

武陵地區黃魚鴉生態調查暨影像紀實
成果報告

受委託者：國立屏東科技大學

研究主持人：孫元勳

研究助理：汪辰寧、洪孝宇、曾建偉

雪霸國家公園管理處委託辦理報告

中華民國一〇三年六月

目錄

表目錄.....	III
圖目錄.....	IV
中文摘要.....	VIII
Abstract.....	XI
第一章 前言.....	1
第一節 研究緣起.....	1
第二節 前人研究.....	3
第二章 研究地區與方法.....	5
第一節 研究地區.....	5
第二節 研究方法.....	6
一、黃魚鴉繫放.....	6
二、無線電定位.....	6
三、巢位搜尋.....	7
四、紅外線監視錄影器架設.....	8
五、繁殖行為和育雛食性分析.....	8
第三章 研究結果.....	11
第一節 繫放結果與個體追蹤概況.....	11
第二節 活動範圍與領域行為.....	11
一、活動範圍和日棲地點.....	11
二、整夜活動模式.....	13
三、對鮭魚復育中心的造訪頻率.....	13
第三節 繁殖行為.....	14
一、繁殖巢樹.....	14
二、孵蛋.....	15
三、幼鳥成長.....	15
四、育雛行為.....	16
五、鳴叫與護巢行為.....	16
第四節 育雛食性與行為.....	17
一、各類群獵物概況.....	17
二、親鳥餵食生物量估算.....	19
三、不同巢位的食性組成比較.....	19
四、親鳥攜回不同獵物類群的時間差異.....	20
五、親鳥攜回次數與夜間時段、育雛期間之變化.....	21
第五節 幼鳥播遷.....	22
第六節 死亡個體解剖與檢驗.....	23

一、有勝溪雄鳥 M117	23
二、有勝溪雌鳥 F168	24
第四章 討論.....	25
第一節 黃魚鴉雄雌鳥形質差異.....	25
第二節 活動範圍與領域行為.....	25
一、活動範圍與日棲地點.....	25
二、夜間活動模式.....	26
三、對鮭魚復育中心的造訪頻率.....	27
第三節 繁殖與領域行為.....	27
一、繁殖配對.....	27
二、繁殖時間和週期.....	28
三、巢位使用.....	28
第四節 育雛食性與行為.....	30
一、東西部食性差異.....	30
二、氣候對獵食的影響.....	31
三、育雛行為.....	32
四、親鳥餵食生物量估算.....	32
第五節 幼鳥播遷.....	33
第六節 黃魚鴉死因與檢驗.....	34
一、M117: 疑似爭奪領域致死的案例.....	34
二、F168 死因探討	36
三、F168 體內的農藥殘留	36
第五章 結論與建議.....	39
參考書目.....	41
附錄 1、黃魚鴉 F168 解剖報告	78
附錄 2、黃魚鴉 F168 屍體殘留農藥和重金屬檢驗報告	79
附錄 3、黃魚鴉血液生化分析.....	80
附錄 4、巢箱參考資訊.....	81
附錄 5、審查意見回覆.....	82

表目錄

表 1、黃魚鴉繫放個體的追蹤概況。.....	48
表 2、黃魚鴉繫放個體形質資料。.....	49
表 3、武陵地區黃魚鴉繁殖概況。.....	50
表 4、2010 至 2013 年的巢位概況。.....	50
表 5、三巢黃魚鴉育雛食性總表。.....	51

圖目錄

圖 1、研究樣區圖。	52
圖 2、研究過程甘特圖。	53
圖 3、本研究在武陵地區兩對黃魚鴉的領域範圍。	54
圖 4、2009 年 9 月 F168 的活動範圍從七家灣溪移動到有勝溪。	55
圖 5、有勝溪配對 F168 和 M117 活動範圍。	56
圖 6、七家灣溪配對 F137、M138 活動範圍。	57
圖 7、在有繁殖年分，黃魚鴉雌鳥在繁殖季(2-6 月)和非繁殖季(7-1 月)的活動範圍差異。	58
圖 8、在未繁殖的年份，黃魚鴉雌鳥在繁殖季(2-6 月)和非繁殖季(7-1 月)的活動範圍並無太大差異。	59
圖 9、游離個體 F135 活動範圍。	60
圖 10、黃魚鴉日棲點分布圖。	61
圖 11、配對黃魚鴉雌雄個體的日棲點距離。	62
圖 12、有勝溪雌鳥 F168 的活動模式圖。	62
圖 13、七家灣溪雌鳥 F137 的活動模式圖。	63
圖 14、游離雌鳥「136」的活動模式圖。	63
圖 15、2012 年有勝溪幼鳥「135」的夜間活動模式。	64
圖 16、黃魚鴉幼鳥體重與日齡關係圖。	64
圖 17、黃魚鴉親鳥育雛期間在巢中停留時間的日變化。	65
圖 18、2010 年黃魚鴉親鳥育雛期間每日平均餵食的生物量變化。	65
圖 19、2013 年黃魚鴉親鳥育雛期間每日平均餵食的生物量變化。	66
圖 20、三個黃魚鴉巢在育雛後期(40-60 日齡)捕捉臺灣鏟頰魚體長(mm)之比較。	66
圖 21、2010 年黃魚鴉親鳥餵雛食性之時段變化。	67
圖 22、2012 年黃魚鴉親鳥餵雛食性組成之時段變化。	67
圖 23、2013 年黃魚鴉親鳥餵雛食性組成之時段變化。	67
圖 24、2010 年黃魚鴉親鳥育雛期間餵雛食性組成的日變化(以 5 日為單位)。	68
圖 25、2010 年黃魚鴉雄鳥育雛期間餵雛食性組成的日變化(以 5 日為單位)。	68
圖 26、2010 年黃魚鴉雌鳥育雛期間餵雛食性組成的日變化(以 5 日為單位)。	68
圖 27、2012 年黃魚鴉親鳥育雛期間餵雛食性組成的日變化(以 5 日為單位)。	69
圖 28、2013 年黃魚鴉親鳥育雛期間餵雛食性組成的日變化(以 5 日為單位)。	69
圖 29、2013 年黃魚鴉雄鳥育雛期間餵雛食性組成的日變化(以 5 日為單位)。	69
圖 30、2013 年黃魚鴉雌鳥育雛期間餵雛食性組成的日變化(以 5 日為單位)。	70
圖 31、2010 年黃魚鴉親鳥攜回食物的平均次數的時段變化。	70
圖 32、2012 年黃魚鴉親鳥攜回食物的平均次數的時段變化。	70
圖 33、2013 年黃魚鴉親鳥攜回食物的平均次數的時段變化。	71

圖 34、2010 年黃魚鸚親鳥育雛期間攜回食物次數的變化。	71
圖 35、2013 年黃魚鸚親鳥育雛期間攜回食物次數的變化。	71
圖 36、2010 有勝溪配對 F168 和 M117 育雛期間的活動範圍。	72
圖 37、2010 年有勝溪黃魚鸚幼鳥 M199 在 2013 年 5 月的目擊地點。	73
圖 38、2012 年 6 月-2014 年 3 月有勝溪巢離巢幼鳥 136 的活動地點。	74
圖 39、2013 年 6 月-2014 年 3 月七家灣溪巢離巢幼鳥 139 的活動地點。	75
圖 40、武陵氣象站 2010、2012 和 2013 年 3-5 月氣溫和雨量紀錄。	76
圖 41、七家灣溪 1967-2012 年每日平均流量紀錄(m ³ /s)。	77

中文摘要

黃魚鴉(*Ketupa flavipes*)是臺灣珍貴稀有、也是體型最大的貓頭鷹。早期有關牠的生態習性皆來自低海拔溪流的研究，武陵地區接近其海拔分布上限，且高山農業開墾嚴重，其生態習性和是否受到威脅值得探究。本研究延續之前的先期研究(2009-2010年)，以三年半的時間(2011年1月-2014年6月)捕捉、繫放及無線電追蹤，以了解黃魚鴉的領域、活動範圍(游離者)、活動模式、日宿棲地利用、繁殖與幼鳥播遷，同時提供影片拍攝及解說專書之素材，以利園區的經營管理和保育推廣工作。

研究期間共繫放7隻成鳥和4隻離巢幼鳥，追蹤兩對黃魚鴉的活動範圍(各約7.5 km)，其中F168活動範圍在有勝溪中下游，在2010年(配偶M117)、2012和2013年(配偶皆為M141)各繁殖一次；F137活動範圍在七家灣溪中下游，2011和2012年並未繁殖，2013年換配偶後才進行繁殖。失去配偶的兩隻雌鳥幾乎都立即與新配偶配對，暗示當地可能領域競爭強烈。4次繁殖共使用3棵巢樹，皆為胸徑在1.2 m以上的活樹或枯立木，顯示老樹對其繁殖的重要性。

黃魚鴉每次產出1-2隻幼鳥，育雛期約56-60天，育雛期間雄雌鳥分工明顯，雌鳥負責孵蛋和孵雛，期間皆由雄鳥提供食物，約到幼鳥30日齡後才會參與覓食育幼，而此時雄鳥的餵食努力量便會逐漸降低。育雛期間雄雌鳥的活動範圍也有差異，2010年有勝溪雄鳥的獵食範圍較大，雌鳥多在巢附近獵食。幼鳥離巢時體重約1500 g(約親鳥的70%)。繁殖期間的黃魚鴉有7種不同聲音，其中長哨音是雌鳥的專屬叫聲，短哨音則是雛鳥的乞食聲。

在育雛期間利用監視錄影機記錄到3個巢共694筆餵食紀錄，涵蓋2種鳥類、3種魚類、4種兩棲類和至少4種小型哺乳類，其中以臺灣鏟頰魚(*Varicorhinus barbatulus*)和盤古蟾蜍(*Bufo bankorensis*)的比例最高(分別是42.2%和41.6%)，各巢之間略有差異。臺灣鏟頰魚貢獻的生物量約是盤古蟾蜍的兩倍，巢位離溪較遠者魚類比例較低但體型較大，又2010年有勝a巢獵食距離較遠的雄鳥捕魚的比

例也較高。餵食的高峰期是在剛入夜的3小時內和天亮前1小時，一隻幼鳥平均每天被餵食150 g(育雛初期)到290 g(育雛後期)的獵物。

2013年有勝溪雌鳥在第三次繁殖時棄巢，兩隻剛出生的幼雛凍死，數日後F168被發現死在溪床上，解剖結果為疑似營養不良，可能與當時大雨和低溫的惡劣天候有關。檢驗發現F168體內有5種已禁用的長效性農藥殘留，但濃度不高應無立即性的危害。

本研究追蹤4隻幼鳥的離巢播遷，2010年的兩隻幼鳥離巢後4個月發報器即脫落，另外兩隻幼鳥在離巢8-9個月時首度離開親鳥領域，但2012年離巢的幼鳥在兩年內仍數度進出其親鳥領域，尚未遠離。2013年5月有攝影者發現2010年的其中一隻幼鳥出現在44 km外的橫流溪，且疑似已配對繁殖，是黃魚鴉幼鳥成功播遷的第一筆紀錄。

本研究相關建議如下：

一、立即可行之建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：無

武陵地區原始林殘破有其歷史因素，當地黃魚鴉領域競爭強烈可能跟繁殖巢樹不足有關，建議短期可以提供人工巢箱以彌補天然巢樹之不足，並方便繁殖相關資料收集，必要時並可在巢箱上裝置攝影機進行即時轉播繁殖概況。

二、長期性建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：農委會林務局保育組、台中市政府、退除役官兵輔導委員會武陵農場、南投林區管理處

七家灣溪近年來農地廢耕造林成效顯著，但有勝溪農業活動依舊發達，為保護黃魚鴉的棲地，建議逐步將有勝溪納入雪霸國家公園範圍。

【關鍵字】：黃魚鴉、活動範圍、繁殖、食性、幼鳥播遷

Abstract

Tawny Fish-Owl (*Ketupa flavipes*), enlisted as the rare and valuable species, is the largest owl in Taiwan. Previous works on its ecological habits were mainly made at low-elevation stream. In this study, we planned to determine whether food habit and breeding is different in the mid-elevation Wulin of SheiPa National Park, close to the bird's altitudinal upper range. We continued the previous study (2009-2011) with the similar methods like trapping, banding, and radio-tracking in examining the territory, home range (floaters), activity pattern, roosting habitat use, and breeding. Meanwhile, we provided related information and materials for filming and interpretation book for the park's conservation and outreach.

In total seven adults and four fledglings were banded and radio-tracked during the study period. The linear territory sizes of two breeding pairs were some 7.5 km in length at Yosheng and Chichiawan Stream, respectively. The Yosheng female (F168) bred in 2010 with M117, and in 2012 and 2013 with another male (M141) after the M117 were killed by an unknown raptor. The Chichiawan female (F137) did not breed in 2011 and 2012 but she started to breed after re-mating due to her missing mate. The two females re-mated within two months. Four breeding were attempted at three nests of one broken top tree and two snags with dbh >1.2 m, which shows that old trees are crucial to their breeding at the area.

The owl had 1-2 nestlings and fledges after 56-60 day. The female took part in incubation and brooding by her own, while the male provide her and nestlings food. After day 30 the female would hunt and share the feeding with male whose feeding loading were decreasing by then. At Yosheng Stream, the male gathered food farther from the nest than the female. Seven calls were recorded during the breeding season

and only can female utters the long-whistle call, while short-whistle is begging call of the owlet.

A total of 694 prey items including two species of birds, three species of fishes, four species of amphibians, and at least four species of small mammals were recorded. The diet was consist largely of *Varicorhinus barbatulus* (42.2%) and *Bufo bankorensis* (41.6%), but varied slightly with different nests. However, the total mass of the fish contributed was twice of that of the toad. The proportion of fishes in the owlet diet tended to be smaller but with bigger fish at the nest which was farer from the stream. And the male of the Yosheng nest in 2012 caught more fish than his mate. Feeding rate reached its peak in three hours after dark and one hour before dawn. Parent birds fed their young with a mean of 150 g /day in early nestling period and 290 g in late period.

The Yosheng female abandoned the nest at her 3rd breeding attempt in 2013, leaving two owlets perished, and the female was found dead with malnutrition couples of days later. The bad weather was blamed for this tragedy. Necropsy analysis also found five banded, long-lasting pesticides in the female.

We lost the tracking of two fledged young owls in 2010 because their transmitters dropped off. Luckily the younger one was found breeding at his 4th year by a photographer 44 km away downstream. Another two young did not leave their parents' territories until 8-9 months after fledging but they occasionally returned in early spring in the 2nd year and one even in next 3rd year.

At wulin forest is largely fragmented by deforestation and agricaultre, and therefore we suggest that nest boxes can be installed to provide enough nest sites for the owl in the study area in no time. Not only will this measure aid researcher to collect breeding data of the owl easier, but it provides a chance for a real-time broadcast for the general public via monitor camera system. As for the long-term

suggestion, the inclusion of Yousheng Stream in the Sheipa National Park is crucial for protection of Tawny Fish owl ecosystem.

【Key words】 : Breeding, Diet, Natal dispersal, Home range, Tawny Fish-Owl

第一章 前言

第一節 研究緣起

猛禽屬於食物鏈中的頂端掠食者，涵蓋鳥類分類系統中的隼形目和鴉形目，對於棲地改變、人為干擾和環境汙染十分敏感，必須仰賴健全的生態體系才能夠生存，是自然界中重要的指標物種(Newton 1979; Duncan 2003)。臺灣俗稱貓頭鷹的鴉形目猛禽有13種(劉小如等 2010)，黃魚鴉(*Ketupa flavipes*)是其中體型最大，也是臺灣唯一棲息在溪流環境的猛禽，具有十分特殊的生態地位(劉小如 1987; Worfolk 1999)。過去針對黃魚鴉的研究，在食性、棲地利用和繁殖等方面都有初步的成果(Sun et al. 1997; 2000; Wu et al. 2006)，惟樣本數較少，且研究地點侷限於臺灣北部和東部的低海拔地區。

研究猛禽的棲地需求是進行棲地保育和經營管理的必要資訊，尤其是在人類活動和猛禽生存之間有衝突的地區(Manly et al. 2002; Ontiveros and Pleguezuelos 2003)。本研究樣區在臺灣中部海拔1700-2000 m的武陵地區，此地區高山農業發達，而農業開墾會改變原有的自然環境，造成棲地喪失和破碎化，壓縮野生動物的生存空間與資源(Rathke and Bröring 2005)，伴隨農業而來的農藥和肥料更會造成環境毒害，有毒物質經過生物累積效應形成頂端消費者的健康風險(Newton 1979; Henny and Elliott 2007)。

健全的濱岸植群(riparian vegetation)具有減少污染物質進入地下或地表水、保護堤岸、提供溪流營養源、增加生物棲地、維持溪流生態等功能，對淡水生態系的影響甚鉅(Gregory et al. 1991)。劉小如(1987)指出臺灣河岸棲地的開發已威脅到黃魚鴉的生存，尤其黃魚鴉需要濱岸的原始林提供日間停棲點和繁殖巢位(Sun et al. 1997; 2000)，加上對人為干擾十分敏感(劉小如等 2010)，黃魚鴉在高山農業區的生態和受到的影響值得探究。

武陵的七家灣溪是瀕臨絕種的陸封型鮭魚臺灣櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus formosanus*)最後的生育地(林曜松等 1988; 曾晴賢 1997; 汪靜明 2000)，在雪霸

國家公園以及相關單位的多年努力之下，積極展開研究和復育工作，藉由臺灣櫻花鉤吻鮭的高知名度，扮演著所謂傘護種(Umbrella species)的角色(Hunter 1996)，不僅成功促使七家灣溪沿岸的廢耕造林，以鮭魚保育為核心的溪流生態系整合研究也獲得相當豐碩的成果，是國內首見對溪流生態系的完整研究(林幸助 2011)。

過去的調查發現此處有穩定的黃魚鴉族群，是黃魚鴉海拔分布的上限(洪孝宇 2007)，本地區溪流中臺灣櫻花鉤吻鮭和臺灣鏟頰魚(*Varicorhinus barbatulus*，俗稱苦花)等魚類的資源豐富(曾晴賢和陳彥谷 2012)，可預期黃魚鴉食性與低海拔地區有所不同，而黃魚鴉對於瀕臨絕種的臺灣櫻花鉤吻鮭獵食程度如何，也是進行鮭魚保育的重要參考資訊。

巢位的多寡經常是猛禽族群的限制因子之一(Newton 1979)，尤其鴟鵂科(Strigidae)的猛禽大多不會自行築巢，只能利用自然界中現成的構造物例如岩壁和樹洞來繁殖，巢位的使用和選擇就成為生活史研究和物種保育的重要依據(Ripple et al. 1997)。過去唯一一筆黃魚鴉的繁殖紀錄是在太魯閣的砂卡礑溪，利用低海拔森林常見的崖薑蕨(*Aglaomorpha coronans*)為巢(Sun 1997)，中海拔的武陵地區並沒有這種大型的附生蕨類，此處的黃魚鴉利用何種環境繁殖急需了解。

子代播遷(juvenile dispersal)是一個重要的生態和演化過程，牽涉到物種的空間分布、基因流動和族群存續(Gadgil 1971; Wiens 2001)，播遷的路徑和距離也是物種保育的重要環節(Clobert et al. 2001; Bullock et al. 2002)，黃魚鴉屬於有固定領域的猛禽(Sun et al. 2000)，但幼鳥離巢後的播遷行為尚無人研究，因此為本研究的重點項目之一。

有鑑於此，本研究計畫以三年時間深入探討其在武陵地區的族群動態和生態習性，以無線電繫放追蹤黃魚鴉個體，以瞭解其活動模式、領域範圍、日棲行為等資訊，追蹤黃魚鴉繁殖巢位，記錄黃魚鴉繁殖生物學、雛鳥食性以及其播遷模式等，以瞭解黃魚鴉在武陵的生存狀況和保育需求。

第二節 前人研究

根據世界鳥類名錄Clements 6.5版，全世界共有7種魚鴉，分別是亞洲魚鴉屬(*Ketupa*)4種和非洲魚鴉屬(*Scotopelia*)3種(Clements et al. 2010)，但有些學者根據不同的分類法認為亞洲魚鴉屬應部分或全部改為鵞鴉屬(*Bubo*)(König et al. 1999; Worfolk 1999)。Fogden(1973)指出，魚鴉為了適應其水域棲地的特性，在身體構造上和其他貓頭鷹有幾個不同的地方，包括腳掌上粗糙的棘狀肉墊、缺乏貓頭鷹特有的臉面部盤構造、飛羽上缺乏絨毛和腳掌上無覆羽。黃魚鴉是臺灣唯一的一種魚鴉，體長可達60 cm，在全世界的分布範圍從喜馬拉雅山脈延伸到中南半島北部、中國大陸南部以及臺灣，無亞種分化(Worfolk 1999)。

黃魚鴉是臺灣鴉形目留鳥中最晚被發現的一種，第一筆正式文獻紀錄是1916年由黑田長禮所發表，標本採集於當時的南投廳埔里社，文中便表示這是臺灣極稀有的種類(黑田長禮，1916)，Worfolk(1999)描述黃魚鴉非常少有觀察紀錄且可能在整個分布地區內都非常稀有，Voous(1988)也認為黃魚鴉的生態習性是亞洲魚鴉屬中最不為人知的一種。黃魚鴉因體型龐大且威武，早年常被捕捉製成標本，在1970年代經常可見觀光名產店有標本待售，野生動物保育法實施後才逐漸改善(劉小如等 2010)，近年來主要的威脅來自於溪流棲地的破壞，另外本種經常至山區的養鱒場獵食，不慎溺斃或遭養鱒場主人捕殺的事件也時有所聞(劉小如 1987; Sun et al. 2004)。目前黃魚鴉依野生動物保育法被歸類為保育等級第二級的「珍貴稀有」野生動物。

臺灣自 90 年代中葉開始有研究者對黃魚鴉展開調查。黃魚鴉分布在本島海拔 48-2407 公尺，西部海拔分布中位數高於東部 536 公尺，以領域長度 6.2 公里加上領域內須有 44.6% 以上的天然林兩個條件，在每個領域均有配對個體使用的前提下，全島族群估計有 464 對(洪孝宇 2007)。

南勢溪兩對黃魚鴉的活動範圍沿溪流帶狀分布，長度各為 5.7 和 6.7 公里，日棲地選擇在原始林，夏季多睡在半山腰，冬天睡在海拔較低的溪谷(Sun et al.

2000)。平均每日移動距離是 162.1 ± 203.0 m (Sun et al. 1997)。

活動模式方面，Sun and Wang (1997) 表示，黃魚鴉在入夜前後一小時最活躍，其次是天亮前，白天活動量占全天 45%，白天有移位的活動量占全天 28%；活動量以冬天最高，夏天最低。黃魚鴉在日落前 105 分鐘及日落後 35 分鐘之間離開日宿地，在日出前 83 分鐘及日出後 55 分鐘回到日棲地。

食性部分，透過食糞分析，發現花蓮縣沙卡礑溪的黃魚鴉最常獵捕的動物是小型澤蟹(*Candidoptamon* spp.)，其次不同年是臺灣毛蟹(*Eriocheir formosa*)或盤古蟾蜍(*Bufo bankorensis*)，生物量則以臺灣毛蟹(*Eriocheir formosa*)或盤古蟾蜍(*Bufo bankorensis*)占的比重最大，9-12 月圈養黃魚鴉一日平均食用 186.9 克的魚和雞脖子(占體重 8.5%)，和野外食糞估算獲得的結果相近(171.9 g) (Wu et al. 2006)。

調查黃魚鴉在山區養鱒場的獵食行為，發現黃魚鴉較常在冬季或洪水過後至養鱒場捕魚，200-400 g 重的魚較受青睞，一年約造成養鱒場兩萬元的損失，常因此遭到捕殺(Sun et al. 2004)。

七家灣溪黃魚鴉食糞不易收集，2002-2005 年收集的十餘顆食糞有 19 隻獵物，初步分析顯示，黃魚鴉捕捉的獵物以盤古蟾蜍數量最多(73.7%)，其他較少見的有梭德氏赤蛙(*Rana sauteri*)(10.5%)、臺灣櫻花鉤吻鮭(10.5%)、魚和鼠類(5.2%) (孫元勳 2005)。

第二章 研究地區與方法

第一節 研究地區

本研究樣區位於雪霸國家公園境內大甲溪上游七家灣溪、高山溪和有勝溪(圖1)。本區年均溫為16.1°C，月均溫以7月最高(21.6°C)，1月最低(9.2°C)，降雨量可達2,200 mm，雨量集中在7-9月，10-1月雨量較少。調查範圍包括七家灣溪迎賓橋至上游約七公里處的桃山西溪六號壩、支流高山溪匯流口至上游1.5公里處的四號壩，以及有勝溪至上游思源啞口。

蔡尚惠和郭礎嘉(2008)調查七家灣溪的濱岸植群，10個樣區有半數是臺灣二葉松型，4個栓皮櫟-化香樹(*Quercus variabilis* - *Platycarya strobilacea*)型和1個蓮草-臺灣紫珠(*Tetrapanax papyriferus* - *Callicarpa formosana Rolfa*)型，臺灣二葉松型中也常混生栓皮櫟和臺灣赤楊(*Alnus formosana*)。武陵農場近年來積極配合農地廢耕造林政策，果菜園面積已由過去約174 ha減少為9 ha(蔡尚惠和郭礎嘉 2008)，但有勝溪沿岸仍有大規模農業活動，土地平緩處以種植高麗菜為主，一年兩穫，收穫期是7月和10月，果園則多在山坡地，以蘋果、水蜜桃和水梨為大宗，結果期為7月(林志融 2004)。有勝溪因中下游因兩岸充斥著農田，水中導電度與營養鹽濃度較高(江宛樺 2011)。

研究地區內有4種魚類，臺灣櫻花鉤吻鮭近三年的族群量介於3149-5321尾之間，是過去20年來數量最多的時期，分布於七家灣溪和高山溪，其中有9成是在七家灣溪1號攔沙壩上游溪段，臺灣鏟頷魚主要分布於七家灣溪1號壩以下溪段和有勝溪以及大甲溪，七家灣溪迎賓橋到1號壩的數量約在1000-2000尾左右，臺灣纓口鰍(*Crossostoma lacustre*)和明潭吻蝦虎(*Rhinogobius candidianus*)由於體型小(<10 cm)且屬於底棲性魚類，浮潛調查法並不容易發現，七家灣溪歷年來調查的數量皆為個位數(曾晴賢和陳彥谷 2012)。七家灣溪的兩生類主要有3種，梭德氏赤蛙(*Pseudoamolops sauteri*)體長約5cm，數量最多，成蛙出現高峰在5月和

10月份；盤古蟾蜍(*Bufo bankorensis*)體長6-11 cm，數量其次，成蛙出現高峰在5月；斯文豪氏赤蛙(*Rana swinhoana*)體長約10 cm，數量最少(吳聲海等 2007)。

第二節 研究方法

一、黃魚鴉繫放

研究自 2009 年 3 月開始每個月對研究樣區內的溪段進行沿溪調查，搜尋溪床以及溪床森林邊緣黃魚鴉的腳印、排遺、食繭、食物殘骸、脫落羽毛等活動痕跡來確認其活動熱區。找到蹤跡後在旁設置腳套陷阱並連接一顆無線電發報器，陷阱啟動便會通知研究人員到場處理，研究人員會先以大浴巾覆蓋黃魚鴉全身，降低其緊迫程度，並迅速將鳥自陷阱中解下，以彈性繃帶纏繞雙腳將之保定後放入長 40 cm、寬 30 cm 的鳥袋中帶回雪霸武陵管理站處理。

捕捉到的黃魚鴉個體會量測其重量、全長、翼長、翼展、尾長、全頭長、嘴喙長、嘴喙高、嘴喙寬、跗趾長、換羽狀況等形質，另外約採集 1 c.c.的血液樣本作為性別鑑定，並繫上有編號的鋁環作為個體辨識。隨後會將重量約 50 g (占黃魚鴉體重約 2.3%)的 VHF 無線電發報器(A5310, Avian Transmitter Series)背負於黃魚鴉背部(Kenward 2001)，背負所使用的鐵氟龍繩會在 1-3 年內自然斷裂脫落。繫放完的黃魚鴉隨即送回原捕捉地釋放。

二、無線電定位

研究初期針對標誌發報器的黃魚鴉個體，每個月進行至少 3 天的日棲點以及夜間活動定位資料。定位方式以三角定位法進行，有效定位夾角限制在 45°及 135°之間(Springer, 1979)。日棲點的定位時間在上午 8 點至下午 16 點，夜間活動無線電定位時間始於每日晚上 7 點至隔日早上 5 點，每隔兩個小時定位一次。由於孫元勳(2000)指出，黃魚鴉在夜間主要沿著溪床邊緣 150 m 內的長條型區域活動，

極少出現整晚都在山腰處的現象。因此夜間活動的定位方式採沿溪流旁公路搜尋訊號最強的方位角，再以此方位角與最近溪流的交會點為黃魚鴉的活動點位。總計每月每隻個體可以收集 3 日共計 3 個日棲點以及 18 個夜間活動點。再將黃魚鴉親鳥夜間活動定位點座標在 ArcGIS 軟體上與「第三次臺灣森林資源與土地利用調查」圖層套疊做為未來巢位搜尋、繁殖領域範圍，以及棲地利用的判斷依據。繁殖領域則是以有繁殖親鳥的活動溪流長度表示之。

夜間活動模式方面，記錄方法為全時段記錄，從當日下午 6 點到隔日早上 6 點。資料收集方式是將無線電接收器固定在黃魚鴉活動的溪段制高點，以錄音筆錄下無線電訊號強弱變化，再由電腦判讀分析。每小時的活動量係以 1 分鐘為一取樣單位，若該 1 分鐘單位內出現訊號強弱變化，則視為活動，接著再計算一個小時內有幾個活動單位(A，介於 0-60)，再換算成百分比(= $A / 60 \times 100\%$)，作為夜間每小時的活動量。再將各夜每小時活動量的百分比平均後，就成為各夜的平均時活動量。

三、巢位搜尋

Sun(1997)在砂卡礑溪的黃魚鴉繁殖紀錄提到，1994 年 4 月中旬探巢時發現已有一隻約 2-3 周大的黃魚鴉幼鳥。以此回推可能的孵化時間是在 3 月底。由於過往沒有黃魚鴉的孵蛋紀錄，我們無法得知黃魚鴉雌鳥開始孵蛋的日期。因此參考跟黃魚鴉體型相近，且同為魚鴉屬的毛腳魚鴉的孵蛋時間(Slaght and Surmach 2008)，推測出武陵地區的黃魚鴉可能於 2 月開始進入孵蛋期。

若進行無線電追蹤的黃魚鴉雌鳥其夜間活動定位點與日棲點在 2 月之後都沒有變動，研究者便依據無線電定位資料找尋黃魚鴉所在位置，來確認是否繁殖(也可能是死亡或發報器脫落導致訊號不移動)。搜尋時輔以黃魚鴉的活動痕跡找到可能的巢樹後，於附近尋找可能觀察到巢內的制高點，若確實發現雌鳥蹲巢孵蛋便盡快安靜離開。如果附近沒有可利用的制高點則在巢樹附近靜待至晚上 7

點。由於黃魚鴉雄鳥會在剛入夜的時段回到巢位附近與雌鳥對唱，屆時就可以確定雌鳥有無繁殖以及巢樹位置。巢區測量工作則在繁殖季結束後進行，包含辨識巢樹樹種、量測樹高、巢位離溪距離、巢面離地高、巢型等巢位特徵。

