

「花椒」及び「山椒」の生薬学的研究 (第3報)¹⁾Fagara 亜属に由来する漢薬「花椒」について²⁾伊藤 親^a, 小松 かつ子^a, 劉 玉 萍^b
施 大 文^c, 難 波 恒 雄^{*, a}^a 富山医科薬科大学和漢薬研究所, ^b 中国中医研究院中薬研究所, ^c 上海医科大学薬学院Pharmacognostical Studies on the Sino-Japanese Crude
Drugs "Huajiao" and "Sansho" (Part 3)¹⁾
On the Botanical Origin of Chinese "Huajiao"
Derived from Subgen. Fagara Plants²⁾CHIKASHI ITO,^a KATSUKO KOMATSU,^a YU-PING LIU,^b
DAI-WEN SHI^c and TSUNEO NAMBA^{*, a}^a Research Institute for Wakan-Yaku, Toyama Medical and Pharmaceutical
University, 2630, Sugitani, Toyama 930-01, Japan^b Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Traditional
Chinese Medicine, Beijing 100700, China^c School of Medicine, Shanghai Medical University, Shanghai 200032, China

(Received July 4, 1996)

In the previous paper, nearly a half of commercial "Huajiao (花椒)" samples derived from the subgenus *Zanthoxylum* were determined to be mature pericarps of *Zanthoxylum bungeanum* and the latter half to be immature to slightly immature ones of *Z. armatum* var. *subtrifoliatum*. In this paper, the botanical origin of commercial "Huajiao" samples derived from the subgenus *Fagara* available in the markets in the north of China was examined by comparing the anatomical characteristics of the pericarps with those of 9 species of this subgenus. Among these taxa, differences were found in the circumference length at the mid point of pericarps, outlines of outer epidermis in oil sac area, presence or absence of hesperidin crystals, thickness of outer periclinal wall of outer epidermal cells, presence or absence of hypodermis and sclereids in mesocarp, thickness and number of layers of endocarp, appearance of inner epidermal cells, and the shape of cuticle on the surface of pericarps. According to which, 8 commercial samples were identified as the mature pericarps of *Z. schinifolium* of the subgenus *Fagara*. The characteristics of 9 species of the subgenus *Fagara*, added those of 8 species 3 varieties 1 form of the subgenus *Zanthoxylum*, are summarized in a keytable.

Keywords—Huajiao; *Zanthoxylum schinifolium*; subgenus *Fagara*; pericarp; hesperidin; scanning electron microscopy; botanical origin; pharmacognostical study; plant anatomy; Chinese crude drug

「花椒」は中国で芳香性健胃, 消炎, 利尿, 駆虫薬として消化不良, 胃内停水, 心腹の冷痛, 回虫症などに用いられる漢薬^{3, 4)}であり, また同時に香辛料としても繁用される。中国, 香港での市場調査の結果, 入手品約70点の内大半は *Zanthoxylum* 亜属に由来するものであったが, 中国北部の漢薬市場にはその外形から *Fagara* 亜属であると考えられるものが流通していた。『中華人民共和国薬典』⁵⁾で「花椒」の基源として規定されている2種の内の1種 *Zanthoxylum schinifolium* は *Fagara* 亜属由来であり, 同種の果皮については日本産のもので検討している⁶⁾。しかし, 中国市場品は果皮の半周長, 油室の径, 走査顕微鏡 (SEM) 所見での油室部の外面表皮細胞の数などの点でこのものと一致しなかった。また熊ら⁷⁾の報告からも同定できなかった。 *Fagara* 亜

属に属する種では *Z. avicennae* の果皮が「土花椒」³⁾ (「勅欖」⁸⁾) と称して「花椒」の代用とされる³⁾ことが記されている。また, *Z. ailanthoides* の果実は「食茱萸」の名称で止痛, 殺虫, 止瀉薬として³⁾, *Z. nitidum* の果実は「両面針」の名称で止痛, 消炎薬として⁹⁾, さらに *Z. dissitum* の果実は「大葉花椒」の名称で婦人の月経過多に応用される³⁾。「花椒」市場品としてこれらの果皮の流通, または混入も考えられたことから, 本報では中国産 *Fagara* 亜属 8種の果皮及び花柄を比較組織学的に検討して, 市場品の原植物を明らかにした。これらの種の内5種は熊ら⁷⁾も光学顕微鏡による形態観察を行っているが, 各種で共通して検討している形質は外面表皮細胞の紋理及びヘスペリジンの球晶の有無だけで, 各種の区別点は不明瞭であった。前報¹⁾で述べた

TABLE I. Collection Data of Chinese Crude Drug, "Huajiao" in Chinese Markets, and Their Botanical Origins According to Our Result

Name	Market	Date	TMPW No.*	Origin**	Seed (%)***
Huajiao (花椒)	Dalian drug store (大連医薬商店), Dalian (大連市), Liaoning	Nov. 1991	11760	<i>Z. schinifolium</i> (m)	20
	Anguo crude drug market, Anguo (安国県), Hebei****	Mar. 1993	12869	"	27
	Guangzhou trade exhibition (広州交易会), Guangzhou (広州市), Guangdong	Oct. 1991	12198	"	5
Chuanjiao (川椒)	The second store of Zhungeerqi pharmaceutical Co. (准格尔旗医薬公司), Zhungeerqi (准格尔旗), Inner Mongolia Autonomous Resion	Jul. 1994	15328	"	28
	Mongolia and Chinese Hospital of Baotou (包頭市蒙中医院), Baotou (包頭市), Inner Mongolia Autonomous Resion	Jul. 1994	15330	"	26
	Chinese and Western drug store of Huayuan street (花園路中西薬店), Beijing	Sept. 1991	11765	"	40
	Pingcheng drug store (平城薬店), Datong (大同市), Shanxi	Jul. 1994	15331	"	23
Qingjiao (青椒)	Northeast region of China****	Mar. 1993	12871	"	8

* TMPW No.: the specimen reference numbers of the Museum of Materia Medica, Analytical Research Center for Ethnomedicines, Research Institute for Wakan-Yaku, Toyama Medical and Pharmaceutical University.

