

A Study on the Public-related Sensitive Areas Possibly Affected by the 921 Earthquake in Shei-Pa National Park

Shih-Chiao Chang

(Manuscript received 12 April 2001 ; accepted 23 April 2001)

ABSTRACT: The present study aimed at surveying Shei-pa National Park especially the three public trails within to see if they were ever affected by the 921 earthquake in 1999, in central Taiwan. The very earthquake caused ground surface ruptures, ground motion, landslides and liquefaction in middle western Taiwan and caused tremendous disasters. Field studies showed that Shei-pa National Park was just outside the northern reach of that strong earthquake, and hence only its south-west part was affected with landslides occurring on steep slopes. As the three public trails run mostly along the ridges that are somewhat gentler than other parts of the mountain, therefore, no striking damages were observed of these trails.

KEYWORDS : 921 Earthquake, Landslides, Public Trails.

大甲溪鴛鴦捕捉技術與年齡性別判定

孫元勳^(1,3)、林裕盛⁽¹⁾、黃園真⁽¹⁾、李彥芸⁽²⁾

(收稿日期：2001年4月12日；接受日期：2001年5月21日)

摘要

本研究於1999年1月至12月在雪霸國家公園境內大甲溪上游的七家灣溪和有勝溪，以陷阱捕捉鴛鴦(*Aix galericulata* Linn.)，其目的在測試兩種陷阱的捕捉率、判定非繁殖季的性別與年齡之差異、記錄幼鴨成長和換羽行為。我們發現本研究自創的懸門陷阱之捕捉率高於國外經常使用的漏斗門陷阱，而有噴綠色漆的陷阱捕捉率略高於無噴漆陷阱，捕捉率和性別與被捕經驗無關聯。繁殖期間與繁殖期之前的1-6月份，雄鴨重覆被捕率(45.4%)高於雌鴨(0%)，相對地，繁殖季後的7-10月份雌鴨的重覆被捕率(72.7%)有增加的情形，雄鴨(44.4%)則沒有明顯差異。7-8月份雄鴨的絨羽(eclipse plumage)酷似雌鴨，此一時期由雌鴨翼鏡特有的白斑來判斷性別會比傳統使用的喙色準確；這個時期，由胸腹部羽毛的斑紋之濃密可以判別幼鴨與成鴨個體。所有測量形質裏，附蹼是幼鴨成長比較快速的部份。

關鍵詞： 鴛鴦、陷阱、年齡、性別、換羽。

一、前言

鴛鴦(*Aix galericulata* Linn.)是雁形目雁鴨科鴛鴦屬(*Aix*)裏兩種水禽之一，另一種為主要分布於北美洲的美洲鴛鴦(*A. sponsa* Linn.)，這兩者在體型與雌鴨和幼鴨羽色及生態習性上頗為類似(Johnsgard, 1978)。鴛鴦繁殖於東亞的俄羅斯、中國大陸東北部、韓國、日本等地；其中日本是亞洲族群最多的區域，估計有10,000餘隻，大陸族群因棲地破壞與捕捉販賣問題，數量一直在衰減當中，估計有2000多隻(Carboneras, 1992)，目前屬於第II類保育類鳥類(賴, 1988)；在英、美、歐等地也出現野化的圈養族群，尤其在野化歷史最悠久的英國，估計有7,000隻鴛鴦(Davis, 1988)。鴛鴦在臺灣的族群數量不詳，目前僅有零星調查；根據過去各地鳥會與學術機構的未發表資料顯示，雪霸國家公園境內的大甲溪流域如德基水庫、七家灣溪、有勝溪等地，是已知鴛鴦記

(1) 國立屏東科技大學野生動物保育學系，912屏東縣內埔鄉學府路一號。

(2) 542南投縣草屯鎮博愛路480巷4號。

(3) 通信聯絡員。

(1) Department of Geography, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan.

錄最多的地區，根據孫(2000)的初步調查，園區範圍內的流域最多曾至少有 156 隻鴛鴦，其中有大約 70% 的族群出現在德基水庫，時間在 8 月份。

國外通常採用漏斗門陷阱(funnel trap)來捕捉研究美洲鴛鴦等雁鴨(Edwards, 1961; Arthur and Kennedy, 1972)，而孫等(1997)曾經於翠峰湖及青山壩使用自製的懸門陷阱成功捕獲十餘隻鴛鴦。至於這兩種陷阱在捕捉鴛鴦的效率之比較、用來製造陷阱的鐵網材料之金屬光澤以及鴛鴦被捕經驗是否會影響這兩種陷阱的捕捉率，尚無人探討。

