

韓國産 화살나무屬 (*Euonymus* L. ; Celastraceae)의 生殖形質에
의한 分類學的 研究

金周煥·金潤植
(高麗大學校 理科學 生物學科)

**A taxonomic study of Korean *Euonymus* L. (Celastraceae) based
on the morphology of reproductive characters**

Kim, Joo-Hwan and Yun Shik Kim

(Dept., of Biology, Coll. of Science, Korea University, Seoul 136 – 701, Korea)

ABSTRACT

The 16 taxa of Korean *Euonymus* were examined for external morphology with priority to reproductive characters such as inflorescence, flowers and capsules, and the patterns of differentiation and evolution of characters were discussed. The inflorescence was divided into 3 types such as monochasium-simple dichasium, compound dichasium and compound cyme, and it was available to classifying subgenera and sections in *Euonymus*. Compound dichasium was likely to be more primitive than monochasium-simple dichasium or compound cyme. The flowers were characterized to several types according to the floral number, stamen, capsule, and shape and serration type of petal. The floral number was fallen into pentamerous type and tetramerous type, and it could be used in distinguishing *E. oxyphyllus* and *E. sachalinensis* from others. The stamen was divided into 3 types such as bilocular with filament, bilocular with sessile filament and unilocular with sessile filament, and it showed distinct discontinuity and could be used as the diagnostic character classifying subgenera and sections. The stamen with a filament and bilocule was more likely to be primitive than a sessile stamen with unilocule. The capsule showed various types such as partite, subcordate, conical, globose and oblate winged, and it could be used in classifying

sections and species. A round smooth capsule was more likely to be primitive than one deeply lobed or with outgrowth, and a capsule with wing was more advanced than one without wing. Based on the result of this study, inflorescence, stamen and capsule could be applied to definite the subgenera or sections, and floral number and shape and serration of petal could be used as the dignostic character classifying special section or species.

緒 論

화살나무屬(*Euonymus*)은 노박덩굴科(Celastraceae), 노박덩굴亞科(Celastroideae), 화살나무族(Euomyneae)에 속하는 植物群으로(De Candolle, 1825; Loesener, 1942; Prokhanov, 1949; Melchior, 1964), 兩性花이고 뚜렷한 花盤構造(floral disk)를 가지며 花瓣은 이생하여 수평으로 퍼지고 잎이 對生하는 특징 등에 의해 科내의 다른 屬들과 명확히 구분된다. 본 속은 주로 유럽, 아시아, 北美 등지의 溫帶, 暖帶 및 熱帶地域에 200여종이 分布하며(Melchior, 1964; Willis, 1973), 특히 中國, 東南亞 等の 暖帶 및 熱帶地域이 分布中心地로 알려져 있다(Good, 1947; Blakelock, 1951; Thorne, 1972).

화살나무속의 연구사와 분류학적 제문제점의 제시는 본 논문의 전편인 '영양형질의 분류학적 연구(金과 金, 1994)'에 전술한 바와 같다. 화살나무屬은 Linnaeus(1754)에 의해 속으로 설정된 이후, 여러학자들에 외부형태를 중심으로 다각적으로 연구되면서(De Candolle, 1825; Blume, 1825; Rafinesque, 1836; Lawson, 1875; Franchet et Savatiere, 1879; Maximowicz, 1881; Beck, 1892; Rouy et Foucaud, 1897; Pierre, 1894; Loesener, 1902, '42; Rehder, 1926, '38; Nakai, 1941, '43, '49; Prokhanov, 1949; Blakelock, 1951), 그 결과 많은 신분류군들의 발표와 다양한 속내분류체계들이 제안되었으나, 속내에서 이들 집단간의 한계, 분류학적 위치 및 계통적 유연관계에 대해서는 아직도 구체적인 연구가 이루어진 바 없다(Kim, 1993). 현재까지 제안된 본속의 속내분류체계들은 대부분 화서의 형태, 약실의 수, 화사의 존재유무 및 삭과의 형태 등의 형태적 형질의 차이에 그 근거를 두고 있으나, 본속에 속하는 분류군들은 생식기관을 포함한 대부분의 형태형질에 있어 변이가 심하고, 또한 각 집단간에 식별형질의 중복현상이 현저하기 때문에 그 분류체계에서 많은 혼란이 일어나고 있어, 본속에 대한 전반적이고 종합적인 연구의 필요성이 절실히 강조되고 있다. 또한, 본속의 분류체계에 관하여는 분류형질의 기준에 따라 학자들간의 의견이 매우 상이하여 아속이나 절등의 속내분류체계 뿐만아니라, 기존의 설정된 절이나 아속이 독립된 속으로 변경되어지는 등 학명사용상의 많은 혼란이 있어왔다(Table 1).

따라서 본인은 이러한 화살나무屬 分類의 문제점들을 解決하고자, 園藝種을 제외한 韓國産 16分類群에 대하여, 현재까지 연구된 바 없는 생식형질의 종합적인 檢討를 통하여, 각 分類形質의 分化 및 進化傾向性を 考察하며, 이를 토대로 본속의 현대적 계통분류체계의 구축을 위한 기본적인 자료를 제공하고자 본 연구를 수행하였다.

Table 1. A comparison of infrageneric systems of Korean *Euonymus*.

