

多變量分析에 의한 韓國產 닥나무屬(*Broussonetia*)의  
分類學的 研究

金茂烈 · 金泰珍\* · 李相泰\*\*

(全北大學校 生物教育科, \*全北大學校 生物學科, \*\*成均館大學校 生物學科)

**A taxonomic study of the Korean *Broussonetia* (Moraceae)  
by multivariate analyses**

Muyeol Kim, Tae-Jin Kim\* and Sangtae Lee\*\*

(Department of Biology Education, Chonbuk National University, \*Department of Biology, Chonbuk National University, Chonju 560-756 and \*\*Department of Biology, Sung Kyun Kwan University, Suwon 440-746, Korea)

**Abstract**

From 20 individuals of *Broussonetia kazinoki*, *B. papyrifera*, and *B. kazinoki* × *B. papyrifera*, 24 leaf and flower characters were measured and assessed by the principal component analysis and the discriminant analysis. It was found that the plants widely known as *B. kazinoki* are a hybrid species, *B. kazinoki* × *B. papyrifera*. This hybrid was firstly recorded in this paper and its taxonomic description was made with some detailed illustrations.

---

\* 이 논문은 1990년도 문교부지원 한국학술진흥재단의 지방대육성 학술연구 조성비에 의하여 연구된 "韓國產 닥나무屬의 分類學的 研究"의 일부임.

**Table 1.** Collection data of the Korean *Broussonetia* taxa.

Scientific name (Korean name)	Date	Locality
<i>B. papyrifera</i> (L.) Vent. (꾸지나무)	July 25, 1992	Is. Sonyu (Chonbuk)
	May 11, 1992	Byonsan (Chonbuk)
	May 18, 1992	Is. Munyo (Chonbuk)
<i>B. kazinoki</i> × <i>B. papyrifera</i> (꾸지닥나무)	July 23, 1992	Chonju (Chonbuk)
	May 10, 1992	Mt. Jiri (Chonnam)
<i>B. kazinoki</i> Sieb. (닥나무)	July 20, 1992	Naejangsa (Chonbuk)
	April 13, 1992	Baekyangsa (Chonbuk)

## 緒 論

닥나무屬(*Broussonetia*)은 熱帶, 亞熱帶, 暖帶地方에 자라는 落葉性 喬木, 灌木, 蔓木으로 世界的으로 約 6種이 있다(Hutchinson, 1967). 蓴나무科(Moraceae)의 科內 分類는 아직도 많은 논란이 있지만 닥나무屬은 독자적인 簇인 *Broussonetia*簇(Engler, 1893; Hutchinson, 1967)에 속해 왔다가 Corner(1962)에 의해 *Artocarpeae*簇에 포함되었다가, 최근 Berg(1973, 1977, 1989)는 *Moreae*簇에 포함시켰다.

韓國에는 닥나무屬 植物이 2種이 分布하는 것으로 알려졌으며(鄭, 1957; 李, 1980), 本屬에 관해 鄭(1957)은 닥나무(*B. kazinoki*), 꾸지나무(*B. papyrifera*) 모두 雌雄同株라고 하였고, 李(1980)는 닥나무는 雌雄同株이고 꾸지나무는 雌雄異株라고 하였을 뿐, 두 種의 交雜種인 새로 命名한 꾸지닥나무(*B. kazinoki* × *B. papyrifera*)에 대한 언급이 없다. 朴(1968, 1971, 1977)은 닥나무, 꾸지닥나무, 꾸지나무의 구별없이 닥나무의 地域的 品種의 特性 및 開花현상에 관하여 研究하였다. 따라서 새로 발견된 꾸지닥나무가 닥나무 및 꾸지나무와 어떤 形態學的 차이가 있는지 數理學的 分析과 外部 形態學的 比較을 통해 種分類를 명확하게 하기 위해 本 研究를 試圖하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 材料

材料는 全北 전주, 邊山, 무너도, 선유도, 내장사와 全南 지리산, 백양사 등에서 採集한 生體 이외에 서울대학교 농과대학 표본실(SNUA), 전북대학교 표본실(JNU), 日本 동경대학 표본실(TI) 등의 석엽표본을 사용하였다(Table 1).

### 2. 形態學的 研究

小枝, 잎, 꽃, 果實, 種子 등을 관찰하여 外部形態學的 形質을 취했다. 꽃은 三眼 解剖顯微鏡으로 測定한 다음, 重要한 形質은 사진을 찍고 drawing tube를 이용하여 圖解하였다.

### 3. 數理分類學的 研究

主成分分析(Principal Component Analysis)은 分類群別로 각각 20 個體들로 부터 측정한 小枝, 잎, 꽃, 果實, 種子 等 24개의 外部形態學的 形質(Appendex 1, 2)을 標準化시킨 다음 主成分을 추출하고, 이 중 寄與率(contribution)이 높은 主成分 1, 2, 3에 대한 각 變數(形質)의 積載值(loading) 및 각 개체들의 散布圖를 구하였다(김·전, 1989).

判別分析(Discriminant Analysis)은 집단간의 차이를 가장 잘 설명할 수 있는 判別함수들의 선형결합인, 정준판別함수(Cannonical discriminant function)를 구하여 각 개체들의 判別점수를 判別공간에 plot하여 3 分類群이 식별될 수 있는지를 분석하였다(김·전, 1991).

