

吧噶藤材無機內含物及簇晶狀矽粒 之形成及分布

陳玉秀

摘 要

吧噶藤 (*Calamus longisetus* Griff) 之成熟藤莖經掃描電子顯微鏡觀察顯示：基本組織中之特異細胞含束狀草酸鈣針晶體，薄壁細胞腔中有聚生狀內含物。特異細胞呈圓筒形，直徑為鄰近薄壁細胞之兩倍至數倍，具初生細胞壁，無壁孔。緊臨基本薄壁細胞之纖維細胞壁上密布簇晶狀矽粒，薄壁細胞上並留有晶痕，且呈倒臥狀圓筒形成串排列。細胞內含物及簇晶狀矽粒之結晶度及化學組成以偏光顯微鏡及X光能量散射分析儀器測定之。

關鍵詞：偏光顯微鏡、掃描式電子顯微鏡、X光能量散射分析、特異細胞、針晶體、簇晶。

陳玉秀。1992。吧噶藤材無機內含物及簇晶狀矽粒之形成及分布。林業試驗所研究報告季刊，7(2)：149-160。

The Study on the Inorganic Cell Inclusions and Druse-like Silica
Grains in the Mature Stems of *Calamus longisetus* Griff

Yuh-shiow Chen

[Summary]

The mature stems of *Calamus longisetus* Griff were studied. Inorganic inclusions were observed by using light, polarizing and scanning electron microscopes. Two types of cell inclusions were found in ground tissues, aggregate grains and raphids in the cell cavities of parenchyma cells and idioblasts, respectively. Druse-like silica grains were found on the fiber walls next to ground parenchyma cells. Their chemical composition, degree of crystallization and formation were also discussed.

Key Words : polarizing microscope, scanning electron microscope, energy dispersed X-ray analysis, idioblast, raphid, druse.

Chen, Yuh-shiow. 1992. The Study on the Inorganic Cell Inclusion and Druse-like Silica Grains in the Mature Stems of *Calamus longisetus* Griff. Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series. 7(2) : 149-160.

1991年12月送審
1992年6月通過

一、緒 言

藤 (Rattan)，屬單子葉植物 (monocotyledones) 棕櫚科 (Palmae) (劉榮瑞等, 1988)，其莖部 (stem) 與針、闊葉樹之莖部同為傢俱工業之重要原料，其組織構造與強度具密切之關係 (吳順昭等, 1990; Southwell, 1971)。本研究之吧噶藤 (*Calamus longisetus* Griff) 莖部直徑達6公分以上，屬優良之大徑加工用藤材，極具經濟價值，惟其解剖性質之研究甚少。

亞熱帶及熱帶之針、闊葉樹材中常發生矽粒之沈積，過去曾有許多有關木材中含矽粒之報導 (佐伯浩, 1982; Crüger, 1857; Kuster, 1897; Petrucci, 1903; Gonggrijp, 1923; Frison, 1942; Besson, 1946; Amos, 1951; 1952; Bamber and Lanyon, 1960; Burgess, 1965; Balan Menon, 1965; Murthy, 1965; Sharma and Rao, 1970; Hirata *et al.*, 1972; Scurfield *et al.*, 1974a, 1974b; ter Weele, 1976; Richter, 1980)，且皆肯定矽粒之存在具木材樹種鑑定上之價值。藤材中矽粒之研究除 Leise (1987) 及蔡如藩 (1990) 報導外，有關研究尚少，值得深入探討。

二、材料與方法

(一) 試樣材料

進口去皮吧噶藤莖 (*Calamus longisetus* Griff)，由臺灣省手工業研究所提供。直徑3.2公分。

(二) 試樣製作

截取三分長藤材，以井字形切成九小條，置於水中煮沸至沈，取出軟化後藤材，保存於50%酒精備用。

1. 光學顯微鏡試片製作

以滑動式切片機 (Sliding microtome) 切取橫向及縱向兩種切片，厚約20 μ m，置於50%酒精中，再以70%、80%、90%、95%、100%、100%酒精系列脫水各二小時。切片在絕對酒精中隔夜後，以酒精二甲苯 (1:1) 置換二次，再經二甲苯置換二次，將切片置於載玻片上，滴上永久膠 (permount)，蓋上蓋玻片，四周以透明指甲油封片，製成顯微鏡觀察用之永久試樣。