四、紅外線監視錄影器架設

本研究使用夜間紅外線監視系統對 2010 年至 2013 年三個巢位，進行全時段的巢位影像記錄。此系統以單機型錄影主機(CH2-2A)掛載另外兩台高解析度紅外線攝影機(CAR- B3116HC)，此主機最多可同時錄製兩組解析度為 720×480pix，每秒格數為 60 fps 的動態畫面。監視器的架設選在雌鳥孵蛋 2-3 周之後，若因天候不佳而無法在幼鳥孵化前完成，則在幼鳥 10 日齡之後視天候狀況進行架設。視巢樹狀況架設 1-2 組攝影機於巢位，一組以監測巢內狀況為主要目的，盡可能使攝影機清晰拍攝到親鳥攜回的獵物。另一組攝影機則拍攝親鳥入巢前習慣降落停棲的位置，以彌補第一組攝影機可能的死角以及遺漏。監視器架設完成後每周到現場檢查監視器的工作狀況、微調監視器鏡頭位置、更換硬碟等工作。並不定時量測幼鳥體重以計算幼鳥的體重成長曲線。

五、繁殖行為和育雛食性分析

因黃魚鴉為夜行性猛禽，故本研究中的每日行為記錄以及育雛期日數計算皆以當日正午 12 時至隔日正午 12 時為 1 日，而非一般研究常見的晚間 0 時至 24 時。因育雛期間雄鳥有時會在巢外將食物交給雌鳥帶回，為了釐清雄雌鳥帶回食物的差異，因此定義雌鳥在離巢 20 分鐘內攜回的獵物均算是由雄鳥在巢邊轉交給雌鳥帶回。此 20 分鐘的限定則是從雄鳥對於各類食物攜回的最短時間間隔來定立的，代表黃魚鴉捕獲並將獵物攜帶回巢中所需的最短時間。

繁殖行為觀察資料統計分析的項目包含以下：

1.黃魚鴉親鳥攜帶獵物回巢的類群差異。

以 SPSS 統計分析軟體中的無母數二項式檢定各巢位的魚類以及兩棲類獵物攜回數量的比例有無顯著差異。另以卡方性檢定(Chi-square test)來檢測不同巢位以及公母親鳥之間育雛的食物類群有無差異。顯著水準都定在 0.05。

2.親鳥攜回的獵物類群的時間差異

以 Excel 軟體統計各時段的獵物類群組成，夜間時段獵物攜回差異以百分比長條圖表示，育雛期間雄雌鳥的獵物攜回變化則以並列直條圖顯示。由於 2012 年的繁殖紀錄破碎不連續，因此不討論親鳥間育雛期間的變化趨勢。

3.黃魚鴉親鳥的巢中行為

以 Excel 軟體統計計算 2010 年以及 2013 年黃魚鴉親鳥在巢中的停留時間，並以曲線圖呈現整個育雛期的變化。計算的方式為每日下午 6 點至隔日清晨 6 點，共計 720 分鐘之中各親鳥在巢中所停留的累積分鐘數。此外也透過影像紀錄觀察黃魚鴉親鳥在不同時期的巢中行為變化。

4.親鳥攜獵物回次數與夜間時段、育雛期間之變化

同樣以 Excel 軟體統計各時段親鳥攜回獵物的次數，以折線圖表示各變化。2012 親鳥育雛期間變化同樣因為資料破碎而不列入討論。

5.黃魚鴉親鳥育雛期的活動模式差異

在 ArcGIS 軟體中，將夜間無線電定位資料標示在「第三次臺灣森林資源與土地利用調查」圖層上。並計算各活動點位的離巢距離。以了解黃魚鴉親鳥在繁殖時期有無活動範圍的差異。在三巢的繁殖紀錄中，僅在 2010 年有同時在兩親鳥身上安裝無線電發報器，因此僅針對 2010 年的定位資料來討論。

6.餵食生物量估算

由於武陵的黃魚鴉主要以臺灣鏟頰魚和盤古蟾蜍為食，本研究初步以這兩種

獵物的體重換算親鳥育雛的生物量，臺灣鏟頰魚的體重體長換算參考張士晃(1994)，盤古蟾蜍的體重體長換算參考郭淳棻(2009)，由於2012年的繁殖紀錄破碎不連續，無法計算育雛期間的親鳥餵食生物量變化。

第三章 研究結果

第一節 繫放結果與個體追蹤概況

本研究調查時間(2011年1月-2014年6月)，共繫放了6隻黃魚鴉個體，其中包含4隻成鳥、2隻離巢幼鳥，若將先期調查(2009年3月至2010年12月)所繫放的5隻個體(3隻成鳥、2隻離巢幼鳥)也納入的話，這6年期間共繫放11隻個體(7隻成鳥、4隻離巢幼鳥)，以捕捉地點來分，在有勝溪和七家灣溪各是3、4隻成鳥，幼鳥則是3、1隻。

無線電追蹤時間最長的是領域分別在有勝溪和七家灣溪的雌鳥F168和F137，各是3年8個月和3年6個月，有兩隻雄鳥M141和M138在繫放後半年內發報器就脫落，之後又再度重新捕捉(表1)，每隻個體追蹤期程和各年度繁殖調查期程見圖2。研究期間有3隻黃魚鴉確定死亡，死因在第七節分析。

確定性別的成鳥共有3隻雌鳥、3隻雄鳥，因樣本數過小，無法看出各項形質性別間是否存在顯著差異，惟目前繫放到體重較重的兩隻個體均是雌鳥(2420 ± 28.3 g, 2400-2440 g)，平均比3隻雄鳥(2238.3 ± 76.5 g, 2150-2285 g)高出約170 g。至於其他形質，除喙高和自然翼長外，其他在性別間並未出現明顯的雌鳥大於雄鳥的結果(表2)。

第二節 活動範圍與領域行為

一、活動範圍和日棲地點

本研究在武陵共發現兩個黃魚鴉領域，其一在有勝溪中下游，另一在七家灣溪下游(圖3)。有勝溪的領域自2010年到2013年經歷了兩隻雄鳥(M117、M141)，兩雄鳥在區內的活動範圍相近，整個活動範圍在追蹤過程中變化不大，維持在7.5公里左右。領域內的雌鳥F168最早於2009年8月於七家灣中游溪段捕捉，同年9月進入有勝溪，活動範圍涵蓋5.7 km(圖4)。兩親鳥的活動範圍並不完全重疊，各自有一部分獨立的區塊(圖5)。

另一領域在七家灣溪下游及大甲溪上游，雌鳥 F137 同樣經歷了兩代雄鳥 (M138、未知個體)。F137-M138 配對的活動範圍遍布整個七家灣溪流域、大甲溪上游、高山溪以及一小支流梨園坑溪，領域總長度約同樣接近 7.5km，不過 F137-M138 這一配對自 2011 年初開始活動範圍有往下游大甲溪移動的趨勢，到了 2011 秋天才又回到七家灣溪上游。從 2011 年到 2012 年的日活動紀錄來看，此一配對除了冬季前後會少量出沒在匯流口上游之外，主要活動集中在高山溪匯流口以下游(圖 6)，到了 2013 則都在七家灣溪-高山溪匯流口下游的溪段活動，活動範圍縮減到約 5 km。2013 年 2 月發現 F137 與另一未知個體配對，活動範圍沒有太大差異。

活動範圍在繁殖季和非繁殖季也有明顯的差別，以較完整追蹤的 F168 和 F137 為例，在有繁殖的年份，繁殖季(2-6 月)的活動範圍僅在巢區附近 2 km 之內(圖 7)，而沒有繁殖的年份，繁殖季和非繁殖季的活動範圍則無明顯的差別(圖 8)。

除配對個體之外，另有一隻游離個體 F135，從 2012 年 1 月捕捉後就往七家灣溪下游移動，同年 6 月進入伊卡灣溪，10 月又回到高山溪匯流口，全年活動範圍的長度約為 11.7 km。2013 年 F135 逐漸移動到大甲溪下游接近環山村的溪段，該年活動範圍的長度 5.5 km，與七家灣溪領域重合的溪段僅 1.5 km，不排除與其他個體建立配對的可能(圖 9)。

在日棲點的選擇，我們發現黃魚鴉的日棲點大多集中在原始林及其周邊(圖 10)。此外，黃魚鴉日棲點並不一定會在大樹的枝桠間，有兩次的目擊記錄發現黃魚鴉的日棲點在二葉松林底層距離地面 1-3m 高的小樹樹冠中，因此在森林外即使以望遠鏡搜尋也難以發現。

在雌雄個體夜間活動地的彼此相距距離上，僅在 2010 年有長時間同時掌握兩配對個體的無線電定位，M117 與 F168 的活動間距介於 11-5,912 m，平均 1318 ± 1115 m (n=139)，M141 與 F168 的活動間距則介於 8-4,318 m，平均 462 ± 780 m (N=143)，雖然 M141 與 F168 的平均間距明顯小於 M117 與 F168 的平均間距，但最遠也曾超過 4 km。七家灣溪領域的 F137 與 M138 的活動間距則介於 2-5,419

m, 平均 923 ± 1043 m (N=112)。雄雌鳥日棲點的距離則大多在 500 m 以內(圖 11)。

二、整夜活動模式

本研究針對黃魚鴉在2012年進行了共計30天的錄音紀錄，不過由於黃魚鴉的活動範圍大以及山谷曲折，僅有17天是較為連續完整的資料，其中F168有4天、F137有2天、F135有3天，幼鳥136則有4天。

F168的三天的活動模式調查時間位在繁殖初期、繁殖中期、繁殖後三期。在3月中旬的繁殖初期，雌鳥在巢內孵雛鮮少離開巢位，除了剛入夜跟雄鳥互動時有高於30%的活動量外，其他都在20%以下，不過日出前有一次高峰；而在繁殖中期雌鳥開始加入育雛行列，除日落前後有一高峰外，午夜也有另一高峰。繁殖季結束後的7月13日與9月26日的活動量平均值顯示，除日落前後及午夜外，在上半夜另有一高峰，F168的3天時平均活動量介於10-35% (圖12)。

七家灣溪沒有繁殖的雌鳥F137在7月11日的活動高峰在日落前後各有一個，上下半夜另個有一個次高峰。10月29日的活動模式類似，只有另一個高峰在午夜，F137的2天時平均活動量介於17-20% (圖13)。

游離的雌鳥F135的活動模式跟七家灣溪雌鳥F137類似，但是其各日的時平均活動量介於23-40% (圖14)。2012年的幼鳥136離巢後的活動模式比較沒有規律，高峰在日落前或日出前。10月30日那天除了日落後的高峰外，下半夜都很活躍。136在7月12日的活動量低於9及10月的活動量，11月的活動量和7月活動量相當，4天的時平均活動量介於16-36%(圖15)。

三、對鮭魚復育中心的造訪頻率

在我們的追蹤期間，七家灣溪的配對F137和M138從未進入有勝溪，但曾發現有勝溪的F168在2009-2011年間有8次在10-11月間前往七家灣溪的臺灣櫻花鉤吻鮭復育中心(2009年1次、2010年4次、2011年3次，共16個定位點，佔3年10-11月定位點總數的11.3%)，並有兩次被觀察到與F137發生對峙。第一次是2010年10

月剛入夜，F168從有勝溪日棲點飛到七家灣溪的鮭魚復育中心並不斷鳴叫，同時F137也在附近，兩隻鳥最近的時候相距不到100 m，過程中F168並未移動，反倒是F137持續短距位移，40分鐘後F168離開。這次的對峙F168的配偶M117並未參與，F137的配偶則尚未捕獲，因此不知其反應；第二次是2011年11月，F168同樣於傍晚抵達鮭魚復育中心，晚上7時定位發現，兩隻雌鳥彼此靠得很近(小於50 m)，晚上9時原本在七家灣溪上游的M138也來到附近，但與兩隻雌鳥的距離稍遠。這次對峙直到隔日清晨，兩隻雌鳥才回到各自領域的日棲點棲息。當時F168的配偶已換成M141但發報器脫落，因此不知其反應。

七家灣溪的配對造訪鮭魚復育中心則無特定季節，在追蹤期間雌鳥F137的定位點出現在復育中心共36個，佔總定位點9.8%，雄鳥M138共9個，佔總定位點數5%。

第三節 繁殖行為

有勝溪的雌鳥F168在2010年有繁殖(配偶是M117)，產出兩隻幼鳥，其配偶在2011年3月被發現死在溪床上，領域被M141取代，但當年F168並未繁殖，接著2012年和2013年F168都有繁殖(配偶都是M141)，惟2013年那次，F168在4月6日棄巢而繁殖失敗，於數日後F168的遺體在離巢150 m的溪床邊被找到。七家灣溪部分，雌鳥F137雖然早在2010年就被繫放追蹤，但跟配偶M138一直沒有繁殖跡象，直到2013年換了配偶(新個體，未繫放)後才順利繁殖(表3)。2014年武陵地區曾被使用的三棵巢樹都沒有黃魚鴉繁殖，而追蹤個體的發報器也陸續脫落，因此無法確認2014年的繁殖狀況。

一、繁殖巢樹

研究期間共發現三棵巢樹(表4)。有勝溪有兩棵巢樹，一棵在東西走向的狹長型破碎針闊葉混合天然林中，四周被農田和道路圍繞，巢樹為臺灣二葉松，雖

然此樹主幹於 11m 處攔腰折斷，但仍存活。該巢樹側枝極為發達，且巢位四週枝葉茂盛，因此是三個巢位中遮蔽最好的一個。這個巢臺呈橢圓形且相當平整，巢位面積(長徑 60 cm、短徑 50 cm)最大。有勝溪另一棵巢樹在支流乾溝邊坡，巢位附近為針闊葉混合天然林，此處周邊有許多 DBH 超過 1m 的臺灣二葉松與臺灣黃杉(*Pseudotsuga wilsoniana*)大樹，最近的人工開墾地在 100 m 以外。該巢樹為臺灣黃杉枯立木，因為主幹斷裂不平整，所以可利用的巢面略小(長徑 40 cm、短徑 40 cm)。距離 2010 年的巢位直線距離超過 300 m，同時也是離溪最遠的巢位。

七家灣溪領域的巢樹位於大甲溪上游的山腳，人工開墾地在 200 m 以外。巢樹離溪僅 30 m，為離溪最近的巢位，巢樹也是臺灣黃杉枯立木。巢臺位於頂端彎月形斷面，可利用巢臺面積是所有巢中最小的，此巢樹距離有勝溪巢的距離分別是 2.6 km 以及 2.7 km。

二、孵蛋

根據無線電定位以及影像紀錄推斷進入繁殖季的黃魚鴉約在每年 2 月中旬至下旬開始孵蛋，孵蛋期約 36-41 天。從 2010 年(3 天)以及 2013 年(1 天)總共 4 個晚上的監視器影像得知，F168 在孵蛋期間鮮少離開巢位，仰賴雄鳥提供食物。期間甚至有連續 40 小時沒有離開。即便離巢，最遲 15 分鐘內就會返回，6 次在巢外時間平均為 7.25 分鐘。

三、幼鳥成長

黃魚鴉蛋重 80-85 g(2013 年有勝 a 巢資料)，幼鳥剛出生時全身披覆白色絨羽，5 日齡的重量約 104 g，兩周後會開始長出黑色羽鞘，此時體重約 500 g。之後逐漸長出比成鳥顏色略淺的土黃色羽毛，體重也直線上升，大約到 45 日齡會開始頻繁的拍翅練飛，但此時體重的增加會趨緩(圖 16)。約 58-60 日齡離巢，但此時體重和尾長僅達成鳥的 7 成，自然翼長約達成鳥的八成(表 2)。

四、育雛行為

黃魚鴉育雛期約從 3 月底開始到 6 月之前幼鳥離巢，期間 58-60 天。孵雛行為僅見於雌鳥，初期的 15 天內雌鳥的孵雛行為與孵蛋極為相似。監視器影像顯示不論雌鳥在巢中與否，雄鳥都不會有嘗試孵雛的行為。孵雛行為會隨著幼鳥的成長而逐漸改變，幼鳥約 30 天大時雌鳥除了下雨等不良氣候外不會再孵雛。35 天之後，雌鳥日間開始轉而在巢位附近休息而不與幼鳥同巢共棲。

雌鳥在巢中孵雛的同時也會將獵物撕成小塊方便幼鳥食用，直至幼鳥能自行進食為止。如果雄鳥攜回獵物時雌鳥不再巢中，則會攜帶食物離開或是嘗試將食物交由幼鳥。若在食物交接的過程當中發生幼鳥沒接好導致食物掉落的狀況，雄鳥也不會協助幼鳥取食。在繁殖觀察中並沒有發現幼鳥自行撕開食物，幼鳥自行進食的情況都是直接一口吞下，若獵物過大無法吞食才會等待雌鳥幫忙處理。

親鳥分工明確，雄鳥僅負責獵食，雌鳥的行為則隨著幼鳥的成長而有所不同。在整個繁殖季中雄鳥平均停留在巢中的時間都相當短暫，在 2010 年以及 2013 年總計 330 次攜帶獵物回巢的紀錄中，有超過 98% (N=330) 每次回巢之後停留時間不到 5 分鐘，整個育雛期中雄鳥平均每日累積在巢中的停留時間不超過 30 分鐘。雌鳥在巢中的時間會隨著育雛期的階段不同而有所改變，育雛初期鮮少離開巢位，每日離巢累計不超過 60 分鐘，在幼鳥 20-30 日齡時開始加入獵食的行列而漸漸減少待在巢中的時間。到了 40-45 日齡之後，雌鳥如雄鳥般幾乎不留在巢中，但每次回巢的時間仍比雄鳥稍多。

雖然 2013 年沒有前期資料，但是從 23 日齡之後計算出的曲線與 2010 年的變化趨勢極為相似，差異僅在 2013 年的雌鳥 F137 的行為模式變化約晚了 2010 年 5 天(圖 17)。

五、鳴叫與護巢行為

目前記錄到的黃魚鴉叫聲有 7 種，親鳥會發出其中 5 種，幼鳥使用其中 4

種，其發聲時機和可能的功用如下：(1) “wuhu” — 頻率範圍介於 70 -1000Hz，最常發現雄鳥宣示領域以及雌鳥跟雄鳥對唱的時候，對唱時雄鳥會率先發聲，雌鳥便會緊接著發出較為低沉的“wuhu”聲，遠距離聽則會聽不到雌鳥後面的音節而誤認為是一隻個體出三連音「wuhu·wu」；當有熊鷹(*Spizaetus nipalensis*)現身空中時親鳥也會發出“wuhu”聲，可能在提醒配偶注意，此時親鳥的位置會改變，可能是因應天敵與巢的相對位置的改變；(2) “fee--” — 雌鳥發出的長哨音，頻率範圍介於 2000 -6000 Hz。長哨音的用意主要是向雄鳥乞食，雌鳥在巢內外皆會發出此音；(3) “hern” — 屬於威嚇聲，主要是親鳥對巢樹上的研究者所發出的氣聲；(4) “fee-” — 雛鳥乞食聲，似短哨音；(5) 小雞叫聲 — 幼雛叫聲，頻率範圍介於 1300 -4800 Hz，意義不明；(6) “fee-fee-fee-....” — 雌鳥或幼鳥在雄鳥攜帶食物回到巢邊時發出興奮激動的短促、重複聲的叫聲；(7) ”Da·Da·...” — 連續的擊喙聲，繫放中的成幼鳥均會發出此聲，屬於威嚇聲。

研究者在 2012 年 3 月搜尋有勝溪黃魚鴉巢位時目擊一群約 15 隻巨嘴鴉 (*Corvus macrorhynchos*) 在巢樹上空騷動，但孵蛋中的 F168 並未鳴叫，也沒有看到其配偶 M141 前來驅趕巨嘴鴉。倒是發現研究人員之後，親鳥彼此發出”wuhu”的叫聲通風報信。當研究人員爬樹準備到達巢位的時候，親鳥會進一步使用威嚇聲“hern”，偶而親鳥會伴隨擬傷動作 — 垂下或展開翅膀在枝條上踉蹌行走。除了對入侵的研究者示警鳴叫外，F168 也有兩次衝向研究者，不過在距離研究者約 2-3 公尺時就轉向飛離，並沒有直接的肢體接觸。此外，F168 孵雛時期巢區上方稜線常有一隻熊鷹亞成鳥盤旋，3 次中有 2 次研究者在巢樹附近聽見雄鳥發出“wuhu”聲，飛至巢的另一邊，孵雛中的 F168 也飛出一同監視靠近的熊鷹，對大冠鷲(*Spilornis cheela*)的反應就不會如此激烈。

第四節 育雛食性與行為

一、各類群獵物概況

本研究總共從 3 個巢位收集了 126 天的巢位影像紀錄，其中包含 694 筆黃魚鴉的餵食紀錄。其中以 2010 年有勝 a 巢所收集的資料最為完整，從幼鳥孵化前 4 天持續到幼鳥日齡 56 天離巢，總共 60 天的影像紀錄。2012 年的資料最為破碎，僅有 30 天的影像紀錄(包含幼鳥日齡 15-25 天、35-41 天以及 51-57 天(離巢)三個時段總計)。2013 年有 34 天的影像紀錄(從幼鳥日齡 23 天持續到 56 天離巢)。

從這些繁殖影像中共記錄到 2 種鳥類、3 種魚類、4 種兩棲類和至少 4 種小型哺乳類。攜回次數最多的是魚類(47.8%，332 隻次)，其次為兩棲類(42.8%，297 隻次)，以及少量的小型哺乳類(4%，28 隻次)和比例最低的鳥類(0.6%，4 隻次)，可確定種類的紀錄占 95.2%。可明確辨認親鳥性別的餵食紀錄總共占總觀察次數的 98.1%，其中雄鳥的餵食紀錄有 460 筆(66.3%)，雌鳥有 221 筆(31.8%)，僅 13 筆(1.9%)因為親鳥回巢角度不良而無法判別公母(表 5)。各類群組成如下：

1. 魚類

此類獵物以臺灣鏟頰魚出現次數最多，三次繁殖紀錄中所占比例都在 85% 以上。其次是原名臺灣纓口鰍的纓口臺鰍，分別在 2010 年以及 2013 年有記錄到，所占比例約在 10%。臺灣櫻花鉤吻鮭則僅於 2013 年七家灣巢發現 3 筆紀錄，占該年的 3.4%。

2. 兩棲類

兩棲類則是以盤古蟾蜍比例最高，出現率高達 90% 以上，梭德氏赤蛙各年出現率不超過 4%，斯文豪氏赤蛙則在 2013 年才被記錄到 4 筆，占該年的 6.6%，莫氏樹蛙則在 2012 年的有勝溪巢出現 1 隻。

3. 小型哺乳類

因為小型哺乳類在紅外線攝影下辨識不易，導致辨識率僅 39.4% (N=28)，雖然各巢間出現的種類有些差異，但出現總次數都很低，在三巢的比例中都不超過 5%。其中黑腹絨鼠(*Eothenomys melanogaster*)僅在 2010 年記錄過兩筆，臺灣

森鼠(*Apodemus semotus*)在 2012 年記錄 1 筆(不確定是雌鳥或雄鳥帶回)，高山白腹鼠(*Niviventer culturatus*)則是僅在 2013 年的紀錄中出現過 2 筆，以及鼯鼠類(*Soricidae*)在 2013 年共 6 筆。

4. 鳥類

僅紀錄到鴛鴦(*Aix galericula*)以及河鳥(*Cinclus pallasii*)兩種。鴛鴦在 2010 年以及 2013 年各有 2 筆和 1 筆紀錄，河鳥則是在僅在 2010 年有過 1 筆紀錄。

二、親鳥餵食生物量估算

黃魚鴉最常捕捉體長約 7 cm 的盤古蟾蜍(約 40 g)和體長約 15 cm 的臺灣鏟頰魚(約 70 g)，經換算之後 2010 年的有勝 a 巢，黃魚鴉親鳥每日餵食雙胞胎幼鳥的獵物總重從初期約 150 g 到中期 400 g，50 日齡時最多可達到 580 g，約等於 8 條魚或 14.5 隻蟾蜍(圖 18)。2013 年七家灣溪巢只有一隻幼鳥，中期的每日餵食重量約為 200 g，離巢前則是 290 g(圖 19)。這兩個巢從中期雌鳥加入獵食開始，雄鳥貢獻的獵物重量都會降低，趨勢與餵食次數相同。

2012 年的餵食資料雖然較不完整，但值得注意的是在育雛後期(40-60 日齡)，該巢親鳥所捕捉的臺灣鏟頰魚平均體長較另外兩巢都來得大(圖 20)。

三、不同巢位的食性組成比較

本研究中黃魚鴉都是以臺灣鏟頰魚以及盤古蟾蜍為最主要的育雛獵物，但各巢育雛的食物類群組成比例有所不同。在 2010 年的有勝 a 巢，魚類占當年所有食物類群中的 51.2%，兩棲類則是 41.7%。雖然魚類獵物有高於兩棲類獵物的趨勢，但並沒有顯著差異($P = 0.051$)。2012 年有勝 b 巢以兩棲類所占比例 55.6% 顯著高於魚類的 20.5% ($P < 0.001$)。2013 年的七家灣巢則相反，是以魚類的 58.7% 顯著高於兩棲類的 36.5% ($P = 0.04$)。三次繁殖紀錄之間食性有顯著差異($\chi^2 = 85.893, P < 0.001$) (表 5)。

雖然主要餵食物種相同，但兩隻親鳥帶回獵物類群的比例在各巢間則有不

同的結果。在三次繁殖紀錄中，僅 2010 年有勝 a 巢兩親鳥間的獵物類群有顯著差異($\chi^2=85.572$, $P < 0.001$)，雄鳥育雛食性以魚類為主，占 67.7% (N=269)；雌鳥以兩棲類為主，占 73.8% (N=141)。

2012 年以及 2013 年公母間帶回食物組成並沒有顯著差異(2012 年 $\chi^2=0.226$, $P=0.635$ ；2013 年 $\chi^2=0.95$, $P=0.758$)，但是這兩對親鳥對食物類群的偏好卻有所不同。2012 年有勝 b 巢親鳥育雛食性都以兩棲類為主(公 52.6% N=76；母 58.6% N=28)，而 2013 年七家灣巢育雛食性則是以魚類所占的比例較高(公 57.4% N=115；母 61.5% N=52)。

四、親鳥攜回不同獵物類群的時間差異

1. 夜間時段差異

比較黃魚鴉餵食食物類群在各個時段(每小時一個區間)的組成變化，發現雖然魚類及兩棲類在每個時段的出現率有所不同，但是三個巢位的變化卻有相同的趨勢。魚類獵物在午夜前後所占的比例最高，兩棲類則相對是在剛入夜以及日出前後的出現率最高。小型哺乳類僅在 2010 年有超過 25% 的比例出現，其他各巢各時段皆在 15% 以下，沒有明顯波動模式。鳥類則因為出現的次數太少，也看不出明顯規律 (圖 21-23)。

2. 各巢位育雛期間獵物組成變化

2010 年有勝 a 巢的繁殖觀察最為完整，變化趨勢也最明顯。魚類比例有隨著育雛期降低的趨勢，但在約 45 日齡的時候有稍微回升。小型哺乳類在整個育雛期沒有明顯變化，維持在 15% 以內(圖 24)。雄鳥的育雛食性中魚類獵物出現的百分比較高。隨著幼鳥成長，獵物組成比例並沒有明顯變化，但數量上分別在 15-20 日齡以及 45-50 日齡的時候各有一個高峰(圖 25)。雌鳥以兩棲類為主要的獵物，食性隨著幼鳥日齡增長有相當大的變化。雖然在育雛初期有一次攜回紀錄，但雌鳥大約是從 15 日齡之後才開始穩定的出外獵捕。在 40 日齡之前兩棲類

的攜帶比例都有超過 80%。之後隨著攜回魚類比例的增加而逐漸下降，同時小型哺乳類跟鳥類食物也相繼出現(圖 26)。

2012 年的獵物攜回次數因為資料零碎，因此除了魚類相較於另外兩年偏低之外，在育雛期看不出明顯的趨勢變化 (圖 27)。

2013 年由於資料收集的時間較晚，看不出前期的變化。魚類占比例最低的時期跟 2010 年一樣是在 35-40 日齡，之後也稍微回升。小型哺乳類同樣少量分布在各個時段。不過鳥類卻比 2010 年出現的時間還要早，在 30-35 日齡的時候就出現了(圖 28)。雄鳥攜回的魚類除了 35-40 日齡之外大約都占一半以上的比例(圖 29)。雌鳥 23 日齡開始並沒有攜回紀錄，直到第 32 天才有一筆攜回紀錄，並隨著幼鳥成長逐漸提高攜回次數 (圖 30)。

五、親鳥攜回次數與夜間時段、育雛期間之變化

1. 夜間時段差異

黃魚鴉的 694 筆攜回紀錄都發生在晚上 18:00-隔日 06:00 之間。三年的繁殖紀錄都有晨昏獵物攜回量較高，而午夜獵物攜回量較低的趨勢。攜回高峰是在剛入夜的 3 個小時內，之後頻度逐漸降低。午夜的前後 3 個小時是攜回量最低的時段，之後在凌晨 4 點會有另一個小高峰，5 點日出之後數量再度降低(圖 31-33)。雌鳥攜回量普遍小於雄鳥，是因為雌鳥在繁殖中期才開始加入獵捕食物的行列。2010 年的攜回次數筆另外兩年都來的高出許多，最高發生在晚上 7-8 點，平均每小時超過 1 次。2012 年則是波動也最不明顯的一年，該年雌鳥在所有鳥親鳥中的攜回量最低，平均每小時僅 0.2 隻次不到。

2. 親鳥育雛時期攜回次數比較

親鳥在整個育雛期間的攜回次數表現也明顯不同。2010 年雄鳥在育雛初期的 15 天攜回的次數越來越多，而且幾乎負擔了所有的食物供給，20 天後隨著雄鳥的攜回量緩慢下降，雌鳥的攜回次數逐漸上升，直到幼鳥約 35 日齡的時候，

兩親鳥的攜回量相近，在 35-45 日齡之後都逐漸降低(圖 34)。

2013 年於資料開始收集時雄鳥攜回次數就達到最高峰，之後不斷下降直到 50 日齡之後略有回升。雌鳥在幼鳥 30 日齡之前並沒有攜回紀錄，而是在雄鳥下降之後才開始逐漸提高攜回次數，親鳥約在 45 日齡的時後的攜回次數相仿 (圖 35)。

3.親鳥覓食地點差異

僅有 2010 的巢有在育雛期間完整追蹤兩隻親鳥，雄鳥 M117 在育雛期間 (3/27-5/23, 57 日)，共回收了 135 筆定位點，上游方向最遠在省道 7 號甲線 46.5 km 處，下游接近有勝溪七家灣溪匯流口，總共涵蓋範圍約為 7.75 km 的溪流長度。平均離巢距離為 1,141 m，最遠離巢距離可達 4.36 km。雌鳥 F168 則在繁殖期中經由錄影紀錄確認離巢覓食之後才開始進行無線電定位(4/24-5/23, 30 日)，共回收了 67 筆資料。範圍在省道 7 號甲線 51.5 km 處到有勝溪下游與七家灣溪的匯流口，總長度約 4.5 km (圖 36)。平均離巢距離僅 363 m，最遠不超過 1.5 公里。

第五節 幼鳥播遷

本研究一共繫放 4 隻離巢幼鳥，分別是 2010 年 2 隻同窩雄性幼鳥以及 2012 年、2013 年各 1 隻幼鳥，其中前 3 隻為有勝溪 F168 所生，最後一隻是七家灣溪雌鳥的幼鳥。其中 2010 年的 2 隻幼鳥身上的追蹤器因繫繩綁得略鬆而相繼在 4 個月內脫落，以致於無法得知其播遷情形，所幸 2013 年 5 月有攝影者在下游 44 km 外的大甲溪支流橫流溪(圖 37)拍到較晚出生的幼鳥 M199(鋁環在右腳)，和另一隻可能是其配偶的成鳥與一隻幼鳥在一起。左腳上環的 M200 則尚不知去向。