모든 分析은 personal computer를 이용하였고 主成分分析은 SAS(Statistical Analysis System, release 6.04) 패키지의 PRO PRINCOMP을 이용하였으며, 判別分析은 PROC CANDISC를 이용하여 plot하고 PROC DISCRIM으로 표본분류하였다.

## 結 果

### 1. 主成分分析(Principal Component Analysis)

3種 60個體들을 대상으로 24개 形質들을 主成分分析한 結果는 Table 2 및 Figure 1과 2에 표시하였다. Table 2에서 보는 바와 같이 제 1主成分은 托葉의 길이(形質 1), 자화수의 직경(形質 21), 암꽃의 포 길이(形質 19), 엽신의 폭(形質 5)에 관계되며 全體分散에 대한 寄與率은 45.9%이다. 제 2主成分의 寄與率은 16.1%이며 수꽃의 포 길이(形質 10), 鋸齒의 數(形質 7), 수꽃의 화피열편 길이(형질 15), 화사 길이(형질 17)와 높은 相關을보이고 있다. 제 1主成分과 제 2主成分의 기여율은 전체 分散의 62%을 설명하고 있으며, 이 두 主成分에 대한 60個體들의 散點圖를 Figure 1에 나타내었다.

Figure 1에서 보면 닥나무는 나머지 分類群과 달리 뚜렷이 구별되었으나 꾸지닥나무와 꾸지나무는 서로 중복되게 나타나 交雜種인 꾸지닥나무는 닥나무와는 뚜렷이 구별되나 꾸지나무와 서로 형태적으로 유사함을 보여 주었다.

主成分 3은 암꽃의 花梗 길이(形質 18), 엽맥 수(形質 8), 수꽃의 화피열편 폭(形質 16), 수꽃의 화통 길이(形質 14)와 相關이 있으며 전체 分散에 대한 기여율은 9.2%이다(Table 2). 主成分 1과 主成分 3을 散點圖로 나타낸 Figure 2를 보면 닥나무는 主成分 1과 主成分 2의 散點圖처럼 나머지 分類群과 뚜렷이 구별되었으나 꾸지닥나무와 꾸지나무는 서로중복되어 나타났다.

### 2. 判別分析(Discriminant Analysis)

3種 60個體들을 대상으로 Fisher의 정준판別함수(Cannonical discriminant function)를 이용하여 分析하였다. Function 1은 托葉의 폭(形質 2), 암꽃의 포 길이(形質 19), 잎의 폭(形質 5), 자화수의 길이(形質 21) 등과 Function 2은 托葉의 길이(形質 1), 옹화수의 길이(形質 12) 및 小枝의 직경(形質 6)과 높은 상관관계를 나타내며 각각 전체분산에 94.6%와

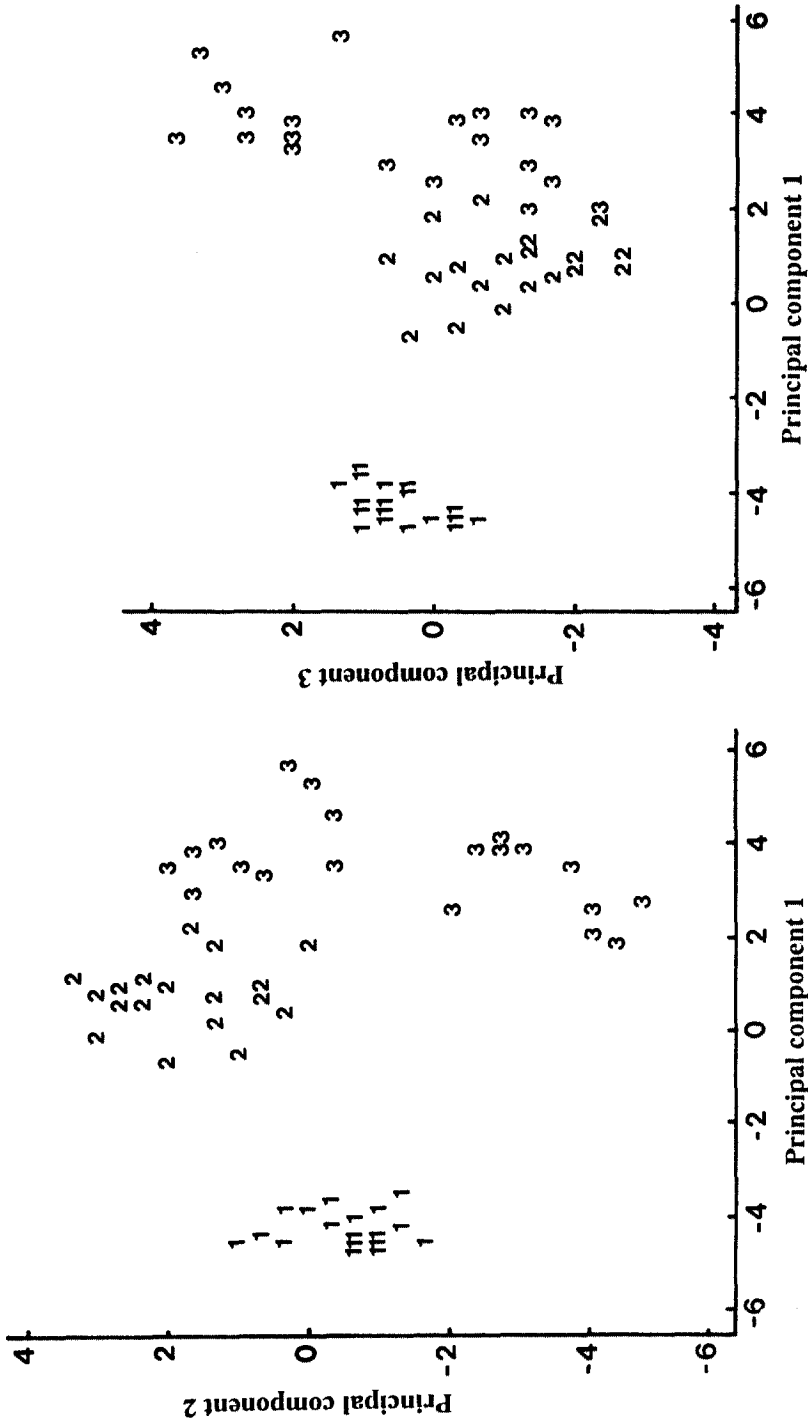
**Table 2.** Loadings of the first three principal components for the 24 characters from 60 individuals of three species of the Korean *Broussonetia*.

