韓國林學會誌 90(3) : 266 - 276. 2001
Jour. Korean For. Soc. 90(3) : 266 - 276. 2001

물들메나무(*Fraxinus chiisanensis*)의 分類學的 再考[1*]

閔雄基[2] · 全正壹[2] · 張珍成[2*]

A Taxonomic Reconsideration of *Fraxinus chiisanensis* (Oleaceae) in Korea[1*]

Woong-Ki Min[2], Jeong Ill Jeon[2] and Chin-Sung Chang[2*]

要 約

물들메나무(*F. chiisanensis* Nakai)의 분류학적 실체를 규명하기 위해 국내에 자생하는 4種(쇠물푸레나무, 물푸레나무, 물들메나무, 들메나무)과 근연종으로 판단되는 중국, 일본의 *F. platypoda* Oliv.의 형태 및 flavonoids분석을 실시하였다. 물들메나무는 화서가 전년지(前年枝)에 달리며 꽃잎이 없고 꽃받침이 존재하며, 裸芽(naked bud)를 가져 화서가 당년지(들메나무제외)에 달리거나 鱗芽(scaled bud)를 가지는 다른 3種과 뚜렷이 구분되었다. 한편, flavonoids성분에서는 다른 3種에서 flavonols와 C-glycosylflavone, flavanone성분이 존재한 반면(물푸레나무형) 물들메나무에서는 3종류의 flavonoids 이외의 flavones성분이 확인(물들메나무형)되어 뚜렷한 종의 특성을 보였다. 따라서 물들메나무는 전북 내장산, 덕유산, 충청북도 민주지산, 전라남도 지리산, 백운산 등 전라남북도에 국한하여 분포하는 우리 나라 특산종으로서 기존의 들메나무와 물푸레나무의 자연 교잡종이라는 주장보다는 독립종으로 처리하는 것이 타당하다. 특히, 형태적 특징에 의해 물들메나무는 들메나무亞屬(subgen. *Fraxinus*) 물들메나무節(sect. *Melioides*)에 속하지만 중국과 일본의 물들메나무節의 *F. platypoda* Oliv.는 인아(scaled bud)를 가지며 시과의 날개가 꽃받침까지 내려오며 화학적으로는 물푸레나무형이 확인되어 물들메나무와는 근연관계가 없고 오히려 북미대륙에 분포하는 동일 절(section)의 4종이 물들메나무에 더 가까운 것으로 생각된다.

ABSTRACT

This study was conducted to clarify the taxonomic implications of *F. chiisanensis* Nakai based on morphology and flavonoids of four taxa of *Fraxinus* [*F. chiisanensis* Nakai, *F. mandshurica* Rupr., *F. chinensis* Roxb. var. *rhynchophylla* (Hance) Hemsl. and *F. sieboldiana* Blume] in Korea with one species of China and Japan (*F. platypoda* Oliv.). Morphologically *F. chiisanensis* was clearly distinguished from other taxa due to the presence of panicle from leafless lateral bud of previous year, apetalous flower, persistent calyx, and brownish naked bud. A survey of the foliar flavonoids of five species showed two distinctive chemical types. Unique flavones with flavonols, C-glycosylflavone and flavanone were detected in *F. chiisanensis* (*chiisanensis* type), while only flavonols, C-glycosylflavone, and flavanone were present in other four taxa (*chinensis* type). This study showed that *F. chiisanensis* was not a hybrid between *F. mandshurica* and *F. chinensis* var. *rhynchophylla*, but an endemic taxon distributed

[1] 接受 2001年 1月 4日 Received on January 4, 2001.
審査完了 2001年 4月 13日 Accepted on April 13, 2001.
[2] 서울대학교 산림자원학과 및 수목원 Department of Forest Resources and The Arboretum of Seoul National University, Suwon 441-744, Korea.
* 본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 자생식물이용기술개발사업단의 연구비지원(과제번호 PF001302-00)에 의해 수행되었습니다.
* 연락저자 E-mail : quercus@plaza.snu.ac.kr

in southwestern Korea. Morphologically *F. chiisanensis* should be included into subgen. *Fraxinus*, sect. *Melioides* according to Chang and Qiu's classification. *F. platypoda*, a taxon of sect. *Melioides* in China and Japan, was different from *F. chiisanensis* with respect of scaled bud, decurrent wing of samara and the lack of flavones (*chinensis* type). Since four American taxa of sect. *Melioides* contained flavones (*chiisanensis* type), they are more closely related with *F. chiisanensis* chemically.

Key words : subgen. Fraxinus, *sect.* Melioides, F. chiisanensis, *flavonoids, an endemic species.*

서 론

물푸레나무속(*Fraxinus* L.)은 전세계적으로 약 70種이 주로 북반구지역, 특히 동아시아 및 북미를 중심으로 분포하며(Willis, 1985), 북미에서는 중생대 후기 백악기부터, 아시아에서는 신생대 제3기 초기 Miocene부터 화석 기록으로 보고된다(Miller, 1955; Tanai, 1972). 동북아시아에서는 24種 1變種이 중국에 분포하며, 일본에 6種 1變種, 대만에 2種, 우리 나라에는 들메나무(*F. mandshurica* Rupr.), 물푸레나무[*F. chinensis* Roxb. var. *rhynchophylla* (Hance) Hemsl.], 물들메나무(*F. chiisanensis* Nakai), 쇠물푸레나무(*F. sieboldiana* Blume), 좀쇠물푸레나무(*F. sieboldiana* var. *angustata* Blume), 계룡쇠물푸레나무(*F. sieboldiana* var. *trijuga* Nakai), 백운쇠물푸레나무(*F. quadrijuga* Nakai) 등 3種 3變種이 보고된다(이창복, 1980). 시베리아를 제외한 러시아와 유럽에서는 19種, 북미에는 16種이 분포하여 종의 수는 아시아와 유럽/북미로 양분된다(Chang and Qiu, 1992; Ohwi, 1965; Li 등, 1978; Czerepanov, 1995; Elias, 1987).

