

# 플라보노이드 특성에 따른 한국산 조팝나무속 식물의 분류학적 연구( I )

김태욱 · 이유미

서울대학교 농업생명과학대학 부속수목원

## Taxonomic Studies on the Genus *Spiraea* in Korea Based on Flavonoid Characteristics

Tae Wook Kim and You Mi Lee

The Arboretum, Coll. of Agric. and Life Science, Seoul Nat'l Univ.

### Summary

This study was conducted to investigate the flavonoid characteristics of species of genus *Spiraea* in Korea, to examine the systematic problems of genus *Spiraea* and to find out the relations among taxa.

The samples used in this study were collected from fields throughout the country during the period from April 1988 to September 1991, and the plants specimens at the 7 herbariums of several universities were also included for this study.

Flavonoids were separated by 2-dimensional paper chromatography. The obtained data were analysed using SPSS computer program.

Based on the results, genus *Spiraea* was classified as 15 taxa including 12 species and 3 varieties.

The flavonoids extracted from these taxa were separated into 53 kinds that could be characterized by taxa and locality. Cluster analysis showed that significant differences among taxa were found for flavonoid characteristics but not found for morphological characteristics. Based on flavonoid characteristics, *Spiraea trichocarpa* Nakai and *Spiraea chamaedryfolia* Linnaeus var. *ulmifolia* Maximowicz appeared to be independent line from the other taxa. *Spiraea chartacea* Nakai and *Spiraea chinensis* Maximowicz appeared to be closely related each other indicating that the former was a isolated species from the latter.

Keyword; *Spiraea*, Rosaceae, Flavonoid.

## 서 론

식물분류학은 자연상태에서 끊임없이 변하고 있는 살아 있는 식물을 대상으로 하는 학문인 만큼

아직까지 종의 한계를 명확히 규명하지 못한 분류군이 상당수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 4,158종류에 가까운 한국산 현화식물(Lee, 1976; Kim and Lee, 1986)을 종합적으로 정립하

기에 앞서 각 분류군 별로 집중적인 연구 분석을 시도함이 선행되어야 한다. 그러나 현재 행하여지고 있는 대부분의 연구는 형태적 특성에 의한 분류방법이 중심이 되어 이루어져 있지만 식물의 형태적 특징은 환경적인 여건에 따라서 동일한 분류군이라도 상이한 형태를 나타낼 수 있어서 종의 실체를 파악하는데는 어려움이 있다. 따라서 분류학자간의 이견으로 논란의 대상이 되어온 분류군들의 경우, 그 타당성이 인정되어 많이 이용되고 있는 화학분류를 통하여 종의 한계를 정립하고, 전자현미경적 미세구조의 연구, 염색체 분석을 통한 핵형 비교 등 다양한 방법으로 종의 실체를 규명함과 아울러 이들의 계통적인 유연관계를 밝히는 다각적인 연구를 수행하는 것이 세계적인 추세이며, 우리 나라에서도 이와 같은 연구 방법의 다양화는 매우 중요한 과제라고 할 수 있다.

조팝나무속(*Genus Spiraea*)은 장미과(*Rosaceae*) 조팝나무아과(*Spiraoideae*)에 속하는 낙엽성 관목으로, 세계적으로 70여 종(Bentham and Hooker, 1965; Hiller, 1978; Bean, 1980)이 알려져 있으며, 학자에 따라서는 100여 종까지 있는 것으로 분류하고 있다(Nakai, 1916; Bailey, 1969; Bailey and Bakley, 1976; Krussmann, 1977; Cronquist, 1981; Clapham *et al.*, 1987). 조팝나무속 식물의 대부분은 동아시아의 만주, 시베리아, 북미 및 유라시아 등, 북반구의 온대와 한대에 걸쳐 분포하고 있으나 아열대 고산지대 및 멕시코 등지에도 소수 분포하고 있다(Nakai, 1916; Cronquist *et al.*, 1981; Henrickson 1985). 현재 우리 나라에는 약 10종 6변종 16종류가 분포하고 있는 것으로 발표되어 있어(Lee, 1980), 인근 지역인 일본의 11종(Kitamura and Murata, 1981; Ohwi, 1984), 중국의 50여 종(Yu and Lui, 1974)과 비교하여 작은 면적에서 많은 종류가 분포하고 있다고 할 수 있다. 특히 그 가운데는 한반도에서만 제한적으로 분포하는 특산종이 포함되어 더욱 중요한 자원학적인 의미를 나타낸다. 우리 나라에 자생하고 있는 조팝나무속 수종의 대부분은 식물분류학적, 분

포학적 가치가 큰 물론 관상용, 밀원, 약용으로 그 중요성이 널리 인식되어 있다(Bean, 1980; Ro, 1983).

특히 조팝나무속 수종들은 나무의 크기가 적당하고 꽃이 아름답고 개화 기간이 비교적 길며, 생육과 번식이 용이하여 유럽 및 일본에서는 많은 원예 품종이 개발되어 있고, 우리 나라에서도 차츰 그 가치를 인식하고 있다. 실제 지난 몇 년 사이 강원도 및 일부 남부 지방에서는 고속도로변에 조팝나무류를 식재하고 있고 꽃꽂이용 소재로도 많이 이용되고 있다. 이러한 시점에서 우리나라 자생수종에 대한 확립없이 원예종이 도입된다면 많은 혼란이 야기되어 벚나무의 경우처럼 순수 자생종을 보존하는데 어려움을 가져올 것이다.

조팝나무류는 원예용 이외에도 약용식물로도 이용된다. 한방에서는 조팝나무의 뿌리를 常山木이라 하여 해열, 말라리아, 거담, 강장, 구토 등의 증상에 치료제로 이용해 왔으며(Ro, 1983), 어린 순을 식용하거나 지팡이의 재료로 쓰기도 한다(Hong *et al.*, 1987). 국외에서는 조팝나무류에서 처음으로 아스피린의 원료를 발견되어 연구 대상이 되고 있다(Kim, 1991). 그 밖에도 미국의 인디언들도 조팝나무류를 민간치료제로 이용하였다는 기록이 있다(Lewis, 1977).

이와 같이 조팝나무속 수종들은 유용도는 물론 분류학상으로도 뚜렷이 독립되고 있음에도 불구하고, 화기의 구조, 화색, 엽형의 유사성과 이들 형질에 대한 변이의 폭이 넓은 이유로 종의 한계 설정에 대한 분류학적 논란이 많아 국내에서 논의된 바 있는 조팝나무속 식물은 Nakai(1943)가 9종 3변종 12종류, Chung(1957)이 11종 6변종 17종류, Lee(1980)가 10종 6변종 16종류, Ahn등(1981)이 15종 11변종 26종류, Kim(1991)이 10종, 2변종, 12종류로 지금까지 모두 29종류에 달하고 있으나 조팝나무속 분류군을 중심으로 한 체계적이고 본격적인 논의는 극히 미미한 실정이다.

현재 세계적으로 지금까지 계통분류학의 주요 분야로 일반적으로 적용하여 온 형태적인 특성에

의한 분류가 환경적인 요인에 따른 변이의 폭이 크므로 이를 보완하여 계통분류학을 연구하는 한 방법으로 화학분류(chemotaxonomy)가 널리 이용되고 있으며, 특히 플라보노이드의 특성에 따른 분류의 타당성이 인정되어 많이 시도되고 있다 (Bate-Smith, 1961; Eisner *et al*, 1969; Markham, 1982; Vogelmann, 1984; Bohm, 1987). 그 가운데 Challice(1974)는 장미과 식물을 대상으로 화학분류를 시도하여 조팝나무류 3종의 성분을 비교한 바 있다. 일본에서는 250종에 달하는 관속식물의 잎으로 paper chromatography에 의한 anthocyanin에 대한 연구를 실시하여 *Spiraea japonica* L. 잎에서 cyanidia monohexoside를 분류한 바 있다(Ueno *et al*, 1969). 우리 나라의 경우, 몇가지 조팝나무류를 대상으로 알카로이드 성분의 검출에 의한 생약적 특성을 연구한 것과(Ro, 1983), alkaloid물질인 spirazine의 보고(Ro, 1982), sterol성분에 관한 연구 등이 수행된 바 있다(Ro and Lee, 1975). 더욱이 이러한 연구는 종의 실체를 명백히 하는 데 어려움이 있으며, 또한 분류학적 접근은 시도되지 않았다. 화학물질을 이용한 분류학적 식별형질의 탐색은 침엽수의 terpene류 분석에서 일부 연구가 수행되고 있는 실정이고(Cheon, 1988), 최근 현호색류의 분류에서 이 방법을 도입하여 주목할 성과를 얻고 있는 정도에 국한되어 있다(Chi *et al*, 1988).