** (m): pericarp derived from mature fruit (m).

*** Seed (%): seed contents of each sample are shown as percent (w/w).

**** Samples were obtained from the Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Traditional Chinese Medicine.

ように *Zanthoxylum* 属の果皮は表面の SEM 所見に特徴が見られるので、本報では主として本装置による観察を多用した。ここで明らかにした 8 種の組織学的特徴に、前報までに報告した^{1, 6)} 8 種 3 変種 1 品種の特徴を併せて、「花椒」及び「山椒」市場品を同定するための検索表を作成し、組織形態に基づく分類法を確立した。さらに、前報で漢薬「花椒」の関連生薬として述べたアーユルヴェーダ薬物“Tumburu”のネパール市場品“Timur”の基源に関する検討の補足として、同名で呼ばれる^{10, 11)} *Fagara* 亜属の *Z. oxyphyllum* の果実も同様に検討した。

実験の部

I. 実験材料

すべて富山医科薬科大学和漢薬研究所附属薬効解析センター民族薬物資料館 (TMPW) に保管される。比較植物の同定は中国科学院華南植物研究所の黄成就教授及び陳海山氏による。

1. 比較植物

i) *Zanthoxylum schinifolium* SIEB. et ZUCC.: 中国遼寧省丹東, Q. B. Xiong 871025 (Oct. 25, 1987).

ii) *Z. ailanthoides* SIEB. et ZUCC.: 中国浙江省杭州, Q. B. Xiong 891109 (Nov. 11, 1989).

iii) *Z. molle* REHD.: 中国浙江省天目山, Q. B. Xiong 881119 (Nov. 19, 1988).

iv) *Z. avicennae* (LAM) DC.: 中国広西壮族自治区南寧, Q. B. Xiong 881026 (Oct. 26, 1988).

v) *Z. oxyphyllum* EDGEW.: ネパール, Dharapani ~ Chame, T. Namba *et al.* 897 (Aug. 13, 1983).

vi) *Z. esquirolii* LÉVL.: 中国四川省芦山県, G. C. Zhou *et al.* 78-0589 (Sept. 19, 1978); 同, 都江堰市青城山, G. C. Zhou *et al.* 365 (Sept. 14, 1992).

vii) *Z. stenophyllum* HEMSL.: 中国四川省石棉県, G. C. Zhou *et al.* 78-1324 (Sept. 15, 1978); 同, 巴中, G. Y. Zhong 609 (Aug. 20, 1978).

viii) *Z. nitidum* (ROXB.) DC.: 中国広西壮族自治区南寧市, Q. B. Xiong 891105 (Nov. 5, 1989).

ix) *Z. dissitum* HEMSL.: 中国四川省灌縣青城山, s. leg. (Jul. 3, 1962); 広西壮族自治区南丹, Q. B. Xiong 8808015 (Nov. 2, 1988).

2. 生薬材料 (TABLE I) 「花椒」: 遼寧, 河北, 広東省市場品 (各 1 点); 「川椒」: 内蒙古自治区 (2 点), 北京市 (1 点), 山西省 (1 点) 市場品; 「青椒」: 中国東北地方市場品 (1 点).

II. 実験方法

前報¹⁾に準ずる。なお、光学顕微鏡による観察結果を OI, 走査顕微鏡による観察結果を SEI と略す。

III. *Fagara* 亜属の果皮及び小花柄の一般的形態

1. 外部形態 (乾燥時) (Fig. 1-A₀) 果皮の外表面は淡黄褐色, 淡褐色, 褐色~暗褐色で, 多数の小凹入部があるかまたは平坦。 *Z. oxyphyllum* と *Z. dissitum* は果実が大型で, この 2 種と *Z. esquirolii* 及び *Z. stenophyllum* では果皮の頂部に認められる花柱が長い。各種の特徴を TABLE II に示す。

2. 内部形態 各種に表れる明瞭な特徴ある形質及び新見について記載する。

i) 果皮: 横切面 [OI] (Fig. 1): 果皮の外表面は, 油室の

TABLE II. External Morphologies of the Mature Fruits and Pedicels of Subgen. *Fagara* sp. of Genus *Zanthoxylum* from China and Nepal

Elements		<i>Z. schinifolium</i>		<i>Z. ailanthoides</i>		<i>Z. molle</i>		<i>Z. avicennae</i>		<i>Z. oxyphyllum</i>	
Fruit	Number of mature mericarp/fruit	2-4		1-3		2-3		1-2		2-4	
Mericarp	Shape	somewhat ellipsoidal		somewhat ellipsoidal		ellipsoidal		ellipsoidal		somewhat ellipsoidal	
	Axial length (mm)	3.3-4.9		3.3-4.0		4.3-5.1		4.0-4.6		5.9-7.9	
	Length of style (μm) [remained one]	150-300		100-170		100-200		[60-150]		750-880	
	Surface [Position of spot Color]	trough grayish brown		trough grayish brown		trough brown- grayish brown		crest grayish brown		plane light brown	
Pedicel	Length (mm) Color	2.3-5.1 brown-light brown		2.2-4.0 grayish brown- dark grayish brown		3.0-4.8 brown- light brown		3.3-5.0 grayish brown- light brown		5.4-8.1 light brown	

Elements		<i>Z. esquivolii</i>		<i>Z. stenophyllum</i>		<i>Z. nitidum</i>		<i>Z. dissitum</i>	
Fruit	Number of mature mericarp/fruit	1-3		2-3		2-4		3-4	
Mericarp	Shape	globose		somewhat ellipsoidal		globose- somewhat ellipsoidal		somewhat ellipsoidal	
	Axial length (mm)	4.2-4.8		5.0-6.6		4.2-5.8		8.3-10.9	
	Length of style (μm) [remained one]	[500-750]		870-1,570		50-75		1,380-2,380	
	Surface [Position of spot Color]	nearly plane brown- dark brown		plane brown-dark brown		plane brown-light brown		plane brown- yellowish brown	
Pedicel	Length (mm) Color	13.7-20.9 dark brown		14.4-21.8 dark brown		6.0-9.3 dark brown		3.4-6.7 brown-light brown	

