
以蘆葦發現史看博物學的探究歷程 與知識發展特性

劉湘瑤^{1*} 王國雄²

¹ 國立臺灣師範大學 科學教育研究所

² 國立臺灣大學 生態學與演化生物學研究所

壹、緒論

在保麗龍和塑膠這類石化工業產品尚未充斥於我們生活的年代，蘆葦芯是當時大家熟悉的美術材料，也是藥罐子裡防潮用的填充物，記得當時物理課本裡還有這麼個實驗，是觀察用細線綁著的蘆葦球，受其他帶電荷物體吸引或排斥的現象，但這個天然好用的材料卻隨著時代的改變，為人們所遺忘。蘆葦這種植物對新竹人而言並不陌生，低海拔山區隨處可見，在民國六十年代之前，蘆葦產業曾經是新竹地區的重要經濟活動，然而，此盛極一時的產業已隨著石化業的興起而式微。近年來，一些文史工作者戮力於重建蘆葦傳統工藝，保存相關的技術及文化，透過耆老訪談、文獻資料回顧和展覽，介紹此項曾為台灣具有代表性的出口產業(洪麗雯，2014)。研究蘆葦紙的時代背景是東西方歷史學者感興趣的題材(如：洪麗雯，2007；Prosser & Singer, 2010)，而本文作者則視其為一科學史案例，意圖重現植物學研究者如何從探尋工藝品的原料植

物，到為其分類命名，所經歷的對某一植物種類知識建立的過程。最重要的是，此事件發生的情境場景與臺灣這片土地密切相關，可做為探討台灣科學知識發展與社會文化交融的一個事例。

科教學者長期以來提倡透過科學史教學提升學生學習科學的興趣，並認識科學知識發展特性、探究方法、科學社群組織、科學與社會交互關係等科學本質的面向(Jenkins, 1994; Matthews, 1994; Niaz, 2012)。融入科學史於科學課程的倡議，雖已納入自然科學課程綱要的編修，然而現行教材中似乎總有缺乏本土題材的遺憾，所引介的科學家或科學知識發展的史例，鮮少與我們自己的人文歷史有關。本文作者在追蹤臺灣植物的採集和命名記錄時，赫然發現蘆葦可稱得上是臺灣第一個被正式命名的原生植物。這段發現命名的過程，要歸功於一位英國植物學家長達二十多年的探究，然而事件的發生卻是在一個中西文化衝突的時代背景下。透過分析當時的論文著述，我們可以窺見植物學家的思維模式以及植物學的核心研究活動，比對該時期的歷史背景，更凸顯出對生物物

*為本文通訊作者

種的研究動機與經濟文化活動是如此密切相關。作者希望介紹這個科學史例，以作為生物科的科學探究和科學本質教學的可能素材。

貳、古今中外對蘧草的認識

本文的主角植物在各類植物誌或圖鑑中出現多個名稱，常見的有「蘧草」或「通草」以及「通脫木」(可查閱「臺灣植物資訊整合查詢系統」<http://tai2.ntu.edu.tw/>)。通草的名稱最早見於中藥學專書《神農本草經》，約成書於秦漢期間，原書早已佚失而不可考，根據唐代後人陳藏器在其所著的《本草拾遺》推論該書為中國最早出現的藥學典籍；關於蘧草比較確切可信的紀錄，見於《建康實錄》所記載的晉惠帝(西元 259-307 年)曾命宮女準備五彩蘧草紙花作為節慶裝飾用(Tsai, 1999)，由功用上看來與現有物種一致。至於以《神農本草經》為依據所撰寫的《本草拾遺》中記錄有：「通脫木，生山側。葉似葶麻，心中有瓢，輕白可愛，女工取以飾物。」其植物形態特徵與功用，無庸置疑是本文主角物種，但後續的文獻又出現了名稱錯亂的情形。以北宋時期蘇頌的《本草圖經》所描述之通草，為藤本植物，實際上是木通科(Lardizabalaceae)的植物，唯文中另有加註民間所稱之通草應為通脫木。明朝李時珍的《本草綱目》清楚區分出木通科通草和與五加科通脫木，並視為兩種不同的植物，具有不同的藥性，可惜卻將兩者皆歸在草部，而非木部，於是，清朝之後的文