2012 年 6 月在有勝溪離巢的幼鳥 136，9 月起夜裡才由山腰巢區下到溪邊，2013 年 1-2 月(即離巢後 8-9 個月)，曾短暫離開親鳥領域，棲身於有勝溪上游、

南湖登山口旁的小溪溝活動，3-4 月卻回到親鳥領域內並在雌鳥繁殖的巢區附近逗留，5 月之後又再度離開返回到南湖登山口溪溝，6-12 月仍在該處附近逗留，2014 年 1-3 月又進入親鳥領域甚至首次遊蕩到七家灣溪(圖 38)。

2013 年 6 月在七家灣溪離巢的幼鳥 139 在當年仍在親鳥領域內活動，2014 年 1-2 月，活動範圍往上游擴展至高山溪，3 月跑出親鳥活動範圍在桃山北溪活動(圖 39)。這兩隻幼鳥目前仍持續追蹤。

第六節 死亡個體解剖與檢驗

在研究過程中有三隻成鳥確定死亡，2009 年 11 月的 F117 陳屍在溪畔山坡的森林中，發現時已嚴重腐爛，無法判斷死因。有勝溪的一對黃魚鴉也相繼死亡，分別是 2011 年 2 月的 M117 以及 2013 年 4 月的 F168。

一、有勝溪雄鳥 M117

2011 年 2 月下旬，應該是有勝溪這對黃魚鴉要再次進行繁殖的時間，我們注意到雄鳥的位置似乎沒有移動，但無線電訊號微弱且難以辨識方位，因此到可能的地點搜尋數次都沒有結果。為了確認雄鳥是死亡或是發報器脫落，3 月中旬我們在牠可能的活動地點設置陷阱，結果卻意外捕捉到一隻新的個體。隔天我們再次到雄鳥失蹤的地點進行仔細的地毯式搜索，終於在溪床上尋獲屍體，屍體已腐爛見骨但大致還算完整，唯一明顯的傷害是頭部和身軀分離。牠身上的發報器原本有一條約 30 cm 長、以不鏽鋼絲絞成的發訊天線，結果這根天線已經從基部斷裂脫落，是造成訊號微弱難以定位的原因。

找到 M117 時屍體已嚴重腐爛且風乾，初步認為難以判斷死因，隨後送進冷凍庫保存。大約半年後在製作骨骼標本時，意外發現頭骨上有 3 處外傷，鞏膜環(sclerotic ring)也破裂。為了進一步釐清死因，我們委託野生動物獸醫師祁偉廉替屍體進行仔細的解剖檢查，雖然屍體已經嚴重腐爛，祁醫師仍然在胸腹部的皮膜

上發現至少 3 處圓孔狀的穿刺傷，因而推測兇手是猛禽，頭骨和胸腹部的傷痕都是猛禽的爪造成的。由於 M117 的領域幾乎同時被另一隻雄鳥 M141 取代，因此不排除這是一起為爭奪領域而引發的同類相殘事件。

二、有勝溪雌鳥 F168

2013 年 F168 的巢於 3 月 19 日架設監視錄影機，但僅錄影不到 48 小時就因為意外斷電而停止錄影，直到 4 月 4 日才恢復錄影。從監視畫面來看，4 月 6 日早上 9 時雌鳥離巢，巢中兩幼鳥在雌鳥離巢後的 6 個小時內相繼失溫死亡，當晚不知情的雄鳥還帶食物回巢。經由無線電追蹤發現 F168 於 4 月 9 日之後便沒有移動，4 月 11 日於巢位附近 150 m 處的溪床邊發現 F168 陳屍於此，屍體尚稱完整。

我們立即把屍體送至本校獸醫系進行病理解剖，外觀症狀顯示其肛門泄殖腔處局部廣泛潰爛並有大量蛆浸潤，解剖後發現胸肌消瘦、腸胃道內幾乎沒有食物，且膽囊腫大、有大量膽汁積蓄，獸醫師判斷為疑似營養不良(附錄 1)。由於有勝溪農業活動頻繁，我們也把部分 F168 的骨骼、肌肉和內臟送交本校的農水產品檢驗中心進行 251 項農藥與八大重金屬的檢驗，檢驗結果顯示 F168 體內有 5 種農藥殘留，分別是地特靈(Dieldrin)、環氧飛佈達(Heptachlor epoxide)、4,4-滴滴滴(PP'-DDD)、4,4-滴滴易(PP'-DDE)和 β -蟲必死(β -BHC)，八大重金屬也都有不同程度的殘留(附錄 2)。

此外，我們也曾採集 3 隻黃魚鴉各 2 ml 的新鮮血液樣本，在 24 小時內低溫送至特生中心的野生動物急救站進行血液生化分析(附錄 3)，雖然目前因樣本數不多因此尚無法判斷這些數值有無異常之處，但野外健康黃魚鴉的血液生化數值並不容易獲得，因此仍在本報告列出以供後人參考。

第四章 討論

第一節 黃魚鴉雄雌鳥形質差異

絕大多數的猛禽都是雌鳥體型大於雄鳥，跟一般鳥類相反，稱為逆雌雄二型性(reversed sexual size dimorphism, RSD) (Anderson and Norberg 1981)。主要的假說認為猛禽處理獵物和進食的時間較長，不像小型鳥類的獵物大多可以一口吞下，因此雄雌鳥在育雛上必須要分工，雌鳥負責護巢、孵雛和餵食，雄鳥負責狩獵，如此可以獲得最佳效率，而小型獵物數量通常比大型獵物多，因此雄鳥體型較小有助於捕捉小型獵物，維持穩定的食物供應(Newton 1979)。研究也顯示，以鳥類和哺乳類為食的猛禽因為需要拔除羽毛，處理獵物時間相對較長，兩性的體型差異也較大(Slagsvold and Sonerud 2007)。以黃魚鴉而言，幼鳥在30日齡以前仍需雌鳥將獵物撕成小塊餵食，之後便逐漸可以直接吞食完整的魚或蛙類，因此處理獵物的時間並不長，可能因此逆性別二型性的現象並不明顯，雄雌鳥體型差異約是1.11:1，小於以鼠類為主食的倉鴉(1.3:1)(Slagsvold and Sonerud 2007)。

第二節 活動範圍與領域行為

一、活動範圍與日棲地點

這些年追蹤武陵地區兩條溪(有勝溪和七家灣溪)各一對黃魚鴉的活動範圍後，發現牠們主要活動在該兩條溪的中下游，而上游另有不明個體出沒。以有勝溪來看，其上游的水量不夠穩定豐沛，冬季會有部分溪段乾枯的現象，在七家灣河流域中，魚類資源密度最高的區段在支流桃山西溪，其次則是在黃魚鴉繁殖領域中的七家灣溪下游(曾晴賢 2012)。因此，綜合目前黃魚鴉的繁殖領域分布模式以及溪流狀況來看，武陵地區可能僅能支持兩對黃魚鴉在此繁殖，但黃魚鴉是機會主義者，可能以其他陸域動物為食以補足需求，故也不排除上游仍有繁殖個體。

Sun (2000)在烏來南勢溪追蹤黃魚鴉的領域長度是5-7 km的流域。體型更大

的毛腳魚鴉的領域一般涵蓋6.7-8.3 km的溪流長度，最長不超過15 km(Surmach 1998)。

2013繁殖季，七家灣黃魚鴉的領域長度(5.3 km)，小於2010年的長度(7.75 km)(孫元勳和汪辰寧 2010)。此可能是七家灣溪領域僅有雌鳥F137的追蹤紀錄(其新配偶未被捕獲)，造成繁殖領域被低估，因為據2010年繁殖季的無線電追蹤結果顯示，有勝溪雄鳥F117的活動範圍比F168的活動範圍來得大，跑到離巢更上游處。七家灣溪雌鳥F137在前兩年與舊配偶M138的活動範圍廣布於整個七家灣溪流域，但是每當繁殖季到來，其活動區域便會集中於和平農場附近，或許是因為繁殖巢位需求以及食物資源的分布有關。和平農場這一帶溪邊有大片原始林，正是在七家灣溪中上游比較欠缺的資源，加上家灣溪中上游臺灣鏟頰魚族群在一號壩拆除後尚未完全上溯建立族群(曾晴賢 2012)，所以上游的食物資源可能是較為缺乏的。

黃魚鴉的日棲點主要在溪畔的原始闊葉林，其中的大樹和茂密的樹冠層可以提供很好的遮蔽，使其白天的睡眠不受天敵或是小型鳥類騷擾(mobbing)。武陵地區有廣大的二葉松林，我們也發現黃魚鴉會棲息在二葉松林內，但可能二葉松的樹冠層較為開闊不易躲藏，因此黃魚鴉是棲息在松林底層的小闊葉樹上，而非一般預期的選擇大樹棲息。

二、夜間活動模式

本研究以自動錄音的方式收集無線電訊號改變作為活動量的代表，因為只有一套系統，故無法每隻個體每月都有超過一天的資料，或許一天的取樣無法代表整個月的平均日活動量。整體而言，武陵地區的黃魚鴉僅在剛入夜時有一次比較明顯的活動高峰，其次是日出前，但在兩個時間點之間另有1-2個小高峰，此和新北市南勢溪黃魚鴉的活動模式類似(Sun and Wang 1997)。

比較起來，游離雌鳥F135的活動量似乎高於其他個體，包括沒有繁殖的七家灣溪雌鳥F137的活動量。Sun et al. (2000)指出，南勢溪的一隻黃魚鴉游離個體經

常進出其中一個領域，但當領主靠近時，牠會離開該領域一段時間再回來，F135的活動範圍有一大部分與七家灣溪的配對個體重疊，可能隨時要躲躲藏藏而有較大的活動量。

三、對鮭魚復育中心的造訪頻率

在我們研究期間，發現F168曾至少兩次進入七家灣溪，在鮭魚復育中心與七家灣溪的雌鳥F137有對峙的狀況，此外在復育中心的工作人員也曾發現M138闖入復育中心，顯示鮭魚復育中心裡豐富的魚類資源對黃魚鴉十分有吸引力，工作人員也表示在復育中心外水池放養的臺灣鏟頰魚和臺灣櫻花鉤吻鮭經常不翼而飛，可能就是黃魚鴉的傑作。

我們曾發現黃魚鴉會站在非常高的枯立木上鳴叫，根據黃魚鴉的近親鵞鴉(*Bubo bubo*)的研究，鵞鴉在繁殖季前鳴叫最頻繁，那正是爭奪領域準備繁殖的時期，所以鳴叫是跟宣示領域有關，而且主要的鳴叫者是雄鳥(Delgado and Penteriani 2007)。黃魚鴉的喉部有一塊白色羽毛，平時並不明顯，但在鳴叫時白色羽毛會鼓動，這樣的白喉嚨在鵞鴉身上也有。研究顯示，這樣的白色喉嚨是一種視覺訊號，因此在有月光的夜晚鵞鴉鳴叫比較頻繁，也偏好站在高處讓白色喉嚨更顯眼(Penteriani 2010)。

第三節 繁殖與領域行為

一、繁殖配對

武陵2隻雌鳥失去配偶後不到2個月就找到配偶。東美角鴉(*Megascops asio*)雌鳥失去配偶後有些會離開自身的領域去找其他對象，雄鴉則傾向留在原地等待新配偶到來(Klatt and Ritchison 1994)。武陵的游離雄鴉補充速度快，或許是雌鴉在還沒放棄領域前就因為找到配偶故繼續停留在原領域當中。新個體的快速補充可能是因為在既有的繁殖領域中還有其他游離個體的存在。在七家灣溪領域中除

了繁殖個體之外，也有一隻游離雌鳥F135穿梭在此繁殖領域之中。鵑鴉在食物來源充分情況下，擁有領地的繁殖個體仍然會允許游離個體在同一個領域中生活，即使他們之間並沒有明確的親屬關係(Penteriani and Delgado 2011)。

Newton (1979)表示，游離個體多寡是一地猛禽繁殖密度是否能夠維持穩定變化的重要因素。Kokko and Sutherland (1998)也指出，游離個體對於族群具有緩衝池(buffering pool)的作用，而擁有較大緩衝池的族群，其繁殖密度也較為穩定(Penteriani and Ferrer 2011)。由武陵這兩個領域的補充率而論，游離個體的來源可能不是問題。但有勝溪雌鳥F168繁殖了三次後不幸死亡，空出的位置並沒有如預期般由在七家灣溪一帶流浪的雌鳥F135取代，這隻雌鳥已在武陵至環興間進出快兩年，因此可能還有其他我們尚未觀察到的游離個體。

二、繁殖時間和週期

武陵地區黃魚鴉的產卵日期在約2月中旬，比緯度較高的毛腳魚鴉約晚一個月左右(Dykhan and Kisleiko 1988; Voronov and Zdorikov 1988; Pukinskii 1993)。而Newton (1979)表示，溫帶猛禽的育雛期較熱帶的育雛期短，武陵黃魚鴉的育雛期約56-60天，比毛腳魚鴉的育雛期(<50天)長，也符合此一模式。

本研究兩個領域的黃魚鴉並沒有年年繁殖。有勝領域的F168在2011年沒有繁殖的原因可能與喪偶有關，雖然3月牠立即與新雄鳥F141配對，但可能已過繁殖週期。七家灣領域的黃魚鴉則是在追蹤第三年之後才有繁殖紀錄，前兩年沒有繁殖的原因不明，或許和雄鳥的繁殖能力出問題有關。由於昔日並沒有黃魚鴉繁殖週期的相關文獻，所以無法得知此一現象是否僅出現在武陵地區。同為魚鴉屬的毛腳魚鴉雖然在日本北海道的海島亞種每年均會繁殖 (Hayashi 2009)，但在俄羅斯的亞種則不一定，原因同樣不明確(Surmach 2008)。

三、巢位使用

黃魚鴉在武陵的三次繁殖都是使用大樹的斷面，與Sun(1997)在低海拔砂卡

礮溪所觀察到黃魚鴉築巢於大型附生蕨類崖薑蕨的結果有所不同。武陵地區黃魚鴉巢位海拔約在1700-1900 m之間，在柯本氣候分類上屬於溫帶冬乾夏涼氣候區，而砂卡礮溪的氣候類型則落在亞熱帶濕潤氣候區(萬怡 2009)。許多分布於溫帶的大型貓頭鷹如鵞鴉、烏林鴉(*Strix nebulosa*)以及毛腳魚鴉會使用老齡林樹木枝幹的斷面為巢，而某些分布至熱帶的貓頭鷹如馬來鵞鴉(*Bubo sumatranus*)、斑眉林鴉(*Strix nigrolineata*)、斑林鴉(*Strix seloputo*)、喜馬拉雅林鴉(*Strix newarensis*)以及馬來魚鴉(*Ketupa ketupu*)也有使用蕨類來當作巢位的紀錄(林文隆 2008；König and Weick 2008)。

武陵地區殘存的原始林並不多，有其歷史因素。1963年中橫宜蘭支線開通後，退輔會在大甲溪上游成立福壽山和武陵等農場以安置退除役將士，並輔導榮民種植高冷蔬菜和溫帶水果，由於山區生產的蔬果品質甚佳，梨山至思源一帶開發面積已達3000多公頃(賴文龍 1999)。除了高山農業，大甲溪上游還有林火的威脅，1968年林務局為保育德基水庫之蓄水功能及提高林地生產力，並配合聯合國補助之林相變更計畫，在大甲溪上游大面積種植臺灣二葉松(林朝欽 1992)。臺灣二葉松為火燒適存樹種，加上本區為臺灣相同海拔高度中最乾燥之地區，常累積多量易燃物質堆積於林下，每逢乾季(12-2月)便極易引發火燒(洪泉旭 1993；呂金誠 2002)，因此1963-1991年間共發生111次林火，焚毀7416公頃林地，是國有林各事業區中森林火災次數最多且危害面積最大的一區(林朝欽 1992)。

臺灣二葉松無萌蘖能力，火燒後致死率高達七成，但可由毬果內宿存之種子大量下種，有助於火燒後族群的恢復(施纓煜 1998；賴靖融 2003)，劉崇瑞及蘇鴻傑(1978)認為週期性火燒是形成和維持大甲溪上游臺灣二葉松純林的主要原因。蔡尚惠和郭礎嘉(2008)調查武陵地區的植被類型，臺灣二葉松林型的比例超過六成，1995-2008年間還微幅增加1.48%，十餘年來的林型維持率(78.99%)在所有林型中也是最高的。由於二葉松林頻繁引火的特性，導致其難以演替到極盛林相(呂金誠 1990)，然而唯有成熟的原始林方有夠大的樹能形成適合大型貓頭

鷹繁殖的樹洞(Fogden 1973; Blakesley et al. 1992)，因此頻繁的林火可能會減少適合黃魚鴉繁殖的巢位。

第四節 育雛食性與行為

一、東西部食性差異

綜合三次的繁殖紀錄顯示，七家灣溪領域的黃魚鴉育雛食性以魚類為主，而兩棲類次之，2010年以及2012年的比例組成雖然略有不同(2010年兩類群的比例相仿，2012年則偏向兩棲類)，但是都還是以魚類跟兩棲類為主。其中臺灣鏟頰魚以及蟾蜍兩種食物所占的比例最高，在黃魚鴉繁殖季當中此兩物種其個別物種類群當中出現的比例也最高(曾晴賢和陳彥谷 2012；吳聲海 2004)。

早期巢觀察以及食繭分析都顯示，低海拔黃魚鴉食性中魚類所占比例不高(Sun 1996；曾益碩 1999；Wu 2006；潘怡如 2006)。但在武陵地區黃魚鴉的育雛食性中魚類比例高達47.8%，這應該是兩地食物資源組成不同所導致。曾益碩(1999)指出，在砂卡礑溪的黃魚鴉食用甲殼類以及蟾蜍與此兩物種行動緩慢、數量較多，以及砂卡礑溪因為早期電毒魚盛行，加上防砂壩而使得魚類相對甲殼類以及蟾蜍兩種獵物來說較不豐富有關。雖然在武陵地區所收集的食繭中曾發現一次高山澤蟹(*Geothelphusa monticola*)的螯，不過本研究樣區中甲殼類不僅稀少，體型也小(盧重成 2004；吳海音 2008)，最大的甲殼類高山澤蟹頭胸甲也僅1.7-2.4 cm，顯然無法成為黃魚鴉的主要食物之一。

收集並分析食繭組成是研究猛禽食性的主要方法之一(Redpath et al. 2001)，過去在臺灣東部溪流所進行的研究，在黃魚鴉固定活動的地區內，每月一次的溪流調查(約4-5公里長的溪段)平均能尋獲數個至數十個不等的食繭(Sun 1996；曾翊碩 1999；潘怡如 2006；Wu et al. 2006)。然而此法在臺灣西部的大甲溪則不適用，在七家灣溪連續三年進行每月一次的溪流調查，檢到的食繭總計僅11個(孫元勳 2003；2004；2005)，Sun(1996)同樣表示在大甲溪中游德基一帶的食繭難以

尋覓，兩年中僅尋獲13個。孫元勳(2003)推測大甲溪的黃魚鴉食繭罕見於溪床可能跟食性與東部不同有關，不同的食物形成食繭的頻率和所需時間不同，可能是造成食繭出現在河床上(夜間覓食地)或是散落在森林中(日間休息處)的差別，尚有待後續研究。

本研究至今雖然分析了三巢黃魚鴉育雛食性資料，但是對於黃魚鴉育雛食性能否代表黃魚鴉日常食性持保留態度。除了獵物的季節性變化可能造成的影響之外，因花蓮砂卡礑溪的黃魚鴉在以自動相機所記錄到的育雛食性跟當地的食繭食性分析有很大的出入(曾益碩 1999；Sun 1996；Sun 1997)。同樣的，雖然七家灣溪黃魚鴉食繭不易收集，但2002至2005年僅收集到十餘顆食繭中，黃魚鴉捕捉的獵物以盤古蟾蜍數量最多(73.7%)，其他比較少見的有梭德氏赤蛙(10.5%)、臺灣櫻花鉤吻鮭(10.5%)、魚和鼠類(5.2%) (孫元勳 2005)，也與育雛食性有很明顯差異(孫元勳 2005)。

二、氣候對獵食的影響

魚類利用率最高的是2010年的雄鳥F117，不僅魚類占當年度食性清單的比例高達67.7%，甚至還出現兩次單趟攜回兩條魚的紀錄。但並非每隻個體都可以捕抓到夠多的魚類，在2012年的F141所帶回魚類比例最低，僅占18.4%。由於本研究並沒有調查棲地獵物的背景資料，無從得知兩年間的食性變化是不是因為獵物族群的差異所導致。但其他包含不良氣候等因子，也可能是造成M141捕獲魚類比例偏的的原因。崖海鴉(*Uria aalge*)親鳥育雛時會因為不良氣候而增加親鳥育雛時的能量消耗(Finney 1999)，黑鳶(*Milvus migrans*)的覓食成功率同樣也會受到氣溫跟降雨量的影響(Sergio 2003)。比較武陵地區在2012年繁殖紀錄期間，26天中共有42%的降雨天數(降雨量>5 mm)，相較2010年55天錄影觀察期間的降雨天數只有5天(9%)，遠高得多(圖40)。頻繁的降雨易使溪水黃濁，流量與流速加大因而增加親鳥捕食魚類的能量消耗以及覓食風險，使親鳥獵捕魚類的意願降低。

近年來因氣候變遷，全球極端氣候都更加頻繁(IPCC 2013)，臺灣也不例外，

近年來侵襲臺灣的強烈颱風比例明顯增加，大豪雨的天數也增多(許晃雄等 2011)，從七家灣溪自1967年的流量監測可以發現，前5名的流量都發生在最近10年(圖41)，頻繁的洪水對黃魚鴉的覓食預期會有很大的影響。

三、育雛行為

2013年有勝溪雌鳥比2010年還要晚5天才開始降低在巢中的時間，可能是因為2010年巢中有兩隻幼鳥，較大的繁殖壓力使雌鳥必須提早加入捕食獵物的行列。不僅如此，2010年的雌鳥在20日齡後開始攜回獵物，而2013年則是要到30日齡之後才有雌鳥的攜回紀錄。雄鳥的變化趨勢也表現出兩巢之間的繁殖壓力不同。2013年雄鳥自從23日齡開始就開始降低餵食隻次，而2010年的雄鳥直到45日齡之後攜回隻次才有明顯降低。遊隼雄鳥在面對窩卵數大的時候也會傾向延長較高頻率的餵食次數(Olsen 1998)。

黃魚鴉在夜間攜回的獵物比例略有不同，可能是因為兩棲類的蟾蜍活動高峰期在上半夜，而使溪床中出現的蟾蜍數量較多所致(李芬蘭 1986)。5點之後魚類比例降低的原因則可能是此時接近黃魚鴉的日棲時間，武陵地區4-5月的日出時間大約在5點，而黃魚鴉在日出後活動量會急遽下降(Sun 1997)。此時親鳥準備回巢位附近停棲休息因而減少去離巢較遠的溪流捕食魚類。

2010和2013年黃魚鴉在整個育雛期的攜回比例變化有些相似，兩年資料同時在35-40日齡的時候魚類比例降到最低。其原因除了雄鳥本身的波動之外，雌鳥剛好都在這個時期之後開始增加魚類的獵捕量可能也是一個重要的因子。此外，兩巢鳥類食物都在出現5月出現，可能是因為此時正好為溪流鳥類的繁殖季(孫元勳 2000)，剛離巢的幼鳥相對於成鳥來說是更好捕捉的獵物。

四、親鳥餵食生物量估算

在黃魚鴉育雛的主要獵物中，臺灣鏟頰魚的平均重量將近盤古蟾蜍的兩倍，理論上餵食魚類會比蟾蜍更有效率，但蟾蜍行動緩慢較易捕捉，因此可以預期當

餵食重量固定不變時，餵食蟾蜍比例較高的巢親鳥來回餵食的次數也會較多，造成餵食努力量增加，但本研究因巢的樣本數太少，尚無法做這方面的分析。

根據覓食理論，當覓食距離越遠獵物體型必須越大才符合效益(Grieco 2002)，2010年有勝a巢的雄鳥覓食距離較雌鳥大許多，其餵食獵物中魚類高達67.7%，而只在巢區附近獵食的雌鳥，盤古蟾蜍的比例佔了73%，符合此一理論。此外2012年的有勝b巢是三個巢中離溪流最遠的一巢，其魚類比例最低僅20.5%，但獵捕的魚類體型都較另外兩巢大，同樣與理論相符。

第五節 幼鳥播遷

子代擴散是指動物自出生地離開到某地開始初次繁殖之間的過程(Howard 1960; Greenwood and Harvey 1982)，對有領域性的猛禽而言，尚未建立固定領域的個體稱為「漂流者(Floater)」，是聯繫和維持複合族群(metapopulation)的重要環節(Penteriani et al. 2006)，而對子代數目少的大型猛禽而言，子代擴散期間的存活率對族群的影響比繁殖成功率更加重要(Newton 1979; Whitfield et al. 2004)。大多數猛禽的擴散機制仍不清楚，而歐洲的鵟鴉是少數進行子代擴散研究的大型貓頭鷹，鵟鴉幼鳥約在6月離巢，10月初開始擴散，約一個月後會選擇適當地點停留渡冬(離出生地平均46 km，總移動距離平均102 km)，在度冬地平均停留3.7個月，之後繼續其擴散旅程。研究追蹤的41隻鵟鴉幼鳥，第一年的死亡率高達六成(Aebischer et al. 2010)。

不同猛禽的子代擴散機制也大不相同，在西班牙進行共域的金鵟(*Aquila chrysaetos*)和白腹山鵟(*Aquila fasciata*)研究，發現金鵟(n=13)的子代擴散是漸進式的，開始擴散的第一年中每個月離出生地的距離都逐漸增加，且第一年的擴散距離雌鳥($138.5 \pm 44.5\text{km}$)顯著大於雄鳥($70.8 \pm 14.0\text{km}$)(Soutullo et al. 2006)，白腹山鵟(n=14)的子代擴散則是在5-6月齡時突然開始，約1個月後就達到第一年離出生地的最大距離(約350 km)，之後就在該地區停留到第一年結束，雄雌鳥的擴散

距離則沒有顯著差異(Cadahía et al. 2010)。因為擴散機制不同，此兩種猛禽用以判斷幼鳥何時開始擴散的標準也不同，但均同意以幼鳥離開親鳥領域當作開始擴散的標準，會誤判幼鳥提早擴散(Soutullo et al. 2006; Cadahía et al. 2008)。白腹山鵑和鵑鴉的研究也指出，幼鳥擴散後會停留的地點多是沒有繁殖配對存在的邊緣棲地，往後如何找尋配偶和建立領域，需要更長期的追蹤研究(Aebischer et al. 2010; Cadahía et al. 2010)。

武陵 2 隻黃魚鴉幼鳥約在 8-10 月開始離開親鳥領域，實際上幼鳥只是暫時離開，以 2012 年離巢的 136 為例，兩年內仍頻繁進出其親鳥領域，此舉可能是向親鳥索取食物。2010 年的幼鳥 M200 在 2013 年被發現播遷至 44 km 外的橫硫溪，這是全世界黃魚鴉幼鳥播遷的首次記錄，且其疑似已配對繁殖，顯示黃魚鴉在至少三歲時就具有繁殖能力。

分布在日本北海道和亞洲東北部的毛腳魚鴉，是唯一報導過子代擴散的魚鴉，瀕臨絕種的毛足魚鴉在北海道的族群量不及 100 隻，繁殖對數約僅 20 對。Pukinskii(1973)表示，毛腳魚鴉親鳥曾分工餵食當年巢中雛鳥和前一年已離巢的幼鳥。毛腳魚鴉幼鳥最快要一年後才會完全離開出生地，最遠可播遷至 18 km (Slaght and Surmach 2008; Hayashi 2009)。研究者觀察一隻公幼鳥，在出生地待了一年後離開，7 個月後又回到出生地，待了半年後再度消失不見，另一隻母幼鳥，同樣在 5 年間兩度離開出生地又再回來，並在牠的母親失蹤後兩個月，與牠的父親交配產卵，顯見當地族群量已經低到使牠無法找到適當的配偶，不過卻在隔月棄巢(Hayashi 1997)。

第六節 黃魚鴉死因與檢驗

一、M117: 疑似爭奪領域致死的案例

研究過程中發現M117死亡，且頭骨和身上留有爪痕。當地的大型日行性猛禽有熊鷹和林鵑(*Ictinaetus malayensis*)，但過去並沒有這兩種猛禽會攻擊黃魚鴉

的紀錄，此外黃魚鴉白天會在溪畔的森林中棲息，夜晚才會在溪床中活動，死亡雄鳥的陳屍地點在溪床上，若該處是第一現場，表示案發時間是在夜間，可排除是日行性猛禽所為，而且屍體完整沒有被拔毛取食的跡象，表示並非被猛禽當作獵物。當地有另一種大型貓頭鷹褐林鴉(*Strix leptogrammica*)，體型與黃魚鴉相當，但體重(800-1500 g)比黃魚鴉(1700-2300 g)輕(曾益碩和林文隆 2010)，應該沒有殺害黃魚鴉的能力。由於新個體M141幾乎同時間取代了M117的領域，我們高度懷疑這是一起為爭奪領域而引發的同類相殘事件，至於頭顱與屍體分離，以及發報器的鋼絲天線斷裂是否與打鬥有關，我們不得而知。

雖然動物間成體的衝突很少會致死(Smith and Price 1973)，但在某些猛禽種類，入侵者會殺害原本領域的擁有者(Newton 1979)，尤其當領域或巢位資源有限的時候，領域衝突的程度就會增加(Village 1983)。例如白頭海鵰(*Haliaeetus leucocephalus*)也曾有新來的雌鳥把原本領域的雌鳥殺害，再跟原本雄鳥配對的案例，死因同樣也是從傷口判斷(Jenkins and Jackman 1993)。武陵地區這一起黃魚鴉相殘的事件若屬實，表示黃魚鴉是領域性很強的物種，而且此區適合的繁殖領域或巢位可能是很有限的，因此引發爭奪領域而致死的嚴重衝突。白頭海鵰在換配偶後的2-3年間繁殖力會顯著降低，可能是新加入的個體對領域內資源分布尚不熟悉(Jenkins and Jackman 2006)。這或許可以解釋為何雌鳥和新雄鳥在2011年並未繁殖，而2012年僅產出1隻幼鳥，少於2010年雌鳥和原配偶的兩隻。

Delgado and Penteriani (2007)指出西班牙的鴉鴉領域行為在產卵前最強，而且只有雄鳥會防衛領域。有勝溪死亡雄鳥的領域被新個體取代的時間在2月下旬，是當地黃魚鴉的產卵期，因此這個時期可能也是黃魚鴉領域衝突的高峰期。死亡雄鳥的陳屍地點靠近有勝溪上游的領域邊界，再往上游的溪流變得很窄，也接近當地優勢魚種苦花的海拔上限(楊正雄個人通訊)，因此我們認為有勝溪上游可能不足以維持一個黃魚鴉的繁殖領域，但也許會有游離個體存在。此外有勝溪上游的思源啞口是一個鞍部地形，另一邊是蘭陽溪的上游，因此不排除新個體是從蘭陽溪往上游翻越鞍部進入有勝溪。

