

鳥蛋外傳

- 白頭老翁 -

從事科學研究的人，經常會寫一些艱澀難懂的論著，叫人難以下嚥，而他們卻樂此不疲，就如同醫師們總喜歡寫一些大家都看不懂也看不清楚的病歷及處方簽，因為這才顯得出學問。從生態學的角度來看，這是一種宣示領域的表現，而他們正在為捍衛他們的領域而努力。

「人之患在好為人師」本白頭老翁自己不懂得科研，但仍抱持著「以鳥學興亡為己任，置個人臉皮於度外」的態度，努力地把手邊的資料整理成「白話鳥類學」，以期提供給鳥友們鑑別以外的遨翔空間。特別要強調的是本「白話鳥類學」裡所寫的資料，完完全全地來自他人文章，完完全全地拾人牙慧。東抄西抄，實不敢掠人之名，只能說是集諸子百家之大成，這或許也能和 Mr. Confucius 的「述而不作」千古輝映一下下吧。

換個說法，也就是說本專欄內若有任何謬誤，千錯萬錯都是別人的錯，概與本人無關，冤有頭，債有主，隨人造業隨人擔。不過話說回來，有時難免也會有翻譯或打字錯誤的情況發生。所以，若真發現本專欄內資料有任何謬誤，煩請務必告知，以便更正，以免自誤誤人；若有其他可以討論的鳥類學話題，也歡迎大家一起來討論，當然若有其他鳥類學大作願與大家分享，也歡迎來信與我聯絡，目前我借有屏東鳥會的信箱聯絡，歡迎大家共同來討論「白話鳥類學」。

「先有雞？還是先有蛋？」是一個自古以來爭論不休的話題，不過不管如何，總該要有個起頭，今天就從鳥蛋開始談起。

生蛋不是鳥類的特權，千百萬年來在脊椎動物裡面舉凡魚類、兩生類、爬蟲類、鳥類等都是「生蛋」的方式來繁衍後代（也就是卵生），早期的哺乳類也會生蛋，甚至直至今日，單孔目（monotreme，如鴨嘴獸、針鼯之類）的哺乳類也還是採生蛋的方式來繁殖。卵生和一般哺乳類的胎生不一樣，胎生是把胚胎懷在媽媽的肚子裡，讓胚胎在母體裡吸收母體所提供的養份，慢慢發育為成熟的幼體後再生出來；卵生則是一次就把胚胎成長所需要的養份完全打包外帶，以蛋的方式生出來，讓胚胎利用蛋內的養份自己發育長大，不像胎生動物還要媽媽挺著大肚子辛苦好一陣子。

所有的鳥類都採卵生，畢竟把小寶寶懷在肚子裡飛起來實在不方便。平常雞蛋、鴨蛋看多了，不覺得有什麼稀奇，但若認真來檢視各式各樣的鳥蛋，就會發現不同的鳥蛋各自有不同的尺寸、型態、色澤及質感，千變萬化，實在是一種迷人的東西，鳥類學家們還為此特別發展出一個獨立的學門，就叫做「鳥蛋學（Oology）」。

一、蛋的構造

蛋是由卵細胞發育而成，當雌鳥體內卵細胞發育成熟時，會從卵巢中釋放出來，在細長的輸卵管中經過九彎十八拐的螺旋沉降，陸續包裹上由蛋白腺所分泌分來的蛋白和蛋殼腺所分泌出來的蛋殼，並塗上色素分泌細胞所提供顏料後，從泄殖腔產出，就是一顆我們日常所吃的蛋。若配合與雄鳥交配時間，從卵巢中釋出的卵細胞會在輸卵管的傘部和精細胞結合，形成受精卵。和其他動物的蛋不同的是鳥類會生出一個具有硬殼的蛋，如果我們把蛋殼打開，可以看到裡面有蛋黃和蛋白，就如同我們日常吃的雞蛋一樣。在不同的鳥種間蛋黃和蛋白的比例各自不同，極富變化。下面我們就由外而內一一來介紹。

蛋殼 - 堅硬的蛋殼是蛋最外層的保護，蛋殼的主要成分是由碳酸鈣參上少許的蛋白質所形成，再細分的話還可分成角質層、柵狀層、乳頭層。

蛋殼厚度差異很大，跟種類、營養、季節、年齡甚至蛋殼的位置都有關，某些藥物、疾病、污染、環境變化或營養失衡也會影響蛋殼的厚質，在同一個產蛋週期內先生出來的蛋，蛋殼也會比較厚，主要是因為在產蛋後期，產出的蛋會比較大，母鳥體內的鈣質補充無法跟得上所致。

俗話說「雞蛋再密也有孔」，其實不只有孔，簡直跟篩漏差不多。一個雞蛋大約有 10,000 個氣孔，但分佈並不均勻，鈍端會較銳端來得多。蛋殼的多孔結構對發育中的胚胎極為重要，胚胎所需的氧氣就是通過這微孔擴散進來，胚胎代謝所產生的二氧化碳和水分也是通過這些微孔排出。剛生出來的蛋氣孔會被角質層封閉，隨著產出的時間慢慢敞開，以作為氣體交換及水氣散出的管道。

蛋殼膜 - 蛋殼膜介於蛋殼與蛋白之間，主要是由蛋白質絲構成緊實的網狀構造，可分為外殼膜及內殼膜兩層。蛋殼膜除可過濾微生物的侵入，保護蛋白避免受污染外，更是塑成蛋的形狀的主要關鍵。