2. 偏光顯微鏡試片製作

以甘油將切片粘著於載玻片上，製成暫時性顯微鏡試片，立即置於偏光顯微鏡下觀察有無結晶之雙曲射性。另取下述(三)解析後之試樣以同法

製成偏光顯微鏡觀察用試片。

3. 掃描式電子顯微鏡試片製作

將軟化之藤材以單面鏡利刀片徒手切取約2×3mm大小之橫切面及縱切面薄片，經上述之酒精系列脫水後，以等量之酒精丙酮混合液置換二次，繼之以丙酮再置換二次後，以臨界點乾燥機 (Critical point dryer) 乾燥後，經粘著於載物台 (stub)，並置於離子濺鍍器內 (ion sputter, Eiko Engineering, Model IB-2) 覆上金膜後以掃描式電子顯微鏡觀察。本研究使用Hitach製 Model S-520，於15KV及20KV加速電壓下進行觀測及照相。另取部分乾燥試料鍍上碳膜，以X光能暈散射分析儀 (evergy dispersed X-ray analyzer) 測定試材之化學組成之元素。

(三) 藤材解析：

將未經軟化之藤材切成 $0.1 \times 0.1 \times 1.0$ cm大小，置於含過氧化氫 (H_2O_2) 及醋酸 (CH_3COOH) 之溶液中 (Schulze method)，於56°C之烘箱內放置三天。試材呈半透明或略帶白色，溶液呈透明狀時，解析即告完成。解析後之試材以清水沖洗三次，每次相隔2小時。之後再以針挑出上述方法製成光學、偏光及掃描式電子顯微鏡試材以備研究。

四 試驗方法

以光學顯微鏡觀察藤材之橫、縱切面上各組成細胞之構造，細胞內含物及簇晶狀矽粒生長之位置，決定欲觀察研究之目標後，再以掃描式電子顯微鏡觀察較高倍率之組織構造並攝影。細胞內含物及簇晶狀矽粒之結晶度以偏光顯微鏡觀察雙曲線性 (birefringence) 之強弱。其化學組成元素則以破壞膜之試材先經掃描式電子顯微鏡定出欲測組織之位置後，再以X光能暈散射分析儀測定之。

三、結果及討論

本研究為探討吧噶藤材之無機內含物 (inorganic cell inclusions)，皆取成熟材為試材，因此一完整的維管束 (vascular bundle) 包括原生木質部 (protoxylem)，後生木質部 (metaxylem) 及韌皮部 (phloem)。韌皮部之篩管 (sieve tubes) 排列成半月形，為馬蹄形韌皮纖維 (bast fiber) 所包圍。本研究之藤材具典型的單子葉植物構造，維管束散生於基本組織 (ground tissue) 中 (圖1)。而基本組織中膨大的特異細胞 (idioblasts)、韌皮纖維與基本組織間之界面即為本研究討論之重點。

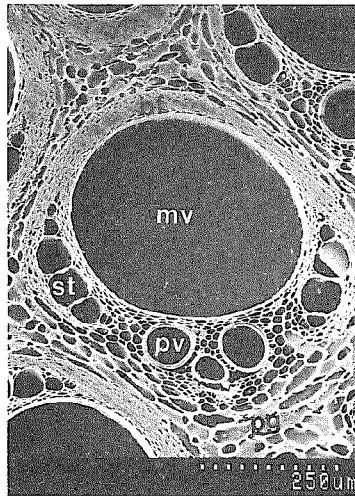


圖 1. 完整的微管束之橫切面圖

Fig.1. Transverse view of a vascular bundle

- mv : 後生木質部導管 (metaxylem vessel)
- pv : 原生木質部導管 (protoxylem vessel)
- bf : 韌皮纖維 (bast fiber)
- st : 篩管 (sieve tube)
- pg : 基本薄壁組織 (parenchymatous ground tissue)

許多植物含過量的無機物並沈積於組織中，其中以鈣鹽 (calcium salt) 及二氧化矽 (silicon dioxide) 之沈積物為最多。鈣鹽以草酸鈣 (calcium oxalate) 為主，呈結晶形。如稜形 (prism)，針晶體 (raphid) 及簇晶 (druse) 等。草酸鈣結晶常發生於植物根、莖、葉之薄壁細胞中，碳酸鈣則常與纖維素形成鐘乳體 (cystolith)，由細胞壁突出於細胞腔中。二氧化矽大都形成球狀顆粒，表面有呈光滑者，亦有呈聚生或凝集狀 (aggregate) 者 (Fahn, 1982; Richter, 1980, 佐伯浩, 1982)。