Jenkins and Jackman (2006)對白頭海鷗有長期的研究，他們指出白頭海鷗一生中不會更換領域，因此若配偶換人就代表元配偶死亡。黃魚鴉因為是夜行性且活動範圍大，直接的行為觀察並不容易，我們利用無線電追蹤才發現這個疑似成體相殘和領域替換的案例。有關貓頭鷹的成體相殘報導非常少(e.g. Fisher 1975)，這個案例也許可以協助我們了解這些夜行猛禽的領域替換模式，並且暗示黃魚鴉可能面臨領域或巢位資源不足的問題。

二、F168 死因探討

有勝溪雌鳥 F168 是本研究追蹤最久的一隻個體，歷經三次繁殖，卻在第三次繁殖的時候棄巢，幾天後被發現陳屍溪邊。由於其無明顯外傷且胸肌消瘦，顯示死前有進食不正常的狀況。根據 F168 在 4 月 6 日棄巢前的監視器錄影畫面，F168 的配偶 M141 兩天內僅攜回一隻蟾蜍，而根據武陵氣象站資料，4/5 單日累積雨量 89 mm，是這個季節少見的大雨等級，武陵地區上一次在春季的類似大雨是在 2009 年 3 月 7 日的 81.5 mm，可能因此溪水變濁覓食不易，且之後從 4/6 日起日均溫還一路降低(圖 40)。根據上述氣象資料，4/6 日前後孵雛中的 F168 遭遇到的是先大雨後低溫的狀況，且可能連續好幾日的進食量都非常少，然而以黃魚鴉這麼大體型的猛禽，這種等級的惡劣天氣和飢餓應該還不至於危及生命，可能是其本身健康已出現狀況，才會無法度過這個難關。

三、F168 體內的農藥殘留

高山農業不僅破壞濱岸植群，農藥和肥料也會隨著雨水沖刷流入河川，汙染水質，有毒物質並透過食物鏈的傳遞和累積(即生物累積作用 Bioaccumulation)，對高階消費者產生健康威脅，因此 Henny et al.(2009)指出食魚鳥類可作為監測和評估水質汙染對生物影響的重要指標。生物累積作用最知名的例子是 DDT 的毒害，DDT 是一種有機氯殺蟲劑，1940 年代瘧疾、傷寒和霍亂等流行病盛行，DDT 因殺蟲效果好且便宜，曾在全球廣泛使用，但性質穩定不易分解，且容易囤積在

動物脂肪中，在美國長島地區的研究發現，鷗鷺(*Phalacrocorax carbo sinensis*)體內 DDT 的累積濃度是當地浮游生物的 660 倍(Dirksen et al. 1995)。DDT 會導致鳥類蛋殼變薄無法繁殖，美國國鳥白頭海鷗(*Haliaeetus leucocephalus*)幾乎因此滅絕，自 1970 年代後，多數國家已明令禁止或限制生產和使用 DDT(Henny and Elliott 2007)。

梨山菜農大部分是租地耕作，為講求產量和收入效益，菜農均採集約和連作栽培以致需施用大量肥料和農藥，每公頃的肥料用量為推薦用量的 10 倍之多(賴文龍 1999)。陳鴻烈等(2003)檢驗德基水庫的水質，即驗出 4 種農藥殘留，包括 DDT、美文松(Mevinphos，有機磷殺蟲劑)、2,4-D(殺草劑)、鋅錳乃浦(Mancozeb，殺菌劑)。除了農藥，德基水庫總氮和總磷污染物也都超過甲類河川水質標準，是導致優養化的主因，因此陳鴻烈等(2003)表示德基水庫上游集水區的農業活動已嚴重污染水質，應進行嚴格管制。

針對七家灣溪不同土地利用型態對水質污染程度的調查，發現菜田排出的含氮污染物(2698.1 kg/ha/yr)程度遠高於果園(124.16 kg/ha/yr)(李宗祐 2010)，而設置濱岸的植生緩衝帶對緩衝或過濾污染物，防止其進入溪流有顯著的效果(王敏昭 2003；韓孟志 2004；李宗祐 2010)。雪霸國家公園近年來逐步推動武陵地區農地廢耕造林，並積極設置和復育濱岸的植群帶(蔡尚惠和郭礎嘉 2008)，1996-2005 年的水質監測結果發現，七家灣溪原本有部分區段屬於輕度至中度污染，已改善至僅少數區段有輕度污染(官文惠等 2007)，2008 年針對七家灣溪底泥和臺灣櫻花鉤吻鮭及臺灣鏟頰魚進行農藥殘留檢測，結果無論在底泥或魚肉組織及肝臟皆無法檢測出目前衛生署已公告之 195 項農藥殘留(官文惠等 2008；林幸助等 2008)，顯見七家灣溪水質改善的成效。然而七家灣溪僅佔德基水庫集水區的一小部分，官文惠等(2007)指出在有勝溪設立的對照樣站，十餘年來的污染程度皆高於七家灣溪的所有樣站。

F168 體內驗出 5 種農藥殘留，其中 DDE 和 DDD 是 DDT 的衍生物，這 5 種農藥都因為會造成長效性環境污染，政府在 1970 年代已禁用(歷年政府禁用農

藥一覽表 <http://www.tactri.gov.tw/wSite/public/Data/f1383104591911.pdf>)，但在環境中仍有殘留。文獻指出當遊隼(*Falco peregrinus*)體內 DDE 濃度超過 1.5 ppm 繁殖力就會降低，而當白尾海鵬體內地特靈的濃度達到 3.6 ppm 就會造成中毒(Henny and Elliott 2007)。雖然 F168 體內驗出的農藥濃度並不高(附件 2)，應不至於對健康有立即性的傷害，但黃魚鴉是臺灣溪流生態系的頂端消費者，環境毒物經過生物累積產生的威脅仍值得重視，並且也證實這些長效性農藥依然存在於環境之中。F168 體內八大重金屬的濃度都在正常範圍內，不過此農藥和重金屬檢驗因為樣本數只有一隻，當地黃魚鴉和其他頂端掠食者是否受到農藥汙染影響尚無定論。

第五章 結論與建議

過去 5 年間，本團隊在黃魚鴉研究上有諸多進展，包過首次在野外成功捕捉繫放、首次發現在中海拔地區的繁殖巢樹、首次以監視攝影機完整記錄繁殖過程、首次追蹤離巢幼鳥的播遷行為、首次記錄配偶更替以及首次進行體內殘留農藥和重金屬檢測等等，對武陵地區黃魚鴉的生活史已描繪出大致的輪廓。然而黃魚鴉活動範圍大、族群密度低，加上夜行性難以直接目視觀察，因此即使花費許多人力物力，獲得的資料和樣本數仍然有限，是較為遺憾之處。

有別於低海拔地區的黃魚鴉是使用附生蕨類為巢，武陵地區是以大樹和大型枯立木為巢，顯示濱岸原始森林對黃魚鴉的重要性。然而當地濱溪土地農業開墾嚴重，還有大面積的二葉松林，二葉松因其經常發生火燒的特性，難以生長成夠大的大樹，因此大樹不足可能是當地黃魚鴉面臨的潛在危機。此外，本研究也發現黃魚鴉體內有長效性農藥殘留，高山農業對溪流的汙染是否會造成生態系頂端掠食者的健康風險值得後續追蹤。

近年來因氣候變遷，極端氣候發生的頻率也隨之增加，頻繁的洪水對溪流生態系的影響非常需要關注。黃魚鴉以水棲生物為食，洪水不僅會造成溪流生物族群減少，混濁的溪水也會導致覓食困難，本研究即發現一起黃魚鴉疑似因惡劣氣候致死的案例。根據過去在烏來的研究經驗，黃魚鴉較常在洪水期間前往養鱒場覓食，顯示養鱒場成為洪水期間替代的食物來源，因此以人為方式設置「保育池魚」，用以協助黃魚鴉度過極端氣候是未來可思考的方向。

此外，台灣南部地區在 2009 年莫拉克颱風過後，溪床拓寬濱岸森林流失，大量土石堆積導致多處溪水成為伏流，山區溪流環境改變非常劇烈，黃魚鴉在南部溪流的族群現況十分堪慮，未來應優先進行調查。

本研究相關建議如下：

一、立即可行之建議

武陵地區原始林殘破有其歷史因素，當地黃魚鴉領域競爭強烈可能跟繁殖巢樹不足有關，建議短期可以提供人工巢箱以彌補天然巢樹之不足，並方便繁殖相關資料收集，必要時並可在巢箱上裝置攝影機進行即時轉播繁殖概況。

二、長期性建議

七家灣溪近年來農地廢耕造林成效顯著，但有勝溪農業活動依舊發達，為保護黃魚鴉的棲地，建議逐步將有勝溪納入雪霸國家公園範圍。

參考書目

- 王嘉雄、吳森雄、黃光瀛、楊秀英、蔡仲晃、蔡牧起、蕭慶亮 (1991) 臺灣野鳥圖鑑。亞舍圖書有限公司。
- 王敏昭 (2003) 七家灣溪沿岸土地各利用型態對溪流生態影響之研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 呂金誠 (2002) 武陵火燒後植群變化之研究。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 呂金誠 (1990) 野火對臺灣主要森林生態系影響之研究。國立中興大學植物學研究所博士論文。
- 李芬蘭 (1986) 盤古蟾蜍的行為研究。國立臺灣師範大學生物學研究所碩士論文。
- 李宗祐 (2010) 整合觀測及模擬分析土地利用改變對七家灣溪水質、水溫影響之研究。國立臺灣大學生物環境系統工程學研究所博士論文。
- 吳海音 (2008) 思源埡口地區野生動物生態監測。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 林務局 (1995) 第三次臺灣森林資源與土地利用調查—野生動物資源調查。臺灣省政府農林務局。
- 林文隆、曾惠芸、王穎、陳明德 (2008) 喜馬拉雅林鴉(*Strix newarensis*)繁殖生態學：繁殖、食性與捕食行為描述。特有生物研究10：13-24。
- 林志融 (2004) 棲地適宜性分析應用於生態廊道規劃之研究-以山羌及有勝溪流域為例。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 林幸助、蘇美如、張揚祺、徐崇斌、王一匡、林良瑾、黃秋平 (2008) 武陵地區長期生態監測暨生態模式建立-藻類、生態模式建構與資料整合。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 林朝欽 (1992) 臺灣地區國有林之森林火分析(1963-1991年)。林業試驗所研究報告 7:169-178。
- 官文惠、呂佩珊、江美貞、林彥均、陳淳圓、鄭宗誠、盧麒丞、蕭翔懌 (2007) 武陵地區長期生態監測暨生態模式建立-水質研究。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 洪孝宇 (2007) 黃魚鴉在臺灣的分布模式。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。
- 洪泉旭 (1993) 臺灣二葉松林火燒後植群生態之研究。國立中興大學森林學系碩士論文。
- 許晃雄、陳正達、盧孟明、陳永明、周佳、吳宜昭 (2011) 臺灣氣候變遷科學報告2011。行政院國家科學委員會。
- 陳恩理 (2003) 臺灣歷年來猛禽研究文獻整理。臺灣猛禽研究。1: 15-28。
- 陳鴻烈、林致立、鄧英慧、黃隆明、鄭慧玲 (2003) 德基水庫和鯉魚潭水庫水質

- 之比較探討。水土保持學報 35:217-228。
- 黑田長禮 (1916) 臺灣產鳥類的珍貴品種。動物學雜誌28:263-264。
- 施纓煜 (1998) 野火影響環山與雪山地區植群之研究。國立中興大學植物學系碩士論文。
- 孫元勳 (2000) 七家灣溪鴛鴦族群、生態研究。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 孫元勳 (2003) 櫻花鉤吻鮭天敵之研究(一)。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 孫元勳 (2004) 櫻花鉤吻鮭天敵之研究(二)。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 孫元勳 (2005) 緣繫黃魚鴉。綠野生態季刊12: 6-7。
- 張士晃 (1994) 哈盆溪臺灣鏟頰魚之族群生態學研究。國立臺灣大學動物學系碩士論文。
- 郭淳茶 (2009) 不同海拔和繁殖棲地對盤古蟾蜍形態之影響。國立嘉義大學森林暨自然資源研究所碩士論文。
- 曾晴賢 (1998) 櫻花鉤吻鮭族群監測和生態調查(一)。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 曾晴賢、陳彥谷 (2012) 武陵地區溪流生態系復育監測與研究—臺灣櫻花鉤吻鮭族群監測與動態分析。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 曾益碩、林文隆 (2010) 臺灣的貓頭鷹。台中縣野鳥救傷保育學會。
- 萬怡 (2009) 臺灣氣候分類與山地氣候之研究。國立臺灣師範大學地理研究所碩士論文。
- 潘怡如 (2006) 台東金崙溪黃魚鴉的食性。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。
- 劉小如 (1987) 黃魚鴉。第354-355頁。A.W. Diamond編著，劉小如、陳奇祿譯。救救我們—從鳥類存亡看人類未來。中華民國自然生態保育協會。
- 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威 (2012) 臺灣鳥類誌(中)。行政院農業委員會林務局。
- 賴靖融 (2003) 環山火燒跡地植群變化之研究。國立中興大學森林學系碩士論文。
- 韓孟志 (2004) 河岸土地使用與植生緩衝帶特性對水質影響之研究--以七家灣溪濱水區為例。中國文化大學景觀學系碩士論文。
- 蔡尚惠、廖冠茵、曾喜育、王志強、陳泰安、廖泓懿、林志明、鍾文娟、蘇培凱、林誕資、鄭朝正 (2012) 武陵地區溪流生態系復育監測與研究—濱岸植群監測。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 蔡尚惠、郭礎嘉 (2008) 武陵地區長期生態監測暨生態模式建立-濱岸植群研究。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 劉崇瑞、蘇鴻傑 (1978) 大甲溪上游臺灣二葉松天然林之群落組成及相關環境因子之研究。臺大實驗林研究報告121:207-239。
- 盧重成 (2008) 七家灣溪非昆蟲底棲無脊椎動物。雪霸國家公園管理處委託研究

報告。

- Aebischer, A., P. Nyffeler, and R. Arlettaz. 2010. Wide-range dispersal in juvenile Eagle Owls (*Bubo bubo*) across the European Alps calls for transnational conservation programmes. *Journal of Ornithology* 151:1-9.
- Anderson, M. and R. A. Norberg. 1981. Evolution of reversed sexual size dimorphism and role partitioning among raptors, with a size scaling of flight performance. *Biological Journal of the Linnean Society* 15:105-130.
- Blakesley, J.A., A.B. Franklin, and R.J. Gutierrez. 1992. Spotted owl roost and nest site selection in northwestern California. *Journal of Wildlife Management* 56: 388-392.
- Bullock J.M., R.E. Kenward, and R.S. Hails (eds). 2002. *Dispersal ecology*. Blackwell, Oxford, UK.
- Cadahía, L, P. López-López, V. Urios, and J.J. Negro. 2008. Estimating the onset of dispersal in endangered Bonelli's eagle *Hieraetus fasciatus* tracked by satellite telemetry: a comparison among methods. *Ibis* 150:416-420.
- Clements, J.F., J. Diamond, A. White, and J.W. Fitzpatrick. 2010. *The Clements Checklist of Birds of the World*. 6.5th. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Clobert J., E. Danchin, A.A. Dhont, J. Nichols(eds). 2001. *Dispersal-causes, consequences and mechanisms of dispersal at the individual, population and community level*. Oxford University Press, Oxford.
- Delgado, M. M. and V. Penteriani. 2007. Vocal behaviour and neighbour spatial arrangement during vocal displays in Eagle Owls (*Bubo bubo*). *Journal of Zoology* 271:3-10.
- Dirksen, S., T.J. Boudewijn, L.K. Slager, and R.G. Mes. 1995. Reduced breeding success of cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in relation to persistent organochlorine pollution of aquatic habitats in the Netherlands. *Environment Pollution* 88: 119-132.
- Duncan, J.R. 2003. *Owls of the world: their lives, behavior and survival*. Firefly Books Press, N.Y., U.S.A.
- Dykhan, M.B. and A.A. Kisleiko. 1988. Number and distribution of Blakiston's Fish Owls on Kunashir Island during the breeding period. Pages 29–32 in N.M. Litvinenko [ED.], *Rare birds of the Russian Far East and their protection*. Dalnevostochnoe Otdeleniye Akademii Nauk SSSR, Vladivostok, Russia. (In Russian).
- Finney, S.K., Wanless, S. and Harris, M.P. 1999. The effect of weather conditions on the feeding behaviour of a diving bird, the common guillemot *Uria aalge*. *Journal of Avian Biology* 30: 23–30.
- Fisher, B. M. 1975. Possible intraspecific killing by a Great Gray Owl. *Canadian*

- Field-Naturalist 89:71-72.
- Fogend, M. 1973. Fish-owls, eagle owls and snowy owl. Pages 53-85 in J.A. Burton, (ed), Owl of the world: their evolution, structure, and ecology. A. W. Visual Library, N. Y.: U.S.A
- Gadgil, M. 1971. Dispersal: population consequences and evolution. Ecology 52: 253-261.
- Greenwood, P.J. and P.H. Harvey. 1982. The natal and breeding dispersal of birds. The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 13: 1-21.
- Grieco, F. 2002. Time constraint on food choice in provisioning blue tits, (*Parus caeruleus*): the relationship between feeding rate and prey size. Animal Behaviour 64:517-526.
- Hayashi, Y. 2009. Close inbreeding in Blakiston's Fish-owl (*Ketupa blasitoni*). Journal of Raptor Research 43:145-148.
- Henny, C.J. and J.E. Elliott. 2007. Toxicology. Pages 329-350 in D.M. Bird and K. L. Bildstein (eds.) Raptor research and management techniques. Raptor Research Foundation, Washington, D.C. USA.
- Henny, C.J., J.L. Kaiser, and R.A. Grove. 2009. PCDDs, PCDFs, PCBs, OC pesticides and mercury in fish and osprey eggs from Willamette River, Oregon (1993, 2001 and 2006) with calculated biomagnification factors. Ecotoxicology 18:151-173.
- Howard, W.E. 1960. Innate and environmental dispersal of individual vertebrates. American Midland Naturalist 63: 152-161.
- IPCC. 2013. Fifth Assessment Report. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, World Meteorological Organization.
- Jenkins, J. M. and R. E. Jackman. 1993. Mate and nest site fidelity in a resident population of Bald Eagles. The Condor 95:1053-1056.
- Jenkins, J. M. and R. E. Jackman. 2006. Lifetime reproductive success of Bald Eagles in northern California. The Condor 108:730-735.
- Kenward, R. 2001. A manual for wildlife radio tagging. Academic Press, London.
- Klatt, P. H. and G. Ritchison. 1994. The effect of male removal on the vocal behavior and movement patterns of male and female Eastern Screech-owl. The Condor 96: 485-493.
- Kokko, H. and W.J. Sutherland. 1998. Optimal floating and queuing strategies: consequences for density dependence and habitat loss. American Naturalist 152, 354-366.
- König, C., F. Weick, and J.H. Becking. 1999. A guide to the owls of the world. Pica Press, Sussex, UK.
- König, C. and F. Weick. 2008. Owl of the world. Christopher Helm. London, U.K.

- Manly, B.F.J., L.L. McDonald, D.L. Thomas, T.L. McDonald, and W.P. Erickson. 2002. Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies, 2nd edn. Kluwer, Dordrecht.
- Newton, I. 1979. Population ecology of raptors. T. and A. D. Poyser, Berkhamsted, U.K.
- Olsen P., V. Doyle, and M. Boulet. 1998. Variation in male provisioning in relation to brood size of Peregrine Falcons *Falco peregrinus*. Emu 98: 297-304.
- Ontiveros D. and J.M. Pleguezuelos. 2003. Physical, environmental and human factors influencing productivity in Bonelli's eagle *Hieraetus fasciatus* in Granada (SE Spain). Biodiversity Conservation 12:1193-1203
- Penteriani V., M. Ferrer, and M. M. Delgado. 2011. Floater strategies and dynamics in birds, and their importance in conservation biology: towards an understanding of non-breeding in avian populations. Animal Conservation 14: 233-241.
- Penteriani V. and M. M. Delgado. 2011. Birthplace-dependent dispersal: are directions of natal dispersal determined a priori? Ecography 34:729-737.
- Penteriani, V., M. M. Delgado, L. Campioni, and R. Lourenço. 2010. Moonlight makes owls more chatty. PLoS One 5:e8696.
- Rathke, D. and U. Bröring. 2005. Colonization of post-mining landscapes by shrews and rodents (Mammalia: *Rodentia*, *Soricomorpha*). Ecological Engineering 24:149-156.
- Redpath, S.M., R. Clarke, M. Madders, and S. J. Thirgood. 2001. Assessing raptor diet: comparing pellets, prey remains, and observational data at Hen Harrier nests. Condor 103:184-188.
- Ripple, W. J., P. D. Lattin, K. Hershey, F. F. Wagner, and E. C. Meslow. 1997. Landscape composition and pattern around northern spotted owl nest sites in southwest Oregon. The Journal of wildlife management 61:151-158.
- Pukinskii, Y. B. 1973. Ecology of Blakiston's Fish Owl in the Bikin river basin. Byull. Mosk. O-va Ispyt. Prir. Otd. Biol.78:40-47.
- Rutz, C., M.J. Whittingham, and I. Newton. 2006. Age-dependent diet choice in an avian top predator. Proceedings of the Royal Society B 273:579-586.
- Sergio, F. 2003. From individual behaviour to population pattern: weather-dependent foraging and breeding performance in Black kites. Animal Behaviour 66: 1109-1117.
- Sibley, C. G. and B. L. Monroe, Jr. 1990. Distribution and taxonomy of birds of the world. Yale University Press, New Haven & London. 1111 pp.
- Slaght, J. C. and S. G. Surmach. 2008. Biology and conservation of Blakiston's Fish-Owls (*Ketupa blakistoni*) in Russia: a review of the primary literature and an assessment of the secondary literature. Journal of Raptor Research 42:29-37.

- Slagsvold, T. and G. A. Sonerud. 2007. Prey size and ingestion rate in raptors: importance for sex roles and reversed sexual size dimorphism. *Journal of Avian Biology* 38:650-661.
- Smith, J. M. and G. Price. 1973. The logic of animal conflict. *Nature* 246:15-18.
- Soutullo, A., V. Urios, M. Ferrer, and S.G. Peñarrubia. 2006. Post-fledging behaviour in Golden Eagles *Aquila Chrysaetos*: onset of juvenile dispersal and progressive distancing from the nest. *Ibis* 148:307-312.
- Springer, J. 1979. Some sources of bias and sampling error in radio triangulation. *The Journal of Wildlife Management* 43:926-935.
- Sun, Y. 1996. Ecology and conservation of Tawny Fish-Owl in Taiwan. Ph.D. dissertation, Texas A&M University, College Station. TX, U.S.A.
- Sun, Y., Y. Wang, and K. A. Arnold. 1997. Notes on a nest of Tawny Fish-Owls at Sakatang Stream. Taiwan. *Journal of Raptor Research* 31:387-389.
- Sun, Y. and Y. Wang. 1997. Tawny fish owl activity pattern. *Wilson Bull.* 109 : 377-381.
- Sun, Y., Y. Wang, and C. Lee. 2000. Habitat selection by tawny fish owl (*Ketupa flavipes*) in Taiwan. *Journal Raptor Research* 34:102-107.
- Sun, Y., H. WU, and Y. Wang. 2004. Predation by Tawny Fish-Owls at fish farms in Taiwan. *Journal of Raptor Research* 38: 326-333.
- Surmachs, S.G. 1998. Present status of Blakiston's fish owl (*Ketupa blakistoni*) in Ussuriland and some recommendations for protection of the species. *Report of the Pro Natura Foundation* 7:109-123.
- Surmach, S. G. 2008. Biology and conservation of in Russia: a review of the primary literature and an assessment of the secondary literature. *Journal of Raptor Research* 42:29-37.
- Village, A. 1983. The role of nest-site availability and territorial behaviour in limiting the breeding density of kestrels. *The Journal of Animal Ecology* 52:635-645.
- Voous, K. H. 1988. Owls of the northern hemisphere. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Whitfield, D.P., A.H. Fielding, D.R.A. Mcleod and P.F. Haworth. 2004. Modelling the effects of persecution on the population dynamics of golden eagles in Scotland. *Biological Conservation* 119: 319-333.
- Wiens, J.A. 2001. The landscape context of dispersal. In Clobert, J., Danchin, E., Dhondt, A.A. & Nichols, J.D. (eds) *Dispersal-Causes, Consequences and Mechanisms of Dispersal at the Individual, Population and Community Level*: 96-109. Oxford: Oxford University Press.
- Worfolk, T. 1999. Tawny fish-owl. Pages 193-194 in J. Del Hoyo, A. Elliott, and J.Sargatal (eds.), *Handbook of the birds of the world*. Vol. 5. Lynx Edicions,

Barcelona, Spain.

Wu, H, Y. Sun, Y. Wang, and Y. Tseng. 2006. Food habits of Tawny Fish-Owls in Sakatang Stream. Taiwan. *Journal of Raptor Research* 40: 111-119.

表 1、黃魚鴉繫放個體的追蹤概況。

環號	左右腳	捕捉地點	繫放日期	結束追蹤	追蹤時間	定位點數	最後狀態
F168	右	七家灣溪	2009/08/12	2013/04	3年8個月	688	死亡(疑似營養不良)
F117	右	有勝溪	2009/09/27	2009/11	2個月	12	死亡(原因不明)
M117	左	有勝溪	2010/03/10	2011/02	1年	356	死亡(疑因爭奪領域)，領域被 M141 取代
M199	右	有勝 a 巢	2010/05/27	2010/09	4個月	56	發報器脫落
M200	左	有勝 a 巢	2010/05/25	2010/07	2個月	4	發報器脫落，2013/05 在橫流溪被目擊
F137	右	七家灣溪	2010/09/02	2014/02	3年6個月	407	發報器脫落
M141	左	有勝溪	2011/03/20	2011/09	6個月	142	發報器脫落
M141	左	有勝溪	2013/03/07	2014/01	11個月	36	疑似發報器脫落(未尋獲)
M138	左	七家灣溪	2011/03/24	2011/9	6個月	98	發報器脫落
M138	左	七家灣溪	2011/11/14	2012/10	11個月	94	疑似死亡(未尋獲)，領域被新個體取代
F135	右	七家灣溪	2011/11/22			94	持續追蹤
136	右	有勝 b 巢	2012/05/11			63	持續追蹤
139	右	七家灣巢	2013/05/24			40	持續追蹤

表 2、黃魚鴉繫放個體形質資料。

編號	年齡	性別	重量	全長	自然翼長	翼展	尾長	全頭長	喙長	喙高	喙寬	跗蹠長
F168	成鳥	母	2.31	543	460	1510	225	105.3	32.5	26.6	17.8	97.7
F117	成鳥	母	2.22	565	438	1380	210	102.9	31.5	23.8	-	83.2
M117	成鳥	公	2.28	570	430	1530	220	95.2	31.3	23.4	17.1	96.7
M199	新生個體	公	1.45	460	350	1250	160	103	-	-	16.8	82.9
M200	新生個體	公	1.49	490	370	1240	170	97.4	30.1	21.8	17	82.5
F137	成鳥	母	2.40	570	445	1530	226	103.1	32.6	25.0	-	92.0
M141	成鳥	公	2.29	600	450	1490	230	99.0	32.5	24.7	-	86.5
M138	成鳥	公	2.15	600	441	1520	225	94.9	-	23.7	-	72.4
F135	成鳥	母	2.23	565	431	1535	216	98.7	32.1	23.5	16.7	91.2
136	新生個體	?	1.40	520	340	1315	175	96	30	22.3	18.3	83.5
139	新生個體	?	1.45	420	290	-	122	91.8	29.1	21.3	-	76.5

*重量單位為 kg，長度單位 mm

表 3、武陵地區黃魚鴉繁殖概況。

年代	使用巢位	雌鳥	雄鳥	窩卵數	離巢數	備註
2010	有勝 a 巢	F168	M117	2	2	2011 年 M117 死亡
2012	有勝 b 巢	F168	M141	1	1	
2013	有勝 a 巢	F168	M141	2	0	F168 棄巢，數日後證實死亡
2013	七家灣巢	F137	-	1	1	雄鳥未捕捉

表 4、2010 至 2013 年的巢位概況。

巢位代號	使用年份	繁殖領域	巢樹樹種	胸徑	巢高	離溪距	坡向	海拔
有勝 a 巢	2010、2013	有勝領域	二葉松	1.2	11	125	北	1830
有勝 b 巢	2012	有勝領域	臺灣黃杉	1.3	12	425	西北	1920
七家灣巢	2013	七家灣領域	臺灣黃杉	1.2	10	30	西北	1710

*單位: m

表 5、三巢黃魚鴉育雛食性總表。

獵物	2010 年有勝巢			2012 年有勝巢			2013 年七家灣巢			三年總計														
	雄鳥	雌鳥	合計	雄鳥	雌鳥	合計 ^a	雄鳥	雌鳥	合計	雄鳥	雌鳥	合計 ^a												
魚類	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%												
臺灣鏟頰魚	158	(58.7)	25	(17.7)	183	(44.6)	14	(18.4)	7	(25.0)	24	(20.5)	60	(52.2)	26	(50.0)	86	(51.5)	232	(50.4)	58	(26.2)	293	(42.2)
櫻口臺鯪	24	(8.9)	3	(2.1)	27	(6.6)	0		0		0		4	(3.5)	4	(7.7)	8	(4.8)	28	(6.1)	7	(3.2)	35	(5.0)
臺灣櫻花鉤吻鮭	0		0		0		0		0		0		2	(1.7)	1	(1.9)	3	(1.8)	2	(0.4)	1	(0.5)	3	(0.4)
不明	0		0		0		0		0		0		0		1	(1.9)	1	(0.6)	0		1	(0.5)	1	(0.1)
小計	182	(67.7)	28	(19.9)	210	(51.2)	14	(18.4)	7	(25.0)	24	(20.5)	66	(57.4)	32	(61.5)	98	(58.7)	262	(57.0)	67	(30.3)	332	(47.8)
兩棲類																								
盤古蟾蜍	67	(24.9)	103	(73.0)	170	(41.5)	39	(51.3)	17	(60.7)	64	(54.7)	37	(32.2)	18	(34.6)	55	(32.9)	143	(31.1)	138	(62.4)	289	(41.6)
梭德氏赤蛙	0		1	(0.7)	1	(0.2)	1	(1.3)	0		1	(0.9)	2	(1.7)	0		2	(1.2)	3	(0.7)	1	(0.5)	4	(0.6)
斯文豪氏赤蛙	0		0		0		0		0		0		4	(3.5)	0		4	(2.4)	4	(0.9)	0		4	(0.6)
莫氏樹蛙	0		0		0		1	(1.3)	0		1	(0.9)	0		0		0		1	(0.2)	0		1	(0.1)
小計	67	(24.9)	104	(73.8)	171	(41.7)	40	(52.6)	17	(60.7)	65	(55.6)	43	(37.4)	18	(34.6)	61	(36.5)	150	(32.6)	139	(62.9)	297	(42.8)
小型哺乳類																								
黑腹絨鼠	1	(0.4)	1	(0.7)	2	(0.5)	0		0		0		0		0		0		1	(0.2)	1	(0.5)	2	(0.3)
高山白腹鼠	0		0		0		1	(1.3)	0		2	(1.7)	0		0		0		1	(0.2)	0	0.0	2	(0.3)
森鼠	0		0		0		0		0		1	(0.9)	0		0		0		0		0		1	(0.1)
鼬類	0		0		0		0		0		0		4	(3.5)	2	(3.8)	6	(3.6)	4	(0.9)	2	(0.9)	6	(0.8)
不明	12	(4.5)	2	(1.4)	14	(3.4)	2	(2.6)	0		2	(1.7)	1	(0.9)	0		1	(0.6)	15	(3.3)	2	(0.9)	17	(2.4)
小計	13	(4.8)	3	(2.1)	16	(3.9)	3	(3.9)	0		5	(4.3)	5	(4.3)	2	(3.8)	7	(4.2)	21	(4.6)	5	(2.3)	28	(4.0)
鳥類																								
河鳥	1	(0.4)	0		1	(0.2)	0		0		0		0		0		0		1	(0.2)	0	0.0	1	(0.1)
鴛鴦	0		2	(1.4)	2	(0.5)	0		0		0		1	(0.9)	0		1	(0.6)	1	(0.2)	2	(0.9)	3	(0.4)
小計	1	(0.4)	2	(1.4)	3	(0.7)	0		0		0		1	(0.9)	0		1		2	(0.4)	2	(0.9)	4	(0.6)
不明	6	(2.2)	4	(2.8)	10	(2.4)	19	(25.0)	4	(14.3)	23	(19.7)	0	0.0	0	0.0	0	0.0	25	(5.4)	8	(3.6)	33	(4.8)
合計	269		141		410		76		28		117		115		52		167		460		221		694	