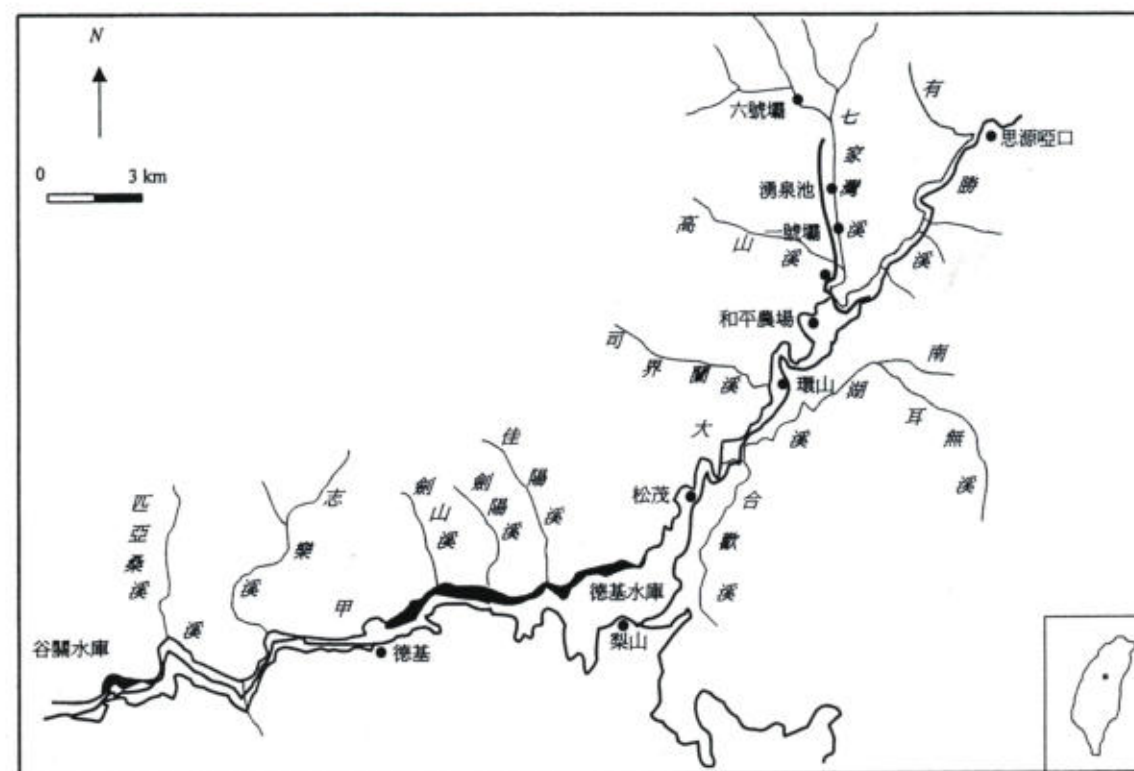
繁殖羽季(nuptial plumage season)，雌雄鴛鴦的羽色差異極為明顯，但在蝕羽季(eclipse plumage season)兩者外觀卻很酷似。國內外鳥類圖鑑最常提及以鴛鴦的喙色(雌鴨:紅色，雄鴨:黑褐色)來區別蝕羽季的雌雄性別(Delacour, 1959; Johnsgard, 1978; Madge and Burn, 1988; 王等, 1991; 鄭, 1993; 顏等, 1996; 沙, 1998)，僅有 Cole(1967)及 Phillips(1986)曾提及，雌鴛鴦次級飛羽的翼鏡上有雄鴛鴦沒有的白色橫斑，但這種說法在前述許多圖鑑裏卻沒有提到，在此本文希望再次檢視一番。

因此，本研究之目的在雪霸國家公園境內大甲溪流域，比較兩種捕捉鴛鴦的陷阱、判定蝕羽季鴛鴦的性別與年齡、描述鴛鴦換羽情形和幼鴨的各部位成長，作為日後此種稀有水鳥在園區的解說與教育之參考。

二、方法與材料

雪霸國家公園境內的大甲溪上游七家灣溪、有勝溪與中游德基水庫，海拔在 1,300-2,200 m，溪流沿岸主要有德基、佳陽、梨山、松茂、環山等原住民部落，行政區域隸屬於臺中縣和平鄉(圖一)。部落保留地作物以溫帶果樹、高冷蔬菜為主，七家灣溪邊的武陵農場與有勝溪沿岸亦然，這些開墾地夾雜著林火天然更新或造林的二葉松(*Pinus taiwanensis* Hayata)林，取代了原有的原始闊葉林、針闊葉林，成為大甲溪上游兩岸的優勢地貌。

在 1999 年 1 月至 12 月的研究期間，我們在經常目擊鴛鴦活動的七家灣溪、有勝溪共 3 個地點，架設雞籠組成的懸門陷阱(1.7x 1.7x 0.6 m)，陷阱入口寬約 50 cm，以踏板機關牽制連接籠門的繩索(圖版一)。此外在 1999 年 7 月上旬至 8 月下旬鴛鴦數量最多的月份，於部份懸門陷阱旁邊架設同尺寸的漏斗門陷阱以比較兩者之捕捉效果；漏斗門陷阱洞口外寬(25 cm)內窄(15 cm)，藉入易出難之特性捕捉(圖版二)。兩種陷阱各有 2 種顏色：一為雞籠原有的淡黃色金屬色澤(後稱原色)，一以綠色噴漆處理(後稱綠色)。我們在七家灣溪與有勝溪匯流處下游裝設 4 個門型、顏色不一的陷阱，受限於地形，在七家灣溪只裝設 2 個不同顏色的懸門陷阱，另在有勝溪裝設 2 個不同門型的綠色陷阱，共計 8 個陷阱。為排除放置角落對捕捉率的影響，在 7 月 29 日將陷阱的位置對調。陷阱內與四周撒上誘餌，並視吃剩數量、新鮮度適量補充。我們將捕捉到的鴛鴦套上鋁質腳環與塑膠色環，測量體重、喙長、全頭長、附蹠長、尾長、自然翼長、第 7-10 根飛羽長等基本形質與翼鏡的白斑之有無和胸羽斑紋樣式等羽色模式和喙色特徵後，予以釋放；對重覆捕捉之亞成鴨，則再進行同樣的測量，成鴨則僅進行體重測量和特徵描述。本研究將繁殖季前標記的個體界定為成鴨，亞成鴨羽色則



