



p2 開枝散葉，百花齊放—「科學大使」贈徵典禮有感	p3 崛起的生態監測 普查工具—環境DNA	p4 植物園的臺灣原住民族植物系列(六) 海岸林	p5 臺灣茶界的明日之星：有機茶	p6 粒子與波的雙重性—物質波篇	p7 完全變態昆蟲的成蟲還會再蛻皮嗎？(二)
------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------------

國立自然科學博物館，除了臺中市北區的本館館區外，尚包括位在霧峰區的「921地震教育園區」、南投縣鹿谷鄉的「鳳凰谷鳥園生態園區」及竹山鎮的「車籠埔斷層保存園區」。各區除了生動有趣的常設展及特展之外，尚包括世界級的現地保存遺址、戶外的現生動植物活體展示及大自然景觀，呈現出豐富、多元的博物館面貌，歡迎您的光臨！

## 「玉言故事：臺灣玉傳奇」特展

文—劉憶諄、何恭算·圖—劉靜文

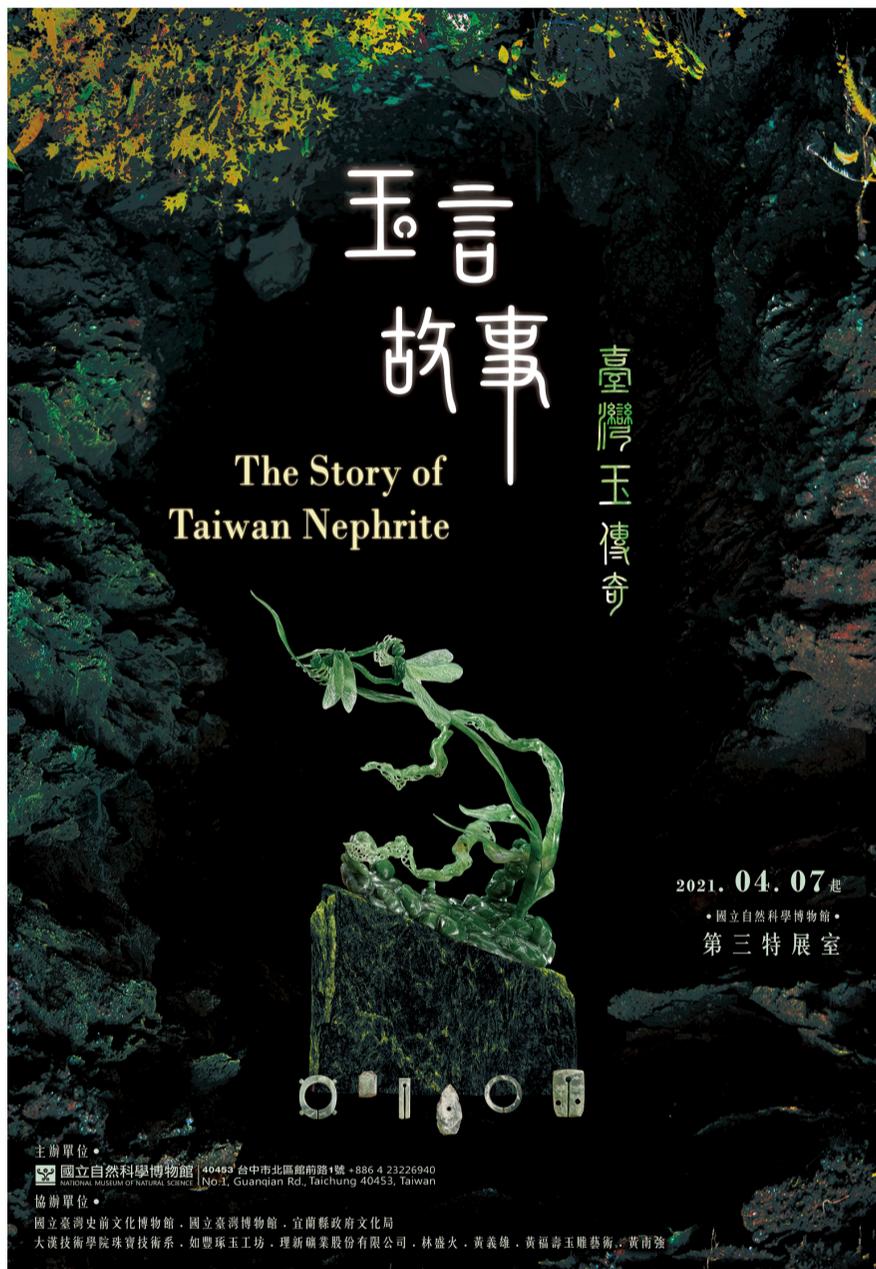
迎接春意盎然的4月，科博館要用「玉」來說故事，讓你知道臺灣玉的傳奇。

華人一向珍視玉石為美德良善的代表，更認為有趨吉避凶的作用，因此將玉石製作為許多重要的器物，例如禮器、信物、印璽、武器、工具和裝飾品等。世界各處有許多玉石產地，其中臺灣玉更是知名遠播。由考古資料與物證顯示，早在新石器時代約距今5000年前臺灣先民便開始使用玉石，而在距今3200-2000年前可能已流傳至海外，成為臺灣與東南亞部分史前人生活中重要的工具與裝飾品。東漢許慎所著的「說文解字」中提到「玉為石之美者」認定的玉石定義，與當今地質學家對玉石的界定有所不同。因此，本特展希望藉由臺灣玉，將玉石在科學上的定義加以分類介紹，從基本的成分、分類和世界分布與產地等，讓觀眾理解真正玉石的意義，進而區分玉石運用和其他美石之間的差異、關係和特性。接著，透過考古出土的臺灣玉成品，認識臺灣玉在新石器時代所扮演的角色和其文化的淵源脈絡，更進一步理解臺灣玉在環南海貿易圈中可能的流通與交換行為。

臺灣玉遠在距今5000年前即受到青睞而被使用，且歷經數千年，而當代社會卻對臺灣玉不甚理解，因此藉由此特展希望將臺灣玉的獨有特性、使用方式、相關工藝、開採歷史等，以時間為軸依序呈現在觀眾眼前，使臺灣玉的價值與特色再度為當代人們理解與重視。本項特展將以「玉石」為出發點，共分六大主題做為貫穿展覽的主軸，首先是「玉石典型」，然後依序是「世界玉石探索」、「臺灣閃玉之美」、「史前臺灣玉」、「治玉工藝技術」，最後是「臺灣玉風雲再起」。

### 玉石典型

具有溫潤典雅光澤的玉石，讓華人發展出一套識玉、治玉、賞玉、惜玉的傳統與文化。因此本區以華人玉石傳統與文化為起點，讓觀眾理解玉石在中國文化中的定位與意義，展示包含商朝禮器與配飾組件，以及不同用途、形式的展品，並



豐鄉豐田地區蛇紋岩和黑色片岩的接觸帶，呈暗綠色至黃綠色、半透明或不透明、具發達的片理，且常含有黑色斑點狀的鉻鐵礦。展場有閃玉透片，呈現溫潤、翠綠色澤，同時也展示普通閃玉、臘光閃玉和貓眼閃玉三大類的閃玉原石。

### 史前臺灣玉

臺灣各地新石器時代遺址中多少都有出土玉器，顯示當時臺灣玉的使用盛況。這次



國立臺灣博物館典藏之側身動物形突玉玦

展示特別挑選幾處代表性遺址所出土的玉器遺物，展現彼此不同的特色。包括臺灣玉產地的支亞干遺址出土大量玉廢料等玉材性遺留、卑南文化出土的許多獨特形制玉器品項種類，以及中部出土的玉梳形器等。

### 治玉工藝技術

閃玉具有纖維交織結構，質地堅韌，為最具韌性的寶石。《禮記·學記》記載「玉不琢，不成器」，也就是說玉石如果沒有經過雕琢，無法成為珍貴的玉器。當臺灣玉被遺忘沉寂近千年後，直到1961年才再度被開採與利用。出土的史前玉器造型獨特而優美，其工藝技術令人讚嘆；近代雕琢工具與技術益加精進，創造更多元的精彩玉藝作品。本區呈現不同時期的治玉工藝技術，兩相比較得以一窺其中奧妙。

多元的精彩玉藝作品。本區呈現不同時期的治玉工藝技術，兩相比較得以一窺其中奧妙。

### 臺灣玉風雲再起

臺灣閃玉近代的開採與加工製造始於1961年，原石常被拋光為風景石，或製作成手鐲、耳飾、墜子、珠鍊等各類飾品。近年來在政府大力提倡文創產業下，有更多的精緻玉雕作品呈現在大眾面前。這次展示特別邀請黃義雄、黃福壽和黃南強三位師傅的作品來館參展，透過他們精湛的雕琢技術，將玉材賦予更高的人文深度，和諧地與自然脈動呼應，提升臺灣玉的藝術價值。