木材組織中之草酸鈣結晶以多種形式出現於射線細胞 (ray cells)、縱向薄壁細胞 (axial parenchyma cells)、纖維細胞 (fiber cells) 及填充體 (tyloses) 中 (Richter, 1980)。本研究之藤材

中，草酸鈣結晶呈針形，兩端尖銳，呈束狀排列，其束狀晶面徑遠其長度 (約 50 μm) 之三分之二 (圖 2B)。這些針晶體 (raphids) 所在之細胞皆屬膨大之特異細胞 (idioblasts) (李學勇, 1987; Wheeler, 1979)。單獨存在於基本組織中，其四周皆為薄壁細胞所環繞 (圖 2A)。此種特異細胞呈圓筒形，細胞壁極薄，無壁孔 (pits)，顯然僅具初生壁 (primary walls)，其直徑為鄰近細胞之二倍至數倍，達 80~100 μm 左右，極易辨識。

Tomlinson (1961) 視此種特異細胞為氣腔 (air canal)、孔隙 (lacunose) 或泌溝 (mucilage canal) 之構造，而非屬細胞之一種，Siripatanadilok (1974) 亦以泌溝視之。而 Liese (1987) 研究 8 屬 27 種藤材，他以光學顯微鏡 (light microscope) 觀察藤莖切片，發現此種構造並非

細胞間溝(intercellular canal)，而是一種具細胞壁之管狀構造(tube-like structure)。他並發現在此管狀構造中，每一定間隔即有一突出物之殘留，推測在此構造中應有橫向細胞壁之存在。本研究在掃描式電子顯微鏡(scanning electron microscope)之高倍放大率下，此種所謂的管狀構造清晰可見。在橫斷面上具完整的環狀細胞壁(圖2A)，縱斷面亦可見橫向細胞壁，顯係一經特化(specialized)之薄壁細胞或稱特異細胞。

特異細胞屬大型細胞，而束狀針晶體充塞其2/3之細胞腔，因此20 μ m之薄切片無法檢測針晶體

。Richter (1980)曾以100 μ m厚之切片觀察針晶體，惟在光學顯微鏡下效果較不理想。本研究以2mm正立方體之藤材在掃描式電子顯微鏡下，可輕易地觀察針晶體，並充分解各細胞間之幾何相關位置，以作較正確之判斷。

針晶體為特異細胞之代謝最後產物(李學勇，1987)，屬一分子草酸鈣結晶，能被鹽酸溶解，但不溶於醋酸中，本研究亦同時佐以X光能量散射分析(energy dispersed X-ray analysis)其化學組成，結果顯示針晶體之組成元素主要為鈣元素(圖11A)。

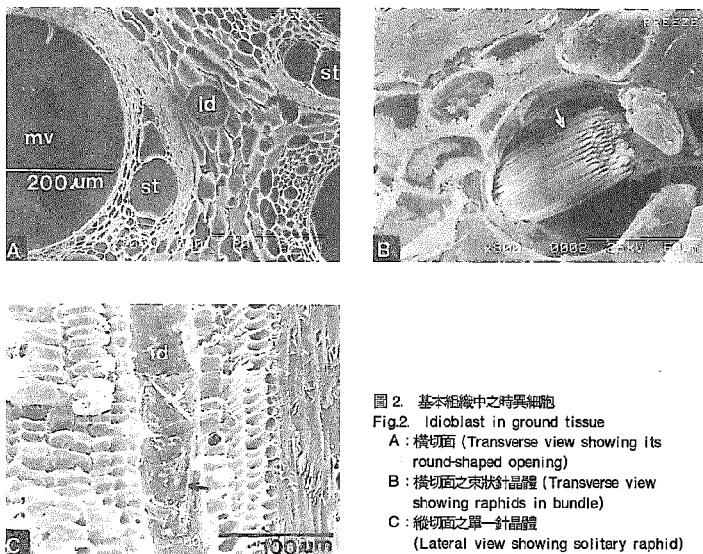


圖2 基本組織中之特異細胞

Fig.2 Idioblast in ground tissue

A: 橫切面 (Transverse view showing its round-shaped opening)

