

農藥影響 生態環境的 ——一個例證——



王效岳 譯

臺灣省立博物館

在鳥類的王國裏，全世界屬於鵜鶘科（*Pelecanidae*）的種類只有七種。本科的共同顯著特徵是：都具有蹼狀足（四趾由蹼所連結），捕捉魚類為食，嘴喙甚長，喉嚨向前延伸至下嘴喙，中間呈袋狀。屬於鵜鶘科的所有七個種類裏，褐鵜鶘（*Pelecanus occidentalis*）是唯一分佈於海洋的種類，褐鵜鶘捕魚的姿態和方式也很獨特，牠們是本科中唯一從空中俯衝而下以捕捉水中魚類的種類。這種稀罕的褐鵜鶘在1973年時却被美國列入了瀕臨絕種的生物名單之中。褐鵜鶘的祖先可遠溯至四千萬年前，這種鳥類經過長期的演化至今，遭遇了什麼演化上的新難題呢？這篇文章將深入探討人類文明所帶給牠們的各種危機。

褐鵜鶘是在海島上的育巢地區築巢，巢築在地上或樹上，以樹枝架構成平台，上面再覆蓋以草葉，巢與鄰巢間的距離很接近。成鳥在3到5歲時性成熟，雄鳥體型大於雌鳥，這是唯一可從外表分辨其雌雄的特徵。須經歷完整的生活史，包括交配、孕育、飼育和換羽毛的過程。成鳥的羽毛和毛色隨季節而變換，幼鳥的毛色皆比成鳥為暗。雌鳥每窩通常產三粒卵，孵卵的工作由雌雄鳥交互為之，孵卵期約需4個星期的時間。飼育幼鳥成功與否主要視該年成鳥魚獲量多寡而定。一隻成鳥本身每天須消耗其體重20%的魚獲量，另外須在11到12週的哺育期間供應125磅的魚給雛鳥，使雛鳥獲得足夠的營養長大。雌雄鳥辛勞地飼育其雛鳥至能夠飛行、長大茁壯後就捨棄不顧，幼鳥須依賴體內貯藏的脂肪自行學習俯衝捕魚的技巧。只有不超過30%的剛會飛的幼鳥能夠自行學會捕魚而度過其獨立生活的第一年，其餘的幼鳥則趨於餓死，結果只有精於空中俯衝捕魚複雜技巧的褐鵜鶘才能活下去，虛弱而不能適應環境的大多數幼鳥則遭受演化上的淘汰命運。

褐鵜鶘的築巢區散佈於美國東西海岸和墨西哥、巴拿馬、秘魯、智利等國家的海岸。然而奇怪的現象發生了，原先築巢於德州和路易斯安納州的大量褐鵜鶘好像在一夜之間都突然地消失了，在1960年代的初期，沒有本地長大的褐鵜鶘在這些地區築巢。褐鵜鶘失去踪跡的原因最初被錯誤地歸之於天寒、飢餓和疾病等天然災害。1960年代的中期，在加州地區，雌鵜鶘產下的卵，不是沒有卵殼，就是卵殼太薄，以至於在產卵時被壓碎，或是孵卵時被雌雄鵜鶘的重量所壓碎。結果成百上千的碎蛋殼散布於築巢地區，只有少數的卵能夠孵化。褐鵜鶘族群數量明顯地遽降現象引起了美國大眾的注意和關切，於是許多科學家群策群力的展開不尋常的努力和廣泛研究，調查造成蛋殼脆薄的原因，結果使褐鵜鶘成為目前世界上研究得最透徹的鳥類之一。

科學家發現褐鵜鶘卵內所含的DDE（DDT的衍生物）及安德寧（endrin，一種殺蟲劑）的殘餘量和卵殼的厚薄度有著明顯的關係存在：卵內所含的DDE愈多則卵殼愈薄。科學家並證實在1945年DDT藥劑引入加州地區之前的褐鵜鶘蛋殼要比引進之後的蛋殼硬度大得多，顯然這些殺蟲劑是造成危害的罪魁禍首。