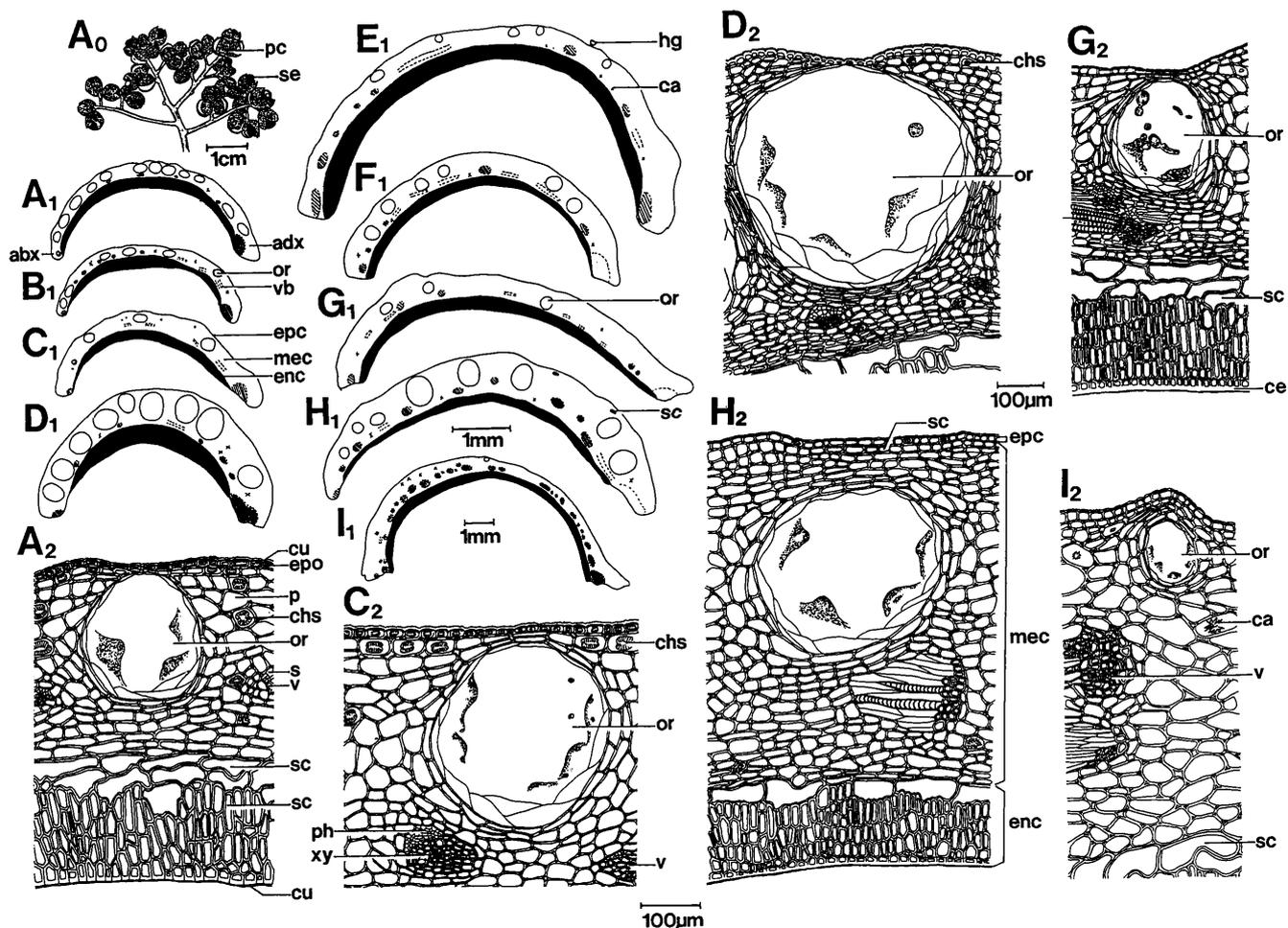


Fig. 1. Transections of Pericarps of Subgen. *Fagara* Plants of Genus *Zanthoxylum*

A, *Zanthoxylum schinifolium*; B, *Z. ailanthoides*; C, *Z. molle*; D, *Z. avicennae*; E, *Z. oxyphyllum*; F, *Z. esquirolii*; G, *Z. stenophyllum*; H, *Z. nitidum*; I, *Z. dissitum* (0, infructescence; 1, diagram of half of pericarp; 2, detailed drawing of the center of lateral side).

存在する位置で凹入するかまたは平坦。多くの種で外面表皮細胞の外側の接線壁が厚い。種により外面表皮と中果皮中に黄褐色の球状結晶^{7, 12)}が認められる。この結晶は2, 6-ジプロムキノクロイミドで青紫色に染色され、また TLC により Rf 値 0.4 付近に青色のスポットが確認されたことからヘスペリジンであると同定した¹³⁾。中果皮の最外の一層が明らかに大型の細胞からなる下皮である種があり、また *Z. nitidum* (H₂) では厚壁細胞が存在する。油室は小型の種が多い (油室の径は個々の油室が最大になる切片で内部の分泌細胞を含めて測定する。接線方向径×放射方向径で示す)。シュウ酸カルシウムの集晶及び単晶の量が種により異なる。内果皮は *Zanthoxylum* 亜属の種より厚い種が多い (側面中央部の測定値を示す)。内面表皮細胞は *Z. esquirolii* 及び *Z. nitidum* 以外では不明瞭で、通常種子側の接線壁のみが認められる。

表面 [SEI] (Fig. 2) : *Z. schinifolium*, *Z. ailanthoides*, *Z. molle* (A₁, B₁, C₁) では果皮の凹入部の下に油室が存在する (油室部と称す) (A₀)。油室部では外面表皮細胞の輪郭

が明瞭、その数に種間差がある。通常、油室部以外のクチクラ面には線状の隆起部が全体としてひだを形成し、その形状と粗密の程度に種間差がある。ただし *Z. schinifolium* (A₁) と *Z. avicennae* (D₁) では中央部にもひだが認められる。*Z. oxyphyllum* (E₃) では腺毛が存在する。

ii) 小花柄 [OI] (Fig. 3) : *Zanthoxylum* 亜属と同様に横切面の形状、クチクラの厚さ、1~5細胞性の毛及び腺毛の有無、皮層中のコルク細胞、油室の有無、師部の外側の繊維群の存在様式に種間差がある。さらに果皮にヘスペリジンの球晶が認められた種では、表皮細胞と皮層中に同様の球晶が存在する。また *Z. nitidum* (H₂) では繊維に混って石細胞が存在する。髓の柔細胞は厚壁化するが、*Z. molle* のみ木化はしない。

IV. 比較植物の内部形態

各種ではそれぞれの植物材料に共通する形態を記載する。

1. *Z. schinifolium* 果皮 [OI] (Fig. 1-A_{1,2}) : 果皮は油室の位置で凹入する。果皮の半周の長さ (半周長と略す) は 5.3~7.0 mm, 厚さは 400~630 µm, 果皮中にヘスペリジ

