

交通部公路總局西部濱海公路中區工程處

道路開發對彰化濱海地區黑翅鳶(*Elanus caeruleus*)
繁殖和覓食生態的影響分析及相關減輕保護模式建立
之可行性與試驗工作

第三年度期末總報告

中華民國一〇一年十二月

交通部公路總局西部濱海公路中區工程處

道路開發對彰化濱海地區黑翅鳶(*Elanus caeruleus*)
繁殖和覓食生態的影響分析及相關減輕保護模式建立
之可行性與試驗工作

第三年度期末總報告

執行單位：台灣生態學會

計畫主持人：周大慶

協同主持人：許皓捷

研究人員：陳建樺、楊淑惠、李姮蓓、吳金龍、謝宗宇、
戴千智

中華民國一〇一年十二月

目錄

目錄	I
表目錄	III
圖目錄	IV
摘要	VI
Abstract	VIII
第一章、 前言	1
1.1 猛禽保育	1
1.2 台灣地區黑翅鳶發現與擴張回顧	2
1.3 西部濱海公路開發議題	3
第二章、 工作項目及目的	6
第三章、 文獻回顧	10
3.1 分布與族群現況	10
3.1.1 外型與分類地位	10
3.1.2 棲地與分布	11
3.2 彰濱地區黑翅鳶繁殖生物學研究	13
3.2.1 食性與習性	13
3.2.2 遷徙與密度	15
3.2.3 求偶行為	16
3.2.4 繁殖季與繁殖頻度	16
3.2.5 產卵數及孵化	17
3.2.6 雌雄分工	18
3.2.7 幼鳥擴散	19
3.2.8 活動模式	19
3.3 黑翅鳶棲地利用模式研究	19
3.3.1 典型棲地類型	19
3.3.2 巢樹選擇	20
3.3.3 地景特色	20
3.4 道路等人為干擾對猛禽的影響	21
3.4.1 道路對生態環境的直接衝擊	21
3.4.2 道路對猛禽生態衝擊	22
3.4.3 習性與干擾適應	23
3.5 道路興建開發減輕和補償對策	25
3.5.1 影響解決課題及相關策略	25
3.5.2 效益分析原則	27
第四章、 工作方法	31
4.1 研究區域	31

4.2 彰濱地區黑翅鳶繁殖生物學研究	33
4.2.1 個體及巢位搜尋與頻度	33
4.2.2 繁殖行為的觀察	34
4.3 黑翅鳶棲地利用模式調查	36
4.3.1 棲地利用資料測量與蒐集	36
4.3.2 微棲地與巨棲地對照組的選取與測量時機	40
4.4 道路開發等人為干擾對黑翅鳶族群影響	40
4.4.1 人為干擾-反應資料的蒐集與分析	40
4.4.2 繫放與無線電定位追蹤	41
4.5 影響減輕和補償對策	43
第五章、 結果	46
5.1 研究區黑翅鳶歷次普查數量與分布	46
5.2 研究區黑翅鳶繁殖生態	49
5.2.1 巢位數量與分布	49
5.2.2 計畫路線沿線繁殖對數量與變動	54
5.2.3 巢樹種類	54
5.2.4 巢位地景	55
5.2.5 繁殖表現	55
5.2.6 連續繁殖巢位的間隔天數	56
5.2.7 生育力	57
5.2.8 繁殖行為觀察	59
5.3 棲地利用	64
5.3.1 微棲地利用特色	64
5.3.2 地景尺度棲地特色	65
5.3.3 巢位至各級道路距離	67
5.4 干擾-反應調查	67
5.4.1 干擾距離對黑翅鳶反應的影響	67
5.4.2 干擾噪音大小對黑翅鳶反應的影響	71
5.5 活動範圍	71
5.6 減輕與補償對策效益分析	74
第六章、 討論	79
6.1 黑翅鳶族群分布與擴張	79
6.2 計畫道路潛在影響範圍內繁殖族群現況	80
6.3 微棲地利用	81
6.4 巨棲地利用	82
6.5 活動範圍特色	83
6.6 人為干擾與適應	84
6.7 減輕與補償對策方向	84
第七章、 結論與建議	86

