

A large flock of seabirds, likely terns, is captured in flight against a clear, deep blue sky. The birds are scattered across the frame, with some in the foreground and others higher up. They have white bodies, dark wings, and distinctive dark caps. The bottom of the image shows a field of tall, golden-brown grasses and green plants, suggesting a coastal or island environment. The overall scene is bright and dynamic, capturing the natural behavior of these birds.

帝

雉

季刊

第二卷第一期

總號／第五期

宋暉(Oriolus traillii) Maroon Oriole

第一屆 鳥類研討會

鳥類是自然界的重要生態指標之一，欲經由研討會的舉辦，為全國對鳥類有興趣之人士及學者搭起直接溝通的橋樑，齊聚一堂來探討鳥類的奧秘。

研討會日期：中華民國八十六年五月十日(星期六)

研討會地點：台灣大學應用力學研究所國際會議廳

主辦單位：🐦 中華民國野鳥學會 協辦單位：全省各地野鳥學會

贊助單位：財團法人中正農業科技社會公益基金會



水邊群飛的高蹺鴉
彷彿滿天的精靈仙女。
(攝影／范兆雄)

〈編者的話〉

我們都知道，鴉可以頭朝下走下樹幹，啄木鳥會一步一步倒退著移下樹幹，其他鳥卻得靠翅膀飛下樹，為什麼有這些不同？為什麼鸞鷟、鸚和琵琶鷺外型類似，但覓食方法各不相同？為什麼有的水鴨覓食時會倒栽葱地浮在水面上，有的會潛入水中，而琵嘴鴨又是另一套？為什麼鵝鵝飛的時候要上下起伏，雨燕要鼓翼鼓得那麼快，而大冠鷲卻常常平伸著雙翼在天上盤旋？牠們的覓食方法、移動方法、或飛行方法能互換嗎？

鳥的奇妙

有人會問：啄木鳥那麼用力啄木，為什麼不會腦震盪？啄木鳥的嘴鑿進樹幹中，怎麼吃食物？為什麼有的鳥爪子是三趾向前一趾向後，有的是二前二後，有的是有時三前一後有時二前二後？為什麼不是所有的鳥都會飛？為什麼鳥要生蛋而不是生小鳥？為什麼鳥沒有牙齒？不能咬或嚼，牠們吃東西是不是受到很多限制？沒有牙齒的鳥能咬舌自盡嗎？為什麼紫嘯鶇的藍有時看起來像黑色？為什麼畫眉能一口氣唱那麼久而不會沒有氣？

各位有沒有注意到，鯨魚和山椒魚叫『魚』，但海中的企鵝卻不叫企『魚』，或企『豚』；哺乳類有的像大象、有的像兔子，爬蟲類的烏龜、蛇、蜥蜴、與鱷魚外型變化非常大，而種類比爬蟲類或哺乳類多出很多的鳥類，再奇特的，看起來卻還是鳥。鳥就是鳥，即使叫不出名字，我們也

您知多少？

知道牠是鳥，不是爬蟲或哺乳類。為什麼？

鳥的美麗多樣與活潑靈巧，是吸引我們去觀賞的最主要原因。賞鳥的人都知道

台灣有多少種鳥，知道想看鸕鶿可以去海邊，要看山雀要進入森林，在溪邊常可以看見鸞鷟，在樹叢裡可以找到鶯科的鳥，在原野上捕小動物的有猛禽，在水域聚集的有水鴨。但在賞鳥經驗較多的人心中，早晚會浮現出上面這類的問題。若能了解牠們的特性，知道不同的鳥所展現的特殊行為模式，和在特定的地方活動的原因，應該會增加我們欣賞牠們時的樂趣吧！

在這一期之中，我們請了有心得的『老鳥』為各位執筆，試著說明一些現象，把賞鳥者可能還沒注意到的，或不容易注意到的地方，呈現在各位眼前。其他的問題，或許將來能慢慢和各位一起探討，同時各位必然有更值得思考的問題，歡迎各位提出，讓我們大家一起來尋找答案。

目錄

編者的話

鳥的奇妙您知多少？／劉小如……………1

鳥的羽毛？／曾國藩……………3

鳥翅與飛行／李雄略……………8

鳥類的骨骼結構／祁偉廉……………11

鳥類的食性與嘴型／
顏重威……………14

琵鷺的覓食奧妙／
江明亮……………19

鳥類的舌頭／
祁偉廉……………22

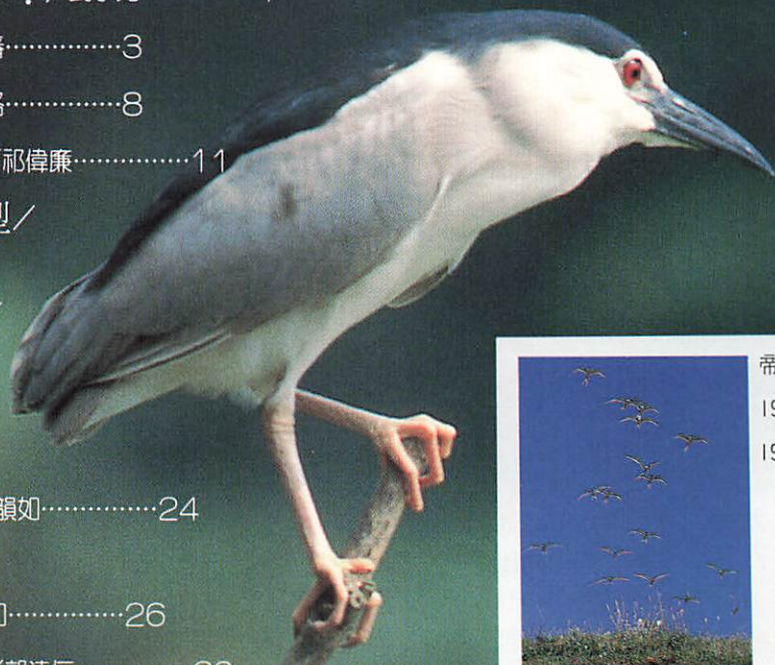
大樹是我的家／陳韻如……………24

——啄木鳥

鳥爪的認識／方韻如……………26

鳥蛋的無窮變化／郭達仁……………29

孵卵斑不是斑／王金源……………32



喜歡樹棲的夜鶯，
爪的抓附極有力。
(攝影／王金源)



帝雉

1997年3月春季號

1996年1月創刊

御風而翔的燕鷗

出版者 中華民國野鳥學會
發行人 沈振中
主編 劉小如
執行編輯 馮雙、唐嘉慧、林緯原
繪圖 馮雙
美術設計 李男工作室

社團法人中華民國野鳥學會

會館地址：台北市復興南路一段295巷13弄6號2樓

電話：(02) 7067219・7034663

傳真電話：(02) 7548009

劃撥帳號：1267789-5

WWW：http://com5.iis.sinica.edu.tw:8000/~cwbfb

E-mail：cwbfb@iis.sinica.edu.tw

承印：中華彩色印刷股份有限公司

地址：台北縣新店市寶橋路229號

法律顧問：葉天昱律師

著作權所有・轉載請先徵求本刊同意

行政院新聞局出版事業登記證

中華郵政合字第5764號

執照登記為雜誌交寄

預告與徵稿

〈第二卷第二期〉 台灣的猛禽

〈第二卷第三期〉 畫眉鳥類

〈第二卷第四期〉 森林與鳥

你有好的照片嗎？

有經驗或心得想分享嗎？

歡迎投稿



鳥的羽毛

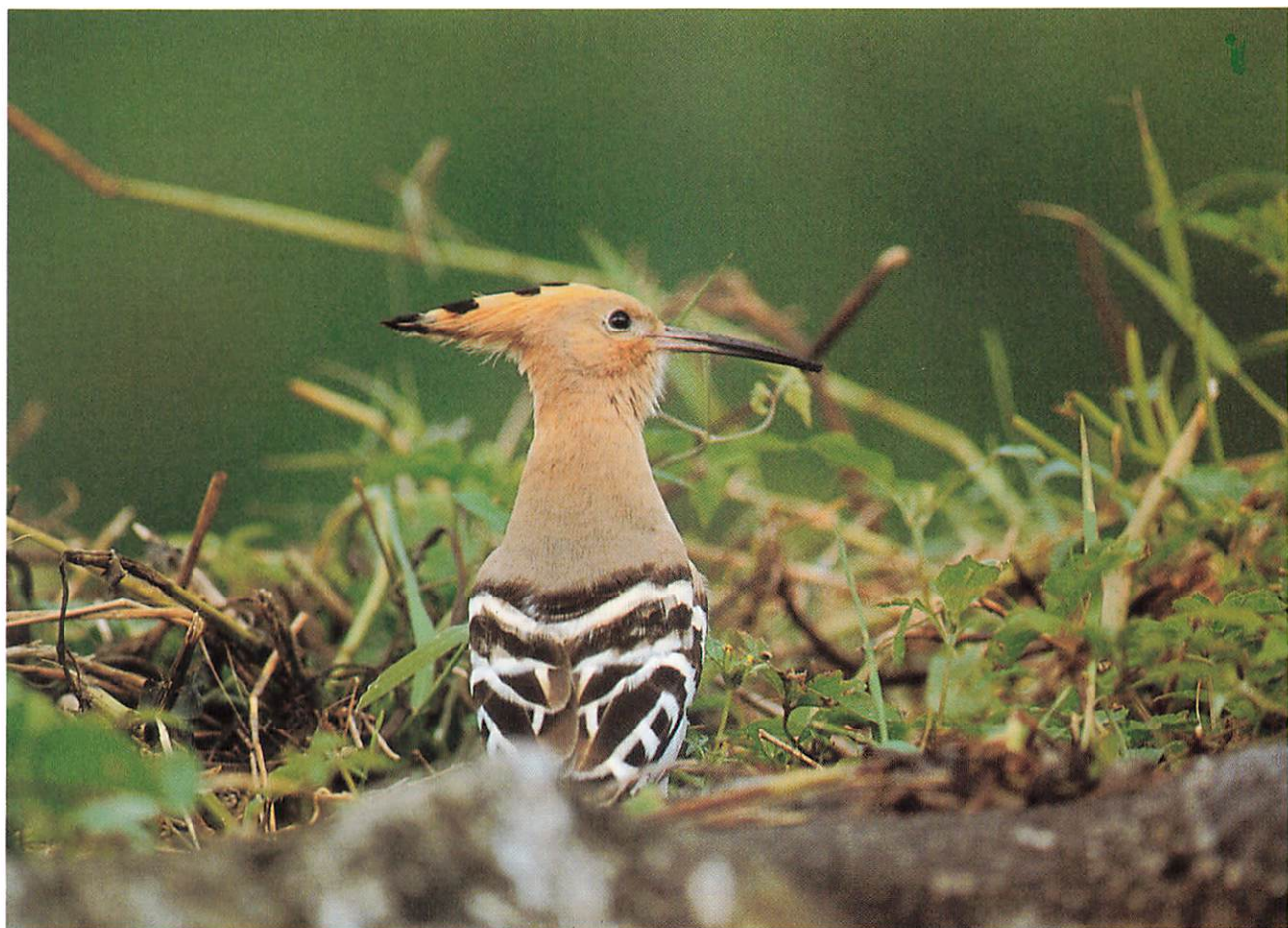
■曾國藩

鳥類在演化上的特異歸因於羽毛的產生，羽毛賦予鳥類保溫與飛翔的能力。「保溫」的功能使得鳥類成為內在產生溫度的恆溫動物，得以將體溫維持在新陳代謝率較高的範圍內，其結果明顯展現在鳥類高度的活動性上；飛行則使得鳥類得以輕易的探索生態中的另一個領域，而且能在短時間內跨越廣闊的範圍，遷移更使得鳥類能在不同的季節，探索最適合的生活環境。

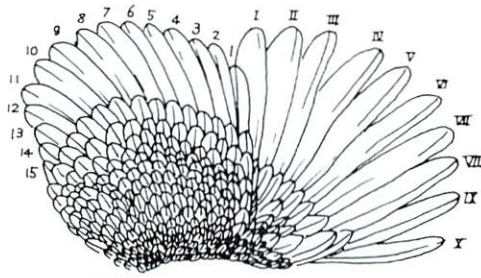
羽毛是皮膚的衍生物，由角質(keratin)構成，一般並不分佈於全身，只出現在8條羽區上。羽毛雖輕，但整隻鳥之羽毛總重常為其全身骨骼

重量的2-3倍。羽毛大致分為有羽片的羽毛與絨狀羽等二大類。羽片羽有一羽軸，羽軸向兩邊長出羽支，後者再向兩邊長出小羽支。每一對小羽支中靠近羽毛基部者稱為近端小羽支，另一支則為遠端小羽支。遠端小羽支上的小鈎狀突會鉤著鄰近羽支的近端小羽支上的小凹槽，如此即形成羽片。鳥類用喙整理羽毛時主要就是弄平這些羽片。羽片羽包括了用來飛行的飛羽、尾羽以及覆蓋全身造成流線外形的體羽。飛羽的羽片並不對稱——外側羽片較窄——此種結構是鳥類得以飛行的主因；相對的飛羽也較無維持體溫的功能。同時為了避免飛行時初

部分鳥類其頭上的冠羽會因警戒，展示而豎起。戴勝的頭冠豎起不易觀察到。
(攝影/梁皆得)

