

七家灣溪河烏(*Cinclus pallasii*)的繁殖生物學

洪孝宇¹，陳惠玲¹，郭智筌¹，曾建偉¹，孫元勳^{1,2}

¹國立屏東科技大學野生動物保育研究所；²通訊作者 E-mail: ysun@mail.npust.edu.tw

[摘要] 本研究在 2004-2005 年調查七家灣溪河烏(*Cinclus pallasii*)繁殖行為和繁殖表現，河烏約在 1 月中開始築巢，窩卵數平均 4.1 枚(sd=0.3, n=16)，孵卵期 17 天(sd=0, n=2)，育雛期 25 天(sd=0.5, n=4)，雌雄共同築巢和育雛，孵卵則由雌鳥獨自進行，且雄鳥不提供食物。2004 和 2005 年各有 12 和 6 對河烏進行繁殖，各成功 5 巢和 2 巢，離巢幼鳥 15 和 4 隻，繁殖成功率採用 Mayfield 方法計算分別是 0.49 和 0.27，部分個體年間有棲地忠誠性。2005 年繁殖對數減半，應是 2004 年夏季的洪水導致水生昆蟲生物量降低的原故，繁殖失敗原因可分為大雨和遭到捕食兩類，大雨特別對築巢在溪床和大石而非岩壁的河烏的影響較明顯。

關鍵字：七家灣溪、河烏、繁殖、颱風、行為

Breeding Biology of Brown Dipper (*Cinclus pallasii*) in Chichiawan Stream

Shiao-Yu Hong¹, Hue-Lin Chen¹, Chih-Chuan Kao¹, Jian-Way Zeng¹ and Yuan-Hsun Sun^{1,2}

¹Institute of Wildlife Conservation, National Pingtung University of Science and Technology;

²Corresponding author E-mail: ysun@mail.npust.edu.tw

ABSTRACT We studied the breeding behavior and performance of Brown Dipper (*Cinclus pallasii*) along Chichiawan Stream in 2004-2005. Nesting initiated in mid-January, with a clutch size of 4.1 eggs (sd=0.3, n=16). It took the females 17 (sd=0, n=2) days to hatch the eggs, and nestlings would fledge 25 (sd=0.5, n=4) days after hatching. Both sexes shared the nest-building and feeding tasks, but incubation was exclusively made by the females without food provided by their mates. Five of the 12 pairs successfully bred 15 fledglings in 2004, and two of the six pairs bred four fledglings in 2005, with Mayfield breeding rate of 0.49 and 0.27, respectively. Some individuals showed habitat-fidelity. Reduction in the number of pairs participating in breeding in 2005 may be due to summer floods in 2004 that led to the decline of aquatic insect biomass. Breeding attempts failed due to heavy rain and predation, in particular for those birds whose nests were located on the river bed or boulder, rather than on the cliff ledge.

Keywords: Chichiawan Stream, brown dipper (*Cinclus pallasii*), breeding, typhoon, behavior

前言

河烏科(Cinclidae)有 1 屬 5 種，分布於歐亞大陸及美洲，是典型的溪流鳥類，甚少遠離

水域活動(丁宗蘇 2010)，台灣的河烏(*Cinclus pallasii*)屬於留鳥，是中低海拔溪流生態系的重要成員之一。河烏是溪流環境和水質的指標物種(Ormerod and Tyler 1993, Sorace *et al.*

2002)，國外早年已對河鳥的繁殖生物學有一定程度的研究(Hann 1950, Bakus 1959, Shaw 1978)，但國內對河鳥的繁殖生態並沒有專門的研究報告。繁殖生物學有助於一個物種的生活史、族群消長、族群遺傳和演化策略的探討，在生態學研究中是非常必須且基礎的資料(Stearns 1992, Auer *et al.* 2007)，也是保育工作者與自然資源管理者重要的參考依據(Dowling 2003)。