물푸레나무屬에 대한 국내 연구는 Nakai가 계룡쇠물푸레나무, 물들메나무, 백운쇠물푸레나무 등 신종과 민물푸레나무(*F. rhynchophylla* var. *glabrescens* Nakai) 등의 변종을 기재하였다(이창복, 1966). 그러나, 계룡쇠물푸레나무와 백운쇠물푸레나무, 좀쇠물푸레나무에서 차이를 나타내는 소엽의 크기와 모양 및 털의 존재 여부는 개체간의 변이가 심한 형질로 이후 Nakaike(1972)에 의해 쇠물푸레나무의 이명으로 처리되었으며, 민물푸레나무의 경우 나명(*nomen nudum*)으로 발표되었다(이창복, 1966). 한편, 물들메나무는 Nakai (1929)가 지리산 반야봉에서 채집된 표본을 중심으로 기재하였는데 열매에 화탁이 남아 있고 엽병 기저부가 날개처럼 되지 않아 *Fraxinaster*節 *Dipetalae*亞節(*sensu* Lingelshime, 1920)로 기재하였다. 그러나, 種의 기재시 주요 생식형질에 대한 확인없이 *Dipetalae*亞節로 처리하였는데 특히 본 아절에 속하는 유일한 종인 *F. dipetalae*가 두장의 화피(petal)를 가지는 특징이 물들메나무에서 확인되지 않아 Nakai의 분류처리에 많은 의문이 있다. 이후 Nakai(1938)는 시과 및 소엽의 길이와 폭이 물들메나무보다 더 길고 넓은 긴잎지이물푸레나무(*F. chiisanensis* var. *stenophylla* Nakai)를 물들메나무의 변종으로 기재하였지만 역시 화기 등 생식형질에 대한 기재가 없었으며 이창복(1966)에 의해 물들메나무의 이명(synonym)으로 처리되었다. 이후 물푸레나무科에 대한 분계적 분석(이상태와 박은자, 1982a), 화분분류 연구(이상태와 박은자, 1982b) 등이 있었으나 국내 자생종을 위주로 하였으며, 또한 물들메나무에 대한 실체에 대해 앞선 연구자들의 인지부족으로 인해 물푸레나무屬에 대한 분류학적 유연관계를 이해하기에는 미흡하다.

물들메나무는 Nakai의 신종 기재(1929)때 잡종 가능성에 대해 전혀 언급이 없었으나 정태현(1959)은 잎과 열매의 특성을 통해 들메나무와 물푸레나무의 자연교잡종인 물푸레들메나무라고 기재하였고 이를 이창복(1980)은 자연 교잡을 통해 형성된 種인 물들메나무라고 하였다. 송원변 등(1988)은 들메나무 조림지 내에 나타난 변종에 대해 형태형질 및 동위효소 분석법을 통해 물들메나무와 들메나무를 서로 비교하면서 교잡으로 추정한 반면, 물들메나무를 들메나무의 다른 형태로 보고 이 두 형의 형태적 변이 및 DNA 변이에 대한 연구(나천수 등, 1992)를 통해 두 종간 차이가 있음을 확인하였다. 최근에는 들메나무, 물들메나무, 물푸레나무에 대한 rDNA repeat분석(노은운 등, 1999)에서는 물들메나무가 다른 종들과 구분됨을 주장하였다. 북미에서는 미국물푸레나무(*F. americana* L.)와 붉은물푸레나무(*F. pennsylvanica* Marsh.)의 경우 그 분포 지역이 중복되는 곳에서 자연교잡종인 *F. biltmoreana* Beadle.가 보고되고 있으나(Miller, 1955), 국내에서는 물들메나무와 들메나무, 물푸

레나무간의 자연 교잡에 대한 의견이 학자간 많은 차이를 보이고 있다.

계통학적으로 flavonoids는 성분의 분포와 이들의 생합성 경로를 통해 분류군을 설정하고 이들의 분화 및 유연 관계를 밝히는데 유용한 근거가 되는 것으로 인식되고 있다(Gornall and Bohm, 1978). 물푸레나무科의 flavonoids연구(Harborne, 1980)에서는 주로 rutin, quercetin, kaempferol등의 flavonols와 luteolin, apigenin 등의 flavones 등 2가지 형이 분포하는 것으로 보고되었다. 따라서, 국내 종에 대한 flavonoids의 형에 대해 조사하고 이를 통해 종간잡종에 대한 문제를 재고하고자 한다.

따라서, 본 연구에서는 Chang and Qiu(1992)의 분류체계를 중심으로 한국산 물푸레나무屬의 화기 및 동아의 형질과 flavonoids성분 분석을 통해 물들메나무의 분류학적 실체를 규명하고자 한다.

재료 및 방법

1. 시료수집

국내에 자생하는 종(물푸레나무, 물들메나무, 들메나무, 쇠물푸레나무)을 대상으로 1999년-2000년의 2년간 강원도 태백산, 경기도 청계산, 경상북도 주흘산, 백암산, 충청북도 민주지산, 전라북도 덕유산, 전라남도 내장산 및 지리산, 그리고 서울대학교 농업생명과학대학 부속 수목원(수원) 및 임업연구원 임목육종연구부에서 식재된 개체를 채집하였으며 확증표본은 농업생명과학대학 수목원 표본관(SNUA)에 보관하였으며 이 외에 표본관(SNUA)에 소장된 표본도 아울러 조사하였다. 국내에 자생하지 않는 중국, 일본의 *F. platypoda*는 북경식물연구소 표본관(PE), 동경대학교 식물원 표본관(TI)에서 대여받은 표본을 조사하였다.

2. 형태 형질

각 종의 화서와 소지에서 화서가 전년지 혹은 새가지에서 나오는지에 대한 위치의 차이와 화피의 유무, 화탁의 유무에 대해 조사하였다. 화서의 위치는 육안으로 관찰하였으며 화피와 화탁의 유무는 광학현미경(Olympus SZH-ILLB)으로 관찰하였다. 기재에 사용된 용어는 Jones and Luchsinger (1987)를 따랐다.