그러므로 형태적으로 논란의 여지가 많고 산지에 따른 변이가 큰 조팝나무류에 대하여 분류군의 계통적인 특성을 구분함에 있어서 형태적 특성과 함께 flavonoid를 이용한 화학분류를 시도하는 것은 바람직한 일이라고 여겨지며, 이러한 분류방법을 정착시키는 일도 그 의의가 클 것이다.

본 연구의 목적은 조팝나무속에 속한 식물의 플라보노이드 성분에 의한 특성을 밝히고, 그 결과를 유집분석법으로 종합하여, 분류군간에서 볼 수 있는 유연관계를 구명하고, 본 속에 속한 식물들이 시사하는 계통분류학상의 문제점을 검토하여, 각 분류군의 기재를 재정리하는 데 있다.

## 재료 및 방법

### 1. 분포 조사 및 확인

자생지의 확인 및 시료의 채취는 먼저 관련 문헌을 고찰하고 각 대학별 소장 표본의 채집지 기록을 통하여 대상지를 선정하였다(Lee, 1966; Chung, 1979, 1982). 1988년 4월부터 1991년 9월 까지 강원도 대관령, 진부령, 설악산, 점봉산, 대암산, 증왕산, 계방산, 명주군 일대, 경상북도 울진(해변 및 성류굴 주변), 경상남도 가야산, 충청북도 단양, 주흘산, 월악산, 조령, 진천, 초평, 괴산과 광릉, 양평, 수원, 용인을 비롯한 경기도 일대, 서울의 북한산, 도서 지방인 대흑산도, 중국쪽 백두산 등지를 답사하여 자생상태를 확인하고 표본을 채집하였다. 이러한 답사 결과를 종합하여 각 분류군 분포 지역을 기록하고 도식화하였다. 본 연구를 통하여 직접 확인한 분류군별 자생지 및 채집지역은 Table 1과 같다.

소장표본을 조사한 표본실은 서울대학교 농업생명과학대학 표본실(HAS), 자연과학대학 표본실(SNU), 성균관대학 표본실(SKK), 강원대학교 표본실(GWH), 성신여자대학교 표본실, 전남대학교 표본실(JUN), 한남대학 표본실 등이다.

### 2. 플라보노이드(flavonoid)특성 분석

Flavonoid성분의 추출은 Harborne과 Mabry(1982)에 의한 분류방법을 기준으로 하고, 그 이외에 유사연구 방법을 참고하여 아래와 같은 순서로 실시하였다(Hasegawa, 1969; Fanselt, 1971; Smith, 1972; Harborne and Nash, 1984; Jay *et al*, 1984; Willcox, 1984; Kim and Lee, 1987; Grayner, 1989).

1) 자생지에서 채취한 성숙한 식물체의 표본에서 잎을 분리한 후, dry oven에서 섭씨 60°C로 건조

2) 분쇄

Table 1. Collection Data of *Spiraea* species in Korea

Scientific name	Korean name	Locality(Collecting date)
<i>S. prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i> Nakai	조팝나무	Kwangneung(4/30), Suwon(5/8, 4/25), Mt. Kwanak(5/6), Yangpyung, Wonju
<i>S. chamaedryfolia</i> Linnaeus var. <i>ulmifolia</i> Maximowicz	인가목조팝나무	Mt. Juhul(5/25), Mt. Odae(8/14, 19), Mt. Jumbong(8/1), Mt. Sorak(9/7)
<i>S. blumei</i> G. Don	산조팝나무	Mt. Wolak(5/25, 8/8), Mt. Spral(6/1, 8/1), Uljin (5/13, 7/16), Goisan(5/18, 8/26), Mt. Juwang (6/6)
<i>S. pseudocrenata</i> Nakai	긴잎산조팝나무	Goisan(10/27, 8/26), Uljin(5/13, 8/20)
<i>S. pubescens</i> Turczaninow	아구장나무	Mt. Sorak(5/24, 5/30), Mt. Sobak(6/2), Mt. Youngweol(8/28), Mt. Juhul(8/11)
<i>S. pubescens</i> Turczaninow var. <i>Ieioarpa</i> Nakai	초평조팝나무	Chopyungri(5/18, 6/7, 8/25)
<i>S. media</i> Schmidt	긴잎조팝나무	Mt. Bakdu(8/2)
<i>S. salicifolia</i> Linnaeus	꼬리조팝나무	Daegwanryung(9/18, 7/27, 5/18), Mt. Bakdu(8/4), Kwangnung(7/18, 8/26), Suweon(5/30, 10/5, 8/10)
<i>S. chartacea</i> Nakai	떡조팝나무	Huksando(8/10)
<i>S. fritschiana</i> Schneider var. <i>obtusifolia</i> Nakai	둥근잎조팝나무	Mt. Bukhan(7/1, 6/19)
<i>S. fritschiana</i> Schneider	참조팝나무	Mt. Sorak(6/20, 9/15, 7/30), Mt. Jumbong(6/19, 8/1), Mt. Wolak(6/19), Mt. Bukhan(5/5)
<i>S. trichocarpa</i> Nakai	갈기조팝나무	Danyang(5/29, 8/27), Mt. Youngweol(5/24, 8/29)
<i>S. miyabei</i> Koidzumi	덤불조팝나무	Gachilbong(6/19, 7/25), Mt. Sorak(6/25, 7/27)

- 3) 100% methanol에서 24시간 동안 추출
- 4) 감압하에서 0.45 $\mu$ m 입자크기의 filter paper에 여과 후 감압하에서 메탄을 증발
- 5) Chloroform으로 fats, chlorophylls, xanthophyll 등을 분리 제거, 수차례 반복
- 6) 감압, rotary evaporator로 농축
- 7) 2-dimension 전개
  - 1차전개 TBA(t-Butyl alcohol:D-water:Acetic acid=3:1:1) 24시간
  - 2차전개 15% ACC(Acetic acid:D-water=5:1) 6시간
- 8) Chromatogram 관찰, UV light하에서와 비교 관찰
- 9) 암모니아수 등 몇 가지 shifting reagent 첨가 후 다시 관찰, UV light하에서 비교 관찰
- 10) 분리된 색소별로 오려내어 90% methanol에서 24시간 재추출
- 11) Spectrophotometer를 이용하여 200nm-350nm의 파장에서 흡수파장 관찰
- 12) RF값 및 최대흡수파장 값들의 결과를 종합하여 플라보노이드 종류 식별

### 3. 종의 기재 및 유연관계

- 1) 위의 결과를 종합하여 통계 패키지를 이용하여 자료를 전산처리 하여 종간 유연관계 및 품종, 변종 등의 타당성을 고찰하였다.
- 2) 플라보노이드 특성에 따라 분류군간 유연관계를 나타내기 위한 clustering 분석은 통계 package SPSS PC+의 Hierarchical Cluster Analysis Program를 이용하였다.
- 3) 플라보노이드 특성은 조팝나무속에서 추출된 총 53개의 플라보노이드가 종별로 나타나는가의 여부를 조사하여 추출되지 않을 경우 '0', 추출되었을 경우 '1'의 값을 주어 유연관계를 밝혔다. 또한 이와 같이 나타난 종간의 유연관계는 물론 종간 coefficient값에 따라 거리로 종간의 유사도를 나타내고 있다. 다만 플라보노이드 분석에서는 긴잎조팝나무(*S. media* Schmidt)의 시료가 제외

되었으므로 이를 포함시키지 못하였다.