Nakai (1941)	Loesener (1942)	Nakai (1943)	Nakai (1949)	Blakelock (1951)
Grex I. <i>Involuti</i>	Reiche I. <i>Scytevonymus</i>	Subgen. I. <i>Masakia</i>	Genus <i>Masakia</i>	Subgen. I. <i>Euonymus</i>
Sect. <i>Pragmotessera</i>	Sect. <i>Orientalis</i>	Sect. <i>Illicifolius</i>	Sect. <i>Illicifolius</i>	Sect. <i>Melanocarya</i>
<i>E. hamiltonianus</i>	<i>E. japonicus</i>	<i>E. japonicus</i>	<i>M. japonicus</i>	<i>E. alatus</i>
<i>E. hamiltonianus</i> var. <i>bungeana</i>	<i>E. japonicus</i> var. <i>acuta</i>	<i>E. japonicus</i> var. <i>acuta</i>	<i>M. japonicus</i> var. <i>acuta</i>	Sect. <i>Biloculares</i>
<i>E. hamiltonianus</i> var. <i>maackii</i>	<i>E. fortunei</i>	<i>E. fortunei</i>	<i>M. fortunei</i>	<i>E. hamiltonianus</i>
Sect. <i>Macrogemmum</i>	<i>E. fortunei</i> var. <i>radicans</i>	<i>E. fortunei</i> var. <i>radicans</i>	<i>M. fortunei</i> var. <i>radicans</i>	<i>E. hamiltonianus</i> var. <i>bungeana</i>
<i>E. sachalinensis</i>	<i>E. chibai</i>	<i>E. chibai</i>	Genus <i>Turbana</i>	<i>E. hamiltonianus</i> var. <i>maackii</i>
<i>E. macropterus</i>	Reiche II. <i>Lepteonymus</i>	Subgen. II. <i>Ortheuonymus</i>	Sect. <i>Penteuonymus</i>	<i>E. chibai</i>
Sect. <i>Pseudovenomus</i>	Sect. <i>Lophocarpae</i>	Sect. <i>Pragmotessera</i>	<i>T. oxyphyllus</i>	<i>E. pauciflorus</i>
<i>E. pauciflorus</i>	<i>E. hamiltonianus</i>	<i>E. hamiltonianus</i>	Sect. <i>Macrogemmum</i>	Sect. <i>Illicifolia</i>
Sect. <i>Penteuonymus</i>	<i>E. hamiltonianus</i> var. <i>bungeana</i>	<i>E. hamiltonianus</i> var. <i>bungeana</i>	<i>T. sachalinensis</i>	<i>E. japonicus</i>
<i>E. oxyphyllus</i>	<i>E. hamiltonianus</i> var. <i>maackii</i>	<i>E. hamiltonianus</i> var. <i>maackii</i>	<i>T. macropterus</i>	<i>E. japonicus</i> var. <i>acuta</i>
Sect. <i>Melanocarya</i>	<i>E. alatus</i>	Subgen. III. <i>Melanocarya</i>	Genus <i>Euonymus</i>	<i>E. fortunei</i>
<i>E. alatus</i>	<i>E. pauciflorus</i>	Sect. <i>Melanocarya</i>	Subgen. I. <i>Ortheuonymus</i>	<i>E. fortunei</i> var. <i>radicans</i>
Grex II. <i>Equitantes</i>	Sect. <i>Globosae</i>	<i>E. alatus</i>	Sect. <i>Pragmotessera</i>	Subgen. II. <i>Kalonymus</i>
Sect. <i>Illicifolia</i>	<i>E. oxyphyllus</i>	Subgen. IV. <i>Vyenomus</i>	<i>E. hamiltonianus</i>	Sect. <i>Uniloculares</i>
<i>E. chibai</i>	Sect. <i>Pterocarpae</i>	Sect. <i>Pseudovenomus</i>	<i>E. hamiltonianus</i> var. <i>bungeana</i>	<i>E. oxyphyllus</i>
<i>E. japonicus</i>	<i>E. sachalinensis</i>	<i>E. pauciflorus</i>	<i>E. hamiltonianus</i> var. <i>maackii</i>	<i>E. sachalinensis</i>
<i>E. japonicus</i> var. <i>acuta</i>	<i>E. macropterus</i>	Subgen. V. <i>Turbana</i>	Subgen. II. <i>Melanocarya</i>	<i>E. macropterus</i>
<i>E. fortunei</i>	<i>E. fortunei</i>	Sect. <i>Macrogemmum</i>	Sect. <i>Melanocarya</i>	
<i>E. fortunei</i> var. <i>radicans</i>	<i>E. fortunei</i> var. <i>radicans</i>	<i>E. sachalinensis</i>	<i>E. alatus</i>	
		<i>E. sachalinensis</i>	Subgen. III. <i>Vyenomus</i>	
		<i>E. macropterus</i>	Sect. <i>Pseudovenomus</i>	
		<i>E. oxyphyllus</i>	<i>E. pauciflorus</i>	

材料 및 方法

研究材料는 1990년 5월부터 1993년 6월까지 채집하여 고려대학교 온실 및 실험포장에 이식 재배한 생체재료들과 國內外 所在의 標本館으로부터 대여한 基準標本을 포함한 4,000여점의 석엽표본으로부터 주요 식별형질들을 선정하여 觀察, 測定하였으며(Kim, 1993), 主要形質은 圖解하였다. 본 연구에 사용된 재료와 채집지는 金과 金(1994)의 Table 1과 같고, 그 증거 표본은 고려대학교 생물학과 표본실(KUS)에 보관하였다. 외부형태학적 형질의 記載에 사용된 用語는 李 等(1991)을 참조하였으며, 形態의 類形에 관한 것은 Dilcher(1974)를 기준으로 사용하였다.

觀察 및 結果

1. 花序 (Inflorescence)

本 研究에서 取扱된 分類群에서 관찰되는 花序는 基本的으로는 新年枝의 葉腋에 腋生하는 歧繖花序(dichasiac cymule)를 나타내며 全 分類群을 통하여 苞를 갖지 않는 特徵이 관찰되었고 다음의 3類型으로 區分된다(Table 2, Fig. 1).

A. 單頂花序-單歧繖花序型(monochasium-simple dichasium type) : 花軸끝에 달린 꽃 밑에서 1쌍의 花梗이 나와 꽃이 달리는 類型으로 화살나무節의 화살나무, 털화살나무, 회잎나무, 털회잎나무, 참빗살나무節의 회목나무 등에서 관찰되며, 화살나무와 그 종내분류군들에서는 간혹 新年枝 節間에서 관찰되기도 한다.

B. 複歧繖花序型(compound dichasium type) : 花軸끝에 달린 꽃 밑에서 1쌍의 花梗이 나와 각각 그 끝에 1개의 꽃이 달리고 그 꽃 밑에서 각각 1쌍씩의 小花梗이 나와 그 끝에 꽃이 1개씩 달리는 類型으로 2회 혹은 3회 分枝하며 참빗살나무節의 참빗살나무, 좀참빗살나무, 좁은잎참빗살나무, 섬회나무, 사철나무節의 사철나무, 뽕족잎사철나무, 좀사철나무, 줄사철나무 등에서 관찰된다.