獻則將通草的通加上了草部，成為現今的蘧草一詞。近代植物分類學將植物定義為草本或木本，在研究上是有特定意義的，然古代中國對此區分定義是相當混淆的。現有植物圖鑑中多將蘧草與通脫木互為別名，另也有參考日本學者金平亮三(Kanehira, 1917)所著的《臺灣樹木誌》，將蘧草定義為「通脫木的莖髓」，而通脫木則視為植物名之說(劉棠瑞，1962)。由此可見，我國古籍語言中出現同物異名和一物多名的問題，確實常造成後人考證不易，以至於經驗知識難以傳承(劉廣定，2002)。暫且不論植物名稱的正確與否，從古籍紀錄中可發現，蘧草在民間的應用歷史非常悠久，除了藥用之外，早在一千多年前就已用於人造花的製作。清朝時期編寫的台灣地方志，也清楚記載蘧草廣泛分布於台灣西部各地，且有蘧草運銷廣州、廈門等沿海一帶的商業活動(程存洁，2008)。由上述文獻在名稱上的辯證看來，此植物的中文名似以通脫木較為適當，但因中草藥和民俗工藝多沿用蘧草的名稱，本文欲以歷史的角度瞭解人們如何建構對此物種的認識，故暫且選用通俗的名稱。此植物亦為臺灣客家人熟悉的童玩民俗植物，普遍分佈在台灣中部以北到東部地區的低地和中海拔山區，為重要的臺灣原生植物。

西方人真正認識蘧草植物，應該從清朝中西文化交流衝突的時代背景下的藝術品外銷產業說起。歐洲自十五到十七世紀地理大發現時代以來，靠著遠洋技術的發展，到亞洲地區收集物產，開拓商業貿易

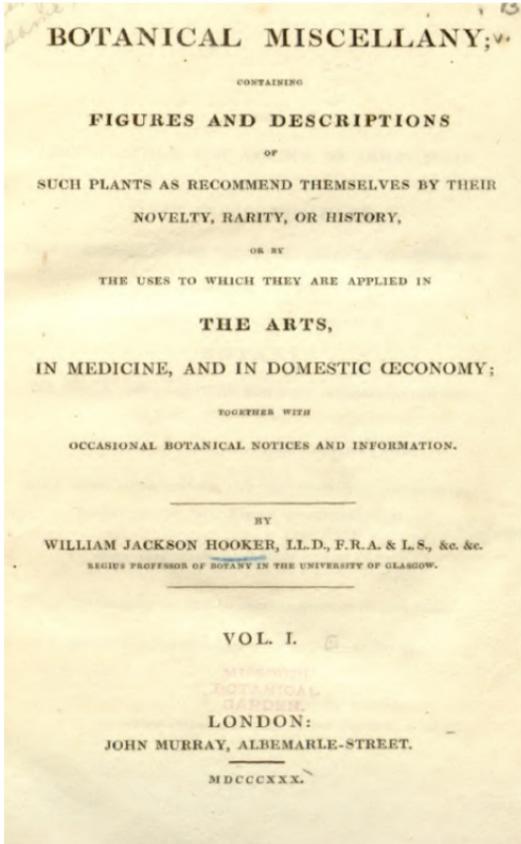
路線，同時也掀起博物學熱潮。十七世紀末到十八世紀，歐洲掀起「中國風」(法文 *chinoiserie*) 的熱潮，西方人爭相收集具有中國文化特色的器物(如：錦繡、瓷器、茶葉等)，蔚為時尚。其中如法國的耶穌會傳教士 Francis Xavier d'Entrecolles(中名：殷弘緒)在 1712 到 1722 年間的信件，除詳細介紹中國瓷器的作法外，也提及人造紙花的製作，此為最早的蘆葦紙花的西方文獻記載(Kerr & Wood, 2004)。清朝中晚期，中國逐漸開放貿易通商口岸，文物交流也越趨興盛。約自 1820 年起，廣州一帶興起一種融合中西風格的外銷水彩畫，而這些畫作的紙張潔白透亮，與一般由植物纖維製成的紙張不同。這種紙張當時被稱為米紙(*rice paper*)，讓人們誤以為是由白米做成，然而自然博物學家對它的好奇與探究卻是從這個誤用的名詞開始。自林奈的《植物種誌》(1753 年)訂定了命名法之後，此時的歐洲植物學家們熱衷於生物分類學，新種發表更為此領域重要的科學活動。「米紙到底是從什麼植物而來的？」這類問題不但深深吸引學術研究者的興趣，其背後更具有經濟利益(原料來源)的需求，當時西方各國集結航海探險家和科學家們對新世界的產業與潛在商品進行開發和研究工作，以發展國內產業經濟。製造米紙的植物終於在 1852 年由威廉·胡克(William J. Hooker, 1785-1865)命名為 *Aralia papyrifera*，並以拉丁文描述特徵，在英國皇家植物園期刊上正式發表，現用學名經後人修訂為 *Tetrapanax papyrifera*