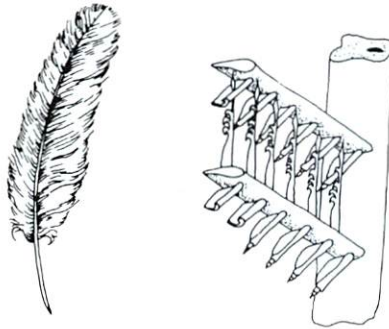


初級與次級飛羽之細部名稱
(此為飼養雞翅膀的背面觀)



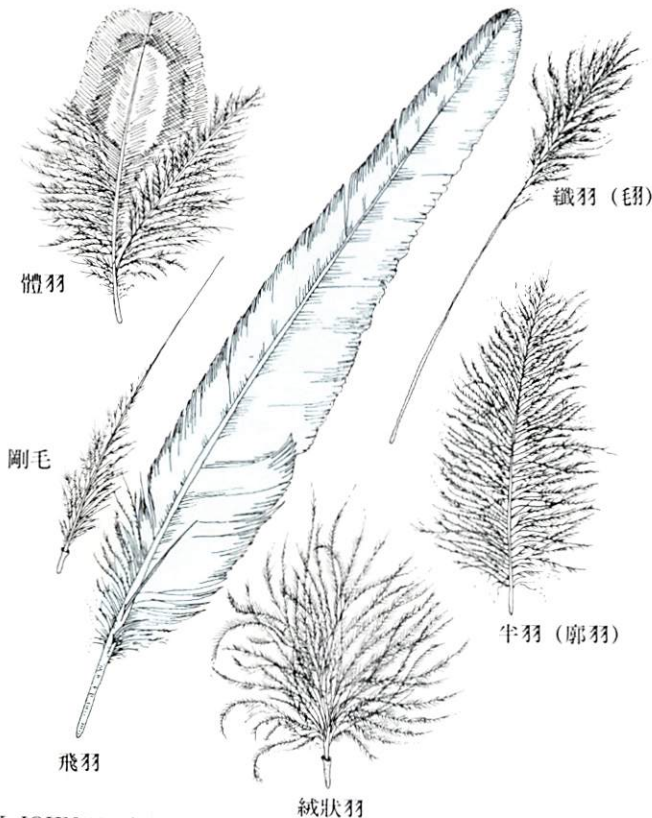
(上圖據FRANK B. GILL, 1989)

羽片羽中，
遠端小羽支上的小鉤，
鈎著鄰近羽支之近端
小羽支上的凹槽——
藉此形成羽片。



(上圖據FRANK B. GILL, 1989)

各種羽型



(上圖據TERRES K JOHN, 1991)

級飛羽間被氣流分開而減低了翅的效果，這些羽毛還具有特別的小羽支 (friction barbule)，以增加磨擦，用以鈎住前一支飛羽與其重疊部份的羽片上的小羽支。另外，貓頭鷹初級飛羽前緣的羽支長而彎曲且軟，而且彼此間間隙稍大，能減低飛行時的聲音。沙雞 (Sandgrouse) 腹部體羽的小羽支則呈卷旋狀，具有攜帶水分的功能。

絨狀羽常無明顯羽軸，小羽支上沒有鈎狀突起等，所以外形蓬鬆，適合保溫。這類羽毛包括埋在體羽下的絨羽以及孵出後幼鳥身上所覆蓋的絨羽。另外羽片羽中的體羽基部也常呈絨狀，以利保溫。鸞的飾羽則為有羽軸的絨羽 (Semiplume)，由於小羽支上無鈎狀突起，所以才會蓬起。除了上述二大類羽毛外，有些羽毛呈毛狀，只在羽軸末端才出現少數羽支 (或小羽支)，稱為翎 (filoplume)。這種羽毛主要分佈在飛羽附近，數目極多，每隻飛羽旁約有8-12隻，羽基有豐富的神經末梢，可能是鳥類用來探測飛行時個別飛羽位置的感應裝置。不會飛的鳥如企鵝、駝鳥等則無此構造。另一類常分佈在嘴基的羽毛，其羽軸上一般只在基部有少數根細長的羽支，稱為剛毛 (bristle)，一般多出現於食昆蟲性的鳥，特別是飛行中捕食者。又，鳥類羽毛下有發達的皮肌，可調整羽毛在空間中的位置。

初級飛羽一般有10根，附著在前肢的指骨上，由內 (與次級飛羽相接處) 向外分別命名為1到10初級飛羽。不會飛的食火雞 (Cassowary)，初級飛羽特化成只有長刺狀的羽軸 (達28公分長)，當在密林中穿梭時，可以保護牠們的體側，不致受傷。次級飛羽附在尺骨上 (相當於人手臂的前段)，數目依翅之長短而由6~40根不等組成，命名上則由外向內。三級飛羽一般只有幾根，附著在肱骨上。飛羽也可能特化做為非飛行用途，例如鴛鴦



背上豎立的旗狀飾羽即為特化的次級飛羽。尾羽一般12根，主要作用是在飛行時操縱方向及減低速度之用。在很多鳥身上也有明顯的特化現象，如孔雀展示用的尾羽及啄木鳥等支撐性的功能。

雖然羽毛是極重要的構造，但它卻是「死」的組織，除換新外無法修補。而自然界中又有很多以羽毛為食物的蝨蚤等寄生蟲，同時還會傳染鳥類的疾病，因此鳥類每天花相當多的時間清理羽毛。尾脂腺的分泌物是維持羽毛濕度與彈性的良好材料，雖然尾脂腺的分泌物未必是羽毛防水的主因，但水鳥的尾脂腺卻無可諱言的較為發達。由於鳥類的前後肢均特化而有特殊的用途，鳥喙及頸椎高度的活動性就擔負清理羽毛的主要任務。全身大多數位置均賴此以維健康；頭頸部則用腳趾清理。另外，體羽間常有許多羽支末端會脫落成小顆粒（ $1\mu\text{m}$

大小）的羽毛，稱為翹（powder feather）或powder down，這種如痲子粉般的顆粒具防水之功能。鸞鷲科的鳥中，此種羽毛則成片的長在體羽間。

有關鳥類羽毛的更換，出生後的雛鳥身上覆蓋著新生絨羽，一二週後換成幼鳥羽（juvenile），此羽一般均

飛在天空中的小燕鷗，
你可以細數有幾根飛羽？
幾根尾羽？左右是否對稱？
（攝影／林英典）



鴛鴦背上
豎立的旗狀飾羽是
特化的次級飛羽。
（攝影／蘇貴福）

為有羽片之羽毛。入冬前再經一完全或不完全（飛羽經常不換）換羽，而成亞成鳥羽或成鳥羽 (immature or adult)。而成鳥一般在繁殖後，全身換羽進入所謂的冬羽 (basic plumage)，在進入下一個繁殖期前再經部份換羽而成夏羽 (alternate plumage)。壽命較長的鳥一般需經過數年的亞成鳥羽後才會更換為成鳥羽。有些鳥則一年只在繁殖後換一次羽，經過一個冬天的磨損，羽毛末端被磨掉後而顯出羽毛第二段的顏色，而成為

其夏羽。例如：歐洲棕鳥，冬天全身斑點，淡色斑點為羽毛末端之顏色，磨損後變為全身亮黑綠（藍）色。有些鳥因環境因素，羽毛磨損得很厲害，其換羽的次數則相對增加。水鴨在繁殖後會即刻換成中間羽 (eclipse plumage)，而後即刻又開始換成夏羽的階段，但此次換羽的速度則很慢。每年冬季在台灣看到來渡冬的雄水鴨逐漸換成夏羽，而且有些在冬季即已出現繁殖羽的特徵，就是很好的例子。換羽時，每一羽區內羽毛都有



固定的更換順序。初級飛羽一般由內向外逐次更換，但水鴨則全部一起換，因此會暫時失去飛行的能力。尾羽一般也由中央逐次向外換。

羽毛的顏色由其微細結構及其所含之色素來決定。色素顆粒能吸收某些波長而反射其餘波長之光，並且可以被化學方法萃取出來，所以又稱為化學色。常見的羽色素包括(1)黑色素 (melanins)：產生土色調，有土黃 (buff)，褐，灰，到黑等顏色。(2)胡蘿蔔素 (carotenoids)：造成鮮黃，

橙，紅及某種綠藍色。(3)紫質素 (porphyrins)：造成亮褐，綠及琥珀色。黑色素可由真皮細胞自行製造，又分為相同形狀的大顆粒及不規則形狀的小顆粒等兩種；後者之顏色較偏銹紅色。含黑色素的羽毛常有較豐富的角質，因此耐磨。胡蘿蔔素來自食物，為油性，所以換羽時食物中此色素之含量能決定羽色。紫質素則一般較不穩定，長期日照後會變質而破壞。

另一大類主要由結構而產生的顏色稱為物理色，由羽毛表面對入射光線做物理上的折光變化造成。純由物理折光所產生的顏色包括白色及藍色，而物理色也可與化學色合起來形成綠色。例如：虎皮鸚鵡 (Budgerigars) 的綠色，即由藍色的物理色加上胡蘿蔔素之色素顆粒所造成。若體內負責

產生運送胡蘿蔔素的酶的基因發生突變，失去運送之能力，便會變得只剩下藍色的物理

色。另一種物理色稱為虹色 (iridescence)，常由成層排列的構造造成，如板狀中空的黑色素顆粒。按入射光線角度之不同而產生不同的折光，肉眼看起來會因視角不同而變換顏色，就如同小孩吹的肥皂泡在空中飄過所顯現出來的不同顏色的變化。孔雀尾羽上的眼狀花飾及許多蜂鳥喉部的顏色，由不同角度觀察時呈現不同的顏色，就是很好的例子。

水鴨在繁殖後會即刻換成中間羽，這三隻公的尖尾鴨即換了不同程度的中間羽。(攝影/劉川)



翠鳥背部寶藍色的羽色是化學色還是物理色呢？

(攝影/曹美華)



夜鷹嘴基的剛毛是牠啄食昆虫及飛行中捕食時的重要觸覺感官。

(攝影/蘇貴福)



鳥翅與飛行

■ 李雄略



猛禽利用熱氣流或風力滑翔飛行。
(攝影/蕭慶亮)

沒有了。」這是新竹鳥會郭承裕發表於一九九二年九月號中華飛羽的名言，一語道破了飛行對鳥類的重要。鳥之所以會飛，主要是長了翅膀。然而正如空有聰明的頭腦而沒有恆心毅力，終究無法成就功業，飛行運動本身，也必須有各種條件的配合方能竟功，非僅空有翅膀即可。囿於篇幅，本文僅介紹鳥翅部份。

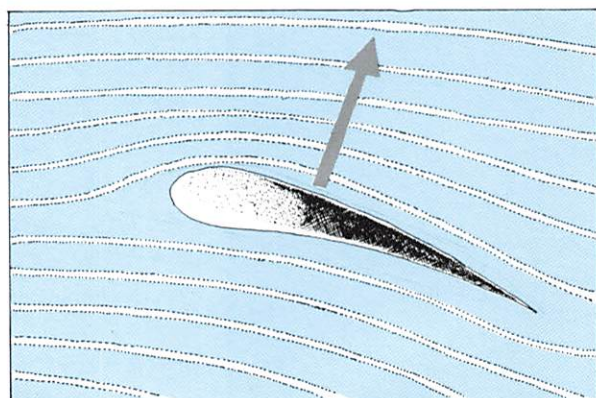
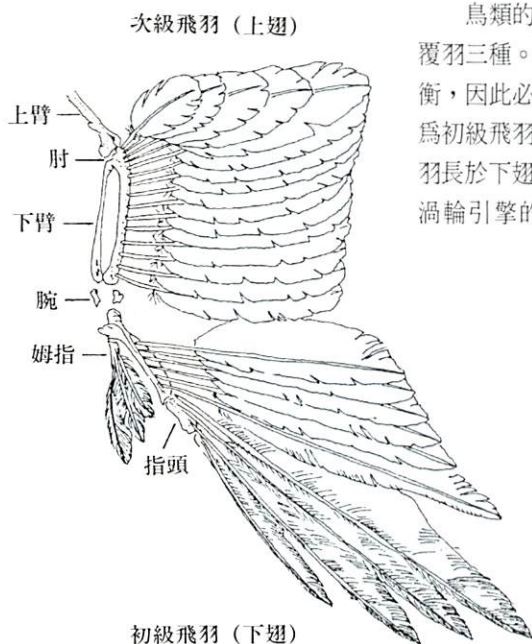
鳥翅的構造非常精巧奧妙，可謂大自然的傑作。鳥翅分上翅與下翅，分別相當於我們的下臂與手掌。鳥類的四根掌骨已退化成兩根，並且癒合成一塊。指骨也已退化並癒合成兩節。掌骨與兩節指骨之間皆以強韌的組織相連而成下翅的骨幹。這些骨塊之間基本上不能作相對運動，以免下翅作激烈飛行運動時閃到。有些鳥類還保留發達的拇指，以協助完成特殊飛行。

鳥類的羽毛可分為飛羽、尾羽與覆羽三種。飛羽與尾羽專司飛行與平衡，因此必須堅韌強壯。飛羽又可分為初級飛羽與次級飛羽兩種。初級飛羽長於下翅，主司推進，相當於飛機渦輪引擎的輪葉。次級飛羽長於上