^a 包含無法辨認親鳥性別的餵食隻數。

*括號內為所占次數與該年度總帶回隻數的百分比。



圖 1、研究樣區圖。

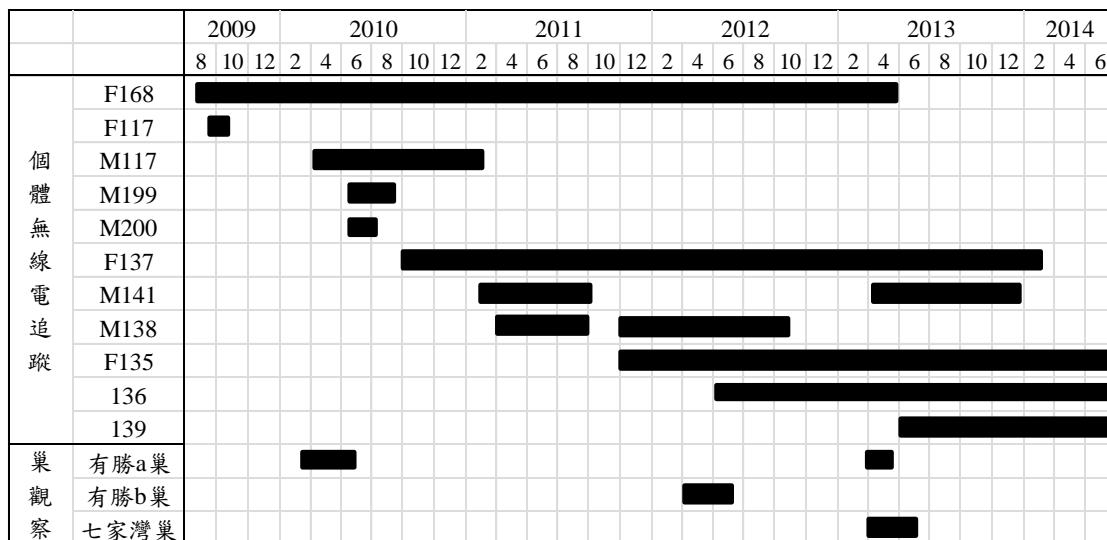


圖 2、研究過程甘特圖。

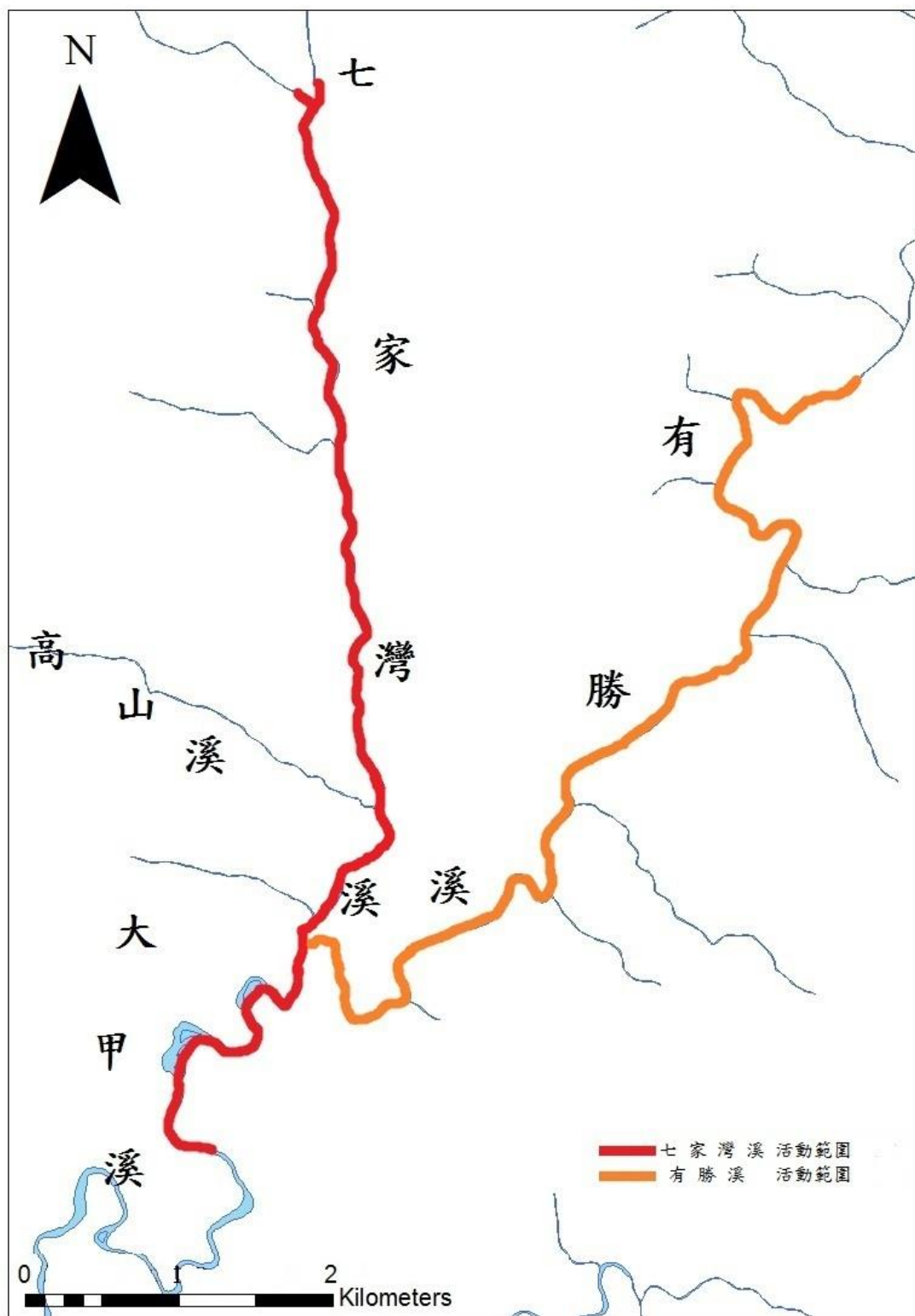


圖 3、武陵地區兩對黃魚鴉的領域範圍。

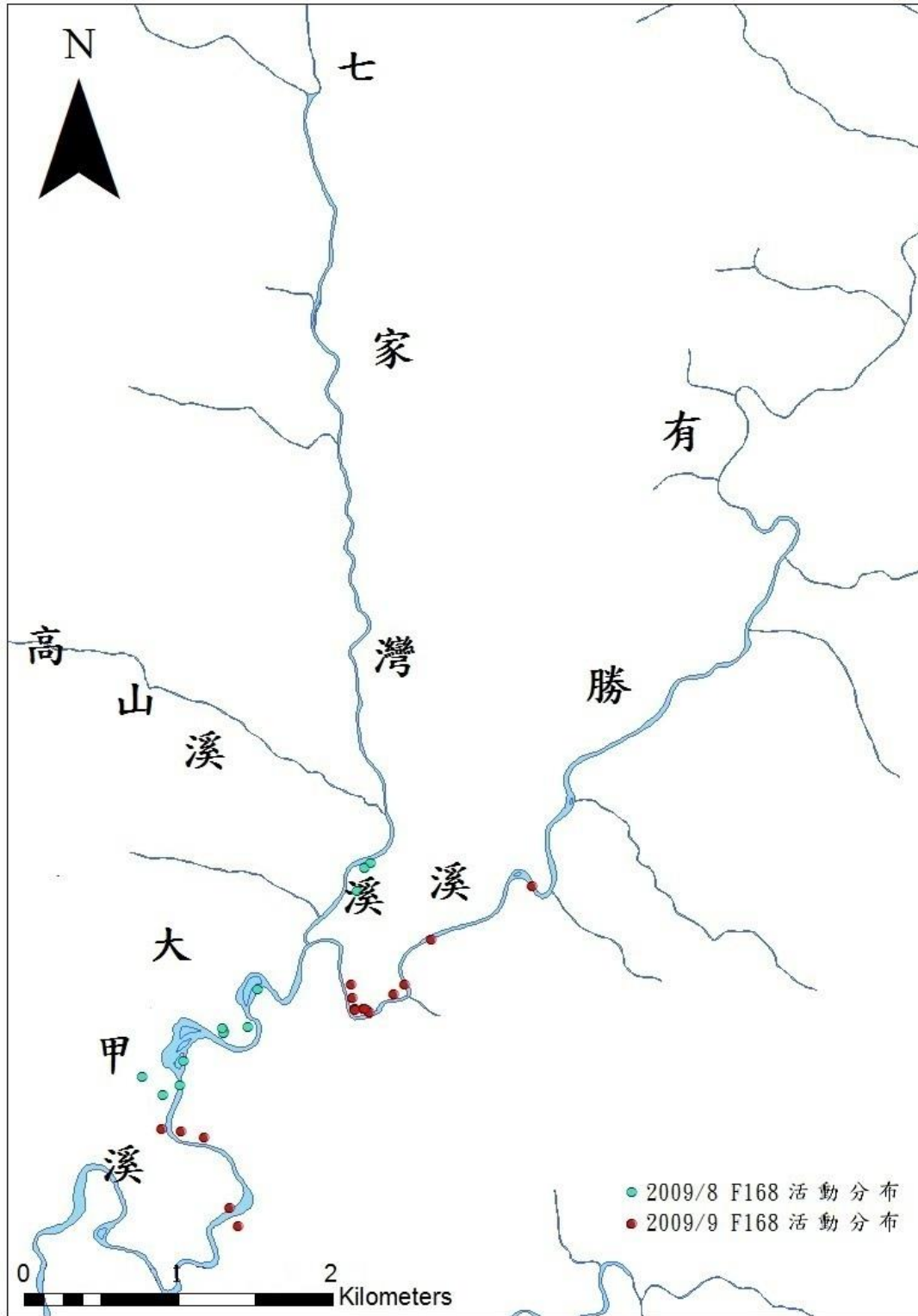


圖 4、2009 年 9 月黃魚鴉雌鳥 F168 的活動範圍從七家灣溪移動到有勝溪(定位點數量: 8 月 11 個, 9 月 14 個)。

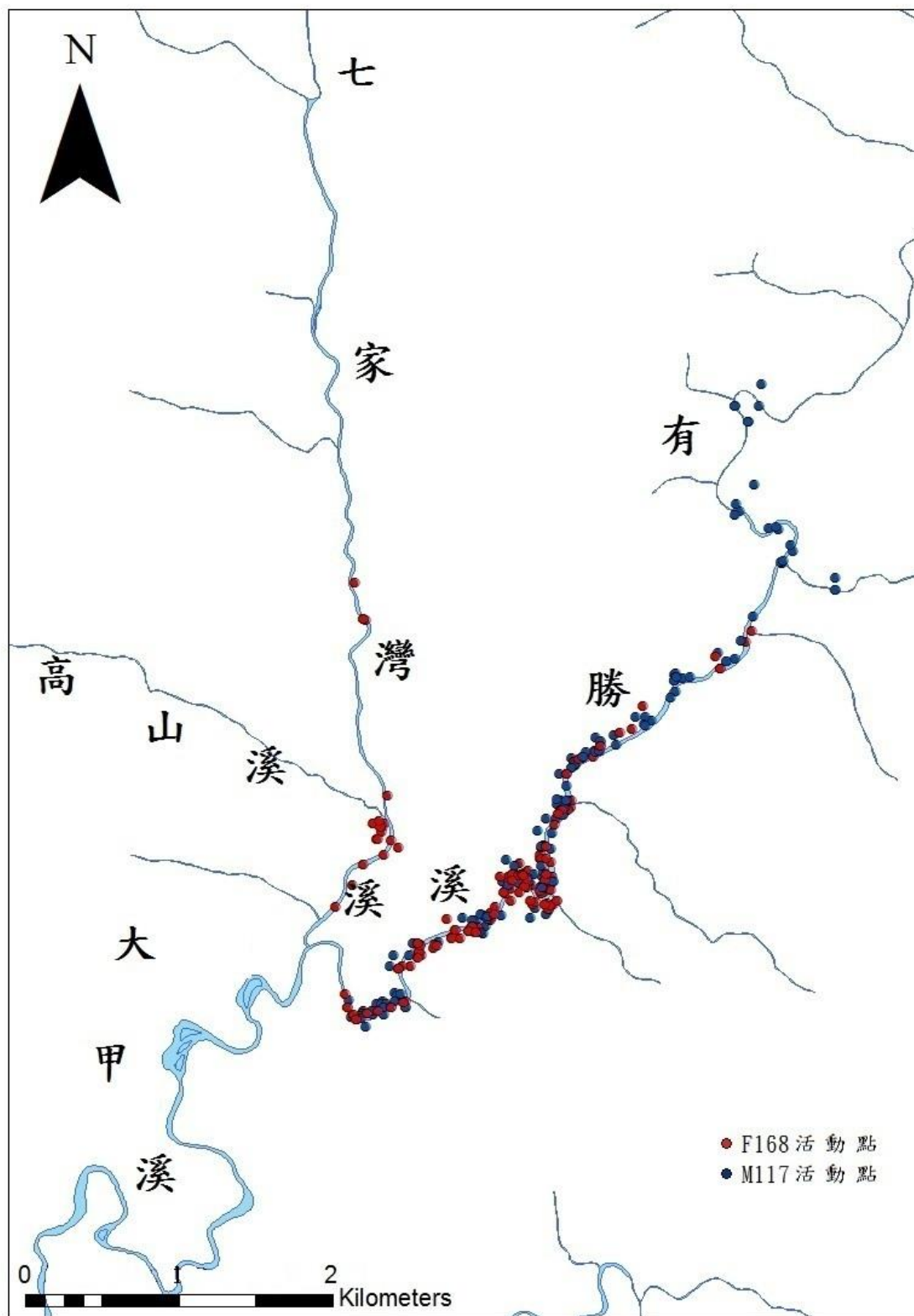


圖 5、有勝溪配對黃魚鴉 F168 和 M117 活動範圍(2010 年 3 月-2011 年 2 月定位點數量，F168: 192 個，M117: 210 個)。

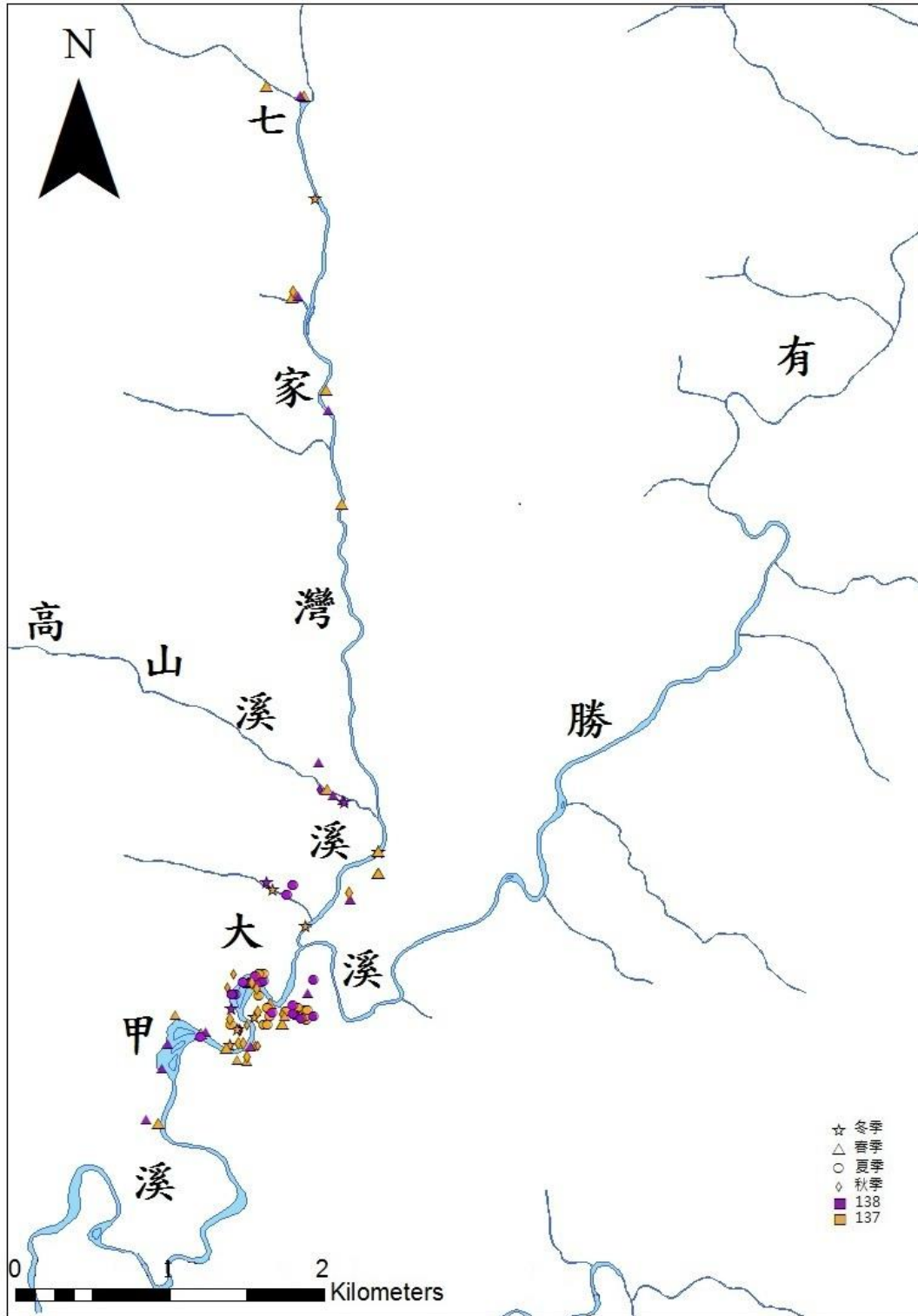


圖 6、七家灣溪配對黃魚鴉 F137、M138 活動範圍 (F137 定位點數:72 個，F138 定位點數 47 個)。

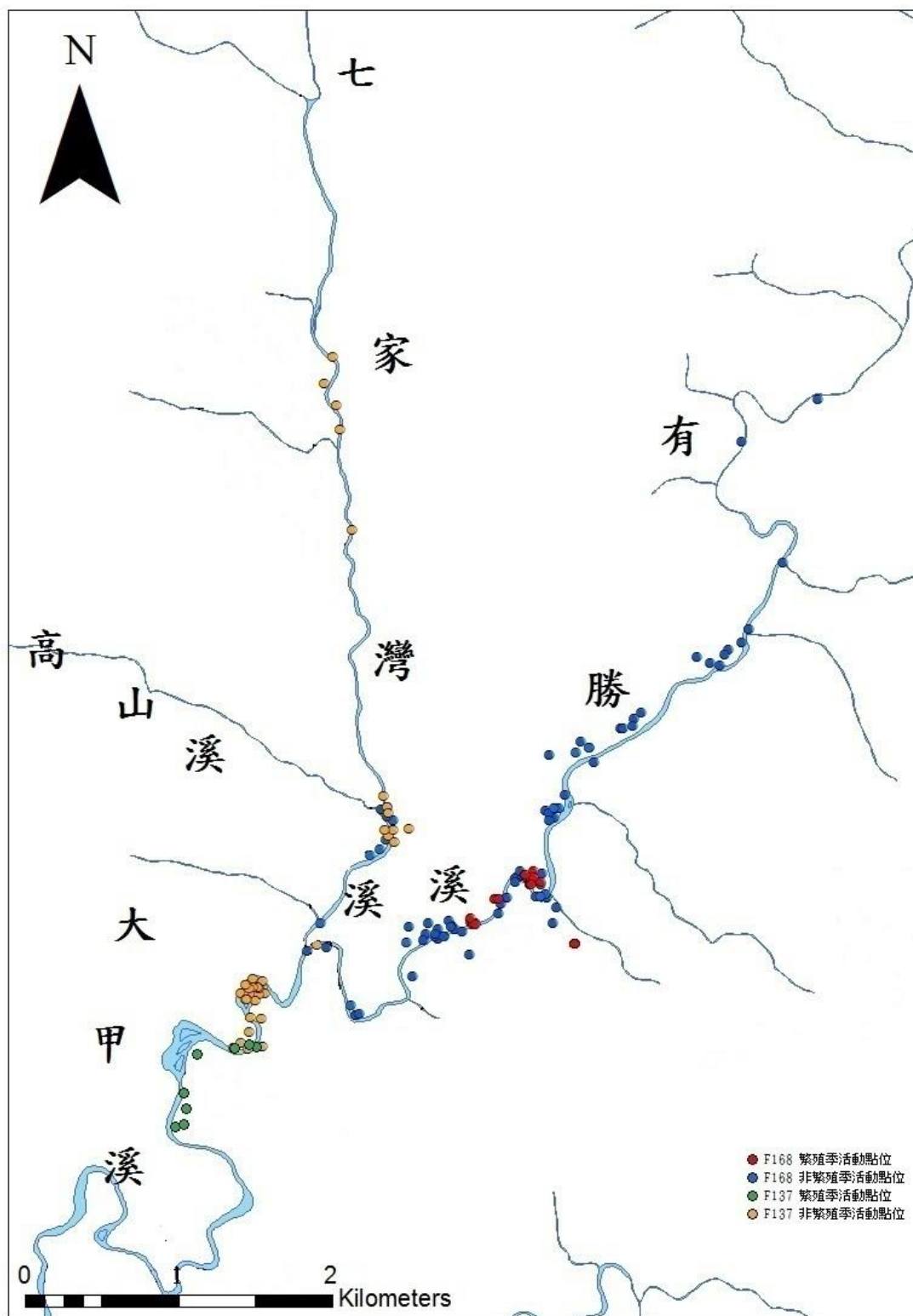


圖 7、黃魚鴉雌鳥在繁殖季(2-6 月)和非繁殖季(7-1 月)的活動範圍差異 (定位點數量: F168 繁殖季 32 個, F168 非繁殖季 67 個, F137 繁殖季 22 個, F137 非繁殖季 41 個)。



圖 8、黃魚鴉雌鳥在繁殖季(2-6月)和非繁殖季(7-1月)的活動範圍並無太大差異(定位點數量: F168 繁殖季 95 個, F168 非繁殖季 109 個, F137 繁殖季 88 個, F137 非繁殖季 70 個)。



圖 9、游離個體 F135 活動範圍(定位點數量:2012 年初 18 個，年中 14 個，2013 年 16 個)。



圖 10、黃魚鴉日棲點分布圖(定位點數量: M117 : 44 個, F168 : 86 個, F138 : 47 個, M137 : 72 個, 135 : 16 個, 136 : 20 個)。