(Hook.) K. Koch，仍歸屬五加科。

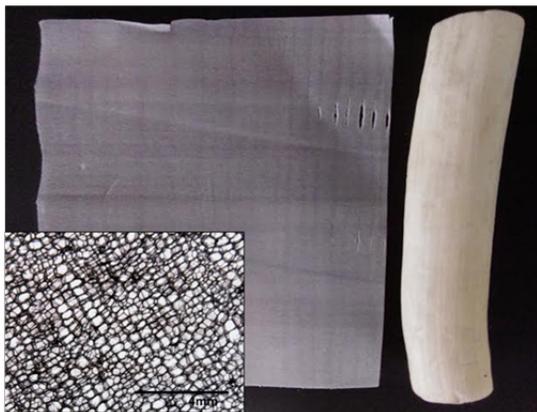
參、蘆葦命名的探究與論證歷程

著名的英國植物學家威廉·胡克是蘆葦發現史中最重要的人物，他在 1841 年當上英國皇家植物園(Royal Botanic Gardens, Kew 又稱邱園)園長。邱園是世界上最大的植物園，除了佔地龐大的園林之外，還有目前收藏量最豐富的植物標本館和經濟植物博物館，由於威廉·胡克的努力，在其擔任園長任內即已具有如此規模。他的兒子約瑟夫·胡克(Joseph D. Hooker, 1817-1911)是達爾文的摯友，隨後也繼任園長，將當時英國的植物分類學研究帶上巔峰。

胡克第一篇描述蘆葦紙的文章是在 1830 年他創刊編輯的植物學叢刊中，該刊物的副標題明白指出特別收錄稀有、新穎且具有經濟價值的植物種類(圖一)。這篇文章是從米紙這個產生錯誤聯想的名詞開始談起，他如此描述這種紙張的獨特性：「如果把這張紙舉起透著光，眼睛可以看到精緻的、美麗的格子狀組織，那不是人工可以製造或模仿出來的。」(Hooker, 1830: p.89)所述的格子狀組織，就是我們現在所知的蘆葦髓心的薄壁細胞，姑且不論細胞是否真的可以用肉眼看得到，實際觀察蘆葦紙的質地，潔白透明，透光後觀察，確實可發現蘆葦紙紋路具有規則性，輔以光學顯微鏡即可見六角狀細胞緊密排列(Nesbitt, Prosser & Williams, 2010)，絕非一般紙張或糯米紙可擁有的特徵(圖二)。



圖一：胡克主編的植物學期刊封面（引自密蘇里植物園數位典藏資料庫 Missouri Botanical Garden, Peter H. Raven Library）



圖二：蘆草樹幹的髓心與剝製成的蘆草紙（ $9 \times 9 \text{cm}^2$ ），左下為使用簡易放大設備透光可看到的薄壁細胞

實際上，顯微鏡對十九世紀的科學家們早已是不可或缺的工具。在胡克之前，一位物理學家(David Brewster) 就曾經於 1822 年在愛丁堡皇家學會，宣讀過一篇研究米紙構造的文稿，後續刊登在 1825 年期刊的科普專欄中。文中主要描述米紙浸泡水或油之後質地的變化，以及在顯微鏡下所觀察到的構造：「具有長六角形的細胞，長邊平行於紙張表面...像其他植物的膜一樣，其細胞縱向隔膜有偏光的效果 (Brewster, 1825:p.136)」。他已經清楚觀察到米紙有細胞的構造，但最後這位物理學家卻以道聽途說的方式，為這個材料的名稱下了結論：「是自然學者所稱的麵包樹 *Artocarpus incisiifolia* 的膜(p.136)」。畢竟物理學者有興趣的是物質的性質，而生物學者則在乎的是本體，意在尋找區別的特徵以確定該物質的來源。

胡克為了探討米紙這個材料的來源，在中國尚未開放通商的年代，只得透過當時在廣州商館擔任醫官的約翰·利文斯通 (John Livingstone) 取得一疊米紙和一段植物的髓心，利文斯通是園藝學會會員，發表許多有關於中國園藝植物的重要報告。除了他之外，這時在廣州聚集了對中國動植物有興趣的博物學家，在外國人有限的活動範圍裡，積極將收集到的乾燥和活體標本，或以圖畫記錄的物種資料，藉由商船傳遞，與母國或派駐於其他殖民地(如：東印度)的博物學家相互討論交換訊息。胡克在這樣的情況下對他所取得的那段植物莖做了這樣的描述：

[這段植物的莖]明顯是草本；大約四英吋長，中空，兩端有橫向的隔膜，應該是莖的節。莖的半徑約一英吋，薄壁物質的部位[髓心]厚度約有半英吋多，極為純白。(Hooker, 1830: p.89)