7.1 研究結論與應用	86
7.2 保護方案實施範圍與目標建議	88
7.2.1 實施範圍	88
7.2.2 實施對象	89
7.2.3 工程單位影響減輕做法	91
7.3 環境補償可行對策做法建議	93
7.3.1 協助推動適合黑翅鳶利用的造林或植樹方式	93
7.3.2 促進黑翅鳶相關保育研究網絡	95
參考文獻	97
附錄	103
附錄 1. 棲地變因調查項目	103
附錄 2. 2009 年 6 月-2012 年 10 月黑翅鳶巢位調查摘要	104
附錄 3. 黑翅鳶繫放核可公文	115
附錄 4. 工作計畫書審查會議記錄	120
附錄 5. 第一年度期中報告審查意見與回覆	123
附錄 6. 第一年度期末報告審查意見與回覆	125
附錄 7. 第一年度生態顧問小組諮詢會議紀錄	128
附錄 8. 第二年度期中報告審查意見與回覆	134
附錄 9. 第二年度期末報告審查意見與回覆	137
附錄 10. 第二年度生態顧問小組諮詢會議紀錄	140
附錄 11. 第三年度期中報告審查意見與回覆	148
附錄 12. 第三年度生態顧問小組諮詢會議紀錄	153
附錄 13. 第三年度期末報告審查意見與回覆	159
附錄 14. 黑翅鳶繁殖和覓食生態研究成果發表及相關環境議題減輕座談會	162
附錄 15. 投稿論文稿一 (發表於第五屆環境論文研討會)	179
附錄 16. 投稿論文稿二	198

表目錄

表 1. 西濱快速公路各標段起迄里程與施工期間	4
表 2 工作進度表	6
表 3. 黑翅鳶屬猛禽的分布	10
表 4 中華民國野鳥學會歷年各縣市黑翅鳶發現隻次統計	13
表 5. 分析人類活動對野生動物和野生動物族群潛在影響的測量重點	24
表 6. 評估潛在人為活動干擾對繁殖黑翅鳶反應的蒐集參數	41
表 7. 西濱快速道路不同興建階段對黑翅鳶生態影響之迴避、減輕與補償策略方案選項	43
表 8. 黑翅鳶歷次普查隻數與網格分布	46
表 9. 連續繁殖巢位的前後間隔天數比較	57

表 10. 黑翅鳶不同地景繁殖力	58
表 11. 巢位組與對照組的棲地環境特徵及比較	65
表 12. 巢位組(n=30)與對照組(n=31)的各地景空間尺度下環境特徵比較	66
表 13. 彰化縣濱海地區黑翅鳶巢位至各級道路距離 (單位:Km)	67
表 14. 各級道路黑翅鳶對不同人車種類出現產生反應平均距離 (單位:m)	68
表 15. 黑翅鳶活動範圍、活動最遠距離與適合棲地比例	71
表 16. 西濱快速道路興建對黑翅鳶生態影響之各種迴避、減輕與補償方案效益摘要	77

圖目錄

圖 1. 黑翅鳶(<i>Elanus caeruleus</i>)飛行特寫	2
圖 2. 黑翅鳶為小型哺乳類專食者	3
圖 3. 西濱快速公路(台 61 線)新建工程計畫道路路線	5
圖 4. 工作項目關聯及流程圖	9
圖 5. 黑翅鳶特寫	11
圖 6. 黑翅鳶(<i>Elanus caeruleus</i>)世界分布圖	12
圖 7. 研究範圍	32
圖 8. 研究地區 1993~2011 年各月份平均溫度與雨量變化圖	33
圖 9. 第一年度普查 (2009 年 11 月至 2010 年 10 月) 黑翅鳶分布網格	47
圖 10. 第二年度普查 (2010 年 11 月至 2011 年 10 月) 黑翅鳶分布網格	48
圖 11. 研究期間各月份黑翅鳶累計巢位、繁殖中巢位及累計繁殖對數量變化	50
圖 12. 第一年度(2009 年 11 月至 2010 年 10 月)黑翅鳶巢位分布	51
圖 13. 第二年度(2010 年 11 月至 2011 年 10 月)黑翅鳶巢位分布	52
圖 14. 第三年度(2011 年 11 月至 2012 年 10 月)黑翅鳶巢位分布	53
圖 15. 雌鳥日間停留巢內時間比例	59
圖 16. 雄鳥日出後各時段(小時)攜回獵物頻度	60
圖 17. 各繁殖階段雌鳥巢內各行為模式記錄筆數及行為時間的比例。A: 孵蛋期；B: 育雛前期；C: 育雛中期；D: 育雛後期。	61
圖 18. 各繁殖階段雌鳥巢外各行為模式記錄筆數及行為時間的比例。A: 孵蛋期；B: 育雛前期；C: 育雛中期；D: 育雛後期。	62
圖 19. 各繁殖階段雄鳥單位時間給食頻度。A: 孵蛋期；B: 育雛前期；C: 育雛中期；D: 育雛後期。	63
圖 20. 黑翅鳶對干擾反應的 CART 分析樹狀圖	70
圖 21. 黑翅鳶隨機取樣追蹤點距巢位不同距離棲息頻度。(C05 為雌鳥，C06 和 C09 為雄鳥)	72
圖 22. 黑翅鳶活動範圍與巢位相對位置。100% MCP: 多邊形；95% Kernel home range: 灰色區域；50% Kernel: 網底區域；使用中巢位: ▲；及舊巢位: △。	73
圖 23. 彰化縣和雲林縣西部濱海公路已通車與預定路線兩側 1 Km 範圍內黑翅鳶巢位分	

