxa		Stomatal apparatus		
		Length (μm)	Width (μm)	W/L
<i>D. japonica</i>	♀	20.5-28.7-36.3	12.5-17.5-21.3	0.61
	♂	17.5-27.6-33.8	13.8-16.4-20.0	0.59
<i>D. batatas</i>	♀	20.0-34.4-42.5	12.5-22.4-25.0	0.65
	♂	25.0-31.3-40.0	17.5-20.6-25.0	0.57
<i>D. nipponica</i>	♀	18.3-23.9-32.1	13.7-16.8-18.8	0.70
	♂	22.5-34.4-42.5	20.0-26.3-30.0	0.76
<i>D. quinqueloba</i>	♀	22.5-29.0-35.0	17.5-20.8-22.5	0.72
	♂	25.0-31.3-37.5	17.5-21.4-25.0	0.68
<i>D. tenuipes</i>	♀	30.0-39.4-47.5	20.0-23.6-27.5	0.60
<i>D. tokoro</i>	♀	20.0-29.5-37.5	20.0-25.3-27.5	0.86
	♂	27.5-33.8-45.0	20.0-26.4-35.0	0.78

확인하였다. 또한, 부채마는 강원, 경기, 충청, 전라도와 경상도의 넓은 지역에서 나타났고, 단풍마는 전북, 전남, 경남과 제주 등 남쪽 지역에서 나타났다. 각시마는 경남, 전북과 전남에서 나타났고, 도꼬로마는 경기, 강원과 경북지역에서 나타났다. 따라서 참마와 마, 부채마와 단풍마, 각시마와 도꼬로마의 분포지역이 구분되어 나타났다.

해부학적 형질검토: 잎의 표피형은 광학현미경 관찰로는 마節과 부채마節 식물의 잎 표피 구성 요소에서 앞면의 기본세포(fundamental cell)의 모양은 직사각형 또는 오각형으로 불규칙하고, 단조로운 세포벽을 가지며, 기공은 분포하지 않는다. 암·수개체의 기공 크기는 수개체가 암개체보다 대체로 크다. 뒷면의 기본세포의 모양은 깊은 파상의 불규칙한 모양이며, 부세포가 없는 타원형의 기공과 다세포로 이루어진 둥근 타원형(capitate)의 모용(trichome)이 있다(Plate 1). 암개체의 잎 앞면 표피세포의 기본세포의 평균 크기는 참마(길이 31.3-53.1-70.0 μm , 나비 28.8-36.0-55.0 μm)가 마(길이 42.5-80.4-130.0 μm , 나비 35.0-48.1-67.5 μm)보다 작게 나타났다. 부채마는 길이 30.0-47.5-70.1 μm , 나비 22.5-27.5-42.5 μm 이고, 단풍마는 길이 35.0-57.8-103.8 μm , 나비 22.5-33.2-42.5 μm 이며, 각시마는 길이 43.0-67.3-95.0 μm , 나비 35.0-42.5-55.5 μm 이다. 그리고 도꼬로마의 길이는 42.5-59.6-77.5 μm , 나비는 27.5-40.5-47.5 μm 로 나타났다. 암개체 표피세포의 기공의 평균크기는 참마가 길이 28.7 μm , 나비 17.5 μm 로 마(길이 34.4 μm , 나비 22.4 μm)보다 작게 나타났다. 그리고 두節에 속하는 식물들 가운데 각시마의 기공의 평균 크기는 길이 39.4 mm, 나비 23.6 mm로 가장 크게 나타났다 (Table 5).

주사전자현미경 관찰로는 마節과 부채마節 식물의 잎표피는 각피층(cuticle)이 발달하였고 표면이 거칠며, 세포벽에 각질이 발달하여 비후하고 융기되어 있다. 기공의 모양은 타원형으로 표면 위로 돌출하며 모용은 둥근타원형(capitate)으로 풍선처럼 부풀어 있었다 (Plates 2, 3).