3. Flavonoids 분석

Flavonoids 실험분석 방법은 Mabry 등(1970), Markham(1982), Chang(1997)을 따랐다. 각 종당 10여개체 이상, 중국종에서는 6개체정도의 잎을 채취하였다. 채취된 잎은 methanol로 flavonoids를 추출하여 종간, 종내 변이를 확인하였다. 시료를 농축시킨 후 Whatman 3MM paper chromatorgraphy (36×54 cm)를 이용하여 전개, 분리하였다. 이때 사용된 1차 용매는 tertiary-butonol : glacial acetic acid : water(3 : 1 : 1, v/v), 2차 용매는 glacial acetic acid : water(15 : 85, v/v)를 사용하였다. 2차 전개된 paper chromatography는 암모니아를 이용 UV 상에서 flavonoids성분의 위치를 확인하였다. 상기 실험을 반복하여 각 성분의 위치를 확인한 후 연필로 표시하여 각 성분을 오려서 종별, 성분별 성분을 각각 추출한 후, co-chromatography방법을 사용하여 종간 성분의 동일성을 확인하였다. 순수하게 정제된 성분은 UV-Visible spectroscopy로 구조를 분석한 후, 강산성분해를 통해 당분(sugars)을 aglycone에서 분리시킨 후 aglycone과 glycoside의 구조를 각각 UV-spectroscopy로 확인, 검정하였다. 분리된 glycosides는 pyridine용매를 사용하여 전개한 후, *p*-anisidin용액을 뿌려 알려진 몇 개 단당류 성분과 co-chromatography를 실시하여 성분을 확인하였다(Pridham, 1956).

결 과

1. 형태 형질

물푸레나무屬 4種은 화서, 화기구조와 동아(冬芽)의 형질에서 뚜렷한 차이를 나타냈다. 즉, 화서의 경우 쇠물푸레나무와 물푸레나무는 당년지에서 잎과 동시에 혹은 잎이 나온 후에 나오지만, 들메나무와 물들메나무는 전년지에서 잎이 나기 전에 개화한다.

화기 구조(꽃)에 있어 물들메나무와 물푸레나무는 꽃잎이 없지만 양성화와 암꽃 모두에서는 꽃받침이 존재하는 반면, 쇠물푸레나무는 네 장의 흰색 꽃잎을, 들메나무의 경우 꽃잎이 없으면서 양성화와 수꽃 모두에서 꽃받침이 없다. 물들메나무는 암술머리가 선형이고 꽃받침 열편(sepal)이 작은 삼각형으로 갈라지는 반면, 물푸레나무는 암술머리가 심장형이며 꽃받침 열편이 원통형으로 뚜렷한 차이점을 보여주었다.

동아의 특징을 보면 물들메나무는 갈색의 나아(naked bud)이며 성상돌기가 밀생하는 반면, 다른 세 종은 인아(scaled bud)로 쇠물푸레나무의 경우