「玉言故事：臺灣玉傳奇」特展展期自110年4月7日至12月16日，歡迎大家到科博館聆聽臺灣閃玉的傳奇故事。

透過互動遊戲深入認識、理解玉石的意義與價值。

### 世界玉石探索

以現代礦物學的定義，只有閃玉和輝玉兩種玉石才是「真玉」。而在新石器時代，世界各地都有不少知名玉石古文化的代表。本區結合礦物學與考古學的展品，詮釋科學性的玉石知識和世界代表性玉石文化的特殊性，包含輝玉與閃玉的區別和成分、產地分布，以及中國良渚文化玉璧、玉琮和紐西蘭毛利人的玉雕刻作品等展品。

### 臺灣閃玉之美

臺灣閃玉又稱為「臺灣玉」或「豐田玉」，屬於角閃石類礦物，為透閃石—陽起石混合之固溶體，並以透閃石為主。主要產於花蓮縣壽



黃義雄提供之貓眼閃玉

# 開枝散葉，百花齊放 —「科學大使」贈徽典禮有感

文—孫維新·圖—劉德祥、魯志玉、陳笠純

2021年3月6日，是個科博館在科教人才培育上邁出重要一步的日子！這一天，第一屆「科學大使」獲頒正式徽章，將走到臺澎金馬的社區、學校，和公民營機構的講堂中，在第一線協助科博館一起推動社會大眾的科普教育！

這是個溫馨而又具有歷史意義的場合，從2020年9月開始，科博館各學組的專業人員共提供了24門課程，涵蓋天文、地質、生物，和人類的各個學門，6天的週末研習過程中，共有545人次的學員參與，又經過了3個月，總共有20位學員在聆聽演講之後，研讀素材、經歷筆試、口試，最終通過了認證，成為第一屆的「科學大使」！（圖1）

這個構想的緣起，來自NASA「噴射推進實驗室」(Jet Propulsion Laboratory, JPL)的「太陽系大使」(Solar System Ambassador, SSA)科普人才培育計畫(圖2)。JPL是美國各項行星任務的主要執行機構，手邊有世界最新的行星研究資訊，SSA這個已經進行了30年的計畫，最初是希望能分享伽利略號(Galileo mission, 1989-2003)探測木星系統的最新成果，後來擴及所有JPL執行的行星探索計畫。

NASA知道在社會上培養良好的科普氛圍對科研發展的重要性，但自己的科普能量有限，就想為何不招聘全美對天文太空有興趣的人共同來做科普推廣？他們找的不是退休人士，而是各有正職但非天文太空的專業人士，每年全美50個州每個州給1個名額，這樣一年約有三、五十人到JPL接受兩個禮拜的培訓，培訓期滿這些「太陽系大使」便帶著最新的科學素材回各州去，唯一的要求就是每人每年要在這個州對周邊的社區或學校至少做10場科普演講或活動。我們可以想像，每一場演講若有三、五十人出席，一年下來就可以影響幾十萬人！這個計畫已經進行

了30年，培訓出了1,137位「太陽系大使」，影響人數超過1,000萬人！這要靠JPL本身的科學家利用公餘時間來做科普，是根本做不到的事情！

我來科博館之後，看到科教組同仁很辛苦，每年上山下海安排了很多活動，交到立法院的施政報告中寫出科博館一年連導覽解說場次算進去，科普活動超過15,000場！很是辛苦。但俗話說：「渾身是鐵，能打幾根釘子？」，重要的是如何有效率地把科學知識大面積地散布出去，成功不必在我，培養一代一代的老師才是正辦，否則一個人從活潑少年幹到白髮老年，能影響多少人？感謝科博館各學組同仁的支持和協助，開設了各式課程，還要創新教法，因為去上「科學大使」的課程不是給一場現成的「科普演講」，而是要教導大家「如何做科普演講」！上完課之後，如果學員不回來認證，會很沮喪，如果學員熱情回來認證，又會很忙碌，需要認真聽別人講自己的教材，提出修正改進的意見。這些工作都是紮紮實實的付出，我在此誠摯感謝所有積極提供課程的研究人員！

但「科學大使」這個計畫的核心理念更為關鍵，這個計畫不是在培育更多的「學校老師」，學校裡的教材教法學生已經熟悉，正規體制的老師培養也有規範可循，但今天我們的「科學大使」不是再去培養一批學校以外但教學方式相同的老師，我希望這個計畫能從博物館活潑輕鬆但又底蘊深厚的教法出發，培養一批能「講故事」的人，讓社會上的終身學習充滿趣味且令人期待，所以這個計畫產出的不再是傳統的老師，而是自然的闡述者和社會的傳播者！期待這個計畫日積月累、細水長流，能提升民眾邏輯思考和科學觀察的能力，讓這個社會日趨理性和諧！

第一屆的「科學大使」已經培訓完成，我們會將每位大使的學經簡歷放在科博館官網的「科學大



圖2 孫維新館長介紹NASA/JPL太陽系大使的培育計畫(魯志玉攝)



圖3 科學大使徽章(劉德祥攝)

使」網頁之下，也會主動發文給各級學校和社會團體，媒合科普活動，期待有越來越多的社團、學校、公家機構，和民間團體，會邀請這些大使前去演講、辦活動，當然，這些「科學大使」也能收受適當的演講費和交通費，這是邀請單位需要負擔的費用，而不是科博館培養了一批免費的演講者。知識是無價的，但知識傳播的過程卻仍然需要成本。

為了增加「科學大使」的光榮感，同仁花了很多心思打造光彩奪目的大使徽章(圖3)，這個徽章很有份量，無論是徽章本身的形狀或飾帶的顏色都有其科學意義，我們希望這個計畫的每個環節都能認真且有精緻質感，「認真」和「精緻」是目前臺灣社會相當缺乏的態度。另外在徽章背面館方將會打上號碼，依據第一屆20位科學大使通過專題的多寡編號，從2020 101到2020 120，共有限量版的20面徽章。持著有編號的徽章可以自由進出博物館和三園區的展場、收費特展，和各個劇場，隨同的家人朋友也能以優惠價格購票。這個徽章的有效期限就是大使的兩年任期，到2023年3月5日為止，我們期待在兩年之內，「科學大使」們能盡量推廣科普，兩年之後能再來認證，精益求精！原則上每半年科博館會舉辦大使「回館述職」的輕鬆聚會，交流經驗，也能讓博物館瞭解大家在外推廣科普的甘苦，科博館也會收集這些活動邀請單位的回饋，瞭解「科學大使」代表科博館在外演講的活動效果，作為未來改進的參考，請記得，別人的批評永遠是自己成長的最佳動力！

誠懇感謝每一位參與這個計畫的同仁，也誠摯歡迎這20位「科學大使」加入科博館推動科普的行列，今年是科博館的35週年，這個館已經邁過了「三十而立」的一個世代，期待在下一世代的30年中，能因「科學大使」的參與，讓科學知識開枝散葉，讓科學態度百花齊放，讓理性思維在我們的社會上拓展得更寬更遠！



圖1 孫維新館長、黃文山副館長、科教組徐典裕主任與19位科學大使合影留念，1位科學大使不克出席(陳笠純攝)。

# 崛起的生態監測普查工具—環境DNA

文·圖—姚秋如

## 人類世的警鐘

從上個世紀以來，數以萬計的極度瀕臨滅絕的脊椎動物在地球上消失了，許多科學提出警訊，這個正在進行的、地球上第六次大規模物種滅絕，跟人類的極度擴張與利用地球資源有關。物種是生態系統中的關鍵鏈結，當一個物種殞落時，與他們相互作用的物種也可能會消失；當消失的物種集中在特定地區，這個區域的生物多樣性很可能急速下降，而雪球般的效應將造成無法逆轉的生態系崩潰。伴隨而來的日益劣化的環境變遷，也是對人類文明延續的最嚴重威脅。比如，因人類進行野生物貿易及頻繁的國間人際互動往來，導致2019年冠狀病毒疾病(Covid-19)疫情嚴峻，這正是考驗人類智慧的明顯例子。也因此，對於生物多樣性的監測與保育管理，成為人類世最重要課題之一。