圖一、研究地區圖

由 2 窩共 8 隻雌巢約 20 天的幼鴨的胸羽斑紋的成長變化得知，並作為其和成鴨的比對標準。

三、結果

由兩種陷阱的初步測試結果顯示，在我們自製的懸門陷阱已經捕捉 19 隻次的鴛鴦個體時，國外常用的漏斗門陷阱尚未捕捉到任何個體($\chi^2=19.0$, $df=1$, $P<0.001$)，為此我們提前在 8 月 10 日停用漏斗門陷阱。在懸門陷阱捕捉率和陷阱顏色的關聯上，綠色陷阱捕捉到的隻次(39)略多於原色陷阱捕捉到的隻次(29)，但兩者並無顯著差異($\chi^2=1.47$, $df=1$, $P=0.24$)；另雌、雄個體對於陷阱顏色的選擇沒有顯著區別($\chi^2=2.436$, $df=1$, $P=0.14$ ；表 1)。在被捕經驗的影響上，曾經被捕捉的個體，在第下一次再被捕捉時似乎並沒有明顯的避開或選擇另一顏色陷阱的情形($\chi^2=2.25$, $df=1$, $P=0.13$ ；表 2)。

由 1999 年 1-6 月的捕捉記錄顯示，雌鴨與雄鴨的重覆捕捉率不同，其中有 45.4%($n=11$)的雄鴨有重覆被捕的情形，有的個體甚至被捕捉過 2-4 次(圖二)；相對地，沒有雌鴨($n=7$)有重覆被捕的現象，不過性別間無顯著差異($\chi^2=0.1$, $df=1$, $P=0.10$)。



圖版一、懸門陷阱(箭頭所指處為入口)