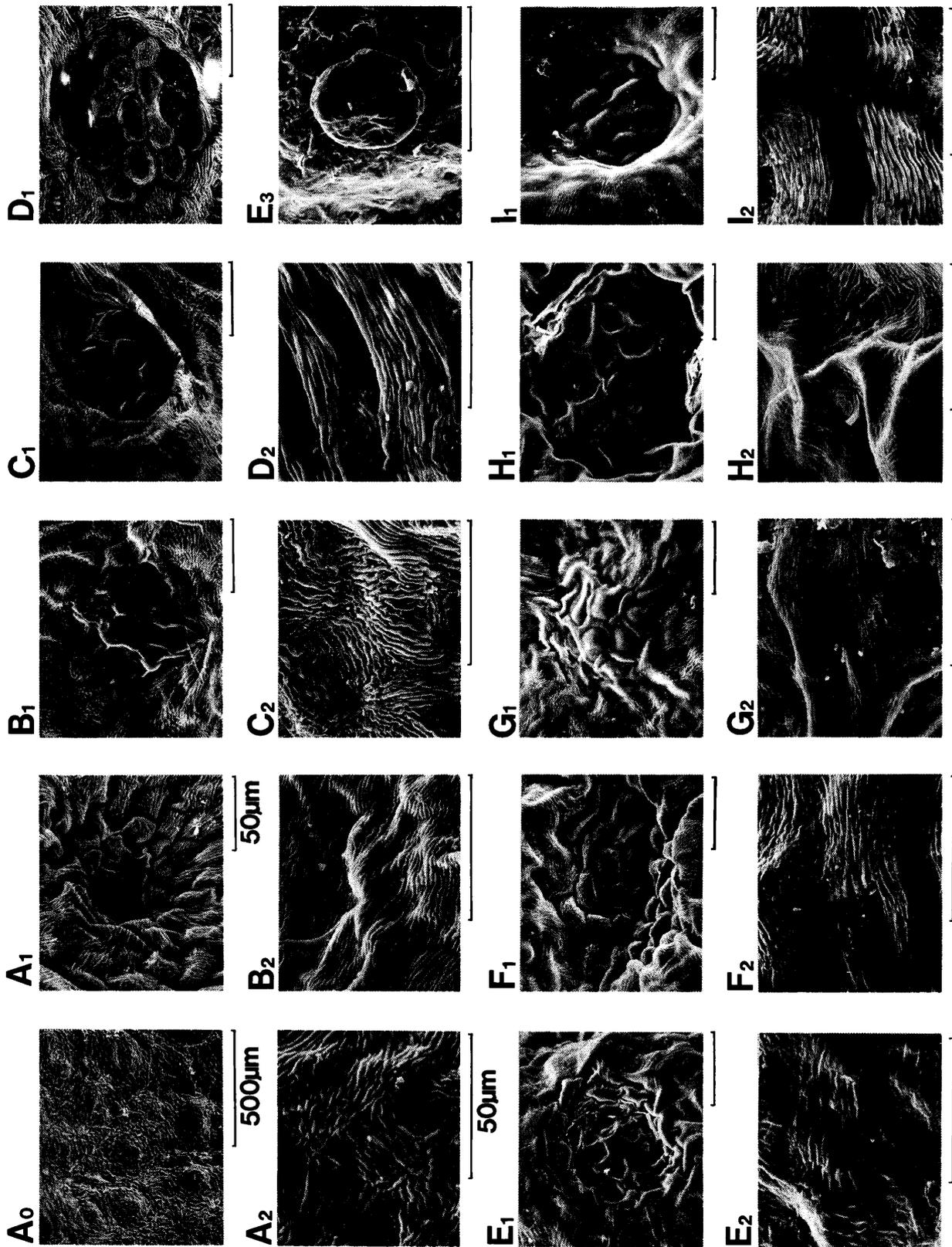


Fig. 2. Secondary Electron Images on Surface of Pericarp
 A, *Z. schiniifolium*; B, *Z. ailanthoides*; C, *Z. molle*; D, *Z. avicennae*; E, *Z. oxphyllum*; F, *Z. esquirolii*; G, *Z. stenophyllum*; H, *Z. nitidum*; I, *Z. dis-*
situm (0, surface view with low magnification; 1, oil sac area; 2, figure of cuticle; 3, glandular hair). Lines are 50 µm except in A₀.

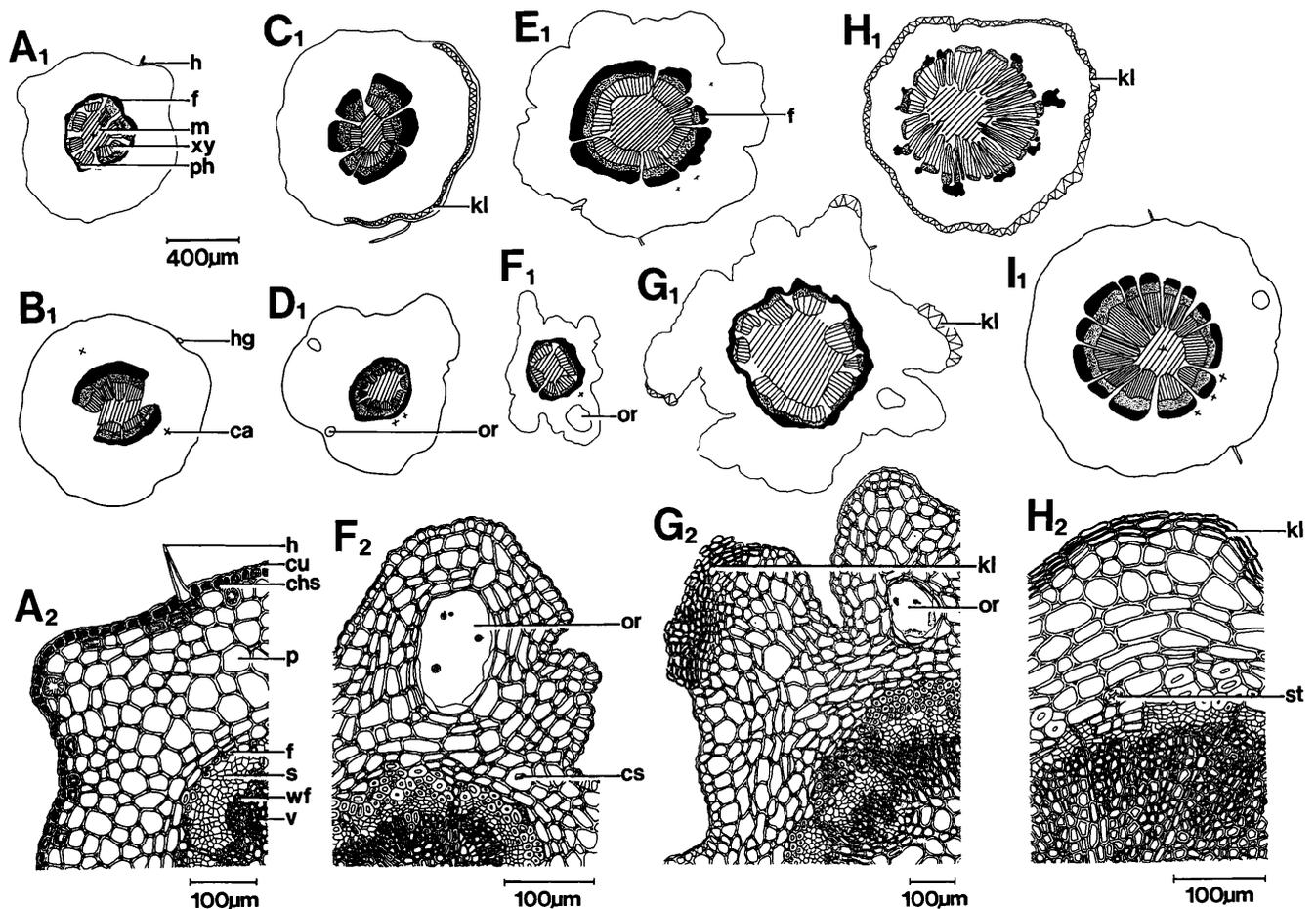


Fig. 3. Transsections of Pedicels of Subgen. *Fagara* Plants of Genus *Zanthoxylum*
 A, *Z. schinifolium*; B, *Z. ailanthoides*; C, *Z. molle*; D, *Z. avicennae*; E, *Z. oxyphyllum*; F, *Z. esquirolii*; G, *Z. stenophyllum*; H, *Z. nitidum*; I, *Z. dissitum* (1, diagram; 2, detailed drawing of a part of epidermis, cortex and vascular bundle).