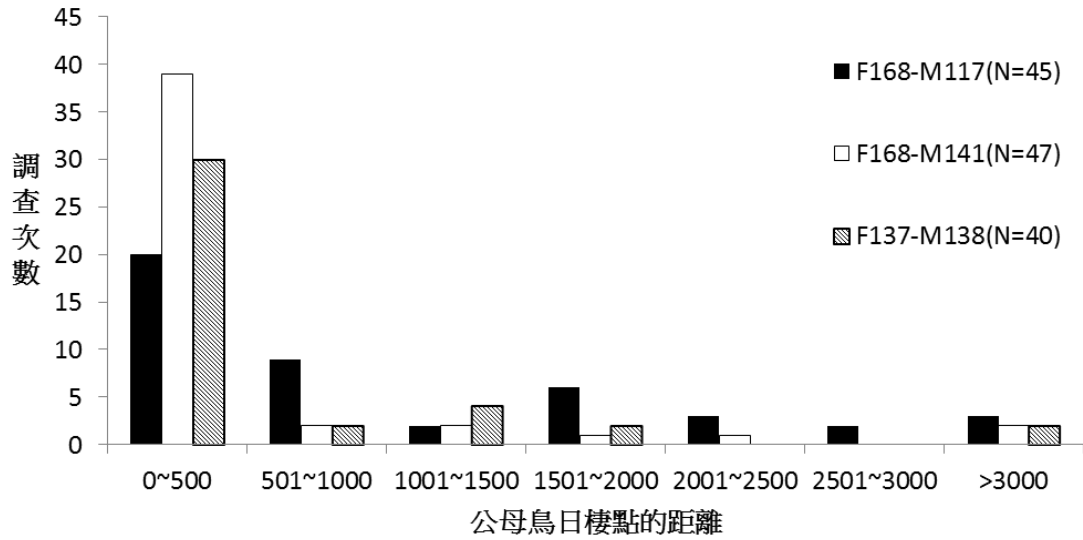


圖 11、武陵配對黃魚鴉雌雄當日日棲點間距(單位: m)。

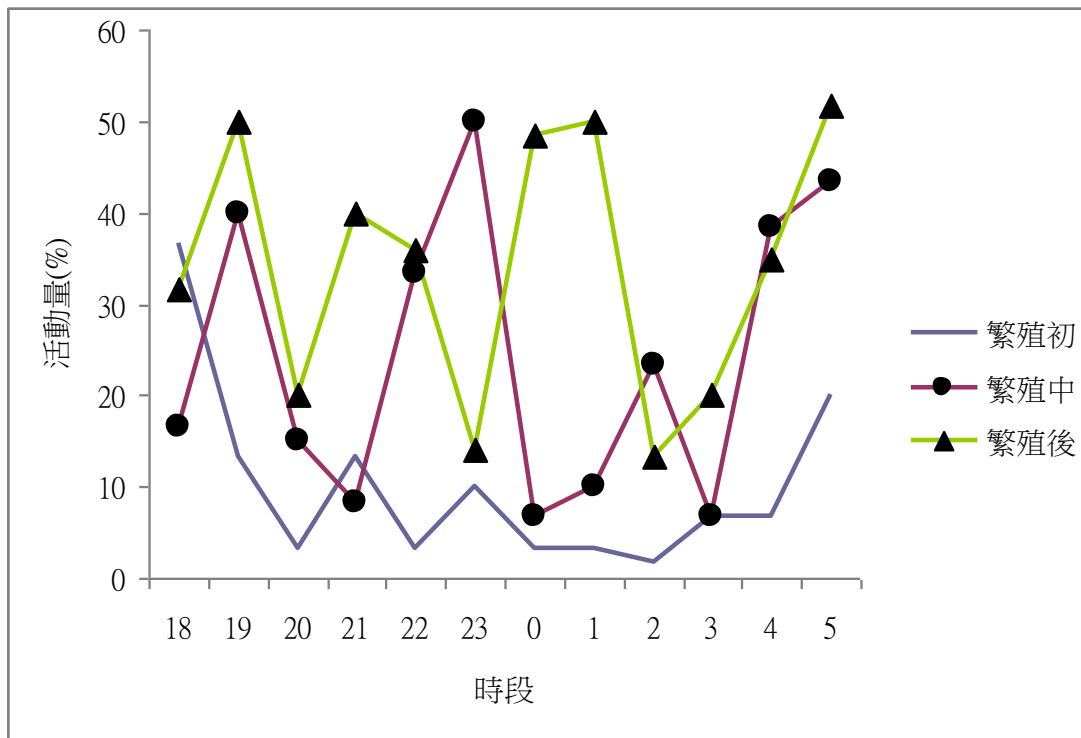


圖 12、有勝溪黃魚鴉雌鳥 F168 的活動模式圖。繁殖初期(3/17)、中期(5/3)，以及繁殖後期(7/13、9/26)。後期兩天資料取平均值。

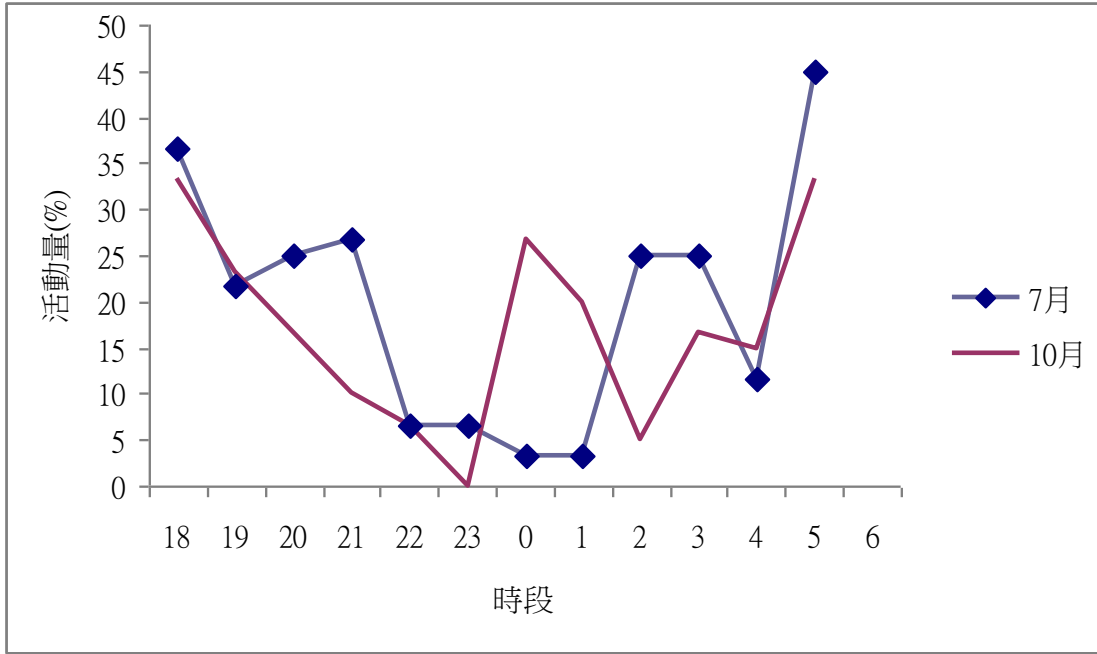


圖 13、七家灣溪黃魚鴉雌鳥 F137 的活動模式圖。各月調查日期：7/11、10/29。

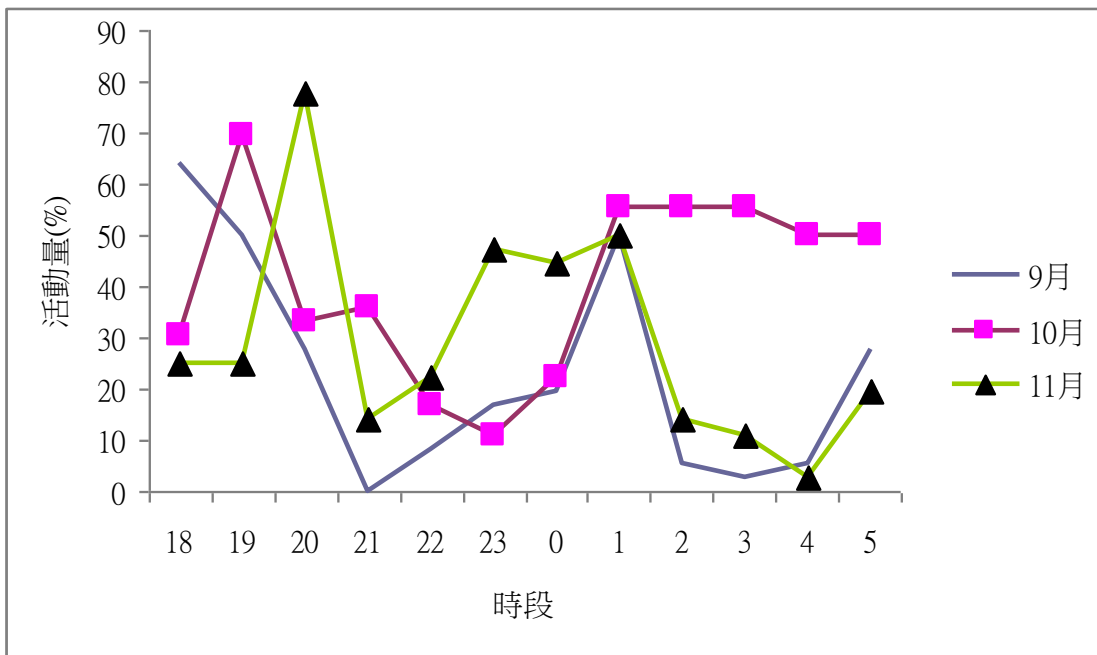


圖 14、游離雌鳥 F136 的活動模式圖。各月調查日期：9/27、10/30、11/14。

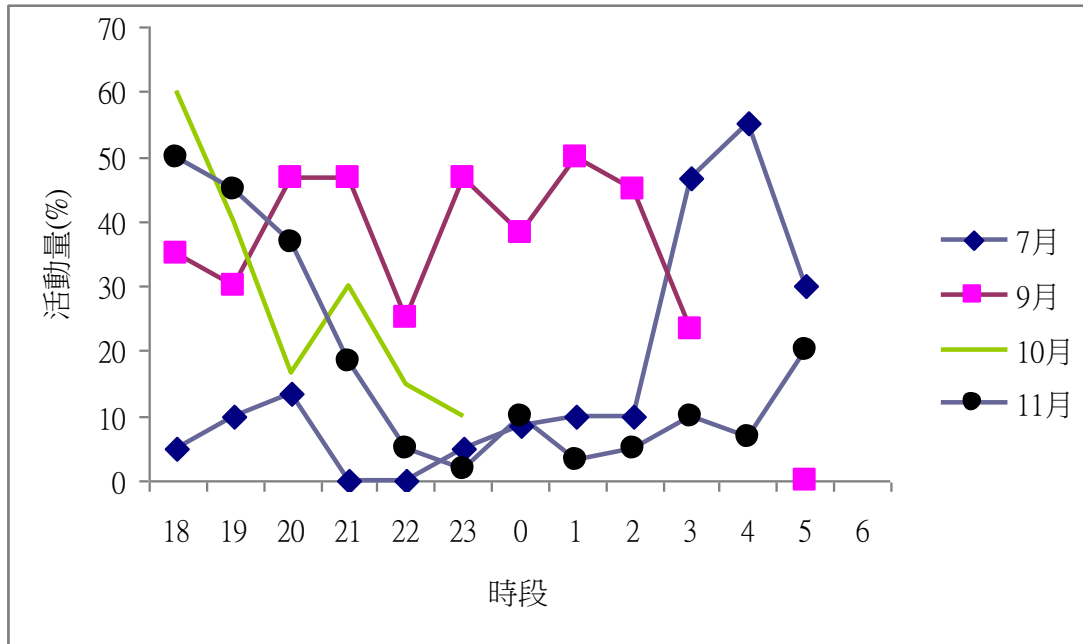


圖 15、2012 年有勝溪幼鳥(代號 135)的夜間活動模式。各月調查日期：7/12、9/25、10/10、11/15。

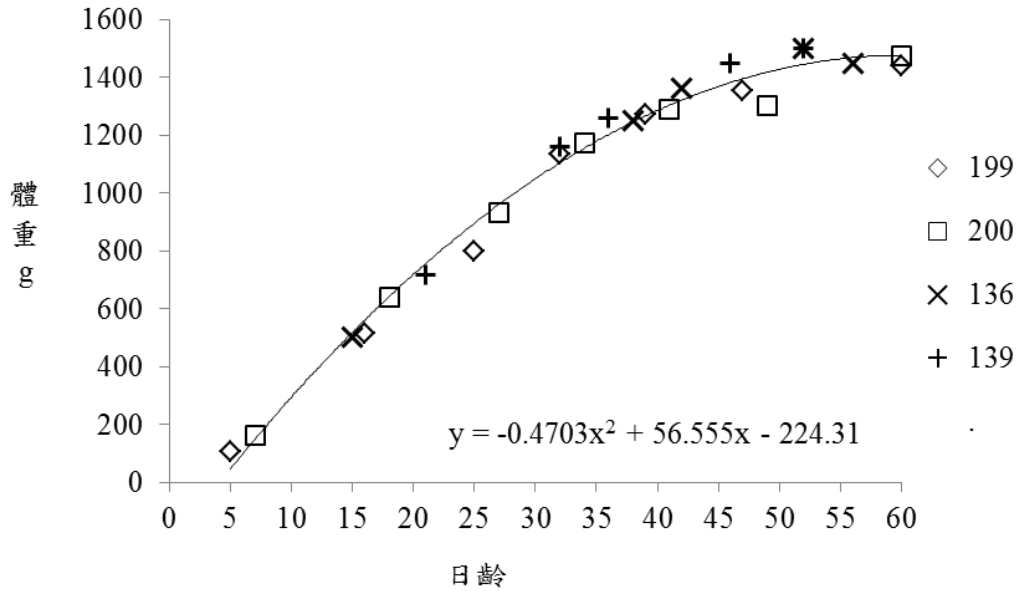


圖 16、武陵黃魚鴉幼鳥體重與日齡關係圖。

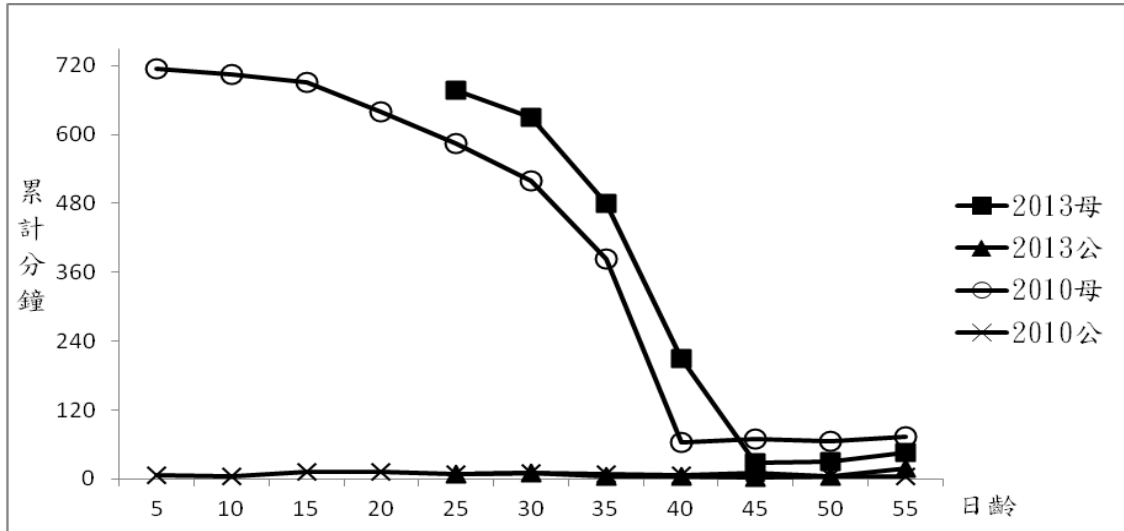


圖 17、黃魚鴉親鳥育雛期間在巢中停留時間的日變化。

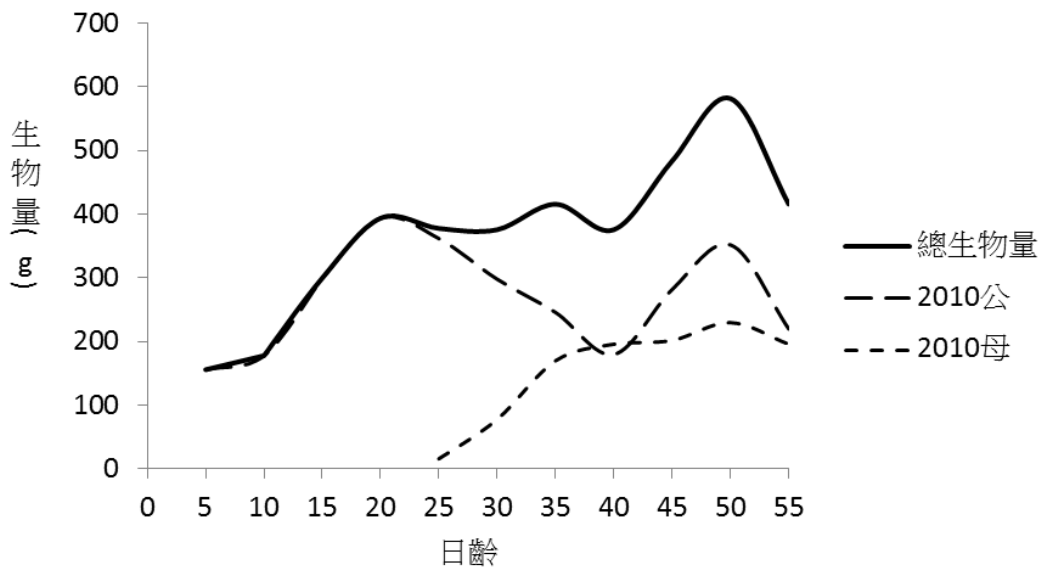


圖 18、2010 年黃魚鴉親鳥育雛期間每日平均餵食的生物量變化。

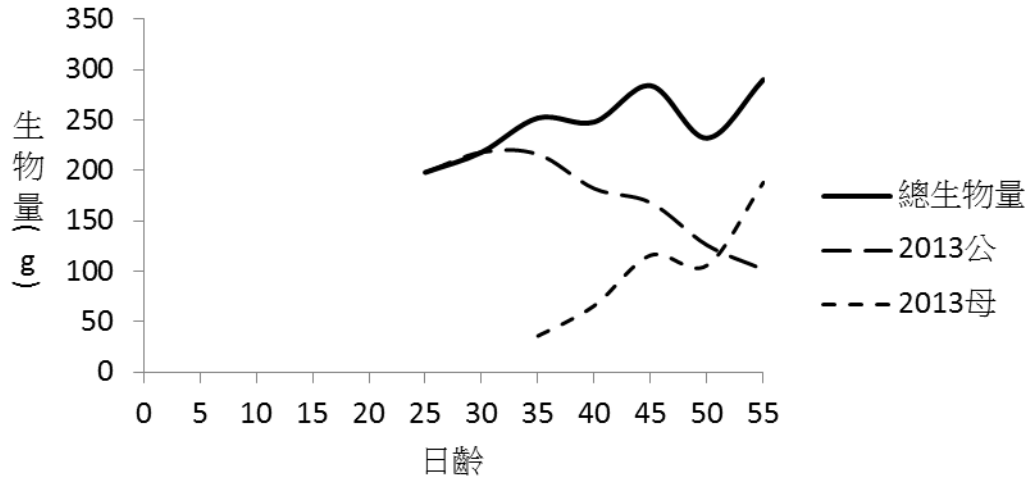


圖 19、2013 年黃魚鴉親鳥育雛期間每日平均餵食的生物量變化。

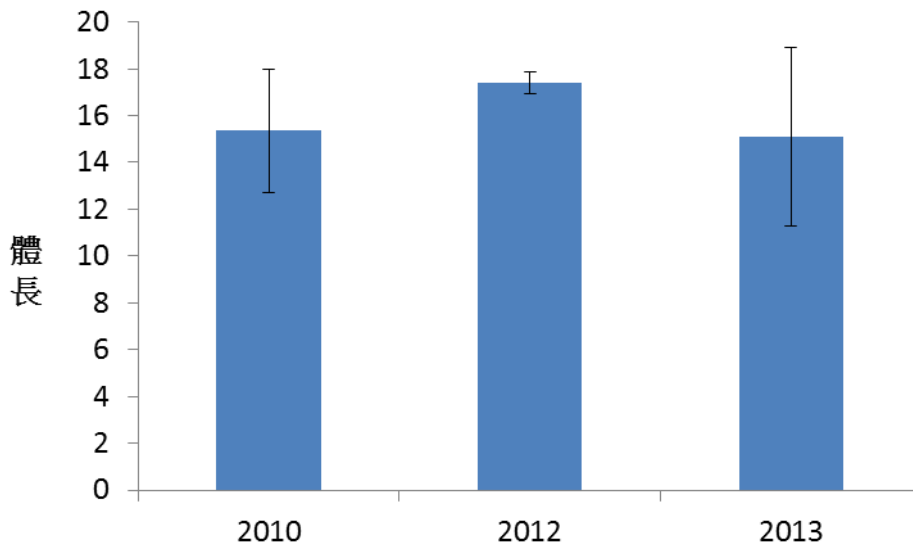


圖 20、三個黃魚鴉巢在育雛後期(40-60 日齡)捕捉臺灣鏟頰魚體長(mm)之比較。

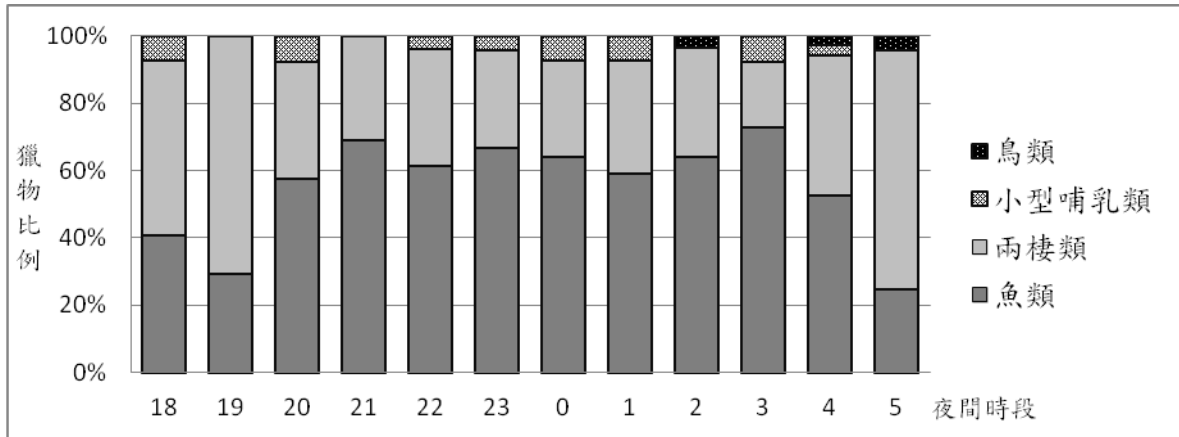


圖 21、2010 年黃魚鴉親鳥餵雛食性之時段變化。

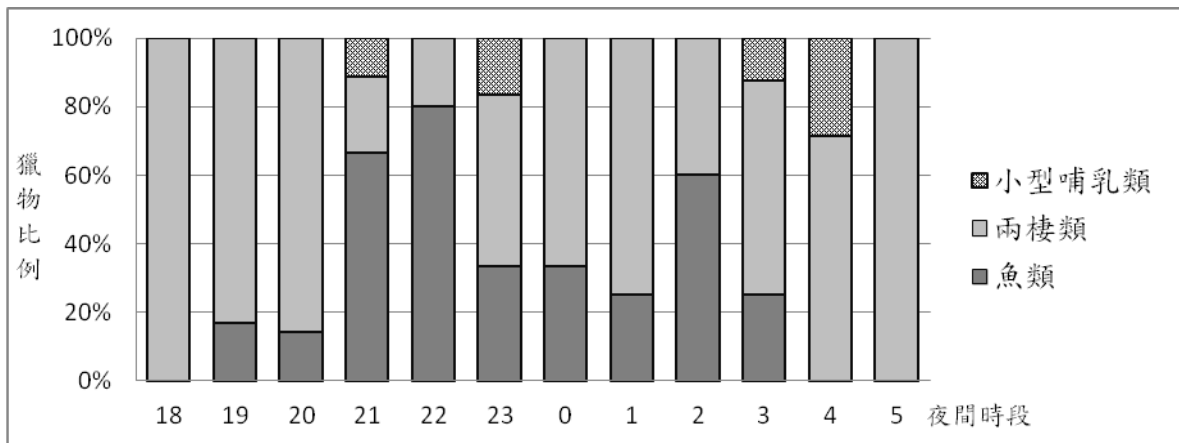


圖 22、2012 年黃魚鴉親鳥餵雛食性組成之時段變化。

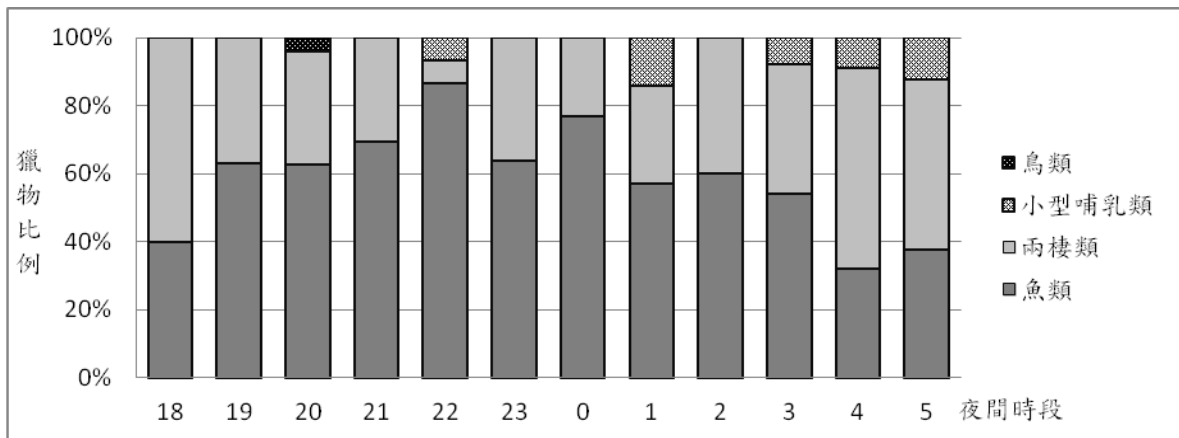


圖 23、2013 年黃魚鴉親鳥餵雛食性組成之時段變化。

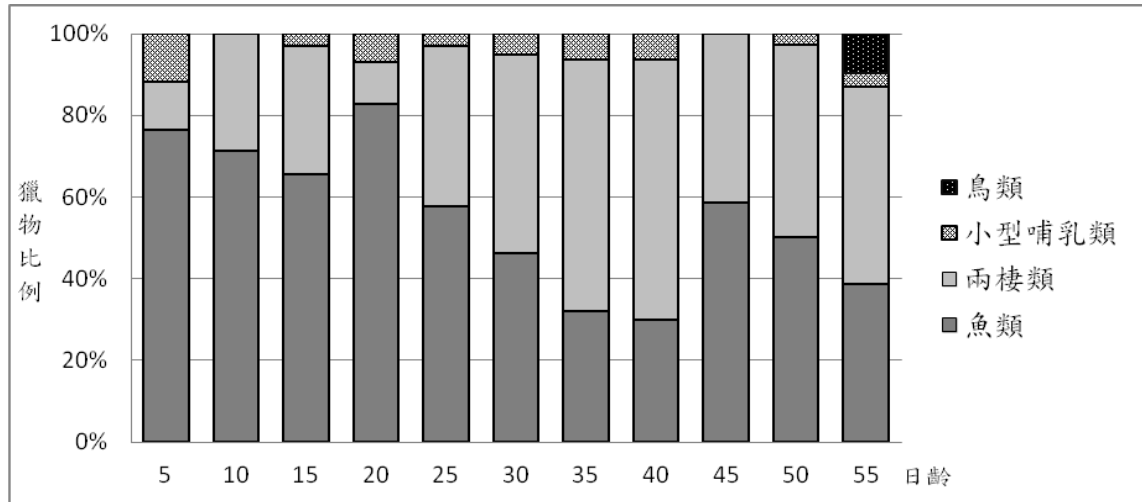


圖 24、2010 年黃魚鴉親鳥育雛期間餵雛食性組成的日變化(以 5 日為單位)。

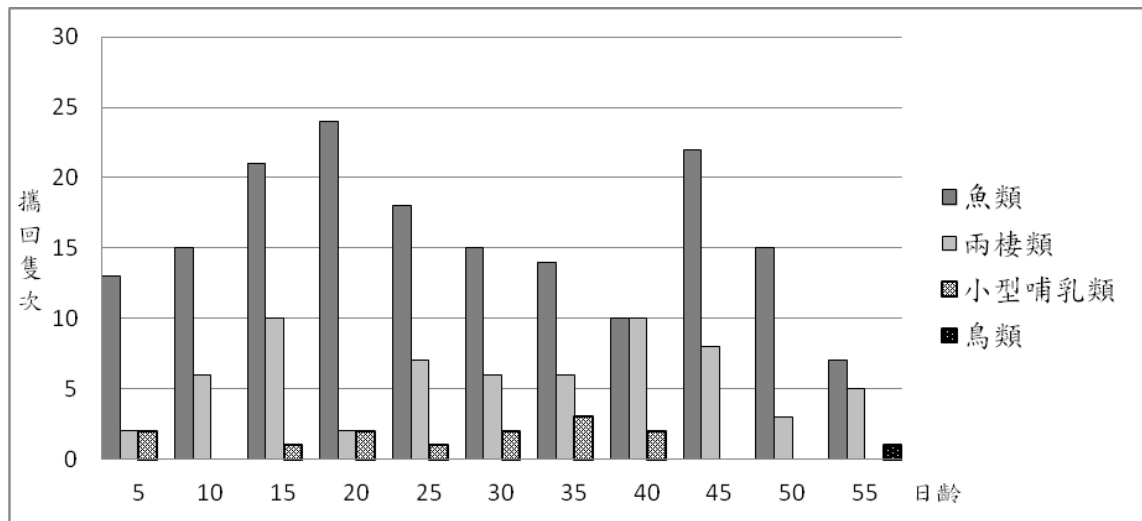


圖 25、2010 年黃魚鴉雄鳥育雛期間餵雛食性組成的日變化(以 5 日為單位)。

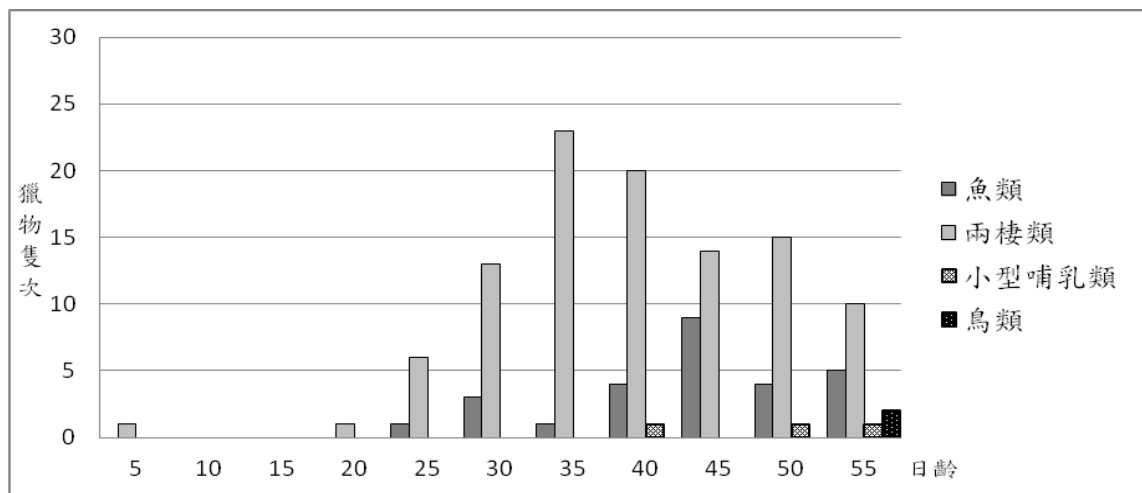


圖 26、2010 年黃魚鴉雌鳥育雛期間餵雛食性組成的日變化(以 5 日為單位)。

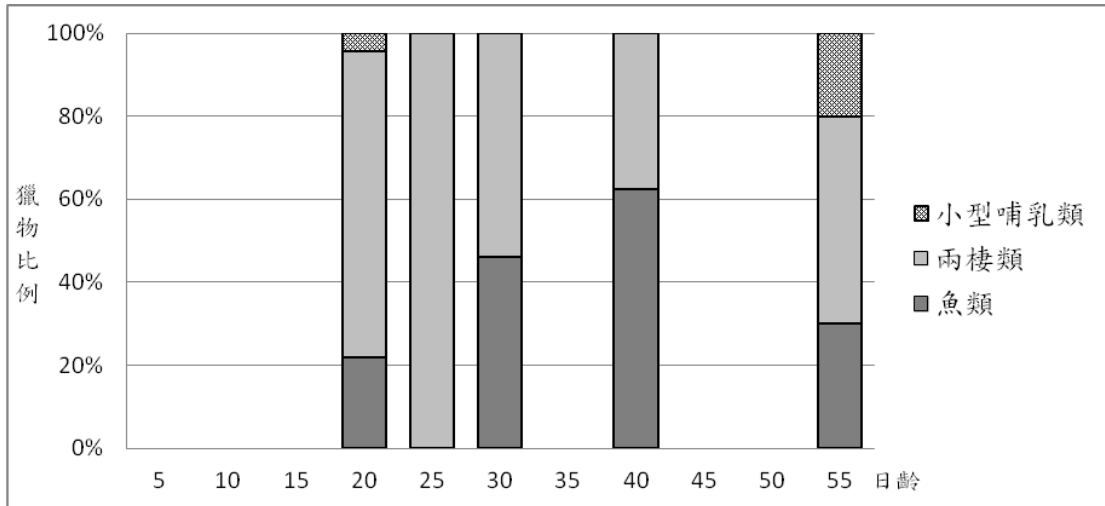


圖 27、2012 年黃魚鴉親鳥育雛期間餵雛食性組成的日變化(以 5 日為單位)。

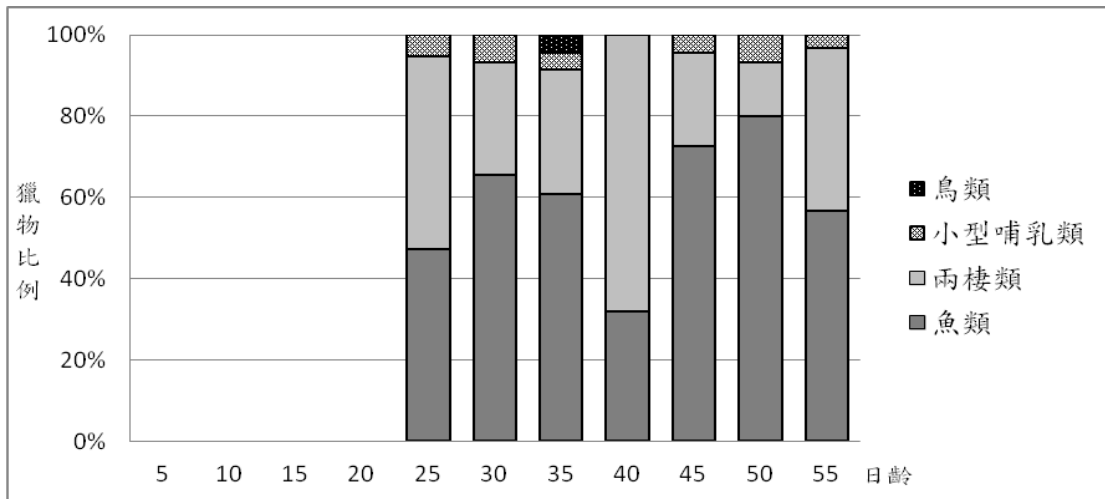


圖 28、2013 年黃魚鴉親鳥育雛期間餵雛食性組成的日變化(以 5 日為單位)。

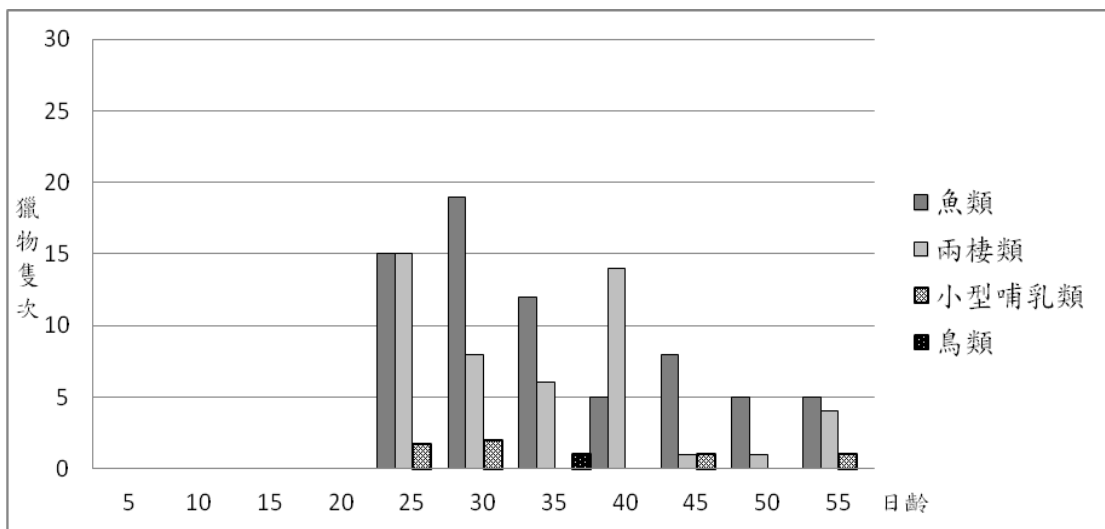


圖 29、2013 年黃魚鴉雄鳥育雛期間餵雛食性組成的日變化(以 5 日為單位)。

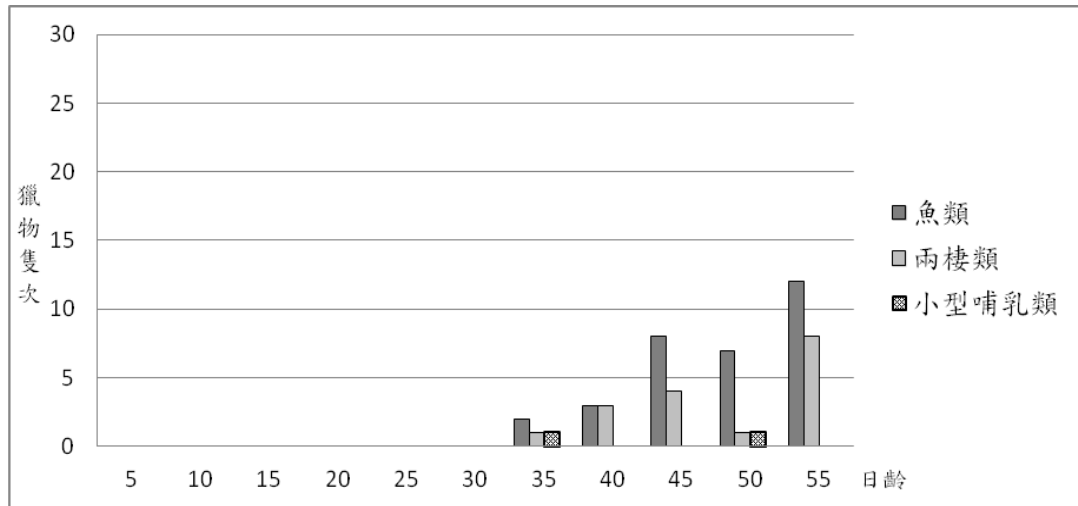


圖 30、2013 年黃魚鴉雌鳥育雛期間餵雛食性組成的日變化(以 5 日為單位)。

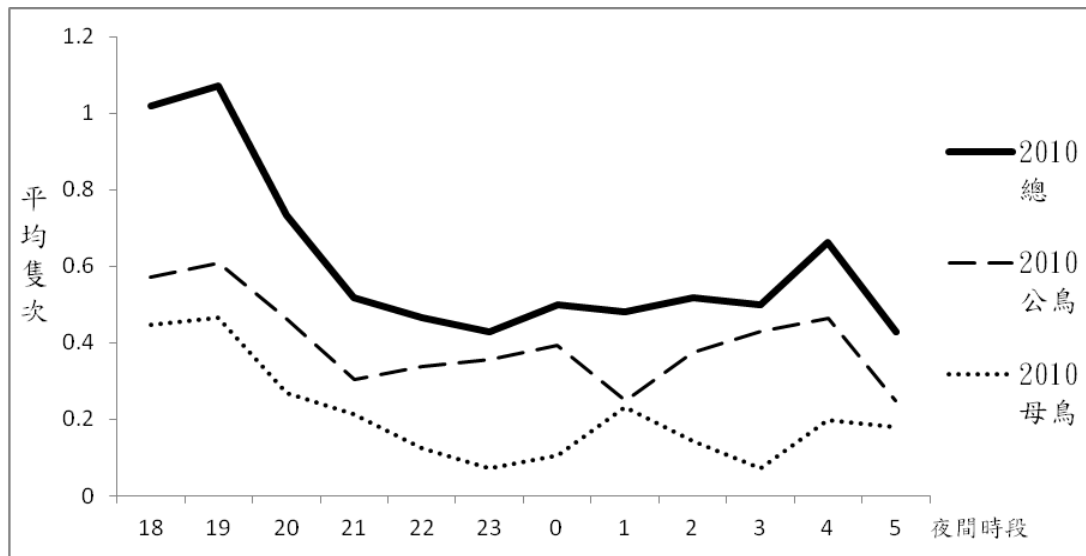


圖 31、2010 年黃魚鴉親鳥攜回食物的平均次數的時段變化。

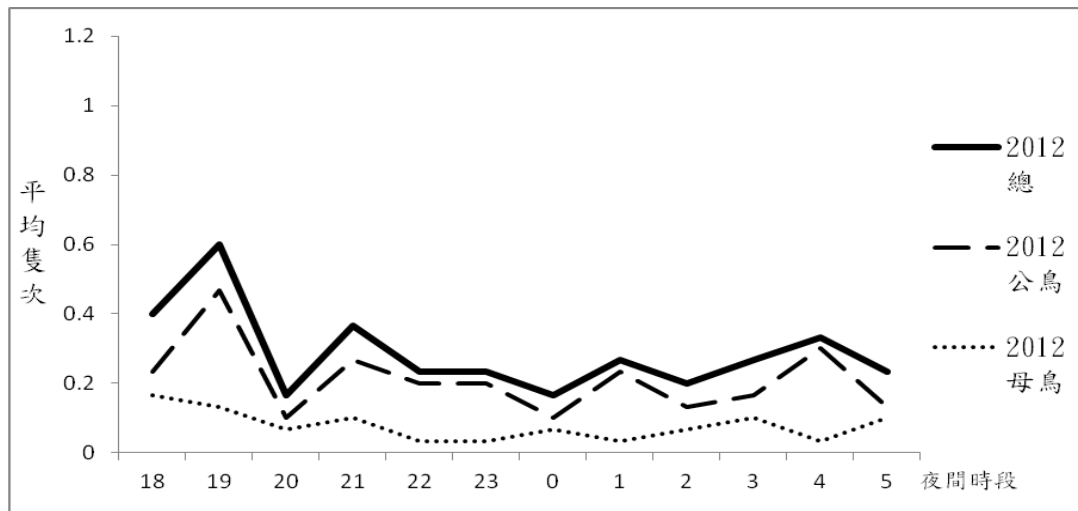


圖 32、2012 年黃魚鴉親鳥攜回食物的平均次數的時段變化。

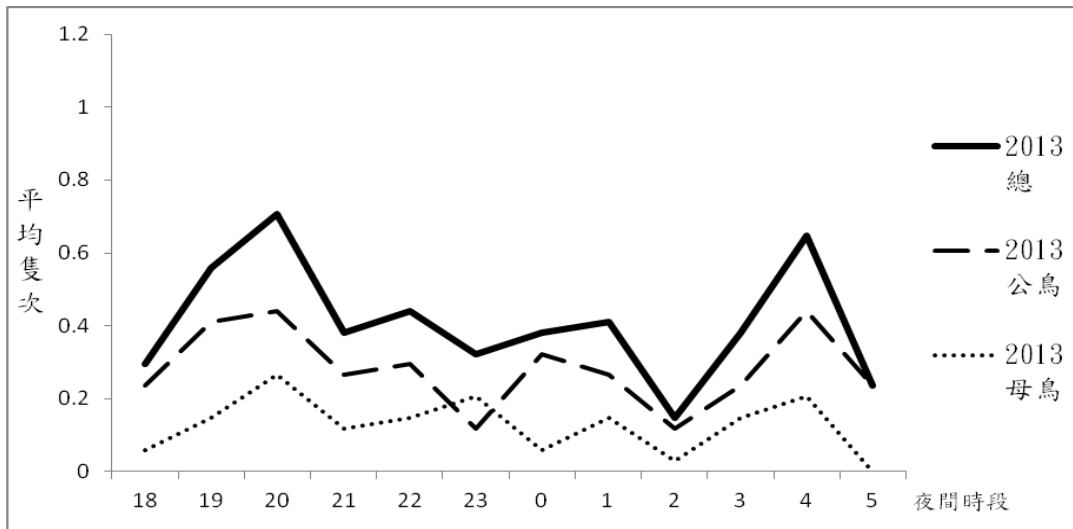


圖 33、2013 年黃魚鴉親鳥攜回食物的平均次數的時段變化。