B: 橫切面之束狀針晶體 (Transverse view showing raphids in bundle)

C: 縱切面之單一針晶體 (Lateral view showing solitary raphid)

藤材之基本薄壁細胞中偶有內含物之存在，呈球形或聚生狀顆粒(圖3)。其形狀及發生位置雖與Richter (1980)所述樟科之薄壁細胞中之聚生矽粒(Aggregat silica grains)極為相似。惟經

X光能量散射分析其化學組成，並不含矽元素。在偏光顯微鏡(Polarizing microscope)下具結晶之雙曲射性(birefringence)。因此其是否僅為細胞質之殘留，將待進一步之研究。

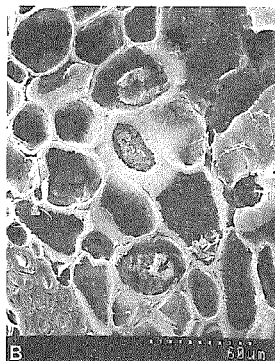
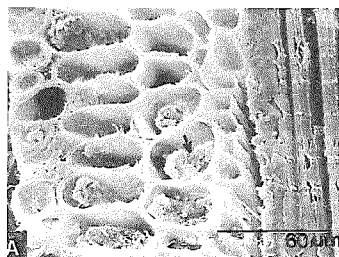


圖 3. 薄壁組織中之聚生狀內含物
 Fig.3. Aggregate grains in parenchyma
 A: 縱切面 (Lateral view)
 B: 橫切面 (Transverse view)
 C: B之放大圖 (Magnified view of B)

由圖4A之掃描式電子顯微鏡立體圖相顯示，緊臨基本組織之剝皮纖維壁上密布簇晶狀顆粒。每一顆粒鑲嵌於一孔穴中，偶有一孔穴含兩顆粒者(圖4B)。這些簇晶狀顆粒互相排列成縱列並發展為面。Licse (1987)亦曾指出二氧化矽顆粒經常存在於蕨材纖維鞘(fiber sheath)及基本組織之界面(interface)。而蔡如濤(1990)則謂簇晶位於臺灣黃藤之薄壁細胞腔中。為進一步確認簇晶狀顆粒發生之位置，本研究乃觀察解析後之蕨材，發現簇晶狀顆粒成縱列密布於纖維壁上(圖5)。每

一顆粒皆為一環狀物所包，狀似重紋孔膜，非屬一完整的細胞。Licse更進一步指出簇晶狀二氧化矽顆粒為一層薄膜所包，與本研究所見略同。簇晶狀顆粒主由犬牙狀及乳頭狀突起物組成，由中心向外分散成集而成聚生顆粒。在偏光顯微鏡下，僅犬牙狀突起部分較具微弱的雙曲射性，乳頭狀突起部分則呈昏暗狀，顯示其結晶度(degree of crystallization)甚低，應屬無晶形(amorphous)。而簇晶狀外圍之環狀物則與細胞壁同具雙曲射性，似纖維維素(cellulose)成分居多。

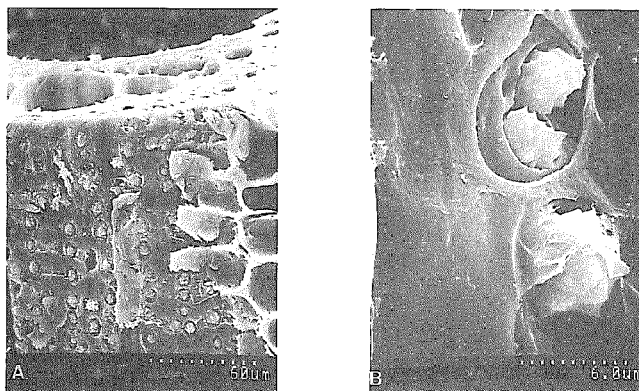


圖 4. 簇晶狀矽粒

Fig.4. Druse-like silica grains

A : SEM 立體圖 (Two-dimensional view of rattan showing silica grains on fiber walls)

B : 縱切面圖 (Longitudinal view showing one or two grains in a pocket)