氣室 - 蛋在產出體外後，由於蛋黃及蛋白的冷縮現象，空氣經由氣孔進入，使內外殼膜分離，形成氣室。由於鈍端的氣孔較多，氣室也都在鈍端形成。剛生出的蛋氣室較小，隨著胚胎的成長，消耗蛋內的養分，氣室也逐漸增大。一般的市場賣的雞蛋沒有胚胎發育問題，但如果放太久，氣室也會因水分的蒸散而增大，也就是說氣室如果太大，就表示這顆蛋不新鮮了。

蛋白 - 蛋白是一種透明的半液態物質，具有防震、保濕...等保護胚胎功能。蛋白依濃度差異，可分為內濃蛋白、內稀蛋白層、外濃蛋白層及外稀蛋白層等四層。蛋白中含有胚胎發育所需要的酵素及無機鹽類，可提供胚胎發育之所需。蛋白中的溶菌酵素並可延長蛋的保存期限。

繫帶 - 在蛋黃長軸的兩邊各有一條繫帶，繫帶是由蛋白質絲所組成，蛋在母體內形成之初並沒有繫帶，滾落沈降到輸卵管末端時，由於蛋的轉動才形成。在蛋黃兩端的繫帶扭轉的方向相反，所以也不會轉過了頭。繫帶具有固著蛋黃的功能，好讓蛋黃懸浮在蛋白中間，避免沾黏。如此一來蛋黃就可以轉動，即使親鳥翻動鳥蛋，蛋黃上的胚盤仍可以朝上承受親鳥孵蛋的溫度。繫帶除了可以固著蛋黃外，連接鈍端的那一條連接著氣室，也扮演著交換氣體的功能。

蛋黃 - 蛋黃就是當初從卵巢釋放出的成熟的卵細胞，我們看到 (吃到) 的蛋黃絕大部分是為供胚胎發育的營養物質，細胞核和大部分細胞質集中在蛋黃表面的小白點；而外面包裹具彈性的卵黃膜就是細胞膜。我們吃鹹蛋黃時若稍加注意，可發現它是一層一層的，若放大來看，可得知蛋黃是由較厚的黃色層及較薄的白色層交替重疊包覆而成，核心是含脂

量較低的白色層。這說明了蛋黃雖然都是由極富營養的卵黃素所組成，但由於卵巢裡的蛋黃在形成之初，母鳥攝取食物的不同，造成所儲存的色素及油脂量也有所不同。日間母鳥進食，所形成卵黃層較厚，葉黃素的沈積也較多；夜間不進食，所形成卵黃層自然較薄，葉黃素的沈積也較少，就這樣形成色澤深淺相間的層狀構造。如果母鳥所攝食的葉黃素或類胡蘿蔔素較多，卵黃層的層次也就越明顯，蛋黃的層數也就像樹木的年輪一樣，可用來測定蛋黃形成所需的時間。

二、產卵

以一般飼養的母雞為例，一顆蛋從卵子離開卵巢進入輸卵管，到從泄殖腔排出大約需要 24-26 小時。輸卵管蜿蜒曲折，大略可分成五個不同部位，各有其功能，茲分述如下：

喇叭口—卵細胞發育成熟後受體內黃體成長激素的影響，刺激從卵巢裡排出，第一站是喇叭口（又稱「漏斗部」），主要作用在於接收由卵巢排出的卵子（即蛋黃）。如果母雞和公雞交配，卵細胞便會在漏斗部與精細胞結合受精（一般市售雞蛋並未受精），卵子停留通過在喇叭口的時間大約 30 分鐘。

蛋白腺部—喇叭口下方的就是蛋白腺部，這是輸卵管中的最膨大的部分，所以又被稱為「寬部」，蛋白腺部最主要的功能就是分泌蛋白，卵子大約要花上 3 個小時在這裡裹上蛋白。

狹部—接著蛋白腺部的是狹部，在這一段主要是形成內、外兩層的蛋殼膜，需時約 1 小時。蛋殼膜形成後，蛋的形狀及大小大概就確定了。

蛋殼腺部—接在狹部下方的是蛋殼腺部（或稱「子宮」），這是整個雞蛋生成過程中的最長階段，需逾時約 20 小時。蛋殼腺部會分泌出碳酸鈣包裹在蛋殼膜外形成蛋殼，因蛋殼的基質是碳酸鈣，所以蛋殼主要是白色的。色素分泌細胞一般存在蛋殼腺的較後段，受到卵子的擠壓刺激，色素分泌細胞會分泌色素為蛋殼上彩妝。

泄殖腔—鳥類消化系統和生殖系統的最末端匯合形成「泄殖腔」，產蛋的最後一站就是泄殖腔。在這裡，雞蛋的外殼上會被包裹上一薄層黏液，乾掉後就是蛋殼上的角質層，能將蛋殼的孔洞塞住，具有阻止水分蒸散及防止微生物的侵入的功能。母雞在產卵前，會站立且尾部貼近地面，此時泄殖腔內膜已成半圓狀突出，奮力收縮，雞蛋逐次露出越多，最後用力將整顆蛋推出。此一過程每種鳥類所花的時間不同，母雞大約會在 30 秒內完成，如果加上就巢等前置動作，大約要 10 幾分鐘。天鵝、火雞、禿鷹或及其他大型鳥，則可能得要 1-2 個小時或更久來產一顆蛋。托卵性鳥類要搶快闖空門，生個蛋只要花幾秒鐘。