C. 複聚繖花序型(compound cyme type) : 複歧繖花序型和 類似하지만 基本花序 方向외에 花軸의 좌우로 1쌍의 신장된 小聚繖花序를 發達시키는 類型으로 회나무節의 참회나무, 회나무, 나래회나무에서 관찰된다.

연구결과 花序型은 회나무亞屬의 회나무節을 구분할 수 있는 식별형질로 판단된다.

2. 꽃(Flowers)

本 研究에서 取扱된 分類群에서 관찰된 꽃은 比較的 形態的인 變異가 적은 分類形質로서 亞屬, 節 또는 種間에 뚜렷한 差異點이 관찰되고 있다. 본 연구에서 관찰된 꽃은 4월부터 8월까지 개화하고, 兩性花이고 完全花하며 肉質의 花盤(floral disk)이 위로 다소 隆起하여 雌藥와 雄藥가 配列되고 花盤의 側下面에는 연녹색에서 자주색에 이르는 다양한 색상의 花瓣이 4,5장 달리고 그 아래에는 花瓣과 同數의 萼이 花瓣을 감싸고 있다(Table 2).

1) 花數(floral number)

花數는 4,5수성으로 관찰되며 2類型으로 區分된다(Table 2, Fig. 2).

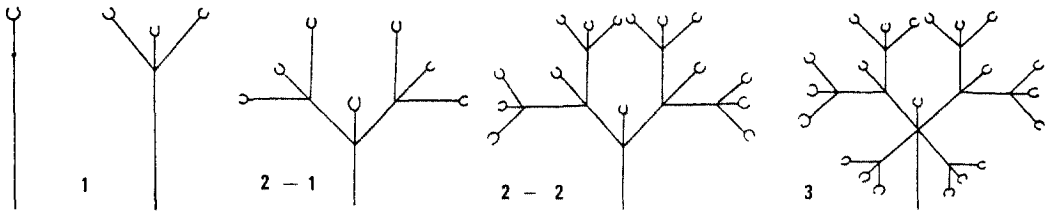


Fig. 1. Inflorescence types of Korean *Euonymus*.

1. monochasium-simple dichasium type, 2. compound dichasium type, 3. compound cyme type.

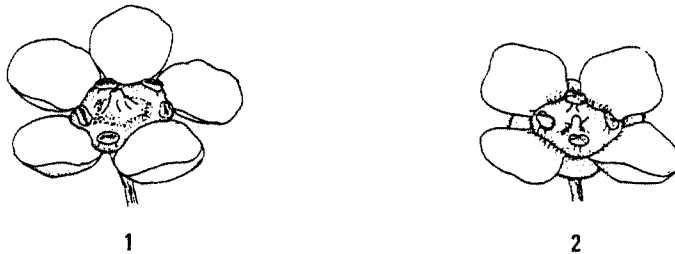


Fig. 2. Floral number types of Korean *Euonymus*.

1. pentamerous, 2. tetramerous.

A. 5數性(pentamerous) : 雌藥, 花瓣, 萼이 각각 5개인 類型으로 회나무節의 참회나무와 회나무 2種에서만 관찰된다.

B. 4數性(tetramerous) : 雌藥, 花瓣, 萼이 각각 4개인 類型으로 5수성의 上記 2種을 제외한 全分類群에서 관찰된다.

花數性은 참회나무와 회나무를 屬내의 다른 분류군들과 뚜렷히 구분하여 주는 診斷形質로 판단된다.

2) 花瓣(Petal)

花瓣은 전체적인 形態와 鋸齒 등에 의해 區分된다.

(1) 形態(shape)

花瓣의 形態는 分類群에 따라 다소 變異가 나타나기도 하지만 基本的으로 2類型으로 區分된다(Table 2, Fig. 3).

A. 圓型-亞圓型(orbicular-roundish type) : 花瓣의 길이/폭의 比率이 1.0-1.3인 類型으로 화살나무節의 화살나무, 털화살나무, 회잎나무, 털회잎나무, 참빗살나무節의 회목나무, 사철나무節의 사철나무, 뽕죽잎사철나무, 좁사철나무, 줄사철나무, 회나무節의 회나무, 나래회나무 등에서 관찰된다.

B. 橢圓型-長橢圓型(elliptical-oblong type) : 花瓣의 길이/폭의 比率이 1.5-2.1인 類型으로 참빗살나무節의 섬회나무, 참빗살나무, 좁참빗살나무, 좁은잎참빗살나무, 회나무節의 참

Table 2. Qualitative characters of external morphology of Korean *Euonymus*.

Taxa	Inflorescence	Florescence	Floral Number	Petals		Calyx		Stamen		Capsules		
				Shape	Color	Serrat.	Shape	Color	Shape	Color	Shape	
<i>E. alatus</i>	monochasium simple dichasium	June - July		orbicular - roundish	pale green	entire	round	yellowish	bilobular with filament	red	partite	
<i>E. alatus</i> for. <i>pilosus</i>												
<i>E. alatus</i> for. <i>ciliato - dentatus</i>												
<i>E. alatus</i> for. <i>apterus</i>												
<i>E. hamiltonianus</i>	compound dichasium	May - June	tetramerous	elliptic - oblong	pale green	ciliate	round	red	bilobular with subsessile filament	pink	obcordate	
<i>E. hamiltonianus</i> var. <i>bungeana</i>		June - Aug										
<i>E. hamiltonianus</i> var. <i>maackii</i>		Apr. - June										
<i>E. chibai</i>		May - June										
<i>E. pauciflorus</i>	mono, simple di.	June - July			bister							
<i>E. japonicus</i>	compound dichasium	Apr. - June		orbicular - roundish	pale green	entire	obtusely obcordate	yellowish	bilobular with filament	red	globose	
<i>E. japonicus</i> var. <i>acuta</i>												
<i>E. fortunei</i>												
<i>E. fortunei</i> var. <i>radicans</i>												
<i>E. oxyphyllus</i>	compound cyme	June - Aug.	pentamerous	oblong	pale purple				unilobular with subsessile filament		oblate winged	
<i>E. sachalinensis</i>				orbicular								
<i>E. macropterus</i>				oblong	pale green							

* di. : dichasium, Apr. : April, Aug. : August, Serrat. : Serration.

