

한국산 광의의 붉나무속(*Rhus* L. sensu lato)의 수리분류학적 연구

도재화·김주환*
(대전대학교 생명과학부)

한국산 광의의 붉나무속(*Rhus*) 6분류군간의 한계를 검토하기 위하여 28집단에 대한 67개의 외부형태학적 형질을 기초로 주성분분석과 군집분석의 수리분류학적 연구를 실시하였다. 47개의 정량형질을 기초로 한 주성분분석 결과에서는, 주성분 1, 2, 3이 전체분산값의 77.9%(주성분1 35.2%, 주성분2 22.5%, 주성분3 20.2%), 또한 20개의 정성형질을 기초로 한 분석결과에서는, 주성분 1, 2, 3은 전체분산에 대해 90.7%(주성분1 37.7%, 주성분2 33.0%, 주성분3 20.0%)를 설명할 수 있는 것으로 나타났다. 주성분적재값을 기초로 하여 공간배열을 실시한 결과, 조사된 분류군들은 종집단 간에 뚜렷한 한계를 보이며 유집되었다. 또한, 단순유집계수에 의한 군집분석을 수행하여 UPGMA 표현도를 작성한 결과, 각각의 분류군 사이에는 뚜렷한 한계를 보였다. 군집분석 결과, 한국산 광의의 붉나무속 식물의 분류에는 정성적 형질이 유용한 것으로 나타났으며, 수리분류학적 연구는 한국산 광의의 붉나무속 6분류군의 분류학적 한계설정에도 매우 유용한 것으로 나타났다.

주요어 : 광의의 *Rhus*속, 외부형태, 수리분류, 주성분분석, UPGMA 표현도

광의의 붉나무속(*Rhus* L. s.l.)은 약 250종으로 이루어졌고, 윗나무과에서 가장 크고 분포가 넓은 속 중 하나이다(Rehder, 1940; Young, 1979). 그런 이유로 광의의 붉나무속은 근연 속 및 속내 분류군의 한계에 대하여 많은 논란이 있었다. 학자들에 따라 다른 의견을 보이지만, 역사적으로 광의의 붉나무속을 8개의 속(*Actinocheita*, *Continus*, *Malosma*, *Melanococca*, *Metonium*, *Rhus* s. str., *Searsia* and *Toxicodendron*)으로 세분하고 있다(Gillis, 1971; Young, 1975, 1979; Miller *et al.*, 2001).

국내에 분포하는 협의의 붉나무속(*Rhus* s. str.)과 윗나무속(*Toxicodendron*)의 2속은 화서의 형태, 열매의 형태 등에 의해서 구분된다(Barkley, 1937, 1965; Brizicky, 1963; Miller *et al.*, 2001). 협의의 붉나무속은 세계적으로 약 35종이 유라시아, 하와이, 북아메리카와 중앙아메리카

*교신저자: 전화 (042) 280-2434, 전송: (042) 285-2434, 전자우편: sysbot@dju.ac.kr
(접수: 2004년 2월 19일, 완료: 2004년 8월 11일)

카에 분포하고, 대부분이 낙엽교목 또는 관목성이며 잎은 우상복엽 또는 삼출복엽이나 드물게 단엽인 것도 있고, 자웅이주 또는 잡성주로서 정생의 밀추화서가 달리고, 국내에는 붉나무 (*R. javanica*) 1종이 분포한다(Rehder, 1940; Lee, 1980; Miller *et al.*, 2001).

웃나무속(*Toxicodendron*)은 세계적으로 약 15종이 아시아와 아메리카대륙의 일부지역에 분포하며, 잎은 우상복엽 또는 삼출복엽이고, 꽃은 자웅이주 또는 잡성주로서 액생의 원추화서가 달리며, 국내에는 5종(*T. orientale*, *T. trichocarpum*, *T. succedaneum*, *T. sylvestre*, *T. vernicifluum*)이 분포하는 것으로 알려져 있다(Lee, 1980; Ming, 1980; Shishkin, 1986; Miller *et al.*, 2001).

한국산 광의의 붉나무속의 분류학적 연구로는 한국에 생육하고 있는 웃나무과 화분의 형태학적 연구(Kim, 1988), 한국산 웃나무과의 잎과 종자에 대한 형태학적 연구(Kim *et al.*, 1995), 웃나무의 과실과 화서의 분류학적 재고(Chung *et al.*, 1997) 등이 이루어진 바 있다. 그러나 지금까지 한국산 웃나무과의 수리분류학적 연구에 있어서 영양형질과 생식형질의 종합적인 검토가 이루어지지 않았다. 또한, 한국산 웃나무과의 분류에 있어서 지역적, 환경적 변이에 의해 검양웃나무와 산검양웃나무, 산검양웃나무와 개웃나무 사이에 다소 혼란이 있었다. 따라서, 본 연구는 수리분류학적 연구를 통하여 혼란이 있어왔던 한국산 광의의 붉나무속 식물의 유효한 식별형질을 탐색하고 영양형질과 생식형질의 종합적인 검토를 통한 종간 유연 관계를 검토하고자 하였다.

재 료 및 방 법

1. 재료

본 연구에 사용된 재료는 모두 28 OTU로 2001년 4월부터 2002년 10월까지 국내에 분포하는 분류군들을 대상으로(Table 1) 자생지에서 직접 채집하여 제작한 식엽표본을 사용하였고, 일부는 출처가 기록되어 있는 식물원 및 수목원에서 채집한 것을 이용하였으며, 덩굴웃나무는 백도 내 최고생육지와 최저생육지에서 각각 하나씩의 집단과 두 집단을 잇는 일직선에서 2개의 집단을 선정하여 채집하였다. 채집된 식물의 동정은 영국 Edinburgh식물원 표본관(E)에 소장된 식엽표본들을 참고하였다. 본 실험에 사용된 재료의 증거표본은 대전대학교 식물표본실(TUT)에 보관하였다. 잎의 정량형질의 측정하기 위해 생식형질이 없는 경우에도 표본으로 제작하였으며, 생식형질은 현지에서 FAA용액에 고정한 것을 사용하였다.