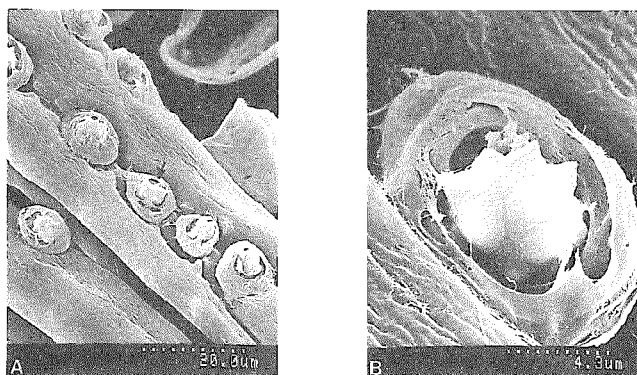


圖 5A. 解析後之纖維態形及其細胞壁上鑲嵌之簇晶狀矽粒

Fig.5A. Macerated fibers showing encased druse-like silica grains

圖 5B. 單一矽粒為一環狀物所包

Fig.5B. Single silica grain embraced by a ring-like membrane

由橫斷面觀察，簇晶狀顆粒明顯的鑲嵌於纖維細胞與薄壁細胞之細胞間隙(圖6)。有些纖維細胞則受其擠壓而變形(圖7)。有趣的是，緊臨纖維細胞之薄壁細胞排列十分整齊，其上並留有簇晶狀顆粒擠壓之痕跡(圖8)，與纖維壁上留下之簇晶

狀顆粒之痕跡相似(圖9)。這些薄壁細胞呈倒臥狀排列(圖8B)，類似木材之射線細胞在弦切面上之排列。Liese (1987) 稱其為鵝卵狀薄壁細胞，堆疊成錢幣串。

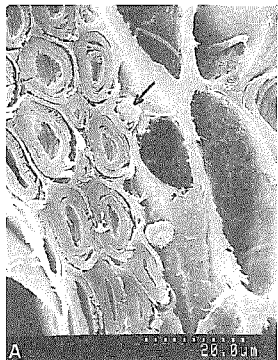


圖 6. 簇晶狀顆粒嵌於纖維細胞與薄壁細胞之間
Fig.6. Druse-like silica grains between fibers and parenchyma cells
A : 橫切面 (Transverse view) B : 縱切面 (Lateral view)

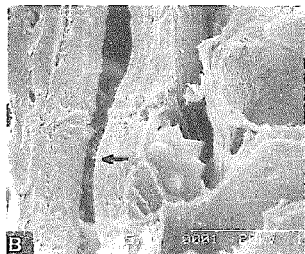


圖 7. 纖維細胞壁因簇晶狀顆粒之擠壓而變形
Fig.7. Deformed fiber cell wall outline caused by the presence of the druse-like silica grain
A : 橫切面 (Transverse view) B : 縱切面 (Lateral view)

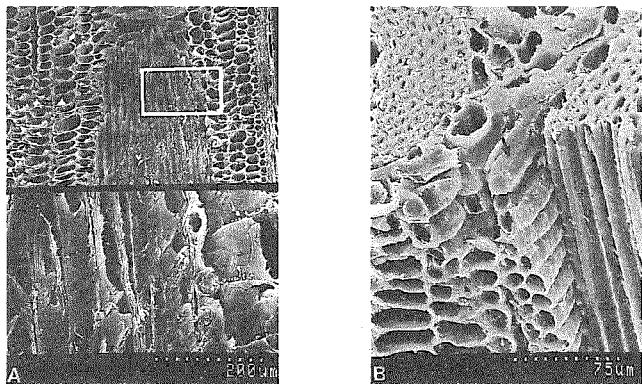


圖 8. 緊鄰纖維之薄壁細胞上之晶痕

Fig.8. Druse-like silica grain trace on the parenchyma cell walls next to bast fiber

A : 縱切面 (Lateral-view) B : SEM之立體圖 (Photographs of SEM)

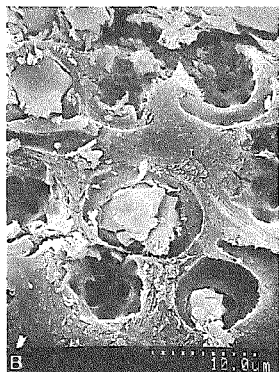
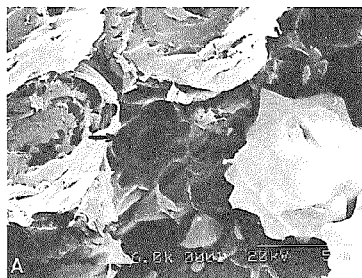