## 生態監測與物種普查

監測可定義為「持續蒐集資料及分析，以評估所關注的環境主題的變化過程」。而物種與多樣性變化是生態監測最基本的主题。物種分布的訊息對生態系的保育管理至關重要，因此有效的偵測動物族群的存在對實際管理非常有幫助。傳統普查動物的分布多以目視或是陷阱捕捉回放調查為主，因此對於稀有的物種常需要大量的人力及長時間的投入才可獲取分布資料。以海洋生態系中的頂端掠食者鯨豚為例，大多是以設計穿越線從事目視調查，才可以獲得鯨豚物種多樣性、評估各物種之族群數量和變化。但是上述的調查方式需要涵蓋大範圍的調查區域，尤其是稀有的物種目擊頻率相當低，需要長期進行，所投入人力和經費相當高。近十多年來由於DNA定序技術的快速進展，加上動物粒線體DNA資料庫的累積，讓環境DNA定序與鑑定這個研究工具被使用在動物普查監測上，能運用較低的調查時間和人力、但提供相對敏銳的覺察度，其研究結果可反映當地動物相，並能有效地協助經營管理。

## 什麼是環境DNA?

環境DNA，也簡稱為eDNA (environmental DNA)，是指由環境所採集樣本內含的生物殘留物的DNA混合體。環境樣本包含土壤、底質沉積物、水、糞便、空氣或水的過濾物，甚至常見的昆蟲採集法馬氏網中的昆蟲體組合(bulk)、動物胃袋中的食糜，都是環境樣本。在這些環境樣本中，包含微生物、植物體、動物的脫落皮膚、口水、糞便或尿液所帶出的黏膜等。上述生物及脫落的組織含有細胞，不管DNA是否仍包覆在細胞內，或是細胞被分解使DNA溶於或吸附在環境樣本中，這些細胞內及細胞外的DNA總和，都是eDNA。由於DNA的鹼基序列(base sequence)含有辨識物種的訊息，藉由讀取序列訊息及分析，能應用在各種生態監測工作。例如由eDNA可成功鑑定特定侵入歐洲的外來種，如淡水塘中的牛蛙即是著名的例子。

## 環境DNA 逐漸成為生態學家與環境管理者的工具箱

eDNA的分析技術在全球各地逐年增加應用

在稀有或是入侵物種的調查，可幫助人們了解物種的分布情況，甚至可評估他們的生物量。尤其是次世代定序(Next Generation Sequencing, 又稱NGS)技術日漸成熟和普及，對動物相的物種組成分析幫助日益增加。次世代定序技術有別於傳統的桑格定序法(Sanger Sequencing)，兩種方法的差別在於桑格法藉由雙脫氧鏈終止定序，針對相同長度的所有序列同時定序，若定序樣本中有兩種以上的序列，會因為序列訊號互相干擾，造成機器判讀混亂，所以這個技術僅可針對單一DNA來源定序，而無法同時檢測具有複雜生物組成的樣本(如eDNA)。而次世代定序則是將原始序列打斷，或是利用聚合酶連鎖反應(Polymerase chain reaction, 簡稱PCR)將模板DNA增幅為長度差異不大的DNA片段後，再針對每一條序列同時定序，並不會有序列間訊號彼此干擾的問題，因而可達到快速、大量且全面的DNA定序。經由萃取環境樣本中的eDNA，可以直接打斷eDNA長度差不多的片段，直接進行NGS定序及分析，即是鑑定樣本中的所有生物物種與研究的基因體學。若是只想了解特定的生物類群(例如脊椎動物中的哺乳類、鳥類、魚類或兩爬類這些較容易受到人類活動衝擊的動物)，也可以利用特別設計的核苷酸引子，利用PCR反應將標的物種的特定DNA標誌片段增幅(如脊椎動物常用粒線體DNA COI基因當做物種鑑定的DNA標誌)，再將這些增幅後的DNA標誌片段進行NGS定序和物種鑑識，而這種以eDNA結合生命條碼(barcode of life)方法的物種鑑識調查方法被稱為關聯條碼研究(metabarcoding)。關聯條碼法早期多應用在環境微生物多樣性研究，而近十年來已經逐漸被廣泛應用到脊椎動物生態普查、外來種入侵、花粉鑑定、昆蟲調查等上。

## 雪泥「熊」爪，有「基」可循

瀕危物種北極熊是全球暖化下，生存受到極大影響的海洋哺乳動物，因此牠們的族群存續備受關注。科學家致力於改良追蹤北極熊的方式，希望充分獲得牠們的活動資料以做為保育行動依據。2014年法國科學家和世界自然基金會發布eDNA研究報告，他們從雪地中北極熊足跡的雪樣本中萃取出北極熊的DNA，也偵測到海豹與海鷗的遺傳訊息，顯示這些生物共棲在當地。加拿大學者則在2017年發現，北極熊腳掌的皮膚落在足跡的表層，他們刮取表層雪樣後，不僅從eDNA分析中確認了物種，更能從其中的基因訊息分析出北極熊的性別與個體辨識，非常有助於掌握個體活動領域範圍及時空分布。

## eDNA的展望

以eDNA檢視環境物種多樣性最早在2003年應用在考古遺址的研究上，隨著生物DNA序列參考資料庫的累積、定序技術和生物資訊學的進步，現今已經在全球各地逐漸由科學家和生態保育工作者應用在科研和管理實務上。雖然仍有許多生物的DNA序列尚待加入參考資料庫，而在不同的環境也需要不同的採集技術和流程，但透



圖1 野生動物到水塘飲水，藉由唾液將遺傳物質傳遞到水體中成為eDNA的來源。

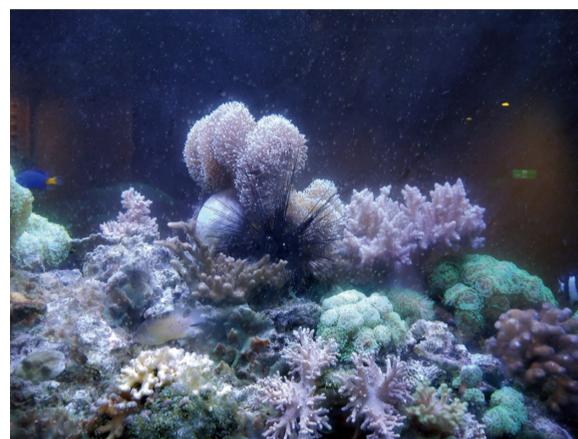


圖2 海中的魚類或無脊椎動物，脫落的皮膚或排泄物都可能構成水體中的eDNA。



圖3 熊爪下的雪泥，成為辨識北極熊性別和個體的好材料。

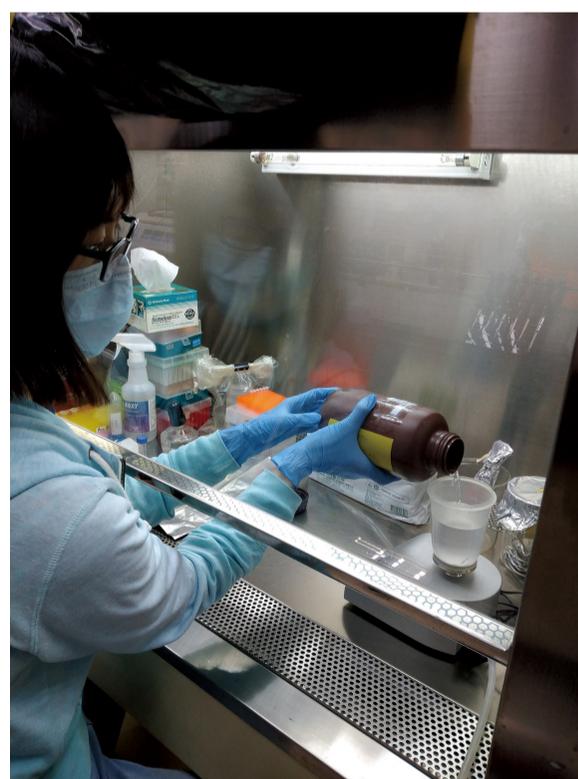


圖4 eDNA萃取及定序實驗的標準化，將有助於物種鑑識及生物多樣性評估的精準度。

過在實驗室的方法標準化，則可以更精準的鑑識評估，以監測環境中的生物組成和相對數量。此外，科學家也研發將奈米技術及雷射光透視光譜法用於eDNA分析，更有助於快速的環境現場檢測，使得eDNA監控可以更及時地反映瞬息萬變的生態系。

# p4 植物園的臺灣原住民 民族植物系列(六)——海岸林

文·圖—嚴新富

## 海岸林區

雖然科博館植物園的海岸林區種植的是恒春半島的海岸林植物，本地主要的原住民族是排灣族，但因有部分植物也分布在蘭嶼及花東海岸，因此，也會與達悟族、阿美族、撒奇拉雅族及噶瑪蘭族有所關連，成為各族的民族植物。