마節과 부채마節의 해부학적 특징은 대체적으로 비슷하여 엽신의 주맥부는 배측면으로 돌출해 있고 유관속은 주맥부의 중앙에 위치한다 (Plate 4). 엽병은 골이져 있으며, 유관속은 후벽

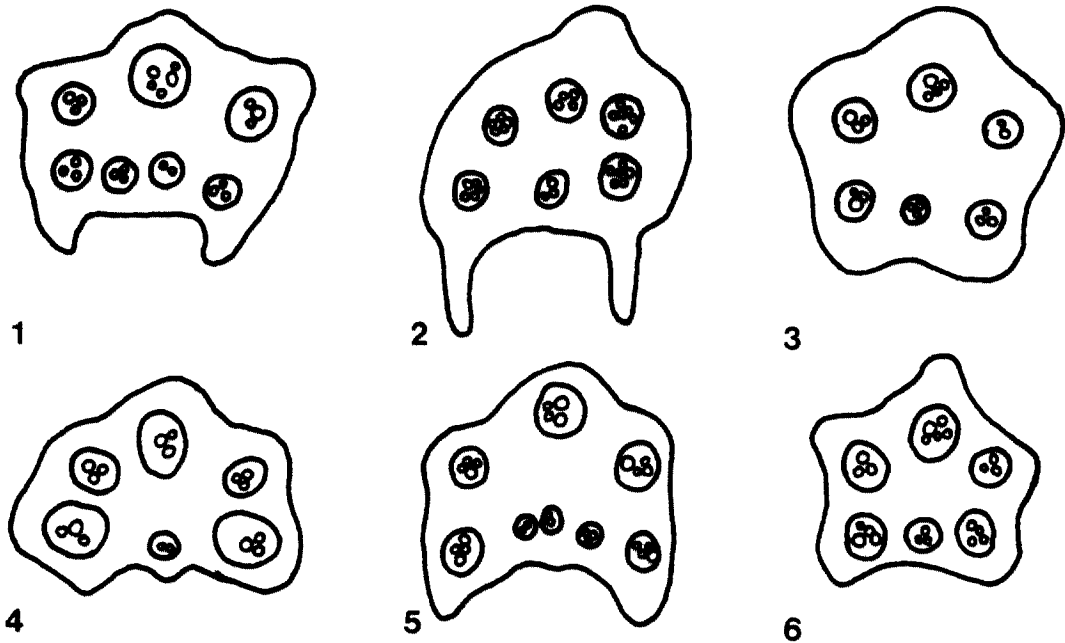


Fig. 4. Diagram of cross-section of petioles found in the genus *Dioscorea*. 1. *D. japonica* (x45); 2. *D. batatas* (x36); 3. *D. nipponica* (x20); 4. *D. quinqueloba* (x28); 5. *D. tenuipes* (x36); 6. *D. tokoro* (x53).

조직 안쪽으로 6-8개가 있다 (Fig. 4). 줄기는 후벽조직에 의해 지지되고 비후되어 있는 표피가 있고, 피층과 뚜렷하게 나누어지는 내피가 있다. 유관속은 후각조직에서 시작되며 두줄이 환상으로 배열되어 있는데 특히 부채마와 단풍마는 유관속이 조밀하게 배열되어 있다 (Plate 5).

Flavonoid 성분 분석: 마절과 부채마절의 flavonoid 성분 분석의 결과는 flavonoid계 물질 26개의 spot이 나타났다 (Table 6, Fig. 4). flavonoid 물질의 R_f 값과 UV light 하에서 dark purple로 확인된 부분에 암모니아 증기를 뿌린 후의 색깔 변화는 Table 7과 같으며, UV spectrophotometer로 분석한 결과는 Table 8에 나타내었다.

이상 얻어진 26개의 flavonoid 물질들의 R_f 값, 색 변화, UV spectrophotometric data를 분석한 결과 flavonoid type을 보면 spot 1-5, 7-9, 11, 12, 17, 18, 21, 23은 flavonol이었으며, spot 6, 10, 14-16, 19, 20, 24-26은 flavone이었고, spot 13, 22는 isoflavone이었다. 각 26개의 flavonoid type과 oxidation pattern은 Table 9에 나타내었다.

Flavonoid계 물질을 분석한 결과 마절의 참마는 spot 8, 15-22로 9개가 나타났으며, 마는 spot 1, 16, 21, 23-26으로 7개가 나타났고, flavonoid type은 flavone과 flavonol이 주가 되었다. 참마와 마의 공통되는 spot는 16, 21이었다. 부채마절의 부채마는 spot 1-9로 9개가 나타났고 단풍마는 spot 1, 2, 5, 6이 나타났으며, 부채마와 단풍마에서는 spot 1, 2, 5, 6, 10이 공통된 성