七家灣溪位於雪霸國家公園境內，其溪流鳥類的族群中，河鳥的數量僅次於鉛色水鴨(*Rhyacornis fuliginosus*)。此地的河鳥是櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus formosanus*)幼魚的天敵之一，已知河鳥偏好體積較大的獵物，而繁殖季時隨著幼雛的成長，親鳥餵食大型獵物的比例和最大尺寸也會隨之增加(Chiu *et al.* 2009)，而七家灣溪發生洪水時會改變溪流中水生昆蟲的組成，使得水生昆蟲整體生物量降低，進而導致河鳥數量下降，顯示水生昆蟲與河鳥之間的重要關連(Chiu *et al.* 2008)。河鳥偏好在淺急流型態的溪段覓食，因為水生昆蟲量較緩流區來得高，因此領域內淺急流的比例越高，其領域長度越短(Chen and Wang 2010)。

本研究調查 2004-2005 年七家灣溪河鳥的繁殖狀況，包括繁殖行為、繁殖表現和探討繁殖失敗原因。2004 年 8 月七家灣溪遭受艾利颱風帶來的洪水衝擊，已知洪水會導致河鳥數量降低(Chiu *et al.* 2008)，本研究也將進一步分析洪水前後河鳥繁殖表現的差異，讓洪水對河鳥的影響有更全面的瞭解，作為溪流鳥類繁殖生物學的參考依據。

材料與方法

一、研究地區

研究樣區位於台中市和平區(原為台中縣和平鄉)，屬於雪霸國家公園範圍，海拔高度 1700-2000 m，主要溪流七家灣溪發源自海拔 3325 m 的桃山，與有勝溪在武陵農場的迎賓橋匯流成為大甲溪。七家灣溪年均溫為 16.1

°C，月均溫以 1 月最低(9.2°C)，7 月最高(21.6°C)，平均年雨量為 2200 mm，降雨多集中在 7-9 月，11-1 月較少(李培芬 1996)。

二、捕捉繫放

2003 年 1-11 月間於七家灣溪每隔至少 500 m 設置 10 處捕捉站，每月視人力在 2-5 個捕捉站架設霧網，捕捉 4-7 天，張網時間從清晨到網子曬到太陽為止，捕獲的個體繫上金屬環和色環、測量形質、抽血(檢驗性別)和拍照，幼鳥離巢前同樣會繫上環，若幼鳥未及繫放就已離巢，則再次架網進行捕捉繫放。

三、繁殖調查和行為觀察

在 2004 和 2005 年的 1-4 月間，每月一次沿溪徒步進行調查，調查範圍由七家灣溪和有勝溪匯流的迎賓橋至桃山西溪的第 6 號攔砂壩，長度約 7 km，以及高山溪和七家灣溪匯流口至高山溪第 4 號攔砂壩，長度約 1.5 km。調查過程中以雙筒望遠鏡觀察河鳥行為，同時搜尋岩壁和倒木等適合河鳥築巢的環境，發現有河鳥築巢後，每隔 3-5 天探巢一次確認繁殖階段，記錄產卵數、孵化幼鳥數、成功離巢幼鳥數等繁殖參數，並以吊秤測量幼鳥體重。部分適合觀察的巢位，研究人員在距離約 10m 處搭設偽裝帳，以雙筒望遠鏡和單眼相機記錄親鳥築巢、孵蛋和育雛行為。

四、資料分析

繁殖成功率採用 Mayfield 方法來計算(Mayfield 1961, 1975)，此法是透過統計所有巢的總觀察天數與繁殖失敗的總巢數來估計鳥類的繁殖成功率，只要巢中有 1 枚卵或 1 隻幼鳥存活，即定義該階段為繁殖成功。每個巢的觀察天數是指當研究人員探巢時發現巢中有卵之日起，到該巢繁殖結束(不論成功或失敗)之日止的天數，若最後一次探巢時發現繁殖已結束，且無法判定結束的確切日期，則以該次探巢與前一次探巢中間的日期作為繁殖結束的日期。

幼鳥是否成功離巢的判斷方式為：1. 研究人員觀察到幼鳥離巢；2. 在巢位附近看到幼鳥；3. 最後一次探巢時幼鳥的羽毛發育已接近離巢狀態。繁殖失敗的原因歸類為下列兩項：「天候因素」為大雨過後前往探巢時，發現幼鳥濕透死在巢中或整個巢被上漲溪水沖走；「遭到捕食」則是研究人員觀察到捕食者、巢中僅存殘骸、或在未到正常離巢日前，巢中卵或雛鳥消失的情況(蕭明堂等 2008)。

