

研究報告

臺灣榕屬植物果核形態之研究—澀葉榕 與埃及無花果榕亞屬

曾喜育^{1,4)} 莊瑞均²⁾ 歐辰雄²⁾ 呂福原³⁾

摘 要

本研究藉由解剖及掃描式電子顯微鏡，觀察臺灣榕屬植物澀葉榕與埃及無花果榕亞屬等2亞屬4節9個分類群之果核形態和表面構造。澀葉榕亞屬與埃及無花果榕亞屬之果核形狀多為橢圓形，長度介於0.7~1.3 mm，果核表面多為粗糙，具龍骨稜，表面雕紋基本型為網目型。依果核形態及表面構造特徵比較，埃及無花果亞屬囊果榕節的果核表面為粗重稜，明顯與新榕節不同；另外，在臺灣產澀葉榕亞屬的比較發現，果核特徵的差異反應在喬木及半附生之生活型，與澀葉榕亞屬下劃分澀葉榕節與古榕節之結果吻合。本研究之結果顯示，果核形態與表面雕紋不僅在種階層差異明顯，在節或亞屬階層大致保有共同特徵，其果核特徵可提供該屬植物系統分類及種子傳播的參考依據。

關鍵詞：榕屬、果核形態、掃描式電子顯微鏡、系統分類、種子傳播。

曾喜育、莊瑞均、歐辰雄、呂福原。2006。臺灣榕屬植物果核形態之研究—澀葉榕與埃及無花果榕亞屬。台灣林業科學21(4):461-72。

Research paper

Study of the Morphology of Pyrenes of *Ficus* in Taiwan in the Subgenera of *Sycidium* and *Sycomorus*

Hsy-Yu Tzeng,^{1,4)} Juei-Chun Chuang,²⁾ Chern-Hsiung Ou,²⁾ Fu-Yuan Lu³⁾

【 Summary 】

Stereomicroscopy and scanning electron microscopy were used to study the morphology of the pyrenes of 9 taxa of the subgenera *Sycidium* and *Sycomorus* of *Ficus* in Taiwan. The pyrenes are elliptical from 0.7 to 1.3 mm with reticulate surfaces. Pyrenes of the subgenus *Sycomorus*

¹⁾ 行政院農業委員會林業試驗所恆春研究中心，94644屏東縣恆春鎮墾丁里公園路203號 Hengchun Research Center, Taiwan Forestry Research Institute, 203 Kungyuan Rd., Hengchun 94644, Pingtung, Taiwan.

²⁾ 國立中興大學森林學系，40227台中市國光路250號 Department of Forestry, National Chung-Hsing University, 250 Kuokwang Rd., Taichung 40227, Taiwan.

³⁾ 國立嘉義大學森林暨自然資源學系，60004嘉義市學府路300號 Department of Forestry and Natural Resources, National Chiayi University, 300 University Rd., Chiayi 60004, Taiwan.

⁴⁾ 通訊作者 Corresponding author, e-mail: ficus@tfri.gov.tw

2005年12月送審 2006年8月通過 Received December 2005, Accepted August 2006.

section *Sycocrapus* differed from these of the other 3 sections due to their rough surface. Sections *Sycidium* and *Palaeomorpha* of Subgenus *Sycidium* obviously differed in the morphology and surface of their pyrenes, which correspond to their life forms of standing trees and semi-epiphytes, respectively. In conclusion, the overall shape and size of pyrenes, the pyrene surface characteristics, and the lumen texture of these cells in the subgenera *Sycidium* and *Sycomorus* were variable depending on the species. The characters of pyrenes were stable at the level of section or subgenus, which is important for the systematic classification of *Ficus* and seed dispersal.

Key words: *Ficus*, morphology of pyrenes, scanning electron microscopy (SEM), system classification, seed dispersal.

Tzeng HY, Chuang JC, Ou CH, Lu FY. 2006. Study of the morphology of pyrenes of *Ficus* in Taiwan in the subgenera of *Sycidium* and *Sycomorus*. *Taiwan J For Sci* 21(4):461-72.

緒言

榕屬植物(*Ficus* L.)廣泛分布於熱帶及亞熱帶地區，介於南、北緯35°間，主要範圍包括亞洲、澳洲、中南美洲及非洲等，約有750種(Corner 1965, Berg 1989, Berg and Wiebes 1992)，臺灣產近30種(Liu et al. 1994, Liao 1995, 1996, Lin 1998, Tzeng 2004)。隱頭花序(hypanthodium)為本屬最重要的分類特徵，小花著生於中空的花托(receptacle)或花序軸內(Tzeng et al. 2001)；隱頭花序外觀似果，稱之為榕果(fig)或隱頭果(syconium)。小花授粉後子房發育成為小果實(fruitlet)，因其細小而常被誤認為種子；實際上，真正的種子仍包藏在堅硬內果皮之內(Johri and Konar 1956, Tseng et al. 2000, Tzeng et al. 2001, Chuang et al. 2005)，本研究稱之為果核(pyrene)。

果實和種子為種子植物的繁殖器官，其形狀特徵、大小、顏色和表面性狀等特徵，雖隨植物種類之不同而有所差異，然在同一分類群的各项形質中具有相對的穩定性，可作為形態鑑別的重要依據之一(Watanabe et al. 1999, Johnson et al. 2004, Ao et al. 2005, Chuang et al. 2005)。榕果是榕屬植物的種子傳播單位，而大小不足5 mm的果核極利於鳥—蝠等食果動物遠距離的傳播(Corner 1963)。就榕果大小、顏色及生長位置而言，有其相對應平行演化之動物傳播媒介(Schupp 1993, Shanahan and Compton 2000)。Chung et al. (2005)的研究發現，臺灣榕

屬植物的果核在形態、果核表面顯微雕紋特徵等，在無花果榕、綿毛榕及薛荔榕亞屬等三個亞屬階層呈現明顯的差異，除可供榕屬植物分類及系統演化之訊息，有助於提供食果動物之食性及動物傳播之資料。