## 草海桐與臺灣原住民

學名：*Scaevola sericea* Forst. f. ex Vahl

科名：草海桐科 Goodeniaceae

產地：在臺灣廣泛分布於全島海岸地區。

**食用**——住在花蓮縣豐濱鄉新社部落的噶瑪蘭族人，認為草海桐的果實可以吃，吃起來很甜。同時會取大的嫩心剝皮後，當零嘴吃。

**藥用**——住在花蓮縣豐濱鄉新社小湖部落的噶瑪蘭族人，被魚刺刺到時，會取草海桐的葉片汁液擦拭，可有效止痛。

**農業**——住在臺東縣成功鎮都歷部落的阿美族人，會取豆科的銀合歡(*Leucaena leucocephala*)、旋花科的地瓜(甘藷(*Ipomoea batatas*))葉、草海桐、桑科的構樹(*Broussonetia papyrifera*)、落葵科的落葵(*Basella alba*)等



圖1 生長在海邊的草海桐，因受風的關係，葉片常向內捲。

材料，先煮過後用來養豬。

**漁獵**——住在臺東縣蘭嶼鄉椰油部落的達悟族人，將草海桐的莖切成呈中空的莖，用做潛水鏡。也有族人取粗大的莖，用來製作泳鏡外框。

## 臺灣海桐與臺灣原住民

學名：*Pittosporum pentandrum* (Blanco) Merr.

科名：海桐科 Pittosporaceae

別名：七里香

產地：在臺灣主要分布在恒春半島、花東及蘭嶼海岸。

**食用(含食具)**

住在屏東縣春日鄉土文部落的排灣族人，會吃臺灣海桐的果實。

另外，住在屏東縣春日鄉力里部落的排灣族人，會取臺灣海桐的木材做湯匙。

**居住用**——住在屏東縣春日鄉土文部落的排灣族人，會使用臺灣海桐當建材。

**藥用**——排灣族人被毒蛇咬傷時，會取紫茉莉科的黃細心(*Boerhaavia diffusa*)地下莖及臺灣海桐的根，用刀切成片狀，加水及酒各二碗煎服。

**生態智慧**——住在屏東縣牡丹鄉旭海部落的排灣族人，觀察到臺灣海桐是山羊的食物，山羊會吃葉片及樹皮。

**童玩**——住在屏東縣春日鄉力里部落的排灣族人，會採臺灣海桐的果實當童玩。其果實也是住在屏東縣春日鄉力里部落的排灣族人，以及花蓮縣光復鄉馬太鞍部落的阿美族人，拿做為竹槍的子彈的材料。

另外，住在臺東縣達仁鄉土板部落的排灣族人，會取其木材做陀螺。



圖2 臺灣海桐結實纍纍

## 棋盤腳與臺灣原住民

學名：*Barringtonia asiatica* (L.) Kurz.

科名：玉蕊科 Lecythisaceae

產地：在臺灣主要分布在臺灣最南端及蘭嶼海岸。

**文化禮俗**——棋盤腳是達悟族人的禁忌植物，屬極為不祥之物，不可隨便碰觸。因其生長迅速，樹冠幅廣大，晚上開花，且常見於村落附近的墳地，故被視為魔鬼樹。它的樹根如同葡萄科的漢氏山葡萄(*Ampelopsis brevipedunculata* var. *hancei*)一般，在社群活動上如發生土地界石的移動、



圖3 夜間開花的棋盤腳，雄蕊眾多。

灌溉水源易位、男女關係的誤解等等，互不信任又無法解決的糾紛時，受害者會砍取漢氏山葡萄的蔓藤，或棋盤腳的根，在雙方親族的見證下，要求對方握住另一端，做為辨別是非的依據。若有所顧忌不敢照做，則可見心裡有鬼，承認犯錯。若做了虧心事強行砍斷，則將招來不幸。

## 海欖果與臺灣原住民

學名：*Cerbera manghas* L.

科名：夾竹桃科 Apocynaceae

產地：在臺灣沿著全島海岸分布。

**日常生活**——海欖果與大戟科蘭嶼土沉香(*Excoecaria kawakamii*)一樣，同為有毒植物，達悟族人認為不宜當柴薪。

**生態知識**——達悟族人觀察到，如果天氣愈冷，則海欖果開花愈多。同時也觀察到海欖果是珠光黃裳鳳蝶的重要蜜源植物。在科博館植物園大溫室的入口，就有一隻依比率放大的珠光黃裳鳳蝶的展品，其下的地磚就是海欖果，在其右後方就有栽種一株海欖果樹當活體標本。

**其他**——住在臺東縣蘭嶼鄉椰油部落的達悟族人，知道海欖果的果實不可吃，也沒有其他用途。



圖4 海欖果的果實有點像櫻桃，但全株具白色乳汁，有毒。

## 臺灣海棗與臺灣原住民

學名：*Phoenix hanceana* Naudin

科名：棕櫚科 Palmae

產地：在臺灣沿著全島海岸分布。

**食用**——在阿美族人的經驗中，可剝出髓心當菜吃的植物，包括有棕櫚科的檳榔(*Areca catechu*)、臺灣海棗、芭蕉科的香蕉(*Musa acuminata*)等。而禾本科的則有箭竹(包籐箭竹(*Pseudosasa usawai*))、孟宗竹(毛竹(*Phyllostachys pubescens*))、綠竹(*Bambusa oldhamii*)、茭白筍(*Zizania latifolia*)及百合科的蘆筍(*Asparagus officinalis*)等筍類，均為阿美族有名的野菜。另外，Falangaw 阿美族也會吃臺灣海棗的嫩心及果。

住在花蓮縣壽豐鄉水璉部落的撒奇拉雅族人，把臺灣海棗的心當救荒糧食撒。而住在花蓮市國福里的撒奇拉雅族人，也認為臺灣海棗的心很甜，煮湯可食。另外，住在花蓮縣豐濱鄉新社小湖部落的噶瑪蘭族人，也把臺灣海棗的嫩梢當菜吃。

**衣用**——住在花蓮縣豐濱鄉新社小湖部落的噶瑪蘭族人，認為臺灣海棗的葉鞘纖維是用來製作蓑衣最好的材料。

**日常生活**——住在花蓮縣豐濱鄉新社小湖部落的噶瑪蘭族人，也會取臺灣海棗的葉做掃把。



圖5 臺灣海棗結實纍纍，葉片可拿來做掃把。

# 臺灣茶界的明日之星：有機茶

文·圖／廖紫均

有機的議題在臺灣發展有30多年了，這是個全球性的題目，最早是在德國發起，爾後在日本及歐美國家等地逐漸受到重視。主因是人口快速增加、科技進步帶來的化肥、農藥、除草劑等施用不當，造成的環境汙染對生態造成衝擊，以及生產的糧食品質降低等，開始提倡有機與環保。臺灣民間從1980年代陸續有業者或者個人，投入有機生產與推廣，當時有這樣的風潮，也是因為臺灣地小，實施精耕栽培、遇到類似西方社會的問題。

有機農業主張「完全不使用化學農藥及化學肥料等，而用天然有機物來培養健康的土壤，同時利用生態平衡原理來防治病蟲害」，目的是兼顧農業生產以及環境保護，促使農業永續發展。有機農業的發展，在臺灣經歷不同的階段，在草創期強調環境主義，以不使用化學肥料、遵行自然方式投入生產。隨著販售有機農產品的店家越來越多，並成為市面上隨處可見的流通商品，且購買者希望有信任的第三方驗證，因此認證有機標章及確認合法單位，成為此時期最重要的有機指標。而辨識有機標章核發單位，也是消費者在購買時重要的準則。隨著更多人參與有機農產的行列，強調有機理念對人類的健康與未來生活有重要的影響，這些認證單位陸續推出有機農夫市集，除了建構有機生產與消費者間的關係，也推動有機價格平民化，讓更多人支持與參與有機生活運動。

臺灣的政府單位是在1987年開始推廣有機農業，並進行各種政策的評估。農政單位(如茶業改良場)於1988年起投入研發，一開始重心是放在品種的測試，確認臺茶十二號(金萱)抗病力較強，比其他的樹種更適合做有機農法的栽培，並採用手採茶、施用有機肥、採取不噴藥的生物防治法等。隨後關於有機茶的栽培技術也同時進行研發，包括除草的方式、忌避作物的篩選、更多有機質肥料的研發等。技術研發之後，輔導茶農成立示範性茶園，進行有機推廣。