ンの球晶が存在する。クチクラは日本産の同種⁹⁾より厚く $2.5\sim 5.0\ \mu\text{m}$, 外面表皮細胞の外側の接線壁も厚く $5.0\sim 10.0\ \mu\text{m}$. 油室は果皮の半周当り 3~13個あり, 径 $150\sim 350\times 150\sim 270\ \mu\text{m}$. 日本産の同種では中果皮の小維管束の周囲に維管束鞘が認められたが中国産では不明瞭。内面表皮細胞は種子側の接線壁をも含め不明瞭。表面視〔SEI〕(Fig. 2): 油室部の外面表皮細胞は日本産より多く, 8~24個(A₂)。クチクラが形成する線状の隆起部は高く日本産より密で, ひだはやや滑らかである。油室中央部にもひだがある。

小花柄〔OI〕(Fig. 3): 横切面は2か所でやや突出し, 表皮及び皮層中にヘスペリジンの球晶が存在する。日本産に比し毛が少ない。

2. *Z. ailanthoides* 果皮 (Fig. 1-B): *Z. schinifolium* に類似するが, 外面表皮細胞は外側の接線壁が薄く $3.0\sim 5.0\ \mu\text{m}$, 内面表皮細胞は種子側の接線壁だけが明瞭に観察でき, 厚さは $3.8\sim 7.5\ \mu\text{m}$ である。下皮が明瞭で細胞は接線方向径 $20\sim 53\ \mu\text{m}$. 表面視〔SEI〕(2-B₁) では, ひだは歯状, 油室中央部には認められない。

小花柄(3-B): 毛及び腺毛が認められる。油室は認められない。

3. *Z. molle* 果皮 (Fig. 1-C_{1,2}): 果皮は油室の位置で凹入し, 外面表皮及び中果皮中にヘスペリジンの球晶が存在する。外面表皮細胞の外側接線壁が薄く $1.3\sim 1.9\ \mu\text{m}$, また下皮の細胞の接線方向径は $20\sim 70\ \mu\text{m}$ であり, *Z. ailanthoides* と区別できる。表面視〔SEI〕(2-C_{1,2}) による形態は *Z. ailanthoides* とほぼ同様。

小花柄(2-C): 毛が多く, 皮層中に1~5細胞層のコルク細胞が認められる。

4. *Z. avicennae* 果皮 (Fig. 1-D_{1,2}): 果皮は油室の位置でも平坦, ヘスペリジンの球晶が認められる。果皮の厚さは $650\sim 1,050\ \mu\text{m}$, 外面表皮細胞の外側接線壁の厚さは $6.3\sim 10.0\ \mu\text{m}$ で共に厚い。油室が大きく, 径は $350\sim 670\times 300\sim 630\ \mu\text{m}$. 表面視〔SEI〕(2-D_{1,2}) では油室部の表皮細胞数が多く $12\sim 35$ 個, 線状の隆起部が束状をなす。

小花柄(3-D): 横切面は1か所で突出する。

5. *Z. oxyphyllum* 果皮 (Fig. 1-E): 大型の果実で

果皮の半周長は10.1~12.7 mm, 表面はほぼ平坦. *Z. avicennae*と同様にヘスペリジンの球晶が存在するが, 外面表皮細胞の外側接線壁は薄く, 厚さは2.5~5.0 μm . 油室も小型で径170~280 \times 150~330 μm . 表面視 (SEI) (2-E_{1,2,3})では線状の隆起部が低く, ひだは粗くなめらかに連続しない. 腺毛が観察される.

小花柄(3-E): 横切面は径930~1,530 μm . クチクラが厚く, 毛が多い.

6. *Z. esquirolii* 果皮 (Fig. 1-F): 果皮の表面は平坦で, 半周長は5.7~7.3 mm, 厚さは370~580 μm . ヘスペリジンの球晶は認められない. 内面表皮細胞が認められ, 種子側の接線壁は厚さ3.8~10.0 μm . シュウ酸カルシウムの結晶が多い. 表面視 (SEI) (2-F_{1,2})では線状の隆起部がやや低く, ひだはやや粗いが連続する.

小花柄 (3-F_{1,2}): 横切面は4か所が突出し, 径760~1,130 μm . 無毛.

7. *Z. stenophyllum* 果皮 (Fig. 1-G_{1,2}): *Z. esquirolii*に似るが, 果皮の厚さは420~800 μm , 内面表皮細胞の種子側の接線壁は6.3~18.8 μm で共に厚い. 表面視 (SEI) (2-G_{1,2})では油室部の外面表皮細胞数は6~15個. 線状の隆起部は低く, 疎で連続しない.

小花柄(3-G_{1,2}): 横切面は径930~1,830 μm , 毛が存在する.

8. *Z. nitidum* 果皮 (Fig. 1-H_{1,2}): 果皮は表面がほぼ平坦で, ヘスペリジンの球晶がある. 外面表皮細胞の外側接線壁が薄く1.3 μm 以下, 中果皮の最外層に厚壁細胞が点在することが本種の特徴である. 油室も大きく径200~600 \times 240~630 μm . 表面視 (SEI) (2-H_{1,2}): クチクラの形状は *Z. stenophyllum*に似るが油室部の外面表皮細胞が多く17~39個.

小花柄 (3-H_{1,2}): 最外層は2~4細胞層の Cork 層で, 表皮が部分的に残存する. 師部の外側に繊維のほか石細胞が存在する.

9. *Z. dissitum* 果皮 (Fig. 1-I_{1,2}): 大型の果実で果皮の半周長は10.6~14.7 mm, 厚さは750~1,150 μm , ヘスペリジンの球晶はない. 油室は小型で少なく, 径90~250 \times 100~200 μm , 果皮の半周当り1~4個認められる. 表面視 (SEI) (2-I_{1,2})では線状の隆起部は束状でなめらか.

小花柄(3-I): 横切面の径は1,350~3,000 μm .

V. 市場品の形状と原植物

「花椒」(3点), 「川椒」(4点)及び「青椒」(1点)の各市場品は裂開した果皮からなり, 種子が混入する. 小花柄は付いていないものが多い. 果皮はやや軸方向に長く, 長さ3.4~4.8 mm, 表面は淡緑褐色~灰褐色, 暗褐色で多数の凹入する小点がある. 内部形態的には, 果皮中にヘスペリジンの球晶が存在し, 外面表皮細胞の外側の接線壁は厚さ5.0~10.0 μm , 内面表皮細胞は種子側の接線壁をも含め

て不明瞭であった. 以上の外部及び内部形態的特徴から, 市場品はすべて *Z. schinifolium* の果実であることが判明した. 成熟果実に由来し, 種子の混入率は5~40% (平均22.1%)であった.