Chung et al. (2005)曾研究臺灣榕屬植物果核形態、表面雕紋之顯微特徵，結果顯示，果核可提供本屬植物分類之參考依據。本研究主要針對臺灣榕屬植物澀葉榕亞屬(subg. *Sycidium*)與埃及無花果榕亞屬(subg. *Sycomorus*)之4節9個分類群(含種、亞種及變種)之果核。因榕屬植物果核細小，稀研究報告探討其形態、表面顯微雕紋在分類上的意義，本研究藉由解剖顯微鏡及掃描式電子顯微鏡(SEM)的觀察，描述果核(內果皮表面)的形態與表皮顯微結構之特徵，探討果核在榕屬植物分類上之意義，並冀能提供作種子傳播學的基礎資料。

材料與方法

一、研究材料

本研究依Tzeng (2004)之分類處理，採得臺灣產榕屬澀葉榕亞屬澀葉榕節(*Sycidium*)、古榕節(*Palaeomorpha*)及埃及無花果榕亞屬新榕節(*Neomorpha*)、囊果榕節(*Sycocrapus*)等2亞屬4節9個分類群榕果，每個分類群採取10個以上的成熟榕果，分別浸漬於FAA固定液中保存備

用；並將所採集之標本作成腊葉標本，存放於國立中興大學森林系標本館中，供日後研究之依據(表1)。

二、方法

(一)材料製備與觀察

選取3~5粒成熟榕果，量測、記錄其大小並拍照，隨即在解剖顯微鏡下挑出含果肉之小核果，記錄果實之形態後，置於細尼龍網袋(1000 mesh)中，用水揉洗將果核與果肉初步分離，以清水漂除果肉及膠質後，置於超音波儀中振盪10~20 min，取出果核先在解剖顯微鏡下觀察，若果核仍有果肉殘留，則將果核風乾後利用雙面膠將果肉黏除；果核經酒精系列脫

水至100%酒精，再置於超音波儀中振盪10 min後，置換成100%丙酮2次，置入臨界點乾燥儀(HITACHI HCP2 Critical Point Dryer, CPD)進行乾燥。將黏有標本的座檯放入JBSE150型金屬鍍膜儀進行金鉑合金鍍膜(coating) 90 s；取出標本座檯置入TOPCON ABT-150S型之掃描式電子顯微鏡，以15 kV加速電壓作果核表面特徵觀察，並以拍立得667型自動照相機拍攝記錄。

(二)性狀之量測

果核之長、寬、高、種臍、網目、凸緣胞壁及穿洞面積等特徵，皆逢機量測5個樣本，並求平均數；網目內角之角度大小則全面量測相片圖中之網目之最大與最小角度(即鈍角與銳角)。

Table 1. Specimen collection sites and numbers of *Ficus* in Taiwan

Scientific name	Collection site	Collection no.
Subgenus <i>Sycidium</i>		
Section <i>Sycidium</i>		
1 <i>F. ampelas</i> Burm. f. 金氏榕	Lugu Township, Nantou County (南投縣鹿谷鄉)	13230
2 <i>F. cumingii</i> Miq. var. <i>terminalifolia</i> (Elm.) Sata 對葉榕	Lanyu Township, Taitung County (臺東縣蘭嶼鄉)	13196
3 <i>F. irisana</i> Elm. 澀葉榕	Lugu Township, Nantou County (南投縣鹿谷鄉)	13229
Section <i>Palaeomorphe</i>		
4 <i>F. heteropleura</i> Bl. var. <i>caudatifolia</i> (Warb.) H. Y. Tzeng 尖尾長葉榕	Lanyu Township, Taitung County (臺東縣蘭嶼鄉)	13211
5 <i>F. tinctoria</i> Forest. ssp. <i>swinhoei</i> (King) Corner 斯氏榕	Hengchun Township, Pingtung County (屏東縣恆春鎮)	13220
6 <i>F. virgata</i> Reinw. ex Bl. 白肉榕	Jhongliao Township, Nantou County (南投縣中寮鄉)	13223
Subgenus <i>Sycomorus</i>		
Section <i>Sycocarpus</i>		
7 <i>F. bengutensis</i> Merr. 大冇樹	Lugu Township, Nantou County (南投縣鹿谷鄉)	13234
8 <i>F. septica</i> Burm. 稜果榕	Lugu Township, Nantou County (南投縣鹿谷鄉)	s.n. (99.09.12)
Section <i>Neomorphe</i>		
9 <i>F. variegata</i> Bl. var. <i>garciae</i> (Elm.) Corner 幹花榕	Lugu Township, Nantou County (南投縣鹿谷鄉)	13236

(三) 觀察項目

本研究描述所觀察果核形態及表面特徵乃依據Kasahara (1976)描述之，各項觀察項目如下及示意圖(Fig. 1)。

1. 果核形態：處理前及處理後之果核表面狀態，周緣、種脊、種阜、發芽孔及龍骨稜的有無、形態、大小及位置等特徵。
2. 正面(即正對種臍之方向之觀察面)：測量果核寬度，觀察其形狀，上、下端以及頂、底部之特徵。
3. 側面(與正面成直角之最大觀察面)：觀察其形狀，測量果核長度、高度。
4. 網目：觀測其形狀、表面、大小、角度、凸緣大小、穿洞大小及比例、凸起、凹陷或結晶物。

結果

本研究結果發現，臺灣產澀葉榕及埃及無花果亞屬等2亞屬4節9個分類群之果核形態大

致為橢圓形，皆具龍骨稜，果核表面雕紋皆為網目型。2亞屬最大的差別在於埃及無花果亞屬的果核表面具明顯粗重稜，尤其以囊果榕節的種類為最明顯。依果核表面來看，除古榕節的果核表面略平滑外，其餘果核表面皆呈明顯粗糙。大致而言，臺灣榕屬澀葉榕及埃及無花果亞屬等4節之果核形態在「節」階層乃保有共同之特徵，經歸納如下；最後並檢附榕屬植物澀葉榕與埃及無花果亞屬各分類群的果核檢索表。

1. 澀葉榕亞屬(subg. *Sycidium*)

本亞屬有澀葉榕及古榕等2節：

1-1. 澀葉榕節(sect. *Sycidium*)

本節果核圓形或橢圓形，大小約0.7~1.2×0.5~0.7×0.5~0.9 mm，透鏡狀，具淺稜，果核表面略粗糙，波緣，果核側面背緣具龍骨稜，種阜瘤狀凸起，果核表面雕紋為網目狀，表面微凸。本節計有金氏榕、對葉榕及澀葉榕等3個分類群。