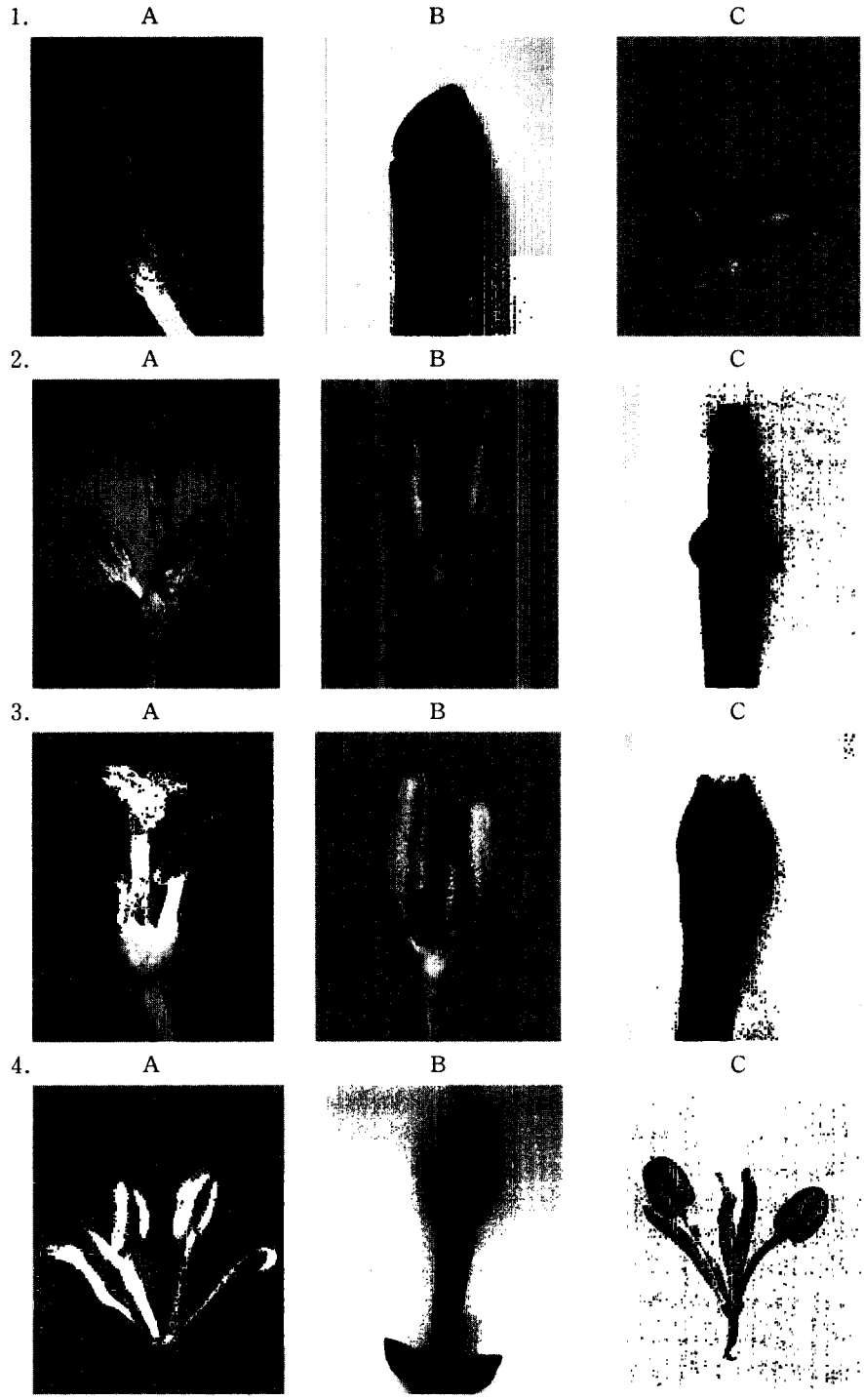

Figure 1. Floral structures and terminal buds of four taxa of *Fraxinus* in Korea. (1. *F. mandshurica*; 2. *F. chiisanensis*; 3. *F. chinensis* var. *rhynchophylla*; 4. *F. sieboldiana*; A. hermaphrodite flower; B. staminate flower; C. bud)

Table 1. Morphological differences among four taxa of *Fraxinus*.

Characters	*F. chiisanensis*	*F. mandshurica*	*F. chinensis* var. *rhynchophylla*	*F. sieboldiana*
Corolla existence	absent	absent	absent	present
Calyx existence	present	absent	present	present
Position of inflorescence	lateral leafless bud of previous year	lateral leafless bud of previous year	terminal or lateral buds of this year	terminal or lateral buds of this year
Trichome on bud	serrated brown peltate	brown pubescent on scale margin	yellow pubescent on scale margin or surface	absent or white papilliate
Color of bud	brown	black	grayish brown	dark gray or black
Type of bud	naked	closed scale (2 pairs)	scaled with outer two bud scales are spreading at tip	closed scale (only one pair)

짙은 회색인 1쌍의 아린이 완전히 맞물린 모양이고, 물푸레나무의 경우 두 쌍의 아린 중 마지막 아린 한 쌍이 밖을 향해 벌어지며 들메나무의 경우 검은색의 두 쌍으로 된 아린이 완전히 맞물려 있어 각 종들이 명확히 구분된다(Figure 1, Table 1).

2. Flavonoids 성분

물푸레나무屬에는 주로 rutin, quercetin, kaempferol 등의 flavonols성분과 luteolin, apigenin 등의 flavones성분이 분포하는 것으로 보고되는데(Harborne, 1980), 본 실험 결과 물푸레나무屬의 종은 크게 flavones와 flavonols, flavanone, C-glycosylflavone을 함께 가지는 분류군(물들메나무형)과 flavonols, flavanone, C-glycosylflavone만 가지는 분류군(물푸레나무형)으로 양분되었다. 이 중 전자에는 물들메나무가, 후자에는 물푸레나무, 쇠물푸레나무, 들메나무가 속하였다.

확인된 17개 flavonoids성분을 보면 C-glycosyl-favone인 rhamnovitexin과 flavanone인 naringenin 7-O-glucoside 등은 4종에서 공통적으로 확인되었으며, 물푸레나무에서는 주로 quercetin 3-O-glycosides, kaempferol 3-O-glycosides (quercetin 3-O-glucoside, quercetin 3-O-galactoside, kaempferol 3-O-glucoside, kaempferol 3-O-rhamnoglucoside, 5-methoxykaempferol 3-O-glucoside) 등 5개의 flavonols성분이, 쇠물푸레나무에서도 역시 quercetin 3-O-glycosides, kaempferol 3-O-glycosides(quercetin 3-O-glucoside, kaempferol 3-O-glucoside, 5-methoxykaempferol 3-O-glucoside) 등의 3개 flavonols성분이 확인되었다(Table 2). 특히 중국의 물푸레나무(*F. chinensis* var. *rhynchophylla)*에서는 apigenin 7-O-glucoside, apigenin 7-O-rutinoside 등의 flavones성분이 존재하는 것으로 보고된 반면(Harborne, 1980), 본 실험에서는 국내 물푸레나무에서는 flavones성분이 확인되지 않아 추후 중국개체를 직접 분석하여 위의 결과와 비교하고자 한다. 들메나무에서는 quercetin 3-O-rhamnoglucoside, quercetin 3-O-glucoside, quercetin 3-O-arabinoside, kaempferol 3-O-galactoside, kaempferol 3-O-glucoside 등의 5개 flavonols성분이 확인되었으며 물들메나무에서는 quercetin 3-O-rhamnoglucoside 등의 flavonols와 함께 luteolin 7-O-rhamnoglucoside, luteolin 7-O-glucoside, apigenin 7-O-rhamnoglucoside, apigenin 7-O-glucoside, apigenin 7-O-glycoside(sugar unknown), apigenin 등의 flavones 성분이 확인되었다(Table 2). 특히 *Melioides*節의 미국물푸레나무(*F. americana)*에서는 flavonols (quercetin 3-O-rhamnoglucoside)와 flavones (luteolin 7-O-glucoside, luteolin 7-O-rutinoside, apigenin 7-O-glucoside/rutinoside) 성분이 보고되는데(Harborne, 1980), 본 실험결과 북·중미 지역에 분포하는 *Melioides*節의 4종에서도 flavonols + flavones성분이 함께 존재하여 물들메나무와 일치함을 확인하였다. 본 연구에서 확인된 당종류는 주로 glucose, rhamnose만이 확인되었다.

Table 2. Distribution of flavonoids in four species in Korea with *F. platypoda* in China and Japan.