Character	Component		
	1	2	3
1 Stipule length	.286756*	-.039153	-.029023
2 Stipule width	.265871	-.191039	.036428
3 Leaf petiole	.235356	-.234714	.017800
4 Lamina length	.252032	-.151465	.089958
5 Lamina width	.270062*	-.102281	.131322
6 Twig diameter	.240385	-.182473	-.177107
7 Leaf teeth number	.076620	-.334093*	.282394
8 leaf vein number	.098021	.026790	.360515*
9 Male peduncle length	.208501	.123461	.253415
10 Male bract length	.144899	.378101*	.048942
11 Male bract width	.188623	.020886	.017416
12 Male inflorescence length	.264821	-.110234	.214036
13 Male inflorescence width	-.182566	.134430	.091684
14 Male perianth tube length	-.189278	.108534	.303814*
15 Male perianth segment length	.114300	.304107*	.269837
16 Male perianth segment width	.005338	.280584	.350821*
17 Filament length	.069515	.307473*	.223960
18 Female peduncle length	.142991	.196680	-.369119*
19 Female bract length	.272284*	-.005628	.052040
20 Female bract width	.201651	.250301	-.093145
21 Female inflorescence diameter	.285364*	-.047720	-.038788
22 Ovary length	.191578	.216088	-.231391
23 Ovary width	.228220	.160921	-.116523
24 Style length	.138738	.291930	-.235269
Eigenvalue	11.0153	3.8751	2.2102
Culmulative % of Eigenvalues	45.9%	16.1%	9.2%
	45.9%	62.0%	71.3%

\* characters significantly loaded to each principal components

5.5%, 총 100%를 기여하였다(Table 3).

分析結果 Figure 3에서 보듯이 3種 모두 Function 1과 2에 의해, 중복되는 부분없이 서로 뚜렷하게 判別되어 이들 分類群이 오차없이 100% 정확하게 識別될 수 있음을 나타내 주고 있다.



**Figure 1.** Plot of principal components 1 and 2 based on 60 individuals of three Korean *Broussonetia* taxa. Four individuals are hidden due to the same values. 1 represent *B. kazinoki*; 2 *B. kazinoki* × *B. papyrifera*; 3 *B. papyrifera*.

**Figure 2.** Plot of principal components 1 and 3 based on 60 individuals of three Korean *Broussonetia* taxa. Three individuals are hidden due to the same values. 1 represent *B. kazinoki*; 2 *B. kazinoki* × *B. papyrifera*; 3 *B. papyrifera*.

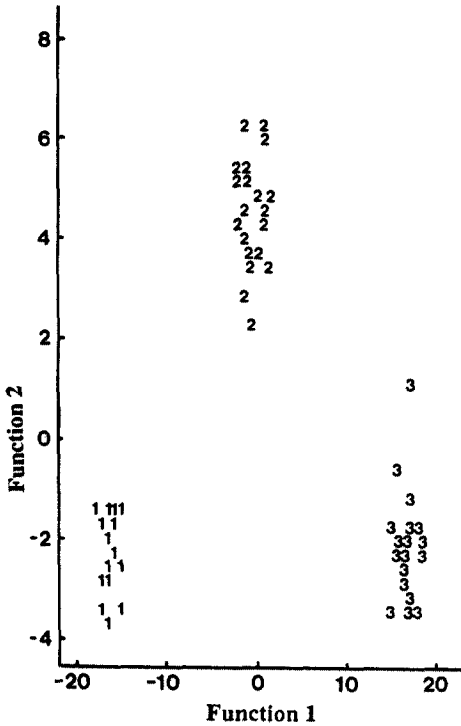
**Table 3.** Total-sample standardized canonical coefficients for the first two functions from 60 individuals of three species of the Korean *Broussonetia*.