翅，主要功能在於提供升力。覆羽則覆蓋於鳥體全身，能以膨起及貼平之方式修飾鳥身之形狀，以減少空氣阻力。覆羽的其它重要功能包括保暖、美觀及方便鳥友們作鳥種辨識。不信的話拔光覆羽看看便知道。

鳥翅前緣因有骨有肉，較膨大，而其後緣乃為飛羽之末端，薄如紙片。其整體構造為向上拱起之弧面，故橫斷面略呈弓形。由鳥翅前緣沿鳥翅上表面到後緣之路徑稱為翼弧，而鳥翅前緣與後緣間之連線則稱為翼弦。當鳥翅向前移動時，迎面而來的空氣因鳥翅之切割而分成上下兩股氣流。上氣流大致沿翼弧的路徑前進，距離較長，而下氣流大致沿翼弦的方向進行，距離較短。又因兩股氣流分流後基本上同時到達鳥翅後緣，故上氣流速度較快，下氣流速度較慢。

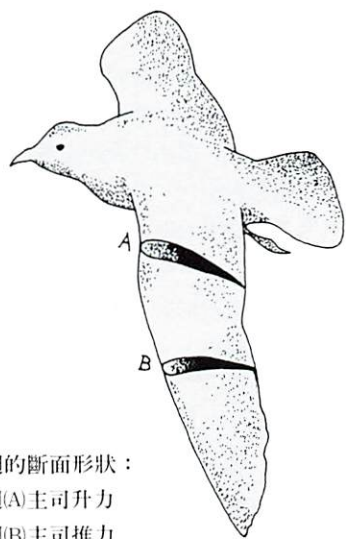
流體力學乃一自然定律，是流體運動的最高指導原則。任何流體機械，無論人造或父母所生，與之抵觸者無效，鳥翅自不例外，否則李某就沒得扯了。最基本的流體力學原理，白努力定律 (Bernoulli law) 指出：當空氣黏滯性忽略不計時，同一氣流內各處的總能量為一定值。又氣流係



上昇氣流路徑長，速度快，壓力低，淨作用力約與翼面垂直。

以壓力能及動能等兩種方式儲存能量，兩者可以互相轉換，但總能量必須一定。如上所述，鳥翅上表面之氣流速度比下表面之氣流速度快，其壓力因此較低。此一壓力差，使鳥翅獲得一大致垂直於鳥翅表面之力。該力作用於飛羽，再由飛羽傳至鳥體。因此，飛羽必須牢牢的連接於鳥翅骨幹，免得一面飛一面掉毛。基本上，鳥類飛行時下翅向下後方拍打而上翅動幅較小。因此初級飛羽所得之力大致向前，以提供推力為主，而次級飛羽所得之力大致向上，以提供升力為主。

鳥類因生存環境的差異，基於不同需要而演化出各種翼形及飛行方式。以現生鳥類而言，其飛行概分鼓翼與滑翔等兩種形式。多數鳥種都以鼓翼與滑翔交互運作之方式飛行，只是比例有別。鼓翼之自主性較高，只要不被囚禁籠內，隨時隨地皆可進行，不受周遭環境的影響。過於勞累則為其主要缺點。東太平洋加拉巴哥群島有一種鸕鷀，因島上沒有天敵，缺乏飛行之誘因，索性連翅膀也退化了。由此可見，能夠不飛的話，鳥類還是寧可不飛的。很多文學作品都說鳥類沒事到天空翱翔，多麼快樂，實在值得商榷。



鳥翅的斷面形狀：
上翅(A)主司升力
下翅(B)主司推力

最特殊的鼓翼飛行，莫過於環頸雉與蜂鳥的高頻式鼓翼飛行。環頸雉以斑斕之羽色隱藏於灌木叢之間啄食穀粒草籽。為避免覓食時遭受過度干擾，環頸雉見獵食者尚在警戒距離外時並不予理會。敵方進入警戒距離內時則噤不作聲。待敵方進入危險距離時才爆飛逃命。環頸雉爆飛並作空中急轉彎後，隨即衝入數十公尺外之灌木叢內奔跑，前後僅數秒鐘。獵人必須在這短短數秒鐘內完成一切射擊動作，十分刺激。環頸雉因此成為最受歡迎的獵物。為了進行爆飛與空中急

鼓翼飛行中的洋燕。(攝影/范兆雄)



轉彎的特殊飛行，環頸雉具有寬圓而短的翅膀，以利快速鼓翼，另有長尾一條，以便於半空中作急轉彎飛行。爆飛是一種非常消耗體能的，在能量利用上極不經濟，卻可救命。因此環頸雉平常以奔跑為主，極少飛行。

蜂鳥以高熱能的花蜜為主食，卻無法像蜜蜂那樣鑽入花朵內，也無法像蝴蝶那樣半停半飛的吸食花蜜，只好發展出特殊的原地逗留飛行技術。蜂鳥進食時，須先停滯於花朵前方半空中，再以長舌吸食花蜜。正如蜜蜂一樣，蜂鳥的翅膀比身體相對的小。為了維持足夠的升力，蜂鳥必須以每



玩風的鳥兒。(攝影／劉川)

秒三十下至六十下的頻率鼓翼。為避免翅膀在如此高速的拍動下扭傷，蜂鳥的上下翅已癒合成單一「零件」。整片翅膀以肘關節為中心作8字形運動，其所得合力可垂直向上，亦可向四面八方傾斜，原理與直升機相同。蜂鳥因此

得以原地逗留甚或倒退飛。這種飛行方式極富機動性，惟為已知最勞累的運動。

滑翔是為充份利用外界能量的省力飛行方式，極為優美而聰智。滑翔又可分為風力滑翔與熱氣滑翔兩種。對海鳥而言，常年吹拂的海風，乃是天地所賜的能量。海風大致是以水平方向吹拂。為捕捉較多的風能以便滑翔，海鳥都有一對十分細長的翅膀。漂泊信天翁翼展長達三公呎以上，可於四天內滑翔三千公里而不須拍翅。然而這樣的鳥快樂嗎？也不盡然。漂泊信天翁翅膀太長，鼓翼飛行時腕關

節很容易閃到，降落後也不易起飛。因此漂泊信天翁離巢後即不再落地，直到三年後性成熟，才回地面繁殖。然而降落時又因從無經驗，不知如何降落，常須耗費數天時間，最後才勉強迫降。

天氣晴朗的日子裡，山谷或開闊的草原上方常會產生一股上升的熱氣流。許多大型猛禽即利用這些熱氣流盤旋而上，到了適當高度後再作等高度盤旋，以尋找地面上的獵物。這種飛行方式稱為熱氣滑翔，不大費力，但必須有良好的飛控能力。熱氣滑翔與風力滑翔的主要差異在於海風乃水平風，而熱氣流是由下往上升。為捕捉較多的熱氣流，以大冠鷲為例，其翅膀都相當廣大。此外為避免翅膀下方氣流直接由翼端翻捲至翅膀上方，造成能量損失，大冠鷲滑翔，其初級飛羽必須又開，以增加氣流向上翻捲之阻力。熱氣滑翔的另一先決條件就是熱氣流必須夠強。因此，一天當中能進行熱氣滑翔的時間只有上午十時至下午三時等數個小時，遇到壞天氣就只好躲在樹林裡祈求上蒼保佑。

以上的飛行方式，無論鼓翼或滑翔，都必須有精巧的鳥翅與完善的飛控系統方得以完成。鳥翅的出現，實為地球生命演化史上的一大奇蹟。人類飛機的發明源於觀察猛禽的熱氣滑翔，爾後之發展卻與鳥類漸行漸遠。現今的人類飛機雖然擁有驚人的負載及高速飛行能力，然而鳥類翅膀所具備的輕巧性、靈活性與安全性，皆非人工機械所能比。飛機除了擾人的噪音及需求廣大的機場用地外，其所賴以維持之石油，存量恐已無多。換言之，人類飛機稱霸天空的時代，在整個地球生態史上，將僅是驚鴻一瞥，仿如幻象而已。人類唯有虛心的向大自然求救，以永續經營的理念善待這片大地，使世上物質皆得以循環使用，所有物種皆得以生生不息，方能免於地球生態的全面崩潰及走向自我毀滅的悲劇，毀了眾生，也害了自己。

鳥類的骨骼結構

■ 祁偉廉 攝影 / 祁偉廉、許育誠 提供

如果色彩炫麗的羽毛像一幅彩繪，那麼骨骼結構就該是一件雕塑品。當我們細細解剖鳥類的骨骼結構時，不得不讚嘆大自然經演化而成就的藝術品，是那麼優美而且奧秘。

飛行是鳥類的特殊能力，為發展這種奇特的功能，牠們在身體結構上也發生了重大的變化。在骨骼系統方面，骨骼變得輕而具有充滿氣體的腔室，還有廣泛的癒合現象。前肢變形為翼，後肢支撐體重，可行動或站立變形。不論圓柱狀的長型骨或薄片狀的扁平骨，骨壁均變得十分薄而輕，而內部又由許多縱橫交錯的骨質構架加強，提高了骨架本身能承受的力量，以利於飛行。

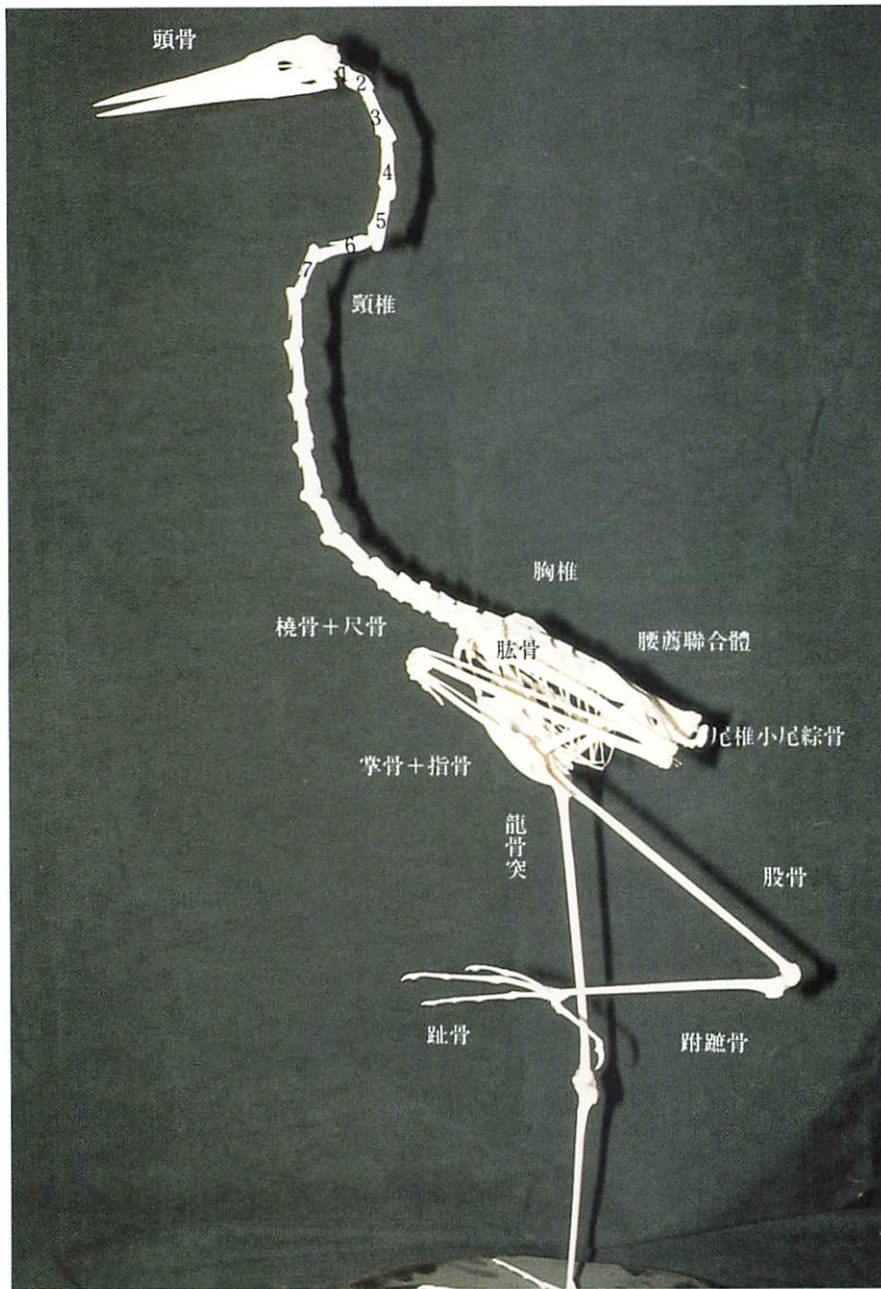
鳥類的骨骼系統負責支撐身體以及保護胸腔內的內臟器官；在生理方面則負責體內鈣磷的代謝及血球的製造釋出。骨骼的基本結構包括骨髓、軟骨和硬骨。骨髓的功能與支持身體無關，而是攸關於血球的產生；尤其是紅血球，其生成的過程均在髓腔內進行。雛鳥時期需要製造大量的紅血球，所以全身骨骼，從翅膀和腳的長骨，到頭骨和胸骨的扁平骨均富含紅骨髓；但是當幼鳥漸漸長大，要學習飛行時，許多部位的紅骨髓都慢慢消失而被氣囊侵入所取代；其中以雙翅的骨骼，如肱骨和橈尺骨最為明顯。惟一例外的是潛鳥，牠們的骨質終生充滿骨髓而且十分緻密，可以產生較多量的紅血球，適應缺氧的狀