Species	Flavone group†						C-glycosyl flavone‡	Flavonol group*									Flavanone*
	luteolin			apigenin				quercetin				kaempferol					naringenin
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
subgen. *Ornus*																	
sect. *Ornus*																	
F. sieboldiana							×	×						×		×	×
sect. *Ornaster*																	
F. chinensis var. *rhynchophylla*							×	×		×				×	×	×	×
subgen. *Fraxinus*																	
sect. *Sciadanthus*																	
sect. *Melioides*																	
F. platypoda							×	×	×		×	×	×				×
F. chiisanensis	×	×	×	×	×	×	×		×								×
sect. *Fraxinus*																	
F. mandshurica							×	×	×		×	×	×				×

† flavone : 1, luteolin 7-O-rhamnoglucoside ; 2, luteolin 7-O-glucoside ; 3, luteolin 7-O-glycoside(unknown) ; 4, apigenin 7-O-rhamnoglucoside ; 5, apigenin 7-O-glucoside ; 6, apigenin aglycone

‡ C-glycosylflavone : 7, rhamnosylvitexin

* flavonol : 8, quercetin 3-O-glucoside ; 9, quercetin 3-O-rhamnoglucoside ; 10, quercetion 3-O-galactoside ; 11, quercetion 3-O-arabinoside ; 12, kaempferol 3-O-galactoside(?) ; 13, kaempferol 3-O-glycoside ; 14, kaempferol 3-O-glucoside(?) ; 15, kaempferol 3-O-rhamnoglucoside ; 16, 5-methoxykaempferol 3-O-glucoside(?)

* flavanone ; 17, naringenin 7-O-glucoside(?)

고 찰

1. 물들메나무의 분류학적 실체

물푸레나무屬의 분류는 주로 화서의 위치와 꽃의 형태, 잎의 형태를 기준으로 한다. Chang and Qiu (1992)는 화서가 새 가지에 정생하는 물푸레나무亞屬(subgen. *Ornus*)과 전년지에서 액생하는 들메나무亞屬(subgen. *Fraxinus*)을 설정하고 물푸레나무亞屬에는 꽃잎이 있는 쇠물푸레나무節(sect. *Ornus*)과 꽃잎이 없는 물푸레나무節(sect. *Ornaster*)을 인정한 반면, 들메나무亞屬에는 엽병에 날개가 있고 잎의 크기가 작은 *Sciadanthus*節, 엽병에 날개가 없고 잎이 더 큰 물들메나무절(sect. *Melioides*), 꽃받침이 없는 들메나무節(sect. *Fraxinus*) 등 3개 절을 설정하였다. 그러나 기존의 속내 분류군의 설정은 연구자의 관심 대상이 되는 지역에 분포하는 종만 고려하여 분류군을 기재한 경우가 많다. Rehder(1940)는 화서가 새 가지에서 정생하는 물푸레나무節(sect. *Ornus*)과 전년지에서 액생하는 들메나무節(sect. *Fraxinaster*)로 나누고, 후자를 *Sciadanthus*亞節, 물들메나무亞節(subsect. *Melioides*), 들메나무亞節(subsect. *Bumelioides*)로 구분하였다. 한편 Lingelsheim(1920)과 Miller (1955) 또한 물푸레나무屬을 화서가 새가지에서 정생하는 물푸레나무節과 전년지에서 액생하는 들메나무節의 두 절(節)로 나누었지만 물푸레나무節에 쇠물푸레나무亞節(subsect. *Euornus*)과 물푸레나무亞節(subsect. *Ornaster*)을, 들메나무節에 2장의 꽃잎을 가지는 *Dipetalae*亞節과 엽병이 날개처럼 되고 꽃의 수가 적은 *Pauciflorae*亞節, 엽병이 날개처럼 되지만 화서가 밀집하여 달리는 *Sciadanthus*亞節, 엽병이 날개처럼 되지 않는 *Melioides*亞節, 꽃받침이 없는 들메나무亞節을 설정하였다. 이 중 *Dipetalae*亞節은 북미지역에만, *Pauciflorae*亞節은 중·남미 지역에만 분포하는 분류군으로 유럽과 아시아에 분포하는 種을 중심으로 한 Rehder(1940)와 Chang and Qiu(1992)의 속내 분류에는 포함되지 않아, 정확한 속내 분류

군의 정립에 어려움이 있다.

남한에 분포하는 물푸레나무속 중 아교목성인 쇠물푸레나무를 제외한 물푸레나무, 들메나무, 물들메나무는 모두 교목성 수종으로, 속내 분류 형질인 화기 구조와 화서 등 생식 형질에 대한 연구는 없었으며, 대부분 잎의 수와 털의 유무, 소엽의 크기에 의존한 것으로 종 간 변이와 함께 개체간의 변이가 심하여 물들메나무에 대한 명확한 종의 실체와 인식이 이루어지지 못하였다. 특히 물들메나무와 들메나무는 화서가 전년지에 달리며, 수형이 위를 향하여 뻗어 두 종이 함께 분포하는 지역에서 대부분 들메나무로 동정되었다(송원변 등, 1988).

본 연구 결과 물푸레나무屬 4種은 꽃의 형질에서 각 種이 속하는 亞屬과 節의 특징을 분명하게 보여주었다. 물푸레나무와 쇠물푸레나무는 화서가 새 가지에서 정생하므로 Chang and Qiu(1992)의 분류체계로 보면 물푸레나무亞屬(subgen. *Ornus*)에 포함되며 4개의 꽃잎을 가지는 쇠물푸레나무는 쇠물푸레나무節(sect. *Ornus*)에, 화피가 없는 물푸레나무는 물푸레나무節(sect. *Ornaster*)에 속한다. 물들메나무와 들메나무는 화서가 전년지에서 측생하므로 들메나무亞屬(subgen. *Fraxinus*)에 포함되며 양성화와 수꽃 모두 화탁이 퇴화한 들메나무는 들메나무節(sect. *Bulemioides*)에, 양성화와 수꽃 모두 화탁이 존재하는 물들메나무는 물들메나무절(*Melioides*節)의 특징을 나타내어 국내 4種이 모두 각각 다른 節에 속하는 것으로 확인하였다.