蛋雞產蛋後約 30 分鐘，卵巢就會再次排卵，而排卵受到黃體成長激素的影響，而黃體成長激素又受到晝夜節律影響。所以一隻產蛋高峰期的蛋雞平均約間隔 28 小時產下一顆蛋。

每一種鳥生蛋的時間不一定一樣，不過大多還是以大清早生蛋居多。為什麼要選在一大早就生呢？現在還沒有固定的說法，有人認為可能跟蛋殼的硬化有關，也就是說早上生出來的蛋有一整個白天的時間使蛋殼充分硬化。當然在早晨生蛋還有另一個好處，清早出門前把蛋生下來，飛起來總是輕鬆些。但是鳩鴿科選擇在午後生，雉類則會在晚上生。

母鳥產卵期間需要補充足夠的營養，因為他們無法貯存形成一整窩蛋所須要的營養，因此一母鳥每生一個蛋，就必須得要出去飽餐一頓(有些體貼一點的老公會帶東西回來給母鳥吃)，才能繼續產下較大的一窩蛋。除了日常的食物外，產卵期間還必須特別注重鈣質的攝取，通常他們會去找一些蝸牛殼或貝殼來增加鈣質的攝取，有些鸚鵡還會去挖白堊土來吃，就是為了補充蛋殼所需的鈣質。一般蛋雞場的主人也會以骨粉或硯殼來補充蛋雞的鈣質，否則可能會生下軟殼蛋。

小型鳥會隔天產卵，一些大型鳥類間隔的時間可能更久，例如加拿大雁會間隔 36 小時以上才會產下第二個蛋，天鵝則要間隔兩天以上，雨燕以飛行中的昆蟲為食，卵的間隔大約是兩天，但如果天氣不好，昆蟲捕食不易，則可能延至三天；水雉鳥與海燕因為要出海去找尋食物，所以隔間時間更可能長達兩週。

三、蛋的形態

蛋的形態主要取決於蛋殼膜的塑成，蛋殼則是在蛋殼膜成形後才加上去的保護層。我們習慣將蛋的形態稱為「卵形」，也就是一端較尖而另一端較鈍的圓錐球形，不同的只是兩端尖鈍的比例不大一樣而已。但事實上差一點就差很多，從最極端的梨形、橢球形、橄欖形到近圓球形都有，變化極大。蛋的形態是容量、結構強度、窩卵數...等因子長期演化相互妥協的結果。圓形的蛋可以以較少的蛋殼材料組成較大的容量，蛋殼強度及保溫效果也都還不錯，對精打細算的鳥媽媽來說，是比較經濟的選擇；但較不好孵，一窩擺不下幾個，希望多子多孫的鳥就不會選擇這種形態。梨形的蛋剛好相反，三、四個梨形的蛋圍成一窩，親鳥孵起來應該滿舒服的，就是成本高了些。涉禽類通常會產下一窩四個的梨形的蛋，並以尖端（銳端）朝內，鈍端朝外的方式排在巢內，如此可有助於蛋集中於巢內，不四處滾動，並可均勻接受親鳥抱卵的溫度，而且這樣的形態可以擺得比較密集，想要多生幾個也還可以。另外，梨形的蛋還有另一個好處，一端尖一端鈍，如果親鳥在翻卵時，不小心太用力，也僅會在原地轉圈，不會滾太遠，否則親鳥還得老遠去把蛋撿回來，也有可能因滾動跌落而摔破，很是麻煩。2017 年由普林斯頓大學和劍橋大學共同的研究甚至認為蛋的形狀是和鳥類的飛行能力有關。

採用那一種鳥蛋形態比較好，青菜蘿蔔各有所好，也沒個標準的答案。亞里斯多德還曾認

為尖長的蛋是母的，圓潤的則是公的。一般來說穴居性巢的鳥（包括樹洞鳥和土洞鳥，例如鴟鵂、魚狗、蜂虎之類），因為居家空間有限，在洞穴裡又沒有滾動落巢的問題，通常蛋比較圓。大部份的海鳥都很混，連個像樣的家都沒有（或者說是過著比較簡樸的生活吧），在海邊的峭壁上隨便扒兩下，再撿幾支樹枝擺一擺就算是他們的新房了，有的甚至連巢的樣子都看不出來，就直接在峭壁的岩架上產卵。這一類的鳥有的鳥蛋的尖鈍端的差異都很大，就是為了避免一不小心使鳥蛋滾動掉落了懸崖。一般的鳥類蛋的形態就介在這兩個極端形態中間，該圓一些或該尖一些，端看自己的條件及需求而定。

四、蛋的大小

在已知的鳥蛋中，最大的是產於馬達加斯加島的象鳥蛋，雖然他們在 16 世紀就已經滅絕，但由蛋殼的遺骸測量出他的蛋長短徑約 35cm×14cm，足足有八公升容量，這比目前已發現最大的恐龍的蛋還更大。從前馬達加斯加的漁民會把象鳥的蛋殼拿到船上當裝淡水的水缸，在和阿拉伯漁民交易時，阿拉伯漁民看到了巨大的鳥蛋，引發了許多神奇的聯想，相傳「天方夜譚」中大鵬鳥傳說也是由此產生的。