Character	Function	
	1	2
1 Stipule length	.326335714	2.622638192*
2 Stipule width	6.592736509*	-3.236188009
3 Leaf petiole	-0.362560291	0.216654293
4 Lamina length	0.110258364	0.564966762
5 Lamina width	1.876722774*	0.241465667
6 Twig diameter	0.744766613	1.202688761*
7 Leaf teeth number	-0.691313968	-0.750440657
8 leaf vein number	-0.135496460	0.109001932
9 Male peduncle length	-0.263223469	0.149604036
10 Male bract length	0.464134083	0.375033574
11 Male bract width	-0.168144874	0.451436273
12 Male inflorescence length	0.489003650	-2.484028215*
13 Male inflorescence width	-0.161187481	-0.294321580
14 Male perianth tube length	-0.431687280	0.134698262
15 Male perianth segment length	-0.089324655	-0.233383534
16 Male perianth segment width	0.275066452	-0.193113978
17 Filament length	0.265685231	0.375302797
18 Female peduncle length	-0.294597952	-0.255218468
19 Female bract length	3.120721445*	0.132343407
20 Female bract width	-0.007348161	0.143763316
21 Female inflorescence diameter	1.332253360*	0.050792507
22 Ovary length	-0.145678480	0.474904401
23 Ovary width	0.390736452	-0.024905287
24 Style length	0.221603514	0.988237144
Eigenvalue	188.5543	10.8652
Cumulative % of Eigenvalues	94.6%	100%

\* characters significantly loaded to each functions

### 3. 分類學的 處理

꾸지닥나무를 포함하여 3종의 잎과 꽃에 관한 特徵은 Appendix 1과 2와 같으며 이들 3種은 互生배열하는 單葉이고 鋸齒緣과 環走脈(brochidodromous)이며 托葉이 일찍 떨어지는 共通 特徵을 가진다. 꾸지나무와 꾸지닥나무는 雌雄異株이고 雄花穗가 원통형이며 托葉의 길이가 0.8cm 以上, 葉柄 길이가 2cm 以上인 반면에, 닥나무는 雌雄同株이고 雄花穗가 球形이며 托葉 길이가 0.8cm 以下, 葉柄 길이가 2cm 以下인 점에서 뚜렷이 구별된다(Appendix 1, 2). 꾸지나무와 꾸지닥나무는 外部形態學的 特徵이 비슷하지만 前者는 자화수의 직경이 1.0-1.4cm, 응화수 길이가 3.6-4.6cm, 葉柄 길이가 7.0-8.8cm, 托葉 길이는 폭의 2배 이



**Figure 3.** Plot of discriminant function 1 and 2 from canonical discriminant analysis based on 60 individuals of three Korean *Broussonetia* taxa. Seven individuals are hidden due to the same values. 1 represent *B. kazinoki*; 2 *B. kazinoki* × *B. papyrifera*; 3 *B. papyrifera*.

하인 반면에, 後者는 자화수의 직경이 0.5-0.7cm, 옹화수의 길이가 2.6-3.5cm, 葉柄 길이는 3.3-4.3cm, 托葉 길이는 폭의 2배 이상인 점에서 뚜렷이 구별된다. 꾸지닥나무는 雄花穗의 길이, 托葉의 길이와 폭, 葉柄의 길이, 葉身의 길이와 폭, 雌花穗의 직경, 옹화수의 길이 등에서 꾸지나무와 닥나무의 中間의 特徵을 가져 두 種의 交配를 통해 種分化가 이루어진 것이 아닌가 생각된다(Figs. 4, 5).

꾸지닥나무의 種記載 및 分布와 種檢索表는 아래와 같다.

*Broussonetia kazinoki* × *B. papyrifera* (Fig. 6)

Coloured Illustrations of Woody Plants (Kitamura, S. and G. Murata, 1981).

國名: 꾸지닥나무(新稱)

落葉性 灌木으로 6m에 달하며 닥나무보다 크다. 小枝는 닥나무보다 굵으며 흰 털이 밀생한다. 잎은 互生인 單葉이며 三出脈이고 葉脈數는 5-7개이다. 葉柄은 흰 잔털이 밀생하며 길이는 1-3cm이다. 葉身은 卵形으로 드물게 3개로 결각되는 경우도 있으며 表面은 맥상에 흰 잔털이 있고 거칠며 裏面은 맥상에 흰 잔털이 존재하나 부드러우며 10-14cm×6-9cm이다. 葉緣은 鋸齒緣이다. 托葉은 자색의 長披針形으로 表面과 裏面에 짧은 흰 털이 밀생하며 큰

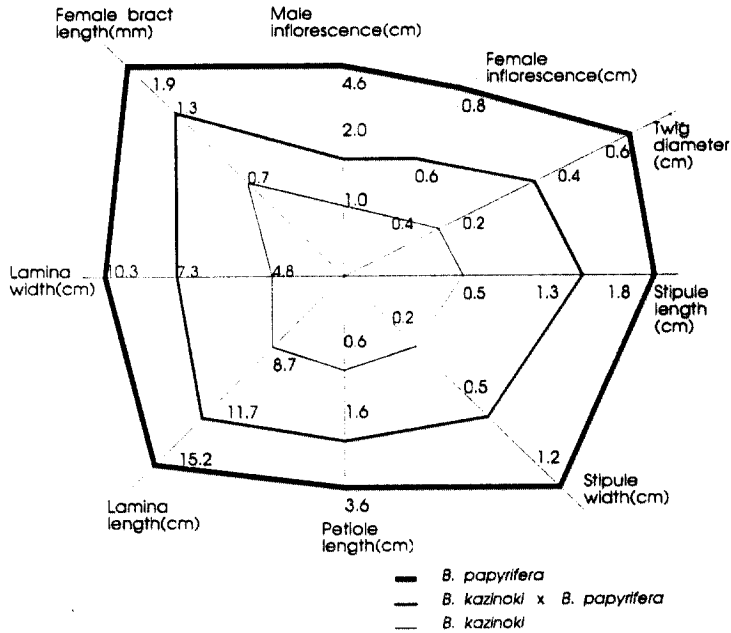


Figure 4. Polygonal graph of nine leaf and flower characters of *Broussonetia papyrifera*, *B. kazinoki* × *B. papyrifera*, and *B. kazinoki*.