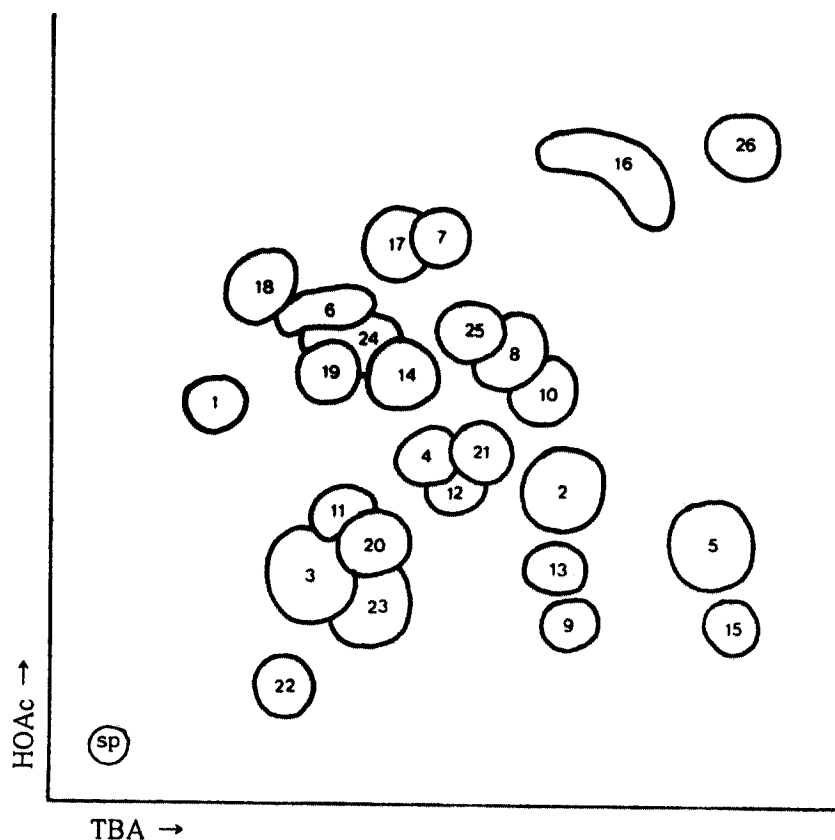


Fig. 5. Composite chromatogram of leaf flavonoids in Korean species of *Dioscorea*.

분으로 flavonol과 flavone이 주가 되었다. 각시마는 spot 2, 7, 9가 나타났으며, 도꼬로마는 spot 1, 2, 8, 11-14가 나타나 각시마와 도꼬로마는 spot 2를 공통으로 가졌다. 부채마節내 4종에서 공통으로 가지는 flavonoid계 물질은 spot 2로 oxidation pattern이 4'-OH, B-ring-O-diOH인 flavonol이었다 (Tables 6, 9).

이상의 결과 마節에 속하는 참마와 마의 공통되는 flavonoid spot는 16, 21이었고 부채마節의 부채마, 단풍마, 각시마와 도꼬로마에서만 나타나는 spot는 2였다 (Tables 7, 9). 또한 flavonoid 성분의 암·수개체의 차이를 볼 때, 참마는 spot 22가 암개체에서만 나타났으며, 마는 spot 1과 26이 암개체에서만 나타났고, 부채마는 spot 2, 5-9가 암개체에서만 나타났다 (Table 6). 마屬의 마節과 부채마節에 속하는 식물은 대체로 수개체보다 암개체에서 flavonoid 성분을 1-6개 더 많이 가지고 있는 것을 알 수 있었다.

Table 6. Distribution of flavonoid compounds in Korean species of *Dioscorea*.

Taxa		Spot no.																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<i>D. japonica</i>	♀	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
	♂	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>D. batatas</i>	♀	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+
	♂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-
<i>D. nipponica</i>	♀	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	♂	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. quinqueloba</i>	♀	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	♂	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. tenuipes</i>	♀	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. tokoro</i>	♀ ♂	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

검 색 표

한국산 마절과 부채마절 식물 6종에 대한 검색표는 다음과 같다.