2. 방법

수리분류학적 연구를 위하여 조사된 분류군 중에서 각 지역별·서식지별 특성을 고려하여 모두 28개의 집단을 골라 OTU로 취급하였고, 28개의 OTU는 모두 영양형질 및 자화와 융화 중 하나의 생식형질을 포함하고 있으며, 각 OTU에 대하여 조사된 형질은 이전의 연구에서

Table 1. Materials and collection data of *Rhus* s.l. (Anacardiaceae) in Korea for numerical analysis

Taxa	Collection data	Sex
<i>Rhus javanica</i> L. (붉나무)	Bogildo, Jeongdong-ri, Wando-gun, Jeollanam-do Oct. 18, 2001	female
	Jingdong-myeon, Masan-si, Gyeongsangnam-do Sept. 24, 2001, Aug. 27, 2002	female
	Gyeoryeongsan, Gongju-si, Chungcheongnam-do Sept. 8, 2001	female
	Seodaesan, Gumsan-gun, Chungcheongnam-do July 10, 2002, Aug. 17, 2002	male
	Tonggosan, Bonghwa-gun, Gyeongsangbuk-do Aug. 18, 2001	female
<i>Toxicodendron orientale</i> Greene (덩굴붉나무)	Baekdo, Geomun-ri, Yeosu-si, Jeollanam-do June. 8. 2001, Oct. 16. 2001, May 19. 2002	female
	Baekdo, Geomun-ri, Yeosu-si, Jeollanam-do June. 8. 2001, Oct. 16. 2001, May 19. 2002	female
	Baekdo, Geomun-ri, Yeosu-si, Jeollanam-do June. 8. 2001, Oct. 16. 2001, May 19. 2002	male
	Baekdo, Geomun-ri, Yeosu-si, Jeollanam-do June. 8. 2001, Oct. 16. 2001, May 19. 2002	female
	Baekdo, Geomun-ri, Yeosu-si, Jeollanam-do Oct. 16. 2001, May 19. 2002	female
<i>T. trichocarpum</i> (Miq.) O. Kuntze (개웃나무)	Jingdong-myeon, Masan-si, Gyeongsangnam-do Sept. 24, 2001	female
	Gyeryongsan, Gongju-si, Chungcheongnam-do Aug. 27, 2002	female
	Sikjangsan, Dong-gu, Daejeon-si May 19, 2001	female
	Anmyeondo, Taean-gun, Chungcheongnam-do June 6, 2001	male
	Tonggosan, Bonghwa-gun, Gyeongsangbuk-do Aug. 18, 2001	female
<i>T. succedaneum</i> (L.) O. Kuntze (검양붉나무)	Halla arboretum, Jeju-si, Jeju-do June 1, 2001	P*
	Susan-ri, Bukjeju-gun, Jeju-do Aug. 6, 2001, June 3, 2002	
<i>T. sylvestre</i> (S. et Z.) O. Kuntze (산검양붉나무)	Bogildo, Wando-gun, Jeollanam-do Oct. 18, 2001	female
	Jingdong-myeon, Masan-si, Gyeongsangnam-do Sept. 24, 2001	female
	Halla arboretum, Jeju-si, Jeju-do Jun. 2, 2001	female
	Donneko-valley, Seogwipo-si, Jeju-do May 14, 2001	male
	Anmyeondo, Taean-gun, Chungcheongnam-do Jun. 6, 2001	male
<i>T. vernicifluum</i> (Stokes) F. A. Barkley (웃나무)	Baegunsan, Gwangyang-si, Jeollanam-do Jun. 11, 2001	
	Geochang-gun, Gyeongsangnam-do Jun. 24, 2001, May 24, 2002	
	Jagulsan, Uiryeong-gun, Gyeongsangnam-do May 24, 2002	P*
	Jeondong-myeon, Yeongi-gun, Chungcheongnam-do Jul. 20, 2002	
	Seodaesan, Gumsan-gun, Chungcheongnam-do Jul. 10, 2002	

*P: polygamous.

Table 2. Characters examined for numerical analysis of *Rhus* s.l. (Anacardiaceae) in Korea

Habit
C1. Shape (tree/vine)
Twig
C2. Aerial root (present/absent)
C3. Shape (pubescence/glabrous)
C4. Color (red/yellowbrown)
Compound leaf
C5. Shape (trifoliolate/odd-pinnate)
C6. Rachis (smooth/winged)
C7. Rachis hair (present/absent)
C8. Rachis color (red/yellowish green)
C9. Leaflet: apex (acuminate/long acuminate)
C10. Leaflet: margin (entire/denticulate)
C11. Leaflet: hair (present/absent)
C12. Leaflet: lateral vein
C13. Number of leaflet
C14. Length of pinnate (mm)
C15. Width of pinnate (mm)
C16. C15 / C14
C17. Length of rachis (mm)
C18. Width of rachis (mm)
C19. C17 / C14
C20. Length of terminal leaflet (mm)
C21. Width of terminal leaflet (mm)
C22. C21 / C20
C23. Distance from base to widest point in the terminal leaflet (mm)
C24. Angle of apex of the terminal leaflet (°)
C25. Angle of left sided base of the terminal leaflet (°)
C26. Angle of right sided base of the terminal leaflet (°)
C27. Number of secondary vein in the terminal leaflet
C28. Distance between secondary vein in terminal leaflet left side (mm)
C29. Distance between secondary vein in the terminal leaflet right side (mm)
C30. Angle of main vein and secondary vein in the terminal leaflet (°)
C31. Petiole length of the terminal leaflet (mm)
C32. C33 / C14
C33. Length of basal leaflet (mm)
C34. Width of basal leaflet (mm)
C35. Distance from base to widest point in the basal leaflet (mm)
C36. Petiole length of the basal leaflet (mm)
C37. C34 / C33
C38. C20 / C14