當年數量頗鉅的DDT廢棄物從製造工廠流入了洛杉磯的溝渠系統中，污染了海洋的生態環境。由於褐鵜鶘在海洋的食物鏈中居於高級消費的地位，所以消化了大量像DDT這類的化學污染物質，結果這些化學物質及其衍生物的殘毒便貯積於體脂肪內。當褐鵜鶘捕獲的魚量減少，使得體內的脂肪耗盡時，殘毒便移入血液中或體組織內。褐鵜鶘在DDT造成卵殼脆薄方面尤其具有特別敏感的反應。雖然科學家還不完全瞭解造成該項障礙的實際機制，然而DDT顯然地妨碍了輸送的功能——將鈣從血液中穿越卵巢體輸送到卵殼的過程。含於魚體內的化學殘毒也可能經由飼育行為而貯積於雛鳥的體脂肪內，當幼鳥努力學習自力更生的捕魚技術時就仰賴這些體脂肪。再加上幼鳥自己捕獲的魚經過消化吸收後，使體內殘毒愈積愈多，結果在幼鳥發育的過程中形成嚴重的障礙。由於受到上述因素的影響，在1960年代末期和1970年代初期，褐鵜鶘無法成功地繁衍子代，整個族群所以還能殘存下來，只不過因為這種鳥類的生命期很長的緣故。

從1972年之後美國開始禁止使用DDT，這種有害的殺蟲劑便不再流入褐鵜鶘的生態環境內。加州歷史上最大又最穩定的褐鵜鶘棲息地——阿納卡巴島（Anacapa）的周圍水域，經過水質測定後顯示，其海洋所含的DDE殘毒含量已從1972年後開始下降，而且仍繼續下降之中，褐鵜鶘卵殼之厚度已經恢復正常，繁殖成功率獲得回升，褐鵜鶘又增殖至正常的族群數目。褐鵜鶘的恢復生機是美國人在生態環境維護工作方面的一項重要成就：當文明所帶來的致命污染消除後，一種野生鳥類的族群重新恢復了生機。

然而遺憾的是世界上仍有許多國家在使用 DDT，美國的鄰國墨西哥即為其中之一。由於墨西哥西部的索羅那省（Sonora）和希納羅省（Sinaloa）的日趨農業化，生活在加州海灣裏的褐鵜鶘仍面臨濫用殺蟲劑所造成的潛伏危機。這種事實證明，為了切實維護某一地域的生態環境，往往須數國政府共同制定出一套有效而合理的合作管理計畫。

1950 年代和 1960 年代初期，美國密西西比河及其三角洲地區發現有大量的魚死亡，於是展開科學調查工作，結果證實魚是被「安德寧」所毒殺。這種殺蟲劑於 1952 年時啓用，用以控制棉象鼻蟲（boll weevil）、棉蟲（boll worm）、甘蔗穿孔蟲（sugarcane borer）等農作物害蟲。由於大量的「安德寧」使用於密西西比河三角洲地區，咸信這種殺蟲劑即為造成海灣裏褐鵜鶘消失踪跡的罪魁禍首——或是直接殺害了這些鳥，或是間接地毒殺了生活於海灣岸邊的魚類，而減少了牠們食物供應的來源。到 1970 年中期時，「安德寧」的使用量遽降，有心人士將褐鵜鶘從佛羅里達州的棲居地運送到路易斯安那州釋放於野外，讓牠們在那兒重新孕育生殖。然而濫用其他殺蟲劑的潛伏危機仍可能繼續地抑制其族群數量的繁衍。