Flavonoids성분 특성으로 볼 때 *F. chiisanensis*는 다른 3종과 공통적으로 C-glycosylfavone인 rhamnovitexin과 flavanone인 naringenin 7-O-glucoside와 flavonols를 가지나 luteolin 7-O-rhamnoglucoside, luteolin 7-O-glucoside, apigenin 7-O-rhamnoglucoside, apigenin 7-O-glucoside 등의 flavones가 존재해 다른 세 종과 뚜렷이 구분되어 잡종가능성은 전혀 없었다. 본 연구 결과 flavonoids성분의 지역적 변이와 개체 변이는 없었다.

화기 및 동아의 형질과 flavonoids성분에서 나타나는 특징에 의하면 물들메나무는 다른 3종과 확실히 구분되는 별개의 種이며 정태현(1959)과 이창복(1980)이 주장한 들메나무와 물푸레나무의 자연 교잡종이 아닌 독립종으로 판단된다. 들메나무 및 물들메나무, 물푸레나무에 대한 rDNA repeat 분석(노은운 등, 1999)에서 rDNA의 RFLP 패턴은 위의 결론을 지지하였다.

정량형질을 중심으로 한 분석은 현재 연구중이며 본 연구에서는 정성형질을 중심으로 검색표를 작성, 제시하였다.

1. 관목 혹은 소교목으로 4개의 흰 꽃잎이 존재하며 동아는 1쌍의 아린이 완전히 맞물려 있고 정소엽의 길이는 (57)68(79)mm, 폭은 (22)25(28.5)mm로 잎이 작다 ..... *F. sieboldiana*(쇠물푸레나무)
1. 교목이며 꽃잎이 존재하지 않고 동아는 2쌍이며 정소엽은 길이 (90)129.5(169)mm, 폭 (30)52(74)mm로 잎이 비교적 크다
   2. 화서는 새 가지에서 정생하며 동아의 가장 바깥쪽 아린 한 쌍은 벌어지고 측소엽의 엽병이 존재한다 ..... *F. chinensis* var. *rhynchophylla*(물푸레나무)
   2. 화서는 전년지에 달리고 아린은 완전히 붙으며, 측소엽의 엽병은 없거나 1-2mm로 매우 작다.
      3. 정아는 2쌍의 검은색 아린으로 되어 있으며 꽃받침이 없고 소엽의 수는 (7)9-11(13) 개로 뒷면의 맥을 따라 긴 단모가 밀생한다 ..... *F. mandshurica*(들메나무)
      3. 정아는 갈색의 나아이고 꽃받침이 있으며 소엽의 수는 5-9개이며 뒷면 맥을 따라 긴 성모가 밀생한다 ..... *F. chiisanensis*(물들메나무)

2. 물들메나무의 분포 및 유연관계

물푸레나무屬 4種의 분포지를 조사한 결과 물푸레나무와 쇠물푸레나무는 남한의 전 지역에 분포하고 들메나무는 강원도를 중심으로 덕유산 지역이 그 분포의 남한계인 북방계 수종이다. 그러나, 물들메나무는 민주지산이 분포의 북한계로 지리산, 내장산, 덕유산, 민주지산, 백운산 일대에 분포한다(Figure 2). 특히 물푸레나무와 쇠물푸레나무, 들메나무는 중국 및 일본과 사할린 등지에도 분포하고 있지만 물들메나무와 형태적으로 유사한 종은 아직 보고되지 않아 한국 특산종으로 확인되었다(Nakaike, 1979). 생태적인 특징으로 물들메나무는 가지 끝이 위를 향하여 뻗는 수형은 들메나무와 유사한 원추형이며, 종자 결

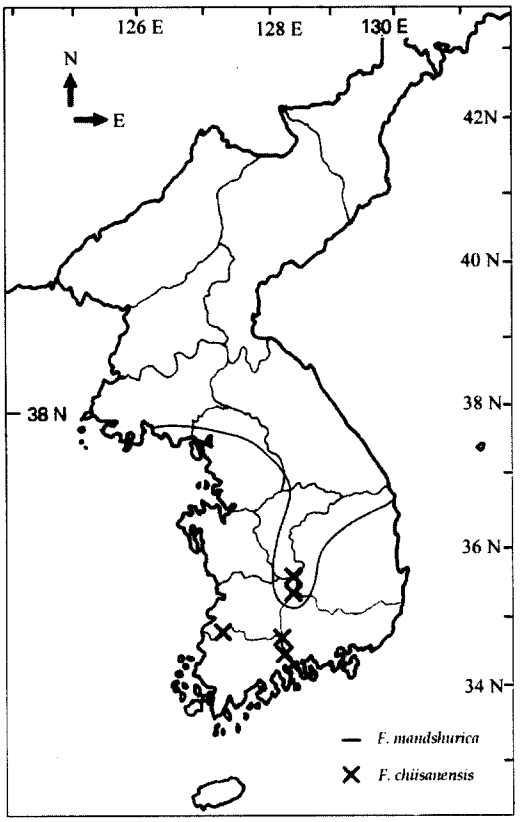

Figure 2. A regional distribution of *F. chiisanensis* in Korea. *F. mandshurica* is found above the line while *F. sieboldiana* and *F. chinensis* var. *rhynchophylla* are distributed throughout the peninsula.)

실 후 2년 뒤에 발아하는 들메나무와는 달리 이듬해에 발아하는 특성을 가진다(정성호 등, 1984). 국내에 자생하는 물푸레나무속의 분포 특성을 보면 쇠물푸레나무와 물푸레나무는 계곡과 사면, 능선까지 광범위하게 분포하지만 들메나무는 계곡 주위에 국한되어 분포하는 반면 물들메나무는 계곡과 사면을 따라 분포한다. 해발 고도에 관계없이 폭넓게 분포하는 다른 2종과는 달리 들메나무와 물들메나무는 해발고도 600m 이상에 주로 분포한다.