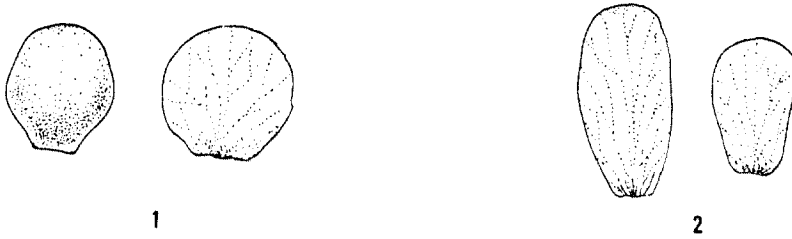


Fig. 3. Petal shape types of Korean *Euonymus*.
1. orbicular-roundish type, 2. elliptical-oblong type.



Fig. 4. Petal serration types of Korean *Euonymus*.
1. entire type, 2. ciliate type.

회나무 등에서 관찰된다.

(2) 鋸齒 (serration)

花瓣의 鋸齒는 2類型으로 區分된다 (Table 2, Fig. 4).

A. 全緣型 (entire type) : 花瓣의 緣邊部는 매끈하며 톱니 모양의 鋸齒가 없는 類型으로 화살나무屬 화살나무, 털화살나무, 회잎나무, 털회잎나무, 사철나무屬의 사철나무, 뽕족잎사철나무, 좁사철나무, 줄사철나무, 회나무屬의 참회나무, 회나무, 나래회나무, 참빗살나무屬의 참빗살나무, 좁참빗살나무, 좁은잎참빗살나무 등에서 관찰된다.

B. 細毛狀鋸齒型 (ciliate type) : 톱니 모양의 鋸齒가 가는 털 등의 불규칙한 형태와 크기로 나타나는 類型으로 참빗살나무屬의 섬회나무와 회목나무에서 관찰된다.

花瓣의 거치형태는 회목나무와 섬회나무를 屬내의 다른 분류군들과 뚜렷히 구분하여 주는 식별형질로 판단된다.

3) 萼 (Calyx)

本 研究에서 取扱된 分類群에서 관찰된 萼은 花瓣에 癒着되어 서로 붙어 있는 合片萼이며 蒴果의 成熟때 까지 남아있는 宿存萼으로, 각 萼片은 갈라진 정도에서 다소 차이를 보이기도 하지만, 보통은 中裂한다. 萼片은 先端部의 형태에 따라서 3類型으로 區分된다 (Table 2, Fig. 5).

A. 鈍頭型 (obtuse type) : 萼片은 中裂하고 양끝이 90° 이상의 鈍角으로 합쳐지는 類型으로

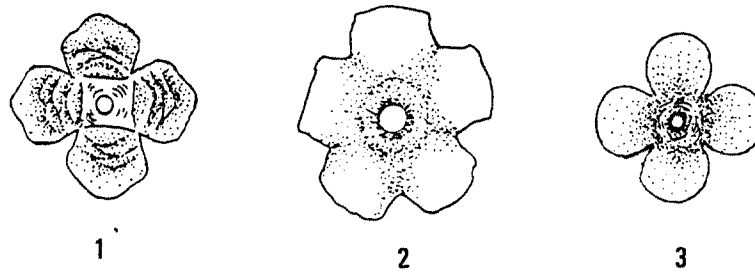


Fig. 5. Calyx shape types of Korean *Euonymus*.

1. obtuse type, 2. truncate type, 3. round type.

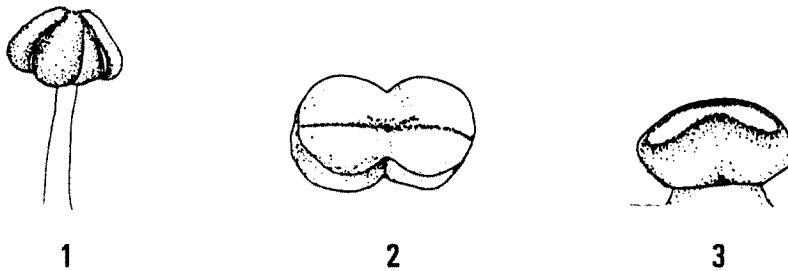


Fig. 6. Stamen shape types of Korean *Euonymus*.

1. bilocular with filament type, 2. bilocular with subsessile filament type, 3. unilocular with subsessile filament type.

로 참빗살나무屬의 섬회나무, 사철나무屬의 사철나무, 뽕죽잎사철나무, 좁사철나무, 줄사철나무 등에서 관찰된다.

B. 平頭型(truncate type) : 萼片은 淺裂 혹은 中裂하고 先端은 잘린 모양처럼 편평한 類型으로 회나무屬의 참회나무, 회나무, 나래회나무 등에서 관찰된다.

C. 圓頭型(round type) : 萼片은 先端이 圓形인 類型으로 화살나무屬의 화살나무, 털화살나무, 회잎나무, 털회잎나무, 참빗살나무屬의 회목나무, 참빗살나무, 좁참빗살나무, 좁은잎참빗살나무 등에서 관찰된다.

萼의 형태는 회나무亞屬의 회나무屬을 속내의 다른 분류군들과 뚜렷히 구분하는 識別形質로 인정된다.

4) 雄藥(stamen)

藥은 황색 또는 적색으로 表面이 밖으로 外向藥(extrose)이며, 花絲가 藥의 아랫면 일부분에 附着되는 低着藥(innate)이고 縫線에 따라 裂開하는 縱裂(longitudinal) 또는 構裂(transverse)하는 것으로 관찰되었다. 雄藥은 花絲의 길이와 藥室의 形態에 따라 다음의 3類型으로 區分된다(Table 2, Fig. 6).