在現今存活的鳥類中，以駝鳥的蛋最大，它的長短徑大約為 18×14.0cm，重可達 1.5kg。飛行鳥類中則以漂泊信天翁長短徑約為 14.5cm×9cm 的蛋最大，加洲兀鷹長短徑約為 11cm×6.5cm 的蛋大概可以名列第二；最小的蛋不用說也知道是蜂鳥的蛋，在諸多蜂鳥中，又以產在牙買加的小吸蜜蜂鳥長短徑約為 1.3cm×0.8cm，僅有 0.3g 重的小蛋為最小。和象鳥的巨蛋比起來，小吸蜜蜂鳥的蛋，可稱得上是超級迷你，象鳥巨大的蛋殼，足足可以裝下 30,000 粒小吸蜜蜂鳥的蛋！

若純就大小來說，當然是駝鳥蛋最大，蜂鳥蛋最小。但駝鳥蛋不及他本身體重的 2%，蜂鳥蛋約可達體重的 10%。這還沒什麼了不起，紐西蘭的鸕鶿的蛋重逾約 0.5kg，超過母鳥體重量的 1/4，這是與身體比重最大的蛋，還好他一窩只生一個蛋。斑胸秧雞一窩可產 12 卵，總重量為母鳥的 1.25 倍，當然生這一顆一顆的蛋是有時間間隔，不是一次產出這麼多蛋的，否則母鳥早就掛了。

一般而言，在同一分類群內，鳥蛋的大小通常會和體型的大小成比例，但就不同分類群來說，鳥蛋的大小差異就沒那麼規律了。而且相同的分類群，蛋的大小會比較相近，不同分類的蛋差異就比較大。例如，同屬鸕形目的海燕而可以產下重達母鳥體重 25% 的大型蛋，水薙鳥蛋重也可以達母鳥體重的 16%；而同屬雞形目的鵝鶉蛋約為母鳥體重的 9%，松雞蛋更僅達母鳥體重的 3%；雁形目的鴨蛋大約是母鴨的 7-8%，但天鵝蛋則約為母天鵝體重的 4%。

同一物種也會有蛋大小的差異，通常第一次繁殖的年輕媽媽生的蛋會比熟女阿桑生的來得小一些。而在同一窩蛋裡，第一顆生出來的蛋會比較小，等輸卵管被撐開了，後來生的就會大些。有時後也會有最後一蛋比較小的情況發生，海鷗、猛禽、鷺鷥等都有類似的記載，這可

能和產卵期間的食物供應有關。一般而言，較小型的蛋所孵出來的幼雛會比較弱小，在食物缺乏的時候，成活率也比較低。

我們到市場買零售雞蛋時，還是會發現有大有小。蛋雞每日產下雞蛋後，蛋農會依照雞蛋大小分尺寸，以決定雞蛋銷售與加工方式。平常消費者購買的零售雞蛋多比較大的，略小的就作為洗選蛋或賣給團膳業者，更小的就賣給食品加工廠，製成滷蛋、溫泉蛋、水煮蛋或蛋糕，方便消費者立即食用。

早熟型鳥類的蛋通常比晚熟型的來得大，例如環頸鴿的蛋可達母鳥體重 18%，跳鴿類的蛋可達母鳥體重 12%。較大的蛋可能有助於早熟型的雛鳥提早在卵期的發育，也可能有助於他們在離巢後保持體溫。他們的蛋內卵黃所佔的比例也比較大，以提供更多胚胎發育所需要的養分。相較之下，晚熟型的蛋就小了許多，蛋黃比例也比較小，他們晚成型的幼鳥也得花多一點的時間在巢中長大。但是鴨子、秧雞雖然也是早熟型的鳥類，但他們的蛋並不特別大。托卵性鳥類往往會托卵在小一號的寄養家庭中，所以他們的蛋也小得不像話。

關於鳥蛋大小的問題，還有一個有趣的現象，有研究指出銀鷗在面臨較大的四方形假蛋和他自己的真蛋時，寧願選擇孵那顆較大的四方形蛋，他可能認為能生下一顆比較大的卵是一件值得驕傲的事情。但孵一段時間後，他就會發現不大對勁，回頭他來的蛋（方形的蛋起孵起來可能也不大舒服？）。

五、蛋的顏色

除了復活節的彩蛋是人工畫上去的之外，鳥媽媽也會幫蛋上一些顏色。有些種類鳥蛋是蒼白色或只有單一顏色，例如鸚鵡科的蛋常為藍綠色，雁鴨科的鳥蛋常為淡綠色，或淡橄欖色。有一些種類的蛋除了底色外，還有複雜的斑點或線條圖案。

鳥蛋的顏色色素來源主要有二，一個是原卟啉，另一個膽綠素。這兩種色素都是來自血紅素，原卟啉能與空氣中的鐵鹽反應，形成多種鳥蛋殼上帶棕褐色的斑點；膽綠素則是蛋殼藍綠色澤的主要成分。膽綠素通常構成蛋殼的底色，由色素的深淺，蛋殼呈現出白色、淡藍色至藍色等不同程度的底色。原卟啉所形成的紅棕色則主要沈積在蛋殼的表面，形成斑點或條紋，從黃、粉紅、褐色到黑色都有。從這兩種基本色素的結合，又可調出從紫色到橄欖色，真的是變化無窮。由於現今其他陸域帶殼的卵生動物（主要是爬蟲類）的蛋都是白色的，所以在過去很長的一段時間裡，科學家一直認為「彩蛋」這樣的特徵只有鳥類才有。不過近年來古生物學家在部分獸腳類恐龍的蛋殼化石上也發現有原卟啉和膽綠素的有機化合物，顯示這種生存於晚白堊紀的部分獸腳類恐龍已能夠產下具有藍綠色澤與棕褐色斑點的蛋