- 4) 지역별 변이가 심한 산조팝나무는 생육별로 분리하여 형태적 특징 및 플라보노이드 특성을 조사하여 지역별 격리 상황을 고찰하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 조팝나무속 식물의 플라보노이드 특성

Fig.1~10는 한국산 조팝나무속 식물의 잎에서 플라보노이드를 추출하여 분리한 종별 chromatography 결과로 2-dimension으로 전개시킨 chromatography map이며 이에 의한 각 chromatogram의 화학적 특성은 Table 2~11과 같다.

본 조사에서 분리된 플라보노이드는 총 53가지였는데 실험대상으로 한 14개의 분류군에서 공통적으로 추출된 성분은 Fig. 1 및 Table 2에서 볼 수 있는 compound 2, 15로써 이 두 성분이 조팝나무속의 특징을 나타내는 성분으로 생각되는데, Challice(1974)는 *Spiraea salicifolia* Linnaeus, *Spiraea latifolia*, *Spiraea japonica* Linne fil 3종으로 유사한 실험을 한 결과 *Spiraea*속에서 공통적으로 출현하는 플라보노이드를 trihydroxylated(3', 4', 5')와 anthocyanidin으로 보고한 바, 본 연구에서 공통 출현하는 flavonoid compound 두 종류와 비교된다. 또한 분류군별로 한 두개씩 단독으로 출현하는 chromatogram이 있으므로 이러한 성분은 종의 특징을 구별하는 플라보노이드로 이에 의한 종의 식별이 가능하며 유사한 분류군이나 동일한 분류군의 각기 다른 자생지에서의 비교 또한 유의한 값을 나타내고 있어 플라보노이드 특성에 의한 화학적 분류의 타당성을 뒷받침하고 있다.

꼬리조팝나무에서는 18개의 chromatogram이 분리되었다(Fig. 1, Table 2). 그 가운데 2개의 compound 14, 18은 본종에서만 발견되므로 타종과 비교하여 이종에서 유일하게 나타나는 원추화서에 관여하는 성분으로 추측된다.

Table 2. Rf value and color reaction under visible and UV light of flavonoids in *Spiraea salicifolia* Linnaeus

Compound No.	Rf value		Natural		NH <sub>4</sub>	
	Rf <sub>1</sub>	Rf <sub>2</sub>	Visible	UV	Visible	UV
1	8	4	—	DGBr	—	DGBr
2	19	19	—	PB	—	PB
3	25	10	—	Y	—	GY
4	25	36	LBr	DBr	LV	DV
5	23	55	Br	V	Br	V
6	12	63	—	B	LBr	B
7	6	45	—	P	—	P
8	10	81	—	LBr	PY	LGP
9	12	76	—	P	LY	P
10	60	82	—	B	—	B
11	58	71	—	BC	—	BG
12	65	92	—	S	—	S
13	60	69	—	S	—	S
14	62	83	—	G	—	GB
15	85	57	LBr	DG	Br	DG
16	94	72	LBr	GBr	LBr	GBr
17	55	14	LY	BP	LY	GBr
18	52	61	—	Go	LY	Go

\* L:light, D:dark, B:blue, S:sky blue, R:red, G:gray, Y:yellow, P:purple, Br:brown, V:vandyke brown, C:citronella, Pi:pink. K:khaki, O:ocker, WO:white orange, Gr:green

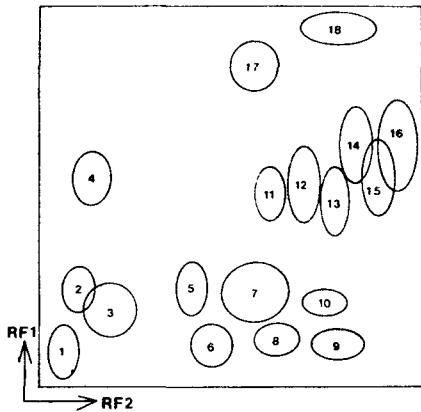


Fig. 1. Two dimensional chromatograms of leaf flavonoid characters of *Spiraea salicifolia* Linnaeus.

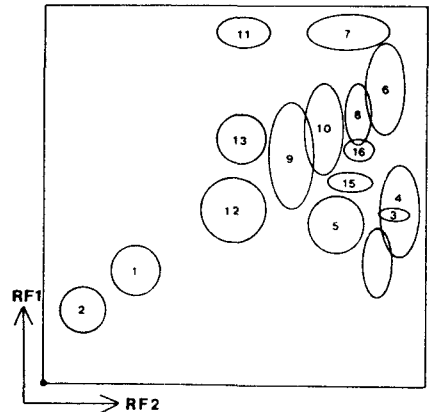


Fig. 2. Two dimensional chromatograms of leaf flavonoid characters of *S. prunifolia* Siebald et Zuccarini var. *simpliciflora* Nakai

조팝나무 역시 18개의 chromatogram이 분리되었다(Fig.2, Table 3). 그 가운데 2, 11은 본종에서만 발견되므로 타종과 비교하여 이종에서 유일

하게 나타나는 무병의 산형화서에 관여하는 성분으로 추측된다.

Table 3. Rf value and color reaction under visible and Uv light of flavonoids in *Spiraea prunifolia* Siebold et Zuccarini var. *simpliciflora* Nakai

Compound No.	Rf value		Natural		NH <sub>4</sub>	
	Rf <sub>1</sub>	Rf <sub>2</sub>	Visible	UV	Visible	UV
1	30	18	—	Y	—	GY
2	19	9	—	WO	—	WO
3	40	94	LBr	DG	LBr	DG
4	38	92	—	Y	—	YBr
5	40	73	—	B	LBr	B
6	82	93	—	S	—	S
7	95	77	LBr	GBr	LBr	GBr
8	64	94	—	BC	BC	BC
9	58	68	—	LP	—	LP
10	72	74	—	B	LY	B
11	94	53	—	LY	—	LBr
12	54	41	—	DGBr	—	DGBr
13	52	68	—	B	LY	BP
14	31	79	—	P	—	P
15	52	80	Y	YBr	DY	YBr
16	72	86	—	P	—	P

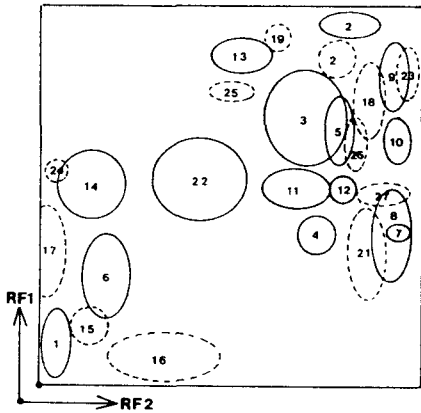


Fig. 3. Two dimensional chromatograms of leaf flavonoid characters of *S. blumei* G. Don by locality(—:appeared in all site, --- appeared in some site).

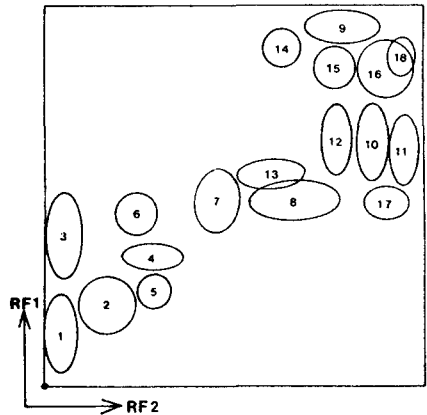


Fig. 4. Two dimensional chromatograms of leaf flavonoid characters of *S. pseudocrenata* Nakai.