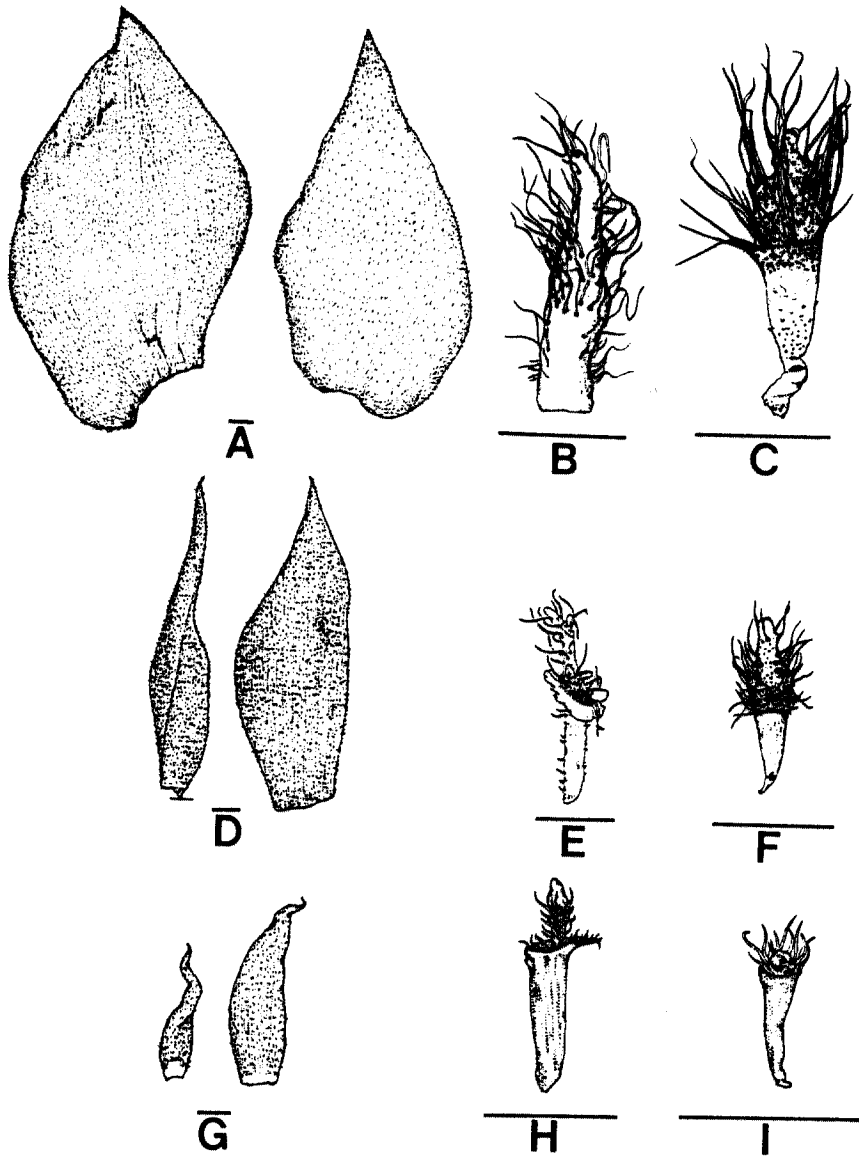
것은 1.1-1.5×0.4-0.6cm 작은 것은 1.0-1.4×0.3-0.4cm이다. 꽃은 雌雄異株이며 4-5월에 開花한다. 雄花穗는 크기가 1.7-2.2cm×0.8-1.0cm인 圓筒形의 尤이화서이며 花梗의 길이는 0.9-1.4cm이다. 수꽃은 중앙에 녹색의 퇴화한 암술에 흰 털이 밀생하고 4(3)개로 裂片되었다. 수꽃의 포는 線形으로 기부는 연녹색이고 흰 털이 밀생하는 상부는 붉은색을 띠는데 크기는 2.3-2.7mm×0.4-0.6mm이다. 花筒은 기부는 연녹색이나 상부열편 주위는 적자색을 띠며 길이는 1.4-1.8mm이다. 花被裂片은 적자색으로 흰색의 짧은 털이 밀생하며 크기는 0.9-1.3mm×1.1-1.7mm이다. 수술은 4(3)개이다. 花絲는 연녹색이며 길이는 3.3-4.4mm이고 藥은 황색이다. 雌花穗는 球形의 尤이화서를 이루며 花柱를 제외한 직경은 0.5-0.7cm이고 花梗의 길이는 0.4-0.9cm이다. 암꽃의 포는 倒披針形이며 상부의 卵形의 구조물주변에 흰 털이 밀생하고 크기는 1.1-1.5mm×0.3-0.5mm이다. 子房은 卵形으로 녹색이며 기부는 털이 없으나 상부는 흰 털이 밀생하고 크기는 1.0-1.1mm×0.5-0.7mm이다. 花柱는 붉은색 유두상돌기가 밀생하며 길이는 6.6-8.6mm이다. 果實은 球形의 桑果이며 7월에 赤色으로 익는다.