色素分泌細胞存在於輸卵管蛋殼腺部（子宮）壁上，當蛋經過輸卵管時，管壁上的色素分泌細胞因受到蛋的擠壓而分泌色素。色素分泌時，如果蛋停留不動，則斑紋呈點狀，若蛋處於滑動狀態，斑紋就會呈線條狀。蛋通常是鈍端先生出來，鈍端對輸卵管壁的擠壓較大，停留時

間也較久，所以一般來說鈍端的色澤較深，斑點也較多；相對的尖端因滑行的速度較快，斑紋都呈線條狀。

另外，鳥類因色素分泌細胞所在位置的差異，其色素沈積的深度也不一樣，在蛋殼腺比較上端的色素細胞所分泌的色素沈積在蛋殼的海棉層，相對的比較末端的色素就沈積在蛋殼的表層。例如許多鷺鷹科和鴿科鳥類的蛋殼僅在表層有色素沈積，但產於澳洲的食火雞蛋表層並無顏色，內層卻是綠色的。大多數的鳥蛋在最外層還有一層角質層的保護層，可使蛋的顏色不易褪掉，但猛禽、鵝鶉及鸚鵡科的蛋則缺乏保護層，色素直接曝露在表面，易因日晒雨淋或母體摩擦而褪色。

一般認為蛋的顏色及斑紋的主要功能是為了擾亂掠食者成耳目，與保護色的發展有明顯的關係，例如小環頸鴿或小燕鷗生在礫石堆中的蛋，即使我們就站在旁邊，也不一定就能發現。為避免讓掠食者輕易發現，蛋的顏色通常會和營巢點的背景色系類似，例如築在枯草或落葉環境的地面巢，蛋色就傾向褐色系，築在沙灘礫石或沙漠地區的地面巢，蛋殼上就會有較多的沙點狀的斑點，築在在樹上的開放性鳥巢，鳥蛋上就會有較多看起來像枝條影子的斑點線條，而在澳洲及南印度洋地區的紅土環境中，偏紅色系的鳥蛋就特別的多，黑腹走鴿在火災基地上築巢時，甚至會生出暗黑色的蛋。有些蛋的顏色對人類來說似乎是太過顯眼，但對他們的天敵來說可能就會很困惑，例如在歐洲有一些在地面巢的鸚鵡科蛋呈藍綠色，一點都不像所謂的「保護色」，看起來似乎很明顯，但在草叢裡藍綠色的蛋看起來就像地面上的一個小洞，倒也不容易引起或掠食者的興趣。換個角度來說，大部份在洞穴中繁殖的鳥類，就沒什麼保護色的問題，例如海燕、海鸚、貓頭鷹、魚狗、蜂虎、佛法僧、啄木鳥、雨燕、毛腳燕、褚紅尾鷗及河鳥等洞穴繁殖鳥類的蛋是白色，棕鳥、麥鷓、斑鷓等的蛋為淡藍色。這些明亮一點的蛋色可能有助於親鳥們在洞穴中可以看到它們，以降低不小心踩破它們的風險，否則可就真的「一失足成千古恨」了。

事實上，除了鳥蛋需要良好的保護色外，鳥巢的隱密性也很重要。因為巢比蛋大上許多，掠食者通常是先發現鳥巢，而不是鳥蛋，所以如何增加鳥巢的偽裝及掩飾，或把巢儘量築得隱密些，遠比裝扮鳥蛋來得要緊。例如有一些鷺科、鳩鴿科和雉科的鳥蛋幾近白色，他們雖然不住在洞穴中，鳥蛋也沒有很好的保護色，但是因為它們在孵化前幾乎完全被孵卵的親鳥所蓋住，所以也可以不用什麼保護色。另外，雁鴨類及鷺鷥類的親鳥離巢時會以巢材或植物枝葉覆蓋鳥蛋，所以也不需要特別的保護色，塚雉科直接把蛋埋起來，就更不需要保護色了。

有些蛋的顏色斑點還有另一項功能，就是鳥媽媽做為確認自己寶貝的依據。例如海雀就必需學習從整個岩架的濃密繁殖集團中認出自己的蛋來，否則「進錯房門孵錯蛋」可是很容易引起家庭糾紛的。海鴉也是一種群居但不築巢的海鳥，他們能夠生出各種不同顏色的蛋，如深藍綠色、淡紅色、黃紅色、藍灰色、土黃色甚至白色，而且他的蛋上面還可能會有線段狀、彎曲狀、雜斑狀或點狀等各式的斑點花紋，他們就是憑借蛋上不同的顏色及花紋認出自己的蛋來。假若我們將兩個海鴉的蛋位置交換，他們的親鳥將不會孵這個蛋，而是立即分頭找尋他們自己

的蛋。喜歡一大伙擠在的棕櫚樹上集體營巢的大尾擬八哥也有這種會認鳥蛋的記載。另外有些鳥媽媽不見得會認得自己的蛋，卻可以認出不同類的鳥蛋（所謂「非我族類，其心必異」，不得不特別小心），特別是常被托卵的鳥類若能先認出入侵的鳥蛋並能加以排除，就可避免落入「飼老鼠，咬布袋」下場。當然，杜鵑科等托卵性鳥類也會模仿寄主的鳥蛋色澤與花紋以避免被認出，這是另一個有趣的話題，我們留待以後再找機會來討論。