臺灣的有機農業促進法是在2018年立法院三讀通過，明訂各主管機關須對現行的有機農業提出相關的輔導，並以現行的有機認證，做為主要的把關標準，對於友善農法等耕作方式，也納入輔導的範圍。政府推動有機農作，是出於國土保護的觀點，並不是為個別農戶增加其農產品市場區隔的競爭力。有機農業在臺灣能夠不斷地增加種植面積與產量，以及獲得更多的支持，除了有政府單位的提倡，其實與民間團體，例如環保、宗教護生、健康養生等團體的結合，投入生產或宣傳有關。

以茶來說，有機茶生產很難如其他的農作物，可以快速得到農民的認同，原因不外乎周遭的鄰居都是採用慣行農法、有機栽種的產量低、乾淨的水源也是個問題、蟲害要做到生物防治更為困難等。一般茶農不願意參與，尤其早期茶農多半



圖1 將臺灣山茶做成有機烏龍茶



圖2 有機茶園的一角(位在嘉義梅山鄉太和村)



圖3 位在南投魚池鄉的有機茶園(臺茶十八號)

認為，技術好的茶農是茶不落地，一做好就被茶商收購，甚至老早在茶季之前已被預訂。會改採有機的茶農，原先多半是因銷售不佳，而試圖以有機來博取利潤。而早期的市面上，確實也以慣行農法栽種的茶比較好喝。

但是隨著臺灣的農地因化肥造成硬化，地力越來越差，茶樹的老化，造成產量大幅降低，外來的進口茶大舉進入，又有一些茶農開始考慮改以有機耕種，甚至有的直接廢耕，或者轉種其他作物。從統計數字來說，1996-

2006年全臺灣有機茶的種植面積不到一百公頃，2007-2013上升到500公頃，直到今天大約在這個數字上下。臺灣有機農業突然在這段時期攀升，直至今日仍維持在這個數量，沒有辦法再大規模的增加，當然和臺灣本身的條件有關。有機茶的種植，多數屬於中低海拔，以南投縣最多，新北市次之。對於許多茶農來說，要完全做到有機栽種相當困難，他們多半先取得產地標章與產銷履歷，而在取得標章的過程，就須通過多項的檢驗。筆者接觸到的茶農，都會先表示自己是有機栽種的，只是多了一個噴藥的動作，但強調是安全的噴藥，沒有噴藥的茶園很難管理，可是就是因為多了那個動作，導致沒有辦法取得有機標章，最多只有產地標章與產銷履歷。

不少茶農表示其實影響有機茶栽種的，主要還是在品種，臺茶12、13、四季春，還有青心大有這幾個適合有機栽種，但是這幾個品種一般都認為做出來的烏龍茶比較沒有那麼好，茶農喜歡的是青心烏龍。但是青心烏龍種出來，比不上那幾個品種的抗病、抗寒等能力，茶樹長得不好、收成也不好。因此適地適種是個很好的概念，因為有機就是有太多的天然因素，沒有辦法用藥劑去克服，必須要順勢而為，所以並不是每個茶農都能接受有機農法。尤其牽涉到口感、市場的喜好度，就會讓慣行茶農沒有很高的意願轉作有機。但這個局面在近十年來有稍微轉變的趨勢，因為臺灣的茶園普遍肥料下的過重，或是農藥用量太高，影響茶湯品質，甚至坊間流傳茶的肥料味、農藥味普遍過重。一些製茶高手，也開始尋找有機原料，希望能製出具有生態味的高檔茶。

臺灣種茶的生態改變也與很多因素有關，其中之一為一些老茶區出現年輕人返鄉耕種。由於茶園被荒廢許久，有的荒廢十多年，有的更久，地面上的落葉堆積，生態環境已產生變化，土質不似荒廢前一般的堅硬與酸化，由於這個條件改變，年輕一代的茶農有的直接改成有機耕種，有的改成野放茶園，或者稱為自然農法茶園，或是友善耕種等。不論名稱怎麼稱呼，都要回歸到健康的土壤與茶樹，以及沒有汙染的環境等。這當



圖4 種植金萱的臺大有機茶園



圖5 位在鹿谷小半天的野放茶園

中最受到吹捧的是野放茶園，因為強調不噴藥、不下肥、一年一採，順乎天理的在進行採收與製茶。價格上也屬野放茶市價最好，北部有的野放

茶園一臺斤售價超過十萬元，甚至參觀茶園要另外收費。似乎野放茶已與好茶畫上等號，使得現今中南部的茶區，也開始出現野放茶園。

只是野放茶的茶樹樹齡比較高，採收的量不多，無法形成量產，通常是被製成高檔茶，尤其受到北部的消費者青睞。但是野放茶和有機認證，中間還是有一段差距，有機認證牽涉到的水質、土壤等檢驗，還是須通過核可。臺灣人一般追求高海拔的茶品，主要原因是在高海拔生長的茶胺酸比較多，喝起來偏清香甘甜，再加上葉片厚實，喝起來有較多的膠質；而野放茶不需要種植在那麼高的海拔，也可以有那樣的表現。所以野放茶打破一般人對於海拔的迷思，再加上茶樹本身歷經蟲害產生自體的防禦物質多，香氣豐富與多元。但是野放茶的數量畢竟有限，一般的有機茶要能有野放茶的表現，就需要時間的淬鍊，以及工藝師好的掌控。

2020年被定位為有機茶元年，象徵著政府輔導有機栽種的企圖；同時2020年茶改場舉辦「臺灣有機茶國際品茗交流暨媒合會」，目的是要宣導有機，提供茶農補助，希望擴大有機茶園面積與產量。目前以臺灣來講，高山茶是輔導的重點，但是那些高山茶園牽涉到水源保護區、土石流問題等，以國土保護的觀點來看，那些是環境敏感區，政府除了宣導有機，也在推動降低茶園的高度到1500公尺以下，目前在大禹嶺地區，有實施逐漸限縮農地的策略。

目前臺灣飲料茶的消費者其實高過傳統茶飲的人口，但是飲料茶中使用有機原料者如鳳毛麟角。如果臺灣希望有機茶園面積擴大，勢必得考量怎麼樣把飲料茶這一區塊也納入。現今臺灣最大的有機茶廠—淨源茶廠希望能跟全家連鎖便利商店合作，在全國的門市提供有機茶飲，但受限於有機茶的生產成本高，即使改用機採作業，成本要降到消費者能接受的如同現有的飲料茶的價格，還是有相當的難度，也因此沒有談成。但是這仍是有機茶廠努力的目標，能夠突破這個難題，臺灣有機茶生產面積才有機會大幅度的擴增。

有機茶從剛開始推出之後，因為成本較高、售價比一般農產品高，使得有機茶如其他的有機農產品一般，被貼上有錢人的消費品標籤。但隨著各種生態與環境問題出現後，越來越多人重視有機這個課題。臺灣的有機事業進行了近30年，目前農產品的部分，若在臺灣經過驗證核可的，已經可以與美、加、澳，甚至歐盟直接對接。筆者在茶區走訪時，一些年輕的茶三代或是四代，已將臺灣有機茶打入歐美市場，因品質優良獲得主流社會的青睞。有機茶的優雅、醇厚、甜香等特質不斷的被茶農製造出來，也讓臺灣有機茶逐步受到重視。未來臺灣的有機茶要與世界各國的茶競爭，政府也在研擬辦法，怎麼樣讓更多的臺灣有機茶進入世界的舞臺。

# p6 粒子與波的雙重性 —物質波篇

文·圖—林志隆

在本館館訊第395期中曾經提到過，「粒子與波的雙重性」(或者直接來說稱為「光電效應」)研究讓愛因斯坦得到了1921年的諾貝爾物理獎。但是這個雙重性的研究不只讓愛因斯坦拿到諾貝爾獎，從另一個方向研究的結果，也讓路易·德布洛伊(Louis de Broglie)在1929年拿到另一個諾貝爾物理獎，而設計實驗證實德布洛

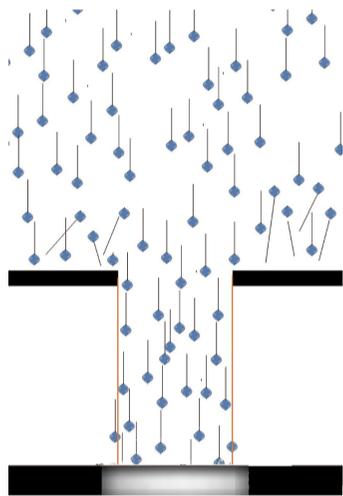


圖1 當一堆波動的粒子衝向一個敞開寬廣的大門時，有許多粒子會從開口處直接穿過，如果在門後放一個偵測器的話，會看到粒子幾乎集中在門的正後方，只要稍微偏離門邊一點點就看不到了。