Table 2. Continued

Inflorescence
C39. Position (terminal/axillary)
C40. Hair (present/absent)
C41. Inflorescence length of male flower (mm)
C42. Inflorescence length of female flower (mm)
Flower
C43. Sepal hair (present/absent)
C44. Petal hair (present/absent)
C45. Petal color (white/green)
C46. Color of petal vein (green/brown)
C47. Ovary length of male flower (mm)
C48. Ovary length of female flower (mm)
C49. Ovary width of male flower (mm)
C50. Ovary width of female flower (mm)
C51. Sepal length of male flower (mm)
C52. Sepal length of female flower (mm)
C53. Sepal width of male flower (mm)
C54. Sepal width of female flower (mm)
C55. Petal length of male flower (mm)
C56. Petal length of female flower (mm)
C57. Petal width of male flower (mm)
C58. Petal width of female flower (mm)
C59. Filament length of male flower (mm)
C60. Filament length of female flower (mm)
C61. Pedicel length of male flower (mm)
C62. Pedicel length of female flower (mm)
Fruit
C63. Hair (present/absent)
C64. Color (red/yellow)
C65. Length of fruit (mm)
C66. Width of fruit (mm)
C67. Height of fruit (mm)

수행된 형질을 검토하여(Kim *et al.*, 1995; Chung *et al.*, 1997) 유효하다고 판단되는 형질은 모두 수용하였고, 본 연구 결과 새로이 발견된 형질을 포함하여 67개의 형질이 유효형질로 설정되었다(Table 2). 이 67개의 유효형질은 각 OTU내에서 형질당 30-50개를 측정 한 후, 정량형질 47개와 정성형질 20개로 나누어 각각 자료행렬을 작성하였고, 평균값을 취하여 분산 분석을 통한 유의성 검정의 표준화과정을 실시한 후(Sneath and Sokal, 1973), 이를 토대로 각각 주성분분석을 통하여 각 주성분에 대한 형질의 주성분 적재값(loading value)과 고유값(eigenvalue) 및 분산의 기여율을 도출하였고, 주성분 적재값을 기초로 공간배

열을 실시하였다. 정성형질의 군집분석은 NTSYS program (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System; 1992, version 1.70)을 이용하여 단순유집계수(simple matching coefficient, SM)에 의한 UPGMA 표현도를 작성하였다. 본 연구에 사용된 한국산 광의의 *Rhus*속 식물의 학명은 최근의 연구를 따라 광의의 *Rhus*를 협의의 *Rhus*와 *Toxicodendron*으로 분리하여 사용하였고(Barkley, 1937, 1965; Brizicky, 1963; Gillis, 1971; Young 1975, 1979; Li, 1977; Ming, 1980; Cronquist, 1981; Shishkin, 1986; Yamazaki, 1993; Lee, 1996; Miller *et al.*, 2001), 수리분류학적 기재에 사용된 용어는 Sneath and Sokal(1973)을 기준으로 하였다.

결 과 및 고 찰

형질분석과정을 통해 획득된 정량형질 47개와 정성형질 20개의 유효형질과 28개의 개체군별 OTU로 작성된 기초자료행렬을 기초로 하여 주성분분석을 실시하여, 각 주성분에 대한 형질의 주성분 적재값과 고유값 및 분산의 기여율을 도출할 수 있었다(Table 3, Table 4).

정량형질을 이용한 주성분분석 결과, 도출된 주성분 중 고유값이 1.00 이상인 5개의 요인 중에서 주성분 1, 2, 3이 전체분산의 77.9%를 설명하고 있다. 주성분1은 전체분산의 35.2%를 설명하고 있으며, 주성분 1에 높은 적재값을 나타내는 형질은 암꽃의 꽃받침 길이, 정소엽과 복엽의 길이 비, 복엽의 나비와 길이의 비, 암꽃의 꽃잎 길이, 암꽃의 꽃잎 나비 등 20로 주로 화부기관, 소엽에 관한 형질이었다.

전체분산에 대한 기여율이 22.5%에 해당하는 주성분 2에 높은 적재값을 갖는 형질은 수꽃의 소화경 길이, 정소엽의 나비와 길이의 비, 열매의 두께, 암꽃의 소화경 길이 등 16개로 주로 열매, 복엽, 소엽 등에 관한 형질이었다.

주성분 3은 20.2%의 전체분산에 대한 기여율을 나타내며, 높은 적재값을 갖는 형질로는 복엽의 나비, 엽축의 직경, 기부소엽의 소엽병 길이, 암꽃의 자방길이 등 11개로 주로 복엽, 화서 등에 관한 형질로 나타났다(Table 3). 주성분 적재값을 기초로 공간배열을 실시한 결과, 한국산 광의의 불나무속 식물은 주성분 1과 주성분 2에 의해서 뚜렷한 불연속성을 보이며 독립적인 배열을 나타내었다(Fig. 1).

정량형질에 근거한 주성분 1은 화부기관, 소엽에 관한 형질, 주성분 2는 열매, 복엽, 소엽 등의 형질, 주성분 3은 복엽, 화서 등의 형질들과 높은 연관성을 갖는 것으로 나타났다. 광의의 불나무속 식물의 분류에 있어서 정량형질을 이용할 경우, 화부기관과 열매, 소엽의 형질이 유용한 것으로 판단된다.