동북아시아에 분포하는 *Melioides*節은 중국에 1종(*F. platypoda* Oliv.), 일본에 1종(*F. spaethiana* Lingel.)이 보고되고 있으나 최근 *F. spaethiana*는 *F. platypoda*의 이명으로 처리되었다(Nakaike, 1979). 따라서, *F. platypoda*는 北海道(Hokkaido)를 제외한 일본 전역에 분포하며, 중국에서는 陝西省, 甘肅省, 湖北省, 貴州省, 四川省, 云南省 등 주로 중부 내륙지방에 분포한다. 형태적으로 소엽의 수가 7-9개, 길이 80-150mm, 폭이 30-70mm로 소엽의 수와 크기가 물들메나무와 비슷한 반면, 동아에 아린이 있으며 시과의 길이가 40-60mm, 폭 8-15mm로 더 크며, 잎 뒷면의 털이 단모이며 엽병의 기저부가 팽배하는 점이 다르다. 또한, *F. platypoda*는 동아에 아린이 있으며 시과의 날개가 꽃받침까지 신장되는 차이점을 확인할 수 있었다. 또한 flavonoids성분 분석 결과 rhamnosylvitexin 등의 C-glycosylflavone과 함께 quercetin 3-O-glucoside, quercetin 3-O-rhamnoglucoside, quercetin 3-O-arabinoside, kaempferol 3-O-galactoside 등 flavonols성분만 확인되어 물푸레나무형에 보다 가까웠다. 형태적으로 *F. platypoda*는 시과 전체가 납작하고, 시과의 날개가 열매를 완전히 감싸며, 수꽃의 꽃받침이 없어 들메나무절에 더 가까웠다. 이러한 결과를 종합하여 볼 때, *F. platypoda*는 물들메나무의 분화와는 직접적인 관련이 없으며, 들메나무節과 더 가까운 관계에 있는 것으로 판단된다. rDNA의 ITS sequence에 의해 *F. platypoda*가 물들메나무節의 분류군들보다 들메나무節과 더 가깝게 나타난 결과(Jeandroz and Bousquet, 1997)도 이를 뒷받침한다. 따라서 Chang and Qiu(1992)의 분류체계에서 물들메나무節 중 아시아에 분포하는 種(*F. platypoda*)은 물들메나무와 유연관계가 적은 것으로 판단된다.

한편, 북·중미 지역에는 물들메나무節에 속하는 분류군이 8종이 분포하는 것으로 보고되고 있으며(Rehder, 1940) 이 중 4종을 분석한 결과 flavones성분을 가지는 것(물들메나무형)으로 나타났다. 현재 물푸레나무屬의 각 절간 분포를 살펴보면 들메나무亞屬 물들메나무節이 북·중미 지역에 8종이 존재하는 반면 아시아에 2종이 분포한다. 그러나, 반대로 물푸레나무亞屬 쇠물푸레나무節은 아시아에 13종이 분포하는 반면 북·중미 지역에는 한종이 분포하는 것으로 보고되고 있어, 절간 분포 경향에서 뚜렷한 차이를 나타내고 있다(Miller, 1955). 본 연구 결과 중국과 일본을 포함한 동북아시아에는 물들메나무의 근연종이 존재하지 않고 오히려 물들메나무절의 분포의 중심인 북·중미 지역에서 물들메나무의 근연종을 찾을 수 있을 것으로 판단되며, 이에 대해서는 현

재 연구 중이다.

사 사

자료를 주신 국립수목원 김성식 선생님, 임업연구원 임목육종연구부의 노은운 박사님, 박형순 선생님께 깊은 감사를 드리며 개인적으로 표본과 많은 참고자료를 할애해 주신 Sweden Göteborgs 大學의 Dr. Eva Wallender에게 감사드립니다. 아울러 귀중한 표본을 대여하여 주신 TI, PE의 표본관에게 깊은 감사를 드립니다.

인 용 문 헌

1. 나천수 · 노은운 · 김영중 · 신창호 · 송원변 · 김세현. 1992. P.C.R 기법을 이용한 들메나무 DNA sequence 의 변이조사. 한국임학회지 81(4) : 320-324.
2. 노은운 · 최영임 · 이은정 · 송원영. 1999. RFLP에 의한 물푸레나무속 수종의 ribosomal DNA repeat의 분석. 산림과학논문집 61 : 1-19.
3. 송원변 · 박형순 · 정헌관. 1988. 들메나무의 형태적 변이. 임목육종연구보고서 24 : 28-34.
4. 이상태 · 박은자. 1982a. 한국산 물푸레나무과의 화분분류학적 연구. 한국식물분류학회지 12(1) : 1-11.
5. 이상태 · 박은자. 1982b. 한국산 물푸레나무과의 분계적 분석. 한국식물분류학회지 12(2) : 57-64.
6. 이창복. 1966. 한국수목도감. 동아출판공사 공무부, 서울. pp. 348.
7. 이창복. 1980. 大韓植物圖鑑. 향문사, 서울. pp. 990.
8. 정성호 · 김종원 · 이근수. 1984. 圃地에 있어서 들메나무의 種子發芽 및 苗木生育密度에 관한 연구. 한국임학회지 63(1) : 9-11.
9. 정태현. 1959. 한국식물도감, 상권 목본편. 신지사, 서울. pp. 1025.
10. Chang, C.S. 1997. Flavonoid chemistry of *Weigela* (Caprifoliaceae) in Korea. Journal of Plant Research 110(2) : 275-281.
11. Chang, M. and L. Qiu. 1992. Flora of China, vol. 61. Science Press. Beijing. pp.347.(in chinese)
12. Czerepanov, S.K. 1995. Vascular Plants of Russia and Adjacent States. Cambridge Univ. Press. New York. pp. 516.
13. Elias, T.S. 1987. The Complete Trees of North America. 2nd Edition. Gramercy Publishing Company. New York. pp. 946.
14. Gornall, R.J. and B.A. Bohm. 1978. Angiosperm flavonoid evolution : A Reappraisal. Systematic Botany 3(4) : 353-368.
15. Harborne, J.B. 1980. A chemotaxonomic survey of flavonoids in leaves of the Oleaceae. Botanical Journal of Linnean Society 81 : 155-167.
16. Jeandroz, S., A. Roy and J. Bousquet. 1997. Phylogeny and phylogeography of the circumpolar genus *Fraxinus* (Oleaceae) based on internal transcribed spacer sequences of nuclear ribosomal DNA. Molecular Phylogenetics and Evolution 7(2) : 241-251.
17. Jones, S.B. Jr. and A.E. Luchsinger. 1987. Plant Systematics. 2nd ed. The McGraw-Hill Book. Company. New York. pp. 512.
18. Li, H.L., T.S. Liu, T.C. Huang, T. Koyama and C. E. DeVol. 1978. Flora of Taiwan, vol. 4. Epoch Publishing Co., Ltd. Taipei. pp. 994.
19. Lingelsheim, A. 1920. Oleaceae-Oleoideae-Fraxineae. pp.1-61. In : A. Engler, ed. Das Pflanzenreich Ⅳ. Verlag von Wilhelm Engelmann, L'eipzig.
20. Markham, K.R. 1982. Techniques of Flavonoid Identification. Academic Press. New York. pp. 113.
21. Mabry, T.J., B.L. Markham, and M.B. Thomas. 1970. The Systematic Identification of Flavonoids. Springer-Verlag. New York. pp. 354.
22. Miller, G.N. 1955. The genus *Fraxinus*, the ashes, in North America, North of Mexico. Cornell Experiment Station Memoir 331. Agricultural Experiment Station. Ithaca, New York. pp. 64.
23. Nakai, T. 1929. Notulae ad Plantas Japonicae & Koreae XXXVII. Botanical Magazine of Tokyo 43(9) : 439-447.
24. Nakai, T. 1938. Notulae ad Plantas Asiae