鸕鷀頭骨的上枕骨後方多一塊可以往上翹的三角型骨。有何作用，尚未能得悉。

頭骨的比較。





大白鷺的頸骨呈S型彎曲，伸縮自如。

況，並有較大的骨質比重，利於下潛。鳥類的軟骨因廣泛的癒合而減少了許多關節面軟骨的存在，即使出現於胚胎期的軟骨，至成體時也大多會被硬骨取代，只有磨擦劇烈的肩關節、脾白窩關節和膝關節等，仍有一層較薄的軟骨存在。

鳥類主要的骨骼系統是由硬骨所構成。依部位可區分為頭骨、脊柱、肋骨、胸骨、肩帶、前肢骨、腰帶和後肢骨。每一部份由不同數目的骨骼

組成，而且往往在各科的鳥類之間亦各有數目上的不同；型態上的差異更是琳瑯滿目，成為適應各種不同行動攝食方式而發展出來的特徵。

頭骨由頭蓋骨、顏面骨所組成，頭蓋骨由六種8塊骨組成，大部分已癒合，主要構成腦室及眼眶；顏面骨約由十四種29塊骨組成，主要構成上下喙及舌和眼球。前額骨、額骨及鼻骨的形狀決定了嘴型，或尖或扁或鈎，各有不同，但多半與額骨之間的連接處為不可動關節，只有少數種類在額骨、鼻骨之間形成絞接，可以自由的運動上喙；其中鸚鵡是最靈活的，鯉鳥則略為活動。方骨和鞏膜骨是鳥類特有的頭骨，前者連接頭顱與下頷，是頭骨中最常活動的一塊骨；鞏膜骨在眼球前壁內側呈環形排列，可以抵抗高速飛行時眼球所受的壓力。枕骨大孔隨著低等到高等演化，漸漸由頭顱的後方移向下方。主要由基枕骨構成的第一枕髁，好像是一個支力點，在鸚鵡類最為明顯，所以牠們可以靈活的轉動頭顱，不必扭轉頸部即可向後看。各種鳥類均在頭骨部分形成特殊的演化特徵，例如鷹類有明顯的眶上突、鯉鳥鼻孔完成閉鎖等。此，另外在鸚鵡的上枕骨後方多了一塊可以往上翹的三角型骨，到底這塊是什麼骨？作用為何？筆者尚未能悉獲相關資料，盼有知曉者能慷慨相告。

脊柱乃由頸椎、胸椎、腰荐聯合體和尾骨串聯組成，在各種不同的鳥類身上各椎體數均不一樣。反正長脖子的鳥頸椎就多；最多者為天鵝，有25個，少的如鸚鵡，只有11個。大部分的頸部均呈“S”型彎曲，伸縮自如。但是鷺鷥科的鳥頸部卻有如問號（？）般，乃是因其第六、七頸椎間關節構造特殊，使得前後椎體在此轉向另一個方向彎曲。胸椎下有肋骨附著與胸骨構成胸腔，但因鳥類沒有分隔胸腹腔的橫隔膜，所以實際上許

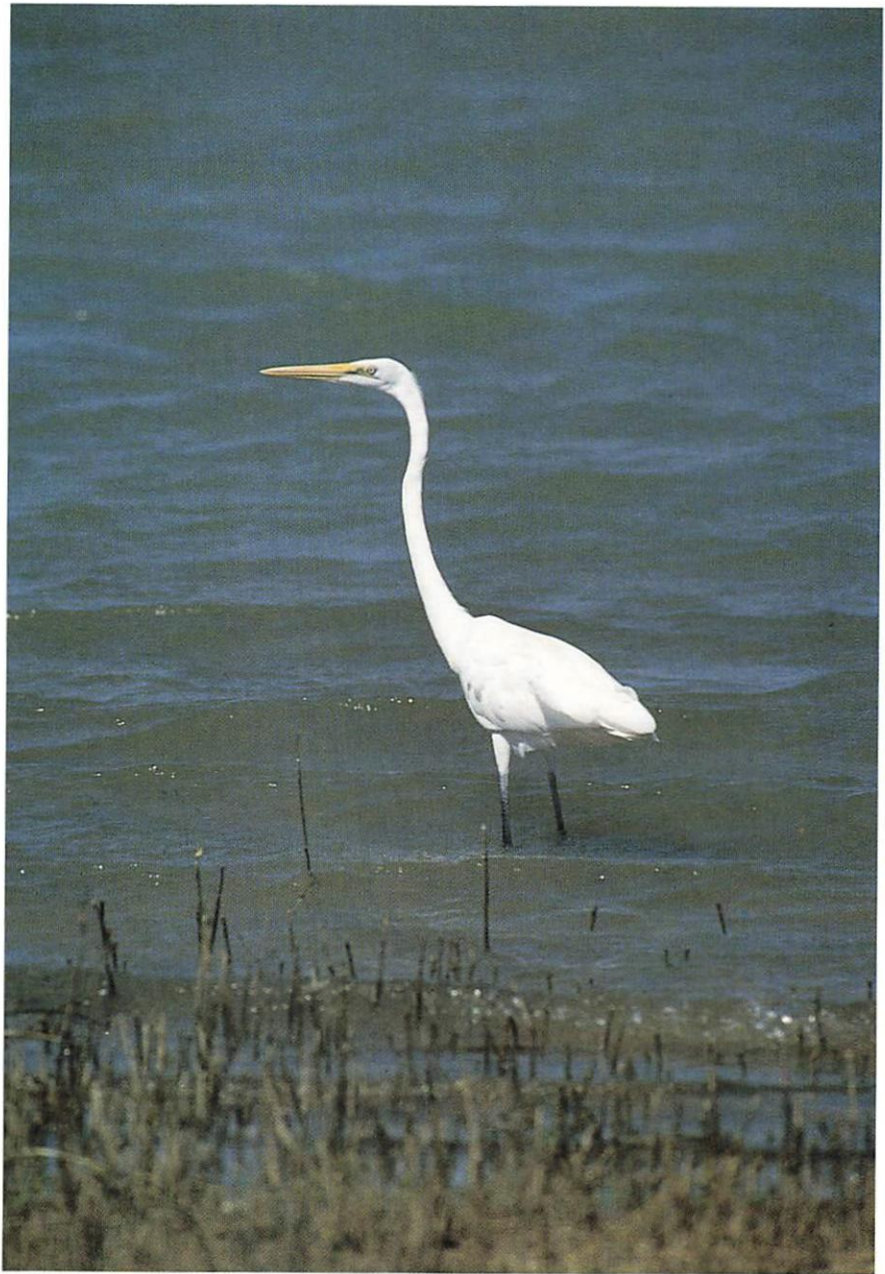
多哺乳類體內屬於腹腔的消化器官，在鳥類幾乎有一大半是在肋骨保護的胸腔之內。

鳥類的腰椎、荐椎、腸骨、坐骨和耻骨已癒合成一聯合體，也就是一體成型的骨盤腔，但是左右耻骨在腹部中央並不相連，為的是便於鳥蛋的產出。荐椎之後有五至八枚尾骨，最後一節是由許多退化尾骨癒合而成的尾綜骨，尾綜骨所支持的尾部，著生如摺扇般可開合的尾羽，可以控制飛行起降及方向。

翅膀的骨骼與哺乳類的前肢骨骼相當，也由肱骨、橈尺骨、腕骨、腕掌骨和指骨構成，但為了飛行，腕骨以下均有退化減少的情形。在尺骨後側，初級飛羽的羽基直接附著其上，非常堅固，這樣才能在鼓動翅膀時，形成上升的力量。至於鼓動時所需的強大力量，需要良好的支點與收縮力；支點就是肩帶，由肩胛骨、鎖骨和鳥類特有的鳥喙骨所組成，鳥喙骨左右各一，牢牢的固定在胸骨上。胸骨兩側的胸肌則是收縮力的來源，為了使胸肌有更好的著力點，胸骨的中央形成扁平突出的一片骨嵴，稱為龍骨突。

後肢雖然與哺乳類相同，分成股骨、脛腓骨、跗骨、跖趾骨和趾骨；但腓骨退化附著在脛骨的旁邊，跗骨和跖趾骨退化且癒合。關於趾骨與跖趾之間的連接型態，已有另文詳述，那是影響各種鳥類行動及站立的重要因素。在我見過腳骨中，最奇特的是鳳頭鸚鵡，牠的膝關節長型骨與脛骨脊合併，如船槳的上半部，可以由肌肉牽引，使小腿以下似槳一樣划水。

骨骼學的趣味在於其千變萬化，各種鳥類之間均有差異，當熟悉了其中一種之後，再與其他種比較，個中趣味無窮。各位鳥友在閱讀本篇的同時，鹵鷄腳、鹵鷄翅、烤雞脖子和油炸尾椎仍是我推崇的觀察材料。



鷺科鳥類頸部有如問號。(攝影/陳永福)



奇特的鳳頭鸚鵡
牠膝關節長型骨
和脛骨脊合併，
如船槳的上半部
，可以由肌肉牽
引，使小腿以下
似槳一樣划水。

鳥類的食性 與嘴型

■顏重威



魚鷹用腳捕捉魚，
再用鉤嘴啄食，
一口一口的慢慢享用。

(攝影／黃光蕙)

任何生物都有繁殖能力，能夠代代相傳，我們因此可以推測生物都有祖先。以鳥類為例，假設在很古早、很古早的年代，鳥類的祖先生活在地球的某地方，牠們代代相傳，種群數量增多，自然地造成食物競爭的內部壓力，於是為了生存，不得不向周圍擴散。但周圍的環境不一定是原來的環境，所以當鳥類擴散到新

的環境之後，為了獲取食物以求生存，必須逐漸改變自己的形態、生理、行為、甚至生殖方式，以適應新的環境。故「適應」乃為生物求生存的不二法門。

獲取食物為生物生存的必要條件。但環境不同，產物亦異：例如水域環境產生魚類、軟體動物、水生植物及其他無脊椎動物；陸域環境也因森林、灌叢、草原、沙漠等差別而產生不同的食物。鳥類的嘴是攫取食物的重要工具和吞嚥食物的主要關口，當鳥類種群數量增多，擴散到不同環境，為攫取不同食物，嘴型也隨之演化為不同的形態。下列僅以環境為背景，簡略介紹一些台灣常見鳥類的食性和其嘴型差異：

一、水域環境：包括海洋、海岸灘地、河口、湖泊、沼澤、池塘等有水的地區。

(一)食魚者：食魚的鳥類，因魚類在水中位置深淺的不同，攫取方法的差



八色鳥在地上
行走撿食昆蟲。

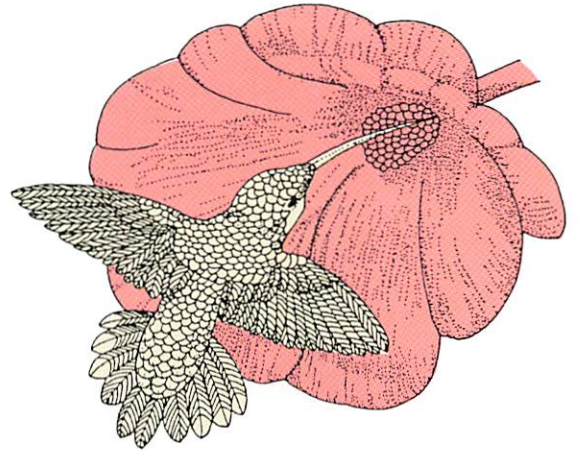
(攝影／蘇貴福)

異，發展出不同的嘴型。以嘴捕魚者，一般口裂都大，便於吞嚥；用腳捕魚者，則有鉤曲的嘴，利於撕裂魚肉。

- (1)捕食水面之魚者：如燕鷗、翡翠和鷺鷥。牠們的嘴筆直如鏟子，夾住魚兒而吞之，但只吞嚥比口裂小的魚。燕鷗是在飛行時，看準浮游在水面上的魚，然後俯衝入水捕之。翡翠則佇立於水中或岸邊高枝處，衝入水中捕魚。鷺鷥停立在岸邊等候，俟魚兒游到跟前啄食之。
- (2)追捕水中之魚者：如秋沙鴨和鸕鶿。牠們的嘴都很細長，上嘴尖端向下彎曲，可防魚兒自口中溜掉。鸕鶿的喉部還有囊袋可裝魚。秋沙鴨的嘴緣鋸齒狀，協助咬緊到口的魚兒。
- (3)用腳捕魚者：如魚鷹和鳶。牠們都有銳利的鉤爪，捕捉較大型的魚，提攜到岸上，再用鉤嘴啄食。魚鷹的捕魚方式類似燕鷗，全身俯衝入水捉魚。其趾內有肉刺，可防魚兒滑溜。鳶則飛掠過水面，用利爪抓住浮游的魚。
- (二)食小型無脊椎動物者：以在泥質灘地、湖沼澤地、水田、草地等地覓食的涉禽為主。其嘴型也因獵取對象和位置不同而有所差異。海邊灘地因每次漲潮都由潮水帶來新的營養物如魚、蝦、蟹等幼苗，牠們的食不虞匱乏。