또한, 정성형질을 이용한 주성분분석을 실시결과, 도출된 주성분 중 고유값이 1.00 이상인 3개의 요인, 주성분 1, 2, 3이 전체분산의 90.7%를 설명하고 있다. 주성분1은 전체분산의 37.7%를 설명하고 있으며, 주성분 1에 높은 적재값을 나타내는 형질은 엽축의 털의 유무, 소

Table 3. Loadings of the 47 quantitative morphological characters for the first three principal component from the analysis of 28 OTUs of Korean *Rhus* s.l. (Anacardiaceae)

Characters	PRIN1	PRIN2	PRIN3
C56	0.2283*	-0.0256	0.0484
C38	0.2258*	-0.0236	-0.0700
C16	0.2236*	-0.0276	-0.0670
C54	0.2236*	-0.0987	0.0545
C52	0.2188*	-0.0672	-0.0104
C51	0.2119*	-0.0135	-0.0120
C29	0.2110*	0.1236	0.0108
C53	0.2085*	-0.1103	-0.0474
C35	0.2030*	0.0180	0.0657
C28	0.1990*	0.1492	0.0581
C13	-0.1944*	-0.0270	0.1160
C33	0.1939*	0.0029	0.1577
C34	0.1924*	0.0902	0.1252
C23	0.1811*	0.0561	0.1766
C55	0.1615*	-0.1114	-0.0056
C58	0.1601*	-0.1233	0.1799
C27	-0.1529*	-0.1229	0.1305
C47	-0.1505*	-0.0623	0.2374
C49	-0.1478*	-0.0889	0.2361
C17	-0.1305*	0.0032	0.0348
C61	0.0551	-0.2550*	0.1116
C22	0.0840	0.2454*	-0.1155
C67	0.0376	-0.2409*	0.1650
C62	0.0702	-0.2408*	0.0675
C66	-0.0461	-0.2376*	0.1754
C25	0.0931	0.2374*	0.0649
C26	0.0817	0.2351*	0.0734
C31	0.0702	0.2290*	0.1616
C65	-0.0211	-0.2236*	0.1965
C32	-0.0628	0.2136*	-0.0138
C60	0.1031	-0.2046*	-0.0669
C21	0.1647	0.2005*	0.0850
C24	0.1393	0.1883*	-0.1048
C41	-0.1495	0.1835*	0.1304
C37	-0.0345	0.1818*	-0.0902
C59	0.0945	-0.1151*	0.0948
C15	0.1104	0.0900	0.2631*
C18	0.0602	0.1292	0.2503*
C36	0.0275	0.0355	0.2431*
C48	-0.1104	0.1149	0.2339*
C50	-0.1199	0.1080	0.2310*
C14	-0.1124	0.1113	0.2277*
C20	0.1428	0.0756	0.2180*
C30	-0.0644	0.0119	0.1845*
C42	-0.1345	0.1411	0.1826*
C57	0.1475	-0.1492	0.1671*
C19	-0.0224	-0.0290	-0.1170*
Eigenvalue	16.5449	10.5687	9.4967
Difference	5.9762	1.0719	6.7085
Proportion	0.3520	0.2249	0.2021
Cumulative	0.3520	0.5769	0.7789

*Comparatively high value among the principal components.

Table 4. Loadings of the 20 qualitative morphological characters for the first three principal component from the analysis of 28 OTUs of Korean *Rhus* s.l. (Anacardiaceae)

Characters	Prin1	Prin2	Prin3
C7	0.3119*	-0.1393	0.1716
C3	0.3119*	-0.1393	0.1716
C9	0.3119*	-0.1393	0.1716
C11	0.3119*	-0.1393	0.1716
C12	0.3119*	-0.1393	0.1716
C40	0.3119*	-0.1393	0.1716
C4	0.2353*	0.1831	0.1447
C8	0.2353*	0.1831	0.1447
C6	-0.0029	0.3568*	0.1794
C10	-0.0029	0.3568*	0.1794
C39	-0.0029	0.3568*	0.1794
C45	-0.0029	0.3568*	0.1794
C64	-0.0029	0.3568*	0.1794
C46	-0.0396	-0.0517	-0.3087*
C1	0.2285	0.1790	-0.3075*
C2	0.2285	0.1790	-0.3075*
C5	0.2285	0.1790	-0.3075*
C43	0.2285	0.1790	-0.3075*
C44	0.2285	0.1790	-0.3075*
C63	0.2072	-0.1298	-0.2291*
Eigenvalue	7.5307	6.6031	3.9978
Difference	0.9276	2.6053	2.9338
Proportion	0.3765	0.3302	0.1999
Cumulative	0.3765	0.7067	0.9066

*Comparatively high value among the principal components.

지의 털의 유무, 소엽의 엽선 모양, 소엽의 털의 유무 등 8개로 주로 소지, 소엽에 관한 형질이 있었다.

전체분산에 대한 기여율이 33.0%에 해당하는 주성분 2에 높은 적재값을 갖는 형질은 엽축의 날개유무, 소엽의 거치, 화서의 형태 등 5개로 주로 복엽, 소엽에 관한 형질이 있었다. 또한 주성분 3은 20.0%의 전체분산에 대한 기여율을 나타내며, 높은 적재값을 갖는 형질로는 꽃잎맥의 색깔, 생활형, 기근의 유무 등의 7개로 화부기관, 열매에 관한 형질로 관찰되었다(Table 4).