六、窩卵數

「窩卵數」就是指母鳥在一窩中生幾個蛋，每種鳥的窩卵數都不大一樣，例如一般的猛禽可能一窩生 1-2 顆，信天翁類一窩只生 1 顆（而且可能隔年生殖），鵜科一窩可能生 3-4 顆，而山雀類有時會生 8-10 顆，雁鴨類可生 10-20 顆，鶉雞類更可觀，有些鶉雞類最多可達 25 顆以上。

為什麼窩卵數會有這怎大的差距呢？先總統蔣公說「生命的意義，在創造宇宙繼起之生命」，生得越多就顯得人生（鳥生）越有意義。天擇也使繁殖行為傾向生產最多的子代，以保留自己優秀的遺傳特性（孩子是自己的好，老婆是.....），如果能生產大量的子代，子代也能順利的大量繁殖，則此遺傳特性蓬勃發展將主導整個族群的遺傳性狀，這也就是所謂的「演化」。但繁殖最多的孩子卻也必須面對另一個棘手的問題—有沒有能力照顧餵養？如果因幼雛太多，無法妥善照養，而造成小鳥的死亡，則反而不如少生幾個，妥善照顧遺傳特性保留機會大一些（這就是繁殖策略上「k 選擇/r 選擇」理論）。俗話說「老大照書養，老二照豬養」，要照顧一大窩幼雛，光是要把他們餵飽就已經是一項沈重的工作，跟本談不上照顧品質（老朽一家三個小鬼，感受頗深）。一般來說，窩卵數較多的幼雛體重通常較窩卵數較少的幼雛來得輕一些，成活率也會比較低。該以量取勝亦或以質取勝？各鳥心中自有定見，繁殖策略的選擇也就是造成窩卵數差距的原因。不過，如果照顧得來，通常他們還是會想辦法儘量多生一些。

各種鳥不只各有不同的「窩卵數」，就連他們的計數方式也不大一樣。有些鳥認為從泄殖腔生出來就算數，有些鳥則認為要在窩裡的才能算。所以有些鳥生了定額的蛋就不生了，但也有一些鳥沒「滿窩」就會繼續生。這也是籠養的蛋雞為什麼每天都生蛋，因為一生下來就被人類收走了，從來沒有「滿窩」過。有研究指出麻雀也會補蛋，甚至有補到將近 50 顆的功力。談到這裡，倒是有一個很有趣的問題，難道這些鳥媽媽懂得數數嗎？否則他怎麼會知道蛋產足了沒呢？

除了不同種之間差的異造成窩卵數不同外，同種內也可能因成熟年齡、覓食條件、天候狀況、產卵季節、緯度差異而有所不同。一般而言，首次繁殖的新手菜鳥媽媽會生比較少的蛋，這些小夫妻缺乏養育幼雛的經驗，幼雛的育成率也較有經驗的老媽媽為低，所以不用生太多（反正生多了也養不活）。同一種鳥在低緯度地區產的卵會較高緯度地區的親戚為少，

因為高緯度地區白晝較長，有比較長的白天可覓食餵養小孩；低緯度地區白晝較短，食物競爭的壓力也比較大。在同一繁殖季內，過早或過遲產卵者產卵量也會較少，這可能也與食物量有關。

對大多數的鳥類來說，窩卵數的大小是過去繁殖成功及長期天擇演化的結果。理論上親鳥在繁殖之初並無法準確地預知在這一繁殖季裡是否能找到足夠的食物來餵幼雛，一切掌握在老天爺的手上，生多？生少？要不要賭一把？真是叫鳥媽媽掙扎。但某些種類似乎有這種特異功能，在天候惡劣或食物短缺時，某些鳥媽媽也會調整產卵數，這可能和鳥媽媽本身的營養健康狀態有關。例如有一些鷓鴣科鳥類是以田鼠、旅鼠等小型哺乳類為食，他們的窩卵數似乎會隨著獵物的豐富度而變化。灰林鴉通常會產 2-3 顆蛋，但在某些田鼠豐產的年份，他們可能會生第 4 顆蛋，而在欠年則有可能停止繁殖；長尾林鴉也能立即回應在同一繁殖季裡的田鼠變化，來維持對幼雛食物供應的穩定。另外，長尾賊鷗在旅鼠繁殖率很低的年份會停止繁殖。

七、孵卵

蛋被生出來後，親鳥就必須孵卵來促使胚胎的發育，孵化期的長短，因種類不同而各自不同，例如家鴿孵化期是 18 天、家雞 21 天、家鴨 28 天。孵化期最長的是信天翁，通常要 75—82 天，皇帝企鵝的孵化期約要 65 天，最短的鳥可能是蠟嘴鳥，只要 9—10 天。托卵性的杜鵑科孵化期也大約 10 天，他們得趕著孵出來，以即早把其他小室友推出巢外。

孵卵時親鳥必須提供孵卵的熱量，但親鳥無法透過羽毛來傳導熱量，所以他們在腹下發展出一塊特別的「孵卵斑」。產卵後由於體內荷爾蒙的刺激，親鳥腹下羽毛脫落形成了孵卵斑，在孵卵斑區真皮層會增厚，且具有豐富的皮下血管，可直接提供孵卵的熱量。雁鴨類更勁爆，他們不會脫毛，母鴨直接用拔的，並且把拔下來的羽毛拿來當巢的襯裡，用來保持蛋的溫暖，真是偉大媽媽。海鳥生活在海裡，為避免體熱散失，有些發展出小塊的裸區，例如海鷗就有三塊獨立的小裸區。