分布: 韓國(中南部), 日本.

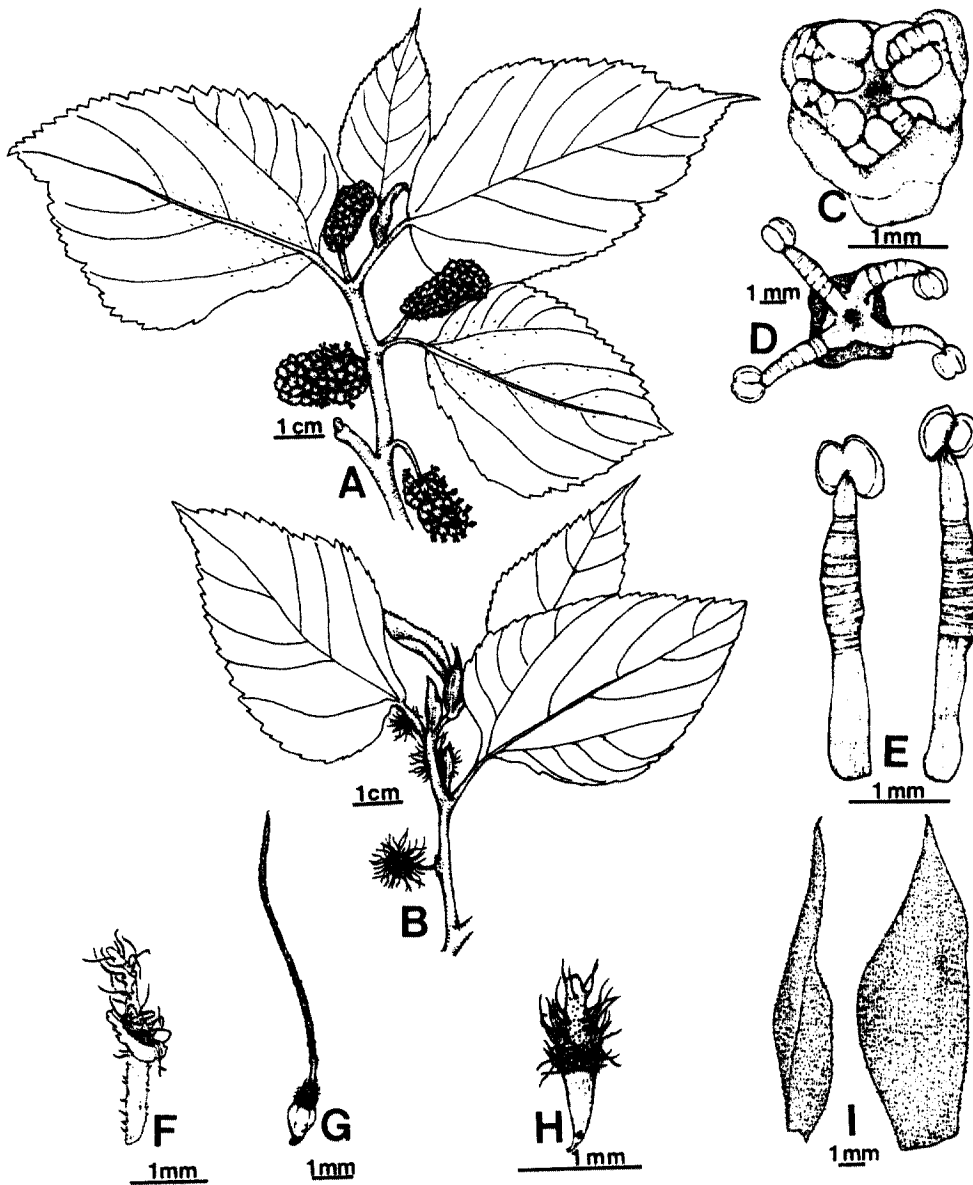
觀察標本:

강원-설악산(이상태 1986, 8, 26 성균관대), 화천(이창복 외 2인 1966, 5, 24 서울농대).





**Figure 5.** Some characters of three *Broussonetia* taxa. A-C: *B. papyrifera*, D-F: *B. kazinoki* × *B. papyrifera*, G-I: *B. kazinoki*. A, D and G: stipule; B, E and H: bract of male flower; C, F and I: bract of female flower. All bars: 1 mm.



**Figure 6.** *Broussonetia kazinoki* × *B. papyrifera* (꾸지닥나무)

A: branch with male inflorescence, B: branch of female inflorescence, C: male flower before blooming, D: male flower after blooming, E: stamen, F: bract of male flower, G: pistil, H: bract of female flower, I: stipule.

경기-광교산(이창복 1979. 6. 17 서울농대), 도봉산(정형남 1988. 6. 2 성균관대), 마니산(원승재 1988. 6. 5 성균관대), 소요산(이희준. 1959. 6. 27 성균관대; 박영주 1988. 5. 28. 성균관대; 허주영 1989. 5. 23 성균관대), 송추(조수원 1981. 6. 19 성균관대), 수원(이창복 1975. 5. 20 서울농대), 용문산(이은하 1990. 6. 2 성균관대), 천마산(나지현 1988. 5. 23 성균관대; 김대현 1989. 5. 19 성균관대; 서기원 1989. 6. 4 성균관대).