산조팝나무는 지역별로 상이한 잎의 형태적 변이가 나타나 자생지별로 울진, 설악산, 괴산으로 나누어 분석하였다(Fig. 3, Table 4). 산조팝나무에서 나타나는 총 27개의 chromatogram 가운데 세 지역이 각각 85.2%, 63%, 81.5%의 유사도를 보이고 있다. 또한 세 지역 가운데 울진의 산조팝나

무가 가장 공통적인 형질을 많이 가지고 있으며 설악산과 괴산의 경우는 차이가 크게 나타났다. 따라서 태백산을 중심으로 한 자생지역에서 괴산으로 이주한 상태에서 지역적인 환경에 적응한 특성이 나타난 것으로 보인다.

Table 4. Rf value and color reaction under visible and UV light of flavonoids in *Spiraea blumei* G. Don

Compound No.	Locality			Rf value		Natural		NH <sub>4</sub>	
	Uljin	Sorak	Goisan	Rf <sub>1</sub>	Rf <sub>2</sub>	Visible	UV	Visible	Uv
1	+	+	+	11	3	V	-	V	V
2	+	+	+	95	77	Br	LVr	LBr	GBr
3	+	+	+	72	70	GP	-	LBr	G1
4	+	+	+	40	73	B	-	LBr	B
5	+	+	+	72	74	B	-	Ly	B
6	+	+	+	30	18	Y	-	-	Gy
7	+	+	+	40	94	DG	LBr	LBr	DG
8	+	+	+	38	92	Y	-	-	YBr
9	+	+	+	82	93	S	-	-	S
10	+	+	+	64	94	BC	-	-	BC
11	+	+	+	52	68	DBr	LY	LY	DBr
12	+	+	+	52	80	YBr	Y	DY	YBr
13	+	+	+	88	54	B	-	LY	B
14	+	+	+	14	55	BP	LY	LY	GBr
15	+	+	+	15	14	C	-	-	GY
16	+	+	35	5	LV	-	LV	LV	LV
17	+	-	35	3	GB	-	-	-	GB
18	+	-	72	86	P	-	-	-	P
19	+	-	92	62	DG	LBr	Br	Br	DG
20	+	-	86	77	LGR	Y	Y	Y	K
21	-	-	38	83	LP	-	-	-	LP
22	+	-	54	41	DGBr	-	-	-	DGBr
23	-	+	83	98	GBr	-	-	-	GB
24	-	-	56	4	Y	-	-	-	GY
25	+	-	75	82	GY	-	LBr	LBr	GY
26	+	+	65	82	GB	-	-	-	GB
27	-	-	50	90	GB	V	V	V	GV



긴잎산조팝나무는 18개의 chromatogram이 분리되었다(Fig. 4, Table 5). 그러나 그 가운데 본종에서만 발견되는 성분은 한 종류도 없었으며 78%가 산조팝나무와 동일한 성분을 가지고 있는 것으로 나타나고 있는데 이는 형태적으로 두 종이 유사한 특징을 많이 가지는 결과와 일치한다. 또한 꼬리조팝나무, 당조팝나무의 순으로 유사한 성

분을 가지고 있어 당조팝나무의 경우 형태적인 특성을 분석한 결과와 일치하는 경향을 나타내나 꼬리조팝나무는 외부 형태적으로 유사한 특징을 많이 가지고 있지 않으므로 종간의 유연관계는 외부 형태를 좌우하는 형질만으로 모두 발현하지 않음을 암시하고 있다.

Table 5. Rf value and color reaction under visible and UV light of flavonoids in *Spiraea pseudocrenata* Nakai

Compound No.	Rf value		Natural		NH <sub>4</sub>	
	Rf <sub>1</sub>	Rf <sub>2</sub>	Visible	UV	Visible	UV
1	54	41	—	DGBr	—	DGBr
2	21	16	—	PB	—	PB
3	40	4	—	LGBr	—	LGBr
4	40	30	—	Y	—	GY
5	35	25	—	GYG	—	GYG
6	84	63	Y	BP	LY	GBr
7	49	46	LBr	DBr	LV	DV
8	11	3	—	V	V	V
9	95	77	LBr	GBR	LBr	GBr
10	63	87	—	BC	—	BC
11	60	96	—	P	PY	P
12	65	77	—	B	LY	B
13	55	59	—	P	—	P
14	89	63	—	GY	LBr	GY
15	84	76	Y	LGr	Y	K
16	84	91	—	R	—	S
17	48	91	V	GV	V	GV

아구장나무와 초평조팝나무는 후자가 변종 처리되었거나, 일부 학자는 동일한 종에 귀속시켜야 하는 견해를 가지고 있으므로 동일한 표로 정리하여 비교하였다(Fig. 5, Table 6). 두 종에서는 19종류의 chromatogram이 분리되었으며 기본종과 변종 사이에는 63.2%의 유사성이 나타났다. 앞에서 분석한 산조팝나무의 지역적 격리에 따른 차이점

과 비교하여 더 많은 플라보노이드 분포에 차이점을 보이고 있는 것으로 미루어, 두 기본종과 변종 사이에는 형태적인 차이점이 확연히 나타나 변종의 처리가 타당함은 물론 플라보노이드 특성이 이를 뒷받침하고 있다.

인가목조팝나무는 19개의 chromatogram이 분리되었고(Fig. 6, Table 7), 그 가운데 본종에서만

발견되는 성분은 5, 14, 17번 화합물이었다. 인가 목조팝나무는 산방상 산형화서의 형태를 가진 동일한 section에 속하는 종들과 비교하여 잎의 엽연 전체에 불규칙한 복거지가 나타나며 잎과 화서에

분포하는 털의 형질이 안정되어 있지 않는 등의 상이한 형질을 나타내므로 앞의 3가지 색소와 관련이 있는 것으로 추측된다.

Table 6. Rf value and color reaction under visible and UV light of flavonoids in *Spiraea pubescens* Turczaninov and var. *leiocarpa* Nakai

Compound No.	Species		Rfvalue		Natural		NH <sub>4</sub>	
	pub.	v.lei.	Rf <sub>1</sub>	Rf <sub>2</sub>	Visible	UV	Visible	UV
1	+	+	13	6	-	V	V	V
2	+	+	23	13	-	PB	-	PB
3	+	+	27	25	-	Y	-	GY
4	+	-	50	9	-	Y	-	Y
5	+	-	45	14	LY	BP	LY	GBr
6	+	-	44	30	-	O	-	O
7	+	+	26	52				
8	+	+	27	65	Br	V	Br	V
9	-	+	4	60	-	LBr	-	LGP
10	+	+	21	76	-	B	LBr	B
11	-	+	43	51	-	P	-	P
12	+	+	54	62	-	B	LY	B
13	+	+	64	90	-	S	-	S
14	+	+	63	82	-	LP	-	LP
15	+	+	28	90	-	Y	-	YBr
16	+	+	43	73	LBr	GBr	LBr	GBr
17	+	+	84	52	LBr	DG	Br	DG
18	-	+	65	48	-	BC	-	BC
19	+	+	65	72	-	GP	LBr	GP

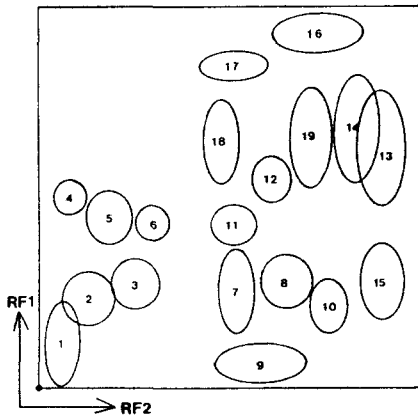


Fig. 5 Two dimensional chromatograms of leaf flavonoid characters of *S. pubescens* Turczaninov and *S. pubescens* Turczaninov var. *leiocarpa* Nakai.