雌雄共同孵卵的鳥類，雌雄都會有孵卵斑；若僅雌鳥負責孵卵，則僅有雌鳥會有孵卵斑；另有少數種類是由雄鳥負責孵蛋，例如水雉、彩鸛、斑鸛就屬這類的新好男人，孵蛋的工作全由雄鳥一手包辦，所以只有雄鳥有孵卵斑。住在南極大陸的皇帝企鵝也是由雄企鵝負責孵蛋，母企鵝產卵後要在 2 分鐘內快速把蛋轉移到雄企鵝的腳背上，以免寶貝蛋被凍成冰蛋。雄皇帝企鵝就用位在下腹靠近腳背的孵卵斑來孵蛋，再蓋上下腹厚厚的皮褶，以確保在冰天凍地的環境裡能順利孵化成功。順便補註一下，在 18 種企鵝裡，只有皇帝企鵝是由雄鳥孵卵，其他企鵝都是雌雄鳥輪流孵卵。

有些鳥沒有孵卵斑，如鷓鴣、鵝鵝和鯉鳥，他們是直接將蛋踩在蹼下來孵蛋，靠蹼部的血管熱量的孵蛋。塚雉把蛋埋在堆肥裡或火山灰裡加熱孵蛋，不需要孵卵斑；托卵性鳥類不自己孵蛋，也不需要孵卵斑。

鳥蛋開始孵化後，胚胎開始發育，就需要長時間保持一定的溫度才能孵化。每種鳥類的孵化溫度略有差異，以家雞為例，大約要保持在 37.5-38°C 左右，若一顆雞蛋長時間持續暴露在 40°C 以上，或 35°C 下，就胚胎很容易受損無法孵化。所以如果在寒冷的天氣裡親鳥離巢太久，可能導致胚胎死亡。但仍有一些鳥蛋可以抵禦寒害，如水雉鳥、海雀、雨燕等，這一類的親鳥有時不容易在惡劣的天候裡覓食，所以他們被迫有時必須離巢一段很長的時間來找尋食物。孵蛋的溫度不能太冷，當然也不能過熱，鴿類及燕鷗在裸露的灘地上築巢，遇大太陽時會張開雙翅為蛋遮陽，有時甚至得讓身體浸到水中把身上的羽毛沾濕，再回巢幫鳥蛋降溫。斑眼塚雉雖是把蛋埋在枯枝落葉層裡靠堆肥的熱量孵蛋，不用自己坐巢，但他們還是得時時注意堆肥堆的溫度，溫度過高時要趕緊扒開一些堆肥來透氣散熱，以免把蛋給燒壞了。

大多數種類鳥會等到整窩的卵生齊了以後才開始孵卵，這可以讓雛鳥同步孵化，某些種類是否能同時離巢是很重要的（特別是早熟型的雛鳥），因為親鳥無法同時照顧在巢外及在巢中的雛鳥。相對的，有某些種類在卵還沒產齊之前就開始孵卵，這些種類的雛鳥就不會同時孵出來，例如倉鴉他在生下第一個蛋後就開始孵卵，但是母鳥大約每隔兩天才再生另一個蛋，所以這些雛鳥也大約的隔兩天孵化一隻。在這種狀況下，一窩幼雛大大小小，老大就比較佔便宜，當親鳥餵食不足時，老大可能吃撐了，最小的還分不到一塊肉屑。這看起來似乎不是什麼好的繁殖策略，因為如果真的要餓死幾隻小的，那幹嘛要生那麼多顆蛋呢？但換個角度來說，這是確保可以養成最多子代的好方法，因為什麼食物充足時，整窩子代都有機會成活；當食物短缺時，晚出生的幾隻雛鳥早夭，並不影響兄姊們的活潑強壯。如果大家都同時孵出，大家一起搶食，可能大家都吃不飽；如果食物更少或遇到其他災害，則可能會沒有一隻幼雛活得下來。所以這被認為是一種比較進步的繁殖策略，因為食物的豐欠無法預測，而鳥類也不容易立即回應食物的數量來調節產卵數，所以分期孵化不失為一個好方法。鸞鸞、鷓鴣、鷓鴣、鷓鴣、鷓鴣、雨燕、魚狗、蜂虎等就是採這種繁殖策略。

親鳥除了要維持蛋的溫度外，還必須維持鳥巢的隱密性。但親鳥仍然需要吃東西，所以他們仍然需要進出鳥巢。雙親共同孵卵的種類覓食的問題比較少，至少他們可以輪流孵卵，或一隻負責孵卵而另一隻負責覓食。單親家庭就比較麻煩些，他們勢必不能離巢太久，以免鳥蛋受到寒害。至於雌雄分工的狀況各不相同，有些很接近的種類也會有不同的分工，例如灰沙燕、毛腳燕和金腰燕就是雙親共同孵卵；而家燕和岩燕則只有雌鳥孵卵。不過即使是雌雄共同孵卵，還是母鳥孵得比較久，通常他們會孵整晚，白天還得和老公輪班。少數種類雙親會每半個小時就輪班一次，不過大多數種類來說一天只輪一次或兩次。水雉鳥和海燕只有晚上才回巢孵蛋，他們大約兩三天才輪班一次，但在特殊情況下，一隻鳥可能必須值班上八至九天，沒人代班。極地的雁鴨和雉類母鳥可能好幾天都不能離開卵，母金雞甚至整個孵卵期沒離巢過。有許多種雉類母鳥每天只離巢便便一下下，所以春天時如果在林地裡發現一大坨雉類的便便，就可以得知母雉就在附近孵蛋。