- A. 뿌리는 다육질의 직근이며 주아가 있고 완전히 성숙한 잎은 장란형, 삼각상 난형이며 꽃은 흰색이거나 상아색이다.....마절 (sect. *Enantiopyllum*)
- B. 잎은 장란형으로 귀가 발달하지 않았고, 꽃은 흰색이다. 열매의 나비가 24-26-28 mm이며 모양은 넓고 각이 진 타원형으로 중심부가 편평하다.....참마 (*D. japonica*)
- B. 잎은 삼각상 난형으로 귀가 발달한 화살촉모양이고, 꽃은 상아색이다. 열매의 나비가 15-(19)-21 mm이며 모양은 도란상 구형으로 중심부가 볼록하다.....마 (*D. batatas*)
- A. 뿌리는 옆으로 뻗고 주아가 없으며 완전히 성숙한 잎은 장상형이거나 넓은 난형이며 꽃은 연두색이거나 주황색 또는 진노랑색이다.....부채마절 (sect. *Stenophora*)
- C. 잎은 장상형이며 줄기의 유관속이 조밀하게 배열되어 있다.
- D. 줄기의 엽병 기저부에 돌기가 있으며 잎의 뒷면에 잎맥이 두드러지지 않고 털이 적게 분포한다. 꽃은 주황색이거나 진노랑색으로 개화시에 독특한 암모니아성 냄새가 나고 수꽃의 화피는 종형(campanulate)으로 핀다.....단풍마 (*D. quinqueloba*)
- D. 줄기의 엽병 기저부에 돌기가 없으며 잎의 뒷면에 잎맥이 두드러지고 털이 조밀하게 분포한다. 꽃은 연두색으로 개화시에 독특한 암모니아성 냄새가 없고 수꽃의 화피는 평행으로 활짝 핀다.....부채마 (*D. nipponica*)
- C. 잎은 넓은 난형이며 줄기의 유관속이 조밀하게 배열하지 않는다.
- E. 줄기의 엽병기저부에 돌기가 있으며 잎에 털이 없고, 수꽃의 화피가 뒤로 젖혀진다. 잎차레는 호생이다.....각시마 (*D. tenuipes*)

Table 7. R_f values and colors of flavonoids extracted from *Dioscorea* species in Korea.

Spot no.	Color (UV + NH ₃)	R_f value	
		TBA	HOAc
1	yellow	0.47	0.54
2	green	0.57	0.42
3	dark brown	0.55	0.38
4	green	0.70	0.44
5	dark brown	0.74	0.47
6	brown	0.35	0.58
7	green	0.57	0.66
8	green	0.69	0.55
9	green	0.64	0.33
10	brown	0.61	0.57
11	green	0.64	0.41
12	brown	0.81	0.42
13	brown	0.85	0.42
14	brown	0.71	0.62
15	green	0.90	0.16
16	dark yellow	0.82	0.81
17	dark green	0.58	0.71
18	green	0.41	0.62
19	green	0.49	0.55
20	green	0.44	0.35
21	green	0.60	0.48
22	yellow	0.31	0.11
23	yellow	0.39	0.22
24	dark green	0.34	0.49
25	dark green	0.53	0.55
26	brown	0.68	0.76

E. 줄기의 엽병기저부에 돌기가 없으며 잎에 털이 있고, 수꽃의 화피는 종형(campanulate)으로 핀다. 잎차레는 주로 호생이나 줄기의 아랫부분에 윤생이 나타난다.....도꼬로마 (*D. tokoro*)

고 찰

한국산 마과 마屬의 마節과 부채마節을 나눌 수 있는 형질로는 뿌리의 모양, 주아의 유무, flavonoid type이 구별되는 형질이였다. 뿌리의 모양이 직근이고, 주아가 있으면 마節의 식물이고, 뿌리가 옆으로 뻗는 지하경이며 주아가 없으면 부채마節의 식물이다. 또한 마節은 flavonoid spot no.가 1, 8, 15-26으로 나타나며 부채마節은 1-14로 구별될 수 있었다.

Table 8. UV spectrophotometric data of flavonoids in Korean *Dioscorea* species (sh: shoulder).