在此時，胡克判斷這種植物為草本並非毫無根據，他曾詢問過英屬東印度公司的哈德威克少將(Thomas Hardwicke)關於印度紙花植物。哈德威克長期駐守於印度，對博物學充滿興趣，1813年自薦加入英國皇家學會會員，回到英國後，還與知名動物學家合著印度動物圖誌。他在信中詳細地告訴胡克，在印度這種紙花植物是生長於濕地的一種俗稱 Shola 的豆科植物(*Aeschynomene paludosa*)，是一年生草本植物，當地人也是取其髓心縱向環切成薄片作為紙花的材料。自此之後，蘆草就常與印度的 Shola 混為一談(Anonymous, 1837; Nesbitt et al., 2010)。

1850年，中國開放通商後十年，胡克再次獲得廈門領事萊頓(J. H. Layton)寄來髓心標本和製作米紙的刀具，並撰文記錄該植物生長在臺灣島(當時稱為福爾摩沙)北部的沼澤地，茂密成林(Hooker, 1850a)。此時，胡克已知道這種生長於台灣的米紙原料，不是草本植物，而是可生長成林的喬木。此外，他也收到一疊畫在米紙上記錄米紙製作過程的繪畫，是一位英國商人(C.J. Braine)寄給皇家植物園的收藏。歐洲人早在十七世紀就以花卉植物繪畫作為植物學研究的科學數據和知識交流的媒材(Fan, 2004)，然而，業餘博物學

工作者和雇請的中國畫匠所具有的專業知識有限，繪畫作品的重點也就不一定能提供植物學分類鑑定所需的資訊。這一系列十一張圖上的中文圖說依序為：揀種、浸種、蒔種、除筴、斬樹、浸膠、刮膠、除衣、切紙、曬紙、捆紙和裝箱(Nesbitt, Prosser, & Williams, 2010)。胡克當年對其中兩張圖(圖三)的植物特徵做了如此描述：

圖 3[D]. 我們看到一叢植物，比旁邊的棚子或涼亭還高……像巨型的蘆筍頭，但頂端有太多的分支，到底是枝條還是葉子？

圖 5[F]……其中一段的莖，其錐形基部有一些纖維，像棕櫚或其他單子葉植物……(Hooker, 1850b: p.252)



圖三：胡克 1850 年文章描述的米紙製作過程圖收藏於邱園(文件編號 EBC 79765)(引自 Nesbitt, Prosser, & Williams, 2010)

從觀察莖的特徵，他認為應該是雙子葉植物，但這張圖卻看似單子葉植物，此外，圖中所呈現的植株大小與收集到的紙張大小相比，也有過於誇大之嫌。因此，在這篇文章的描述中，胡克對這些圖的資

訊正確性充滿了懷疑，並表達熱切期望廈門領事館的人能收集到完整的標本。

十九世紀英國博物學研究的盛行，可由博物館、植物園和標本室的豐富收藏看出，不論私人或官方都會雇請採集人到世界各地採集，或透過收購獲得重要的活體或乾燥標本，貿易商船艦隊也常有隨行的博物學者到各地進行動植物資源的調查，其中，達爾文的小獵犬號之旅(1831-1836)就是個典型的例子。撰寫 1850 年的文章時，威廉·胡克已擔任邱園園長多年，致力於收集標本作為經濟植物博物館的館藏，對米紙植物的探詢經歷了二十年，至此時仍舊未能取得葉和花的部位，幸虧當時的香港總督包令(J. O. Bowring)和廈門領事萊頓，全都盡力探究這個問題。

根據胡克 1852 年的文章描述(Hooker, 1852: p.51-52)，廈門領事館萊頓去世後，他的遺孀(S.D. Layton)仍繼續協助收集蘆草標本，萊頓女士說服一位「年老但勇敢的中國海軍將領」幫忙到臺灣採集，但在事成之前這位將領就去世了，之後又找了兩位信差到臺灣採得活體植物，最後只有一棵成功上了回英國的商船，但因禁不起長途航行，到胡克手上只剩葉子的標本。這篇文章也記載香港總督包令的信，描述蘆草在臺灣島上分佈的地點，更記錄了蘆草紙是新竹地區大量生產的工藝品。從這段記錄中可以確定的是，1852 年之前胡克已透過香港和廈門等地的英國人到臺灣取得植物標本。台灣博物學史大多認定最早有資料可循的在台灣採集之歐洲人是「英