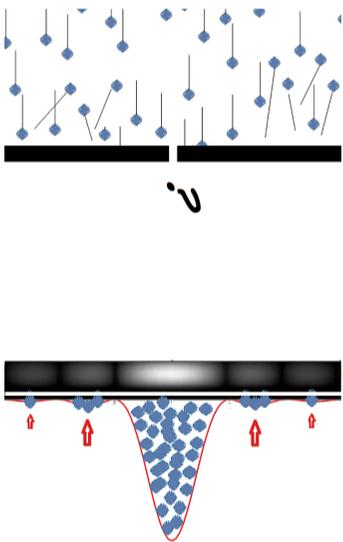


圖2 當門的寬度跟粒子大小差不多的時候，直接穿過的粒子變少了，這時我們才會注意到兩側被牆擋住的地方，竟然也測得到極為少量的粒子。圖下方是實驗拍攝的繞射紋路，下方起伏的線條是用波動理論推算的粒子分布圖，我們可以把它想像成攔住粒子的網籃，中央攔到較多的粒子，故垂得比較厲害，但是兩邊會有些地方沒有攔到東西，而距離中央更遠處(兩側箭頭處)卻反而有攔到東西。

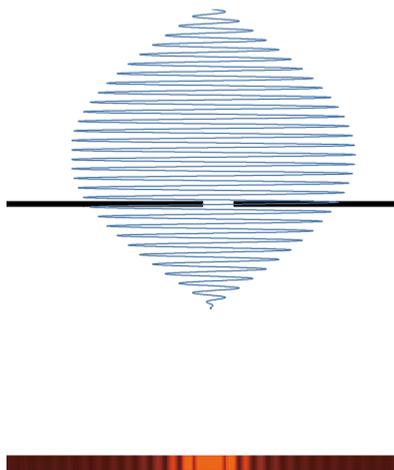


圖3 當門比粒子還要小很多的時候，照理說粒子應該一個都穿不過去，可是在門後方還是可以測得到粒子出現，雖然數量非常非常的少，而它們的數量(強度)和出現位置的關係，卻都符合波動說的繞射與干涉的計算結果。

伊的物質波假想的戴維森(Davisson)和湯姆森(Thomson)則拿到1937年的諾貝爾物理獎。

在光電效應研究中，愛因斯坦把光形容成一種自帶波動性的粒子—光子，這稱為粒子與波的雙重性。而你會看到它的波動性或是粒子性，則決定於你用什麼方法去測量它，例如你讓它們通過一扇比它們的大小寬很多的門，就看到它們是一顆一顆的像個粒子；可是如果這個門很窄，窄到比它們的大小還要窄很多，這時在門後看到的光子不會完全消失，只是變得很少很少而已，這時那種見縫就鑽、無孔不入的波動性就表露無疑了。

在古典物理(一般以年代分，大約是到19世紀末為止)中能量和物質是兩種截然不同的東西，物質是有形、有體能獨立存在的實體，能量則是無形、無體只能依附在物質上的抽象概念，例如動能、位能合稱為力學能(很久很久以前的教科書誤譯為機械能)，甚或延伸推廣至熱能(在微觀研究中發現，熱或溫度只是物體的組成粒子的動能的外在、巨觀表現)，而動能或位能這種東西不會自己獨立存在。

從20世紀初開始的近代物理，主要包含量子力學和相對論兩大主題。而愛因斯坦在1905年發表的狹義相對論中，就提出了經常會在電視、電影裡的黑板上看到的一個公式

$$E = m C^2$$

這個公式裡的E代表能量，m代表質量，C則是一個常數—光速。

這個公式的意思就是把能量跟質量畫上了等號，也就是質量和能量可以換來搬去的。在古典物理裡頂多是質量不減跟能量不減(這裡的能量包含動能、位能、熱能、化學能等等各種形式的能量)，它們各自不減。但是愛因斯坦這個公式把兩邊的隔欄打開了一個洞，質量可以消失轉換成能量，能量也可以消失變成質量。而質量旁邊的光速C是一個很大的數字，平方之後又更不得了，意思是只要一點點質量就可以轉換成非常巨大的能量，於是導致了後來核子研究的武器化，讓美國生產了兩顆原子彈丟在日本的廣島跟長崎。

在講光電效應的前一篇文章中提到過普朗克發現光子的能量E和振動頻率 $\nu$ (或是波長的倒數)成正比，所以提出了普朗克關係式 $E=h\nu$ ，h叫做普朗克常數，所以頻率越高的光子能量越大。那麼，如果把它跟上面的質能轉換公式連結起來，會不會有質量的粒子也有一個振動頻率呢？或是說有質量的物質會不會也有波動的性質呢？這就是德布洛伊得到1929年諾貝爾獎的「物質波」研究。

德布洛伊是位法國科學家，他在大學原本是念歷史跟法律，後來因為受到學物理的哥哥影響而改學物理，一不小心就拿了一個諾貝爾物理獎。他在1924年完成的博士論文中把普朗克公式和質能轉換公式的概念連結起來，並且推論如果反過來粒子也有波動性的話，那麼，當時所知最輕的電子應該也會具有一個波長

$$\lambda = h/p$$

這個p是粒子的動量，或是可以代換成質量乘以速度 $p=mv$ 。

由這個公式來看，質量越小波長越大，而波長太小的話繞射和干涉的效應會很不明顯、很難做實驗，所以他選了當時所知質量最小的粒子—電子來做計算。3

年後，蘇格蘭的湯姆森(Thomson)用電子束射擊薄金屬片，而美國的戴維森(Davisson)和革莫(Germer)則是把電子打入鎳晶體，兩者的共同點就是讓電子通過規則排列的障礙物，如果電子帶有波動性的話，那麼電子就會繞射過障礙物產生干涉紋路。由這兩個實驗觀測到原先預測的干涉現象及條紋，證實了德布洛伊的物質波假說，所以湯姆森跟戴維森也因此獲得了1937年的諾貝爾物理獎。現今許多精密實驗常用的電子顯微鏡，就是從電子繞射實驗發展出來的技術。

普朗克和愛因斯坦的研究顯示光同時具有粒子和波的性質，德布洛伊的物質波假說則更進一步說明物質也可以有波動性，實驗者看到的是粒子性或波動性，則依實驗條件而變。一般來說，當實驗的尺度比較大、比較巨觀的時候，粒子性會比較明顯，但是當實驗尺度很小、很微細的時候，波動性的穿透力(繞射)與干涉就會變得很顯著。

光與物質的雙重性都是20世紀以前的古典物理所無法解釋的現象，因此在20世紀初促成了近代物理(尤其是量子物理這門學問)的快速發展。所以，每到了科學家為一些不可思議無法解釋的現象所困擾痛苦的時候，其實就代表新科學和新突破即將到來。或者我們可以這麼說：「沒有問題，問題就不會解決」。



圖4 提出物質波假說的路易·德布洛伊(肖像照片取自維基百科，版權已公開)



圖5 戴維森(左)跟革莫(右)則由射擊鎳的晶體看到電子的繞射現象(肖像照片取自維基百科，版權已公開)



圖6 湯姆森用電子束射擊金屬箔，看到電子繞射過金屬原子而產生紋路，證實電子也具有波動性(肖像照片取自維基百科，版權已公開)

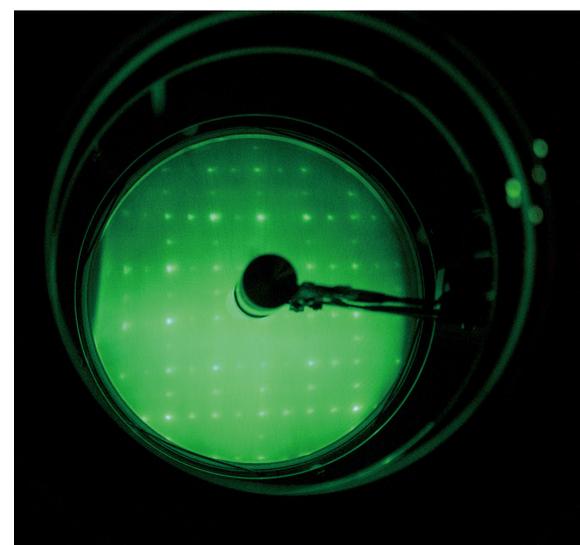


圖7 維基百科上由作者Killkoil(可能是暹羅)提供的矽原子繞射條紋圖片

# 完全變態昆蟲的成蟲還會再蛻皮嗎？ (二)

文—鄭明倫·圖—陳燦榮、蔡岳霖、鄭明倫

**連**續兩年看到4個例子，還有一些觀察和相關性，我肯定這真確是成蟲蛻皮，可以寫成報告。但要呈現怎麼的證據說服讀者和審稿者？雌蟲身上並沒有保留蛻皮前的資訊，就只是成蟲標本，總不能只放幾張蛻皮後的照片吧？若能在褪上找到特徵，證明是成蟲所蛻下，那就強而有力。過完農曆年，我拿到所有的雌蟲標本和褪，先從比較褪的細部形態著手。