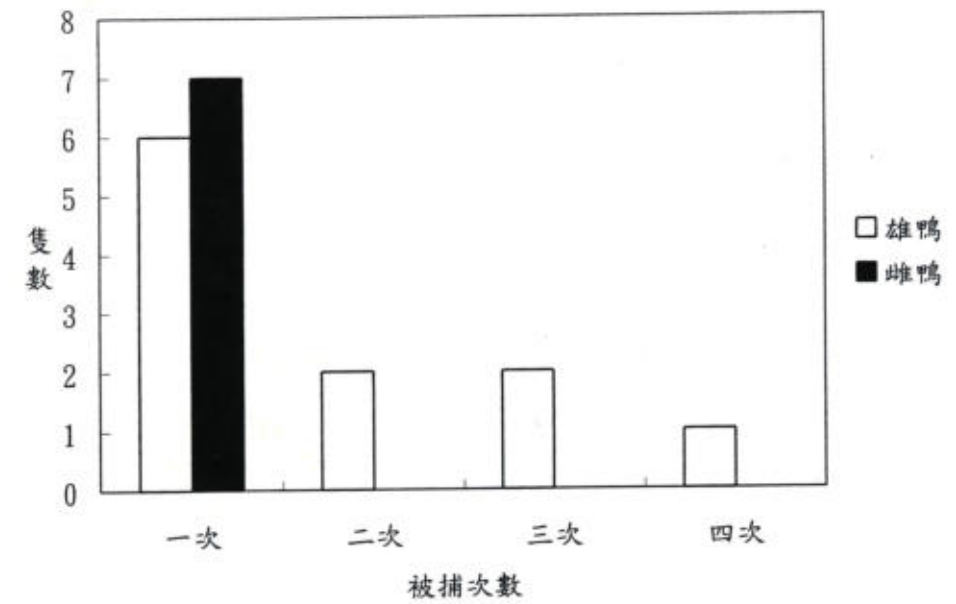
圖版二、漏斗門陷阱

表 1、武陵地區雌雄鴛鴦對兩種顏色懸門陷阱之選擇。

	雌鴨	雄鴨
綠色陷阱	26	13
原色陷阱	19	10

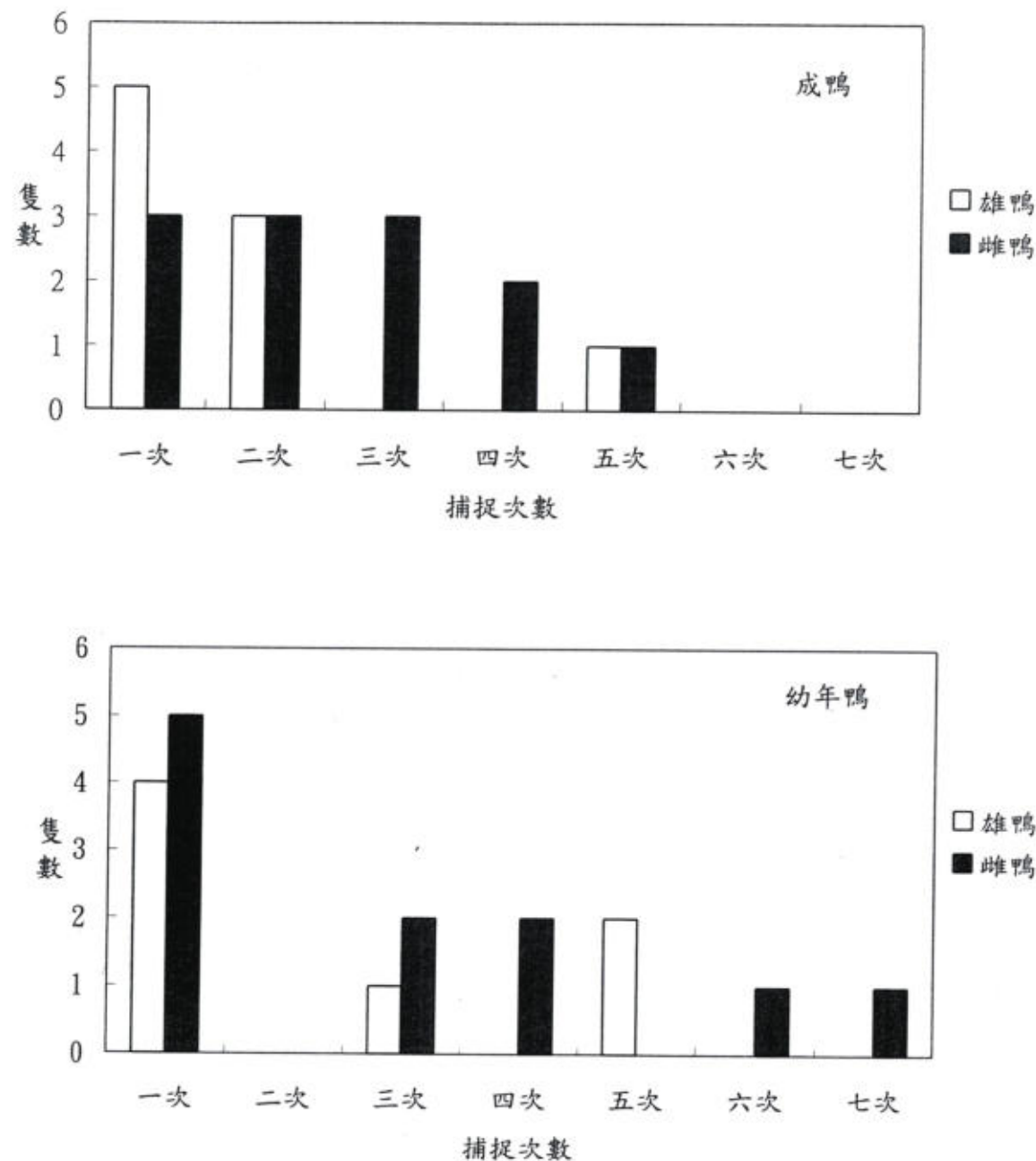
表 2、武陵地區鴛鴦第一次被捕經驗與第二次被捕時對陷阱顏色選擇之關聯。

第二次捕捉	第一次捕捉	
	綠色陷阱	原色陷阱
綠色陷阱	9	0
原色陷阱	7	2



圖二、1999年1-6月武陵地區雌雄鴛鴦重覆捕捉次數之比較

繁殖季後的 7-12 月間成年雌鴨重覆被捕率 (72.7%, n=12) 遽增 ($\chi^2=0.04$, df=1, $P=0.10$), 但雄鴨的重覆被捕率 (44.4%, n=9) 則無明顯上升情形 ($\chi^2=0.98$, df=1, $P=0.10$), 這個時期兩性間亦無差異 ($\chi^2=2.04$, df=1, $P=0.15$; 圖三)。幼年雌雄鴨的重覆被捕率分別佔所有繫放隻數的 57.1%、45.5%, 兩性間亦無顯著差異 ($\chi^2=0.23$, df=1, $P=0.63$)。