國人福鈞(R. Fortune)在 1854 年 4 月登陸淡水」(吳永華，1999；楊遠波、彭鏡毅，2002)，事實上福鈞在淡水採集時，已清楚寫下由胡克所命名的蘆草學名(Fortune, 1857: p.232)，因此，在台灣最早的採集記錄和物種，應該要納入胡克探究蘆草的這段史實。

胡克是在比對手上殘存乾燥的葉子標本，和業餘博物學者約翰·里夫斯(John Reeves)雇人繪製的米紙植物彩圖後，確定這種植物應歸類為五加科，正式命名為 *Aralia papyrifera*。有趣的是，與胡克這篇文章發表的同年同刊物上，出現另一篇文章介紹通脫木，作者翻譯李時珍本草綱目有關該植物的藥性之外，並將其歸類為錦葵科(Malvaceae)的植物(Seeman, 1852: p.25)，前述里夫斯的彩圖，光從葉形判斷，也曾被懷疑是錦葵科的植物(Perdue & Kraebel, 1961)。植物學家胡克的圖，增加了葉背絨毛的觀察並加以細部描繪，配以莖、髓心和薄壁細胞的解剖小圖，繪製成一張彩圖，刊載於 1852 年這篇文章(圖四)，加上物種命名所必須的拉丁文描述，始完成對此植物物種正式的科學命名，使得蘆草成為第一個以拉丁文命名發表的台灣原生植物。值得注意的是，此彩圖中並沒有花和果實，因為胡克到此時仍未見到這些部位。花序的特徵是區別五加科和錦葵科植物的重要依據，在缺乏這些訊息的狀況下，能正確地鑑定和歸類物種，必須具備豐富的植物分類學的經驗知識。



圖四：胡克 1853 年命名蘆葦時依據的植物模式圖(Hooker, 1853, plate I & II, 論文影像取自 Biodiversity Heritage Library)

胡克持續在 1853 年的文章中討論蘆葦在台灣的地理分佈和繁殖方式(Hooker, 1853: p.80)，其記載的分佈地，因古地名的拼音不易考證，但初步看來，應有紀錄於現今的基隆山和新竹一帶的低地山區，與先前認為只生長在潮濕的沼澤地不同。至於生長方式，胡克從香港總督包令的信獲得更多的訊息，提及蘆葦是以像竹子一樣以匍匐莖的無性繁殖方式大量栽植，而非以種子繁殖。在該文的註解處，胡克仍舊對此植物的繁殖方式保持懷疑，他終究未曾到過中國和台灣，所有訊息都不及眼見為憑。最後終於在包令的努力下，成功

地將活的蘆葦運回英國，種在邱園裡，1855 年 12 月這棵植株開了花，讓胡克能更進一步觀察描述蘆葦的特徵(Hooker, 1856)，同時他似乎也預見了五加科分類群的不完美，且將此想法記錄在 1856 年的這篇文章中。果然，德國植物學家 Karl Koch 於 1859 年將蘆葦提升為一個獨立的屬，更名為 *Tetrapanax papyriferus*(相關記錄可查詢世界植物名錄網 <http://www.theplantlist.org>)。閱讀蘆葦發現史至此，筆者不禁要讚嘆蘆葦的地位和功勞，因為這個物種讓西方植物學家花了數十年的時間持續撰寫論文探討，更因此造成一個植物分類群組成的變動。

肆、科學探究與本質的教學應用

自古以來，人類透過探究求取新知，認識周遭世界，而科學的探究是其中一種認知途徑，用以瞭解物質和自然世界的現象與規律，尋找問題的答案。近年來所提倡的科學課程與教學，多強調科學探究歷程的學習(Loucks-Horsley & Olson, 2000)。一般認為，科學探究活動應包括：提出問題、設計研究、收集資料、分析並提出解釋、發表研究成果等步驟，然實際的科學探究並無固定的流程，且瞭解科學探究的特性（本質）與具備探究的實作技能一樣重要(Flick & Lederman, 2004)。本文藉由一段西方人探究臺灣植物的歷史，介紹其中的科學探究歷程及特性。若追溯自古希臘時期，植物分類學可謂生物科學領域最早的學科，具有很深的歷史根源(Farber, 2000; Stuessy, 2009)。本文介紹者為一植

物分類學研究的典型案例，呈現出植物學家的好奇和提問，以及如何取得材料（即植物標本）、描述特徵到鑑定類群和命名的過程，充分代表此科學領域知識發展的特性。再者，事件發生的時代背景在十九世紀，西方國家藉由科學技術發展得以拓殖到其他地區，而事件中的題材來自於中國沿岸開港通商後，西方人對中國文化和物產的好奇所進行的科學研究，因此可用以探討科學與社會文化的關係。