結果

一、繁殖行為

七家灣溪的河鳥自 1 月中旬開始築巢，巢位大多在下方有深潭或急流的岩壁凹槽處，距離水面高度 0.5-2 m，少數在大石或溪床上，有一巢曾堆疊在前一年的舊巢之上。築巢由雌、雄共同進行，整個過程約需 7-10 天，研究人員觀察一個巢兩天共 10 小時的築巢過程，雌鳥最多一小時唧巢材 15 次，平均是 10.6 (sd=2.6)次，雄鳥最多 10 次，平均是 6.5 (sd=2.2) 次，兩者都會先將巢材泡水再進入巢中構築。河鳥巢為籃球大小的球狀體，外層主要以苔蘚構成，有 2 個巢在構築過程中包住上方岩壁垂下的台灣蘆竹(*Arundo formosana*)，巢的前方有一開口，內部則是碗狀巢，以台灣二葉松(*Pinus taiwanensis*)、阿里山千金榆 (*Carpinus kawakamii*)和栓皮櫟 (*Quercus variabilis*) 等樹葉構成。2005 年有一巢位於溪床倒木的樹洞中，洞內只有一個碗狀巢，沒有外覆的苔蘚層。

河鳥一天產一枚卵，大多數窩卵數為 4 枚 (sd=0.3, n=16)，只有一窩是 5 枚，孵卵期 17 天(sd=0, n=2)，孵卵的工作由雌鳥獨自進行，因此雌鳥幾乎每小時都會外出覓食 10-35 分鐘，以清晨和傍晚的覓食時間較長(圖 1)。河鳥育雛期 25 天(sd=0.5, n=4)，育雛工作由雌雄鳥共同進行，雌鳥在育雛前期仍有孵雛行為，直到幼鳥約 10 日齡為止。育雛時一隻親鳥最多一小時可帶回食物 32 次，一天中以傍晚帶

食物的次數最頻繁(圖 2)。在 3 個可辨認雌雄親鳥的巢位中，雌鳥帶回食物的次數占 86% (觀察 14 天)、61% (觀察 3 天)和 58% (觀察 5 天)。

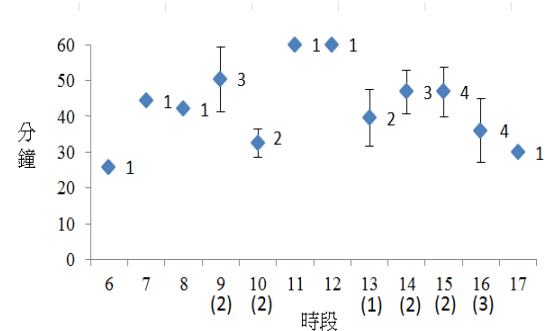


圖 1. 河鳥雌鳥在孵卵期不同時段的平均孵卵時間(共觀察 4 個巢，圖中數字為觀察天數，括號為巢數)

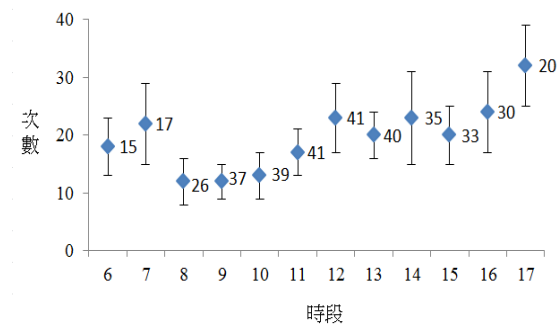


圖 2. 兩隻河鳥親鳥在育雛期不同時段的平均餵食次數(共觀察 6 個巢，圖中數字為觀察天數)