주성분 적재값을 기초로 공간배열을 실시한 결과, 한국산 팜의 붉나무속 식물은 주성분 1과 주성분 3에 의해서 각각의 개체군이 뚜렷한 불연속성을 보이고 독립적인 배열을 나타냈다(Fig. 2). 정성형질에 근거한 주성분 1은 소지, 소엽에 관한 형질, 주성분 2는 복엽, 소엽에 관한 형질, 주성분 3은 화부기관, 열매에 관한 형질들과 높은 연관성을 갖는 것으로 나타났다. 팜의 붉나무속 식물의 분류에 있어서 정성형질을 이용할 경우 소지와 소엽, 화부기관, 열매

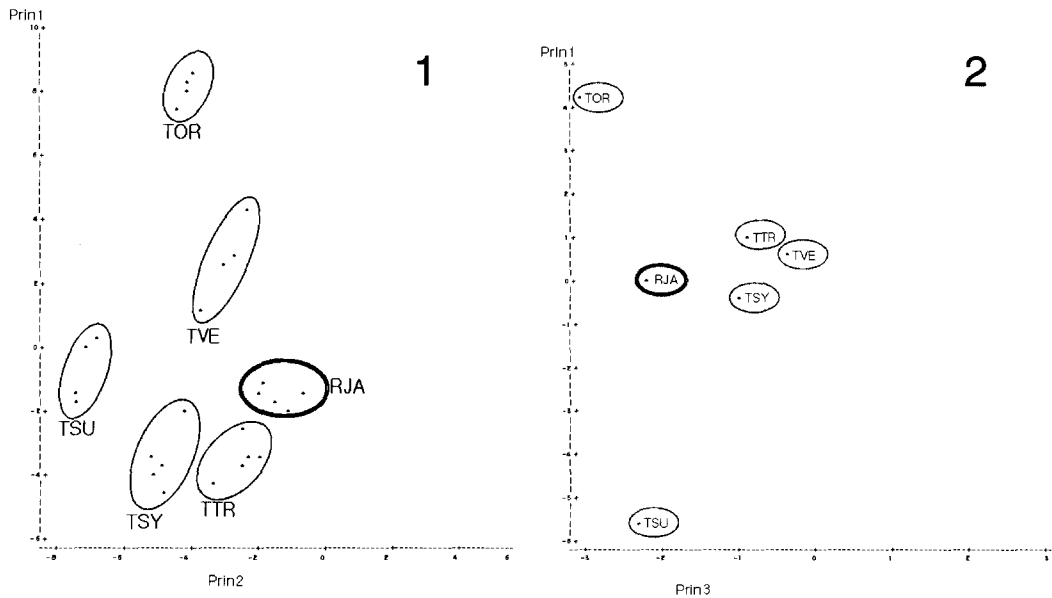


Fig. 1. A plot-gram of Korean *Rhus* s.l. (Anacardiaceae) by principal components 1 and 2 from 47 quantitative morphological characters.

Fig. 2. A plot-gram of Korean *Rhus* s.l. (Anacardiaceae) by principal components 1 and 3 from 20 qualitative morphological characters.

의 형질이 유용한 것으로 판단된다.

한국산 광의의 붉나무속 식물의 정량 및 정성형질을 이용한 주성분분석 결과, 검양옻나무는 식물체에 털의 유무, 덩굴옻나무는 덩굴성 줄기·기근의 유무, 복엽의 형태에서 가장 큰 차이를 나타내었고, 붉나무는 화서의 형태와 소엽의 거치, 꽃잎과 꽃받침잎의 털의 유무 등, 산검양옻나무는 소지의 색깔, 2차맥의 형태 등, 옻나무는 꽃잎에 있는 맥의 형태와 색깔과 소엽의 크기 등에서 매우 뚜렷한 형태적 차이를 나타내는 것으로 생각된다.

본 연구결과, 개옻나무, 산검양옻나무 그리고 검양옻나무 개체군들은 각각의 분류군들이 정량적인 형질, 특히 앞에 관련된 형질에 있어서 지역적, 생태적 환경요건에 따라 변이의 폭이 매우 심한 것으로 나타났다. 특히 산검양옻나무의 경우, 본 연구에 사용된 재료의 채집지에 따라서 심한 변이를 보여 전통적으로 주요 식별형질로 사용되었던 잎의 형태적 특징만으로는 명확한 종 분류에 한계가 있는 것으로 판단되며, 앞으로 한국산 옻나무과의 지리적 분포 및 생태적 변이 양상에 대해서는 좀 더 면밀한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

20개의 정성형질을 기준으로 한국산 광의의 붉나무속 6종을 단순유집계수에 의한 군집분석

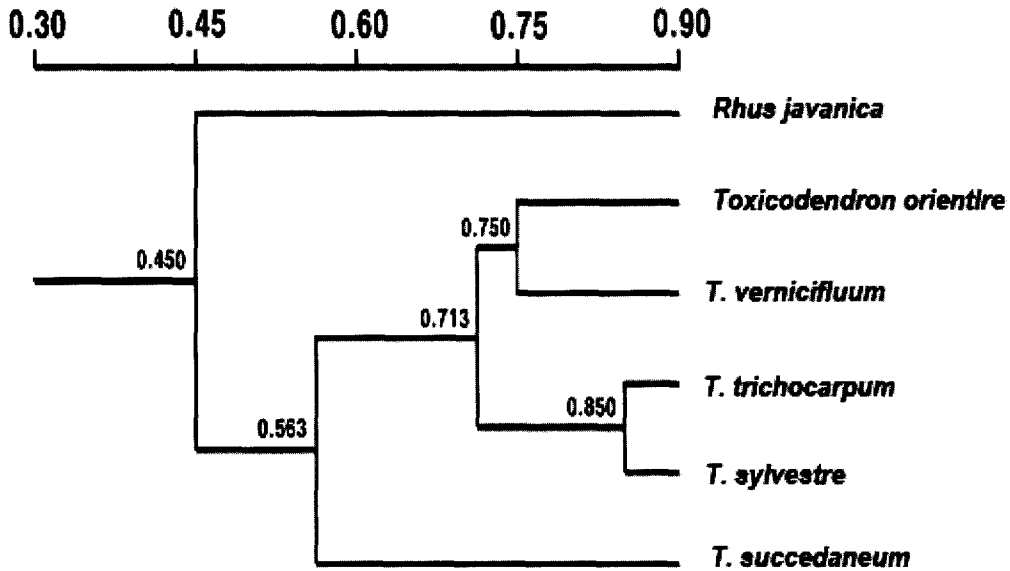


Fig. 3. UPGMA phenogram of Korean *Rhus* s.l. (Anacardiaceae) by 20 qualitative morphological characters by simple-matching coefficient.