- (1)地面檢食者：以鵲科鳥類為多。鵲科鳥類的嘴型粗直而短，變化不大。牠們大都在水線以上的灘地快速奔跑，檢食灘地或草地上的小型無脊椎動物。翻石鵲用略為上翹的小嘴頂開小石，尋找石下的食物。
- (2)用嘴在地面上左右橫掃著：如高蹺鵲和反嘴鵲。此二者的嘴均細長，但前者嘴筆直如針，後者嘴略為向上翹。牠們都用嘴在地面上左右橫掃，以檢取蟄伏在泥地上的水生生物。

- (3)篩食者：即用嘴過濾泥土或泥漿中的食物，如鴨類和黑面琵鷺。鴨類的嘴緣綫狀，有凹槽。牠伸嘴入泥漿過濾泥中的小型無脊椎動物而食之。黑面琵鷺除在淺水中搜尋魚類外，也在灘地上過濾泥土的食物。
- (4)啄破貝類食之：如蠟鵲。牠的嘴側扁、粗壯而直，可插入二枚貝的開口縫；或敲破貝殼啄食之。
- (5)將有硬殼的動物摔碎而食者：如海鷗。雖然海鷗食性很雜，但如尋到貝類或蟹類，會銜至高空而後丟到岩石上，使其破碎而食其肉。
- (6)嘴伸入地層中覓食者：如鸕鶿科的鳥類。鸕鶿類的嘴型變化很大；有筆直者如赤足鸕鶿、鶴鸕鶿；有向下彎取者如潛鸕鶿、杓鸕鶿；也有略為向上翹者如斑尾鸕鶿、青足鸕鶿、反嘴鸕鶿。這些鸕鶿的嘴長短有別，伸入泥層的深度也不同。牠們以敏感的嘴尖，探知泥中的食物。
- (三)食植物者：以雁鴨科的鳥類為多。牠們都有平扁而寬闊的嘴，嘴緣皺褶狀，有凹槽。有的在水面上摘取水生植物的葉子、幼芽，如綠頭鴨；有的篩濾水面浮游生物如琵嘴鴨；有的將頭插入水中拔取植物的葉、塊莖或



紅褐蜂鳥 (*Selasphorus rufus*)
的空中定點取食花蜜行爲。
(繪圖/歐陽盛芝)

夜鷹張大的闊嘴，
傍晚時在空中飛行覓食昆蟲。
(攝影/吳添地)





大白鷺的嘴如鑷子，夾住魚兒，
一口吞下去。(攝影/王金源)



黑面琵鷺用扁平的嘴
在淺水中來回掃動尋找小魚蝦，
亦能在灘地濾食。(攝影/陳永福)

根，如尖尾鴨；有的在水邊濕地啄草或到田裡摘取玉米等穀物，如雁類。

二、陸域環境：陸地環境也具多樣性，如凍原、高山、森林、灌叢、草原、沙漠、農田、村落及都市等。

(一)食肉者：以猛禽類為主，包括日出性的鷲鷹、夜出性的鴟鵂以及伯勞等。牠們都有銳利而鉤曲的嘴。鷲鷹的鉤嘴將肉撕裂為碎片，再以吞噬，有的也用以撲殺獵物。鴟鵂的鉤嘴不用於撕肉，而是協助將獵物咬死，再整隻吞噬之，所以牠撲殺對象都是小型齧齒類。伯勞則是將捕捉到的動物插在有刺的枝子上，再予享用。

(二)食蟲者：地球上的昆蟲到處都有，今依鳥類捕食的位置介紹之。

1. 捕食空中飛行的昆蟲：有二類型：

一為飛翔力強，不停地在空中飛翔，同時張口將昆蟲吞之。這一型鳥類的嘴通常都是短而寬，口裂大，如燕、雨燕、燕鴉和夜鷹等，牠們張如囊般的嘴，收取飛行中的昆蟲。二為佇立於突出的枝頭或停棲於電線上者。一旦看到飛翔空中的昆蟲，便躍飛入空中將昆蟲咬住，再飛返停棲處食之。如鷓、卷尾和蜂虎等。

2. 在樹幹或樹枝上啄食昆蟲者：如啄木鳥和鴿。牠們都有強而有力的爪，可在枝幹上爬行；也有尖利的嘴，探尋樹皮裂縫內蟲蛹或幼蟲。啄木鳥的嘴粗壯而直，可猛力敲打樹皮，並有長而生倒勾的舌，以深入裂縫勾蟲。啄木鳥只能頭朝上地在枝幹上爬行。鴿也有尖利的嘴可伸入樹皮裂縫，但牠的頭則能朝上或朝下地在枝幹上遊走。

3. 在枝葉表面或叢叢中蒐尋昆蟲者：如嘴短而粗的山雀類、冠羽畫眉和嘴長而尖的山紅頭、鷓鴣及鶯類。牠們都有銳利的爪，適宜捉握和攀爬。

4. 食地面上昆蟲者：如雲雀、鶉鴉、



甜美的柿子也是五色鳥的最愛。
(攝影/陳永福)



鶉科鳥兒嘴長短不同，伸入泥灘層的深度也有不同，牠的食物亦有不同。
(攝影/何仁德)



五色鳥正抓著竹節虫
回巢中餵食。

(攝影/王嘉雄)

八色鸚和戴勝。牠們都有較長的後趾和尖細的嘴，便於在地上行走及撿食昆蟲。

(三)食果者：植物成熟的果實有軟皮和硬殼。嘴小而弱的鳩鴿、鶇、鶇等都吞食小型果實。嘴厚實、強壯的鸚鵡能剝開硬殼的果實。

(四)食種子者：以具錐型而厚實的鳥類如鴉、雀和文鳥等為主。牠們的嘴先端尖，善啄；基部厚，利於壓碎、剝殼。

(五)食蜜者：大都具有細長的嘴和管狀的舌，如蜂鳥、吸蜜鳥和太陽鳥。這些鳥類都不產於台灣。台灣鳥類勉強與花蜜有關者，可列入啄花鳥和棕面鶇，但牠們是否食蜜，尚待研究。

鳥類的食性與嘴型變化有密切關係，事實上，它也必須與其外部形態、內部構造和覓食行為相結合，才能達到捕食的目的。例如潛入水中追捕魚兒的鳥類，腳都有蹼，且其位置通常都在身體的後下方，利於在水中追逐；在樹林捕蟲的鳥類，一般都有銳利的勾爪，使其易於在樹上攀爬或停棲；在地面覓食的鳥類，後趾發達，方便在地上行走。

鳥類的生活，除了要適應瞬息萬變的各種自然環境條件外，同時也要對付種群和種間的競爭。一般而言，生態條件的要求愈一致，需求目標相同，競爭便愈劇烈。有一種理論，認為生態特徵一致的鳥類，不能同時在同一地區共存，即所謂「競爭排斥」，排斥的結果，自然產生隔離。隔離有地理的和生態的，前者為空間的分布，後者則在同一空間內，產生高度、棲地、覓食時間、覓食方式、甚至食物大小等不同的隔離。上述鳥類食性與嘴型的變化，事實也是避免競爭所演化的結果。

白腰文鳥正品嚐著
禾本科的植物種子。

(攝影/何仁德)



琵鷺的覓食奧妙

■江明亮譯

本文是譯自1994年6月20日的中國郵報第五版

「環境與生物」的一篇新聞報導，敘述以色列的航太工程師與鳥類學家，聯手發現琵鷺獨特的嘴與覓食行爲的原理，解答了困惑生物學家多年的疑問。——譯者按——

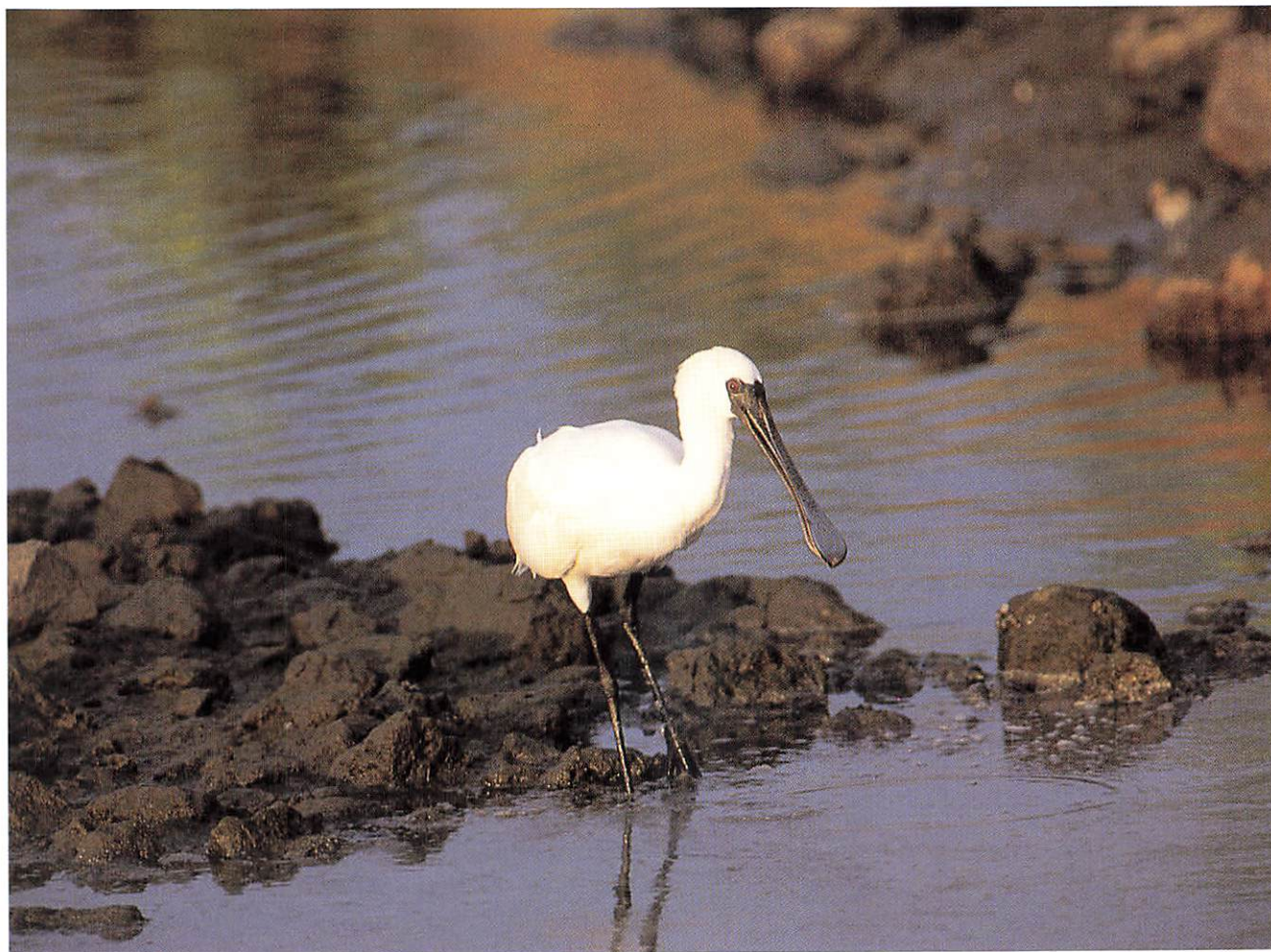
看著模樣可愛的琵鷺，宛如沈浸在大自然那般純真的心境。它是生活在亞熱帶地區，屬於「琵鷺屬」(Platalea)的一種涉禽。

它的嘴喙形狀平的像是被卡車輾過一般，且越往末端越寬。故十年來，鳥類學家嚐試對這種奇特的匙嘴造型，提供合理的解釋。畢竟存在於大自然的多數現象，即使第一眼你覺得沒有任何生物學上的意義，它其實仍

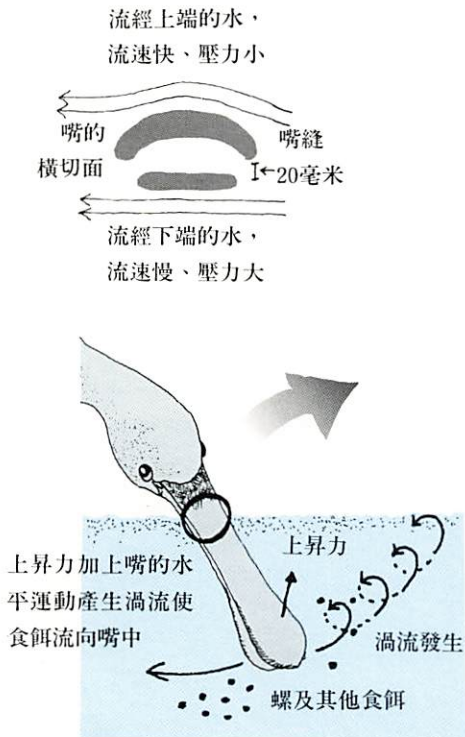
代表著因應某種特別需求的適應性。

鷹山(Hawk Mountain)保護區的鳥類生態學家凱斯(Keith Bildstein)說：「琵鷺的嘴不但特別，而且真的很滑稽好笑，由於這樣的嘴看起來真不尋常又那麼怪模怪樣地，應該有個合理的解釋才對。」琵嘴就像機翼的原理一般，可以產生上昇力。但不是用來協助飛行，而是揚起底層的食物流入口中以便取食。