전남-백양사(김무열 1990. 4. 전북대), 지리산(김태진 1991. 5. 19 전북대; 김태진 1991. 8. 4 전북대).

전북-완주군 구이(김무열 1990. 4. 전북대), 완주군 소양(김무열 1990. 4. 전북대).

충북-옥천군(김태진 1991. 5. 11 전북대)

分類學的 所見: 成均館大와 서울農大 標本 모두가 꾸지닥나무를 닥나무로 同定하였으며 특히 서울農大 標本 중 內藏山과 홍도産地의 닥나무는 애기닥나무로 同定되어 있었다. 따라서 이번 연구를 통해 한지를 만들기 위해 주로 人家에서 재배되어온 種은 本 種이고 그동안 꾸지나무(*B. papyrifera*)나 닥나무(*B. kazinoki*)와 혼동되어 왔으며 國名이 없기 때문에 새로이 “꾸지닥나무”라고 명명하였다.

### 種 檢 索 表

1. 雌雄異株이다. 雄花穗는 원통형이다. 托葉 길이는 0.8cm 이상이다. 葉柄 길이는 2cm 이상이다.
  2. 葉柄 길이는 7.0-8.8cm이다. 雌花穗 직경은 1.0-1.4cm이다. 托葉 길이는 폭의 2배 이하이다. 雄花穗 길이는 3.6-4.6cm이다. 葉身 길이와 폭은 각각 19.9-29.3cm, 14.0-17.8cm이다 .....꾸지나무(*B. papyrifera*)
  2. 葉柄 길이는 3.3-4.3cm이다. 雌花穗 직경은 0.5-0.7cm이다. 托葉 길이는 폭의 2배 이상이다. 雄花穗의 길이는 2.6-3.5cm이다. 葉身 길이와 폭은 각각 14.1-20.1cm, 9.9-13.7cm이다.....꾸지닥나무(*B. kazinoki* × *B. papyrifera*)
1. 雌雄同株이다. 雄花穗는 球形이다. 托葉 길이는 0.8cm 이하이다. 葉柄 길이는 2cm 이하이다. 灌木이다. 雌花穗 직경은 0.2-0.4cm이다. 雄花穗 길이는 0.9-1.3cm이다. 葉身 길이와 폭은 각각 7.8-11.3cm, 4.2-5.6cm이다.....닥나무(*B. kazinoki*)

### 考 察

꾸지닥나무(*Broussonetia kazinoki* × *B. papyrifera*)는 우리나라의 植物圖鑑(鄭, 1957; 李, 1980)이나 植物名集(朴, 1949; 李·安, 1965)에도 누락되어 왔고, 栽培者는 물론 여러 植物標本館(SKK, SNU, SNUA, JNU)의 標本이나 심지어는 本 植物의 研究者(朴, 1969,

1971, 1977, 1978)도 닥나무(*B. kazinoki*)로 誤同定해 왔다. 本 研究 結果 꾸지닥나무는 小枝, 잎, 托葉, 웅화수 형태에서 꾸지나무와 雌花穗의 形態에서 닥나무와 많이 닮아, 꾸지닥나무가 닥나무와 꾸지나무의 種間 雜種이라는 견해(Kitamura & Murata, 1981)를 確認하였다.

本 調査 結果, 韓國에는 주로 암그루가 분포하고 솟그루는 드물게 發見되며 種子가 결실된 果實을 찾아 볼 수가 없는데 이같은 事實에 대해 朴(1977)은 암수그루가 같은 지역에 棲息해도 雌雄花穗의 성숙 차이로 授粉이 불가능해 결실율이 낮다고 언급하였으나, 本 研究者들의 견해로는 種間交雜에 의한 不妊(金·李, 1991) 때문이 아닌가 생각된다.

本 植物은 우리나라와 日本에서 한지를 만들기 위해 널리 재배되어 왔으나(Kitamura & Murata, 1981) 自生地가 분명하지 않아, 韓國에서 꾸지나무와 닥나무를 혼생하여 식재함으로써 얻어진 交雜種인지, 아니면 日本에서 交雜된 후 식재된 것을 도입한 것인지에 대해서는 좀더 많은 研究가 있어야 할 것으로 생각된다.

## 謝 辭

本 屬 植物을 測定하고 그림을 그리는데 수고한 이인경양에게 깊이 感謝드립니다. 또한 標本을 관찰하는데 도움을 준 동경대(TI), 서울대(SNU), 서울농대(SNUA), 성균관대(SKK)의 표본관장님께 感謝를 드립니다.

## 摘 要

닥나무(*Broussonetia kazinoki*), 꾸지나무(*B. papyrifera*), 꾸지닥나무(*B. kazinoki* × *B. papyrifera*)를 20개체씩 택하여 꽃과 잎의 24개 形質을 主成分分析 및 判別分析한 結果, 우리나라에서 닥나무로 알고 재배하고 연구하여온 식물이 꾸지나무와 닥나무의 交配種인 꾸지닥나무로 밝혀졌다. 우리나라에서는 기록된 바 없어 꾸지닥나무의 形質을 記載하고 圖解하였다.