結論及び考察

1. 今回検討した中国産 *Fagara* 亜属植物9種の果皮は, 横切面 (OI) における果皮の半周長, ヘスペリジンの球晶の有無, クチクラの厚さ, 外面表皮細胞の外側接線壁の厚さ, 中果皮中の下皮と厚壁細胞の有無, 内果皮の厚さと層数, 内面表皮細胞の出現の有無及び種子側接線壁の厚さ, 表面視 (SEI) における油室部の外面表皮細胞の数, クチクラの形状, 及び小花柄におけるヘスペリジンの球晶と皮層中の Cork 細胞の有無などにより区別可能であった (TABLE III). これまでに報告した^{1,6)} *Zanthoxylum* 亜属8種3変種1品種と併せ, 計17種3変種1品種の *Zanthoxylum* 属植物の, 主として果皮の組織形態による検索表 (Key 1) を作成し, 漢薬「花椒」及び同類生薬の同定法を確立した.

2. *Fagara* 亜属に由来する市場品8点はすべて *Z. schinifolium* の成熟果皮であった. これらは広州市場品を除けばすべて中国東北地区~華北に流通していたものである. 同種は『中華人民共和国薬典』⁵⁾に花椒の原植物として規定されているが, 中国全体からみると流通量は少なく, これまでに著者らが入手した市場品中では15%にも満たなかった.

3. 熊ら⁷⁾は *Z. schinifolium*, *Z. ailanthoides*, *Z. molle*, *Z. avicennae*及び *Z. nitidum* の組織形態を報告し, ヘスペリジンの球晶の有無, 小花柄における毛の有無, 師部の外側の繊維の配列などにより各種を区別している. 今回, これらの比較要素に果皮の半周長, 外面表皮細胞の外壁の厚さ, 下皮の有無と細胞の接線方向径, 内面表皮細胞の出現の有無と種子側接線壁の厚さを加えて検討し, さらに外面表皮 (クチクラ) の紋理の形態を SEM で観察することにより, 5種の区別を容易にした.

4. 前報でアーユルヴェーダ薬物 “Tumburu” のネパール市場品 “Timur” の基源として報告した *Z. armatum* 及び *Z. armatum* var. *subtrifoliatum* (xanthoxylin を含むタイプ) と, 今回検討した *Z. oxyphyllum* とは, 果皮の油室部における突出の有無, ヘスペリジンの球晶の有無などにより明確に区別できた. なお, 文献¹⁰⁾によれば *Z. oxyphyllum* に由来する “Timur” または “Sil timur” は駆虫, 腫瘍に使用され, 一方, *Z. armatum* に由来する “Timur” は健胃, 歯痛に用いられ, 用法が若干異なっていた.

5. これまでの「花椒」類の生薬学的研究により, 中国に流通していた68市場品の基源を明らかにした. すなわち, 市場品の約35%が *Z. bungeanum* の主として成熟果皮であり, 約37%が *Z. armatum* var. *subtrifoliatum* の未熟~や

TABLE III-1. Anatomical Characteristics of the Pericarps and Pedicels of Subgen. *Fagara* spp. of Genus *Zanthoxylum* from China and Nepal (1)

Elements	Species						
	<i>Z. schinifolium</i>	<i>Z. ailanthoides</i>	<i>Z. molle</i>	<i>Z. avicennae</i>	<i>Z. oxyphyllum</i>		
Pericarp (OI)	Pericarp	Half length (mm) Thickness in lateral center (μm) Outline in oil sac area Crystal of hesperidin	5.3-7.0 400-630 concave present	4.3-5.8 400-550 concave present	5.8-6.2 560-700 concave present	5.7-7.1 650-1,050 flat present	10.1-12.7 500-840 nearly flat present
	Epicarp	Thickness of cuticle (μm) Thickness of outer periclinal walls (μm)	2.5-5.0 5.0-10.0	2.5-3.8 3.0-5.0	2.5-5.0 1.3-1.9	1.3-2.5 6.3-10.0	2.5-3.8 2.5-5.0
Mesocarp	Presence of hypodermis	Outermost layer of cells Presence of sclereids	- 18-57	+ 20-53	- 20-70	- 13-50	- 19-50
	Diameter of oil sac (μm)	Tangential Radial	150-350 150-270	200-330 110-240	180-400 150-280	350-670 300-630	170-280 150-330
Endocarp	Number of oil sac per section of semicircle	Frequency of crystals Solitary crystals	3-13 \pm \pm	5-8 + +	4-9 + +	5-10 ++ +	4-10 \pm +
	Thickness in center (μm)	Number of cell layers in center Outer layer (sclereids elongated tangentially) Inner layer (sclereids elongated vertically) Appearance of inner epidermal cells Thickness of outer periclinal wall of inner epidermal cells (μm)	140-280 1-2 2-5 - (obscure)	180-220 1-2 2-3 - 3.8-7.5	180-230 1-2 2-4 - 3.8-8.8	160-380 1-3 2-3 - 5.0-7.5	270-350 1-3 2-6 - 3.8-6.3
Pericarp (SEI) *	Oil sac area	Number of epidermal cells Figure of cuticle (circumference)	8-24 lamellar (lamellar)	13-19 smooth (lamellar)	11-18 smooth (smooth-lamellar)	12-35 lamellar (lamellar)	12-29 smooth (smooth)
	The other area	Figure of cuticle Lamellar Appearance Shape Existence of glandular hair	lamellar dense nearly smooth - orbicular with two projection 880-1,130 present	lamellar dense notched - nearly orbicular 910-1,100 present	lamellar dense notched - nearly orbicular 1,000-1,220 present	smooth-lamellar dense in bundle smooth - orbicular with one projection 850-1,080 present	smooth-lamellar sparse coarse + nearly orbicular 930-1,530 present
Pedicel (OI)	Pedicel	Shape Diameter (μm) Crystal of hesperidin	orbicular with two projection 880-1,130 present	nearly orbicular 910-1,100 present	nearly orbicular 1,000-1,220 present	orbicular with one projection 850-1,080 present	nearly orbicular 930-1,530 present
	Epidermis	Thickness of cuticle (μm) Existence of hairs* Existence of glandular hairs*	2.5-3.8 \pm -	2.5-3.8 + +	1.9-3.8 ++ -	2.5-3.8 - -	2.5-6.3 ++ -
Cortex	Presence of cork layer Presence of oil sac Presence of stone cell	Presence of fibers over phloem	\pm - -	\pm - -	+ \pm -	- \pm -	\pm \pm -
	Phloem	Existing manner of fibers over phloem	discontinuous-continuous ring	discontinuous ring	discontinuous ring	discontinuous-continuous ring	discontinuous ring

All elements without mark * are measured at the transections, and those with mark * on surface views.