圖三、1999 年 1-6 月武陵地區雌、雄成年鴛鴦與幼年鴛鴦被捕次數之比較

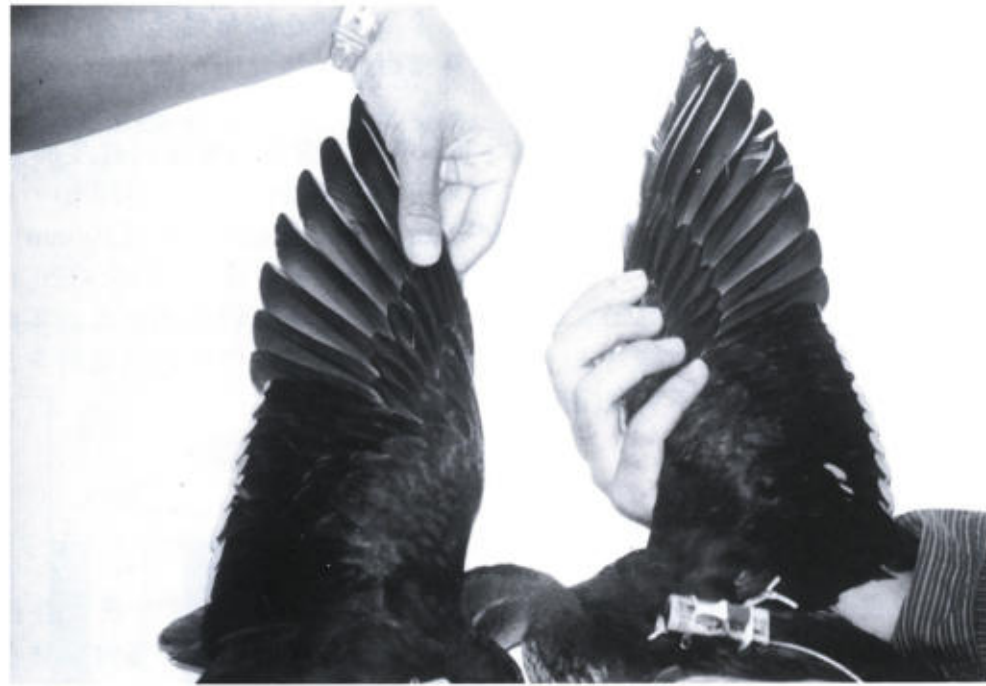
在 7-8 月的蝕羽季，由喙色判別鴛鴦性別方面，捕捉到的 14 隻成年或亞成年雄鴨中，有 13 隻個體的喙皆呈暗紅色，但有 1 隻喙呈黑褐色的個體曾讓研究者誤判成雌鴨。若由翼鏡白斑有無來看，所有雄鴨均不具備白斑，相對地，捕捉到的 17 隻雌鴨的翼鏡均有白斑特徵(圖版三)。

在蝕羽季成鴨與亞成鴨形質差異方面，所有形質的測量值均有不同程度的重疊(圖四)。其中以體重的重疊度最小，只在 480 g 附近有部份重疊(亞成鴨:<450 g)，其次是喙長(亞成鴨:<28 mm)、自然翼長(亞成鴨:<200 mm)、第 7 根(亞成鴨:<130 mm)、8 根(亞成鴨:<120 mm)、9 根(亞成鴨:<130 mm)、10 根初級飛羽長度(亞成鴨:<120 mm)；相對地，跗蹠長、全頭長、尾長等形質的重疊度較大。若由胸羽羽色來區別年齡時，我們發現成鴨的胸羽以咖啡色斑紋為主，斑塊較大而明顯，而幼鴨的胸羽則多為細緻的土黃色斑紋，咖啡色斑紋較不明顯(圖版四)。

四、討 論

本研究發現懸門陷阱捕捉鴛鴦的成功率均較漏斗門陷阱佳。其原因或許係懸門陷阱的入口寬度較大，比較不會對門邊覓食的鴛鴦產生壓迫感，然而為何這種在國外捕捉雁鴨已行之多年且成效極好的漏斗門陷阱(Edwards, 1961; Arthur and Kennedy, 1972)，在大甲溪使用的效果不佳？推測可能的原因有二：一為國外在架設此類陷阱時，並無捕捉效果較好的懸門陷阱在旁可供選擇，另一是國外在進行捕捉前的陷阱是分段組裝起來，等美洲鴛鴦適應它後才進行捕捉 (Harms et al., 未發表資料; Arthur and Kennedy, 1972)，而本研究屬一次架設完成。雖然懸門陷阱比較容易捕捉到鴛鴦，但是在捕捉隻數方面遠少於漏斗門陷阱 (Grady et al., 未發表資料)。Grady 的漏斗門陷阱 1 天可捕捉到 200 多隻美洲鴛鴦，而本文使用的懸門陷阱 1 天最多只能捉到 5 隻鴛鴦；主要的原因在於當地美洲鴛鴦族群數遠比武陵鴛鴦 (<60 隻) 多，另一個原因和鴛鴦進入懸門陷阱後若觸動機關，常使籠外個體不得其門而入，未來可考慮避免將陷阱內的誘餌及放置在機關邊，以延長觸動時間。雖然懸門陷阱一次捕獲的數量沒有漏斗門陷阱多，但是其好處是動物進入後懸門陷阱的門會落下，因此比較不會有掠食動物進入獵取捕獲動物的事件發生，比起門戶大開的漏斗門陷阱安全。