(1) 金氏榕 *F. ampelas* Burm. f. (Fig. 2a-c)

果核腹面卵形，寬約0.5 mm，上端尖突

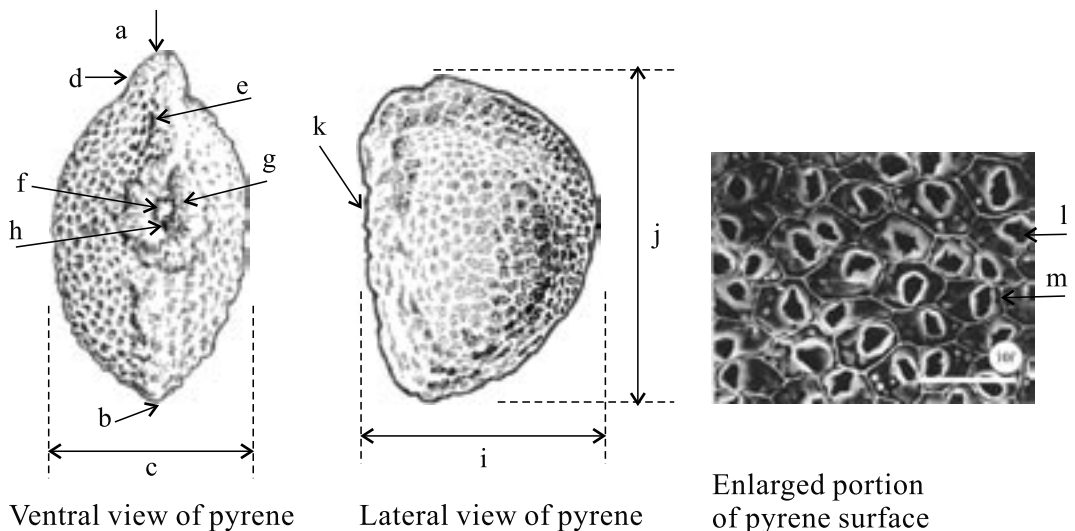
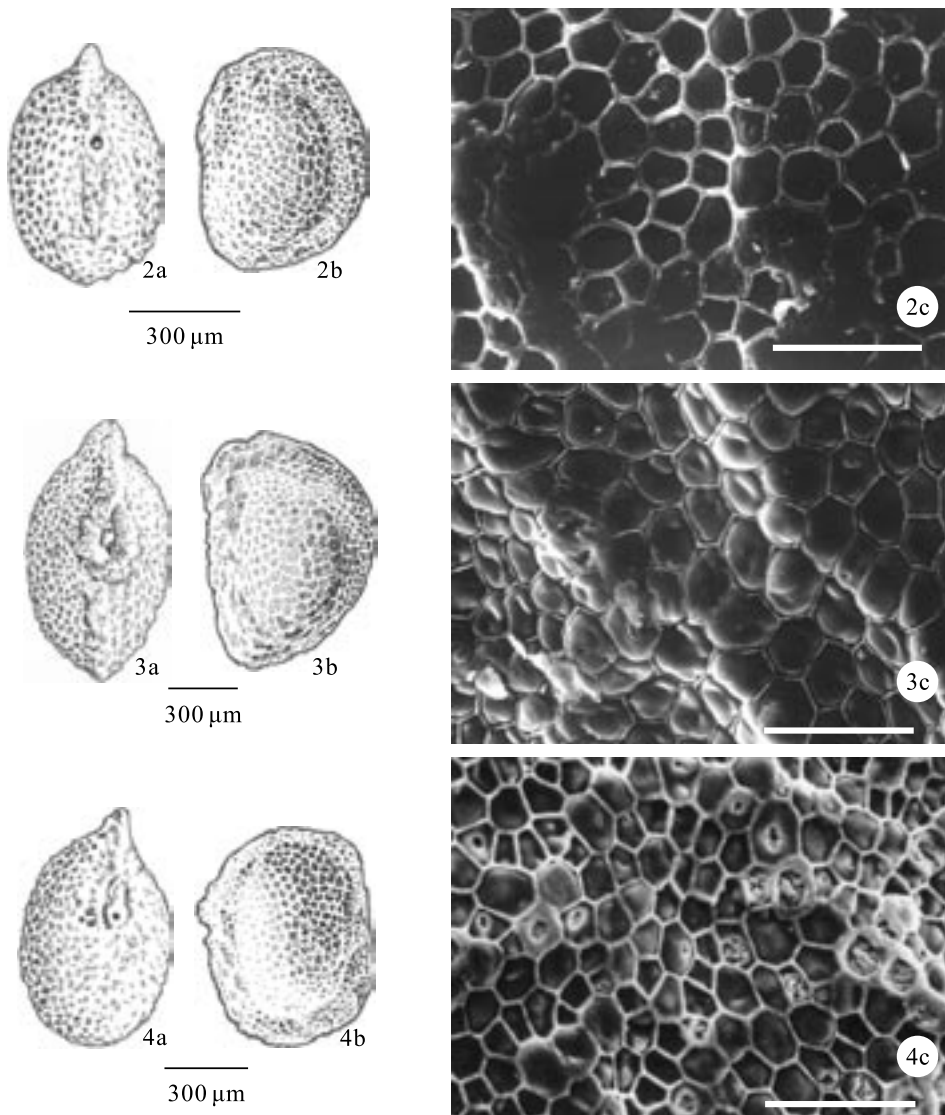


Fig. 1. Morphology of pyrenes of *Ficus* showing ventral view, lateral view and enlarged portion of the pyrene surface. a, Apex (頂部); b, base (底部); c, breadth (寬度); d, keel carina (龍骨稜); e, raphe (種脊); f, hilum (種臍); g, caruncle (種阜); h, micropyle (發芽孔); i, height (高度); j, length (長度); k, periclinal (周緣); l, foramen (穿孔); m, flange (凸緣胞壁).