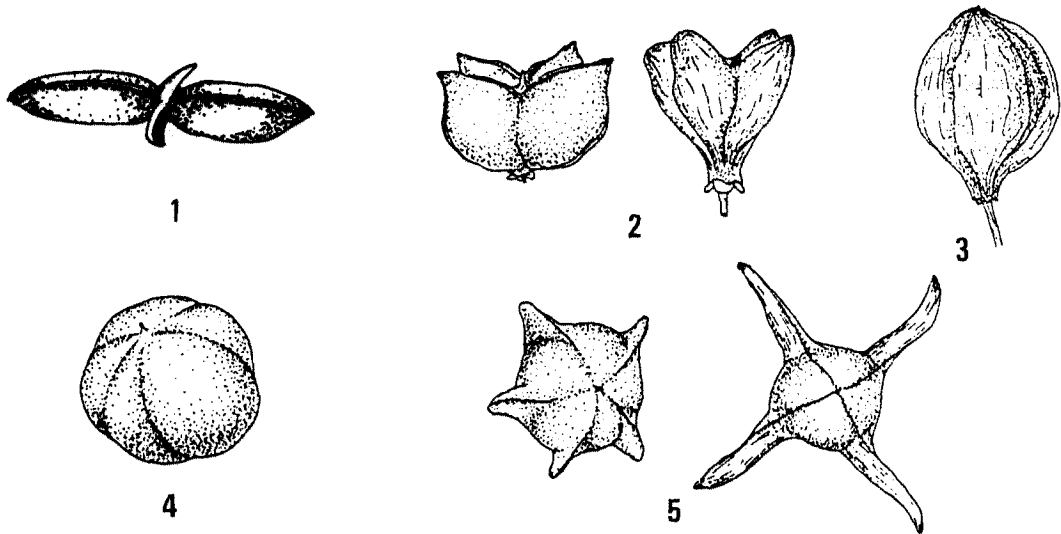


Fig. 7. Capsule types of Korean *Euonymus*.

1. partite type, 2. obcordate type, 3. conical type, 4. globose type, 5. oblate winged type.

A. 長花絲二胞藥型 (bilocular type with filament) : 花絲가 뚜렷하고 藥室이 뚜렷한 2개의 房으로 分離되어 나타나는 類型으로 化살나무節의 化살나무, 털화살나무, 회잎나무, 털회잎나무, 사철나무節의 사철나무, 뽕죽잎사철나무, 좁사철나무, 줄사철나무, 참빗살나무節의 참빗살나무, 좁참빗살나무, 좁은잎참빗살나무 등에서 관찰된다.

B. 短花絲二胞藥型 (bilocular type with sessile filament) : 花絲가 거의 없고 뚜렷한 2개의 藥室을 가진 藥이 花盤위에 놓여 있는 類型으로 참빗살나무節의 섬회나무와 회목나무에서 관찰된다.

C. 短花絲單胞藥型 (unilocular type with sessile filament) : 花絲가 거의 없고 藥室이 1개의 房으로 되어있는 藥이 花盤위에 놓여 있는 類型으로 회나무節의 참회나무, 회나무, 나래회나무 등에서 관찰된다.

연구결과 섬회나무와 회목나무는 短花絲를 갖는 특징에 의해 化살나무亞屬의 다른 분류군들과 구분되고, 회나무亞屬의 회나무節의 분류군들은 短花絲單胞藥을 갖는 뚜렷한 불연속성이 관찰되었다.

3. 蒴果 (capsule)

본 研究에서 取扱된 分類群에서 관찰된 蒴果는 8월에서 11월에 분홍색, 적색 또는 짙은 갈색으로 성숙하고 내부에는 종자가 등황색 또는 적색의 가종피에 둘러싸여 있다. 蒴果는 稜角의 發達與否와 全體的인 形態에 따라 다음의 5類型으로 區分된다 (Table 2, Fig. 7).

A. 分離型 (partite type) : 蒴果의 裂片 (lobe)이 基底部分까지 갈라진 類型으로 化살나무節의 化살나무, 털화살나무, 회잎나무, 털회잎나무 등에서 관찰된다.

B. 倒心臟型 (obcordate type) : 蒴果의 先端部位가 다소 凹凸이 있으며 心臟모양에 가까

은 類型으로 참빗살나무節의 참빗살나무, 좁은잎참빗살나무, 회목나무 등에서 관찰된다.

C. 圓錐型(conical type) : 蒴果가 럭비공모양의 圓錐型이고 稜角이 다소 發達한 類型으로 참빗살나무節의 섬회나무에서 관찰된다.

D. 球型(globose type) : 蒴果의 裂片이 거의 發達하지 않고 둥글며 封線에 의해 區劃이 되는 類型으로 사철나무節의 사철나무, 뽕죽잎사철나무, 좁사철나무, 줄사철나무, 회나무節의 참회나무 등에서 관찰된다.

E. 翼狀扁圓形(oblate winged type) : 圓形의 蒴果에서 稜角部位가 매우 發達하여 伸張된 類型으로 회나무節의 회나무와 나래회나무에서 관찰된다.

蒴果의 형태에서 화살나무節의 분류군들은 分離型을 갖는 특징을 나타내어 屬內의 다른 분류군들과 뚜렷히 구분된다.

考 察

화살나무屬의 名稱은 Linnaeus가 *Evonymus* (1753)와 *Euonymus* (1754)로 同時에 採擇하여, 以後 學名使用上의 論難을 야기시켰다. 命名規約上 화살나무屬의 精確한 學名은 *Evonymus*가 妥當하지만(Art. 13), 첫째, 현재 대다수의 논문이나 학술지에서(e.g. Index Kewensis) '*Euonymus*'를 사용하고 있고 '*Evonymus*'를 사용하는 학자는 거의 없으며, 둘째, 眞(眞, real)의 意味를 지니고 있는 그리스철자 'εϒ'는 영어로 'eu'로 번역되어 좀 더 精確한 의미(more correct)를 지닌다. 따라서 綴字法에 相關된 조항(Art. 73 ; e.g. : *Taraxacum* → *Taraxacum*)에 의거하여, 現在 默示的으로 廣範圍하게 사용되고 있는, '*Euonymus*'가 保存名으로서 인정되어야 한다는 Sprague(1908), Zijlstra(1991)의 견해에 따라 본 연구에서는 화살나무屬의 屬名을 '*Euonymus*'로 사용하였다.