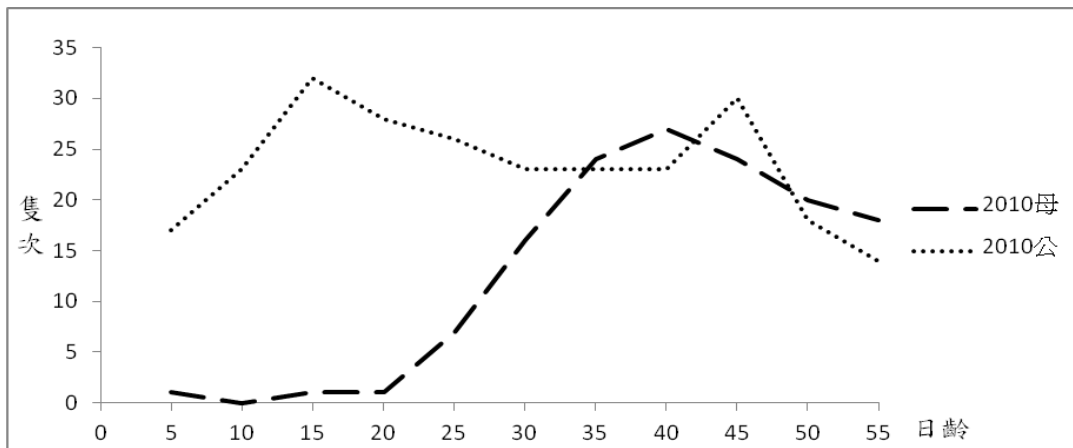


圖 34、2010 年黃魚鴉親鳥育雛期間攜回食物次數的變化。

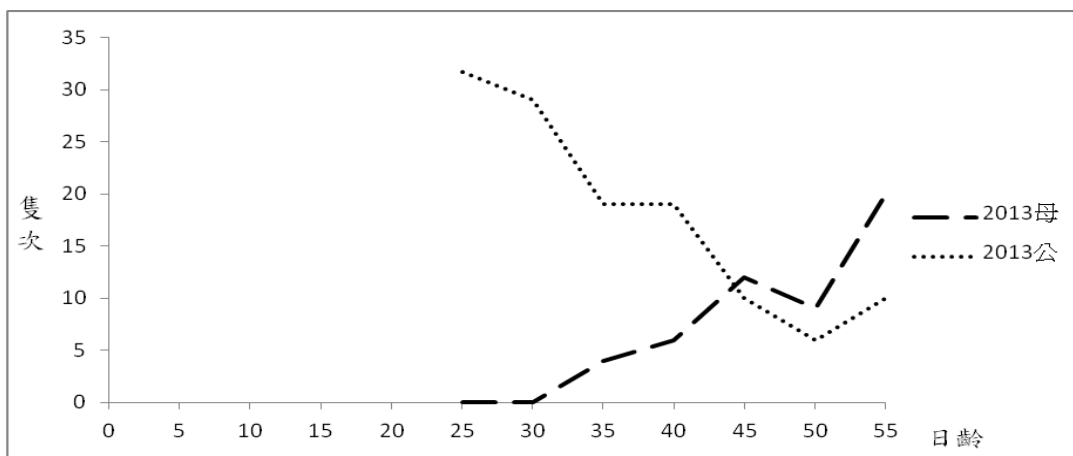


圖 35、2013 年黃魚鴉親鳥育雛期間攜回食物次數的變化。

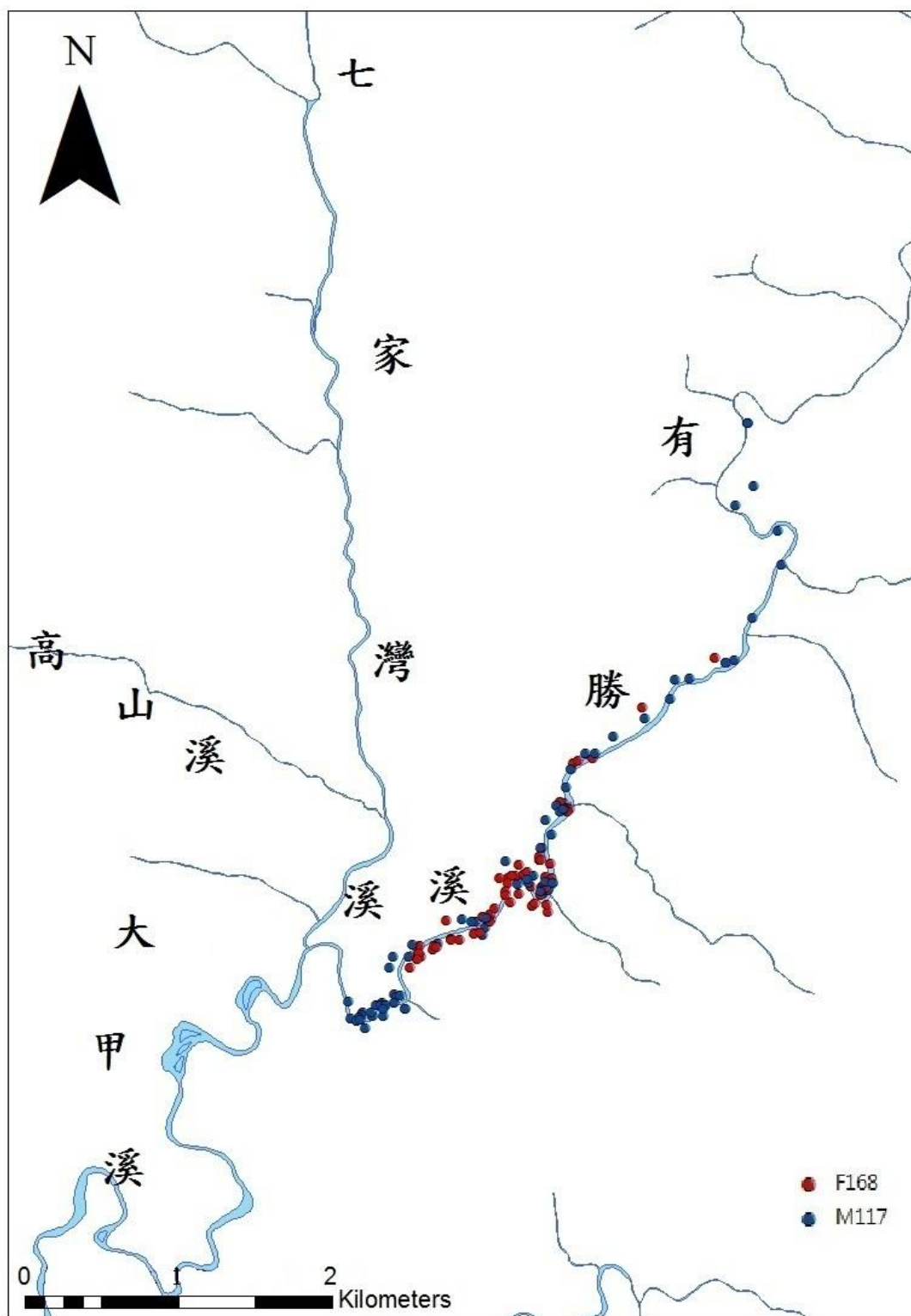


圖 36、2010 年有勝溪配對黃魚鴉 F168 和 M117 育雛期間的活動範圍。

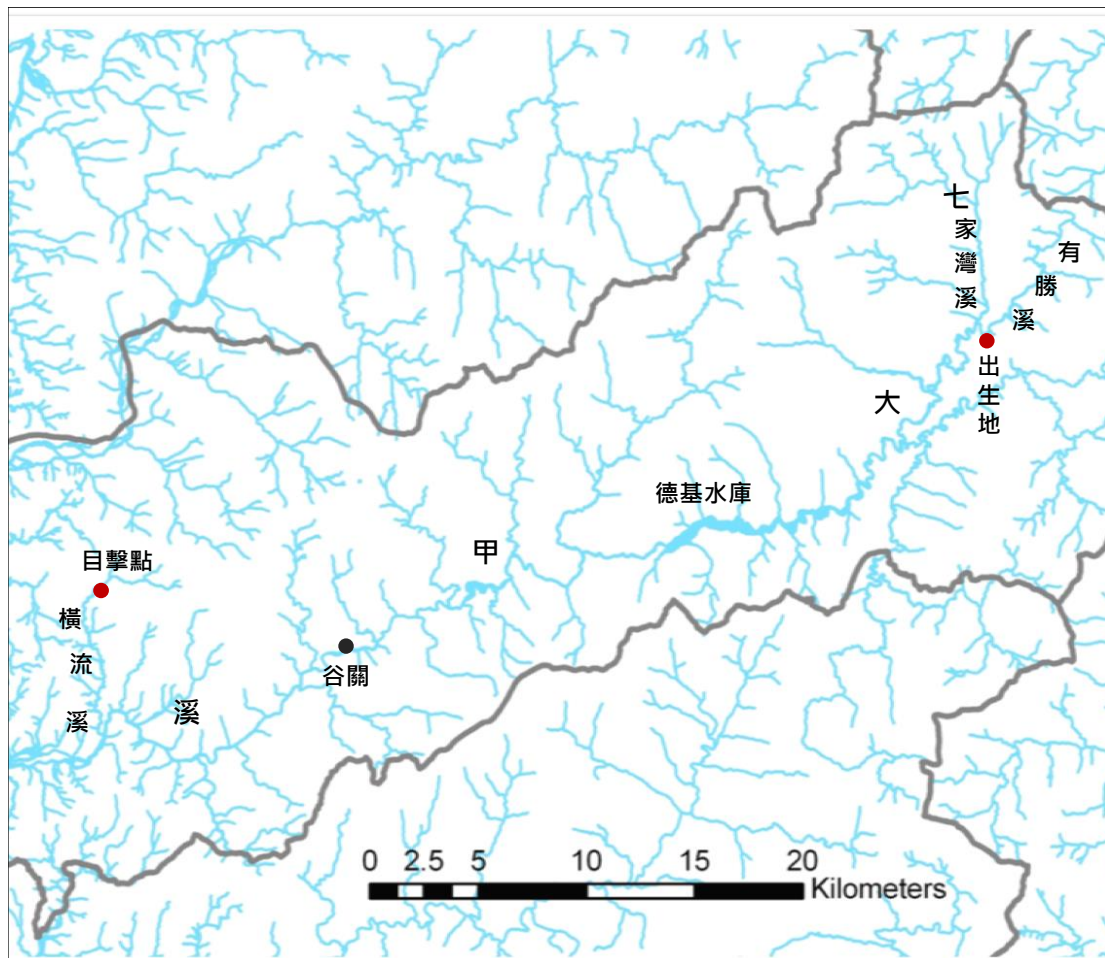


圖 37、2010 年有勝溪黃魚鵠幼鳥 M199 在 2013 年 5 月的目擊地點。

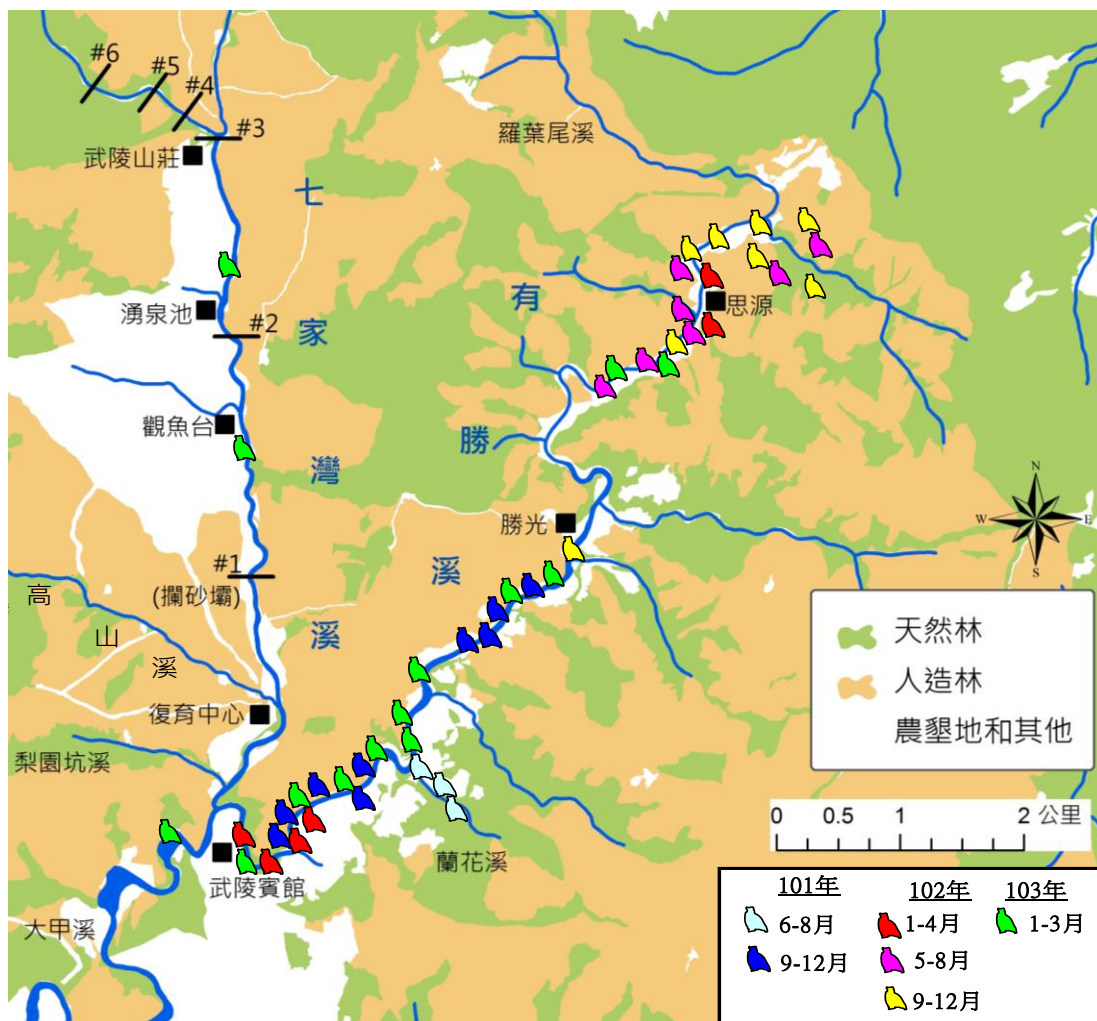


圖 38、2012 年 6 月-2014 年 3 月有勝溪巢離巢幼鳥 136 的活動地點。

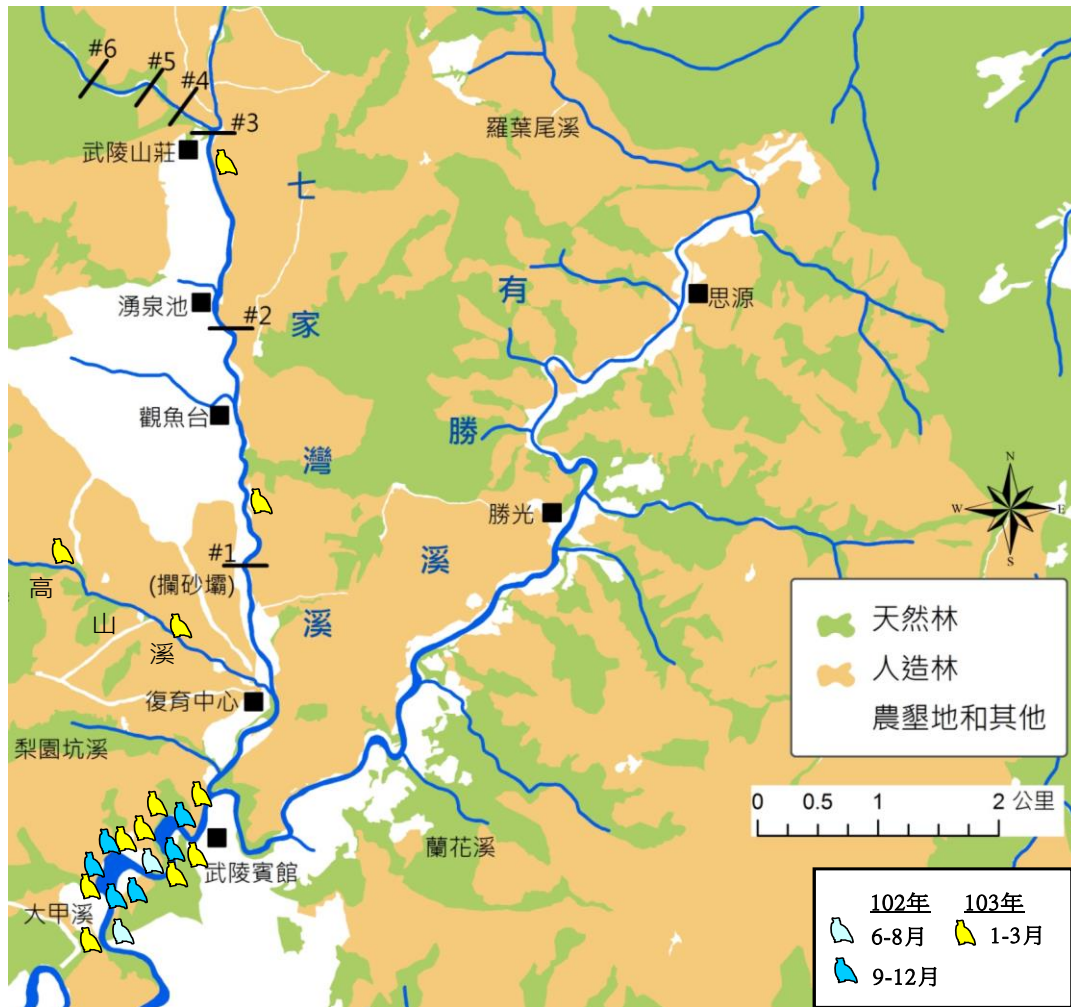


圖 39、2013 年 6 月-2014 年 3 月七家灣溪巢離巢幼鳥 139 的活動地點。

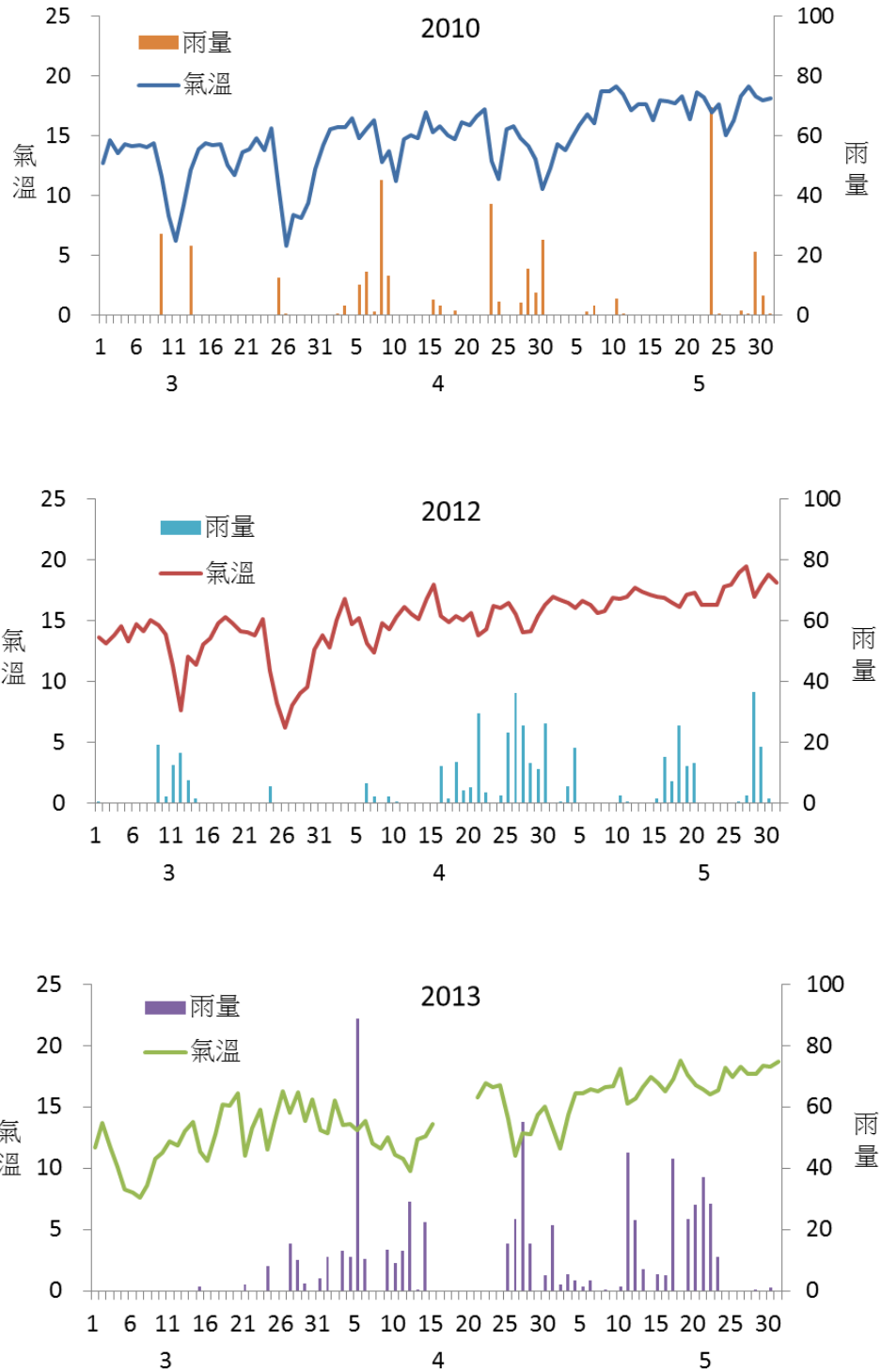


圖 40、武陵氣象站 2010、2012 和 2013 年 3-5 月氣溫和雨量紀錄。
(2013 年 4 月 17-20 無資料)

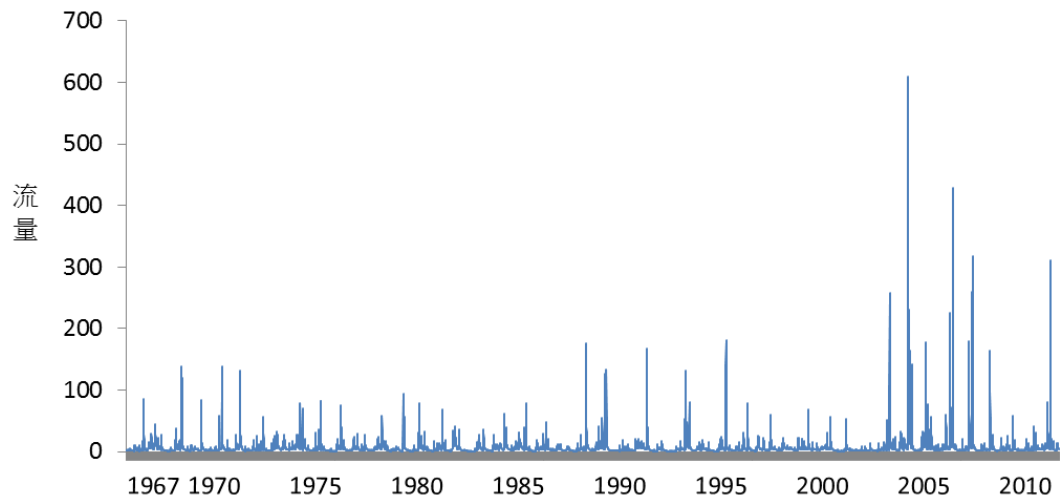


圖 41、七家灣溪 1967-2012 年每日平均流量紀錄(m^3/s) (資料來源:臺灣電力公司)。

附錄 2、黃魚鵠 F168 屍體殘留農藥和重金屬檢驗報告



國立屏東科技大學 農水產品檢驗與驗證中心
National Pingtung University of Science and Technology
Center for Agricultural and Aquacultural Product Inspection and Certification



91201屏東縣內埔鄉學府路1號 Tel: 08-7740219 Fax: 08-7740218 E-mail: caapic_adm@mail.npust.edu.tw http://www.caapic.npust.edu.tw

檢驗結果報告

申請單位: 國立屏東科技大學
申請單位地址: 912屏東縣內埔鄉路1號
申請單位電話: (08)7703202#5058
檢驗編號: 1305230013

樣品名稱: 黃魚鵠
樣品描述: 含骨骼、肌肉、內臟

送檢日期: 05/23/2013
報告日期: 06/04/2013

分析項目	結果	單位	檢測極限	備註
地特靈 Dieldrin	0.080	ppm	0.01 ppm	
環氧飛佈達 Heptachlor epoxide	0.036	ppm	0.01 ppm	
4,4-滴滴滴 PP'-DDD	0.026	ppm	0.03 ppm	
4,4-滴滴易 PP'-DDE	1.050	ppm	0.01 ppm	
β-蟲必死 β-BHC	0.010	ppm	0.01 ppm	
鉻 Chromium	0.43	mg/kg	0.1 mg/kg	
鎳 Nickel	0.19	mg/kg	0.1 mg/kg	
鋅 Zinc	39.2	mg/kg	0.2 mg/kg	
鉛 Lead	0.08	mg/kg	0.02 mg/kg	
鎘 Cadmium	0.03	mg/kg	0.02 mg/kg	
銅 Copper	2.00	mg/kg	0.1 mg/kg	
砷 Arsenic	0.04	mg/kg	0.01 mg/kg	
汞 Mercury	0.37	mg/kg	0.01 mg/kg	

---- 以下空白 ----

備註:

1. 本報告所列係由委託者自行取樣，檢驗結果僅對樣品負責，本報告不作任何商業推銷廣告之用。如未經本校同意擅自使用校名，須負民刑事責任，如違反相關規定，應賠償本校新台幣壹佰萬元整。
2. 委託者接獲本檢驗結果報告後，可於一週內查詢或請求複驗(須酌收費用)，如無申請複驗，一個月後，所留樣品本中心將予以廢棄。
3. 非經本中心書面同意，本檢驗結果報告不得摘錄複製；正式報告需經各承辦人員簽章及加蓋本中心印信後方屬有效。
4. 本報告不得分離，分離使用無效。
5. 此份樣品共檢測 251 項農藥(詳附件)，其餘 246 項農藥均未檢出。
6. mg/kg = ppm.