形，頂部銳形小凸尖，下端漸尖，底部圓鈍，側面背緣具龍骨稜；種臍部位在於果核近上端1/3處，橢圓形，長約184 μm ，寬約69 μm ，合點明顯，種阜部位不明顯；果核側面近圓形，兩側略等，長約0.7 mm，高約0.6 mm，果核表

面具淺稜，略粗糙，小波緣，腹緣平整；種脊部位微突，背緣半圓弧與腹緣相接。果核表面紋飾為網目狀，網目5~6邊形，網目凸緣胞壁平均寬度約0.9 μm ，網目內角約65~135°，網目內部表面不規則且不平整，微凸。



Figs. 2-4. Pyrene and surface morphology of pyrenes. 2a-c. *Ficus ampelas*; 3a-c. *F. cumingii* var. *terminalifolia*. 4a-c. *F. irisana*. a, Ventral view of pyrene; b, lateral view of pyrene; c, enlarged portion of pyrene surface. Scales in 2c, 3c and 4c = 30 μm . M, micropyle; H, hilum.

(2)對葉榕 *F. cumingii* Miq. var. *terminalifolia* (Elm.) Sata (Fig. 3a-c)

果核腹面橢圓形，寬約0.7 mm，上端突尖，頂部凸尖，下端漸尖，底部鈍尖，側面背緣具龍骨稜；種臍位於果核中間處，橢圓形，長約115 μm ，寬約69 μm ，略凹；種阜周圍瘤狀突起。果核側面寬橢圓形，長約1.2 mm，高約0.9 mm，上側寬圓，下側鈍尖；果核表面具淺稜，粗糙，波緣；種脊線突起，腹緣線平直，背緣半圓弧相接。果核表面雕紋為網目狀，網目5~7邊形，多數為6邊，網目凸緣胞壁平均寬度約0.5 μm ，內角80~150°，網目凸緣胞壁向中間微突後，逐漸往中間凹陷，形成大小不一之皿狀。

(3)澀葉榕 *F. irisana* Elm. (Fig. 4a-c)

果核腹面橢圓形，寬約0.5 mm，上端突尖，頂部凸尖，下端鈍圓，側面背緣具龍骨稜；合點不明顯，種臍位於果核中間處，橢圓形，長約175 μm ，寬約105 μm ，種阜明顯；果核側面橢圓形，長約0.8 mm，高約0.6 mm，果核表面具淺稜，表面粗糙，波緣，腹緣圓弧；種脊周圍突起，背緣殆直；果核表面紋飾為網目狀，網目4~7邊形，多數為6邊，網目凸緣胞壁平均寬度約為0.6 μm ，內角55~145°，網目表面微突，略平整。

1-2. 古榕節(sect. *Palaeomorpha*)

本節的果核橢圓形至長橢圓形，大小約1.1~1.3×0.5~0.7×0.6~0.7 mm之間，果核不具淺稜、表面近平滑，平緣，果核頂端具龍骨稜，種阜瘤狀凸起或平面，發芽孔不明顯，果核表面雕紋為網目狀，表面微凸。本節計有尖尾長葉榕、斯氏榕及白肉榕等3個分類群。

(4)尖尾長葉榕 *F. heteropleura* Bl. var. *caudatifolia* (Warb.) H. Y. Tzeng (Fig. 5a-c)

果核腹面卵形，寬約0.7 mm，上端漸尖，頂部鈍尖，下端至底部圓鈍，頂端具龍骨稜；合點明顯，種臍近果核上端1/3處，長橢圓形，長約437 μm ，寬約115 μm ，種阜不明顯；果核側面寬橢圓形，長約1.3 mm，高約0.7 mm，果核表面近平滑，平緣，兩側鈍圓，種脊無突起，腹緣殆直，背緣半圓弧相接；果核表面紋

飾為網目狀，網目4~8邊形，多數為6邊，網目凸緣胞壁平均寬度約0.3 μm ，內角80~160°，網目表面不平整。

(5)斯氏榕 *F. tinctoria* Forest. f. ssp. *swihoiei* (King) Corner (Fig. 6a-c)

果核腹面卵形，寬約0.7 mm，上端突尖，頂部凸尖，下端鈍圓成截形，底部略凹陷，頂端具龍骨稜；種臍位於果核中間處，橢圓形，長約140 μm ，寬約88 μm ，種阜明顯，周圍突起；果核側面橢圓形，長約1.1 mm，高約0.7 mm，果核表面略平滑，具小波緣，腹緣平直，兩側種脊突起，背緣圓弧相接；果核表面紋飾為網目狀，網目4~9邊形，多數為5~6邊，網目凸緣胞壁平均寬度約0.3 μm ，內角45~170°，網目表面不平整，多數網目自凸緣向中間突起，形成圓形凸起。

(6)白肉榕 *F. virgata* Reinw. ex Bl. (Fig. 7a-c)

果核腹面卵形，寬約0.5 mm，上端漸尖，頂部截形，下部漸尖，底部截形，頂端具龍骨稜；種臍近果核上端1/3處，呈長橢圓形，長約490 μm ，寬約105 μm ，種阜不明顯；果核側面橢圓形，長約1.1 mm，高約0.6 mm，果核表面略平滑，平緣，種脊微突，腹緣平直，背緣圓弧相接；果核表面紋飾為網目狀，網目4~8邊形，多數為5~6邊，網目凸緣胞壁平均寬度約為0.3 μm ，內角75~150°，網目內略圓形凸起。

2. 埃及無花果榕亞屬(subg. *Sycomorus*)

本亞屬有新榕及囊果榕等2節：

2-1. 囊果榕節(sect. *Sycocarpus*)

果核腹面橢圓形、側面寬橢圓形，大小約1.1~1.2×0.6~0.9×0.6~0.9 mm，果核具粗重稜，表面粗糙，波緣，果核具龍骨稜，種阜瘤狀突起，種脊突起，果核表面雕紋為網目狀，表面微凸或不規則突起。本節計有大冇樹及稜果榕等2個分類群。