圖 9. 簇晶狀矽粒掉落之痕跡

Fig.9. The pockets where the druse-like silica grains were situated

A : 橫切面 (Transverse view) B : 縱切面 (Lateral view)

由過去之研究報告顯示, 植物組織中之簇晶皆為草酸鈣結晶, 且生長於薄壁細胞之細胞腔中 (Fahn, 1982)。本研究之蘆葦, 除上述特異細胞腔中之針晶體為草酸鈣結晶外, 位於韌皮纖維與基本組織間之簇晶狀顆粒並非屬鈣鹽晶體。其不溶於鹽酸之特性, 且X光能量散射分析主含矽元素及氧元素之情況下, 顯示此簇晶狀顆粒與一般之草酸鈣簇晶在發生位置及化學組成皆不同。此外, 如上所述, 二者之結晶度 (degree of crystallization) 亦有顯著之差異。

X光能量散射分析簇晶狀顆粒雖含氧元素 (圖11B), 但成分甚少, 幾乎幾全為矽元素。惟砂應屬灰黑色物體, 解析 (maceration) 後之沈澱物並未發現其存在, 在光學顯微鏡下仍可見簇晶之外貌。本研究並取二氧化碳之石英做為對照組, 以檢測X光能量散射分析儀對氧元素測定之功能, 結果仍無法檢出實際的二氧化碳中所含之氧氣。張上鎮等 (1988) 研究蘆葦皮矽化細胞之化學組成時, 亦有相同的困擾, 他曾佐以紅外線光譜分析以補X光能量散射分析之不足。Richter (1980) 曾指出, 木材中矽粒之化學組成皆屬 $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。因此由以上之化學組成分析及偏光顯微鏡對簇晶狀顆粒之測試顯示, 此種顆粒應屬矽膠之沈積。

四、簇晶狀矽粒形成之假說

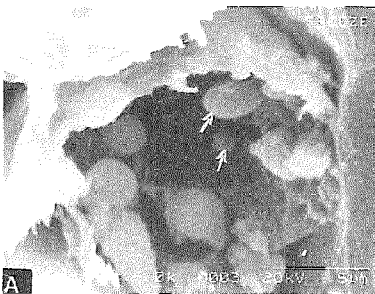
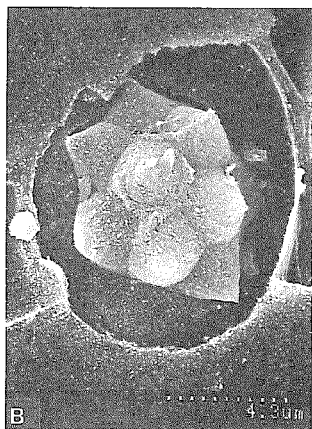


圖 10. 纖維壁上與簇晶狀矽粒對應之孔穴
 Fig.10. Pocket on fiber cell wall
 A: 穴中似乳頭狀之小突起 (Photograph of the first stage of the formation of druse-like silica grain)
 B: 簇晶狀矽粒 (SEM photograph of a druse-like silica grain)

依水分在植物中輸導之理論 (Ellis, 1964), 水分經由根毛或根系吸收, 藉由主動 (輸導作用) 及被動 (擴散作用) 的輸水系統, 水分及溶於其中的土壤成分 (無機鹽類) 由土壤輸送到根部及莖部之厚壁組織 (prosenchyma), 一旦進入葉部, 水中之無機物一部分供生長所需, 一部分則橫向或向下進入篩管及薄壁組織。蘆葦亞熱帶及熱帶植物, 輸水系統極為發達, 具大型導管, 導管上密生許多壁孔。而隨著年齡的增加, 纖維壁層亦增加 (Bhat, 1990), 但纖維壁孔相對較少且小。由於壁孔為水分之通道, 壁孔膜可能阻止水分之流運達70%以上 (Gibson, 1985)。當水分因蒸發及流速減慢時, 水中之二氧化矽濃度漸增, 達飽和而沈澱, 並凝集為矽膠時, 最初在緊臨薄壁細胞之纖維壁上凝集成乳頭狀之突起 (圖10A), 再經長時間之累積, 而凝集成簇晶狀矽粒 (圖10B)。