當雛鳥孵化後，大都數的親鳥會把蛋殼清理掉，尤其對露天式巢來說，這個動作尤其重要，因為蛋殼內側的白色部份遠比具有保護色的外側更容易吸引掠食者的注意，所以有些親鳥會

把蛋殼啣到離巢很遠的地方去丟棄。

八、孵化

蛋產出體外後，蛋裡的胚胎在孵化過程中慢慢發育成長，在胚胎外部會發育出一系列的胚外膜來維護胚胎的發育，包括羊膜、卵黃囊、尿膜及絨毛膜。羊膜包圍著胚胎，羊膜內充滿了羊水可使胚胎維持在水中發育的環境；尿膜的主要功能有二，一是供作氣體的擴散，一是移除胚胎代謝時所產生的廢棄物；卵黃囊則是提供胚胎發育所需之營養；絨毛膜包覆於上述的各層膜外面，使其和外界隔離。絨毛膜之外是就是蛋白和蛋殼，它們除提供胚胎外層的保護外，還可防止乾燥並供作空氣擴散作用傳抵胚胎的介質。

在孵化初期，胚胎呼吸透過多孔的蛋殼和蛋白擴散進來的氧氣，並反向排出二氧化碳等代謝產物。外部血液循環系統在尿膜囊形成後，氧氣就可以透過血液的攜帶而進入胚胎內。胚胎發育的營養主要靠卵黃供給，隨著胚胎的發育，卵黃逐漸被吸收，室氣也會越來越大。到孵化末期，雛鳥越長越大，透蛋殼孔和蛋殼膜擴散進尿膜囊的氧氣已不敷使用，雛鳥會用卵齒在氣室的內殼膜戳個洞，把嘴喙直接伸到氣室裡呼吸。一旦雛鳥的喙進入氣室，即開始肺的呼吸，此時雛雞尿囊和肺的呼吸並存，並逐漸由前者過渡到後者，外部血管也開始萎縮。

雛鳥在破殼之前就對週遭環境的變化有所感應，大部份的雛鳥是在早上孵出，這顯示在孵化末期，他們就已經有某種程度的週期性，這可能與親鳥間歇性地坐巢、離巢，或經常性的翻蛋有關。雛鳥的嘴喙伸進氣室呼吸後，雖還沒破殼，但他們已可以開始鳴叫了，當蛋內的雛鳥停止鳴叫時，親鳥也會呼叫他們，促使他們回應。這對某些集體繁殖的鳥類來說特別重要，例如小海雀被孵化在擁擠的岩架上，尚需要親鳥的照顧與餵食，他們必須要能認得親鳥的呼叫聲，反之亦然。這些雛鳥在破殼前就開始學習熟悉親鳥的鳴叫聲，同樣的，親鳥也在孵化前就開始熟悉他的孩子在呼叫聲。曾經有實驗顯示，如果把親鳥的聽覺神經阻斷，可能會認不得自己的小孩，而把他們驅離或啄死。有些鳥類的幼雛甚至在破殼前就會溝通串連，例如鸕鶿在某些狀況下會經由彼此在蛋內的鳴叫聲協調他們的孵化時間，相鄰近的蛋會在相近的時間內同時孵化出來，這可能和雛鳥在蛋內鳴叫及聽力所及範圍有關。

堅硬的蛋殼是蛋最外層的保護，麻煩的是他不能太堅硬，否則蛋內的雛鳥長大若無法破殼，孵不出來，一切就白搭了。當然，他也不能不夠堅硬，若於親鳥孵蛋就被壓破，也是白搭。還好，隨著蛋內雛鳥的慢慢成長，蛋殼的鈣質會被雛鳥骨骼的發育吸收而變薄，就比較方便小雞破殼而出了。在破殼前，雛鳥的嘴喙和爪子都還沒完全發育好，有許多種鳥還會在上喙長出「卵齒」來破殼（少數種類卵齒長在下喙）。這段時間他們的頸部肌肉也會發育成特別有力，以支撐他們用卵齒來頂破蛋殼。雛鳥破殼時會用力伸長脖子用「卵齒」從鈍端推頂蛋殼，雙腳也同時在用力伸展支撐，把蛋殼頂出裂縫，並持續頂出一個環形的缺口破殼而出。雛鳥出世後數天，卵齒會自動脫落，有時我們會在一些會在死亡的蛋裡發現缺乏卵齒

的雛鳥，顯示這一小小的構造在孵化過程中的重要性。不過，鸛鴒沒有卵齒的發育，他們就直接用嘴和腳來頂破蛋殼。

從啄殼到出殼所需時間每種鳥各自不同，大多數能在 1 天內完成，不過也少數會比較辛苦，如鸛形目的雛鳥有可能上 3-4 天才能完全出殼，大概都累到虛脫了。不過可也別好意幫他們剝殼，雛鳥出殼是發育過程不可缺少的環節，雛鳥在奮力出殼過程中使呼吸系統和肌肉系統得以增強，並促進卵黃的吸收和臍部的收縮。若好意幫他們剝殼，可能導致雛鳥日後發育不良，反而害了他們了。

剛破殼出來的雛鳥全身被還被羊水浸濕，須待羽毛乾燥蓬鬆後，才有辦法站立活動。雛鳥出殼後就結束蛋期的階段了，本篇的有關鳥蛋介紹的鳥蛋文也該到此結束了。