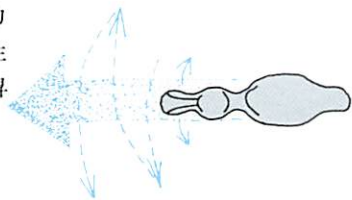
琵鷺的嘴既特別又可愛，真不尋常。(攝影/陳永福)



■ 琵鷺的嘴就像艘水翼船。其上嘴成弧形，下嘴則是平的，二者組合起來就成了機翼的形狀。而當鳥在水上動其微張的嘴時，便能產生上昇力。



■ 水翼船乃是應用柏努利定律，這定律是1738年瑞士數學家丹尼爾柏努利(Daniel Bernoulli)所提出。這股力量乃是由於二股不同流速的水流所造成的。因為流經曲面的水流較流經平面的水流流速快(因同一時間要走的更遠)，柏努利發現流速快的水流比流速慢的產生較小的壓力。因此柏努利效應上下的壓力差，便產生使平面上昇的淨力。



SOURCE: Weihs, D. & Katzir, G. Animal Behavior, March 1994

科學家們認為，這項發現是跨越不同研究領域合作的好案例。特別是在生物力學上，用了物理學定律來分析生物學問題。生物力學者認為，即使在多樣化的生物形態所呈現的問題背後，仍可以工程力學來解釋。

海法科技研究所(Technion research institute)航太工程師惠斯丹尼爾(Daniel weihs)望著一張琵鷺奇特覓食行為的相片，深感好奇。並進而挖掘出其中的奧秘。琵鷺覓食不像同屬鶴形目的鶴科、鷺科，後者的頭刺向前並用長而尖的嘴咬住食物；而琵鷺則邊涉水，邊左右掃掠微張的嘴喙，捕食小型甲殼類，譬如浮在水中的螺，偶而也能捉到小魚。許多生物學家難以理解為什麼以這樣的方式可以捕食到那麼多食物。

共同參與琵鷺計劃的海法大學生物學家蓋迪凱瑞(Gadi Katzir)說道：「一直沒人提出任何學說來說明為何琵鷺要如此掃掠嘴喙，而且是怎麼捉住魚和無脊椎動物。由於惠斯是航太工程師，對這個問題深感興趣。接著他懷疑這樣的嘴是否就像是個『水翼船』或『水下翼』。」

水翼的結構是一面平，另一面突出成弧形。機翼就是典型的例子，琵鷺的嘴則有相同形狀。研究過航太設計與鳥類的風洞氣體動力學，惠斯認為使鳥類與飛機能飛行的上昇力——即「柏努利力」(Bernoulli force)，可能在琵鷺的嘴向兩側掃掠時也產生同樣的作用。而這種上昇力會在飛機前進時引起翼尖後的渦狀氣流，即空氣動力學者著名的「翼尖旋渦效應」現(Wingtip Vortex Effect)。因此假設當琵鷺的嘴在水中切來切去時，其嘴末端會產生相同的效應，他稱之為「嘴尖旋渦效應」(Bill-tip Vortex Effect)。利用標準大小的琵嘴和橫掠速度，他估計出當嘴在掃掠所產生的「白努利力」會在下嘴下方數吋處產生一種向上的「風剪」作用與一連串的水渦，二者



合起來足以揚起底層的小東西，流到嘴前端的水中。

這假設看起來挺偉大，但這是真的嗎？惠斯和凱瑞設計了一組嶄新的試驗來驗證此一假設。其一用飼養的琵鷺，另一用琵鷺頭骨製成的模型繫在腳踏車輪上。就在台拉維夫大學的動物園中試驗，他們拍攝一隻雄琵鷺在淺池中掃嘴的行為，隨後將底片分隔解析鳥的動作。為使攝影分析過程輕鬆，就在底片上橫過鳥嘴畫了一系



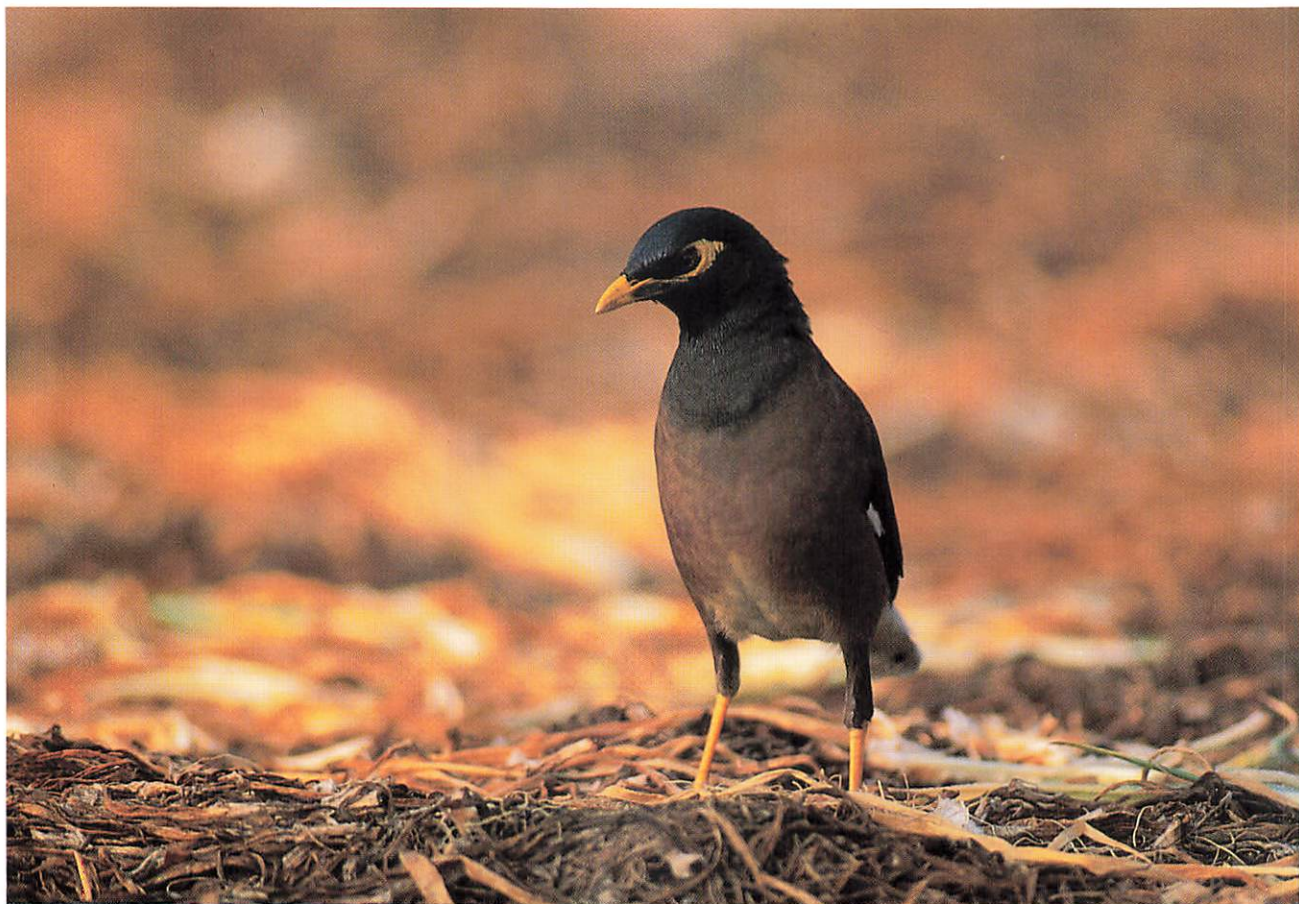
列的白線。凱瑞：「這樣子看起來像是個新似的。」影片使他們可以精確地測量嘴浸入的深度、角度、橫掠速率和嘴縫大小，如此則確定「嘴尖旋渦效應」是有可能發生的。但這個試驗必需要能看得到漩渦，且看看是否真能底層揚起食餌。因此他們作了個模型如下。將一個帶有完整嘴喙的琵鷺頭骨標本繫在車輪外圈上，並且水平地放置在池水中。前後轉動車輪以模擬自然情形下琵鷺覓食時的掃嘴動

作。接著在池底灑一排小螺，位置就在模型嘴的下方，並轉一轉車輪。結果每一次模型嘴的機械性掃掠動作，均能使甲殼上揚並前移數吋遠，且經常向上向前滾動一圈至數圈。所以漩渦被證實是存在的。

惠斯與凱瑞兩人將結果發表在「動物行為」(Animal Behavior)三月號上：「很明顯地，琵鷺嘴的掃掠如水翼船作用的首例報告。」

覓食中的黑面琵鷺。

(攝影／陳永福)



鳥類的聲音以鳴管為主，
八哥是常被剪了舌頭的受害者。
(攝影／陳加盛)

鳥類的舌頭

■ 祁偉廉 圖片／祁偉廉、許育誠提供

鳥類的嘴型各有不同，大如鸚鵡、犀鳥，小如山雀、蜂鳥，而不同的嘴型也決定了不同的覓食方式。這些各異其趣的覓食方式都需要舌頭來配合，可是在賞鳥時，很難用望遠鏡仔細看到舌頭的模樣。一些花鳥畫家常以尖舌配尖嘴來做藝術的表達，可惜往往有些離譜。

鳥類的舌頭由副舌骨、基舌骨、舌骨、角舌骨和上舌骨構成，外覆套管狀的頰舌肌，可控制伸縮。角舌骨和上舌骨向上附著於基副蝶骨與基枕骨下；基舌骨和舌骨在喉頭的前方，向下附著於下頷中央皮膜，副舌骨外或為肉質或為角質，則依鳥類不同的科別而有極大的差異。

舌頭的型態因不屬於外表型態，故很少在分類學的描述上提及，但探究其型態與嘴型相互配合的比較解剖學，却是研究鳥類覓食行為重要參考。

一般鳥友很難看仔細的舌頭，在繫放工作和救傷工作時較有機會仔細端詳，筆者願在此將親眼所見及親手所摸過的模樣與感覺與眾鳥友分享。

首先要提的是紅鶴，牠的嘴厚而下彎，低頭覓食時像一只中國盜湯匙，口中的舌頭也非常的厚而且非常肉質化，像哺乳動物的舌頭一般，想必感覺也很靈敏。

在觀察過很多大嘴巴的鳥之後，我們可以得到一種結論，那就是大嘴

不一定配大舌頭。例如：鯉鳥科的鳥類，雖然有著長圓錐狀，強硬的上下喙，但舌頭却已退化得僅存些許突起的痕跡，這樣的轉變應是為了適應活吞大尾鮮魚之便。同樣是衝入水中的翠鳥，以其身體比例來說，也有一張大而長的嘴，可是舌頭却不足半片小指甲大，呈盾甲狀，這也是為了吞魚方便。黑面琵鷺，英文稱之為“湯匙嘴”(Spoonbill)，這又長又扁的嘴內，舌頭並不是長而扁的，而是三角形如姆指指甲般大小。以上三種鳥類都是大嘴巴小舌頭，這樣的舌頭與探食無關，它只要不礙著吞食就可以了。

鴨舌頭是大家最熟識的一種鳥舌頭，對本篇文中所描述的部位名稱若有不明白，請至各大滷味攤(店)購買“教材”一批，一邊啃一邊閱讀，必能增添了解與情趣。說到這雁鴨目鳥類的舌頭，它有發達的副舌骨，外表包著較厚的肌層，舌的邊緣有些棘狀突起，與扁平的上下喙配合，非常適合篩選濾出式的覓食方式。

鳥中可稱之為「長舌」者有兩種：一種是能自喙向前伸出很長的舌頭，即啄木鳥的舌頭。它之所以長，是因為角舌骨和上舌骨非常的長，長到繞過眼眶到達鼻孔，這種特殊的舌頭已有另文敘述。另一種是本身的嘴也長，雖然向前伸的副舌骨並不長，但是上面附著的肉質舌頭則又細又長；這類舌頭以田鸕、山鸕和鶴鸕等最為典型；牠們的舌頭均用於協助探食。此外以身體比例來看也應屬於長舌的是蜂鳥，蜂鳥尖細的彎嘴伸進花瓣的基部，以細長的舌頭與上下喙之間構成似毛細作用般的吸管來吸取花蜜。

鸚鵡的舌頭可以稱得上是鳥類中最靈巧的。牠們的舌頭短小圓胖，却能像手指一般撥弄翻轉口中的食物。有些人認為部份鸚鵡會學人說話，就是因為舌頭靈巧，但是鳥類的聲音還是以鳴管為主，所以同樣會學說話的八哥、九官是否一定要修剪舌頭才會



白腹鷺鳥長著長圓錐狀強硬的喙，舌頭只存些突起的痕跡，但吞下大魚是方便多了。



赤翡翠舌頭呈盾甲狀，不足半片指甲大小，亦是為了吞魚方便。



太陽鳥則屬長舌，將尖細彎嘴伸入花瓣莖部，舌和上下喙則構成毛細作用般的吸管。



鸚鵡舌頭短小圓胖，可像手指般靈巧，撥弄翻轉口中食物。

說話，便不說自明了。

還有許多不同型式的鳥類舌頭，在與嘴型精密的配合下採食必要的營養；這些舌頭並不負責搬弄是非，人類又何苦希望鳥兒在剪了舌頭之後會說「頭家××」呢？

大樹是我的家

啄木鳥

■ 陳韻如

「就是那種會敲木頭的鳥。」
在林子裏發現小啄木正是用牠
這特別的習性。(攝影/陳永福)