報告簽署人

報告簽署人 許祥純

校核

陳佩伶

附錄 3、黃魚鴉血液生化分析

日期	個體	bw	PCV	Hb	NA	K	CL	TP	ALB	Ca	TG	UA	LDH
2011/11/14	M138	2.12						7.9	2.6	12.4	130	<1.0	404
2011/11/23	F135	2.34			145	3.8	111	8.3	2.8	11	28	<1.0	74
2012/5/11	136	1.4	48		142	2.9	116	3.4	1.2	12.8	49	5.8	2158

日期	個體	GLU	Tcho	BUN	TBIL	GOT	GPT	IP	ALP	CRE	CPK	AMYL	CRE
2011/11/14	M138	83	126	23	0.2	16	175						2.02
2011/11/23	F135	112	180	14	0.2	52	193						1.89
2012/5/11	136	317	209	6	0.3	153	40	7.1	1353	0.1	1698	1090	1.26

附錄 4、巢箱參考資訊



日本毛腿魚鴉的巢箱，隔年即有使用記錄。<http://www.japanvisitor.com/japan-nature/fish-owl>。



南非為斑鷂鴉(Spotted Eagle Owl)製作的巢箱。<http://www.steenboknaturereserve.org.za/news/2009.html>

黃魚鴉巢箱的設置建議：

巢箱長徑 60 cm、短徑 50 cm、高 80 cm(以上皆為內徑)，外型採用毛腿魚鴉或斑鷂鴉皆可，選擇一般民眾不易到達的溪畔樹林，架設在約 10 m 高的樹幹上，可在七家灣溪和有勝溪各放置 5 個試行。

附錄 5、審查意見回覆

雪霸國家公園管理處

「武陵地區黃魚鴉生態調查暨影像紀實」計畫

審查會議日期：101 年 7 月 27 日

審查委員	審查意見	回覆情形
<p>高光德教授</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本次報告在生態調查暨影像紀實部分都有豐富的呈現，可見本案在這段期間的進行是有收穫的。 2. 期中報告原確定的進程宜依合約規定達成。 3. 解說教育書籍的文字圖像並呈部分或可開始做主題式編輯，依原訂大綱逐步進行。 4. 影像紀實呈現亦可做整體完整作業，依連續性作業規格，就既定時間長度做各別植入，進行初步順帶，供未來細剪之基礎原件。 5. 專業拍攝過程之技術、人員工作紀錄的困難，可適度納入解說教育書籍與影片之整體內容。 6. 作品中黃魚鴉主角的生死過程是令人震撼的，不論其正確原因為何，都可盡量作論證或串連主軸，充實本案內涵。 7. 黃魚鴉入侵養殖場是本次的另一個驚喜，研究團隊已做了部分的探討與解析，宜設法將其置入整個研究作業中，是很好的解說題材與影像紀實單元。 8. 應考量如何將現代資訊科技結合研究，並置入影像紀實內 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝委員。 2. 謹遵辦理。 3. 謹遵辦理。 4. 謹遵辦理。 5. 已納入。 6. 有勝溪發現黃魚鴉屍體，經骨骼標本製作時，確認有三處以上傷口，極有可能是與新雄性繁殖個體爭奪領域時致死。惟因確認日期較晚，並缺乏其他影像故暫未放入本次期中報告之毛片及劇本中，日後將配合 2010 年繁殖過程之影像，對於繁殖領域加強描述。 7. 日前曾針對黃魚鴉入侵櫻花鉤吻鮭復育中心進行拍攝，但暫無所獲，日後將持續等待拍攝。 8. 將針對黃魚鴉無線電追蹤結果，結合 Google Map 等電子地圖，於後期製作中加入，以利觀眾了解其活動範圍。 9. 本次毛片僅就部分拍攝影片進行初剪，102 年將繼續進行拍攝，以豐富本片之內容。 10. 空拍因受山壁側風影響無法就近排攝。 11. 夜視畫面已納入本次毛片，日後正片亦將適度使用之。 12. 聲音部分將於後期進行處理加以強化後，進行使用。

	<p>容中。</p> <p>9. 目前呈現的結果是所有的拍攝片段中最好的部分？還是有其他更多的片段可以豐富影片？</p> <p>10. 進行空拍的目標為何？是否有自繁殖鳥巢上方進行空拍？</p> <p>11. 夜視影像的拍攝無須捨棄，可考量如何使其更精緻或者輔以專家的解說。</p> <p>12. 目前成果中未感受到聲音的呈現，收音的部分未來如何規劃？</p>	
<p>趙榮台研究員</p>	<p>1. 研究成果部分，請依照研究報告格式撰寫，目前結果的寫法像是流水帳。</p> <p>2. 研究報告建議以號碼(例如 A1 或 001 等)取代「勝哥」、「勝弟」、「七姐」等名字，上述名字可用於推廣、媒體等。不過，「勝弟」可能被誤認為「勝哥」的弟弟，「勝弟」與「勝姐」也可能被引申為姐弟之意，請在推廣解說時注意。</p> <p>3. 有關「育雛期長短」、「今年雛鳥食物中魚較少」等原因，均為臆測或推論，請調整減少其篇幅。</p> <p>4. 紀錄影片或解說教育書籍的主軸是「人研究黃魚鴉」(主角是人)，還是「黃魚鴉的生活」(主角是鴉)，宜及早確定。</p>	<p>1. 感謝委員意見，已在本次報告中改進</p> <p>2. 報告已修正，為便於委員銜接個體代號，僅在部分圖及附錄呈現，推廣解說手冊會注意此事。</p> <p>3. 已調整。</p> <p>4. 如果本片主題將以 2010 迄今之黃魚鴉繁殖生態及領域爭奪，則將以黃魚鴉作為主角，研究人員僅為穿插之配角。解說教育書籍將以黃魚鴉為主角，研究者為配角穿插，使本書兼具知性與感性。</p>
<p>李玲玲教授</p>	<p>1. 本計畫為三年計畫，各階段報告時，需將本階段應完成及已完成的工作項目在簡報中敘</p>	<p>1. 謹遵辦理。</p> <p>2. 謹遵辦理。</p> <p>3. 50 分鐘版將作為生態紀錄片，25</p>

	<p>明。</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 請受託單位於下次報告時，針對前次審查委員的意見列表回應及處理方式，以免同樣的問題一再被提出。 3. 本計畫拍攝影片有 25 分鐘及 50 分鐘版本，兩個版本的旁白應該不同，旁白應為段落式，影片的標題需及早定調，以決定拍攝方向。 4. 黃魚鴉死亡的紀錄為單一事件，應考量如何連結生態意義。 5. 目前的成果未呈現拆壩與黃魚鴉的關連為何？拆壩對黃魚鴉的生態習性有何影響？ 6. 解說主題是否已定調？目前的呈現方式為黃魚鴉的一般性介紹與武陵地區黃魚鴉的介紹穿插出現，會使讀者混淆，需將整體的一般性介紹與武陵地區特定地點的資訊予以釐清。 7. 目前解說書籍呈現的標題與文字內容的關連性弱，各段篇幅的比例差異大，宜再調整。 8. 解說書籍與影片都須及早定調呈現的主軸。 9. 生態調查部分，需以科學性研究報告呈現，報告內容需調整而非流水帳。 10. 關於勝哥死亡原因為與勝弟打鬥所致，這樣的推論需要有更多研究資料支持，若是在先前的報告中已有提到，就可以引用先前的文章，或者補充繫放個體形值、年齡等間接的佐證資料。目前的報告有太多的推論，哪些是未來要進一步研究釐清的，應予 	<p>分鐘版本將做教育宣導之用。50 分鐘版若確定以 2010 起之黃魚鴉繁殖及領域行為作為主題，25 分鐘版則作為介紹武陵地區黃魚鴉一般生態為主。惟因目前素材拍攝尚未完成，不易做出明確區分之版本。</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. 本區黃魚鴉族群稀少，持續追蹤的個體數不到 5 隻，難以探討死亡率。 5. 根據成大團隊的研究顯示，一號壩拆壩後沙石運動僅及壩體上游下幾百公尺，影響僅及七家灣溪領域 7 點多公里的一小部份。 6. 解說教育書籍以黃魚鴉為主角，研究者為配角。基本架構，是先是武陵地區調查之前的一般性陳述和前人研究。紀錄片製作單位建議 50 分鐘版以武陵地區黃魚鴉之繁殖領域為主題。25 分鐘版則以武陵地區中高海拔黃魚鴉生態做解說主題。 7. 已初步調整標題與內容。 8. 如第 6 點所述。 9. 報告內容需調整，減少流水帳描述。 10. 先前的文章沒提到勝哥之死和勝弟之關聯，因死因不明，是等到發現證據確定勝哥因打鬥致死，且祁偉廉醫師由傷口確定是貓頭鷹的兩前兩後的對趾造成的，頭部傷口是致命傷，死亡地點是第一現場。且勝弟在最多在一個月內就取代其地位來看。
--	---	---

	以說明。	
劉課長金龍	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究團隊有進行直升機空拍，建議將台七甲沿線、武陵農場全境都一併入鏡。 2. 建議研究調查、影片拍攝及書籍的製作等三方向都獨立進行，提高每一項目的完成度。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 空拍係使用遙控直昇機，操作範圍及高度受限，並顧及安全性，僅就七家灣溪及有勝溪沿岸進行拍攝。 2. 謹遵辦理。
楊技士正雄	腳本引用的文字敘述與研究報告有些不同，引用上需小心確認。	研究團隊將持續與紀錄片拍攝團隊協調。
于課長淑芬	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目前提供的旁白式角本未加入武陵地區的棲地描述，也看不出影片未來的方向為何。 2. 在下次審查會議時，請受託單位提供 25 分鐘及 50 分鐘毛片、解說書籍的文稿及研究報告書等項目。 3. 解說書籍目前採用研究人員的觀點來撰寫，建議改成以黃魚鴉的觀點來撰寫。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 黃魚鴉分布於低海拔地區，武陵地區海拔較高，其生態已於毛片及劇本初稿加入，日後將繼續加強。 2. 影片部分，50 分鐘版將以武陵地區黃魚鴉繁殖生態及領域為主題，較具科學性。25 分鐘版則為一般教育宣導。 3. 解說教育書籍以黃魚鴉為主角，融入研究過程，讓故事兼具知性與感性。
林處長青	<ol style="list-style-type: none"> 1. 下次審查會議需完成項目，請受託單位依合約辦理。 2. 拍攝影片及解說書籍的題目宜及早定調。 3. 拍攝團隊提供武陵櫻花影片，似乎未能表現武陵櫻花實際的美感，是否有更好的拍攝影片可以考量加入。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謹遵辦理。 2. 解說書籍題目已定。影片部分，50 分鐘版將以武陵地區黃魚鴉繁殖生態及領域為主題，較具科學性。25 分鐘版則為一般教育宣導。 3. 102 年將持續拍攝武陵櫻花盛景，以充實本片。

雪霸國家公園管理處

「武陵地區黃魚鴉生態調查暨影像紀實」計畫

審查會議日期：102 年 8 月 27 日

委員提問	回覆情形
<p>(一) 李玲玲教授：</p> <p>13. 黃魚鴉資料收集不易，任何資料都很重要，會議簡報的部分圖表未放入報告書中，請於期末時納入。</p> <p>14. 如何定義黃魚鴉的「流浪個體」與「非流浪定居個體」？由資料顯示，「流浪個體」仍會穩定出現在某些地方，只是沒繁殖，在哺乳動物上，流浪個體多為短暫出現後就會消失，因此武陵地區非繁殖的黃魚鴉是否稱為是”no-breeder”？另外，對於七家灣溪、有勝溪個體的掌握，除了捕捉的個體外，尚有多少潛在的個體？潛在個體可能影響無線電追蹤在分析解釋上的判讀。</p> <p>15. 活動範圍、無線電追蹤是 2 個小時追蹤一次，建議從一個晚上或多個晚上的資料中，檢視黃魚鴉整晚沿著溪使用棲地的變化？季節上的變化又是如何？能否與過去的繫放個體進行比較。</p> <p>16. 幼雛的生長多為描述性形質，建議量化各階段變化，如羽毛及行為的發育。</p> <p>17. 2013 年母鳥的死亡原因推測為寒流低溫加上大雨所致，而歷年出現這樣等級的大雨事件的頻率為何？是否可以作為未來經營管理上的思考。</p> <p>18. 本年度研究中發現，七家灣溪黃魚鴉的食性中有鮭魚，而過往 2010 年的個體食性中則未發現。黃魚鴉為機會主義者，對黃魚鴉而言，牠捕食臺灣櫻花鉤吻鮭或捕食其他魚類有何差異？研究及討論重點應回歸牠在哪裡覓食，如何覓食？著重棲地利用與食物資源是否合理？並提供後續經營管理參考。</p>	<p>1. 謹遵辦理。</p> <p>2. 圖並未呈現每月分布點，若以分布點來看是為流浪個體無疑。預估兩條溪最多各還有一對。(p.25)</p> <p>3. 黃魚鴉夜晚是使用溪流棲地，但溪流型態常因洪水而改變，故本研究並未量化溪流型態。日棲地和活動範圍變化列在期末報告 p.11。</p> <p>4. 已於期末報告 p.15 補充</p> <p>5. 根據武陵氣象站資料，上次春季類似大雨是在 2009 年，相關討論在期末報告 p.36 以及建議事項。</p> <p>6. 今年才有七家灣溪的繁殖紀錄，但只有雌鳥可以追蹤，所以無法知道雄鳥去何處捕魚。2010 年有勝溪親鳥均有無線電追蹤，故才有雌鳥在巢樹附</p>

	<p>近，雄鳥在較遠處之結果。</p>
<p>(二) 趙榮台研究員：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 報告中文摘要未反映全文的內容，應把結果中最重要成果摘要出來，包括：活動範圍、食性、巢中活動、育雛期天數、卵數、成長曲線等。 2. 成果中呈現巢位特性的相關資料不多，只描述鳥巢位於大徑木的樹頂，建議詳細描述巢位特性，呈現森林中枯立木的重要性。 3. 食性分析需重新改寫，魚類是黃魚鴉的主要食物，而其中主要的魚種為鏟頷魚，但摘要中卻只強調吃了3隻臺灣櫻花鉤吻鮭，有所偏頗。 4. 本計畫的重點應該為在武陵的高海拔黃魚鴉族群及生活史，而非強調食性吃了臺灣櫻花鉤吻鮭，建議增加高海拔與低海拔族群的比較。例如：在高海拔缺乏鳥巢蕨，而須仰賴枯立木方能繁殖，而枯立木在本區的數量是否影響黃魚鴉營巢地的不足？ 5. 捕鮭量的計算可能高估，且意義不大；建議由捕魚量或攝食量上，計算一隻成鳥每日需要多少 biomass，一隻雛鳥每日需要多少 biomass，此為族群維繫上更重要的資訊。 6. 資訊的呈現不完整，有些用百分比，有些用隻數，將資訊完整呈現會使資料更具有說服力。 7. 學名大小寫需校對，已出現的英文不需重複出現。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 已於期末報告修正。 2. 黃魚鴉領域中適合作為巢樹的枯木或活殘幹的數量及分布地點的特性，這方面的調查是一大工程，必需全區普查，或可作為日後學生的研究題材。 3. 已於期末報告修正。(p.17) 4. 已補充在巢位使用(p.28)和食性差異(p.30)的討論中。 5. 成鳥攝食量僅有雌鳥數天孵蛋期資料，代表性不足。雛鳥攝食量已補充在 p.21。 6. 已於期末報告修正。 7. 已於期末報告修正。
<p>(三) 高光德老師</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫為生態調查與影音製作兩部分，但未有影音團隊介入研究中，是否考量加入影音的資料？ 2. 以影像的觀點及內容深度置入的角度，重點不應放在臺灣櫻花鉤吻鮭，應為黃魚鴉與武陵地區的生態產生怎樣的互動關係？有何影響？對生態系的平衡及價值？武陵地區的黃魚鴉值得我們投入研究及保育的原因為何？ 3. 繁殖概況中只提到有幾個蛋，孵出幾隻幼鳥，然而在繁殖前公鳥、母鳥的配對或互動，有無觀察資料 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 兩者為不同成果，宜分開呈現。 2. 已於於期末報告修正。 3. 夜間不易觀察求偶行為。 4. 應無關聯，我們觀察黃魚鴉經常把蟾蜍整隻吞下，均未見中毒。

<p>可以呈現？</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. F168 死亡後，發現膽囊腫大，是否跟其攝食蟾蜍有關？食性中蟾蜍占有相當的比例，蟾蜍的毒是否影響黃魚鴉？ 5. 巢中行為只提到他們會回巢多久，停留時間，除此之外的巢結構、風向、遮風擋雨性等建議補充敘明。 6. 結論建議為研究發現黃魚鴉以國寶魚為育雛的食物，但此非本研究最重要的主題，黃魚鴉應該較偏向機會主義者，而抓到的食物種類應與掠食技巧有關，應朝向黃魚鴉的生態角色，或者考量找電子媒體與孫老師進行深度訪談，應更有效果。 	<ol style="list-style-type: none"> 5. 巢樹資料補充於期末報告 p.14。 6. 會調整黃魚鴉是國寶魚天敵之描寫方式，媒體方面謝謝委員的指教。
<p>(四) 于淑芬課長</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 孵蛋期時，黃魚鴉母鳥仰賴雄鳥帶回來的食物，能否以此推估黃魚鴉母鳥每日所需食物量？ 2. 母鳥於育雛後期會參與哺育幼雛之工作，能否以育雛期中，公母鳥帶回的獵物量來評估雛鳥成長所需食物量？七家灣溪及有勝溪個體的差異如何？請增加相關資料之分析。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 先前估算某一天是 260 克，但樣本數少。 2. 雛鳥攝食量已補充在 p.21。
<p>(五) 楊正雄技士</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 可否從捕捉七家灣溪黃魚鴉捕捉鮭魚時的定位點來推算捕捉地點？有助於釐清如何捕捉到鮭魚。 2. 黃魚鴉使用的這幾巢都是在私有地，且已知黃魚鴉會使用舊巢，因此本計畫報告書、解說書籍或影片上，於地圖、照片及影片畫面的呈現應更警慎，避免未來有心人士利用而造成干擾。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 樣本數太少且無雄鳥定位資料。 2. 謹遵辦理。
<p>(六) 蕭明堂技士</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本報告主要呈現 2013 年的調查成果，然而本計畫自 100 起開始執行，請將各個討論子題按年度資料呈現，除了方便讀者比較前幾年的資料與今年度的資料外，在最後期末報告時，也將是一個完整的成果呈現。 2. 調查結果呈現仍偏向流水帳形式，建議多使用圖、表呈現資料取代文字性描述，使讀者更方便擷取資訊，例如：表列各年度繫放個體活動範圍、各繁殖巢之巢位特徵、繁殖概況、食性組成變化。 3. 以無線電追蹤個體，除了解活動範圍外，應可得知個體活動的時間高峰、個體間的距離等，甚至進一步的棲地利用，然而此些資料均未呈現在報告中， 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 最後期末報告將完整成果呈現。 2. 期末完整報告內容較多，會以此修正。 3. 後期的兩對並未均有發報器，只有 2010 年才有，期末報告已呈現活動模式和日棲點間距(p.12)。 4. 已於期末修正和補充。

<p>請將每隻個體所得的資料以數值化的形式呈現，方便讀者比較。</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. 報告書末的育雛食性未說明是觀察哪一個巢，請將各年度、各繁殖巢的觀察結果表列，若有意外資料中斷，也可於表上註記敘明，並進行比較。另外也可將黃魚鴉依不同日齡，將食性、食物的大小、雄雌餵食頻率等資訊表列並比較。 5. 雌鳥於巢中的孵雛行為，請按日齡以圖或表呈現，並將歷年觀察的個體各別列出，方便讀者比較。 6. 研究中採用無線電追蹤及巢位的錄影，兩種研究器材間是否能進一步互相搭配，呈現更細節的進一步資料，建議增加此方面的分析。 7. 本研究目的為了解黃魚鴉在七家灣溪(武陵地區)的生態系區位(報告書 p.2)，請研究團隊在討論的章節檢視是否回應最初的研究目的，並且提供更實質的建議或成果。 8. 報告書 p31 成長曲線是否有方程式？請予以補充。 	<ol style="list-style-type: none"> 5. 已於期末呈現孵雛時數的日變化(p.15)。 6. 僅 2010 年的資料可做此分析，已列在 p.21。 7. 已於期末報告修正。 8. 已補充於期末報告 p.59。
<p>(七) 鐘銘山副處長：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 目前成果接近尾聲，累積 3 年的調查以及計畫開始前 99 年的調查應該有相當的成果，目前報告仍著重在發現物種、繁殖與育雛等觀察，建議受託單位加強資料整合，應以資料分析為主。報告書、解說書及影片應都有各自定位。 2. 分析報告有關黃魚鴉的行為上，應引述相關的鳥類生態、行為的背景(文獻)。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謹遵辦理。 2. 已於期末報告修正。

雪霸國家公園管理處

「武陵地區黃魚鴉生態調查暨影像紀實」計畫

審查會議日期：103 年 6 月 17 日

審查委員	審查意見	回覆情形
<p>李玲玲教授</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 活動範圍、棲地利用、繁殖領域在本研究中視為同一件事情，但整年都是如此嗎？兩者的區隔需要透過季節上的差異來做比較。從 2009-2014 年間，研究工作均有進行日、夜棲點調查，有些年度則有進行無線電追蹤活動模式調查，應比較有繁殖與沒繁殖的年間，季節間、個體間(有繁殖沒繁殖個體)的活動模式，日棲所、夜棲所是否有差異？建議將過去的流水帳資料整理出來，進行分析比較，釐清繁殖領域、活動範圍間的差異。 2. P8 研究目的為釐清雄、雌鳥提出要帶回獵物的差異，並定義雌鳥離開後 20 分鐘內所帶回巢的食物為雄鳥帶回巢給雌鳥的，但後面又說雌鳥通常在巢邊捕食，若雌鳥可在周邊捕食，那麼 20 分鐘帶回巢的食物也可能是雌鳥自己捕捉的，如此來進行比較可能有問題。 3. P13 一個月只有一天的活動模式資料，可能包含季節、天候等差異，以此來做分析與推論可能採生問題，研究定義與結果所呈現的兩者間有落差，資料量不足以支持所論述的推測。 4. 一隻親鳥一天只帶回 6-7 個食物，因此只要有一點波動，就會造成比例上大幅度的改變，因而所產生的趨勢其意義並不是那麼大，須建立資料的分析的結果與生物意義上的關聯。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 活動範圍的季節差異已補充在期末報告 p11。 2. 從無線電追蹤資料可發現雌鳥自行獵食所需時間至少在 30 min 以上，因此本研究設定 20 min 應屬合理。 3. 已將內容進行修正。 4. 已將內容進行修正。 5. 已將內容進行修正。 6. 黃魚鴉前往鮭魚復育中心的頻率已補充在 p13，該處為黃魚鴉覓食地點之一，是否需進行經營管理由管理處決定。 7. 遵照辦理。

	<p>5. 從材料方法的定義、結果分析的項目、以及最後討論的事項並不一致，請予以調整，讓整個報告有一致性。</p> <p>6. 建議事項提到鮭魚復育中心的水池為黃魚鴉的覓食地，有觀察到的紀錄有多少？未來真的期望黃魚鴉一直去吃嗎？</p> <p>7. 引用文獻請再校對，圖表有些有寫月份，有些沒寫月份，請呈現上應具一致性，並請於圖表下方標註樣本數。</p>	
<p>高光德教授</p>	<p>1. 本計畫執行期程很長，因此報告書的時間軸很重要，各項目在各年間以及每一年中所執行的情形如何，建議以甘特圖呈現，使讀者一目了然。</p> <p>2. 研究報告建議須要有結論，與未來研究方向。</p> <p>3. 本計畫為孫教授同時執行研究報告、影片、書籍等項目，期間的心路歷程若能分享出來，是個寶貴的經驗，若能在報告書後附上一些研究過程的照片、影片都是寶貴的紀錄。</p>	<p>1. 遵照辦理。</p> <p>2. 已加入結論與建議。</p> <p>3. 謝謝委員建議，不過照片和影片已經在解說書籍和生態影片中分別呈現，研究報告就不再重複。</p>
<p>趙榮台研究員</p>	<p>1. 研究有進行黃魚鴉的無線電追蹤，黃魚鴉的活動範圍，core area 如何？應列表說明每一隻可得到多少 data point。</p> <p>2. p11 表 1 應該提供繫放的定位點。</p> <p>3. P12 應列表說明每隻個體的活動範圍，避免流水帳的描述。</p> <p>4. 文章有些地方用孵卵，有些地方用孵蛋，建議一致性描述。</p> <p>5. 一些描述性的 case 論述需要有更多的資料來支持，如 F168 鮮少離開巢位，”鮮少”的量是多少？需要量化的資料來支持。</p> <p>6. 影片中離巢時小鴉體重與尾長相對於成鳥的比例，應以百分比數字表示，而非描述。</p>	<p>1. 已補充在表 1。</p> <p>2. 已補充。</p> <p>3. 已用圖 4-圖 10 來呈現。</p> <p>4. 已修正。</p> <p>5. 在 p15 已有說明，4 天內共離開 6 次，每次平均 7.25 分鐘。</p> <p>6. 離巢時的體重和形質僅是推估值，故無法精準至百分比。</p> <p>7. 目前記錄到 7 種鳴叫聲，其功能僅屬於推測，會在內文中註明。</p> <p>8. p19 已估算幼鳥一日</p>

	<p>7. 鳴唱不應該是合唱，公、母鳥的鳴唱叫做對唱(duet)，很多聲音的功能描述都是推測，是否有資料支持？</p> <p>8. P19 討論雌雄食性的不同，但卻缺乏討論雛鳥的營養需求。親子間的關係中，親代對幼體的投資多寡非常重要，研究的資料應可估算出雛鳥的營養需求。</p> <p>9. P24 F168 的檢驗包含骨骼、肌肉、內臟，三種不同組織混合進行檢驗的原因為何？一般檢驗是用肝、肌肉的脂肪。另外，若能測量魚(苦花)的農藥殘留，就可以確認農藥於食物鏈上的累積，否則在缺乏相關資料佐證下，可能會被質疑。</p> <p>10. P25 猛禽處理獵物的時間的段落不易讀懂，請再調整。</p> <p>11. P26 黃魚鴉白天睡覺時會受到小型鳥的騷擾？此為觀察還是猜測？若是觀察須放在結果當中。</p> <p>12. 游離個體 F135 的活動量資料未見於報告書中。</p> <p>13. 領域行為的敘述第一段與領域行為無關，第二段的繁殖鳴唱也與領域行為無關，請修正報告書的敘述方式。</p> <p>14. 發報器的設置是否與黃魚鴉死亡有關？脫落的原因為何？是否有更多改善的空間？是否有其他魚鴉發報器的脫落比例來互相比較？</p>	<p>所需生物量。</p> <p>9. 因不同種類農藥會有不同的殘留部位，在不確定檢驗標的時候，將肌肉、骨骼和內臟一同檢驗是較保險的做法。至於溪流中其他生物是否受到農藥影響仍有待後續研究。</p> <p>10. 已增加說明。</p> <p>11. 本研究並未直接觀察，但猛禽受到小型鳥類騷擾(mobbing)是很普遍的現象，黃魚鴉應該不會是例外。</p> <p>12. 在期末報告 p13。</p> <p>13. 已修正。</p> <p>14. 黃魚鴉死亡原因已有分析說明。成鳥發報器脫落的原因都是繫繩被咬斷，且雄鳥咬斷繫繩的時間比雌鳥更快，改善方式就是一次使用兩條繫繩。這屬於技術層面的問題，在其他魚鴉文獻中並未提到。</p>
<p>保育課書 面意見</p>	<p>1. 本計畫的研究時間包括 2009-2010 年的先期嘗試，以及本計畫範疇的 2011-2014 年間，但目前報告書只見有繁殖年度中的各項資料，2014 年有觀察，但未發現繁殖巢的資訊請補充於報告書中。</p> <p>2. 報告書最後應有”結論”與”建議事項”的章節，建議事項不應只出</p>	<p>1. 補充於期末報告 p14。</p> <p>2. 謹遵辦理。</p> <p>3. 黃魚鴉前往鮭魚復育中心的頻率已補充在 p13。</p> <p>4. 補充於期末報告附錄 4。</p> <p>5. 謹遵辦理。</p>

	<p>現在摘要。</p> <p>3. 報告書中”討論”的部分,提出復育中心外的水池為黃魚鴉會造訪的地點(P27),但在結果中未見任何敘述,若此項結果是重要的,並延伸後續提出建議事項,請將相關資訊於”結果”的章節一併呈現,包括造訪的時間、頻率等資訊。</p> <p>4. 報告書建議事項中提列設置人工巢箱或巢台,請將國外設置案例成效、巢台(巢箱)的大小規格、高度、形式等資訊納入報告書附錄供參。</p> <p>5. 部分打字錯誤請確認:</p> <p>6. “雕鴉”或”鷓鴣”</p> <p>7. “公雌鳥”所指為何?公母鳥?雄雌鳥?例如:p8,p12</p> <p>8. P4 最後一段的 2 行:尚他比較所指為何?</p> <p>9. P9 最後一段 以台灣鏟頷魚和和盤古蟾蜍,多一個字</p> <p>10. P9 倒數第二行,「第三次臺灣森林資源與土地利用調查」,應為土地利用調查;同行:以了解黃魚親鳥在繁殖時期...,缺鴉字。</p> <p>11. P33 幼鳥播遷乙節,第一段”度冬”或”渡冬”?請確認。</p> <p>12. 本計畫即將結案,請於結案時的成果光碟中檢附下列資料:報告書 word 檔、pdf 檔、黃魚鴉所有定位點位資料(以營建署生物多樣性調查資料表格填列)、調查過程所有拍攝之生態照片及工作照片原始檔、科普文章乙篇、解說書籍美編完稿檔 AI 檔及 PDF 檔、解說書籍 20 張版畫、插畫之高解析電子掃描檔)等資料,光碟乙式三份提供本處,成果光碟為計畫結案驗收標的之一。</p>	<p>6. 已修正。</p> <p>7. 已修正。</p> <p>8. 已修正。</p> <p>9. 已修正。</p> <p>10. 已修正。</p> <p>11. 已修正。</p> <p>12. 遵照辦理。</p>
<p>李秋芳處</p>	<p>1. 研究報告的最後完整報告書須彙</p>	<p>1. 遵照辦理。</p>

長	集、納入並分析過去期中的各項成果，請受託單位依上開原則完成研究成果報告書。 2. 本計畫須量化分析資料，非描述性，計畫完成後須投稿國家公園學報。	2. 遵照辦理。
---	---	----------