Spot no.	Absorption maxima (nm)					
	MeOH	NaOMe	AlCl ₃	AlCl ₃ /HCl	NaOAc	NaOAc/H ₃ BO ₃
1	256,263sh,358	274,318,408	266,304sh,360	268,300sh,358	256,265sh,358	262,376
2	256,356	272,326,408	264,300sh,362	268,298sh,358,399sh	260,362	262,296sh,370
3	256,358	276,368	258,358	258,358	256,358	260,368
4	266,350	266,350	266,302,348	268,302,348	266,350	266,350
5	266,298sh,350,	276,302,346,396	274,304,350,396	276,302,348,396	270,298sh,356	268,350
6	272,334	282,334,400	272,300sh,336	274,303,342	278,302sh,352	274,338
7	256,269sh,298,352	272,333sh,404	264,298sh,360	266,300sh,354	250,269sh,295sh,358	260,297sh,376
8	272,332	274,297sh,372	272,298sh,336	274,304,340	272,332	272,332
9	254,296sh,354	272,328,406	258,358	258,300sh,356	256,268sh,358	260,298sh,370
10	266,298sh,350	274,326,402	266,302,348	268,302sh,348,397sh	268,302sh,352	268,307sh,350
11	256,265sh,294,358	272,328,410	262,298sh,364	262,298sh,360	258,298sh,366	260,376
12	262,298,352,	272,320,400	264,298sh,354	266,300,350	264,352	260,297sh,364
13	248sh,264	272,326,388	264,298sh,342	266,300sh,342	264,342	264,340
14	264,340	266,388	266,342	266,300sh,342	264,342	264,346
15	270,332	278,330,394	270,296sh,338	270,296sh,338	272,296sh,334	270,334
16	272,304sh,330	280,332,396	272,304sh,340	274,256sh,302,340	272,296sh,340	272,334
17	272,338	276,336sh,398	270,340	272,302,344	272,342	270,346
18	264,346	274,402	268,346	268,348	268,346	264,354
19	272,336	272,394	272,338	272,340	272,336	272,334
20	272,330	278,390	272,308sh,332	274,302sh,338	272,330	272,330
21	258,269sh,354	270,337sh,404	268,300sh,360	268,298sh,358	266,364	262,376
22	217sh,272,340	218sh,272	216sh,272,338	217sh,272,358	266	266,362
23	256,268,350	268,333sh,404	270,297sh,363sh,394	263sh,274,298sh,358,389sh		
24	272,340	282,334,404	272,344	274,300sh,348	272,354	264,368
25	254sh,268,348	270,406	270,302sh,356	272,300sh,356	268,360	262,298sh,370
26	272,328	278,336sh,392	272,330	274,300sh,336	272,338	270,338

Table 9. Flavonoid types and their oxidation patterns found in Korean *Dioscorea* species.

Spot no.	Flavonoid type	Oxidation pattern
1	flavonol	4'-OH, B-ring-O-diOH (?)
2	flavonol	4'-OH, B-ring-O-diOH (?)
3	flavonol	A-ring-O-diOH (?)
4	flavonol	
5	flavonol	7-OH (kaempferol 3-O-glycoside) (?)
6	flavone	4'-OH, 7-OH (?)
7	flavonol	4'-OH, 7-OH, B-ring-O-diOH (?)
8	flavonol	4'-OH (?)
9	flavonol	4'-OH, 7-OH, B-ring-O-diOH (?)
10	flavone	4'-OH, 7-OH(luteolin 4'-glycoside) (?)
11	flavonol	4'-OH, B-ring-O-diOH (?)
12	flavonol	4'-OH, B-ring-O-diOH, possibly 5-OH with 6-prenyl group (?)
13	isoflavone	
14	flavone	4'-OH, A-ring-O-diOH (?)
15	flavone	4'-OH (?)
16	flavone	4'-OH, 7-OH, alkali-sensitive group e.g. 6,7 or 7,8 or 3,4-diOH (?)
17	flavonol	4'-OH, 7-OH, 5-OH with 6-prenyl group (?)
18	flavonol	4'-OH, 5-OH with 6-prenyl group, A-ring-O-diOH (?)
19	flavone	4'-OH, 5-OH with 6-prenyl group (?)
20	flavone	4'-OH(apigenin 7-O-glycoside) (?)
21	flavonol	4'-OH, 7-OH, B-ring-O-diOH (?) (quercetin 4'-glycoside, kaempferol-O-glycoside)
22	isoflavone	no A-ring-OHs (?)
23	flavonol	4'-OH, 5-OH (?)
24	flavone	4'-OH, 7-OH (?)
25	flavone	4'-OH, B-ring-O-diOH (?)
26	flavone	4'-OH, 7-OH (?)

마節에 속하는 참마와 마는 Makino (1888, 1889)와 이 (1980)에 의하면 마에서만 윤생의 잎차례를 관찰할 수 있다고 하였고, Ohwi (1984)는 줄기와 엽병에 자주빛이 도는 것을 마라고 하였다. 그러나 강 등 (1992)은 주아를 발아시켜 다음 해에 성장한 마와, 햇빛이 적은 환경에서 생장하는 마에서는 윤생이 나오지 않고 자주빛을 띄지 않았다고 하였다. 금번 조사에서도 채집(제주도 서귀포)된 참마의 줄기에서 자주빛이 나타나는 것을 관찰할 수 있었기에 잎차례와 줄기와 엽병의 색을 종분류의 특징으로 하기에는 어려움이 있음이 확인되었다. 또한 Makino (1888, 1889)와 Matsuno (1918)에 의하면 참마의 잎 모양은 피침상 난형이고 마의 잎 모양은 넓은 난형으로 두 종을 구분하였으나, 마의 잎은 같은 집단내에서 뿐만 아니라 동일 개체의 상하부위에 따라서도 변이가 다양하게 나타나므로 잎의 모양으로 참마와 마를 구별하는 것은 적합하지 않다고 여겨진다. 그러나 열매의 나비가 참마는 26 mm, 마는 19 mm로 참