「就是那種會一直敲木頭的鳥嗎？」
「是的，沒錯。」我興奮的回答著。

爲了尋找某種啄木鳥的蹤跡，我嘗試尋問長年在山裡的林務局先生們。由於啄木鳥敲擊木頭的聲音往往響徹雲霄，加上其攀附於樹幹的獨特作風，使得一般人就算平常沒有看鳥的習慣，對於啄木鳥的樣子也會像印在腦海裡的模子般，可以毫無困難地理解我指的是什麼樣的鳥。

鳥類的形態與構造和其棲息環境及生活型態之間是相互影響的。啄木鳥代表一群獨特的鳥類，牠們普遍分布在世界各地的森林與林地裡，只有極地、澳洲、新幾內亞、馬達加斯加島和一些海島才見不著牠們的蹤影。其中大部分種類皆會自己鑿樹洞作為繁殖或休息的場所，甚至覓食也會從樹表面、樹裂縫或是藉剝除樹皮、敲擊樹幹來搜尋生活於內的昆蟲或昆蟲幼蟲為食。這樣特殊的習性也使得牠們的身體構造有些特化的方式。

在筆直的樹幹活動時，最大的問題在於如何抵抗地心引力；當然身體愈重，所要抵抗的地心引力也就愈大。啄木鳥靠著腳部和尾部的共同作用，可以順利的爬上垂直的樹幹；腳部主要在抵抗地心引力，尾部則一方面讓身體離開樹幹表面，一方面也具有抵抗地心引力的功用。啄木鳥的腳趾兩前兩後，第二、三趾在前；第一、四趾在後，但隨各種類生活型態程度的差異以及體型大小的差別，腳趾的長短也會有所不同，偏樹棲性並以啄木為主的種類往往具有較長的第四趾。一些中型啄木鳥的第一趾因為不



重要，會逐漸退化，例如Dinopium屬和Gecinulus屬。然而大型啄木鳥的第一趾通常較長，例如Dryocopus屬和Campephilus屬。小型啄木鳥因為體重輕，所以通常只要靠腳就可以抵抗地心引力；中型啄木鳥則要使用三趾及尾部來支撐；大型啄木鳥則必須靠其四趾加上跗蹠及尾部才足以支撐其龐大的身軀。同樣兼具支撐功能的啄木鳥尾部，其中央尾羽尖端突出，此外中央尾羽的羽軸具有縱隆起線，因而加強了尾羽的硬度。

啄木鳥在樹上敲擊木頭，可能是為了覓食，也可能在為準備繁殖或休息的場所而鑿洞，甚至只是為了發出聲響作為標示領域或是求偶的訊號。啄木鳥的喙相當堅硬，像個鑿子，喙的尖端有類似鑿子的切邊，切邊上則布滿排列整齊的硬角質。一些以啄木為主的種類，牠們的喙甚至會有縱隆起線來加強喙的硬度。除了一張堅硬的喙之外，啄木鳥啄木需要相當程度的速度以獲得應有的力道，此時頭部如何避免震盪造成傷害便非常重要。啄木鳥腦部的質量——表面積比（mass-to-surface ratio）——很低，表示撞擊力可以分散至較大的面積。如果和人比較起來，啄木鳥可以減輕五十到一百倍的傷害程度；再者，腦腔內的腦脊髓液也提供了緩衝的作用。除此之外，位於喙後方有一塊肌肉，每當敲擊前會先行收縮而有吸震的功能。啄木鳥為了適應啄木特性，身體構造任何細微的功能或是保護措施，都令人嘆為觀止。為了防止敲擊木頭時被飛起的木屑所傷，啄木鳥的鼻孔甚至覆蓋了羽毛。

啄木鳥的舌頭也和一般鳥類不同。牠們的舌頭完全伸出時可遠超過喙尖且可自由變換方向，舌角骨（hyoid horns）很長，從頭骨下方繞過頂部直達兩眼之間的位置，有的種類舌角骨更長，直達上頰的右邊空腔，甚至盤繞於右眼眶周圍。有趣的是，多從表面或裂縫取食昆蟲的啄木

鳥的舌頭，會比從樹幹內部取食昆蟲幼蟲的啄木鳥的舌頭長。此外，長舌頭者的舌頭尖端會有類似倒鈎的構造，這些倒鈎多集中於尖端；而短舌頭者或取樹液為食者的舌頭則具有類似刷毛的構造，加上唾腺分泌的黏稠液體的配合，啄木鳥便可以順利的將獵物叉刺或是舔舐出來。

八月山裡的清晨，尋著叫聲意外發現了一隻離巢不久的大赤啄木幼鳥正跟隨在母親的身邊覓食。幼鳥有時



啄木鳥舌頭在頭骨內盤轉示意圖

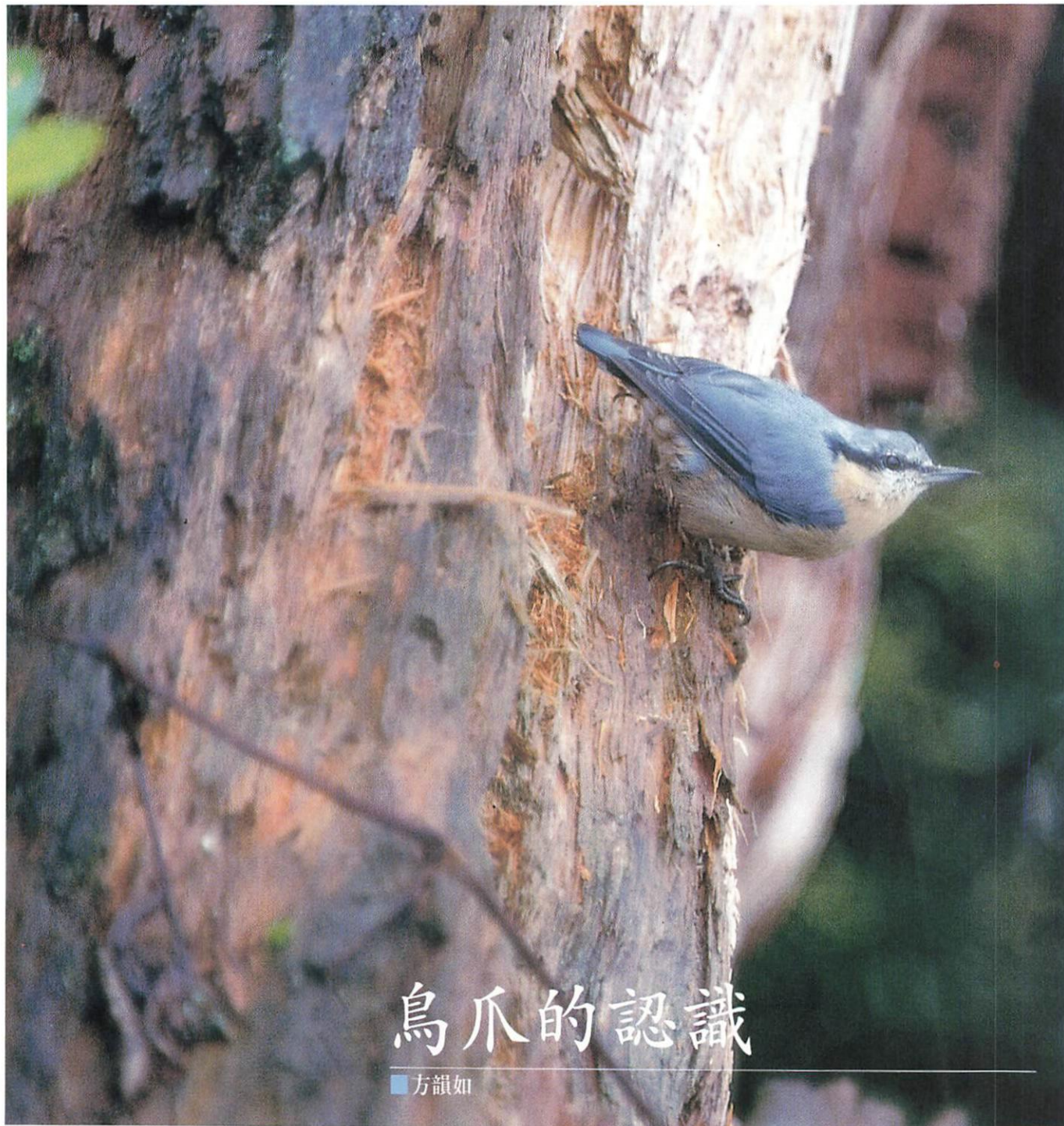


堅硬的中央尾羽和腳部的配合，大赤啄木能在樹幹上活動自如。（攝影／梁皆得）



樹洞正是牠為繁殖所備的巢。（攝影／梁皆得）

也會試著自己覓食，只是不是敲得太輕就是在枝頭間毛毛躁躁地亂敲亂跳而徒勞無功。相信不久的將來，這隻幼鳥終究會長大，學會分辨哪裡才有牠的食物並且善用牠與生俱來的利器，在森林的某處努力地敲著木頭，努力地生活。



鳥爪的認識

■ 方韻如

燕雀目中的鶉科鳥兒，雖沒有和啄木鳥一樣有對趾足，但有特別長而有力的後趾和爪，也能在樹幹上上下下，行走自如。

(攝影／梁晉得)

鳥類的腳及翅膀和羽毛一樣，有著截然不同於其他動物的轉化，而不同鳥種間，從腳的位置、各段的比例、到趾爪細微的變化，可以很明顯地看出牠們對行動、棲止、覓食、甚至求偶的不同需求及區隔，十分有趣。

腳相對於軀幹的位置，以及股、脛跗、跗蹠三段的比例，必須能維持移動、棲止、及坐巢時重心平衡。對陸上行走的鳥而言，股部比下面兩截短，並與身體形成近垂直的角度，行走時要靠脛跗及跗蹠部的活動，便重心平穩地落在雙腳上。鸚鵡、鸕鶿等



食的潛鴨及秋沙屬，腳都比其他雁鴨偏身體後端；那些體重較重起飛前需助跑的大型雁鴨，也就有較大程度在陸上或淺水區以步行活動。

完全地棲的鴛鳥是最典型的長腳走禽，牠的腳長壯有力，爲了高速奔走，腳趾也癒合成粗大的兩趾，像哺乳類擅馳又非獵食性的有蹄類一樣，減少可動關節較不堅固的風險。長腳的涉禽有的配合長嘴在泥沼深層覓食時的力距平衡，有的則方便在較深的水域中捕食。行走的涉禽及走禽脛跗比例相當，跳躍的燕雀腳長的變化則主要落在跗蹠部上。而燕極端的短腳族，牠們有絕佳的飛行能力及特殊的大嘴，生活賴此幾乎全在空中過，只在休息時用那弱小的雙腳掛在岩壁或建築上，趾部也特化成4趾均向前，且第2、3、4趾幾乎等長便於攀掛。其他短腳的鳥也和雨燕一樣，雖然沒有功能強大的腳，但一定另有兩把刷子，得以特殊而常較專一的食性及其他生活方式，棲身於屬於自己的一片天地。

腳趾在數目及相對位置上的變化主要存在於“目”這個分類階位上。除了鴛鳥等平胸總目之外，現存的鳥均有3~4趾。第二~第四趾向前，第一趾通常較小而向後的不等趾足，是最常見的形式。善走的鳥如雞形目和鵝形目，後趾通常較前趾高，有時短小退化甚至缺如；隼形目，鴉形目和燕雀目有很強的攀握能力，即是因爲發達的後趾和前趾位於同一平面上，同時，牠們脛跗部肌肉下端連結的韌帶，從踝關節後方向下延伸，與各段趾骨下方接合，因此當踝關節彎曲時韌帶就被扯緊，腳趾便毫不費力地收攏緊握，不必擔心睡夢中從樹上掉下來了。2前2後的腳趾極適於在樹幹上攀爬，五色鳥、啄木鳥所屬的鴉形目、鵲形目都有這種第1、4趾間後且與前趾近長的對趾足。另外，靠水上生活的鳥類在腳趾間有蹼聯結，作

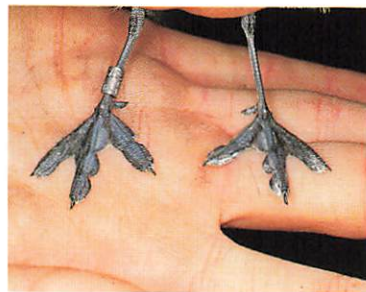
會潛水的鳥，腳的位置向身體後端移，股部平行地貼於體側，這樣一來在水面下游動時，便能使雙腳的推進最有效地運用在向前的分力上，但一旦上岸行走便顯得很笨拙。其他須兼顧陸棲與水棲活動的鳥類就必須有較折衷的結構了。如雁鴨中會潛水覓



魚鷹的獨門兵器——
腳趾下方的棘狀鱗，和靈活的第4趾，
使牠抓住滑溜溜的魚，未曾落失。
(攝影／黃光瀛)



猛禽類彎曲而強大的趾爪是
捕食利器。(中華鳥會檔案片 攝影／謝錦煌)



紅領鬩足鵞的蹼蹼，
前趾兩側膨大的皮褶，
在水中發揮撥水的功能。
(中華鳥會檔案片)