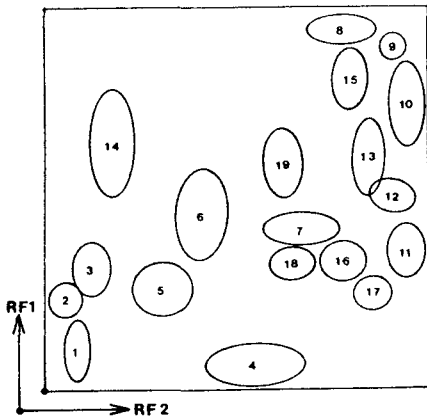


Fig. 6. Two dimensional chromatograms of leaf flavonoid characters of *S. chamaedryfolia* Linnaeus var. *ulmifolia* Maximowicz.

류군에서 변종으로 처리가 가능한 65%수준의 동일한 플라보노이드 성분이 추출되었다. 실제 앞의 두종은 당조팝나무의 황색 밀모, 떡조팝나무의 혁질의 두터운 잎을 제외하고는 형태적으로 유사한 형질이 많으며 더우기 떡조팝나무의 잎의 두께는 남해 도서지방이 아닌 중부지역에 이식하였을때 그 변이가 나타나고 있어 이러한 현상을 종합할때 떡조팝나무는 당조팝나무가 지역적으로 격리된 후 염분의 농도가 높고 다습하며 바람이 강한 환경에 적응하기 위해 나타난 생태형이 그대로 고착된 것으로 생각할 수 있다. 더우기 떡조팝나무의 경우 지리적으로 이웃하는 일본이나 중국 등의 지역에는 전혀 분포하지 않는 한국의 특산종으로 이러한 가정을 뒷받침 하고 있다.

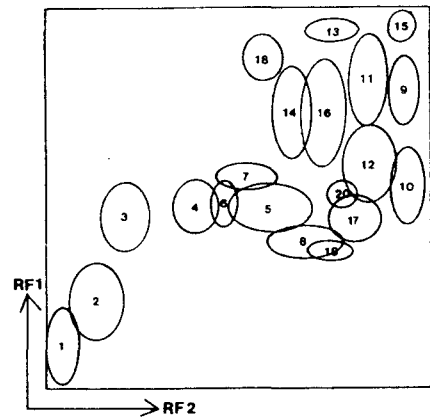


Fig. 7. Two dimensional chromatograms of leaf flavonoid character of *S. chinensis* Maximowicz and *S. chartacea* Nakai.

당조팝나무와 떡조팝나무의 플라보노이드 조성은 유사한 결과를 나타내고 있으므로 동일한 표에 그 결과를 정리하였다. 당조팝나무에서는 18개, 떡조팝나무에서는 15개의 chromatogram이 분리되었는데(Fig. 7, Table 8). 이 가운데 두종에서만 발견되는 성분은 없었다. 또한 두 종간에 다른 분

갈기조팝나무는 총 19개의 chromatogram이 분리되었으며(Fig. 8, Table 9), 그 가운데 본종에서만 발견된 성분은 4, 19번 화합물에 해당되는 플라보노이드이다. 또한 플라보노이드 조성이 다른 종과 특별히 유사한 경향을 띠고 나타나지 않았다. 이는 갈기조팝나무가 화서의 특성으로는 복산

Table 7. Rf value and color reaction under visible and UV light of flavonoids in *Spiraea chmaedryfolia* Linnaeus var. *ulmifolia* Maximowicz

Compound No.	Rf value		Natural		NH <sub>4</sub>	
	Rf <sub>1</sub>	Rf <sub>2</sub>	Visible	UV	Visible	UV
1	7	6	—	DGBr	—	DGBr
2	32	9	—	LO	—	LO
3	23	3	—	PB	—	PB
4	6	55	—	LBr	—	LGD
5	7	29	—	Pn	—	Pn
6	46	34	—	Y	—	GY
7	41	66	Br	V	Br	V
8	94	28	LBr	GBr	LBr	GBr
9	90	90	LBr	DY	LBr	DY
10	74	93	—	S	—	S
11	36	92	LBr	DG	LBr	DG
12	50	89	—	Y	—	YBr
13	59	83	LY	DY	LY	DGBr
14	65	16	—	LGGr	—	LGGr
15	80	78	LBr	G	LBr	G
16	33	76	—	B	LBr	B
17	25	84	—	LGB	LBr	LGB
18	33	62	—	P	—	P
19	60	60	—	LGBr	—	LGBr

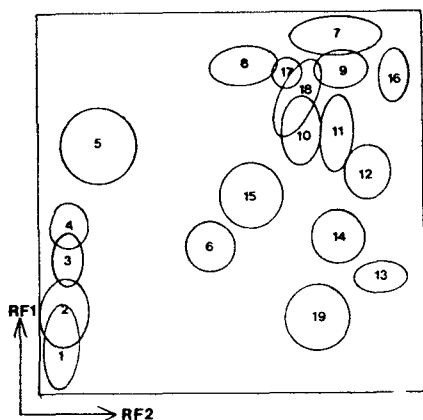


Fig. 8. Two dimensional chromatograms of leaf flavonoid characters of *S. trichocarpa* Nakai.

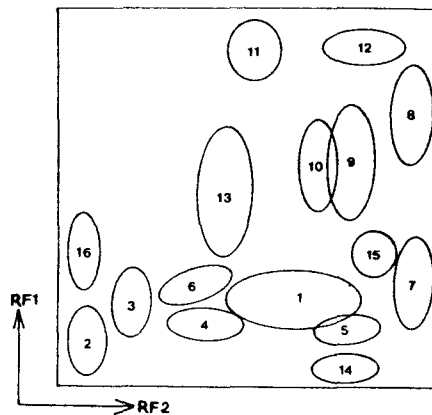


Fig. 9. Two dimensional chromatograms of leaf flavonoid characters of *S. fritschiana* Schneider and *S. fritschiana* Schneider var. *obtusifolia* Nakai.

Table 8. Rf value and color reaction under visible and UV light of flavonoids in *Spiraea chartacea* Nakai and *Spiraea chinensis* Maximowicz.

Compound No.	Species		Rfvalue		Natural		NH <sub>4</sub>	
	pub.	v.lei.	Rf <sub>1</sub>	Rf <sub>2</sub>	Visible	UV	Visible	UV
1	+	+	15	4	-	P	-	P
2	+	+	29	14	LY	BP	LY	GBr
3	+	-	30	18	-	Y	-	GY
4	+	+	49	41	LBr	DBr	LV	DV
5	+	+	50	65	-	V	V	V
6	+	+	50	42	LBr	GBr	Br	GBr
7	+	+	28	35	-	P	-	P
8	+	+	41	63	-	S	-	S
9	+	+	74	94	-	GB	-	GP
10	+	+	54	95	-	P	PY	P
11	+	+	81	85	-	S	-	S
12	+	+	59	85	-	BC	-	BC
13	+	+	95	77	LBr	GBr	LBr	GBr
14	+	+	74	65	-	B	LY	B
15	+	-	95	94	LBr	DY	LBr	DY
16	+	-	59	77	LY	DY	LY	DGBr
17	+	-	45	81	-	Y	-	YBr
18	+	-	86	58	LY	GY	LBr	Y
19	-	+	43	74	-	S	-	S
20	-	+	50	83	LY	DBr	LY	DBr

방화서질에 포함되나 그 크기에 현저한 차이가 있고 또한 잎의 엽연이 전연을 가지는 등 형태상으로도 화학적인 특징과 동일한 결과를 나타내고 있으며 조팝나무속의 분류에서 별도의 위치를 차지하고 있다.