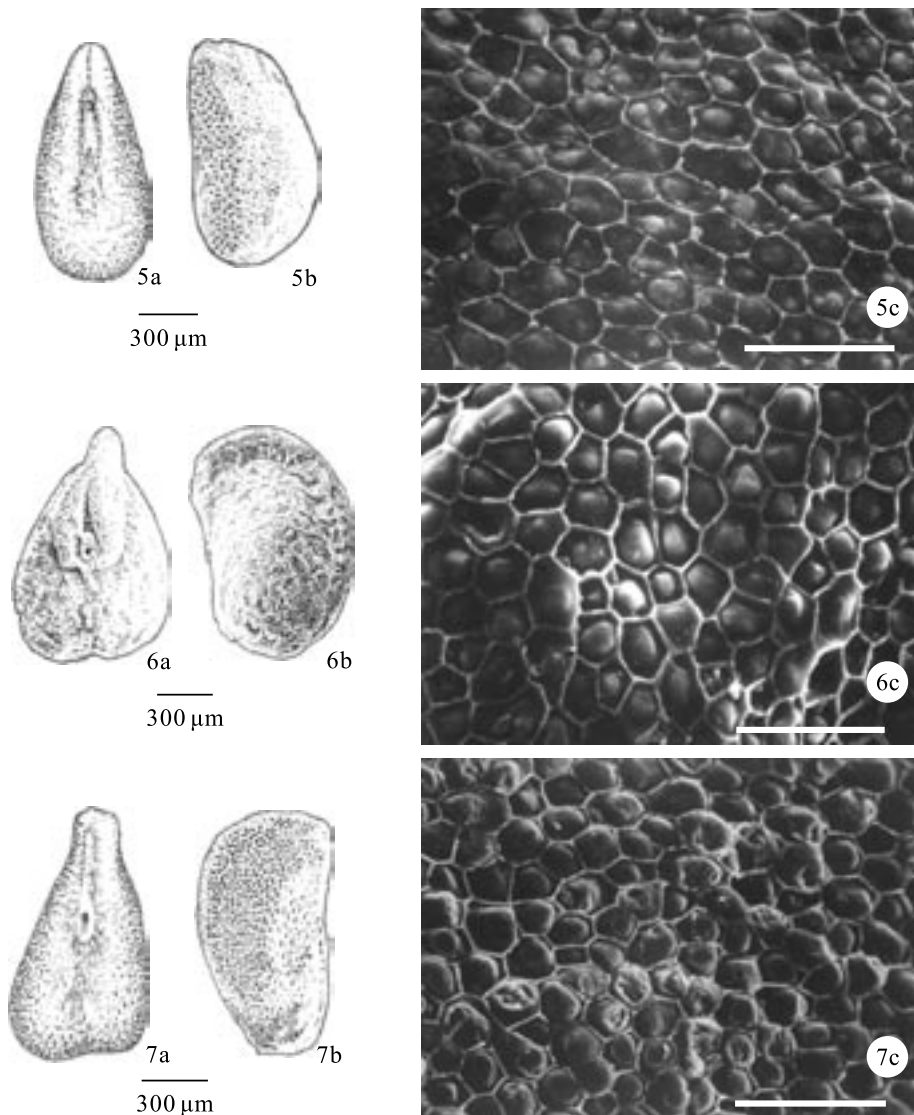
(7)大冇樹 *F. bengutensis* Merr. (Fig. 8a-c)

果核腹面橢圓形，寬約0.6 mm，上端漸尖，頂部鈍圓，下端漸尖，底部凸尖，末端小分叉，具龍骨稜，腹臍線凸起；合點明顯，上端為種臍著生處，呈橢圓形，種臍長約230 μm ，寬約125 μm ，種阜瘤狀突起；側面寬橢圓形，

長約1.1 mm，高約0.9 mm，具粗重稜，果核表面粗糙，波緣，上側及腹緣平直；種脊微突，背緣半圓弧，下側末端凸尖。果核表面飾紋為網目狀，網目4~7邊形，多數5邊，網目凸緣胞壁平均寬度約0.6 μm，內角65~160°，每網目內有2~7不規則乳頭狀或束狀凸起，中央凹陷。

(8)稜果榕 *F. septica* Burm. f. (Fig. 9a-c)

果核腹面橢圓形，寬0.6 mm，上端漸尖，頂部凸出截形，下端突尖，底部凸尖，具龍骨稜，腹臍線明顯突起；種臍位於果核中間處，圓形，長約159 μm，寬約132 μm，種阜明顯瘤狀突起；果核側面寬卵形，長約1.2 mm，高約



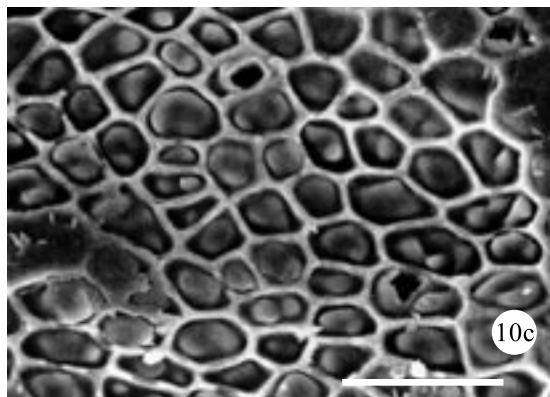
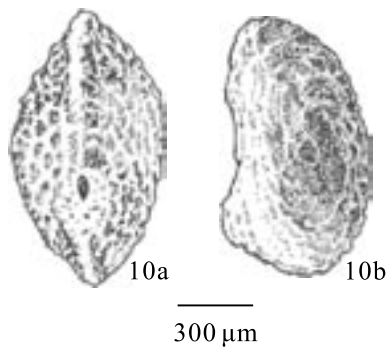
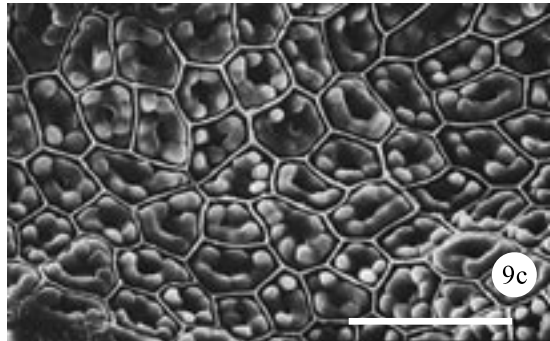
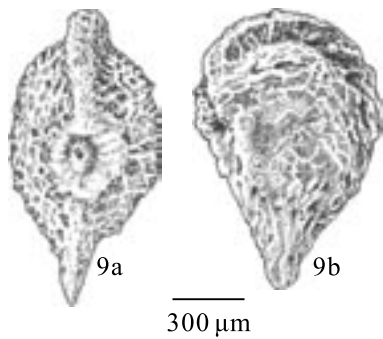
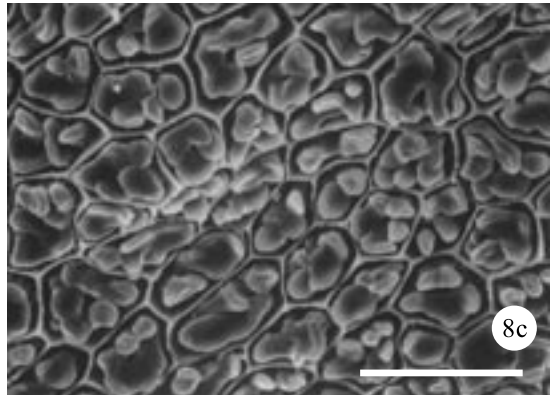
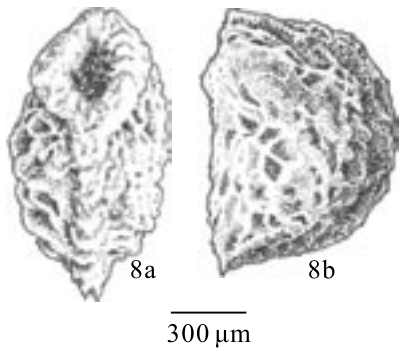
Figs. 5-7. Pyrene and surface morphology of pyrenes. 5a-c. *Ficus heteropleura* var. *caudatifolia*; 6a-c. *F. tictoria* ssp. *swihoei*; 7a-c. *F. virgata*. a, ventral view of pyrene; b, lateral view of pyrene; c, enlarged portion of pyrene surface. Scales in 5c, 6c and 7c = 30 μm.