扁蝨雌蟲雖然是高度幼態，但仍具有蛹期。化蛹初期雌蛹甚至能爬行移動，不注意的話會誤認為成蟲，而以為沒有蛹期。20多年前陳燦榮先生便注意到了這點，特別找出蛹與成蟲的差別，照相特寫細節：雌蛹的副器(appendages)，如口器、觸角、足，都是如同囊狀，看得出分節但不鮮明(圖1)；相對地，雌成蟲頭部的各項副器皆很清楚，形態上也很類似幼蟲者(圖2)。

至於足，甲蟲幼蟲的足是由基節(coxa)、轉節(trochanter)、腿節(femur)、脛跗節(tibiotarsus)、前跗節(pretarsus)構成，前跗節是單爪(single claw)。到了蛹期，脛跗節才分化為脛節(tibia)與跗節(tarsus)，前跗節變成雙爪(double claws)，但外觀像是有分段的囊，爪也不那麼明顯，只有兩個小突包。成蟲維持蛹期的足分節，但結構更清楚，特別是跗節的分節和雙爪。理論上，如果雌蟲真的蛻皮，應該會維持這樣的形態，而跟蛹褪不同。

用顯微鏡仔細檢查張老師細心保存的褪之後，bingo！雌蟲褪明確保留了成蟲的足部特徵，頭部副器也與蛹褪有所差異，特別是大顎(圖3)。2020年烏來那隻再蛻皮的雌蟲身上幸運地保存了另一個鐵證：牠的後足還部分包覆在褪內，而褪和足都具有明顯的雙爪(圖4)！也還好有陳燦榮先生之前拍攝的活體相片當背景證據，說明這些不是蛻皮時發生的形變。

報告的主要證據有了，接著整理2019-2020年的觀察與紀錄(表1)。張老師針對每隻雌蟲都有做飼養紀錄。總整一下：兩年共觀察了5隻飼育的扁蝨雌蟲，其中2019年的3隻與2020年的1隻來自烏來，在羽化後8-18天之間發生成蟲再蛻皮，皆至死未產卵；2020年的1隻來自三峽，成蟲未蛻皮，8天後正常產卵；成蟲壽命12-42日不等，但是2020年的兩隻異地雌蟲壽命相當，從有限的樣本看不出來再蛻皮與壽命之間是否有明顯關連；5隻雌蟲的羽化期都比野外蟲季晚數個月，卻有蛻皮與否的差異，所以關聯性被削弱。一致性的關聯只剩產地和未產卵兩者，這當然有可能是小樣品誤差，湊巧而已。

論文主軸設定在有翅昆蟲成蟲發生蛻皮的特

表1. 飼養紀錄

雌蟲	幼蟲來源	化蛹日	羽化日	蛹期(天)	再蛻皮日	羽化至再蛻皮(天)	開始產卵日	成蟲壽命(天)
A	烏來	21.I.2019	23.II.2019	?	09.III.2019	17	-	42
B	烏來	13.II.2019	19.II.2019	6	04.III.2019	13	-	39
C	烏來	15.II.2019	21.II.2019	6	11.III.2019	18	-	37
D	烏來	20.II.2020	27.II.2020	7	06.III.2020	8	-	13
E	三峽	27.II.2020	06.III.2020	8	-	-	14.III.2020	12

殊案例報告，呈現成蟲褪的證據。至於為什麼發生，何以能發生，只有一些由相關性所推行的討論。高度幼態可能是一個先決條件。不少昆蟲的幼蟲在遇到逆境(stress)的時候，如遭到截肢、過冷、過熱、飢餓、擁擠……等情況，會以超齡蛻皮(supernumerary moults)來反應，也就是比正常狀態多幾個齡期。有沒有可能幼態雌蟲不僅在外表，其實在生理上也(部分)維持幼態？未產卵和延遲羽化有可能也是逆境所導致，所以雌蟲像幼蟲般用蛻皮來反應？我強迫自己讀有關變態的內分泌調控報告，並就此發展討論。

完成初稿後，覺得自己畢竟不是昆蟲內分泌和生理專業，所以發信詢問有沒有專家有興趣讀稿，甚至加入作者提供更深入正確的論點。後來找到在美國麻省的Wellesley College生科系任教的Yuichiro Suzuki博士。我在文中有引用他在2008年發表的關於擬穀盜(*Tribolium castaneum*)變態的內分泌基因調控報告。Suzuki博士收到信後馬上表達強烈的興趣，於是便加入我們。由於他沒有親眼見到這些現象與標本，對此事雖感新奇但也保持謹慎，讀完初稿後頻頻詢問個別現象的細節，以及有無其他可能的解釋。這也等於是讓我事先操演如何說服讀者與審稿者，回覆過程中我注意到一些原本沒注意到的，補拍照片證據，或加強說明何以這麼認為。如此密集電訊討論了半個月，我充實結果呈現，他加強討論論述，對內容和期刊選擇取得共識，完成稿件後在3月底把稿子投出去。

Suzuki博士同意幼態是成蟲再蛻皮的先決條件，並認為前胸腺(prothoracic gland)可能是關鍵因子。昆蟲蛻皮需要蛻皮激素(主要是20-羥基蛻皮酮(20E))，其前體蛻皮酮(ecdysone)在幼蟲期是由前胸腺所分泌，但在完全變態昆蟲中，前胸腺在末齡幼蟲後期，或蛹期，最晚到成蟲羽化後不久便退化甚至消失，不再分泌蛻皮酮，所



圖1 雌蛹。B是頭部副器特寫，C是足部特寫(陳燦榮攝)



圖2 雌成蟲。B是頭部副器特寫，C是足部特寫。注意足的跗節和雙爪(陳燦榮、蔡岳霖攝)

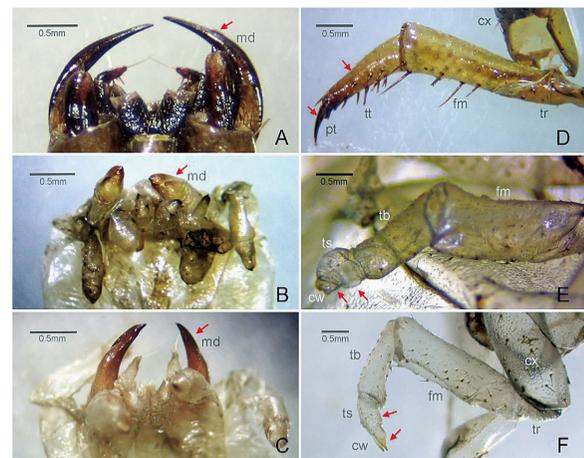


圖3 幼蟲褪、蛹褪、成蟲褪的比較。A-C為頭部副器，D-F為足。注意蛹褪的大顎(B)與其他兩者差異較大；足的分節和細節在不同階段各有不同。

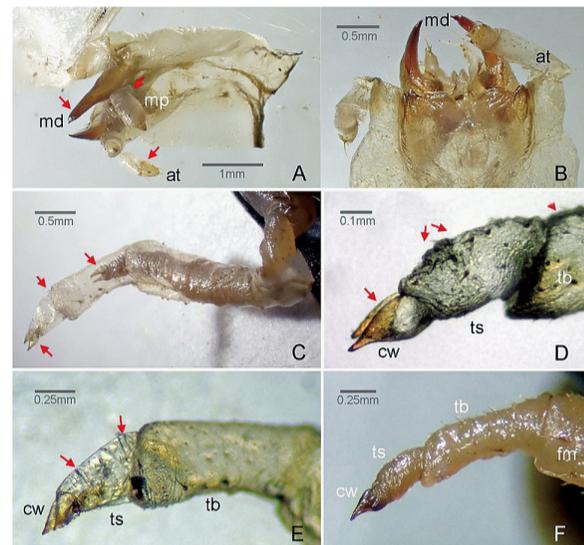


圖4 成蟲褪和成蟲的特寫。A-B為褪的頭部，C-F為足。C可見成蟲足尚未自成蟲褪中蛻出，兩者皆有雙爪；D-E是不同足的褪，跗節隱約可見分節；F是成蟲足，與C、E是同足。