二、蛋的形質和幼鳥成長曲線

河鳥蛋為汙白色，重量平均 4.24g(sd= 0.24, n= 8)，長度 26.1 mm (sd=3.1, n=5)，寬度 18.3 mm (sd=4.1, n=5)。測量 24 隻幼鳥體重變化，共計 76 筆資料，幼鳥孵化第 1 天體重為 4.8 g (sd=1.1, n=10)，第 2 週快速成長，到第 3 週成長趨緩，25 日齡離巢前的體重為 74.7 g(sd=5.0, n=3)，部分離巢後重新捕捉繫放的個體顯示離巢後的體重仍會緩慢增加(圖 3)。

三、繁殖表現

2004 年七家灣溪共有 12 對河鳥進行繁殖，其中有兩對分別築了 2 和 3 個巢，但都在

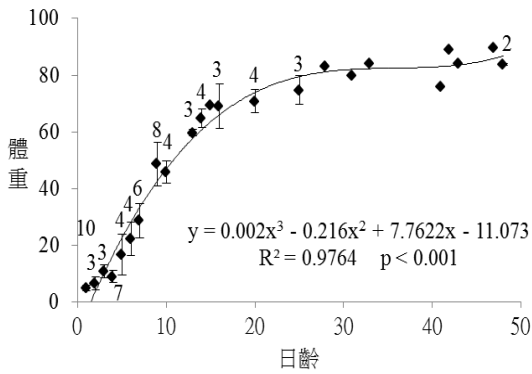


圖 3. 河烏幼鳥體重和日齡關係圖(圖中數字為樣本數)

雨後翻覆或被溪水沖走，因此僅有 10 對進入圖 3。河烏幼鳥體重和日齡關係圖(圖中數字為樣本數)

產卵階段，有兩對在第一窩結束後繼續繁殖第二窩，但只有觀魚台下游的一對成功繁殖兩窩，位於高山溪的另一對連兩窩都失敗(圖 4)。2005 年有 6 對河烏繁殖，其中有 5 隻是 2004 年的親鳥(3 雄 2 雌)，且都在原本巢位附近繁殖，除在兆豐橋上游的一對未換配偶外，其餘三隻都有了新的配偶，原本的配偶則消失不見。2005 年並未有第二窩的情況，也沒有上一年的幼鳥參與繁殖。總計 2004 年有 5 巢繁殖成功，離巢 15 隻幼鳥(每巢 2-4 隻)，以 Mayfield 方法計算的繁殖成功率為 0.49。2005 年有 2 巢繁殖成功，各離巢 1、3 隻幼鳥，Mayfield 繁殖成功率為 0.27(表 1、表 2)。

表 1. 2004-2005 年七家灣溪河烏繁殖結果統計

年份	繁殖對數	巢數	產卵數	成功巢數	離巢幼鳥
2004	12	17	45	5	15
2005	6	6	24	2	4

表 2. 以 Mayfield 方法計算 2004-2005 年七家灣溪河烏繁殖成功率(括號內為 SE)

項目	2004		2005	
	孵卵期	育雛期	孵卵期	育雛期
逐日存活率	0.99 (0.01)	0.98 (0.01)	0.99 (0.01)	0.96 (0.02)
階段成功率	0.85 (0.11)	0.72 (0.12)	0.87 (0.14)	0.49 (0.22)

繁殖成功率	0.49 (0.13)	0.27 (0.19)
-------	----------------	----------------

2004 年繁殖失敗原因除上述兩對築的 5 個巢，孵卵期也有一巢被水沖走，育雛期有一巢在大雨過後幼鳥死在巢中，而孵卵期和育雛期各有 2 巢判斷遭到捕食，其中一巢巢內留有鼠類排遺，還有一巢是幼鳥身上爬滿吸血寄生蟲，同樣歸類為被捕食；另有一巢研究人員目擊一隻臭青公(*Elaphe carinata*)入侵巢內，該巢有 4 隻約 18 日齡的幼鳥，一隻被捕食、一隻掉下方深潭淹死，兩隻成功逃離，因此判斷為繁殖成功。2005 年失敗的 4 個巢都是在育雛期，一巢在雨後巢基崩塌，另 3 巢都是幼雛消失不見(表 3)。