花序의 形態와 進化系列에 있어서 Lawrence(1951)는 岐繖花序가 基本形이며 여기에 同形의 小花梗이 兩側面에서 분지되어 複岐繖花序가 生成되고, 이에 더욱 복잡한 分枝가 일어나 결국 密錐花序나 複岐繖花序에서 花梗 또는 꽃의 縮小가 일어나 傘形花序, 單頂花序 또는 頭狀花序가 生成된다고 하였다. 또한, 密錐花序가 生成된다고 하였다. 한편, Troll(1964)은 被子植物의 花序의 進化를 가정하면서, 다양하고 복잡한 分枝형태를 보이는 花序型에서 花序의 軸枝에 달리는 꽃과 소화경들의 縮小에 의해 總狀花序, 穗狀花序, 散房花序 등의 비교적 단순한 類型으로 변해가며 그 끝이 편평해져 결국 頭狀花序가 形成된다고 하였다. Sun(1986)은 한국산 녹나무科(Lauraceae) 식물의 화서는 북기산화서를 기본으로하는 밀추화서나 산형화서에서 단순한 형태의 기산화서로 단순한 구조로의 진화를 보인다고 하였고, Stebbins(1974)는 單純構造에서 복잡하고 分化된 派生構造로 進化해가는 傾向性이 화서진화의 일반적인 현상이라고 하였다. 그러나, 花序의 진화양상을 논하기 위해서는 다른 形質과의 비교분석이 반드시 이루어져야 하며(Lawrence, 1951 ; Foster and Gifford, 1974 ; Stebbins, 1974), 分類群간에 있어 同一한 형태의 花序가 관찰될지라도 花序에서는 일반적으로 平行進化가 主要機作으로 작용하기 때문에 그 起源이 상이한 形質이므로(Foster and Gifford, 1974), 앞으로 계속해서 研究되어야 할 必要가 있다고 생각한다. 본 연구결과 屬의 전체적인 분포양상

(Good, 1947; Blakelock, 1951)과 다른 생식형질들을 비교해볼 때, 화살나무屬의 화서는 기본적으로 기산화서를 나타내고, *Biloculares* 절과 *Ilicifolia* 절에서 관찰되는 복기산화서형은 속내의 가장 원시적인 형태로 보이며, 복기산화서형으로부터 *Melanocarya* 절의 단정화서-단기산화서형으로 단축분지가 일어나거나 혹은 *Uniloculares* 절의 복취산화서형의 복잡한 과생구조로 양극적인 분화가 진행된 것으로 생각하고, 화서형은 亞屬이나 節을 구분할 수 있는 식별형질로서 인정된다.

화살나무속의 花數는 4수성과 5수성의 두가지 類型으로 나타나며, 雙子葉植物에서는 5수성이 基本型으로 알려져 있고, 꽃의 모든 器官은 短縮되는 方向으로 進化한다고 하였으나 (Stebbins, 1974; Takhtajan, 1991), 조사된 화살나무속의 화수성은 속의 분포중심지에서 관찰되는 분류군들을 포함한 全體 分類群중 대부분이 4수성을 지니고, 5수성을 보이는 分類群은 회나무와 참회나무의 2종뿐으로 극히 限定된 亞동아시아地域에서만 관찰되므로 (Loesener, 1942), 5수성에서 4수성으로 短縮되었다기 보다는 4수성인 基本形중에서 一部分 分類群들이 5수성으로 分化된 것으로 생각된다. 花瓣의 形態 및 鋸齒有無는 特定 分類群을 識別하는 有用한 形質로 사용될 수는 있으나 亞屬이나 節을 區分할만한 形質로 認定되지는 않는다. Blakelock (1951)은 *Biloculares* 節의 分類群中 히말라야산의 *E. fimbritus*와 그 근연종의 화판을 관찰하여 화살나무속의 花瓣은 緣邊部가 全緣으로부터 鋸齒가 있는 것으로 進化하였으며 이는 媒介昆蟲(insect visitor)들을 誘引하기 위한 手段으로 보인다고 하여 花瓣의 進化 傾向性에 대한 意見을 披瀝한 바 있으나 이를 支持할만한 根據는 뚜렷히 없다고 생각된다. 萼片의 形態는 각각의 分類群을 識別하는 有用한 形質로 사용될 있으나 亞屬이나 節을 區分할만한 뚜렷한 不連續性을 나타내지는 않았지만, *Uniloculares* 節의 全分類群에서 동일한 形態의 萼이 관찰되어 앞으로 *Uniloculares* 節을 구분하는 좋은 診斷形質로 사용될 수 있는 것으로 나타났다.

葯과 花絲를 포함한 雄蕊의 형태에 관하여, Takhtajan(1991)은 被子植物의 雄蕊는 花絲가 없는 葉狀構造로부터 葯隔이 合生되어 花絲와 連結되는 구조로 進化한다고 하였다. 또한, 雄蕊는 多數에서 少數로, 分離型에서 合生型으로 進化한다고 하여 (Smith, 1970), 葯室이 分離된 二胞葯에서 合生構造인 單胞葯으로 進化되었음을 강력히 示唆하였다. 本屬에서 花絲의 短縮은 고도로 특수화된 구조(예: 단화사단포약, 단화사이포약)로 화주의 단축을 수반하며, 受粉의 媒介者인 少數의 特定 昆蟲들(short-tongued insect)에 適應된 것으로 알려져 있고 (Blakelock, 1951), 分布中心地에서 관찰되는 분류군들은 모두 장화사이포약을 가지며, 단화사단포약을 보이는 분류군들은 분포중심으로부터 다소 멀리 떨어진 溫帶 혹은 冷溫帶地域에서만 관찰된다. 한편, *Biloculares* 節의 *E. hamiltonianus*와 그 變種들은 同一集團內에서 異雄蕊性(heterostylous)이 관찰되어 節내의 近緣分類群인 유럽産 *E. europaeus*와 類似한 樣相 (Sprague, 1908)을 나타내는 것으로 밝혀져 앞으로 이에 대한 좀더 綿密한 研究가 要求된다. 雄蕊는 外部形態學的 形質중 形態의 變異가 가장 적고, 亞屬 또는 節間에 매우 뚜렷한 不連續性을 나타내어 屬以下의 分類階級을 規定할 수 있는 特徵的인 構造로 관찰되었으며, 長花絲二胞葯으로부터 短花絲二胞葯과 短花絲單胞葯으로 進化해온 것으로 推定된다.