## 引用文獻

- 김기영, 전명식. 1989. SAS 주성분분석. 자유아카데미, 서울.  
 \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. 1991. SAS 판별 및 분류분석. 자유아카데미, 서울.  
 金茂烈, 李相泰. 1991. 韓國產 상사화屬(수선화科)의 分類學的 研究. 식분지, 21: 123-139.  
 朴萬奎. 1949. 우리나라 植物 名鑑. 조선과학도서(주), 서울.  
 朴炳益. 1969. 韓國產 닥나무類 잎의 形態的 特徵에 관한 研究. 전북대 논문집(자연과학편) 11: 13-33.

- \_\_\_\_\_. 1971. 닥나무의 地域的 品種의 特性에 關한 研究. 전북대학교 박사학위논문.
- \_\_\_\_\_. 1977. Paper Melbery의 開花現象. 전북대 농대논문집 8: 41-49.
- \_\_\_\_\_. 1978. 닥나무의 夏插에 關하여. 전북대 농대논문집 9: 31-34.
- 李昌福. 1980. 大韓植物圖鑑. 鄉文社, 서울.
- 李春寧, 安鶴洙. 1965. 韓國植物名鑑. 범학사, 서울.
- 鄭台鉉. 1957. 韓國植物圖鑑, 上. 新志社, 서울.
- Berg, C.C. 1973. Some remarks on the classification and differentiation of Moraceae. Meded. Bot. Mus. Herb. Utrecht 583: 1-10.
- \_\_\_\_\_. 1977. Urticales, their differentiation and systematic position. Pl. Syst. Evol., Suppl. 1: 349-374.
- \_\_\_\_\_. 1989. Systematics and phylogeny of the Urticales. In P.R. Crane & S. Blackmore (eds.), Evolution, Systematics, and Fossil History of the Hamamelidae, Volume 2: Higher Hamamelidae. Systematics Association Special Volume No. 40B: 193-220. Clarendon Press, Oxford.
- Corner, E.J.H. 1962. The classification of Moraceae. Gard. Bull. Singapore 19: 187-252.
- Engler, A. 1893. Moraceae. In A. Engler (ed.), Die Natürlichen Pflanzenfamilien 3. Borntraeger, Berlin.
- Hutchinson, J. 1967. The Genera of Flowering Plants. Clarendon Press, Oxford.
- Kitamura, S. and G. Murata. 1981. Coloured Illustrations of Woody Plants of Japan. Hoikusha Publishing Co., Osaka.
- Liang, P.H. and X.W. Wei. 1982. A new variety of *Broussonetia* (Moraceae) from China. Bull. Bot. Resear. 2: 155-158.
- Niezgoda, C.J. and J. Nowaczyk. 1976. Palynological studies in *Acanthinophyllum*, *Clarisia*, *Soloea*, and *Trophis* (Moraceae). Pollen et Spores 18: 513-522.

**Appendix 1.** Measurements of leaf characters of the Korean *Broussonetia* taxa (size unit in mm)

Scientific name	Stipule		Petiole	Lamina		Twig	Teeth	Leaf vein
	length	width	length	length	width	diameter	number	number
<i>B. papyrifera</i>	17.8±1.2	11.5±1.3	36.2±13.9	152.9±22.4	103.3±15.4	5.9±1.6	46.9±6.2	6.3±1.1
<i>B. kazinoki</i> × <i>B. papyrifera</i>	13.2±1.7	4.6±0.6	15.7±4.6	117.3±17.5	73.4±13.2	4.0±0.6	35.7±6.6	5.8±0.8
<i>B. kazinoki</i>	6.3±0.8	1.6±0.3	6.2±1.6	87.4±15.6	48.0±8.2	2.1±0.3	42.0±3.9	5.7±1.0

**Appendix 2.** Measurements of flower characters of Korean *Broussonetia* taxa (unit in mm)

Scientific name	Male	Male bract		Male inflorescence		Male perianth	Male perianth segment	
	peduncle	length	width	length	width	tube length	length	width
<i>B. papyrifera</i>	14.4±3.5	2.1±0.6	0.6±0.1	45.6±6.9	8.8±1.0	1.5±0.4	1.0±0.4	1.4±0.3
<i>B. kazinoki</i> × <i>B. papyrifera</i>	11.9±2.3	2.5±0.2	0.5±0.1	19.5±2.5	9.5±0.9	1.6±0.2	1.1±0.2	1.4±0.3
<i>B. kazinoki</i>	9.1±1.7	1.6±0.2	0.4±0.1	10.6±1.2	10.6±1.2	2.0±0.2	0.8±0.2	1.4±0.2

**Appendix 2.** (Continued)

Scientific name	Filament	Female	Female bract		Female inflorescence	Ovary		Style
	length	peduncle	length	width	diameter	length	width	length
<i>B. papyrifera</i>	3.6±0.6	5.1±1.2	1.9±0.3	0.4±0.1	8.1±0.4	1.0±0.1	0.6±0.1	6.1±0.8
<i>B. kazinoki</i> × <i>B. papyrifera</i>	3.9±0.5	6.8±2.2	1.3±0.2	0.4±0.1	6.2±0.6	1.1±0.1	0.6±0.1	7.6±1.0
<i>B. kazinoki</i>	3.4±0.4	3.3±0.7	0.7±0.1	0.2±0.1	3.5±0.1	0.8±0.1	0.4±0.1	5.0±0.7