雉科帝雉是善走的鳥類，後趾較前趾高，並短小而退化。
(攝影／蘇貴福)



燕雀目的烏頭翁，有強而有力的攀握力，不擔心睡夢中從樹上掉下來。
(攝影／陳永福)

為水中前進動力的槳，同時在軟泥上也可形成浮力以免身體下陷，還可作為空中降落水面時的煞車。蹼的發達程度與各類鳥種依賴水域生活的程度有很大的關聯：鸕鶿、軍艦鳥、鰐鳥、熱帶鳥等鵝形目的大型海鳥有最發達的蹼狀構造，牠們四趾均向前，中間皆有滿蹼自各趾端連結；其他有蹼的鳥如潛鳥目、雁形目、鵝形目、鸕形目等，向後的指很小，沒有蹼與前趾相連。鸕形目及瓣足鸕的瓣蹼，是前趾兩側膨大的皮褶，平時伏貼於趾旁，當在水中向後划動時，水流便會

將它沖開，形成一個可撥水的平面。

雖然我們可以從各個目的分類中分出一些足部特徵的梗概，但還是有一些例外及許多更細微的變化。例如水雉和秧雞，皆有特別長的前後趾甚至爪，與其他鵝形目的鳥迥異，靠著麥葉上輕盈地行走。家族龐大的燕雀目中，鵝科的鳥雖然沒有對趾足，但這個特徵才得以增加浮力，在泥地或靠著他們特別長有力的後趾及爪，也能在筆直的樹幹上

行走自如；地棲為主的鶺鴒、雲雀等，則都有較平直的爪。猛禽彎曲而強大的趾爪是捕食的利器，而各家仍有不同的獨門兵器才得以各取所食：魚鷹的第4趾能向後轉，加上腳趾下方的棘狀鱗能嵌入魚體，使牠能輕易地抓住滑溜溜的魚；捕食飛鳥的鷹或隼、除了有特別長的中趾外，其餘趾長也明顯地長過以地面緩行動物為主食的大冠鷲；可捕捉較大動物的猛禽如熊鷹，後趾特別強大，且在跗蹠被羽保護自己；禿鷲吃屍體及腐肉，同時也常靠步行，我們可以理解牠們不會有彎曲有力的爪；這些種種的變異正可反映競爭壓力下的演化過程所產生的輻射適應。

單是從腳的構造便有如此多樣的變化，而在眾多型式的腳中，我們又找不出那一種是功能完備十八般武藝樣樣精通的，充份反映自然界中生存、競爭的壓力，及地球環境的高度歧異，在演化長河中扮演的重要角色，也因此才讓我們有福欣賞這奇妙的鳥類世界。

鳥蛋的無窮變化

■郭達仁

雖然爬蟲類也有蛋，但比起鳥蛋的多變，確實遜色多了。鳥蛋主要由蛋黃、蛋白和蛋殼構成。蛋黃由蛋白質和脂肪組成，主要是作為受精卵的養份供給者，其外層有濃稀不一的蛋白包裹保護著，最外層由碳酸鈣組成的硬蛋殼將整個圈住，形成我們所見的鳥蛋。蛋殼除了提供保護作用，它也經由上面的小蛋孔作為胚胎和外界互換氧氣、二氧化碳和水氣的通道，通常鳥蛋每平方公分有50至200個蛋孔。

縱然有相同的功能，但只要到博物館看一看鳥蛋，你會發現鳥蛋並非

想像中的單純，幾乎沒有一個鳥蛋是有相同的外形、大小和顏色，每一顆鳥蛋都是獨一無二的。

蛋的外形

我們常用「卵形」來形容物品，事實上所謂「卵形」並沒有標準。鳥蛋可以從近乎圓形的鸚鵡或魚狗蛋到筒狀的蜂鳥蛋，變化很大，如果歸納起來大致分為四大類。最多的就是卵圓形蛋，包括大多數的燕雀目、雞形目、雁鴨科的蛋。蛋的一端較鈍，一端較尖，使蛋繞尖端轉而不易滾走，也使得蛋在巢內排列的面積較小(尖端向

燕雀目的台灣噪眉，
蛋是卵圓形的，
一端較鈍，一端較尖，
在巢裏蛋繞尖端轉而不易滾走。
(中華鳥會檔案片)



小燕鷗卵的保護色，
使牠生存有保障。
(中華鳥會檔案片)



巢中間的方向)，利於孵化時溫度的集中。第二種形狀是梨形(或錐形)，似卵圓形但尖端較尖較長，主要是一些在狹小空間的懸崖邊產卵的海鳥。梨形的滾動半徑比卵圓形小，不致滾到崖下。第三種形狀是橢圓形(或稱

圓筒形)，兩端尖度差不多，例如雨燕或蜂鳥蛋。最後一種是球形卵，大多數為生息在土堤內或樹洞內黑暗巢穴的鳥類，如鴉、魚狗、蜂虎等鳥蛋。

一般來說，同一種鳥類的蛋大致相同，而分類學上有親緣關係的鳥種所產的蛋也較相似。

蛋的大小

就像蛋的外形，其大小也是多樣化的。現在已知最大的鳥蛋是已經滅絕的非洲馬達加斯加島象鳥蛋，長寬大約 $34 \times 5\text{cm}$ ，可以裝九公升的液體。如果還無法想像，我們可以與現存的最大鳥蛋——駝鳥蛋來比較，象鳥蛋有六個駝鳥蛋大。而駝鳥蛋重約1.5公斤，有兩打雞蛋那麼大，它的蛋殼就有3mm厚，一個成人站在上面都不會破。

小燕鷗出來了。(攝影／林英典)



那麼最小的蛋呢？就是南美洲的蜂鳥蛋，長度不到一公分，重只有0.5克。所以廣義的來說，體型愈大的鳥產的蛋愈大，但如果把蛋重與母鳥體重相比，那就有完全不同的結果。大多數鳥的蛋重約為體重的1/9至1/15，但駝鳥為1/55，相當小的數字比例，反而產最小鳥蛋的蜂鳥數字比例很大。比例最大的是紐西蘭的Kiwi，將近1/4。

至於同一種類產的蛋大小是不是一致呢？那不一定。首次產卵的個體，它所產的卵比同種的老鳥卵略小些，而繁殖期的第二窩也比第一窩還大一點，這是由於輸卵管口已經被鳥蛋撐大了的緣故。觀察第一次產卵的鳥所產的一窩蛋，常常可以發現有一顆特別小，那也是第一顆產的卵。

若以早成性雛鳥與晚成性相比較，早成性的鳥蛋較大。因為早成性的幼鳥發育過程幾乎已在蛋殼內完成了，而晚成性幼鳥在蛋殼內僅完成早期發育，破殼以後雙腿無力、雙眼緊閉、體表無羽，自然早成性的蛋必須比較大，容納較多的養份。通常早成性鳥蛋約為母體重的10~15%，卵黃占蛋重的40%；晚成性鳥蛋僅為母體重的5%，蛋黃更只有20%這是相當明顯的差異。

蛋的顏色

鳥類的祖先——爬蟲類的蛋都是白色而且無任何花紋，因此有學者認為較原始鳥類的蛋多為白色可能與此有關。至於其他多彩多姿的鳥蛋怎麼形成呢？那是在輸卵管末端子宮出口有色素細胞，當卵要排出時磨擦到管壁，色素就染上了。由於蛋的鈍端先排出且停留時間較長，因此鈍端的顏色較深且密集。相對的較晚排出的尖端則色素較淡，而且由於滑出子宮口的速度很快，色素通常呈細條狀。

蛋殼上的色素主要有兩種，一種是來自於血液血紅蛋白的紅褐色色素，另一種為來自膽汁的藍綠色素。藍綠



猛禽類的松雀鷹，
蛋殼表面缺乏保護層，
極易褪色！
(中華鳥會檔案片)

色素通常構成蛋殼的底色，由色素的深淺，蛋殼表現出白色、淡灰色至藍色等不同程度底色。紅褐色色素則沈澱在蛋殼表面，形成斑點或條紋，從黃、粉紅、褐、棕到黑色都有。而這兩種基本色素的混合，又產生了從紫色到橄欖色的無窮變化。

大多數鳥類的蛋在色素層外面還有一層閃亮的保護層，使得蛋的顏色不易褪掉。但是猛禽類、鵝鵝、鸛類的蛋殼表面缺乏保護層，因此色素直接暴露在表面，容易被水或鳥體磨擦掉，經日光的長期照射也容易褪色。

卵的顏色是為了保護蛋是無庸置疑的，通常卵色都與環境相協調，例如小環頸鴉的蛋色和周圍的小石礫很像；以乾草等植物為巢材的鳥巢，其鳥蛋花紋大多為條紋；以羽毛、泥土為巢材的鳥巢其鳥蛋則多具紅褐色斑點。

儘管有各種蛋色的變化，分類學上地位相近的族群，卵色通常也很相似。例如啄木鳥、魚狗、鴉類、鳩鴿科的蛋殼為純白色，椋鳥科多為藍寶石色蛋殼，雞、雁鴨、鸞科則是淡黃或淡綠色，鸛科則鈍端多有深褐色的螺旋條紋，夜鷹類的蛋殼則有大理石紋路的花紋特徵。

以上僅就蛋的外形、大小、顏色等三項作簡單的描述，其實蛋形態生理上還有更多有趣的疑問等著大家去探索。



四粒高蹺行的卵，
可以看見卵殼上的色素花紋，
鈍端較深而密集，尖端較淡。
(中華鳥會檔案片)

孵卵斑不是斑

■王金源



家燕胸前的孵卵斑被羽毛覆蓋，不是十分明顯。
(中華鳥會檔案片)

蛋內的胚胎所產生的代謝熱能不足，足以彌補蛋的熱能散失，所以需要親鳥藉著孵卵斑或足等身體部位與蛋密切接觸，減少蛋的熱能散失，同時親鳥可以提供額外的熱能給蛋。大多數的鳥類孵蛋時，靠著腹部裸露的皮膚與蛋的接觸來傳遞熱能。這個腹部裸露的區域就稱為孵卵斑。

有些種類，如鳩鴿類，孵卵斑位於沒有長羽毛的區域，因此孵卵斑整年都是裸露的；而其他種類的孵卵斑則過了繁殖期很快就消失了。雌鴨會拔除腹部的羽毛，而大多數鳥類的腹部羽毛，在受到激素的作用後，會脫落形成孵卵斑。除了脫落羽毛外，表皮的皮膚會起摺皺、血管會擴張及動脈的肌肉層會較發達。鬆垮的皮膚可與蛋的接觸更加緊密，藉著表皮的增厚可以減少皮膚受到機械性的傷害，血管網路的肥大可以供應孵卵斑熱交換的進行。當親鳥不孵蛋時，收縮小動脈便可減少熱能的散失。

孵卵斑的數目及排列

孵卵斑的數目及排列隨鳥的種類而有所不同。在鷹類、鳩類及大多數的燕雀類中，在腹部的中央有一個孵卵斑。岸鳥、海雀及賊鷗等在腹部兩側各有一個孵卵斑。鷗類則混合著上面兩種類型，而有三個孵卵斑。鵝鵝類、鯉鳥類及企鵝類等則沒有孵卵斑，靠著腳蹼及腹部覆蓋蛋。

孵卵斑的出現類別

孵卵斑的出現與鳥類孵蛋的特性有密切的關係。最普遍的型態是兩性共同孵蛋，如鸚鵡目、鸚形目、鴿形

目、鸞形目、大多數的鴿形目、大多數的鶴形目、一些隼形目及一些雀形目等，雌雄都會發展出孵卵斑。在雞形目、鴉形目、大多數的隼形目、雨燕目、及一些雀形目中，僅有雌鳥孵蛋，因而僅雌鳥發展出孵卵斑。最後一群鳥，如辯足鵝、水雉、一些鷗類、三趾鶉科及鳩形目 (Tinamiformes)，則僅有雄鳥會孵蛋及有孵卵斑。對上面的一般化整理，仍有一些例外，最令人困惑的是那些沒有明顯孵卵斑但孵蛋卻非常有效率的種類，如卡辛氏海雀 (Ptychoramphus aleutica) 及沒有孵卵斑卻可以有效率孵蛋的崖沙燕 (Riparia riparia) 的雄鳥。

孵卵斑的激素控制

用動情激素 (estrogen) 處理非繁殖期的鳥類，會導致孵卵斑羽毛的脫落及血管的肥大，切除腦下垂體的鳥類，如用動情激素處理則僅會使血管肥大，但如在動情激素後跟著處理催乳激素 (prolactin)，則同時會產生羽毛脫落及血管肥大。動情激素及其他的卵巢激素 (最有可能是助孕激素 (progesterone) 對孵卵斑的觸覺敏感度有加成的作用。表皮的增厚可由動情激素及助孕激素作用達成。雖然研究上仍有一些小差異，但性激素加上催乳激素會產生羽毛脫落及血管肥大，以及性激素配合助孕激素則會造成表皮增厚及敏感度增加，似乎是一個已建立的通則。而野外巢材的操縱及配偶的刺激等，都與激素的釋放有關。

在自然狀況下，
是很難觀察到是否
有孵卵斑的，
松雀鷹正在
大樹上的巢中孵抱，
就讓我們等等看
是否能看到孵卵斑？

(中美學會檔案片)