0.9 mm，具粗重稜，果核表面粗糙，波緣，上側寬圓，下側漸尖，腹緣及背緣平直至上側相接，種脊突起；果核表面紋飾為網目狀，網目4~8邊形，多數為6邊，網目凸緣胞壁平均寬度約0.2 μm ，內角65~157°，網目表面由凸緣胞壁

向中間不規則微突，或1~7個乳頭狀突起，逐漸往中間凹陷。

2-2. 新榕節(*sect. Neomorphe*)

本節的果核橢圓形，大小約1.0×0.6×0.6 mm，果核具淺稜，表面粗糙，波緣，發芽孔



Figs. 8-10. Pyrene and surface morphology of pyrenes. 8a-c. *Ficus bengutensis*; 9a-c. *F. septica*; 10a-c. *F. variegata* var. *garciae*. a, Ventral view of pyrene; b, lateral view of pyrene; c, enlarged portion of pyrene surface. Scales in 8c, 9c and 10c = 30 μm .

不明顯，果核具龍骨稜，種阜不明顯，種脊突起，種臍長橢圓形，位於中間，果核表面雕紋為網目狀，表面微突。本節僅有幹花榕1個分類群。

(9)幹花榕 *F. variegata* Bl. var. *garciae* (Elm.)

Corner (Fig. 10a-c)

果核腹面橢圓形，寬約0.6 mm，上、下兩端漸尖，頂部與底部鈍尖，具龍骨稜；種臍近果核下端，長88 μm，寬35 μm，種阜不明顯；果核側面橢圓形，長約1.0 mm，高約0.6 mm，具淺稜，果核表面粗糙，波緣，腹緣平直，種脊突起，背緣圓弧狀相接；果核表面紋飾為網目狀，網目4~7邊形，多數為5邊形，網目凸緣胞壁平均寬度約0.7 μm，內角55~165°。網目表面凹陷，內有1~4個不規則圓凸起。

臺灣產榕屬澀葉榕及埃及無花果亞屬之果榕形態構造檢索表。

1. 果核表面略粗糙至近平滑
..... 澀葉榕亞屬 (Subg. *Sycidium*)
2. 側面背緣具龍骨稜；果核表面粗糙.....
..... 澀葉榕節 (Sect. *Sycidium*)
3. 果核長小於1 mm
4. 種臍位於近上端1/3處
..... (1)金氏榕 (*F. ampelas*)
4. 種臍位於近中間.....
..... (3)澀葉榕 (*F. irisana*)
3. 果核長大於1 mm.....
..... (2)對葉榕 (*F. cumingii* var. *terminalifolia*)
2. 頂端具龍骨稜，底部圓鈍；果核表面近平滑 古榕節 (Sect. *Palaeomorphe*)
3. 果核長大於1.2 mm..... (4)尖尾長葉榕 (*F. heteropleura* var. *caudatifolia*)
3. 果核長小於1.2 mm
4. 果核腹面寬大於0.6 mm
..... (5)斯氏榕 (*F. tinctoria* ssp. *swihoiei*)
4. 果核腹面寬小於0.6 mm
..... (6)白肉榕 (*F. virgata*)
1. 果核表面粗重稜.....
..... 埃及無花果亞屬 (Subg. *Sycomorus*)
2. 果核腹面下端銳形具凸尖.....
..... 囊果榕節 (Sect. *Sycocarpus*)

3. 種臍位於上端；果核表面雕紋網目內具明顯2~5個束狀或乳頭狀突起
..... (7)大冇樹 (*F. bengutensis*)
3. 種臍近於下端；果核表面雕紋網目內具微皿狀或2~5個微乳頭狀突起
..... (8)稜果榕 (*F. septica*)
2. 果核腹面菱形橢圓形，上、下兩端均勻銳形 新榕節 (Sect. *Neomorphe*)
- (9)幹花榕 (*F. variegata* var. *garciae*)