을 수행하여 UPGMA 표현도를 도출한 결과, 붉나무와 다른 옷나무속의 분류군이 유사도지수 0.450에서 유집되어 화서의 형태, 꽃잎과 꽃받침의 털의 유무, 꽃잎의 색, 열매의 색이 아주 중요한 식별형질을 나타냈다. 검양옷나무는 속내 다른 분류군과 유사도지수 0.563에서 유집되어 소지의 털의 유무, 엽선의 모양, 화서의 털의 유무가 검양옷나무의 식별에 유용한 형질로 나타났다. 덩굴옷나무와 옷나무는 유사도지수 0.750에서 유집되었고, 개옷나무와 산검양옷나무는 이차맥의 형태, 소엽의 거치 유무와 열매의 털의 유무에서 차이를 나타내었으나 유사도지수 0.850으로 한국산 광의의 붉나무속 중에서 가장 유사도가 높게 나타났다.(Fig. 4). 정성형질을 이용하여 군집분석을 실시한 결과 각각의 종들이 독립된 유집을 형성하며, 종간에 뚜렷한 한계를 나타내었다.

지금까지 다소 혼란이 있던 한국산 광의의 붉나무속 식물의 종집단의 구분에 있어 본 수리분류학적 연구결과에 의하면 정성적 형질이 식별에 유용한 것으로 나타났다. 또한, 이전까지 산검양옷나무와 개옷나무의 식별에 이용되었던 엽축과 소지가 붉어지는 형질은 산검양옷나무가 지역에 따라서 개옷나무와 같이 엽축과 소지가 붉어지는 경향을 보임으로 해서 유용한 식별형질이 아닌 것으로 나타났고, 이 두 종간의 식별은 영양형질보다 열매의 털의 종류와 같은 생식적형질이 유용한 것으로 나타났다. 그러나, 협의의 붉나무속과 옷나무속의 속간 구분에 있어서 정성형질을 이용한 UPGMA 표현도에서는 협의의 붉나무속의 분류군이 옷나무속

의 분류군과는 뚜렷하게 구별이 되지만 정량 및 정성형질을 이용한 주성분분석 결과는 속간의 차이를 설명하기에는 한계가 있는 것으로 나타났다.

본 연구결과, 한국산 광의의 붉나무속 식물의 종집단의 구분에 있어서 수리분류학적 연구 결과가 매우 유용한 것으로 나타났다. 그러나, 협의의 붉나무속과 옷나무속의 속간의 차이를 설명하기에는 한계가 있는 것으로 나타났다. 따라서, 향후 본 식물군에 대한 전반적인 분류학적 재검토와 계통학적 유연관계 분석 등에 대한 종합적인 논의가 이루어져야 할 것으로 생각한다.

수리분류학적 결과를 바탕으로 한국산 광의의 붉나무속 식물의 검색표를 작성하였다.

1. 정생하는 밀추화서, 열매는 선상(腺狀)의 털이 있고 붉게 익는다 *Rhus* (붉나무속)
 2. 소엽은 타원형으로 길이 7-11cm, 전체에 치아상 거치가 있고 엽축에 날개가 있고, 꽃받침과 꽃잎에 털이 있다 *Rhus javanica* L. (붉나무)
1. 액생하는 원추화서, 열매의 털은 선상이 아니며 황색으로 익는다
..... *Toxicodendron* (옷나무속)
 3. 화서는 길이 5cm 내외이고, 덩굴성 목본식물, 줄기에 기근이 있으며 삼출복엽을 가진다 *T. orientale* Greene (덩굴옷나무)
 3. 화서는 길이 10cm 이상이고, 직립의 관목 또는 교목, 줄기에 기근이 없으며 우상복엽을 가진다.
 4. 꽃은 지름 3mm 내외, 소지와 엽축은 붉어지며, 소엽의 양면에 연모가 있고, 열매에 털이 있거나 드물게 있다.
 5. 수피는 회백색, 소엽은 타원형으로 길이 7.4cm, 소엽의 결각이 성엽까지 남아있고, 열매에 강모가 밀생한다 *T. trichocarpum* (Miq.) Kuntze (개옷나무)
 5. 수피는 회황색, 소엽은 장타원형으로 길이 8.5cm, 성엽은 결각이 없고, 열매에 털이 없거나 단모가 산생 또는 밀생한다
..... *T. sylvestre* (S. & Z.) Kuntze (산검양옷나무)
 4. 꽃은 지름 5mm 내외, 소지와 엽축은 붉어지지 않고, 잎은 털이 없거나 뒷면에만 있으며 열매에 털이 없다.
 6. 소지, 복엽 및 화서에 털이 없고, 소엽은 피침형으로 길이 7cm이다.
꽃잎의 맥은 연한 녹색이다 *T. succedaneum* (L.) Kuntze (검양옷나무)
 6. 소지, 복엽 및 화서에 갈색의 털이 있고, 소엽은 난형으로 길이 15cm이다. 꽃잎의 맥은 진한 다갈색이다 *T. vernicifluum* (Stokes) Barkley (옷나무)

감 사 의 글

본 연구는 과학기술부 21세기 프론티어연구개발사업인 자생식물이용기술개발사업의 지원(M103KD010010-04K0401-01011)에 의해 수행되었기에 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