마가 큰 것을 관찰할 수 있어 Tominari (1984)와 Ohwi (1984)가 열매의 크기로 두 종을 나누는 특징으로 사용하였는데, 참마의 열매의 나비는 2.5-3.0 cm, 마는 1.8-2.0 cm로 측정되어 열매의 형질은 타당한 분류형질로 나타났다. 참마는 열매를 위에서 보았을 때 열매 날개의 중심부가 편평하며, 열매의 모양이 넓고 각이 진 타원형이다. 마는 중심부가 볼록하며 열매의 모양이 도란상 구형으로 관찰되었다. 참마의 종자의 막질날개는 좁고(3.2 mm), 마는 넓게(5 mm) 종자 전면을 둘러 싸고 있어 이 또한 두 종을 나눌 수 있는 분류형질이 될 수 있었다. 참마는 완전히 성장한 개체의 잎의 모양이 귀가 발달하지 않은 장란형이고, 마는 귀가 발달한 화살촉의 모양으로 Mackawa (1962)가 참마의 잎 모양이 장란형으로 끝은 날카롭고 뾰족하고, 기부는 심장상이형이라고 한 것과 마의 잎 모양이 화살촉모양으로 삼각상 난형이며 끝은 뾰족하고 기부는 창형, 심장형으로 귀가 둥글다는 의견과도 일치하였다. 꽃의 색깔도 참마가 순백색이고 마는 상아색으로 뚜렷이 구별할 수 있었다.

부채마절의 식물 4종은 잎의 모양으로 크게 2가지로 구분되는데 부채마와 단풍마는 장상형이고 각시마와 도꼬로마는 넓은 난형이다. 잎의 모양이 비슷한 부채마와 단풍마를 구별하는 특징으로는, 단풍마는 엽병의 기저부에 가시모양의 돌기가 있어 쉽게 구별되며, 꽃의 색깔이 주황색이거나 진노랑이고 암·수개체가 모두 개화시에 독특한 암모니아성 향기를 가지고 있어 부채마와 쉽게 구분된다. 부채마절의 각시마도 엽병의 기저부에 돌기가 있고 수꽃화피가 활짝 피어 뒤로 젖혀지는 특징은 비슷한 잎의 모양을 가지는 도꼬로마와 구별될 수 있다.

잎의 표피형에서 볼 수 있는 기본세포와 기공의 크기는 마가 참마보다 크게 나타났고, 부채마는 단풍마보다 기공의 크기가 약간 컸으며, 기본세포의 크기는 단풍마가 부채마보다 컸다. 각시마는 도꼬로마보다 기본세포의 크기가 크고, 기공의 길이는 길었으나 나비는 도꼬로마가 넓었다.

Flavonoid계 성분을 분석한 결과 총 26개의 spot을 얻었는데, 부채마절에 속하는 4종 식물은 spot 1-14, 마절의 2종 식물은 spot 8, 15-26이 확인되었는데 spot 8 만이 마절과 부채마절에 유일하게 공통으로 나타났다. 마절 식물에서 참마는 9개의 spot을, 마는 7개의 spot을 나타내었는데 그중 spot 16과 21은 공통으로 나타났다. 따라서 절간의 flavonoid 성분이 현저하게 달랐으며, 절내의 중간 flavonoid 성분 역시 각 종마다 다르게 나타나 flavonoid 성분이 외부형태학 및 내부형태학적 형질과 함께 안정된 형질로서 절과 종을 나누는 특징으로 이용할 수 있었다.

결론적으로 마屬의 식물은 뿌리의 유형, 주아의 유무, 잎의 모양과 크기, 열매의 모양과 크기, 꽃의 색깔 등, 영양기관 및 생식기관의 외부형태학적 특징과 각종의 개화기와 결실기 등과 함께, 표피형의 구성요소인 미세구조 특징과 flavonoid 성분 분석 결과로써 절과 종을 동정, 분류하는데 유용하게 사용할 수 있었다.