참조팝나무와 둥근잎조팝나무는 본 연구에서 후자를 전자의 변종 처리하였으며 학자에 따라서 동일한 종에 귀속시키거나 별도의 종으로 구분하는 등 분류학적인 논란이 많으므로(Chung, 1957; Lee,

1980; Kim, 1991) 동일한 표로 정리하여 비교하였다(Fig. 9, Table 10). 두 종에서는 18종류의 chromatogram이 분리되었으며 기본종과 변종 사이에는 15개의 동일한 화합물이 출현하여 83.3%의 유사성이 나타났다. 이는 변종간의 플라보노이드 조성에 나타나는 값의 차이보다는 높은 값으로 동일 종의 지역적 격리에 의해 나타나는 값과 유사한 수준이다. 그러나 본 연구에서 참조팝나무의 경우 각 자생지별 시료를 모두 통합 분석하여 한 지역에서만

Table 9. Rf value and color reaction under visible and UV light of flavonoids in *Spiraea trichocarpa* Nakai

Compound No.	Rf value		Natural		NH <sub>4</sub>	
	Rf <sub>1</sub>	Rf <sub>2</sub>	Visible	UV	Visible	UV
1	12	5	—	V	V	V
2	20	6	—	PB	—	PB
3	34	7	—	LGBr	—	LGBr
4	42	8	—	LS	—	LS
5	64	16	LY	BP	LY	GBr
6	28	45	—	LO	—	LO
7	92	78	LBr	GBr	LBr	GP
8	85	54	LBr	DG	Br	DG
9	85	81	LBr	P	LBr	DG
10	68	69	—	B	LY	B
11	67	74	LY	DY	LY	DGBr
12	58	82	—	Y	—	YBR
13	30	90	LBr	DG	LBr	B
14	40	79	—	B	LBr	B
15	51	57	LBr	GBr	Br	GBR
16	83	94	—	LG	—	G
17	82	76	—	LGBr	—	LGBR
18	76	77	LBr	G	LBr	G
19	19	74	—	LGrBr	LBr	LGB4-9

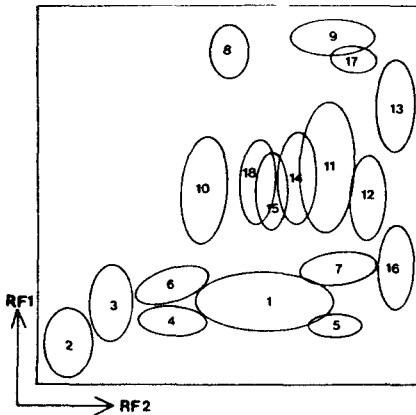


Fig.10. Two dimensional chromatograms of leaf flavonoid characters of *S. miyabei* Koidzumi and *S. microgyna* Nakai.

나타나는 플라보노이드 성분은 제외시켰으므로 Table 10에 나타난 플라보노이드 특성은 자생지별 특성을 제외한 것이므로 이 16.7%의 차이점은 지역성 특성은 배제된 참조팝나무와 둥근잎조팝나무와의 차이점을 나타내고 있는 값으로 생각되므로 둥근잎조팝나무의 변종으로서의 타당성을 뒷받침하고 있다고 볼 수 있다.

덤불조팝나무와 좁조팝나무는 동일한 복산방화서절 가운데에서도 특히 형태적인 형질과 플라보노이드 성분이 유사하므로 동일한 표에 정리하였다 (Fig. 10, Table 11). 덩불조팝나무와 좁조팝나무는 각각 14개, 13개의 chromatogram이 분리되었다. 이

두종 역시 앞의 참조팝나무와 마찬가지로 넷가지 자생지역의 특성을 모두 종합하여 공통적으로 출현한 플라보노이드를 중심으로 작성하였으므로 분리, 정리된 compound의 수가 작았다. 이 두종은 73%의 유사도를 보여 참조팝나무와 둥근잎조팝나무가 변종간에 보여준 차이보다는 더 많은 차이를 나타내고 있으나 다른 종간에서 보여주는 유사도 보다는 월등히 높은 값을 보여주고 있다.

이상에서 보는 바와 같이 각 종별 플라보노이드 특성은 종간의 유연관계는 물론, 종별 특징을 나타

내고 종간, 변종간, 또는 지역적인 차이까지 구분하여 주는 좋은 분류방법임을 알 수 있었다. 지금까지 우리나라에서는 플라보노이드 성분을 분류의 식별형질로 하여 형태, 세포학적 방법에 의한 분류군의 식별이 어려울 경우 이를 적용한 연구가 별로 수행되지 않았으나, 본 연구 결과 이는 기존의 방법으로 구명이 어려운 분류형이나, 종간 분류의외에 품종이나 지역적 격리로 나타나는 생태형의 구명에 유용한 방법이 되리라 본다.

Table 10. Rf value and color reaction under visible and UV light of flavonoids in *Spiraea fritschiana* and var. *obtusifolia* Nakai

Compound No.	Species		Rfvalue		Natural		NH <sub>4</sub>	
	<i>firt.</i>	v. obtu.	Rf <sub>1</sub>	Rf <sub>2</sub>	Visible	UV	Visible	UV
1	+	+	24	59	Br	V	Br	V
2	+	+	13	8	-	PB	-	PB
3	+	+	30	18	-	GP	LBr	GP
4	+	+	12	45	-	B	-	B
5	+	+	12	86	-	P	-	S
6	+	+	28	35	-	P	-	P
7	+	+	31	79	-	B	PY	P
8	+	+	88	54	-	GBr	LY	B
9	+	+	95	77	LBR	Y	LBr	GBr
10	+	+	54	44	-	DY	-	Y
11	+	+	59	77	LY	BC	LY	DGBr
12	+	-	64	94	-	S	-	BC
13	+	+	82	93	-	LP	-	S
14	+	+	58	68	-	S	-	LP
15	+	+	53	62	-	Y	-	S
16	+	+	38	92	-	P	-	YBr
17	-	+	86	82	LBr	BG	LBr	DG
18	-	+	55	58	-	-	-	BG

Table 11. RF value and color reaction under visible and UV light of flavonoids in *Spiraea miyabei* Koidzumi and *Spiraea microgyna* Nakai

Compound No.	Species		Rfvalue		Natural		NH <sub>4</sub>	
	firt.	v. obtu.	Rf <sub>1</sub>	Rf <sub>2</sub>	Visible	UV	Visible	UV
1	+	+	24	59	Br	V	Br	V
2	+	+	13	8	-	PB	-	PB
3	+	+	30	18	-	GP	LBr	GP
4	+	-	12	45	-	B	-	B
5	+	-	12	86	-	S	-	S
6	+	+	28	35	-	P	-	P
7	+	+	38	92	-	Y	-	YBr
8	+	+	82	93	-	S	-	S
9	+	+	59	77	LY	DY	LY	DGBr
10	+	+	58	68	-	LP	-	LP
11	+	+	88	54	-	B	-	B
12	+	+	95	77	LBr	GBr	LBr	GBr
13	+	+	54	44	-	Y	-	Y
14	-	+	5	77	-	LBr	-	LGP
15	-	+	40	73	-	B	LBr	B
16	+	-	34	6	-	LO	-	LO

#### 4. 유집분석법에 따른, 플라보노이드 특성에 의한 분류군간 유연관계

플라보노이드 특성은 조팝나무속에서 추출된 총 53개의 플라보노이드가 종별로 나타나는가의 여부를 조사하여 추출되지 않을 경우 '0', 추출되었을 경우 '1'의 값을 주어 유연관계를 밝혔다(Fig. 11). 이와 같이 조사된 Fig. 11는 종간의 유연관계는 물론 종간 coefficient값에 따라 거리로 종간의 유사도를 나타내고 있다. 다만 플라보노이드 분석에서는 긴잎조팝나무의 시료가 제외되었으므로 이를 포함시키지 못하였다.