調査된 分類群에서 蒴果의 形態는 分離型에서 翼狀扁圓型의 매우 多樣하고 特徵的인 類型을 나타내어 節 또는 特定 種을 구분하는 좋은 識別形質로 認定된다. 종자산포시의 효율성과

기능의 특수성 등을 고려해 볼 때, 삭과는 둥글고 裂片이 갈라지지 않고 表面이 平滑한 것보다 裂片이 깊이 갈라진 것이 原始的이며, 날개를 갖는 蒴果가 날개가 없는 것보다 進化된 것으로 생각되는데, 이는 Blakelock(1951), Howe(1986)의 견해와 일치하였다. 화살나무屬의 種子散布(seed dispersal)는 蒴果와 假種皮의 매혹적이면서 아름다운 색을 좋아하는 텃새류에 의한 것으로 알려져 있으며, 이들 매개자들의 종피에 대한 소화능이 없는 이유로 열매의 섭취후 배설에 의하여 근접지역에 산포된다고 하였다(Ridley, 1930). *E. oxyphyllus*를 제외한 *Kalonymus*亞屬의 분류군들에서는 蒴果의 형태가 裂開 後에는 낙하산 모양으로 형성되어 바람에 의한 散布幾作(wind dispersal)도 관찰되었다(Blakelock, 1951). 또한, 본 조사결과 肉質의 삭과는 잎의 조락후에도 소지에 附着되어 존재하며, 삭과의 열개후에도 가종피에 싸인 종자는 臍(hilum)에 의하여 삭과에 부착되어 있고, 탈리된 삭과의 경우 식물의 서식지 혹은 근접지역의 지표면에서 관찰되었다. 결국 화살나무속의 열매는 협지적인 分布域을 갖는 텃새(예; 울새, 지바퀴 等)가 散布媒介者로 존재하는 鳥類散布症候群(syndrome of bird diaspores)의 대상으로(Ridley, 1930), 열개후 낙하산 형태의 넓은 표면적을 갖는 과피아래에 제에 의해 과피에 연결된 종자가 마치 요령모양으로 흔들리는 기작은 이들 鳥類를 더욱 쉽게 誘引하기 위하여 특수하게 분화된 형태로 생각된다.

화살나무屬은 兩性花로 뚜렷한 花盤構造(floral disk)를 갖고 花瓣은 離生하여 水平으로 퍼지며 對生葉을 갖는 등의 여러가지 특징에 의해 科내의 다른 屬들과 명확한 不連續性을 나타내는 包括的인 하나의 集團으로 類集된다(Loesener, 1942; Ohwi, 1953; Kim, 1993). 따라서, 本屬은 葯室의 형태에 따라서 屬을 여러개로 구분하는 것(Nakai, 1949, '52; Prokhanov, 1949)보다는 단일 屬으로 인정되는 것이 타당하다고 생각되며, 이는 Beck(1892)의 亞屬分類를 인정한 Blakelock(1951)의 分類體系를 지지하고 있다(Table 1). 上記된 생식형질의 고찰 결과, 화살나무屬의 亞屬 또는 節을 뚜렷히 類別(classification)할 수 있는 중요형질은 花序의 종류, 雄蕊의 형태, 蒴果의 형태 등으로 관찰되었고, 花數성과 花瓣, 萼의 형태 및 거치 등은 특정 節 또는 種 및 種以下 分類群을 구별할 수 있는 좋은 識別形質로 나타났다. 또한, 조사된 본 연구결과는 앞으로 여러 형질과 함께 다양하고 폭넓은 比較研究를 통하여 屬의 進化 및 類緣關係를 推定하고 現代的 系統分類體系의 확립에 活用될 것으로 생각된다.

摘 要

調査된 韓國産 화살나무屬 16分類群에 대하여 화서 및 꽃과 삭과의 형태등 生殖器官의 外部形態學的 檢討를 實施하였고, 각 형질의 分化 및 進化傾向性을 고찰하였다. 연구결과, 花序는 단정화서-단기화서형, 복기산화서형 및 복취산화서형의 3유형으로 구분되었다. 꽃은 花數에 따라 5수성과 4수성으로 구분되었고, 花瓣 및 萼의 형태와 거치에 따라 여러 유형으로 구분되었으며, 雄蕊는 화사의 길이와 약실의 형태에 따라 장화사이포약형, 단화사이포약형, 단화사단포약형의 3유형으로 구분되었다. 또한 蒴果는 능각의 발달양상과 전체적인 형태에 따라 분리형, 도심장형, 원추형, 구형 및 익상편구형으로 구분되었다. 화서에 있어서는 기본적으로 기산화서를 이루고, 복기산화서형으로부터 단정화서-단기산화서형 혹은 복취산화서형

으로 진화하였으며, 화서형은 亞屬이나 節을 구분하는 식별형질로 인정된다. 화수는 대부분이 4수성을 보이거나 참회나무節의 회나무와 참회나무에서만 5수성으로 관찰되어, 두 분류군을 구별하는 유용형질로 나타났다. 악의 형태는 참회나무節의 분류군들에서 평두형으로 관찰되는 공통점을 보였으며, 응예는 장화사이포약으로부터 단화사이포약, 단화사단포약으로 진화하였고, 亞屬 및 節 사이에 뚜렷한 불연속성을 나타내는 특징적인 구조로 관찰되었다. 삭과는 매우 다양하고 특징적인 유형을 나타내어 절 또는 특정 종을 구분하는 유용형질로 인정되며, 둥글고 열편이 갈라지지 않고 표면이 평활한 것이 열편이 깊이 갈라진 것보다 원시적이고, 날개를 갖는 것이 날개가 없는 것보다 진화된 것으로 생각된다. 연구결과 생식기관의 외부형태형질중 화서형, 응예 및 삭과 등은 화살나무屬의 아속 또는 절을 유별하는 형질로 관찰되었고, 화수성과 화판 및 악의 형태와 거치 등은 특정 절 또는 분류군을 구별하는 유용형질로 판단되었다.