表 3. 2004-2005 年七家灣溪河烏繁殖失敗原因歸類

失敗原因	2004		2005	
	築巢期	孵卵期	育雛期	育雛期
天候因素	5	1	1	1
遭到捕食		2	3	3

四、幼鳥擴散

2004 年第一窩繁殖的結束時間多數在 3 月中之前，3 月 30 日已發現有外地來的幼鳥出現在觀魚台，到 5 月下旬，武陵所有河烏幼鳥都已離開親鳥領域，兆豐橋下游巢位的幼鳥出現在二號壩(相距 3.3 km)，六號壩的幼鳥跑到四號壩(相距 1.1 km)，6 月下旬兆豐橋上游巢的幼鳥出現在抽水站(相距 4 km)，7 月以後未再見到當年出生的幼鳥。此外，2004 年 5-6 月共看到 3 隻 2003 年出生的幼鳥，尚無固定領域。

討論

七家灣溪河烏繁殖時間晚於低海拔的河烏，根據陳炤杰(1989)指出，海拔不到 500m 的南勢溪，河烏在 12 月中旬築巢，2 月中旬雛鳥開始離巢，七家灣溪河烏大約在 1 月上旬才開始築巢，雛鳥最快在 2 月下旬始離巢。一般而言，高緯度鳥類繁殖時間較晚(Welty 1982)，

高山的低溫環境也有相同的趨勢，北美洲的美洲河烏(*Cinclus mexicanus*)在海拔1600-1900的

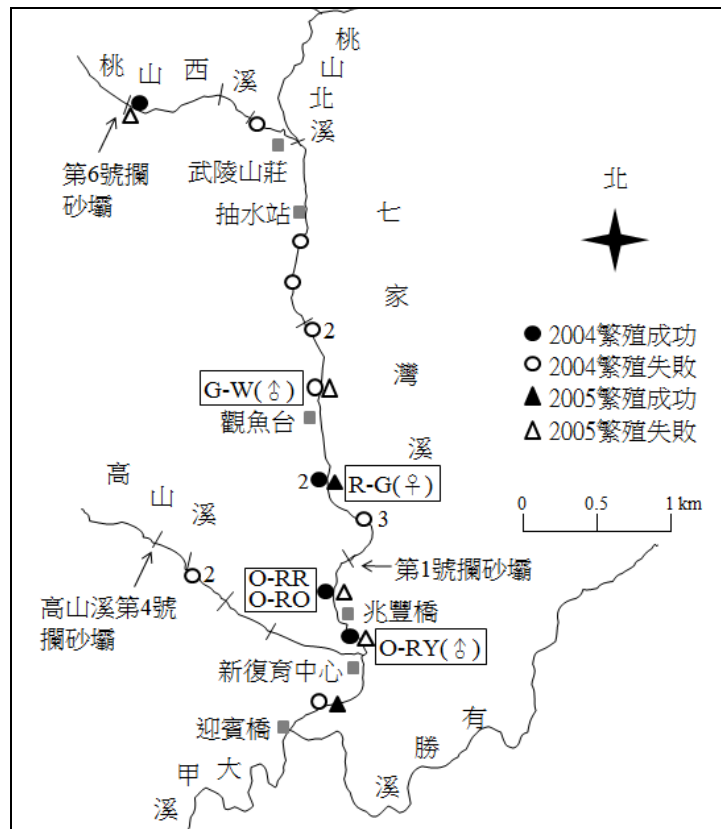


圖 4. 2004-2005 年七家灣溪河烏巢位分布(圖中數字表示有第二窩和第三窩的情況，英文代號表示兩年都參與繁殖的個體)

地區，產卵時間在 3 月底到 4 月(Price and Bock 1983)，而海拔 2700-3000 m 的地區，產卵時間延後至 5 月底到 6 月中(Hann 1950)。