- Airy, H. K. and L. L. Forman. 1967. The genus *Spondias* L. (Anacardiaceae) in tropical Asia. Kew Bulletin 21: 1-20.
- Barkley, F. A. 1937. A monographic study of *Rhus* and its immediate allies in North and Central America. including the West Indies. Ann. Mo. Bot. Gard. 24: 265-499.
- _____. 1965. A criticism of the traditional concept of the genus *Rhus*. Prospects Iraq. Biol. 3: 52-58.
- Brizicky, G. K. 1963. Taxonomic and nomenclatural notes on the genus *Rhus* (Anacardiaceae). J. Arnold Arbor. 44: 60-80.
- Chung, J. M. and S. S. Kim. 1997. Reconsideration of *Rhus* (Anacardiaceae) with respect to fruit, seed and inflorescence. J. Kor. For. Soc. 86: 188-300.
- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, New York.
- Gillis, W. T. 1971. The systematics and ecology of poison-ivy and the poison-oaks (*Toxicodendron*, Anacardiaceae). Rhodora 73: 793-796.
- Kim, S. S. and J. M. Chung. 1995. Taxonomic characteristics of Korean-native Anacardiaceae. Jour. Kor. For. Soc. 84: 151-165.
- Kim, Y. K. 1988. A study on the pollen morphology of Anacardiaceae in Korea. Chunbuk National University (in Korean).
- Lee, W. T. 1996. Lineamenta Florae Koreae. Academy, Seoul (in Korean).
- Li, H.-L. 1977. Anacardiaceae. Flora of Taiwan, vol. 3. Taipei. Pp. 565-573.
- Linnaeus, C. 1753. Species Plantarum. Stockholm.
- Miller, A. J., A. Y. David and J. Wen. 2001. Phylogeny and biogeography of *Rhus* (Anacardiaceae) based on ITS sequence data. Int. J. Plant Sci. 162: 1401-1407.
- Ming, T. L. 1980. The geography distribution and floristic character of chinese Anacardiaceae. Acta Botanica Yunnanica 2: 390-401.

- Mitchel, J. D. 1990. The poisonous Anacardiaceae genera of the world. *Advan. Eco. Bot.* 8: 103-129.
- Rehder, A. 1940. *Manual of Cultivated Tree and Shrubs, Hardy in North America.* Macmillan Publication Co., New York. Pp. 540-545.
- Shishkin, B. K. 1986. Flora of The U.S.S.R. Bot. Institute of the Academy of Science of the USSR. 8: 395-411.
- Sneath, P. H. and R. R. Sokal. 1973. *Numerical Taxonomy.* Freeman and Company, San Francisco.
- Takhtajan, A. 1997. *Diversity and Classification of Flowering Plants.* Columbia University Press, New York.
- Yamazaki, T. 1993. On *Rhus javanica* L. and its variety. *Jap. J. Bot.* 68: 239-241.
- Young, D. A. 1975. Systematics of *Rhus* subgenus *Lobadium* section *Styphonia*. Ph.D. disseratation, Claremont Garduate School. Claremont, California.
- _____. 1979. Heartwood flavonoids and the infrageneric relationships of *Rhus* (Anacardiaceae). *Amer. J. Bot.* 66: 502-510.

Appendix. A list of investigated specimens in this study.

Rhus javanica L.

Korea, Chungcheongbuk-do, Yeongdong, Sept. 28, 2000, Kim *et al.* 2000-0111 (TUT); **Chungcheongnam-do**, Nonsan, Jun. 29, 2000, Kim *et al.* 2000-0072 (TUT); Gumsan, July 10, 2002, Tho 400 (TUT); Gumsan, July 10, 2002, Tho 401 ~ Tho 413 (TUT); Gumsan, Aug. 17, 2002, Tho 414 ~ Tho 425 (TUT); **Gyeongsangbuk-do**, Bonghwa, Aug. 17, 2001 Tho 239 (TUT); Uljin, Aug. 18, 2001, Tho 240 ~ Tho 243 (TUT) ; **Gyeongsangnam-do**, Masan, Sept. 24, 2001, J. H. Tho 231 ~ Tho 233 (TUT); Masan, Aug. 27, 2002, J. H. Tho 426 ~ Tho 430 (TUT); **Jeollabuk-do**, Muju, Sept. 1, 2001, Tho 245 (TUT); **Jeollanam-do**, Gurye, Jun. 12, 2001, Tho 146 (TUT); Wando, Oct. 18, 2001, Tho 234 ~ Tho 238 (TUT); Wando, Oct. 18, 2001, Tho 251 ~ Tho 253 (TUT); Wando, Oct. 18, 2001, Tho 295 (TUT); Wando, Oct. 18, 2001, Tho 296 (TUT); Yeosu, Jun. 9, 2001, Tho 250 (TUT); **Jeju-do**, Bukjeju, Oct. 27, 2001, Tho 247 ~ Tho 249 (TUT); Seogwipo, May 14, 2001, Tho 230 (TUT)

China, ?, Sept. 20, 1997, Gaoligongshan, E00124643 (E); Bartholomew *et al.* Sept. 17, 1980, Shennongjia forest district (E); W. P. Fang 3264, Aug. 22, 1928, Mt. Omei (E); J. F. Rock 17182, Aug. ?, 1928, Szechuan (E)

Toxicodendron orientale Greene

Korea, Jeollanam-do, Yeosu, Jun. 8, 2001, Tho 111 ~ Tho 123 (TUT); Yeosu, Oct. 16, 2001, Tho 80 ~ Tho 109 (TUT); Yeosu, May 19, 2002, Tho 297 ~ Tho 394 (TUT)

Taiwan, Ando *et al.* 470, Aug. 10, 1969, Mt. Alishan (E)