討論

Corner (1965)對於澳亞區榕屬植物的種類作了全面性訂正，建立了尾柱榕(subg. *Urostigma*)、藥榕(subg. *Pharmacosyceae*)、埃及無花果榕(subg. *Sycomorus*)及無花果榕(subg. *Ficus*)等4個亞屬，其中無花果榕亞屬為雌雄異株，並劃分有無花果榕節(sect. *Ficus*)、根莖榕節(sect. *Rhizocladus*)、麗榕節(sect. *Kalosyce*)、澀葉榕節(sect. *Sycidium*)、囊果榕節(sect. *Sycocarpa*)等節。Berg (1984)依Corner (1965)的分類處理，觀察澀葉榕節的果核發現，其小果實與大多數桑科植物一樣為開裂核果(dehiscent drupe)一具有白色不均勻增厚的肉質外果皮及木質化皮殼狀的內果皮；當果實受到擠壓時，外果皮會壓出(push out)或投出(ejected)極似種子(假核, pseudohilum)的果核。本研究觀察結果顯示，澀葉榕亞屬之果核特徵與Berg (1984)的觀察結果相同。有趣的是，澀葉榕亞屬澀葉榕節與古榕節的果核形態及顯微構造反應其生活型分化，前者為喬木型，後者為半附生性，此與Corner (1965)將澀葉榕節劃分成澀葉榕亞節、古榕亞節及山榕亞節(sect. *Varinga*)的處理大致吻合。

臺灣產澀葉榕節有金氏榕、澀葉榕及對葉榕等3個分類群(Liu et al. 1994, Liao 1996, Tzeng 2004)；由果核形態觀察結果反應在外部形態的差異。金氏榕與澀葉榕為臺灣全島、蘭嶼及綠島中低海拔廣泛分佈，兩者不僅生活型相同，在葉形、質地、榕果形態等特徵十分相近，且常佔據相近的生育地，具有相近的生態

地位(niche) (Tzeng 2004)。相較之下，對葉榕小喬木至灌木的生活型、對生的葉序明顯與前兩者不同；果核觀察結果顯示，對葉榕與前兩者明顯不同。此結果可能反應出對葉榕與金氏榕及澀葉榕的親緣關係較為疏遠。

臺灣產古榕節有白肉榕、斯氏榕及尖尾長葉榕等3分類群，皆為泛太平洋分布的種類，廣泛分布於大洋洲的島嶼間(Corner 1963, Tzeng 2004)；斯氏榕與其承名變種—山豬枷(*F. tinctoria*)等更是榕屬植物中分布最廣者(Corner 1965)。三者的分布狀態呈現相互重疊(Corner 1963)。其中，白肉榕與斯氏榕皆分布於臺灣南部、東南部及蘭嶼、綠島的近海珊瑚礁岩至低海拔森林中(Tzeng 2004)。兩者不僅生育地重疊、外部形態相近，及榕果著生位置相同；由本研究發現兩者之果核形態與表面構造非常相近，除表面雕紋略具差異外，實難以區分。尖尾長葉榕的攀緩性附生的生活史、顯著的葉脈等，與前兩者差別較大；此由果核形態與表面構造的觀察結果亦反應出其生活史的差異，可能顯示出三者的親緣關係的遠近。

臺灣產囊果榕節成員有大有樹及稜果榕，兩者在生活型、外部形態相近。前者於芽及新枝披褐色毛，榕果稜縱較不明顯，小花為深紅褐色，多生長於較潮濕的環境；後者全株近光滑無毛，榕果具8~12稜縱，小花為白色，多生長於較乾燥的生育地(Tzeng 2004)。雖兩者果核外觀形態相近，但藉由SEM的觀察發現，大有樹果核表面網目雕紋內的乳頭狀突起明顯與稜果榕不同，可供作兩者果核形態的區別。

臺灣產埃及無花果榕亞屬植物有囊果榕及新榕2節，此2節之成員在榕果著生方式、小花特徵、位置等特徵多有重疊之處(Corner 1965, Tzeng 2004)。但本研究結果發現，新榕節的果核形態等特徵明顯與囊果榕節不同，可能顯示2節的分界仍有再進一步探討研究的空間。囊果榕節粗重稜而粗糙的果核表面特徵，與綿毛榕亞屬(subg. *Eriosycea*)的黃毛榕(*F. esquiroliana* L'eval)、蘭嶼落葉榕(*F. ruficaulis* Merr. var. *antaonesis* (Hay.) Hatusima ex Liao)類似(Chuang et al. 2005)。然而，綿毛榕亞屬的

果核底部凹陷，囊果榕節的果核底部突出，在果核形態上可以明顯區別，顯示著果核特徵在本屬系統分類及提供食果動物之食性可提供有力的資訊(Chuang et al. 2005)。

在演化的過程中，形態、構造特化的榕果小蜂(fig wasps)與本屬植物形成共生；一方面榕果小蜂為榕屬植物進行授粉，另一方面，榕屬植物提供隱頭花序內的部份小花作為榕果小蜂後代發育的場所。就授粉蜂的親緣關係，澀葉榕節、新榕節與囊果榕節同為櫛顎榕小蜂(*Ceratosolan*)授粉蜂群(Ram'irez 1974, Berg 1989)，而囊果榕節與新榕節的授粉蜂群關係最為親近(Chen 1995, Weiblen 2004)。

在植群生態上，榕屬植物在臺灣中低海拔分佈極為廣泛，與槿楠屬(*Machilus*)形成槿榕林帶(*Ficus-Machilus* zone) (Su 1992)。榕果終年不斷且產量豐富的結果特性，榕屬植物成為食果動物重要的食物來源，而榕屬植物亦藉著食果動物之覓食，達到種子散播的目的(Schupp 1993, Conceicao et al. 1994, Compton et al. 1996, Shilton et al. 1999, You 1999, Shanahan and Compton 2000)。由於本屬果核細小，不易鑑別，研究之成果可提供食果動物食性以及種子傳播研究鑑定之參考依據。

種子、果實的形態特徵在同一分類群中所呈現出各項形質特徵變異較小，穩定性高，在分類上可提供可靠的訊息。Berg (2000, 2004)、Tzeng (2004)等依榕果內小花形態構造等特徵，將Corner (1965)榕屬分類系統的無花果榕亞屬中澀葉榕節、囊果榕節及新榕節等由無花果榕亞屬處理成澀葉榕亞屬及埃及無花果榕亞屬。比較果核形態構造顯示(Chung et al. 2005)，澀葉榕亞屬、埃及無花果榕亞屬與無花果榕亞屬、薜荔榕亞屬(Subg. *Synoeicia*)、綿毛榕亞屬的果核明顯不同，顯示臺灣產榕屬植物果核形態構造可供榕屬植物作為系統分類之用。依本研究之結果，榕屬植物果核形態及表面構造在種間呈現穩定的差異，可作為「種」分類的依據；而在「節」的階層大致保有穩定的性狀，顯示果核特徵的保守性，可供作系統分類的參考。