Fig. 11에 나타난 바와 같이 플라보노이드 성분 특성에 의한 종간 유연관계는 앞에서 조팝나무속 식물을 형태적 특징에 의해 논의한 결과와 매우 유

사한 경향을 나타내고 있다. 본 분석 결과에 의하면 조팝나무속 식물은 1차로 크게 두 그룹으로 나뉘는데 한 그룹에는 인가목조팝나무 및 갈기조팝나무가 포함되고 그 이외의 종은 다른 한 그룹에 속하였다. 그러나 인가목조팝나무와 갈기조팝나무는 유사성이 적게 나타나 별도의 계열로 분리되었다. 두번째 그룹은 다시 크게 세가지로 나뉘어지는데 그 첫째 가지에서 꼬리조팝나무는 별도의 독립된 계통을 형성하고 산조팝나무는 중간 정도의 유사성을 나타내며 분리되어 외부 형태적인 특성으로 꼬리조팝나무는 다른 종과 두드러지게 다른 원추화서를 형성하며 화색이 분홍인 것으로 유추하여 가장 상이한 진화계열을 가지고 있을 것으로 예상하였으나 화학적분류에 의한 본 실험에서는 갈기조팝나무가 가장 다르게 나타났다. 분포



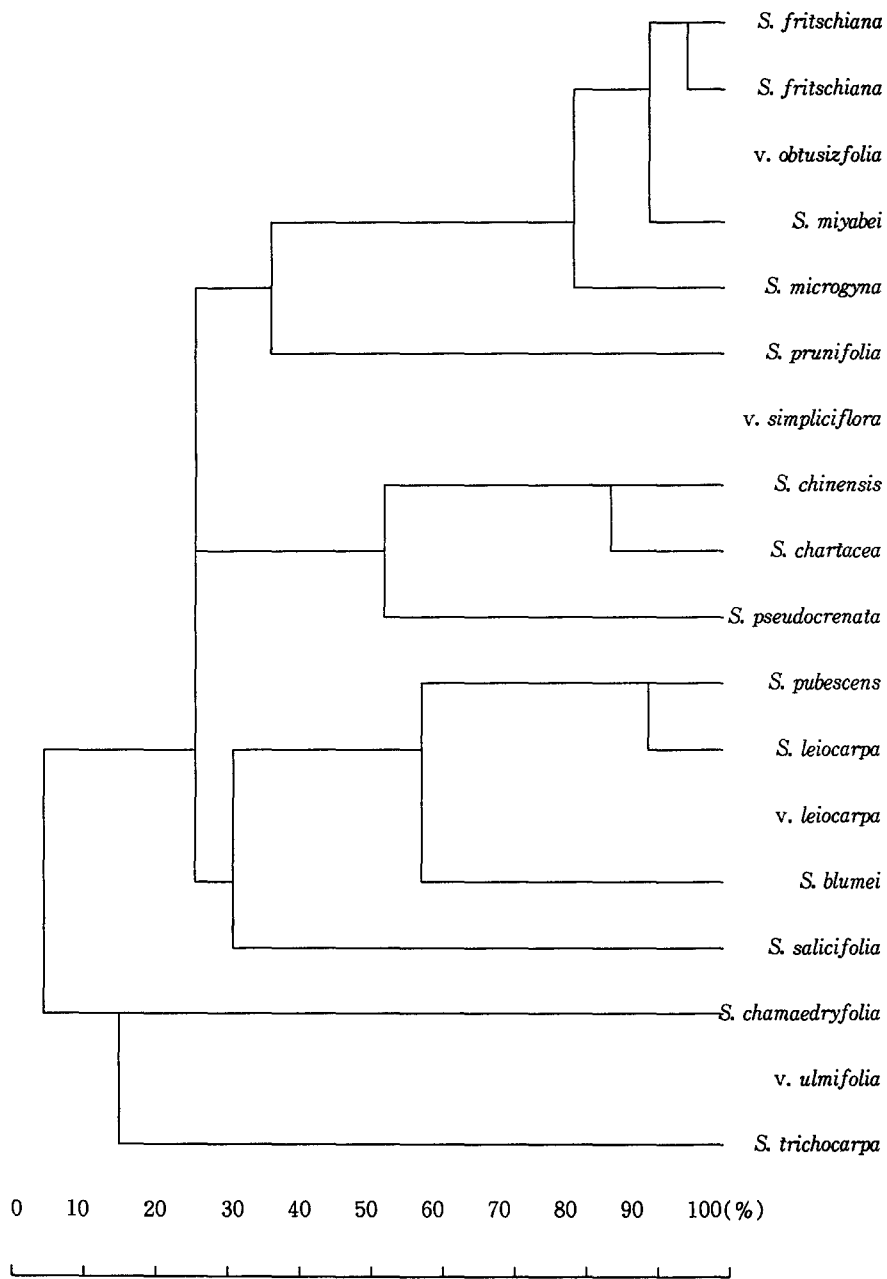


Fig. 11. A phenogram by flavonoid characters among taxa of genus *Spiraea* in Korea

적인 특성으로 미루어 비교적 일본, 만주 등 비교적 넓은 지역에 걸쳐 분포하는 꼬리조팝나무와 비교해 한반도 일부지역에 국한하여 자생하는 갈기조팝나무 분포는 이 종이 앞의 꼬리조팝나무보다 독립된 계통을 가지고 있음을 뒷받침해 준다. 마지막으로 아구장나무 및 초평조팝나무가 매우 큰 유사성을 보여 변종으로서의 타당성을 나타내고 있다. 이 분류군이 보여주는 차이점은 참조팝나무가 동일한 절의 덩굴조팝나무와 나타내는 차이점보다 더 큰 것으로 나타나 초평조팝나무를 아구장나무에서 분리 시킨 본 연구 결과를 뒷받침한다. 두번째 그룹에서 긴잎산조팝나무는 중간정도의 유사성을 보이고 갈라지며 당조팝나무와 떡조팝나무가 매우 유사한 성분을 가지고 있음이 나타나 있다. 세번째까지는 조팝나무를 먼저 별도의 계열로 분리시키고 있으며 복산방화서질에 속하는 3종 1변종은 고도로 유연관계가 깊은 것으로 나타났다. 그 가운데 좁조팝나무가 먼저 갈라지며 다음으로 덩굴조팝나무가 갈라지고 마지막으로 참조팝나무 및 둥근잎조팝나무는 매우 유사한 성향을 보이고 있다. 이러한 고도의 유사성을 보이는 두 종류를 변종 처리하거나, 동일종에 귀속시키는 문제는 논란의 여지가 있는 것으로 보인다.

## 종합고찰 및 결론

한국산 조팝나무속은 Nakai(1914)가 8종 3변종 11종류, 1943년 9종 3변종 12종류, Chung(1957)이 11종 8변종 19종류, Lee(1980)가 14종 7변종 21종류, Ahn(1978)이 15종 11변종 26변종 등 총 29종류로 언급된 바 있으나 본 연구에서는 외부형태적인 특성에 의해 재검토하고 화학적 분류방법의 하나인 플라보노이드 특성에 의해 분류한 결과 12종 3변종, 15종류로 밝혀졌다.

Flavonoid 특성을 분석한 결과 모든 조팝나무속에 있어서 공동으로 출현하는 flavonoid compound는 두 종류로 Rf value가 1, 2차 모두 19를 갖는 compound 2와 1, 2차 각각 85, 57의 값을 가지며

분류군별 특징이나 유사분류군의 구분에도 유의한 결과를 보이고 있다.

산조팝나무는 지역별로 상이한 잎의 형태적 변이가 나타나 자생지별로 울진, 설악산, 괴산으로 나누어 분석한 결과 태백산맥을 중심으로 한 자생지역에서 괴산으로 이주한 상태에서 지역적인 환경에 적응한 특성이 나타난 것으로 유추할 수 있다.