Toxicodendron trichocarpum (Miq.) Kuntze

Korea, Chungcheongbuk-do, Yeongdong, Sept. 28, 2000, Kim *et al.* 2000-0115 (TUT); **Chungcheongnam-do**, Daejeon, July 18, 2001, Tho 184 ~ Tho 193 (TUT); Taejeon, Jun. 6, 2001, Tho 199 ~ Tho 201 (TUT); **Gyeongsangbuk-do**, Cheongsong, Oct. 13, 2001, Tho 212 ~ Tho 215 (TUT); Uljin, May. 24, 2001, Tho 202 ~ Tho 211 (TUT); Uljin, May 25, 2001, Tho 78 (TUT); Uljin, Oct. 11, 2001, Tho 79 (TUT); Uljin, Oct. 11, 2001, Tho 110 (TUT); Uljin, Oct. 11, 2001, Tho 218 (TUT); Uljin, Oct. 11, 2001, Tho 396 (TUT); Uljin, Oct. 11, 2001, Tho 397 (TUT); **Gyeongsangnam-do**, Masan, Sept. 24, 2001, Tho 194 ~ Tho 198 (TUT); **Jeollabuk-do**, Muju, Sept. 1, 2001, Tho 226 ~ Tho 229 (TUT); Muju, Sept. 14, 2001, Tho 216 (TUT); Muju, Sept. 14, 2001, Tho 219 ~ Tho 225 (TUT); **Jeollanam-do**, Gurye, Jun. 12, 2001, Tho 398 ~ Tho 408 (TUT); Sublmise 1016, May 28, 1903, ? (E); E. H. Wilson 10399, ? 30, 1918, Korea, ? (E)

China, R. C. Ching, Aug. 17, 1925, China, Changgonsha (E)

Toxicodendron succedaneum (L.) Kuntze

Korea, Jeju-do, Bukjeju, Aug. 6, 2001, Tho 59 ~ Tho 75 (TUT); Jeju, Jun. 1, 2001, Tho 76 (TUT); Jeju, Jun. 1, 2001, Tho 77 (TUT)

Taiwan, Y. C. Chen E00015174, Sept. 22, 1994, Taipei city (E)

Toxicodendron sylvestre (Sieb. & Zucc.) Kuntze

Korea, Chungcheongnam-do, Taean, Jun. 6, 2001, Tho 162 ~ Tho 183 (TUT); **Gyeongsangnam-do**, Masan, Sept. 24, 2001, Tho 144 ~ Tho 149 (TUT); Masan, Aug. 27, 2002, Tho 431 ~ Tho 441 (TUT); Uiryeong, May 24, 2002, Tho 395 (TUT); Uiryeong, May 24, 2002, Tho 396 (TUT); **Jeju-do**, Jeju, Jun. 2, 2001, Tho 150 ~ Tho 152 (TUT); Seoguwipo, May 14, 2001, Tho 153 ~ Tho 160 (TUT); **Jeollanam-do**, Gurye, Jun. 12, 2001, Tho 127 ~ Tho 143 (TUT); Taquet 5474, Sept. ?, 1911, Korea, ? (E); Faurle 485, Oct. ?, 1906, Korea, ? (E); Taquet 162, Nov. ?, 1907, Korea, ? (E); Taquet 667, ?, 1908, Korea, ? (E); Taquet 4173, ?, 1910, Korea ? (E)

Toxicodendron vernicifluum (Stokes) F. A. Barkley

Korea, Chungcheongnam-do, Daejeon, July 8, 2002, Tho 259 (TUT); Daejeon, July 8, 2002, Tho 260 (TUT); Gumsan, Aug. 17, 2002, Tho 432 (TUT); Yeongi, July 20, 2002, Tho 254 ~ Tho 258 (TUT); **Gyeongsangbuk-do**, Uljin, Oct. 11, 2001, Tho 1 ~ Tho 14 (TUT); **Gyeongsangnam-do**, Geochang, Jun. 24, 2001, Tho 19 ~ Tho 42 (TUT); Geochang, May 24, 2002, Tho 261 (TUT); Geochang, May 24, 2002, Tho 278 ~ Tho 293 (TUT); Gwangyang, Jun. 11, 2001, Tho 43 (TUT); Gwangyang, Jun. 11, 2001, Tho 44 ~ Tho 58 (TUT); Uiryeong, May 24, 2002, Tho 262 ~ Tho 279 (TUT)

China, Albert *et al.* 107, July 28, 1931, Kweichow (E); Handel-Mazzetti 2195, Aug. 4, 1917, China Hanan (E); H. C. Chow, Jun 12, 1934, China, Hapeh (E)

Numerical taxonomy of *Rhus sensu lato* (Anacardiaceae) in Korea

Jae-Hwa Tho and Joo-Hwan Kim*

Division of Life Science, Daejeon University, Daejeon 300-716, Korea

ABSTRACT

Numerical analysis based on the 67 morphological characters from 28 populations of 6 species of Korean *Rhus sensu lato* (Anacardiaceae) was performed for the taxonomic delimitation. Based on the results of PCA with 47 quantitative characters, the sum of contributions for the total variance of three major principal components was 77.9% (PC1 35.2%, PC2 22.5% and PC3 20.2%). The sum of contributions for the total variance of three major principal components were 90.7% (PC1 37.7%, PC2 33.0% and PC3 20.0%) based on the results of PCA with 20 qualitative The characters. Two dimensional plotting from PCA results recognized six distinct species. UPGMA phenogram based on simple matching coefficient method recognized clear taxonomic delimitations among six taxa. On the cluster analysis, qualitative characters were more useful for grouping the species treated. Numerical analysis was very valuable to delimit the Korean taxa of *Rhus* s.l.

Key words: *Rhus sensu lato*, morphological characters, numerical analysis, PCA, UPGMA phenogram

*Corresponding author: Phone: +82-42-280-2434, Fax: +82-42-285-2434, e-mail: sysbot@dju.ac.kr