五、結 論

吧噶蘆 (*Calamus longisetus* Griff) 蘆葦經光學、偏光及掃描式電子顯微鏡觀察細胞內含物及簇晶狀矽粒之形態、結晶度及其在組織中發生之位置, 並以X光能量散射分析儀測定其組成元素。綜合結論如下:



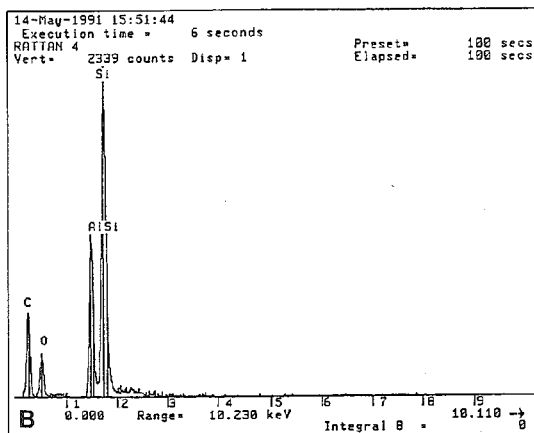
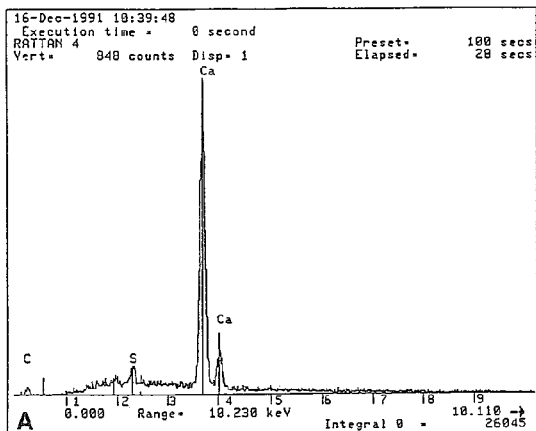


圖 11. X光能量散射分析圖

Fig.11. EDXA diagram

A : 針晶體 (Raphids)

B : 簇晶狀矽粒 (Druse-like silica grains)

(一)細胞內含物

1. 針晶體

發生於基本組織中膨大之特異細胞之細胞腔，屬草酸鈣結晶，單一或束狀。特異細胞呈圓筒形，僅具初生壁，直徑為鄰近細胞之二至數倍。

2. 聚生顆粒

基本薄壁組織之細胞腔中偶有聚生狀顆粒之聚集，在偏光顯微鏡下呈雙曲射性。

(二)簇晶狀砂粒

鄰近基本組織之纖維壁上，密生簇晶狀砂粒，乳頭狀及犬牙狀砂粒由中心向外聚集成簇晶狀結構。結晶度甚小，似屬矽膠之無定形二氧化矽顆粒。

誌 謝

本研究承手工業研究所翁徐得博士供應試材。黃彥三研究員、鄭哲宗博士、楊遠波博士、楊恭志博士提供資料及寶貴意見，王益貞博士、林泗濱博士指導試材製作並慷慨借儀器，銘感五中。劉金蓮小姐、高約仁先生協助試驗，在此一併誌謝。

引用文獻

佐伯浩. 1982. 走查電子顯微鏡圖說。木材的構造。196-198頁。
 張上鎮、黃彥三、顧文君. 1988. 藤之微細組織構造與化學性質。林產工業，7(1)：41-52。
 劉堂瑞、廖日京. 1988. 樹木學。商務印書館，970-971頁。
 吳順昭、王義仲. 1990. 臺灣黃藤之解剖構造研究。中華林學季刊，23(2)：87-10。
 葉如藩. 1990. 臺灣省產藤亞科藤材微細構造之研究(I)臺灣黃藤之微細構造。林產工業，9(2)：87-96。
 Amos, G. L. 1951. Some siliceous timbers of British Guiana. Caribb. Forester 12 : 133-137.
 Amos, G. L. 1952. Silica in timbers C.S.I.R.O. Bull. 267.
 Bhat, K. M. ; W. Liese and U. Schmitt. 1990. Structural variability of vascular bundles and cell wall in rattan stem. Wood Sci. Technol. 24 : 211-224.
 Balan Menon, P. K. 1965. Guide to distrib-