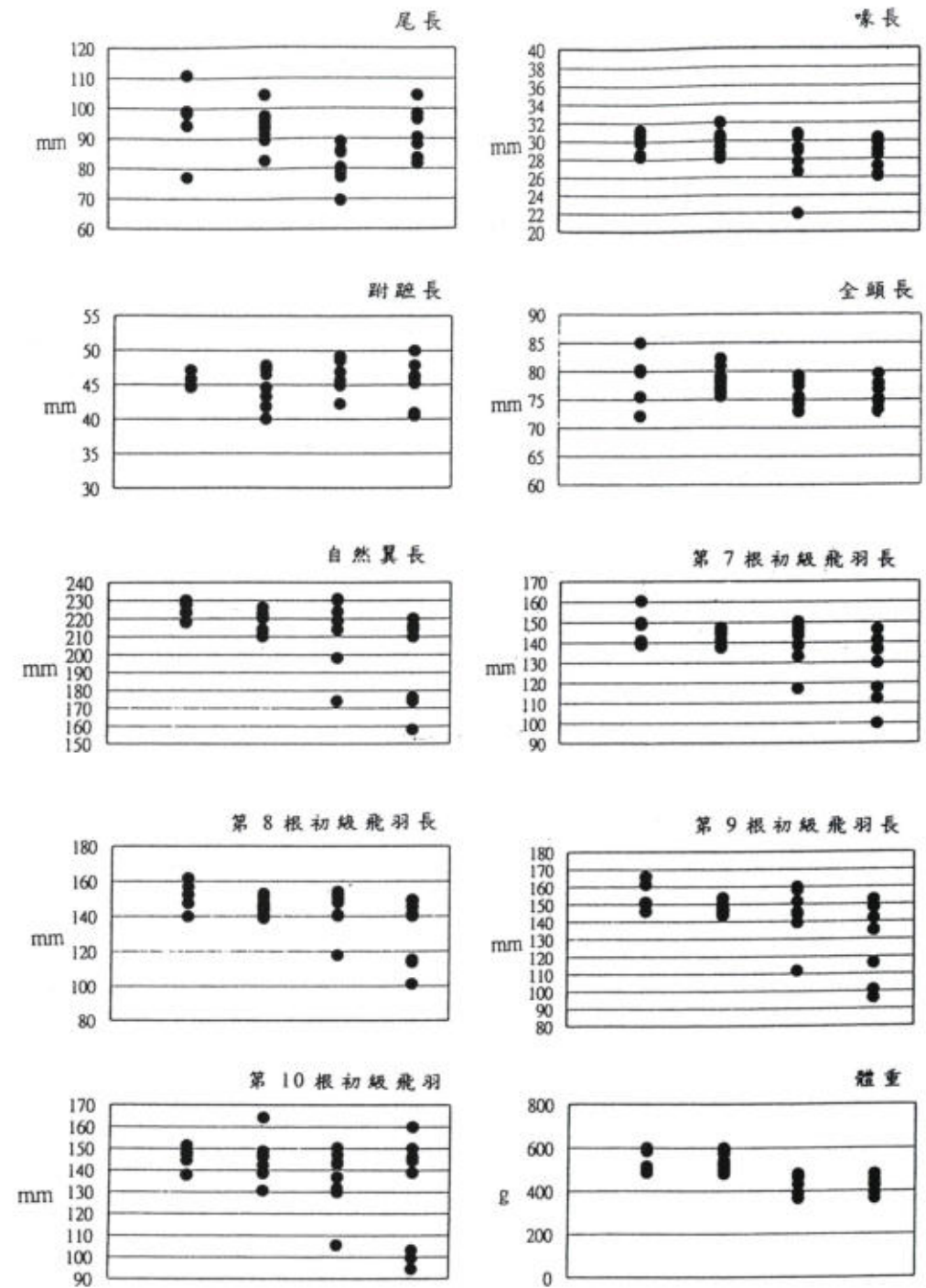
繁殖季前的 3 個月內和繁殖季期間(4-6 月)，武陵地區雌鴛鴦重複被捕率較雄鴛鴦低的原因，可能和雌鴛鴦對陷阱的警覺性較強有關。此一和警覺性有關的基因或許在園區死亡率較高的雌鴨族群中(孫, 1999)，保存在倖存的雌鴨身上。相較之下，繁殖季後的 6 個月內，雌鴨重複被捕率增加，亦即其食用人工食物的意願增加，我們推測和雌鴨的能量需求增加有關；我們發現 7-10 月捕捉到的雌鴨體重 (545.7 ± 54.2 g; n=7) 比繁殖前 (574.0 ± 40.0 g; n=9) 輕些，因此可能有進補的需求。此外雌鴨換羽行為可能是另一原因，這是由於換羽是鳥類一年裏需要攝取比較多的能量的時期之一 (Bancroft and Woolfenden, 1982; Biebach, 1983)。我們發現，1999 年 8 月下旬 1 隻帶著幼鴨的雌鴨才開始大量掉換胸腹羽，且翌年另一隻情形相同的雌鴨，其飛羽在 9-10 月間才開始脫落，較雄鴨晚 1 個月以上，與美洲鴛鴦的情形類似(Bellrose and Holm, 1994)。此外，我們認為換飛羽的期間，失去飛行能力的雌鴛鴦的覓食能力減弱，可能也是尋找速食的重要因素；至於雄鴨的重覆捕捉率在繁殖季後沒有增加的原因，可



圖版三、非繁殖羽季雌(右)與雄(左)鴛鴦次級飛羽的白色橫紋有無之比較。



圖版四、非繁殖羽亞成年(左)與成年(右)鴛鴦胸羽斑紋之比較



圖四、武陵地區蝕羽季(7-8月)雌雄幼年鴛鴦與成年鴛鴦身體各部形質的測量值之比較。X軸由左至右各代表成年雄鴨、成年雌鴨、幼年雄鴨、幼年雌鴨。圖中每一點各代表一隻個體。

