

館訊



發行人/詹偉金
國立自然科學博物館發行
40453臺中市龍井區1號
Tel +8864 2322 6940
ISSN: 16825225 GPN: 2007500037

p2

如何研究野生哺乳動物的覓食習性

p3

方譜菩提—來自天堂之樹們的祝福

p4

獲獎報告：指標與目的
文而耆老與民俗類文化資產保存

p5

川海一線牽 共淨廢

p6

屎有明訊：恐龍便便裡的名室(二)

p7

海洋教育活動的迴響
站在「紫斑蝶」的遷徙路線下！

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！

恐龍也有霓裳羽衣

文·圖—陳韻如、楊子睿

過去人們對於恐龍的想像是覆滿鱗片，像蜥蜴一樣光滑的身體，但自從1996年中國東北遼西發現許多帶羽毛的恐龍化石後，我們瞭解到羽毛不再是鳥類的專利，相反地，羽毛是從鳥類的老祖宗—恐龍身上就存在的特徵。有關羽毛的起源眾說紛紜，科學家藉由已出土的帶羽毛恐龍化石的羽毛形態，推測羽毛的起源可能與飛行有關，或是為了展示，或是當作外套般保溫。

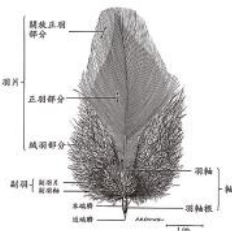


圖1 鳥類羽毛結構(修改自Lucas, 1972)。



圖2 鳥類羽毛分布(修改自Runte & Steube, 2011)。

以現生鳥類為例，根據羽毛生長位置可將羽毛分為飛羽、尾羽(tail feathers)及覆羽(contour feathers，又名廓羽)，飛羽再依著生長位置的不同分為初級飛羽、次級飛羽及三級飛羽。初級飛羽生長於腕骨(carpus)、掌骨(metacarpus)與指骨(phalange)上，位於鳥翼末端；測量初級飛羽



圖3 千禧中國鳥龍標本(IVPP 12811)，圖中深色部分為碳化的絲狀表皮附屬物，長30-45毫米，附著在頸骨、前肢、尾巴和其他骨節上。

形形色色的羽毛

一般人最熟悉的羽毛樣式為飛行用的羽毛—飛羽，其結構為一支中央羽軸(rachis)兩側長有羽片(vane)(圖1)。羽軸由羽髓(medulla)構成，而羽髓為多孔束結構，使羽毛保持輕盈；羽髓周圍環繞著較硬的皮層(cortex)，能強化羽毛結構。飛行鳥類的羽片是不對稱的，且羽片由羽枝(barbs)和小羽枝(barbules)組成，羽枝互相交錯，每根小羽枝上帶有羽小鉤(hamuli)，能夠使羽片保持在同一平面。

頂端之相對位置等資訊可做為兩亞種間辨認的依據。次級飛羽著生於尺骨(ulna)之上、三級飛羽則位於鳥翼最內側，也就是最靠近身體的地方。尾羽顧名思義即生長於尾部之羽毛，其餘覆蓋於鳥身上的羽毛為覆羽。



圖4 膠氏尾羽龍(Caudipteryx zoni)標本(NGMC 97-4-A)，此圖為左翼含飛羽，右下角比例尺=1.75 cm。



圖5 顧氏小盜龍標本(IVPP V13352)，比例尺=5 cm。

鳥類體表的飛羽、尾羽又合稱正羽(pennaceous feathers)，而絨羽(down feathers)則是生長於正羽之下。小羽枝上無小羽鉤且羽軸短小，但羽毛蓬鬆具保溫功能。雉鳥全身皆為絨羽，尚未長出覆羽、正羽等羽毛。而形態介於覆羽及絨羽之間的半羽(semiplumes)，羽軸長、末端為絨毛狀，生長位置在覆羽之下，同樣具有隔熱保溫功能。鬃羽(bristles)羽軸堅硬，幾乎沒有羽枝，通常生長於喙及眼瞼周圍；髮羽(filoplumes)則有纖細的羽軸，羽軸末端帶有柔軟的羽枝，分布於全身，可能具感覺功能或僅裝飾用途(圖2)。那麼恐龍的羽毛呢？據中國地質大學(北京)副教授邢立達博士的文章指出，恐龍羽毛的羽軸較細、羽枝間有大的空隙並缺少交錯結構，由此推測牠們的羽毛富有彈性。