引用文獻

- Ao CQ, Hu RY, Chen XC, Chen XX, Lv SY. 2005.** Morphology of leaf epidermis and achene in *Ficus* of Zhejiang under scanning electronic microscope. *J Central South For Univ* 25(5):105-9.
- Berg CC. 1984.** Differentiation of fruitlets of *Ficus*, especially of subg. *Urostigma* sect. *Galoglychia*. Minisymposium: figs and fig insects (1983). Montpellier, France: CNRS-Centre L. Emberger. p 29-33.
- Berg CC. 1989.** Classification and distribution of *Ficus*. *Experientia* 45:605-11.
- Berg CC. 2000.** A classification of *Ficus* (Moraceae) under reconstruction. Proceedings of the Sixth International Conference on Fig Biology. 10-14 Sept. 2000. Cape Town, South Africa. p 7.
- Berg CC. 2003.** Flora Malesiana precursor for the treatment of Moraceae 1: the main subdivision of *Ficus*: the subgenera. *Blumea* 48:167-78.
- Berg CC, Wiebes JT. 1992.** African fig trees and fig wasps. Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo: North Holland. p 1-46.
- Chen CH. 1995.** The Agaoninae (Hymenoptera: Agaonidae) of Taiwan [PhD thesis]. Graduate Institute of Plant Pathology and Entomology, National Tawian Univ. 159 p. [in Chinese with English summary].
- Chuang JC, Tzeng HY, Lu FY, Ou CH. 2005.** Study on the morphology of pyrene of *Ficus* in Taiwan-subgenus of *Eriosycea*, *Ficus* and *Synoecia*. *Q J Chinese For* 38(1):1-18.
- Compton SG, Craig AJFK, Waters IWR. 1996.** Seed dispersal in an African fig tree: birds as high quantity, low quality dispersers? *J Biogeogr* 23:553-63.
- Conceicao de SS, Negrelle RRB, Citadini-Zanette B. 1994.** Seed dispersal by the fish *Pterodoras granulosus* in the Parama River Basin, Brazil. *J Trop Ecol* 10:621-6.
- Corner EJH. 1963.** *Ficus* in the Pacific region. Pacific basin biogeography. A Symposium. Eds. by Lindroth CH, Fosberg FR, Fleming CA, Turbott EG. In Tenth Pacific Science Congress, Honolulu, Hawaii, 1961. Bishop Museum Press. p 233-45.
- Corner EJH. 1965.** Check-list of *Ficus* in Asia and Australasia with key to identification. *Gard Bull Sing* 21:1-186.
- Johnson LA, Huish KH, Portert JM. 2004.** Seed surface sculpturing and its systematic significance in *Gilia* (Polenmoniaceae) and segregate genera. *Int J Plant Sci* 165(1):153-72.
- Johri BM, Konar RN. 1956.** The floral morphology and embryology of *Ficus religiosa* Linn. *Phytomorphology* 6:97-111.
- Kasahara Y. 1976.** The surface structure of the seed and fruits of weeds in Japan observed with the scanning electron microscopy. Toyko: Yokendo. 130 p.
- Liao JC. 1995.** The taxonomic revisions of the family Moraceae in Taiwan (Ed II). Taipei, Taiwan: Department of Forestry, College of Agriculture, National Taiwan Univ. 202 p.
- Liao JC. 1996.** Moraceae. Flora of Taiwan II. vol. 2. Edited and published under the auspices of the National Science Council of the R. O. C. p 145-89.
- Lin CC. 1998.** A taxonomic study of genus *Ficus* of Taiwan [MS thesis]. Department of Forestry, National Sun Yat-sen Univ. 80 p. [in Chinese with English summary].
- Liu YC, Lu FY, Ou CH. 1994.** Trees of Taiwan. Taichung, Taiwan: College of Agriculture, National Chung-Hsing Univ. p 329-48. [in Chinese].
- Ram'irez BW. 1974.** Coevolution of *Ficus* and Agaonidae. *Ann Mi Bot Gard* 61:770-80.
- Schupp EW. 1993.** Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio* 107/108:15-29.
- Shanahan M, Compton SG. 2000.** Fig-eating by Bornean tree shrews (*Tupaia* spp.): Evidence for a role as seed dispersers. *Biotropica*

32:759-64.

Shilton LA, Altringham JD, Compton SG, Whittaker RJ. 1999. Old World fruit bats can be long-distance seed dispersers through extended retention of viable seeds in the Gut. Proc Roy Soc Lond Ser B Biol Sci 266:219-33.

Su HJ. 1992. Vegetation of Taiwan: altitudinal vegetation zones and geographical climatic regions. In: Peng CI, editor. The biological resources of Taiwan: a status report. Taipei: Institute of Botany, Academia Sinica Monography ser. 11. p 39-53. [in Chinese with English summary].

Tseng LJ, Ou CH, Lu FY, Tzeng HY. 2000. Studies of the development and morphology of syconium of *Ficus formosana*. Q J For Res 22(3):55-68.

Tzeng HY. 2004. Taxonomic Study of the Genus *Ficus* in Taiwan [PhD thesis]. Taichung,

Taiwan: Department of Forestry, National Chung-Hsing Univ. 396 p. [in Chinese with English summary].

Tzeng HY, Ou CH, Lu FY. 2001. Morphological study on the syconia of *Ficus erecta* var. *beecheana*. Taiwan J For Sci 16(4):295-306. [in Chinese with English summary].

Watanabe H, Ando T, Nishino E, Kokubun H, Tsukamoto T, Hashimoto G, Marchesi E. 1999. Three groups of species in *Petunia* sensu Jussieu (Solanaceae) inferred from the intact seed morphology. Am J Bot 86(2):302-5.

Weiblen GD. 2004. Correlated evolution in fig pollination. Syst Biol 128:128-39.

You CN. 1999. Activity pattern and food habits of *Macaca cyclopis* Kang-ting [MS thesis]. Graduate Institute of Zoology, National Tawian Univ. 34 p. [in Chinese with English summary].