ution of silica in Malayan woods. Malay. Forester 28 : 284-288.
 Bamber, R. K. and J. W. Lanyon. 1960. Silica deposition in serveral woods of N. S. W. Trop. woods. 113 : 48-54.
 Besson, A. 1946. Richesse en cendres et leneur en silice des bois tropicaux. Agron. trop., Nogent 1 : 44-56.
 Burgess, P. F. 1965. Silica in Saba timbers. Malay. Forester 28 : 223-229.
 Curger, H. 1857. Westindische Fragmente. bot. Ztg. 15 : 281-292, 297-308.
 Dransfield, J. 1987. The conservation status of rattan in 1987. Proceedings, international rattan seminar, Chiangmai, Thailand. Ellis, E. L. 1964. Inorganic elements in wood. Proceedings, Cellular ultrastructure of woody plants, N. Y. U.S.A..
 Fahn, A. 1982. Plant anatomy, 3rd ed., Pergamon Press, Canada.
 Frison, E. 1942. De La presence de corpuscules siliceux dans les bois tropicaux en general et en particulier dans le bois du Parinariglabra Oliv. et du Dialium klainei Peirre. Bull. agric. Congo belge 28 : 91-105.
 Gibson, A., H. W. Kalkin and P. S. Nobel. 1985. Hydraulic conductance and xylem sturcture in tracheid-bearing plants, IAWA Bulletin. vol. 6(4).
 Gonggrijp, J. W. 1923. Over paalworm en tegen paalworm bestand hout. Indische Merccuur 46 : 351-353, 369-371.
 Gonggrijp, J. W. 1932. Gegevens betreffende een onderzoek naar Nederlandsch-Indische houtsoorten, welke tegen den paalworm bestand ijn. Meded. Boschbouwproefstat. 25.
 Grosser, D. and W. Liese. 1971. On the anatomy of Asian bamboos, with special reference to their vascular bundles, Wood Sci. Tech. 5 : 290-312.
 Hirata, T., H. Saiki and H. Harada. 1976. Observations of crystals and silica inclusion in parenchyma cells of certain tropical woods by scanning electron microscope. Bull Kyoto Univ. Forest S 44 :

- 194-205.
- Kuster, E.** 1897. Die anatomische charaktere der Chrysobalanen, insbesondere ihre Kiesellagerungen. Bot. zbl. 69 : 46-54, 97-106, 129-139, 161-169, 193-202, 225-234.
- Kramer, P. J. and T. T. Kozlowski.** 1960. *Physiology of Trees*, p. 642. McGraw Hill, N. Y., U.S.A..
- Liese, W. and G. Weiner.** 1987. Anatomical Structures for the identification of rattan. Proceedings, International rattan seminar, Chiangmai, Thailand.
- Murthy, L. S. V.** 1965. Silica in Sarawak timbers. Malay. Forester 218 : 27-45.
- Petrucci, G. B.** 1903. Concerezioni silicea intracellulari nel legno secondario di alcune Dicotiledoni. Malpighia 18 : 23-27.
- Richter, H. G.** 1980. Occurrence, morphology and taxonomic implication of crystalline and siliceous inclusions in the secondary xylem of the Lauraceae and Related Families. Wood Sci. Technol. 14 : 35-44.
- Scurfield, G., C. A. Anderson and E. R. Segnit.** 1974a. Silica in woody stems Aust J. Bot. 22 : 211-231.
- Scurfield, G., C. A. Anderson and E. R. Segnit.** 1974b. Silicification of wood. Scanning electron microscopy, Part 2 : 389-396. I.T.T. Research Institute, Chicago.
- Sharma, M. and K. R. Rao.** 1970. Investigations on the occurrence of silica in Indian timbers. Indian Forester 96 : 740-754.
- Siripatandilok, S.** 1983. Characteristics of epidermal cells in relating taxonomy and quality of rattan canes. R.E.C. Bull. 2 : 3-4.
- Sunell, L. A. and L. H. Patrick.** 1979. Distribution of calcium oxalate crystal idioblasts in corms of taro (*Colocasia esculenta*). Amer. J. bot. 66(9) : 1029-1032.
- ter Welle, J. H.** 1976. Silica grains in woody plants of the neotropics, especially Surinam. Leiden Bot. Ser. No. 3 : 107-142.
- Tomlinson, P. B.** 1961. *Anatomy of the Monocotyledons. Vol. II. Palmae.* Clarendon Press, Oxford. P. 453.
- Wheeler, G. E.** 1979. Raphide files in vegetative organs of *Zebrina*. Bot. Gaz. 140 : 189-98.