說到顏色，化石中也有關於羽毛顏色的線索—羽毛印痕化石中會有黑色素體(melanosomes)被保留下來，黑色素體是一種具單層脂質膜的胞器，內含黑色素、褐色素。又可依形狀分為真黑色素體(eumelanosomes)和嗜黑色素體(phaeomelanosome)，真黑色素體為生物帶來黑的顏色，形狀為長桿狀；嗜黑色素體則帶來褐黑色，形狀接近球型，黑色素體的長軸一般為500-2000 nm。2012年由Li等人以現生鳥類羽毛中的黑色素體特徵和小盜龍(Microraptor)的黑色素體進行比較，並根據角蛋白(keratin)的排列方式推估出小盜龍的羽色應為黑色帶虹彩光澤。

各種恐龍的羽衣

前面提到中國東北地區所出土的帶羽恐龍化石中，恐龍種類超過數十種，而其中最著名的就屬中國鳥龍(Sinornithosaurus)、尾羽龍(Caudipteryx)和小盜龍(Microraptor)。2001年徐星等人

發現千禧中國鳥龍(Sinornithosaurus millenii)的羽毛由絲狀構造(filament)組成，並可分為兩種形態：一種為多條絲狀構造聚合成一簇，類似鳥類絨羽；另一種分布於前肢周圍，多簇絲狀構造附著至一主幹，類似鳥類飛羽之羽軸。但千禧中國鳥龍的羽毛沒有次要分支及小羽枝，而現代鳥類飛羽則具有這些結構(圖2)。尾羽龍身體覆蓋有構造簡單之短絨羽，尾部及手部有對稱覆羽；這些羽毛沿第二指排列，如同手盜龍類(maniraptorans)與鳥類的原始羽毛。然而因其短小、對稱的羽毛及較短的手臂等特徵，科學家推估尾羽龍並不能飛行。而小盜龍的羽毛印痕標本大都來自顧氏小盜龍(M. gui)，其腳部、前臂與頭部長有長飛羽，身體部分覆蓋一層厚厚的羽毛，尾部末端有扇形羽毛構造，推測在飛行時可增加穩定性。某些標本的頭部甚至擁有高起的羽毛頭飾，與某些現代鳥類相似。此外，擅攀鳥龍科(Scansoriopterygidae)的胡氏耀龍(Epidexipteryx hui)標本有保存良好的細長尾羽(不過與現代鳥類尾羽仍不相同)，以及由平行羽枝組成的體羽。南極附近也有發現帶羽恐龍化石，根據羽毛的尺寸判斷它可能屬於體型較小的恐龍，並且此羽毛屬於蓬鬆的絨羽。

除了上述蜥臀類恐龍(saurischians)外，鳥臀類恐龍(ornithischians)也有似羽毛結構的恐龍化石之發現紀錄。孔子天宇龍(Tianyulong confuciusi)化石上有類似羽毛的印痕，且這些毛狀結構物為中空、彼此沒有交錯的排列方式。另一件是發現於中國遼寧省義縣組的鸚鵡嘴龍(Psittacosaurus)，尾部具有一排中空羽毛，不過這些毛與獸腳類(Theropoda)恐龍的羽毛是否為同源演化的結果，目前仍不得而知。而除了岩石化石標本外，邢立達等人也在琥珀中發現了覆滿羽毛的恐龍尾巴標本，研究人員認為其屬於幼年的虛骨龍類(coelurosaurians)。虛骨龍類隸屬於獸腳類恐龍，和暴龍與現代鳥類隸屬於同一群。此羽毛標本的羽軸不明顯且側偏、羽毛結構舒展富有彈性，被認為是裝飾性羽毛而非飛行用。

雖然各地出土的帶羽恐龍化石越來越多，近幾年關於號羽內羽毛類型的研究也非常熱門，但對於恐龍羽毛的演化我們尚未全盤了解，還需仰賴科學家們繼續進行相關研究。