人類的文明活動對褐鵜鶘造成了另兩項生存的威脅是：

- (1) 褐鵜鶘的育巢地區長期遭受觀光客、攝影愛好者、研究人員、漁夫的騷擾。
- (2) 漁夫和褐鵜鶘捕捉魚類的競爭日趨激烈。

任何時候若有人接近褐鵜鶘的築巢地區，都會迫使成鳥離開其巢，造成下述悲慘的結果：產蛋量減少，飼育雛鳥的行為被干擾，使蛋和雛鳥暴曬於炎熱的陽光下，被鳥鴉或海鷗所掠食，而使巢變得亂七八糟，雛鳥四處亂走。所以褐鵜鶘的築巢地區須加隔離以避免人類的干擾。褐鵜鶘和漁夫間的競爭在加州地區最為嚴重，這兒的褐鵜鶘以捕食北方鰮魚（northern anchovy）為主，如果鰮魚的數量遽減，就會造成褐鵜鶘數量的銳減，而這種魚正是加州漁民大肆捕撈的對象，充當雞和家畜的飼料。1978 年時美國海洋漁業局制定了一個漁業管理方案，將加州商業用途的鰮魚販賣列入管制。這項方案是否能有有效的施惠予褐鵜鶘和其它以該魚為食物的鳥類，仍在保護動物協會有關單位的調查統計中。殊屬遺憾的是，正值美國努力試圖保護這些天然魚源時，墨西哥的漁業工業仍在其所屬水域內漫無限制地濫肆捕撈。雖然美國採取了必要的因應措於以挽救褐鵜鶘，但如果其鄰國墨西哥單方面的扼殺了這些魚源，則魚源的缺乏不僅將嚴重地危及褐鵜鶘的數目，更將危害到整個以魚為基礎的海洋食物鏈。

在過去的十年，經由美國人的關心和協助，褐鵜鶘終於從殺蟲劑惡毒的浩劫中逐漸恢復其舊觀。牠們回升的繁殖率使得美國各州——除路易斯安那州和德州外，都可將褐

褐鵜鶘從瀕臨絕種的名單中剔除。展望將來，褐鵜鶘和其他海洋性鳥類仍面臨一項潛伏的危機，即人類對鱈魚和其他魚類的濫捕。有些美國有心之士乃建議將褐鵜鶘仍列入受威脅的名單中，以對該種鳥類將會面臨的潛伏危機保持警惕，一直到墨西哥和美國對海洋資源的漁獲方面制定出一套合作管理計畫為止。

人類在海岸邊的釣魚活動也常導致褐鵜鶘的意外死亡。褐鵜鶘習知釣魚者常會投擲一些剩魚餵食牠們，所以常圍繞在船身周圍爭食這些魚，而遭受魚鉤和魚線的意外傷害。追隨釣魚活動而遭受死亡的褐鵜鶘，每年只在佛羅里達州就高達700隻之多——幾乎佔全部族群總數的5%，這是褐鵜鶘受到人類活動的一項意外威脅。

此外，航行於海洋的船隻漏油，造成另一項潛伏的危機，海面上漂浮的浮油，不僅會在鳥類的身上裹上一層油衣，而且導致海洋食物來源的減少。

美國人在過去十年對於褐鵜鶘的研究，除增進我們對鳥類生物學和行為學的瞭解外，人類文明所帶來的化學污染對鳥類在自然生態環境裏的影響，也在生物繁殖學上留下了極為珍貴的文件記錄。褐鵜鶘在海洋遭受到化學污染時所表現的高度敏感性，使褐鵜鶘族群的消長成為探測海洋是否處於健康狀態的極佳指標。同時海洋也是人類所分享的共同寶貴資源，我們和褐鵜鶘分享海洋資源的經驗，在可預見的將來，將引導我們建立廣泛的資源保育政策，使我們能預知並妥善處理文明進步和生態環境之間所發生的類似難題。

取材自「自然歷史雜誌」1/82

圖片一：如果築巢地區受到人類騷擾，雛鳥便曝曬於炙熱的陽光下，並易於被掠食者危害。



圖片二：這個破碎的蛋，是DDT污染而造成蛋殼脆薄的證據。