能和雄鴨流動率較高，部份被捕個體離開武陵之故。

本報告發現蝕羽季，以喙色判別性別的方式確實是有其不理想之處。一方面蝕羽季雄鴨的紅喙比繁殖羽季來的淡些(Phillips, 1986)；另一方面亞成年雄鴨的喙色也不明顯，所以有誤判的可能性，尤其在遠距離觀察與判斷飛行個體的性別時，更容易產生誤判。比較之下，若以次級飛羽翼鏡上的白斑來判別，就可以解決在野外觀察上所遇到的問題，因為該白斑在低飛時仍然很明顯，不過由於次級飛羽翼下無此白色橫紋，故無法藉此特徵判斷高飛個體的性別。Phillips(1986)曾提及雌鴨的白斑位於第一根有翼鏡的次級飛羽，但據我們在武陵地區所觀察到的資料，顯示白色橫紋不只出現在第1根有翼鏡的次級飛羽上，有時甚至在第2根、第3根有翼鏡的飛羽上亦可見到，以次級飛羽來算，大約在第9-11根的位置，特別是在成年雌鴨。

在7、8月捕捉到的已經會飛的亞成年鴨各部位測量值中，以跗蹠長的發育最快，即最早接近成鴨的水準。Bellrose and Holm (1994)也指出，美洲鴨的跗蹠長的發育較喙長快。幼鳥的腳之發育速度和適者生存的關聯，可由同需70天左右才能離巢的兩種成長過程相異的鳥類看出端倪；其中在地面築巢的鵪鶉(Gruidae)之雛鳥係早熟類，其腳的發育速度就比樹上築巢的鶺鴒(Cicoinidae)之雛鳥快(Heinroth, in Welty, 1982)。這說明了鴨這種早熟鳥類的幼鳥，在具備飛行力之前跟隨母鴨覓食並藉水遁或草遁躲避天敵的生存本領中，強健的鴨腳所扮演的角色極為關鍵。以胸羽羽色來判斷年齡僅適用到約9月，10月以後就不太明顯，至於新的判別標準，因亞成鴨多離開繁殖地，重覆捕捉樣本不足，仍待未來之比對。Bruggers (1974)曾嘗試用第7-9根初級飛羽長度與第5-11根次級飛羽末端白緣的形成與否來判別秋季的年齡，但卻發現成鴨與亞成鴨間仍有部份重疊。

五、結 論

本研究發現懸門陷阱捕捉鴨的效果較國外使用的漏斗門陷阱還好，但若一次捕捉大量族群，可能要改變誘餌的佈置方式或在一地多設幾個陷阱。藉由捕捉與繫放確認，僅以喙色來判定非繁殖羽鴨的性別會有誤判情形，而且不適用遠距離或飛行個體的辨識。這對非繁殖羽季調查鴨的族群結構變化有所助益，特別是這個時期是研究地區鴨族群最多的時候。

六、誌 謝

本研究承蒙雪霸國家公園管理處提供經費，並提供食宿上的便利。感謝武陵遊客中心邱滄明主任、黃明通與方有志與武陵警察小隊給予研究人員生活上的照料。野外調查工作另借重研究助理姜博仁、李靜峰、王翬翬、陳惠玲、劉彥廷、蔡金助等人的鼎力相助。

柒、引用文獻

- 王嘉雄、吳森雄、黃光瀛、楊秀英、蔡仲晃、蔡牧起、蕭慶亮，1991。台灣野鳥圖鑑。亞舍圖書有限公司，共274頁。
- 王穎、孫元勳，1991。翠峰湖自然保護區動物相調查研究，臺灣省農林廳林務局保育研究系列80-06號，共50頁。
- 沙謙中，1998。臺灣濕地鳥的辨識，臺北市野鳥學會，臺北市，共357頁。
- 鄭作新，1993。中國經濟動物誌：鳥類(第二版)，科學出版社，共619頁。
- 顏重威、趙正階、鄭光美、許維樞、譚耀匡，1996。中國野鳥圖鑑，翠鳥文化事業有限公司，臺北市，共521頁。
- 孫元勳、王穎、王侯凱，1997。台灣翠峰湖及青山壩鴨生態之初探，中華林學季刊，30: 401-411。
- 孫元勳，1999。七家灣溪鴨族群、生態調查(1)，內政部營建署雪霸國家公園管理處，共36頁。
- Arthur, G. C. and D. D. Kennedy. 1972. A permanent site waterfowl trap. *J. Wildl. Manage.* 36: 1257-1260.
- Bancroft, G. T. and G. E. Woolfenden. 1982. The molt of scrub jays and blue jays in Florida. *Ornithol. Monogr.* No.29, 40 pp.
- Bellrose, F. C. and D. J. Holm. 1994. *Ecology and management of the wood duck*. Stackpole Books, Mechanicsburg, Pennsylvania, 588pp.
- Biebach, H. 1983. Genetic determination of partial migration in the European robin (*Erithacus rubecula*). *Auk* 100: 601-606.
- Bruggers, R. L. 1974. *Nesting biology, social patterns and display of the Mandarin duck*. Ph.D. dissertation, Bowling Green State University. 188pp.
- Carboneras, C. 1992. Order Anseriformes. Pages 528-628. In Elliot del Hoyo, A. and J. Sargatal (eds.) *Handbook of the birds of the world*. Vol.1, pp.. Lynx Edicions, Barcelona, 696 pp.
- Cole, Z. S. 1967. *Birds of the Soviet Union*. Vol. 4. Israel program for scientific translations. Jerusalem, 683 pp.
- Davis, A. K. 1988. The distribution and status of the Mandarin ducks (*Aix galericulata*) in Britain. *Bird Study* 35: 203-208.
- Delacour, J. 1959. *Waterfowl of the world*. Vol. 4. Limited London, 364 pp.
- Edwards, M. G. 1961. New use of funnel trap for ruffed grouse broods. *J. Wildl. Manage.* 25: 89-90.
- Johnsgard, P. A. 1978. *Ducks, geese and swans of the world*. Nebraska Univ. Press, Lincoln, Nebraska, 404 pp.
- Madge, S. and H. Burn. 1988. *Waterfowl*. Houghton Mifflin Company, Boston, 298 pp.
- Phillips, J. C. 1986. *A natural history of the duck*. Anatida. Dover Publications, Inc. New York, 383 pp.
- Welty, J. C. 1982. *The life of birds*. Saunders College Publishing, New York, 754 pp.