Orientalis (V). Journal of Japanese Botany 14(10) : 629-649.

25. Nakaike, T. 1972. A synoptical study on the genus *Fraxinus* from Japan, Korea and Formosa. Bulletin of the National Science Museum. Tokyo 15(3) : 475-512.
26. Ohwi, J. 1965. Flora of Japan. Smithsonian Institution. Washington D.C. pp. 1067.
27. Pridham, J.B. 1956. Determination of sugars on paper chromatograph with *p*-anisidine hydrochloride. Analytical Chemistry 28(12) : 1967-1968.
28. Rehder, A. 1940. Manual of Cultivated Trees and Shrubs. The Macmilian Company. New York. pp. 996.
29. Tanai, T. 1972. Tertiary History of Vegetation in Japan. pp. 235-255. In : A. Graham, ed. Floristics and Paleofloristics of Asia and Eastern North America. Elsevier Publ. Co. Amsterdam.
30. Willis, J.C. 1985. A Dictionary of the Flowering Plants and Ferns. 8th Edition. Cambridge University Press. New York. pp. 1311.

Appendix I. Sources of specimens utilized for flavonoids surveys. All vouchers are deposited at the herbarium of the Arboretum, Seoul National University (SNUA), or as otherwise indicated. Each acronym represented herbaria as follows; Herbarium of Institute of Botany, Academia Sinica (PE), Herbarium of Botanical Gardens, University of Tokyo (TI).

F. chiisanensis
Kyŏng-gi-do : WKM 379, WKM 382, WKM 383, WKM 384 (Forest Genetics Research Institute, cultivated)
Chung-chŏng-buk-do : WKM 302, WKM 304, WKM 307, WKM 308, WKM 309, WKM 310, WKM 311, WKM 313
Chŏl-la-buk-do : WKM 264, WKM 265, WKM 266, WKM 267, WKM 268, WKM 269, WKM 270, WKM 394, WKM 395, WKM 396
Chŏl-la-nam-do : WKM 340, WKM 341, WKM 345, WKM 346, WKM 348, WKM 350, WKM 353, WKM 354, WKM 355, WKM 356, WKM 358, WKM 359, WKM 419, WKM 420, WKM 421, WKM 422

F. mandshurica
Kyŏng-gi-do : WKM 380
Kang-won-do : WKM 323, WKM 325, WKM 326, WKM 328, WKM 375, WKM 433, WKM 443
Chung-chŏng-buk-do : WKM 305
Chŏl-la-buk-do : WKM 282, WKM 283, WKM 284, WKM 285, WKM 286, WKM 287, WKM 414, WKM 418

F. chinensis var. *rhynchophylla*
Kyŏng-gi-do : WKM 255, WKM 256, WKM 257, WKM 258, WKM 259, WKM 260, WKM 261, WKM 263, WKM 381
Kang-won-do : WKM 324, WKM 436, WKM 440, TA 015, Chang 3099, Chang 3040
Kyŏng-sang-buk-do : WKM 361, WKM 362, WKM 365, WKM 366, WKM 368, WKM 370, WKM 371, WKM 372, WKM 373, WKM 374
Chung-chŏng-buk-do : WKM 301, WKM 303, WKM 306, WKM 312
Chŏl-la-buk-do : WKM 271, WKM 272, WKM 273, WKM 274, WKM 275, WKM 276, WKM 277, WKM 398, WKM 399, WKM 400, WKM 401, WKM 402, WKM 403, WKM 404, WKM 411
Chŏl-la-nam-do : WKM 342, WKM 343, WKM 349, WKM 351, WKM 352, WKM360

F. sieboldiana
Kyŏng-gi-do : WKM 297, WKM 405
Kyŏng-sang-buk-do : WKM 213
Chung-chŏng-buk-do : WKM 298, WKM 299, Chang 1758, Chang 1797
Chŏl-la-buk-do : WKM 278, WKM 279, WKM 280, WKM 281, WKM 397, WKM 410
Chŏl-la-nam-do : WKM 347, WKM 357

F. platypoda
China : PE 34021 (PE)
Japan : E. Wallander 238 (TI), G. Murata 45349 (TI), G.Koidzumi *s.n.*, July 12, 1915 (TI), G. Murata *s.n.*, Sept. 15, 1962 (TI)