

鳥類爲什麼會飛？

李蘊香

國中二年級的學生學過飛機起飛的道理後，常會對鳥類飛翔的問題感到興趣，本校承教育部委託舉辦國中自然科學研習活動時，許多學生即提出這樣的問題。筆者感到近年來，科學教育界雖然一再提出統整科學的必要，但在教材的選擇倒是缺乏統整的現象，一般生物教材仍偏重於純生物的觀點，事實上很多生命現象需要以物理、化學、生物的觀點加以解釋探討，故筆者嘗試以生物及物理之觀點探討鳥類飛翔的問題，但筆者才疏學淺，尚祈各位先進指正。

首先，就生物學的觀點來說，鳥類雖然是由爬蟲類演化而來，但爲了順應飛行的需要，牠們具有下列特徵。

1 體重減輕，鳥類的消化管較短，沒有大腸；沒有膀胱，故不積存尿液，以免增加體重；右側卵巢及輸卵管消失；肺小而附著於肋骨上，但有許多氣囊與肺相通，氣囊中儲有氣體，可增加身體的浮力，減輕體重，並有助於飛行時之呼吸。骨骼系統擺脫了爬蟲類的笨重型態，演變成堅實、中空、質輕的狀況，使鳥類的體重具體的減輕。

2 骨骼系統，鳥類以前肢飛翔後肢馳走，其前肢特化爲羽翼，鳥翼中的骨骼和人類手臂的構造差不多，只是自手腕部位以下，手指與手腕的骨骼演變成初列飛羽，前膊骨變成次列飛羽，而

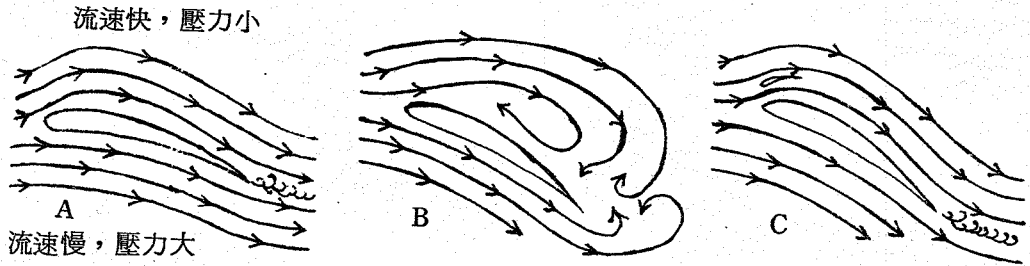
外側的尺骨變粗；脊柱骨中除頸椎、尾椎外，餘皆固接不能活動；胸骨特大龍骨突起，肋骨上方有向後之突起，處處顯示與飛翔有關。最重要的是整個骨骼系統變成中空、質輕，但非常堅實的骨架，這些骨片就像飛機機翼鐵架上的華倫氏桁架。

3 強壯而有力的肌肉系統，鳥類的大胸肌特別發達，使兩翼能做有力的拍擊，小胸肌之肌腱具有特殊之滑車狀構造，能使翼上舉，每一羽囊更有小肌肉附生以控制飛羽和尾羽的位置。

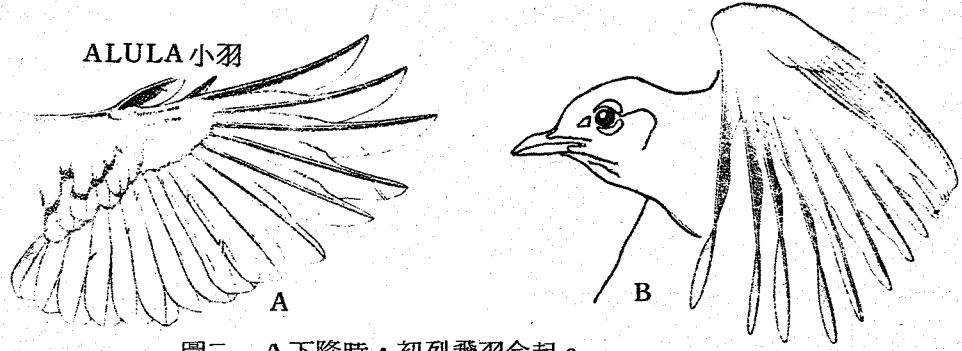
4 敏銳的視覺，這是飛行時所必需的。鳥類的眼球常大於其腦髓，駝鳥的眼球直徑約二吋，鷹和貓頭鷹的眼球像人一樣大。鳥類具有弧度特大之晶體與角膜，調節敏捷之虹彩，故能對遠距離之敵人提高警覺，也能迅速的捕獲喙邊的小蟲。兩眼不在同一平面的安排，使得每隻眼睛具有較廣的單眼視野。此外，大部分的鳥類能採用單眼與雙眼視覺以完成眺望遠處及放大物體的能力，基於以上的情形，鳥類視覺的敏銳絕不是其他動物所及的。