以完全變態乃至所有有翅昆蟲成蟲未曾發現過再蛻皮的案例。雖然卵巢在卵的生成過程中也會分泌蛻皮酮，但也許是劑量不足或時間不對或其他因素未配合，不能誘發蛻皮。若高度幼態雌蟲在形態和生理上都保持幼態，那就有可能也保留了前胸腺當作分泌激素的來源。但這如何解釋幼態成蟲蛻皮仍如此稀有？幼態成蟲雖然沒那麼普遍，卻也稱不上稀有。這的確是個難題，我們也只能從逆境去切入。Suzuki博士還從變態的內分泌基因調控的角度討論了高度幼態的可能成因。

4月下旬審稿意見回來，第一位審查者給了正面評論，建議小改，也提出幾點建設性的意見。例如她/他提了一個可能性，就是昆蟲蛻皮時是將身體內外由外胚層形成的表皮都蛻去或分解(所以包含前腸和後腸、氣管系、內骨等都在內)。有沒有可能在成蟲蛻皮時，產卵管蛻皮不全，導致無法產卵？這真是個好問題，當真沒想到。正常情況下產卵管沒有蛻皮這回事，但若成蟲蛻皮，有沒有可能出問題？

另一位則給了滿滿的意見，要求大改，但意見/問題並不太有建設性，比如要求把圖版從數字改成字母編碼，或質疑樣本數太少，不能代表什麼。極端案例不就是因为這麼稀奇所以才值得報告嗎？若能回答她/他的一些提問，這篇應該是登上別個等級的期刊吧？但我們也意識到，對於成蟲蛻皮何以發生還是得有多一點說法，不再單單只是案件報導。

彼時「繽紛的生命」特展如火如荼籌備中，5月20日開展後接著一波波的推廣與解說活動。7月時我依據審稿意見把稿件改完一輪，但並不滿意，總覺得缺了些什麼，所以放著未送出。遇到瓶頸了，是否還有忽略之處？隨著忙碌而有點腦袋放空，很快暑假就過了。(待續)

雪山為臺灣第二高峰，海拔3886公尺，為雪山山脈中最高者，是臺灣的五岳之一。構成雪山的岩層是始新世的白冷層。由於白冷層中有發達的厚層石英砂岩，在經過亞變質作用之後，形成堅硬的岩層，具有抵抗風化侵蝕的能力，故而在雪山山脈因構造運動而隆起之後，形成高聳的山群。在較早期的文獻中，這些砂岩可能被歸於四稜砂岩。本文依照中央地質調查所2000年版的臺灣地質圖稱為白冷層。四稜砂岩和白冷層是同時異相的地層。

由雪山向東西方向延伸的稜線是大甲溪和大安溪流域的分水嶺。其東、南方之降雨流入大甲溪上游，而西、北方則流入大安溪上游。雪山一號圈谷之降水流入品田溪，而品田溪匯入七家灣溪，最終流入大甲溪。

林朝棨(1957, p. 214)於《臺灣地形》第三節描述雪山主峰東北方之一號圈谷(cirque)為臺灣圈谷地形中最大，型態最完善者(圖1、2)，長約1000公尺，寬約600公尺，最低點海拔約3500公尺，垂直高度386公尺。王鑫等(1998)則認為圈谷終端位於「黑森林」避難小屋後方瀑布群的上方，海拔約3400公尺，長度約1200公尺，寬約800公尺。雖然對於圈谷終端的認定略有差異，但對此谷為冰河形成的地形則沒有異議。

雪山圈谷剖面呈典型的U形谷，兩側有崖錐(talus)堆積而成緩坡，圈谷底平坦向東北緩傾。圈谷末端有石堤狀的地貌，最可能的解釋為冰碛(moraine)沈積物堆積而成。王鑫等(1999)更進一步描述了雪山一號圈谷中3個與圈谷方向平行的側冰碛(moraine)，6個和圈谷方向垂直的端冰碛(terminal moraine)，和6個由冰河旋轉滑動形成的冰坎(cirque threshold)。

以往登臨雪山必須由環山部落出發，先攀登志佳陽大山，才能前往雪山，非常辛苦。自從由武陵農場起登，經雪山東峰登主峰的路線開闢之後，今日雪山已經是相當大眾化的路線，成為臺灣登山愛好者最熱門的目標之一。筆者於去年11月由位於武陵農場之內，海拔2100公尺的登山口出發，先登上雪山東峰，夜宿三六九山莊(海拔3100公尺)，次日攀登雪山主峰。圈谷地形自然是此行主要的觀察重點。

鑽出所謂黑森林，視野豁然開朗，就已經進入圈谷(圖1)。往西南方向遠遠即可看見雪山主峰。步道沿圈谷東南坡向圈谷頂端前進，大部分時間走在崖錐的碎石坡上。半路上有一座2016年才設立的無人氣象站。上行到谷頂，回頭一望，

壯闊的U形谷盡在眼前(圖2)。遠遠可以看見大霸尖山，由雪山到大霸尖山這一段稜線就是著名的聖稜線。

在圈谷頂部，筆者發現白冷層砂岩中的波痕構造(ripple mark)(圖3)，符合白冷層沿岸沖積平原、河口至三角洲的沈積環境。更近的觀察可以發現砂岩表面密布了疑似的擦痕(striation)(圖4)，符合前人描述的冰河地形特徵。

登主峰前，有一片被森林火災燒過的玉山圓柏(圖5)，其光禿的枝幹，和鄰近仍然活著

的玉山杜鵑和玉山小檗對比鮮明，呈現一種奇特的美感。終於登頂時(圖6)，站立在3886公尺高處，聖稜線、雪山西稜、雪山主東稜線、志佳陽

大山一一都在眼前。遙想數萬年前，此處一片白茫茫大地，冰雕深谷，雪磨堅石，而今安在哉！豈當真「山形依舊枕寒流」乎？



圖1 由雪山一號圈谷底部仰視圈谷頂部(朝向西南方)



圖2 由雪山一號圈谷頂部俯瞰圈谷底部(朝向東北方)。相片左方的山頭是雪山北稜角，可能是冰河作用形成的羊背岩(roche moutonnée)。



圖3 雪山圈谷頂部白冷層砂岩中的波痕構造(ripple mark)



圖4 雪山圈谷頂部白冷層砂岩中的疑似擦痕(striation)，可能為冰河攜帶的小石礫在基岩上刮擦而形成。



圖5 雪山圈谷頂部曾經歷火災的玉山圓柏枯木



圖6 作者攝於雪山山頂

#### 4月份週末假日(含節日)專題解說活動

活動名稱	內容	時間	集合地點/地標
地標展品探索	古菱齒象	9:30	古菱齒象
	話說恐龍	11:00	生命科學廳入口處
	大王魷魚	15:00	大王魷魚
	水運儀象臺	16:00	水運儀象臺
繪本說故事	樹上的魚:Lokot鳥巢賊	每週六、日 14:00、15:00	人類文化廳二樓 臺灣南島語族 展廳入口
哆啦天天的百保袋	配合行政院農業委員會水土保持局水土保持及防災教育推廣，推出一系列防災百保袋活動，利用水保防災教具進行科普互動，除有趣的競賽，另提供可愛紀念品，歡迎大家一起共襄盛舉！	每週六、日 13:30-14:30 15:00-16:00	921地震教育園區 工程教育館、影像館、防災教育館 (活動時間及地點以921地震教育園區官網公告為主)
水庫凍起來	利用有趣的果凍蠟燭DIY(彩沙=淤積泥沙；果凍蠟=儲水量)，以淺顯易懂的方式一起來探討水庫淤積的問題。	每週六、日 11:00-16:00	921地震教育園區 轉轉BAR
賴瑞的奇幻旅程	藉由大富翁遊戲，一同來了解臺灣各縣市的地質，並發揮團隊合作精神，爭取最終榮譽。	每週六、日 14:20	車籠埔斷層保存園區 1樓大廳
2021夜訪螢火蟲	經由對螢火蟲生態之瞭解，進而樂意保護整個生態環境，為自然盡一份心力，讓生態環境永續。讓我們與螢火蟲近距離接觸，一同欣賞螢火蟲飛舞於山林間的熠熠星光。	例假日: 4月10日、17日、24日 平常日: 4月9日、16日、23日	鳳凰谷鳥園生態園區

#### 特展活動

名稱	日期	定時導覽時間	地點
微美幻境：海洋微化石特展	109.12.30~110.6.27	10:00、13:00	第二特展室
玉言故事—臺灣玉傳奇特展	110.4.7~110.12.16	10:00、13:00	第三特展室
繽紛的生命特展	109.5.20~110.9.5	11:00、14:00	第四特展室
牛年特展	110.2.9~110.9.5	10:00、15:00	立體劇場前廳

註：特展起迄日期最後修訂時間為3月25日，最新特展日期請參閱網路公告。