본 연구에서 확인된 결과로는 참마는 제주도에서만 발견할 수 있었고, 마는 전국 각지에서 분포하고 있으며 아울러 재배되고 있음을 확인 할 수 있어 과거 참마와 마를 혼돈하여 동일종으로 다루거나 (임업시험연구실, 1959) 다른 종으로 다루었어도 종의 동정에 있어 참마를 채집하지 못한 채 다루거나 참마와 마를 구별 못한 채 다루어진 보고 및 연구 (박, 1949; 정,

1962; 이 와 오, 1981; 오 1983; 강 등, 1992) 등이 바로잡아진다는 점에서 의미를 갖는다. 또한, 부채마, 단풍마, 각시마와 도꼬로마는 전국 각지에 분포한다고 기재(박, 1949; 이, 1972; 이, 1976; 1980; 오, 1983; 정, 1962)되어 있으나 부채마는 강원, 경기, 충청, 전라도와 경상도의 넓은 지역에서 나타났고, 단풍마는 전북, 전남, 경남과 제주 등 남쪽 지역에서 나타났다. 그리고 각시마는 경남, 전북과 전남에서 나타났고, 도꼬로마는 경기, 강원과 경북 지역에서 나타났다. 참마와 마, 부채마와 단풍마, 각시마와 도꼬로마의 분포 지역이 구분되어 나타나고 있음은 흥미로웠다. 그러므로 과거부터 현재까지 우리나라 각 지역 식물상의 목록발표(이와 오, 1982, 1983, 1984, 1985)에서의 마절과 부채마절에 속하는 6종의 분포지역은 많은 문제점을 가지고 있어 앞으로 재조사가 필요하다고 본다.

사 사

이 논문은 1994-1996년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 수행되는 제1차년도 연구 결과로, 저자는 본 연구 수행중 귀중한 자료를 제공해 주신 강원대학교 생물학과 이우철 교수님, 원광대학교 과학교육과 길봉섭 교수님과 무더운 지난 여름 전북 일대 채집시 함께 하여주신 조선대학교 생물학과 박현웅 교수님과 바쁘신 중에도 논문작성을 위하여 여러 가지로 조언해주시고 수정 보완해주신 수원대학교 생물학과 장진성 교수님께 감사드립니다.

적 요

한국산 마屬의 마節(참마[*D. japonica*]와 마[*D. batatas*])과 부채마節(부채마[*D. nipponica*], 단풍마[*D. quinqueloba*], 각시마[*D. tenuipes*]와 도꼬로마[*D. tokoro*]) 식물 6종에 대한 외부형태학적 형질의 관찰, 광학현미경과 주사전자현미경을 이용한 미세구조의 관찰 그리고 화학성분분석 형질의 비교분석으로 節과 種의 분류를 새롭게 고찰하였다. 그 결과 뿌리의 유형, 주아의 유무 등의 외부형태학적 형질, 잎 표피형의 구성요소인 기본세포, 기공의 크기, 유관속 배열과 flavonoid 물질 등을 비교분석하여 마節과 부채마節에 속하는 6종 식물의 분류 및 동정을 할 수 있었다.

인 용 문 헌

- Bary, H. A. 1877. Hofmeister's Handbook III. Vergl. Anat. Vegetat. 3: 640.
 Beccari, O. 1870. Nuovo Giornale Botanico Italiano pubblicato da O. Beccari. Vol. 2.
 Brown, R. 1819. Prodromus Florae Novae Hollandiae et Insulae van-Diemen. Vol. 1. J. Johson & Co., London.
 Burkill I. H. 1960. The organography and the evolution of Dioscoreaceae, the family of the Yam. J. Linn. Soc. Bot. 56: 319-412.