一、科學探究歷程及特徵

此處先歸納詮釋此案例所呈現的科學探究歷程及特徵：

(一)探究起源於好奇與疑問

透過對事物的細心觀察和紀錄，發現有興趣的題材和需要進一步尋找證據驗證的問題，持續收集相關資料訊息時，也隨時保持疑問，評估資料訊息的可信度和證據力。從本文的案例，大致可看到植物學家胡克在探究蘆葦的過程中，所提出的一系列的問題，如：「蘆葦紙與其他紙張有何不同之處？」所觀察到的不同處意謂著有需要進一步探討「製作蘆葦紙的原料和方法為何？」當知道是由植物的髓心切製而成，「到底是何種植物」則成為重要的問題；當描述所獲取的各類記錄時，胡克的文章也呈現出他的疑問，如：這種植物「是木本還是草本？」「是單子葉還是雙子葉？」「應該屬於哪個分類群？」「實際生長的环境

和繁殖的方式為何？」這些問題引導著胡克對蘆葦長達二十多年的探究。另從現今的觀點，中文名應該是蘆葦還是通脫木，也可以是值得辯證的問題。

(二)收集證據尋求解釋或答案

前述所列的都是植物分類學領域有意義的問題，從事此領域研究者也都知道尋求解答的方法，即是取得完整的植株或標本。雖然直接而具體的資料是建立科學知識的最佳途徑，然而在不同的時期階段和不同的條件限制（如儀器設備）下，所獲得的訊息並非皆能眼見為憑，運用間接資料交叉檢驗，也是科學家用來論證、推理和解釋的重要方法。在這個歷史案例的年代，旅行是件不易的事，想像達爾文在小獵犬號航程中就耗費了五年的時間，胡克未能親自旅行到中國地區觀察蘆葦，只得請託他人到當時尚未開港通商的臺灣採集，再將植物活株運回英國，過程中需要克服許許多多的困難。胡克論述驗證蘆葦這種植物，憑藉的資料或證據包括了紙張成品、莖和髓心、製作工具、繪畫、信件等記錄，而其命名物種的存證記錄是詳細描繪特徵的彩圖，目前尚未查到當時命名依據的標本(模式標本)，然 1855 年在邱園開花的蘆葦活株，據了解仍代代相傳的生長在邱園裡，算是供人比對物種和見證百年歷史的活體標本。

(三) 論證為科學知識確立的主要過程

胡克每篇關於蘆葦紙的文章，都是一套科學論證，以 1830 年的文章為例，其主張(claim)為「米紙並非米做的，而是來自植物的髓心」，證據(evidence)包括了紙張有細胞構造、利文斯通提供的莖與髓心標本、與哈德威克的通信內容等，整篇文章以這些僅有的證據說理(reasoning)，以植物解剖學的理论規準(theoretical criteria)支持其對米紙植物所做的推論。科學論證的正當性和權威性是建構在證據的豐富度和論理的周延性，評判標準則取決於各學科領域的規範(Sampson, Grooms, & Walker, 2011)。邱園園長胡克從事植物分類學研究多年，憑著豐富的經驗知識，判讀各類資料訊息，即使尚未取得完整植株的直接證據，仍能正確鑑定命名該植物。其文章裡詳細記錄證據的資料來源，及如何評估資訊的可信度，呈現此學科領域的論證形式。

(四) 研究成果的溝通與分享

科學研究成果的發表是重要的科學活動。胡克在 1830 年到 1856 年間為蘆葦紙植物寫了五篇文章，皆發表在其任職機構—邱園的官方刊物上，以現今觀點看來，其本身即為刊物的發行者和作者，並沒有同儕審查的機制。然而在那個時代，分享研究心得和新發現的博物學文章，設定的讀者並非僅限於專業社群的同儕，更常是針對

一般大眾可以瞭解的內容所撰寫的科普文章。當為了符合專業發表，如在生物分類學領域的新種命名，文章中則出現以拉丁文描述特徵和指定的圖或標本，具備這些特徵即被現代專業社群認可為合法發表，標本證據及相關描述即為他人檢核的依據，胡克 1852 年的文章即是植物分類學新種發表的典型格式。

二、科學本質特徵

科學史或科學家故事常被視為科學本質教學的素材，但前提是教學者必須能分析出史例或故事中的科學本質面向，並判斷合適的教學時機和方法，才可能以科學史教學達成科學本質的學習目標(邱奕華、劉湘瑤, 2014; Flick & Lederman, 2004)。參考美國 AAAS 的 Project 2061 出版的書中將科學本質分為科學知識的本質、科學方法的本質、和科學事業的本質等三個向度(AAAS, 1993)，前段所述的科學探究歷程特徵，即已反映了科學知識和科學方法的本質，例如：從蘆葦的命名過程可看到植物分類學知識隨著新的觀察證據的出現而改變，以及科學探究起源於人類對自然事物的好奇與提問。以下再提出三項科學本質特徵，以強調本史例呈現的科學方法和科學事業的本質內涵：