5 羽毛，鳥類以羽毛構成羽翼之飛翔面，成爲最善飛的動物，羽毛質輕而不易被打濕，由它構成的飛翔面遠勝於翼龍和蝙蝠之飛膜。

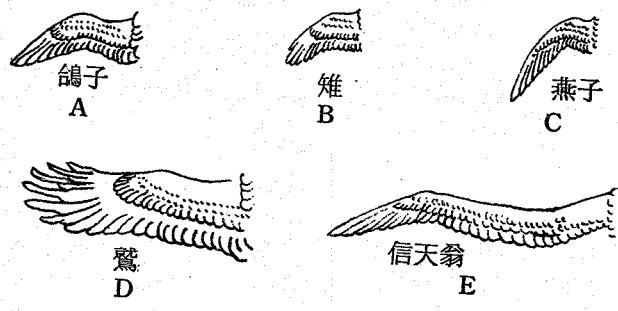
鳥類飛行的機制可以流體力學的原理解釋。鳥翼的構造是上緣微凸，下緣微凹，當鳥準備起



圖一 起飛的原理，A 起飛時翅上舉。
 B 翅向下拍打造成亂流。
 C 小羽穩定亂流，仍能起飛。



圖二 A 下降時，初列飛羽合起。
 B 起飛時，初列飛羽扭曲產生隙裂。



圖三翼形 A 標準型 B 圓翼型 C 尖翼型
 D 寬翼型 E 細長翼型

飛時，雙翅展開並上舉，氣流會以較快的速度流過翼的上緣，以較慢的速度流過翼的下緣，因此下緣造成的壓力大於上緣，鳥體就能升高（圖一A）；鳥起飛時，初列飛羽會扭曲產生隙裂以增加浮力，促進起飛（圖二A），同時鳥翼會上下拍打促進鳥體上昇，但翅之拍打會造成亂流阻止起飛（圖一B）。幸而，鳥翼邊緣有另一組羽毛，即小羽，可使亂流穩定，故鳥仍能起飛（圖一C）。起飛時除了拍打翅膀，扭曲初列飛羽外，有些體型較笨重的水鳥起飛前，先在水面上划行，以增加起飛的衝力，這和飛機昇空前先在跑道上滑行的道理是相同的。

起飛後，上舉的翅，先向前再向後拍打，腳亦相同，初列飛羽則向上彎曲形成一特殊之迎風角，這樣的姿勢易產生反作用力使鳥體向前推進。鳥類可透過初列飛羽形成的迎風角及翅膀拍打的方向，隨時調節飛行速度與方式，尾部則可幫助身體維持平衡。

下降時，初列飛羽會合起來，使得與空氣接觸之羽翼形成一密閉之平面，而減少升高之能力（圖二A），下降時，各種鳥類的姿勢稍有不同，鳶會展翅俯衝，速度很快；鷺絲的頸部及腳都很長，降落時重心在頸部及腳。鈴鴨降下前尾部及足趾張開以求穩定降落。

不同種的鳥類飛法不同，這和鳥的翼形及生活方式有關，也和如何利用風力有關。鳥翼依照其長和寬可分為五種基本型態：

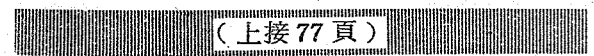
- 1 標準型，翅膀的寬度和飛行速度屬於中等程度，例如鴿子。（圖三A）
- 2 圓翼型，翅膀寬而短，一般做短距離的飛行，例如雉。（圖三B）
- 3 尖翼型，臂膀短，翼端尖長，可以急速鼓翼，快速前進，例如燕子。（圖三C）
- 4 寬翼型，臂膀和翼端部分都很長，翅膀比身體寬，因羽翼面積大，能產生浮力，所以飛起

來格外輕快，並能利用上升的氣流，展開雙翅，繞著圓圈翱翔，例如鷺。（圖三D）

- 5 細長翼型，臂膀和翼端部份都長，但整個翅膀顯得非常細長，就像一架理想的滑翔機。例如海鷗可利用風力做波浪型飛法，或利用海面形成的上升氣流在水面上飛行；信天翁可利用迎面而來的氣流，展開雙翅，繞著圓圈翱翔。（圖三E）

參考資料

- 1 Orr, R. T., 1971. *Vertebrate Biology*, p. 120-154
- 2 Peterson, R. T., 1974. *The Birds*, p. 33-45
- 3 陳兼善著：台灣脊椎動物誌 p. 124-128
- 4 蔣宣讓譯：鳥 p. 101



（上接 77 頁）

ogical measures of Attention, *JCE & M* 1977 vol 44, No 5, 884-891

- 4 Solomon H. Snyder, *The brain's own opiates*, *C & EN Nov. 28, 1977* 26 ~ 35.
- 5 Modulation of memory processes by neuropeptides of hypothalamic neurohypophyseal origin. *Int. Brain Res. Organ. Monogr. Ser.* 1979, 4, 139-49.
- 6 de Wied, D., van Wimersma Greidanus, T. B., Bohus, B., Urban, L., Gispen, W. H. *progr. Brain Res.* 1976, 45, 181.