Trapping Techniques and Determination of Age and Sex in the Mandarin Duck of the Tachia Stream

Yuan-Hsun Sun^(1,3), Yu-Zen Lin⁽¹⁾, Yuan-Zen Hwang⁽¹⁾, Yaun-Yun Lee⁽²⁾

(Manuscript received 12 April 2001; accepted 21 May 2001)

ABSTRACT: The study was conducted along the Tachia Stream and its upper tributaries, Chichiawan and Jiozen Streams, at the Shei-pa National Park from January to December 1999. We trapped the Mandarin ducks (*Aix galericulata* Linnaeus) to compare the capture rates of two kinds of traps. The body measurements of the captured birds were made to determine their differences in age and sex during the period of eclipse plumage. We also documented duckling growth and molting behavior. Our results showed that door-suspended trap captured more ducks than did funnel entrance trap. Trap in green seemed to have slightly higher capture rate than did that without treatment. Capture rate was not correlated with sex and captured experience. Before and during breeding season (January-July), recapture rate of drakes (45.4%) was higher than ducks (0%), however recapture rate of ducks (72.7%) increased dramatically after breeding season (July-October). In July-August when drakes in eclipse plumage look very much like ducks. It is more precise using the white patches found only on the female's speculum than bill color in terms of sexing. The more streaked underpart of yearling can be used to tell them apart from adult during July and September. The duckling tarsus appeared to reach adult size earlier than the rest of body parts measured.

KEYWORDS: Mandarin ducks, *Aix galericulata*, Trapping, Age, Sex, Molting.

高山溪防砂壩改善工程對河床及魚類棲地型態變化影響之研究

葉昭憲^(1,4)、連惠邦⁽²⁾、段錦浩⁽³⁾

(收稿日期：2001年3月8日；接受日期：2001年6月4日)

摘要

為改善防砂壩設置於七家灣溪與高山溪河道所造成櫻花鉤吻鮭的族群隔離以及近親交配等現象，相關研究已完成防砂壩進行改善之室內水工模型試驗，而雪霸國家公園管理處亦完成高山溪三、四號防砂壩之改善工程。為瞭解防砂壩改善工程之功效，本研究針對防砂壩改善前後河床狀況進行追蹤觀測調查。根據調查結果，本研究發現四號壩上游滯洪坑已完整出現，因受左岸陡壁及壩體之影響而向右岸擴大但未加深；梯形沖刷槽因第17至19月的颱風暴雨而使其深度與寬度增加近一倍；原先四號壩下游河道中間之深潭，在開口完成後9個月消失，隨後的九個月又因進入雨季而增強之流量而恢復；原四號壩的22.84%淤砂在完工後的9個月內被運往下游，但因河床護甲作用而僅約12.86%淤砂於隨後的9個月被運移；河道坡度則由改善前之3.86%變陡至完工9個月之6.73%，隨後九個月坡度略有變動但皆在6.6%至6.94%之間。針對四號壩上游沖刷槽所出現之巨石階梯，本研究套用Abrahams & Atkinson (1995)的巨石階梯穩定狀態公式而發現這些階梯狀河床目前屬於穩定狀態。在棲地型態變化調查方面，由於八十九年九月之雨量充沛，改善後之砂石運移以及工程機械的人為破壞等因素之影響，促使改善後之溪流深度、流域面積、深潭和深流面積皆比改善前略為減少；此外，三號壩改善後，壩體上游形成50公尺長之深槽，而使原有之深潭消失。然而，由四號壩改善後一年所形成的壩前深潭和壩後的流速減緩，可知改善工程對於鮭魚棲地之正面助益。

關鍵詞：櫻花鉤吻鮭、河床棲地改善、防砂壩改善、現場觀測調查。

(1) Department of Wildlife Conservation, National Pingtung University of Science and Technology, 1, Sheu-Fu Raod, Neipu, Pingtung 921, Taiwan.

(2) 4, Lane 480, Po-Ai Road, Tsao-Tuen, Nantou, Taiwan.

(3) Corresponding author.

(1) 私立逢甲大學土地管理系，台中市西屯區文華路100號。

(2) 私立逢甲大學水利工程系，台中市西屯區文華路100號。

(3) 國立中興大學水土保持系，台中市南區國光路250號。

(4) 通信聯絡員。