(一) 經驗和觀察是科學知識形成的重要根據

經驗證據是解釋自然現象的重要依據，但許多科學知識的建構並非來自

於對自然現象的直接觀察。此案例所分析的胡克的論文，所呈現的是他如何從間接的資料和證據，包括不完整的標本、信件、口述資料和繪圖等，逐步勾勒出此植物的全貌。經驗證據的獲得和再現是科學活動中重要的一環，以分類學研究領域而言，標本的保存與資訊的獲取，皆是建構物種分類的重要推論依據。

(二) 觀察與推論是理論負載的

科學家的先備知識、經驗、預設觀點都可能影響他們提出的問題，和如何進行觀察、分析與解釋資料。如前段所述，胡克憑藉豐富的植物分類學知識，在尚未取得完整植株的直接證據，即能完成物種的鑑定和命名。在胡克正式發表該物種的前後，也曾有人判斷為不同的分類群，也就是為此物種的分類地位提出了競爭理論，而胡克身為邱園園長，專業的經驗和權威使其正確命名的紀錄持續保留至今。

(三) 科學與社會文化密切相關

科學是社會文化的產物，受到政治、經濟、地理歷史、思想價值觀等因素影響，科學也影響著社會的發展和文化的變遷。此案例引介的博物學研究與歐洲地理大發現和殖民主義的背景息息相關，植物學家胡克所探究問

題即源於當時的經貿文化交流，為獲得物種鑑定的證據資料，也仰仗個人的社群網絡和資源。當時的經濟植物學研究，為貿易通商資源開發提供重要的資訊，同時也將中國沿岸和臺灣的產業文化傳播到西方國家。

表一簡要列出筆者觀察蘆草事件中所反映出的科學本質向度和內涵。就整部博物學史而言，此案例雖只是冰山一角，卻不失為一個中小學生物科教學的好題材。本文藉由介紹蘆草的發現和命名歷程，分析其中科學探究的特徵和科學本質的面向，期望能拋磚引玉，轉化為教學實例。舉例而言，若以科學史布置情境，可設計科學史小品文作為閱讀素材，搭配提問讓學生反思科學家從事探究的歷程和科學知識發展的特徵；或以當時學者對米紙植物所提出的各種分類群的競爭理論，引導學生收集分類型態特徵的證據，學習建構科學解釋和論證(Osborne, Erduran, & Simon, 2004)，並發覺科學論據中的理論負載性；抑或以類似案例中科學家所提出的探究問題(例如：蘆草主要生長在沼澤地還是低地山區)為題材，讓學生設計研究流程或方法，實際觀察操作和蒐集資料，最後提出結論，發表研究專題成果等，以親身體驗科學探究的歷程。

表一 蘆葦史例中的探究問題之科學本質內涵

	蘆葦史例事件概述	對應的科學本質內涵
科學知識的本質	胡克對米紙植物的習性特徵描述隨著取得更完整的資料而足以確定命名新物種，後續也使五加科的分類群組成有所變動。	科學知識隨著新的觀察證據的出現而改變（科學知識的暫時性）
科學方法的本質	<p>胡克探究蘆葦的過程提出一系列的問題，持續尋找證據，並多方檢證評估資料訊息的可信度和證據力。</p> <p>胡克論證蘆葦物種及分類群，透過觀察各種直接和間接的資料，包括：乾燥的植物片段、手繪圖、信件記錄，直到最後得以觀察到開花植株。</p> <p>胡克憑著豐富的植物分類學經驗知識，即使尚未取得完整植株的直接證據，仍能正確鑑定命名該植物。</p> <p>胡克至少撰寫了五篇文章介紹米紙植物，1852年以拉丁文正式命名發表此物種，指定手繪圖譜或標本作為他人檢核的依據</p>	<p>科學探究起源於好奇與疑問</p> <p>經驗和觀察是科學知識形成的重要根據</p> <p>觀察與推論是理論負載的</p> <p>科學研究成果透過公開發表接受檢驗</p>
科學事業的本質	<p>蘆葦工藝品引入西方，胡克視蘆葦為重要的經濟植物，需要確認物種。</p> <p>胡克透過各種管道獲得物種鑑定的證據資料。</p>	<p>科學探究問題與時代背景和社會、文化、政經因素息息相關</p> <p>科學家社群網絡和資源交流</p>