플라보노이드 특성을 유집분석한 결과 매우 유의한 결과를 나타내었는데 꼬리조팝나무가 다른 종과 두드러지게 다른 원추화서를 형성하며 화색이 분홍인 것으로 유추하여 가장 상이한 진화계열을 가지고 있을 것으로 예상하였으나, 갈기조팝나무가 가장 다르게 나타났고, 아구장나무 및 초평조팝나무는 매우 큰 유사성을 보여 변종으로서의 타당성을 나타내고 있다. 긴잎산조팝나무는 중간정도의 유사성을 보이고 갈라지며, 당조팝나무와 떡조팝나무가 매우 유사한 성분을 가지고 있음이 나타나 있다. 조팝나무는 별도의 계열로 분리되며, 복산방화서질에 속하는 분류군은 유연관계가 매우 깊은 것으로 나타났으며, 그 가운데 참조팝나무와 둥근잎조팝나무는 매우 유사한 성향을 보여 두 분류군을 기본종과 변종으로 처리함을 뒷받침하고 있다.

## 인 용 문 헌

1. Ahn, H.S., C.R. Lee and S.H. Park. 1981. Enumeration of Korean Plant Resources.
2. Bailey, L.H. and E. Z. Bakley. 1979. Hortus. Third. Macmillan Publishing Company, New York, pp. 1964-1966.
3. Bailey, L. H. 1969. Manual of Cultivated Plants. The Macmillan Com. pp. 492-499.
4. Bate-Smith, E. C. 1961. Chromatography and taxonomy in the Rosaceae. with special reference to *Potentilla* and *Prunus*. J. Linn. Soc. (Bot.) 58: 39-54.
5. Bean, W. J. 1980(8th ed). Trees and Shrubs. The Royal Horticultural Society, London. pp. 466-

- 496.
6. Bentham, G. and J. D. Hooker. 1965. Rosaceae. Gen. Plantar. I. pp. 600–629.
  7. Bohm, B. A. 1987. Intraspecific flavonoid variation. The Botanical Review 53(2):1–123.
  8. Challice, J.S. 1974. Rosaceae chemotaxonomy and the origin of the Pomoidae. Bot. J. Linn. Soc. 69: 239–259.
  9. Cheon, S.H. 1988. Chemosystematic studies based on monoterpene composition of *Abies nephrolepis* and *Abies koreana*. Seoul Nat'l Univ. Master thesis. 27p.
  10. Chi, H.J., H.J. Cho, I.S. Song and Y. C. Oh. 1988. A chemotaxonomic study on several taxa of Korean *Corydalis*. Kor. J. Plant Tax. 18(4):263–273.
  11. Chung, T. H. 1957. Korean Flora I. Shinjisa, Seoul. pp. 157–165.
  12. Chung, Y.H. 1979. Account of herbaria, S.N.U., Kor. Jour. Bot. 22:140–141.
  13. Chung, Y.H. 1982. Account of herbaria. S.N.U. Kor. Jour. Bot. 28:323–476.
  14. Clapham, A.R., T. G. Tutin and D.M. Moore. 1987. Flora of the British Isles. Third. Cambridge Univ. Press. pp. 202–204.
  15. Cronquist, A. 1981. An Intergrated system of classification of Flowering Plants. Columbia Univ. Press. pp. 522–577.
  16. Eisner, T., R.E. Silberlied, D. Aneshansley, J. E. Correi and H. C. Hoeland. 1969. Ultraviolet videoviewing: the television camera as an insect eye. Science 166:1172–1174.
  17. Fanselt, D. 1971. Flavonoid compositions of *Dicentra canadensis* (Fumariaceae). Can. J. Bot. 49: 1559–1563.
  18. Grayer, R.J. 1989. Flavonoids: Methods in Plant Biochemistry 1. Academic Press. pp. 283–323.
  19. Harborne, J.B. and T. J. Mabry. 1982. The flavonoids: Advances in research. Chapman and Hall. 738p.
  20. Harborne, J.B. and R.J. Nash. 1984. Flavonoid pigments responsible for ultraviolet patterning in petals of genus *Potentilla*. Biochemical Systematics and Ecology 12(3):315–318.
  21. Hasegawa, M. 1969. Flavonoids of various *Prunus* species. X. Wood constituents of *Prunus tomentosa*. Bot. Mag. (Tokyo) 82:458–61.
  22. Henrickson, J. 1985. *Xerospiraea* a generic segregate of *Spiraea* (Rosaceae) from Mexico. Aliso 11(2):199–211.
  23. Hillier, J. 1978. Hillier's Manual of Tree & Shrub. pp. 376–381.
  24. Hong, S.C., S.H. Byun and S.S. Kim. 1987. Colored illustration of trees and shrubs in Korea, Gyeamyungsa, Seoul. pp. 109–114.
  25. Jay, M.D., P. Plenet, R.L. Ardipion, and P. Jacquard. 1984. Flavonoid variation in seven tetraploid populations of *Dactylis glomerata*. Biochemical Systematics and Ecology 12(2):193–198.
  26. Kim, T.W. and Y.M. Lee. 1986. Flowering time of honey plants in Korea. Kor. J. Apic. 1(1):90–95.
  27. Kim, T.W. and Y.M. Lee. 1987. A study on the floral structure of *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis* and its Flavonoid Compositins, Kor. J. Apic. 2(2):53–58.
  28. Kim, T. J. 1991. A taxonomic study of the genus *Spiraea* in Korea. Chonbuk Nat'l Univ. Master thesis. 61p.
  29. Kitamura, S. and G. Murata. 1982. Rosaceae. Col. Wooly Pl. Jap. pp. 87–97.
  30. Krussmann, G. 1977. Manual of Cultivated Broad-leaved Trees & Shrubs. volume II. Timber Press, Oregon. pp. 344–359.
  31. Lee, T.B. 1966. Bibliography woody plants in

- Korea. For. Exp. Stat.
32. Lee, T.B. 1976. Vascular plant and their uses in Korea. Bull. Kwanak Arb. 1:1-131.
  33. Lee, T. B, 1980. Illustrated flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul pp. 426-430.
  34. Lee. T.B. 1988. Dendrology. 3rd ed. Hyangmunsa, Seoul pp. 200-204.
  35. Lewos, W.H. 1977. Medicinal Botany. J. Wiley & Sons, Inc. 368p.
  36. Markhom, K.R. 1982. Techniques of Flavonoid Identification. Academic Press, London.
  37. Nakai, T. 1916. Spiraceae. in Flora Sylvatica. Koreana. For. Exp. Sta. Govern. Chosen, Seoul. 4:3-31.
  38. Nakai, T. 1943. Notula ad Planta Asia Orientalis (XXIX). The Jour. Jap. Bot. 14(12):361-380.
  39. Ohwi, J. 1984. Flora of Japan. Smithsonian Inst., Washington. pp. 518-521.
  40. Ro, J.S. 1983. Studies on the constituents of the *Spiraea* plants(II): Alkaloid screening of Korean *Spiraea* plants. Jour. Chungnam Univ. 25:1-4.
  41. Ro, J.S. and K.S. Lee. 1975. The internal morphological studies on the *Spiraea* plants. Jour. Chungbuk Univ. 9:293-301.
  42. Ro, J.S. 1982. Studies on the constituents of the *Spiraea* plants(I) Kor. J. Pharmacog. 13(1):39-42.
  43. Smith, H. 1972. Phytochrome. Academic Press, New York.
  44. Ueno, N. E., E.C. Takemura and K. Hayashi. 1968. Additional data for the paper chromatographic survey of anthocyanins in the flora of Japan(IV). Bot. Mag. Tokyo. 82:156-161.
  45. Vogelmann, J.E. 1984. Flavonoid of Agastache section Agastache. Biochemical Systematics and Ecology 12(4):363-366.
  46. Wilcox. H.R. 1984. Flavonoid distributin opatterns in *Leucantheum* and related species from north Africa. Biochemical Systematics and Ecology 12(2):193-198.
  47. Yu, T.C. and H.S. Lui. 1974. Iconographia cormophytorum Sinicorum. Tomus 36. Sci. Press, China. pp. 1-67.