- Cronquist, A. 1981. An Intergrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, New York.
- Dahlgren, R., H. T. Clifford and P. F. Yeo. 1985. The Families of the Monocotyledons. Springer-Verlag, Berlin.
- Harbone, J. B. 1973. Phytochemical Methods. Chapman and Hall, London.
- _____, T. J. Mabry and H. Mabry (eds.). 1975. The Flavonoids. Part I & II. Academic Press, New York.
- Hutchinson, J. 1934. The Families of Flowering Plants. II. Monocotyledons. London.
- Li, H. L., T. S. Liu, T. C. Huang, T. Koyama and C. E. De Vol. 1978. Flora of Taiwan. Vol. 1. Taipei.
- Mabry, T. J., K. R. Markham and M. B. Thomas. 1970. The Systematic Identification of Flavonoids. Springer-Verlag, New York & Berlin.
- Maekawa, F., H. Hara and T. Tuyama. 1962. Makino's New Illustrated Flora of Japan. Hohuryukan Co. Ltd., Tokyo.
- Makino, T. 1888. On *Dioscorea*. Bot. Mag. (Tokyo) 2: 24-28.
- _____. 1889. On *Dioscorea*. Bot. Mag. (Tokyo) 3: 111-114.
- Matsuno, G. 1918. *Dioscorea* in Japan. J. Jap. Bot. 1: 282-286.
- Mori, T. 1921. An Enumeration of Plants hitherto Known from Corea. Government of Chosen.
- Nakai, T. 1911. Flora Koreana. Pars secunda. J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo. 31: 1-573.
- _____. 1952. A Synoptical Sketch of Korean Flora. Bull. Natl. Sci. Mus. 31: 1-152.
- Ohwi, J. 1984. Flora of Japan. Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- Palibin, J. 1901. Conspectus florae Koreae. Pars tertia. Trudy Imp. S.-Peterburgsk. Bot. Sada. 19: 103-151.
- Radford, A. E. 1986. Fundamentals of Plant Systematics. Harper and Row, New York.
- Sachs, J. von. 1893. Gesammelte Abhandlungen über Pflanzen-Physiologie. Leipzig.
- Takeuchi, Y., T. Iwao and A. Akahori. 1970. Chromosome number of some Japanese *Dioscorea* species. Acta Phytotax. Geobot. 24: 168-173.
- Tominari, T., S. Wanteri, S. Kitamura, J. Ohwi and Y. Satake. 1984. Wild Flowers of Japan. Heibonsya, Tokyo.
- 강정현, 이창숙, 오용자. 1992. 한국산 마과 마속의 *Enantiophyllum*절과 *Stenophora*절 식물의 계통분류학적 연구. 식물분류학회지 22: 255-278.
- 박만규. 1949. 우리나라 식물명감. 문교부, 서울.
- 오수영. 1983. 한국산 닭의밀쑥개과와 마과植物에 關한 植物分類·地理學的 研究. 경북대학교 논문집 36: 301-361.
- 오용자, 이창숙. 1994. 냉이의 환경에 따른 종내 변이현상에 관한 연구. 식물분류학회지 24: 1-12.

- 이덕봉. 1974. 한국동식물도감. 제15권 식물편(유용식물). 문교부, 서울.
- 이영노. 1976. 한국동식물도감 제18권 식물편 (재절식물). 문교부, 서울.
- 이창복. 1972. 약용식물도감. 농촌진흥청.
- _____. 1980. 대한식물도감. 향문사, 서울.
- 이영노, 오용자. 1981. 계방산, 소계방산과 가칠봉의 단자엽식물 조사. 한국자연보존협회보고서 20: 43-49.
- _____, _____. 1982. 상산 식물의 개화기에 관하여. 한국자연보존연구보고서 4: 49-75.
- _____, _____. 1983. 피아골의 식물상. 한국자연보존협회보고서 21: 25-37.
- _____, _____. 1984. 점봉산일대 식물조사. 한국자연보존협회보고서 22: 37-48.
- _____, _____. 1985. 함양, 백운산, 기백산과 황석산일대 식물조사. 한국자연보존협회보고서 24: 41-60.
- 임업시험연구실. 1959. 임업시험연구자료. 1: 154-155.
- 정태현. 1962. 한국식물도감 (초본부). 최신헌판사, 서울.

Explanation of Plates

- Plate 1.** LM photomicrographs of leaf epidermis of *Dioscorea* species in Korea ($\times 200$). Even numbers, adaxial surface; odd numbers, abaxial surface. 1, 2. *D. japonica*; 3, 4. *D. batatas*; 5, 6. *D. nipponica*; 7, 8. *D. quinqueloba*; 9, 10. *D. tenuipes*; 11, 12. *D. tokoro*.
- Plate 2.** SEM photomicrographs of leaf epidemis of *Dioscorea* species in Korea. Even numbers, adaxial surface; odd numbers, abaxial surface. 1, 2. *D. japonica*; 3, 4. *D. batatas*; 5, 6. *D. nipponica*.
- Plate 3.** SEM photomicrographs of leaf epidemis of *Dioscorea* species in Korea. Even numbers, adaxial surface; odd numbers, abaxial surface. 1, 2. *D. quinqueloba*; 3, 4. *D. tenuipes*; 5, 6. *D. tokoro*.
- Plate 4.** Cross-section of leaf of *Discorea* species in Korea ($\times 100$). 1. *D. japonica*; 2. *D. quinqueloba*; 3. *D. tenuipes*.
- Plate 5.** Cross-section of stem of *Dioscorea* species in Korea. 1. *D. japonica* ($\times 100$); 2. *D. batatas* ($\times 40$); 3. *D. nipponica* ($\times 40$); 4. *D. quinqueloba* ($\times 40$).

PLATE 1

PLATE 2

PLATE 3

PLATE 4