參考文獻

- 吳永華(1999)：台灣植物探險：十九世紀西方人在台灣採集植物的故事。臺北：晨星出版社。
- 杜少虎(2008)：清末通草紙水彩畫中的中國民俗。美術研究，1，64-67。
- 邱奕華、劉湘瑤(2014)：科學史教學對學生科學認識觀與概念學習的影響：不同教學順序的比較。科學教育學刊，22(3)，307-330。
- 洪麗雯(2007)：藝術與產業的交會：清末臺灣蘆草之運銷。臺灣學研究，4，61-76。
- 洪麗雯(2014)：天使的羽翼：蘆草工藝之風華再現。新竹：新竹市文化局。
- 程存洁(2008)：十九世紀中國外銷蘆草水彩畫研究。上海：古籍出版社。
- 楊遠波、彭鏡毅(2002)：臺灣植物概況。載於楊遠波、劉和義編著：臺灣維管束植物簡誌第六卷(pp.1-8)。臺北：行政院農業委員會。
- 劉棠瑞(1962)：臺灣木本植物圖誌。臺北：臺灣大學農學院。
- 劉廣定(2002)：中國科學史論集。臺北：臺灣大學出版中心。
- American Association for the Advancement of Science [AAAS] (1993). *Benchmarks for science literacy*. NY: Oxford University Press.
- Anonymous. (1837). On rice paper. *Magazine of Botany and Gardening, British and Foreign*, 3, 39-40.
- Brewster, D. (1925). On the structure of rice paper. *The Edinburgh Journal of Science*, 2, 135-136.
- Fah, F. T. (2004). *British Naturalists in Qing China: Science, Empire, and Cultural Encounter*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Farber, P. L. (2000). *Finding order in nature: The naturalist tradition from Linnaeus to E.O. Wilson*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Flick, L. B., & Lederman, N. G. (Eds.) (2004). *Scientific inquiry and nature of science*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Fortune, R. (1857). *A residence among the Chinese: Inland, on the coast, and at sea*. London: John Murray.
- Hooker, W.J. (1830). Some account of the substance commonly known under the name of rice paper. *Botanical Miscellany*, 1, 88-91.
- Hooker, W.J. (1850a). Chinese "rice-paper," or "Bok-Shung." *Journal of Botany and Kew Garden Miscellany*, 2, 27-29.
- Hooker, W.J. (1850b). Chinese "rice-paper." *Journal of Botany and Kew Garden Miscellany*, 2, 250-253.
- Hooker, W.J. (1853). The rice-paper plant. *Journal of Botany and Kew Garden Miscellany*, 5, 79-84.
- Hooker, W.J. (1856). *Aralia papyrifera* rice-paper plant. *Curtis's Botanical Magazine*, 4897.
- Jenkins, E. W. (1994). HPS and school science education: Remediation or reconstruction? *International Journal of Science Education*, 16(6), 613-623.
- Kanehira, R. (1917). *Formosan trees: An Account of Trees, Shrubs, Bamboos, Palms and Tree Ferns*. Taihoku: Bureau of Productive Industries Government of Formosa.
- Kerr, R. & Wood, N. (2004). *Science and civilisation in China, vol. 5, Chemistry and chemical technology, part 12. Ceramic technology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Loucks-Horsley, S., & Olson, S. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington DC: National Academies Press.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- Nesbitt, M., Prosser, R. & Williams, I. (2010). Rice-paper plant – *Tetrapanax papyrifera* the gauze of the Gods and its products. *Curtis's Botanical Magazine*, 27(1), 71-92.
- Niaz, M. (2012). *From 'science in the making' to understanding the nature of science*. NY: Routledge.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science*

- Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Perdue, R.E. & Kraebel, C.J. (1961). The rice-paper plant: *Tetrapanax papyriferum* (Hook.) Koch. *Economic Botany*, 15, 165-179.
- Prosser, R., & Singer, B. (2010). Chinese painting on Pith: A unique painting support. *Manuscripta Orientalia*, 16(2), 57-67.
- Sampson, V., Grooms, J. & Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95, 217-257.
- Seeman, B. (1852). Abstract of a journal kept during the voyage of H. M. S. Herald. *Journal of Botany and Kew Garden Miscellany*, 4, 18-26.
- Stuessy, T. F. (2009). *Plant taxonomy: the systematic evaluation of comparative data*. New York: Columbia University Press.
- Tsai, F.-W. (1999). Historical background of *Tetrapanax* pith paper artifacts. *ICOM Ethnographic Conservation Newsletter*, 19, 6-10.