引用文獻

- 金周煥, 金潤植, 1994. 韓國產 化살나무屬(*Euonymus* L.; Celastraceae)의 營養形質에 의한 分類學的 研究. 植分誌 24(4) : 215-230.
- 朴萬奎, 1949. 우리나라植物名鑑. 文教部.
- 李永魯, 1976. 韓國動植物圖鑑. 第18卷 季節植物. 文教部.
- 李昌福, 1976. 冠岳樹木園研究報告(1). 冠岳樹木園.
- _____. 1979. 大韓植物圖鑑. 鄉文社.
- _____, 金潤植, 金鼎錫, 李偵錫, 1991. 新稿植物分類學. 鄉文社.
- 鄭台鉉, 1943. 朝鮮森林植物圖設.
- _____. 1957. 韓國植物圖鑑. 上卷(木本). 新知社.
- _____, 李德鳳, 李徵載, 1937. 朝鮮植物鄉名集. 朝鮮博物研究會.
- _____, 沈鶴鎮, 1949. 朝鮮植物名集. 朝鮮生物學會.
- Beck, G. 1892. Flora von Nied.- Osterr. 2, abt. 1, 588.
- Blakelock, R.A. 1951. A synopsis of the genus *Euonymus* L. Kew Bull. 1951 : 210-290. f.1-4.
- Blume, K.L. 1825. Bijdragen tot de flora van Nederlandsch Indie 17 : 1146-1148.
- Candolle, A.P. de. 1825. Celastineae. In DC. Prodr. 2 : 2-18.
- Dilcher, D.L. 1974. Approches to the identification of angiosperm leaf remains. Bot. Rev. 40(1) : 1-157.
- Good, R. 1947. The Geography of Flowering Plants. 56, 117. map 48.
- Handel-Mazzette, H. 1933. *E. fortunei* (Turcz.) Handel-Mazzette. Symbolae Sinicae. 7 : 660.
- Hemsley, W.B. 1876. Spindle trees. Garden 9 : 213-215.
- Howe, H.F. 1986. Seed Dispersal by Fruit-eating birds and mammals. in Seed Dispersal, D.R. Murray. 1986. Academic Press.
- Kim, J.H. 1993. A Taxonomic Study of *Euonymus* L. in Korea. Ph.D thesis, Korea University.
- Kitagawa, M. 1939. Lineamenta flora Manschuricae. Intst. Sci. Res. Manchoukuo. 307.

- Koidzumi, T. 1925. Bot. Mag. Tokyo 39 : 11, 22.
_____. 1941. Acta Phyto. Geobot. 10 : 56.
- Komarov, V.L. 1905. Flora Manshuriae. Acta. Hort. Petrop.
- Lawrence, G.H.M. 1951. Taxonomy of Vascular Plants. 576-578. McMillan Co.
- Lawson, M.A. 1875. in Hook. f. Fl. Brit. Ind. 1 : 607-612.
- Linnaeus, C. 1753. Species Plantarum. Tomus I. 197.
_____. 1754. Genera Plantarum. ed. 5. 91.
- Loesener, T. 1902. bersicht ber die bis jetzt bekannten chinesischen Celastraceen. Bot. Jahrb. Engler 30 : 446-474.
_____. 1942. Pflanzenfamilien 20B. 85-107, 115-124.
_____. and Rehder, A. 1913. Celastraceae. *Euonymus* L. In Sarg. Pl. Wils. 1 : 484-497.
- Léveillé. 1914. Rep. Sp. Nov. Fedde. 13 : 260.
- Maximowicz, C.J. 1881. Diagnoses breves plantarum novarum Asiaticarum. Melanges Biologiques 11 : 165-190.
- Melchior, H. 1964. A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien. II. 292-294.
- Mori, T. 1921. An Enumeration of Plants. Hither to known from Korea. Gov. Gen. Chos.
- Nakai, T. 1909. Flora koreana. Jour. Coll. Sci. Imp. Univ., Tokyo.
_____. 1914. Bot. Mag. Tokyo 28 : 307-308.
_____. 1917. Bot. Mag. Tokyo 31 : 29.
_____. 1931. Bot. Mag. Tokyo 45 : 123-125.
_____. 1939. Notulae ad plantas Asiae Orientalis X. Jap. Jour. Bot. 15 : 682.
_____. 1941. Subdivisions of the genus *Euonymus*. Journ. Jap. Bot. 17 : 615-619. 1f.
_____. 1943. Genitia, gn. novum Celastracearum. (Appendix) Systema novum generis *Euonymi* Nippoensis. Act. Phytotax. Geobot. 13 : 20-32. f.1-4.
_____. 1949. Classes, Ordines, Familiae, Subfamiliae, Tribus, Genera nova quae attinent ad plantas Koreanas. Jap. Jour. Bot. 24 : 8-14.
_____. 1952. A synoptical sketch of Korean flora. Bull. Sci. Mus., Tokyo 31 : 73-74.
- Palibin, I.V. 1898. Consp. Fl. Kor. 1 : 53-54.
_____. 1911. Consp. Fl. Kor. 2 : 459.
- Pierre. 1894. Flor. Forrest. Cochinch. IV : 20. t. 309.
- Prokhanov, Ya. I. 1949. Flora USSR. 14 : 548-573, 744.
- Rafinesque. 1836. New Flora of North America 3 : 58-61.
- Rehder, A. 1926. Journ. Arn. Arb. 7 : 200.
_____. 1938. New species, varieties and combinations. Journ. Arn. Arb. 19 : 77-78.
_____. 1949. Bibliography of Cultivated Trees and Shrubs. 405.
- Ridley, H.N. 1930. Dispersal of plants throughout the world. 205, 426, 477-479.
- Rouy and Foucaud. 1897. Fl. de France 4 : 158-159.
- Skovortzow, B.V. 1935. Notes on trees and shrubs of northern Manschuria. (X. *Euonymus*) China Journ. 23 : 176-178. 2 pl.

- Smith, A.C. 1970. The Pacific as a key to flowering plant history. Univ. Hawaii, Harold L. Lyon Arboretum Lecture 1 : 1-26.
- Sprague, T.A. 1908. The prickly-fruited species of *Euonymus*. Kew Bull. Misc. Inf. 1908 : 29-36.
- Stebbins, G.L. 1974. Flowering Plants : Evolution above the Species Level. Harvard Univ. Press.
- Sun, B.Y. 1986. A taxonomic Study of Lauraceae in Korea. Ph.D thesis in Seoul Nat'l University.
- Takhtajan, A. 1991. Evolutionary Trends in Flowering Plants. Columbia Univ. Press. N.Y.
- Troll, W. 1964. Die Infloreszenzen. Bd. 1. Gustav Fisher, Stuttgart.
- Uyeki, H. 1940. Woody Plants and their distributions in Tyosen. 65-67.
- Willis, J.C. 1973. A Dictionary of the Flowering Plants and Ferns.
- Zijlstra, G. 1991. Proposal to conserve the spelling of 4618 *Euonymus* (Celastraceae). Taxon 40 : 137-139.