2004 年有兩對河烏築了 5 個巢在溪床上，都接連在雨後翻覆或遭上漲的溪水沖走，推測這兩對河烏是第一年繁殖的新手，因此不懂得選擇或搶不到適當巢位。2005 年共有 5 隻河烏沿用去年的 4 個巢位，且其中 3 個巢位在 2004 年有繁殖成功，符合棲地忠誠性源自先前繁殖經驗的假說(Switzer 1997, Schmidt 2004)，唯獨 2004 年繁殖失敗的雄鳥(G-W)，2005 年換配偶後仍在同地點築巢(圖 4)。根據美洲河烏的研究，若前一年繁殖成功，則雌鳥有較高的棲地忠誠性，雄鳥不論前一年繁殖成功或失敗，棲地忠誠性的比例是類似的 (Middleton et al. 2006)。

2005 年發現一個巢位於溪床上倒木的樹洞中，該溪段上下游 200 m 內並沒有適合河烏築巢的岩壁，因此樹洞可能是可接受的替代巢位，且該巢是當年繁殖成功的兩巢之一，有 3 隻幼鳥離巢。歐洲的白喉河烏也有在倒木的空洞內築巢的記錄(Tyler and Ormerod 1994)，且白喉河烏和美洲河烏都會使用人工巢箱(Hawthorne 1979, Tyler and Ormerod 1994)。

河烏雌鳥花在孵蛋的時間以中午較高，清晨和傍晚較低，由於孵蛋期間雄鳥並不提供食物，雌鳥只能自行外出覓食，而清晨可能是雌鳥比較飢餓的時刻，傍晚則需為入夜的低溫和無法進食來儲備能量，所以待在巢裏的時間相對減少，同樣的趨勢也出現在親鳥餵雛的時段變化，在傍晚的餵雛次數較頻繁。Tyler and Ormerod(1994)觀察白喉河烏的餵雛時段變

化，呈現清晨和傍晚兩個高峰，但本研究中河烏清晨餵雛頻率低於傍晚，可能是部分觀察天數屬於育雛前期，雌鳥在清晨有較長的孵雛時間，降低了平均餵食次數。

2004年8月艾利颱風夾帶豐沛雨量，溪水暴漲造成七家灣溪河道劇烈改變，9月份調查整條七家灣溪僅有3隻河烏，部分七家灣溪標記的河烏避難到有勝溪，幾個月後才陸續回到七家灣溪(Chiu *et al.* 2008)，但2005年2月和4月水生昆蟲生物量仍低於去年同期(郭美華 2005)，可能因食物不足造成當年河烏的繁殖困難度提高，許多河烏選擇離開或放棄繁殖，因此河烏的繁殖對數遠低於2004年，也沒有第二窩和新手親鳥試圖在溪床上築巢的情況，此結果顯示颱風對溪流高階消費者的繁殖表現有明顯衝擊，是溪流生態系經營管理的重要參考依據。2004年在觀魚台上游的6個巢僅有六號壩一巢繁殖成功，經研究人員觀察從觀魚台到抽水站之間適合築巢的岩壁並不多，較差的巢位可能容易被水沖走或是被天敵入侵，因此在繁殖較困難的2005年並未有河烏嘗試在該溪段繁殖。

造成河烏繁殖失敗的原因之一是天候，天候因素源自巢位選擇不佳，因大雨而導致巢翻落岩壁、巢基崩塌或被水沖走。2005年3月13日因強烈寒流引發罕見的三月雪，低溫持續約兩天，此時為當年河烏的育雛末期，以繁殖結果推測此事件似乎影響不大。被天敵捕食是繁殖失敗的另一重要因素，觀察到的天敵包括蛇類、鼠類和寄生蟲，因此能夠防止天敵入侵的安全巢位顯得更加重要，此外有75%的捕食發生在育雛階段，由於育雛期親鳥頻繁進出鳥巢，加上幼鳥的乞食聲和堆積在巢下的排遺，都更容易吸引天敵的注意，因此成為整個繁殖階段中最危險的時期(Leech and Leonard 1996)。

誌謝

本研究感謝雪霸國家公園經費支持(計畫

編號093-301020500G-010和094-301020500G-1005)以及武陵管理站提供食宿便利，協助野外調查者包括：雪霸國家公園解說員張燕伶和技工王榮光、清華大學生命科學研究所助理楊正雄、本校野生動物保育所學生唐一中、鄭筑云、邱昌宏、鍾鎮光、鐘雨岑、胡景瑋、汪辰寧和張秀琴、中興大學自然生態保育社吳俊瑤等，在此由衷感謝。