OI: optical image, SEI: secondary electron image.

TABLE III-2. Anatomical Characteristics of the Pericarps and Pedicels of Subgen. *Fagara* spp. of Genus *Zanthoxylum* from China and Nepal (2)

Elements		Species				
		<i>Z. esquirolii</i>	<i>Z. stenophyllum</i>	<i>Z. nitidum</i>	<i>Z. dissitum</i>	
Pericarp (OI)	Pericarp	Half length (mm) Thickness in lateral center (μm) Outline in oil sac area Crystal of hesperidin	5.7-7.3 370-580 flat absent	5.8-7.9 420-800 nearly flat absent	7.2-8.7 770-1,070 nearly flat present	10.6-14.7 750-1,150 flat absent
	Epicarp	Thickness of cuticle (μm) Thickness of outer periclinal walls (μm)	1.3-2.5 1.3-1.9	1.3-3.8 1.3-3.8	1.3-2.5 below 1.3	3.8-6.3 1.3-1.9
Mesocarp	Presence of hypodermis	Outermost layer of cells Presence of sclereids	12-53 —	15-50 —	12-50 +	— 12-57
	Diameter of oil sac (μm)	Tangential Radial	150-350 120-380	170-360 110-330	200-600 240-630	90-250 100-200
	Number of oil sac per section of semicircle		3-8	(1)4-11	5-10	1-4
	Frequency of crystals	Druses Solitary crystals	++ ++	\pm +	\pm ++	\pm +
Endocarp	Thickness in center (μm)		140-300	130-300	150-350	240-400
	Number of cell layers in center	Outer layer (sclereids elongated tangentially) Inner layer (sclereids elongated vertically)	1-3 2-6	1-4 2-6	1-5 2-4	(0)1-3 2-6
Pericarp (SEI) * Oil sac area	Appearance of inner epidermal cells	Thickness of outer periclinal wall of inner epidermal cells (μm)	+	\pm	+	\pm
	Number of epidermal cells		3.8-10.0	6.3-18.8	3.0-12.5	5.0-7.5
The other area	Figure of cuticle (circumference)		8-16 smooth (lamellar)	6-15 smooth (lamellar)	17-39 smooth (smooth)	8-20 smooth (smooth)
	Figure of cuticle Lamellar Shape Existence of glandular hair		smooth-lamellar dense slightly coarse —	smooth-lamellar sparse coarse —	smooth-lamellar sparse coarse —	smooth-lamellar dense in bundle smooth —
Pedicel (OI)	Shape		orbicular with four projection 760-1,130 absent	grooved orbicular 930-1,830 absent	nearly orbicular 1,150-1,350 present	nearly orbicular 1,350-3,000 absent
	Diameter (μm) Crystal of hesperidin		—	—	—	—
Epidermis	Thickness of cuticle (μm)		1.9-2.5	1.9-5.0	cork layers	2.5-3.8
	Existence of hairs* Existence of glandular hairs*		— —	+ —	+ —	+ —
Cortex	Presence of cork layer		\pm	\pm	+	\pm
	Presence of oil sac Presence of stone cell		\pm —	\pm —	— +	\pm —
Phloem	Existing manner of fibers over phloem		continuous ring	discontinuous-continuous ring	scattered	discontinuous ring

All elements without mark * are measured at the transections, and those with mark * on surface views.

OI : optical image, SEI: secondary electron image.

Key 1. Key for the Identification of Chinese and Japanese *Zanthoxylum* Species Based on Their Anatomical Characteristics of Fruits*

-
1. Pericarp is convex outside of the oil sacs.
 2. Surface view of other parts beside oil sac (SEI)**: The cuticle forms linear ridges, which look like lamellar, and they are present with dense. Pedicel: Oil sac is often present.
 3. Endocarp is above 170 μm in thickness *Z. bungeanum*
 3. Endocarp is 100–170 μm in thickness.
 4. Surface view of pericarp (SEI): 2 to 4 wrinkled rings on circumference of oil sac are observed and the lamella is also present on the epidermal cells of oil sac area *Z. simulans*
 4. Surface view of pericarp (SEI): Wrinkled rings on circumference of oil sac and the lamella on the central part of oil sac area are absent *Z. podocarpum*
 2. Surface view of other parts beside oil sac (SEI): Lamella of cuticle are comparatively sparse or the surface of cuticle is smooth. Pedicel: Oil sac is absent.
 5. Sclereids in mesocarp and hairs on pericarp are present *Z. acanthopodium* var. *timbor*
 5. Sclereids in mesocarp and hairs on pericarp are absent.
 6. Pericarp: The thickness of cuticle is 2.5–3.8 μm . Pedicel: Cork cells in cortex and fibers outside phloem are absent *Z. piasezkii*
 6. Pericarp: The thickness of cuticle is less than 2.0 μm . Pedicel: Cork cells are partially present in cortex and fiber bundles are observed outside phloem.
 7. Endocarp is above 190 μm in thickness. The tangential diameter of oil sac is above 470 μm . Whole surface on pericarp (SEI) is smooth *Z. armatum****
 7. Endocarp is 110–260 μm in thickness. The tangential diameter of oil sac is 320–750 μm . Other surface beside oil sac area has both sparse lamellar and smooth parts.
 8. Component of pericarp: Xanthoxylin is detected. External feature of pericarp: Tip margin in dehiscence face is straight. Surface view of pericarp (SEI): Lamellar formed by cuticle is disconnected *Z. armatum* var. *subtrifoliatum* (A type)
 8. Component of pericarp: Xanthoxylin is not detected. External feature of pericarp: Tip margin in dehiscence face is slightly recurved. Surface view of pericarp (SEI): Lamellar formed by cuticle is smoothly connected *Z. armatum* var. *subtrifoliatum* (B type)
 1. Pericarp is flat or concave on the position of oil sacs.
 9. Pericarp is flat.
 10. Number of oil sacs is more than 8 in half of pericarp and the thickness of outer periclinal wall of inner epidermal cells is 2.5–5.0 μm .
 11. Hairs are present in pericarp and the thickness of endocarp is above 210 μm *Z. dimorphophyllum*
 11. Hairs are absent in pericarp and the thickness of endocarp is 120–230 μm *Z. dimorphophyllum* var. *spinifolium*
 10. Number of oil sacs is less than 11 in half of pericarp and the thickness of outer periclinal wall of inner epidermal cells is 3.0–20.0 μm .
 12. Hesperidin crystals are present in pericarp.
 13. Sclereids are present in mesocarp *Z. nitidum*
 13. Sclereids are absent in mesocarp.
 14. The thickness of outer periclinal wall of outer epidermal cells is 6.3–10.0 μm and the tangential diameter of oil sac is 350–670 μm *Z. avicennae*
 14. The thickness of outer periclinal wall of outer epidermal cells is 2.5–5.0 μm and the tangential diameter of oil sac is 170–280 μm *Z. oxyphyllum****
 12. Hesperidin crystals are absent in pericarp.
 15. Half of the length of pericarp is above 10.0 μm *Z. dissitum*
 15. Half of the length of pericarp is below 8.0 μm .
 16. Surface view of pericarp (SEI): Lamella formed by cuticle is dense and connected *Z. esquirolii*
 16. Surface view of pericarp (SEI): Lamella formed by cuticle is sparse and disconnected *Z. stenophyllum*
 9. Pericarp is concave on the position of oil sacs.
 17. Hesperidin crystals are present in pericarp.
 18. The thickness of outer periclinal wall of outer epidermal cells is 5.0–10.0 μm and inner epidermis is obscure *Z. schinifolium*
 18. The thickness of outer periclinal wall of outer epidermal cells is below 5.0 μm and only inner periclinal wall is observed in inner epidermis.
 19. The thickness of outer periclinal wall of outer epidermal cells is 3.0–5.0 μm and the tangential diameter of outermost cells (Hypodermis) in mesocarp is 20–53 μm *Z. ailanthoides*
 19. The thickness of outer periclinal wall of outer epidermal cells is 1.3–1.9 μm and the tangential diameter of outermost cells (Hypodermis) in mesocarp is 20–70 μm *Z. molle*