引用文獻

- 丁宗蘇。2010。台灣鳥類誌(下)-河烏科。行政院農委會林務局。
- 李培芬。1996。七家灣溪集水區之遙測監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 林幸助。2007。96年度七家灣溪長期生態監測暨生態模式建立。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 陳炤杰。1989。河烏繁殖領域與棲地關係之研究。國立台灣師範大學生物研究所碩士論文。
- 郭美華。2005。武陵地區長期生態監測暨生態模式建立:水棲昆蟲長期生態監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 蕭明堂、莊美真、王穎。2008。太魯閣國家公園關原地區三種利用巢箱鳥類之繁殖特徵。特有生物研究 10: 7-18。
- Auer, SK, RD Bassar, JJ Fontaine, and TE Martin. 2007. Breeding biology of passerines in a subtropical mountain forest in northwestern Argentina. *Condor* 109:321-333.
- Bakus, GJ. 1959. Territoriality, movements, and population density of the Dipper in Montana. *Condor* 61:410-425.
- Chen, CC and Y Wang. 2010. Relationships between stream habitat and breeding territory length of the Brown Dipper (*Cinclus pallasii*) in Taiwan. *Journal of Ornithology* 151:87-93.
- Chiu, MC, MH Kuo, YH Sun., SY Hong, and HC Kuo. 2008. Effects of flooding on avian top-predators and their invertebrate prey in a monsoonal Taiwan stream. *Freshwater Biology* 53:1335-1344.

- Chiu, MC, MH Kuo, CS Tzeng, CH Yang, CC Chen, and YH Sun. 2009. Prey selection by breeding brown Dippers *Cinclus pallasii* in a Taiwanese mountain stream. *Zoological Studies* 48:761-768.
- Dowling, DK. 2003. Breeding biology of the Red-capped Robin. *Australian Journal of Zoology* 51:533-549.
- Hann, HW. 1950. Nesting behavior of the American Dipper in Colorado. *Condor* 52:49-62.
- Hawthorne, VM. 1979. Use of nest boxes by Dippers on Sagehen Creek, California. *Western Birds* 10:215-216.
- Leech, SM and ML Leonard. 1996. Begging and the risk of predation in nestling birds. *Behavioral Ecology* 8:644-646.
- Mayfield, HF. 1961. Nesting success calculated from exposure. *Wilson Bulletin* 73:255-261.
- Mayfield, HF. 1975. Suggestions for calculating nest success. *Wilson Bulletin* 87:456-466.
- Middleton, HA, CA Morrissey and DJ Green. 2006. Breeding territory fidelity in a partial migrant, the American dipper *Cinclus mexicanus*. *Journal of Avian Biology* 37:169-178.
- Ormerod, SJ and SJ Tyler. 1993. Further studies of the organochlorine content of Dipper *Cinclus cinclus* eggs: local differences between Welsh catchments. *Bird Study* 40:97-106.
- Price FE and CE Bock. 1983. Population Ecology of the Dipper (*Cinclus mexicanus*) in the Front Range of Colorado. *Studies in Avian Biology* No.7. Cooper Ornithological Society Press, USA.
- Schmidt, KA. 2004. Site fidelity in temporally correlated environments enhances population persistence. *Ecology Letters* 7:176-184.
- Shaw, G. 1978. The breeding biology of the dipper. *Bird study* 25:146-160.
- Sorace, A, P Formichetti, A Boano, P Andreani, C Gramegna, L Mancini. 2002. The presence of a river bird, the dipper, in relation to water quality and biotic indices in central Italy. *Environmental Pollution* 118:89-96.
- Stearns, SC. 1992. The evolution of life histories. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Switzer, PV. 1997. Past reproductive success affects future habitat selection. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 40:307-312.
- Tyler, SJ and SJ Ormerod. 1994. The dippers. T & AD Poyser, London.
- Welty, JC. 1982. The life of birds, 3rd edition. Saunders College Publishing, New York.