17. Hesperidin crystals are absent in pericarp.
 20. Surface view of pericarp (SEI) : Number of epidermal cells in oil sac area is 30-35.
 21. Endocarp is below 300 μm in thickness and composed of 1-5 cell layers *Z. piperitum*
 21. Endocarp is above 350 μm in thickness and composed of 2-10 cell layers *Z. piperitum* f. *inermis*
 "Budo-zansho"
 20. Surface view of pericarp (SEI) : Number of epidermal cells in oil sac area is less
 than 20 *Z. piperitum* f. *inermis*
 "Asakura-zansho"

*Pericarp: the transection of central part and surface view of pericarp in mature fruits were observed by optical and scanning electron microscopes, respectively. Pedicel: the transection was observed in the part of 2 mm below the fruits. The characteristics of the pericarp are described, unless otherwise specified.

**SEI: secondary electron image on pericarp.

*** Plants collected in Nepal, which are added for reference.

や未熟な果皮 (xanthoxylin を含むもの約70%と含まないもの約30%), 約17%が両者の混合品 (*Z. armatum* var. *subtrifoliatum* は xanthoxylin を含む), 約11%が *Z. schneifolium* の成熟果皮であった。これらの結果より, 「花椒」類市場品を使用するに当っては, 原植物の同定が重要であると考えられる。

謝 辞: 本研究を行うにあたり, 比較植物を同定していただいた中国科学院華南植物研究所の黄 成就教授及び陳 海山氏, 材料蒐集にご協力下された中国薬科大学の諸先生方に深謝する。また, 本研究の一部は文部省科学研究費補助金国際学術調査 No. 05045046により行われたもので, ここに記して感謝の意を表する。

List of abbreviations: **abx**: abaxial, **adx**: adaxial, **ca**: druse, **ce**: cellulose, **chs**: crystal of hesperidin, **cs**: solitary crystal, **cu**: cuticle, **enc**: endocarp, **epc**: epicarp, **epi**: inner epidermis, **epo**: outer epidermis, **f**: fiber, **h**: hair, **hg**: glandular hair, **kl**: cork layer, **m**: pith, **mec**: mesocarp, **or**: oil sac, **p**: parenchyma cell, **pc**: pericarp, **ped**: pedicel, **ph**: phloem, **s**: sieve tube, **sc**: sclerenchyma cell, **se**: seed, **st**: stone cell, **v**: vessel, **vb**: vascular bundle, **wf**: wood fiber, **xy**: xylem.

引用文献及び注

- 1) 第2報: 伊藤 親, 小松かつ子, 劉 玉萍, 施 大文, 難波恒雄, *Nat. Med.*, **50**, 328 (1996).
- 2) 日本生薬学会第41回年会 (札幌, 1994年9月) で発表。
- 3) 江蘇新医学院編, 「中薬大辞典」, 上冊, 上海人民出版社, 上海, 1977, p. 1057; b) 同書, 小学館編, 第1巻, 小学館, 東京, 1985, p. 279.
- 4) a) 中国医学科学院薬物研究所等編, 「中薬志」, 第3冊, 人民衛生出版社, 北京, 1984, p. 365; b) 同書旧版, 第2冊, 1961, p. 195.
- 5) 中華人民共和国衛生部薬典委員会編, 「中華人民共和国薬典」, 1部, 広東科技出版社, 化学工業出版社, 北京, 1995, p. 135.
- 6) 第1報: 小松かつ子, 伊藤 親, 劉 玉萍, 難波恒雄, *Nat. Med.*, **49**, 137 (1995).
- 7) 熊 泉波, 施 大文, 薬学学報, **26**, 938 (1991).
- 8) 福建省医薬研究所, 「福建薬物志」, 第一冊, 福建人民出版社, 福州, 1979, p. 247.
- 9) 湖南省中医学研究所, 「湖南薬物志」, 第2輯, 湖南人民出版社, 長沙, 1972, p. 386.
- 10) His Majesty's Government, 「Medicinal Plants of Nepal」, His Majesty's Government Press, Kathmandu, 1967, p. 143.
- 11) R. N. Chopra, S. L. Nayar, I. C. Chopra, 「Glossary of Indian Medicinal Plants」, Council of Scientific & Industrial Research, New Delhi, 1956, p. 260.
- 12) 下村 孟, 薬誌, **63**, 427 (1943).
- 13) ヘスペリジンは次の薄層クロマトグラフ (TLC) 法で確認した。
 試料溶液の調整法: 試料を粉碎し, その0.1 g にメタノール 5 ml を加えて15分間振り混ぜたのち, ろ過し試料溶液とする。
 標準溶液の調整方法: ヘスペリジン 1 mg をメタノール 1 ml に, ジオスミン 1 ml をジメチルスルホキシド 10 ml に溶かし標準溶液とする。
 試験方法: 薄層板 (Kieselgel 60, Merck 社製) に試料及び標準溶液をスポットし, クロロホルム: メタノール: 水混液 (6:4:1) を展開溶媒として約10 cm 展開する。風乾した後, 0.2 (w/v) % 2,6-ジブロムキノクロロイミド・メタノール溶液を均等に噴霧し, アンモニア蒸気にさらす。ヘスペリジンは *R_f* 値0.4付近に青色のスポット, ジオスミンは *R_f* 値0.3付近に青緑色のスポットとして確認される。