布。(圓圈表目前彰化線路段 1 Km 範圍內繁殖對分布區域).....	90
圖 24. 黑翅鳶巢位在彰化縣境內的分布	95

摘要

本計畫主要目的藉由彙整黑翅鳶國內外相關文獻、彰濱地區黑翅鳶繁殖生物學研究、棲地利用模式研究、及道路等人為干擾對黑翅鳶族群影響。以評估彰化海岸地區的既有道路系統和西部濱海公路興建開發計畫對黑翅鳶族群和繁殖行為的可能影響，並提出可行的減輕和補償對策。

繁殖生物學

2009-2012 年研究期間，經系統性調查彰化縣中山高以西區域黑翅鳶數量、巢位、繁殖參數和棲地特色。結果發現黑翅鳶數量呈現上升趨勢，分布範圍擴展至中山高至濱海所有鄉鎮，最大單次普查數量達 130 隻次。黑翅鳶的繁殖巢位主要集中蔗田和大面積休耕農地。三年研究期間發現由 99 個繁殖對築的 338 個巢一共 394 隻幼鳥離巢。彰化地區黑翅鳶可全年且連續繁殖現象為首次發現，每年每個繁殖對約 3.3 隻幼鳥離巢高於已知所有文獻的報導。此外，黑翅鳶育雛期雌鳥可與原配偶外的雄鳥配對繁殖，以及第二年的亞成鳥可參與繁殖等現象，可能促進這個物種的繁殖力。造成黑翅鳶繁殖失敗的主因為農業、獵捕、工業區開發等人為活動干擾，其次為颱風或強陣風影響。整體而言，這個物種目前族群增長和棲地分布擴張快速，無迫切生存危機。

棲地利用模式

棲地特徵研究顯示黑翅鳶微棲地選擇偏好冠層覆蓋度相對較高，且離鄉鎮道路和小徑較遠的樹木築巢；距巢樹半徑 150m 範圍內，黑翅鳶偏好面積比例較低的水體、建築物及雜作耕地，以及土地區塊數量較少的地景；半徑 300m 及 500m 範圍內，黑翅鳶依然偏好面積比例較低的建築物和雜作耕地環境。在 5 種尺度的邏輯迴歸模型之中，黑翅鳶棲地選擇的預測模型以半徑 150m 的尺度最佳，其次為半徑 500m 的模型，兩者概要百分比分別為 91.4% 及 84.9%。具體而言，黑翅鳶所偏好地景特徵具有相對較低的農業操作頻度以及較低人類活動特色。

道路影響

調查資料顯示黑翅鳶並不排斥在已存在的台 17 線省道、西濱快速道路雲林段、彰化段等大型公路兩旁適合的棲地繁殖。以 2011 年為例，西濱快速道路彰化段計畫路線兩側 1km 內 6 個繁殖對共築 15 巢計 11 隻幼鳥離巢；其中已動工路段 4 對 13 個巢 9 隻幼鳥離巢。上述 15 個巢，同時緊鄰目前重要濱海交通動線台 17 線省道，在 150m 和 300m 範圍內各有 3 和 10 個巢。黑翅鳶對來自道路人車產生反應的平均距離介於 67 至 175m 間。其中對於來自不同人車類型產生干擾反應的比例具有顯著差異，以人力和小型車明顯大於大型車和農用機具；對干擾產生反應的距離則僅農用機具顯著大於人力、大型車和小型車。由干擾的類型顯示黑翅鳶對於有直接威脅性的人類和噪音較大的農用機具反應較為強烈。不同等級道路間的干擾反應比例和距離亦呈現顯著差異，來自非道路的反應比例和距離大於鄉道，而鄉道又大於縣道和省道。以上結果顯示，黑翅鳶對於比較容易直接進入繁殖巢位所在農地的鄉道或非道路的干擾，產生反應的比例較高和反應距離較遠，對於大型道路上車速較快且稍縱即逝的人車較無反應。因此，儘管黑翅鳶雖然習性敏感，因能適應農耕地景環境，也能在道路兩側築巢，只要沒有近距離直接騷擾，對人為活動在一定距離外具有相當的耐受性，而本研究黑翅鳶對反應距離的資料可作為工程期間人車動線導引或管理緩衝距離的參考。

建議補償對策

就 201-208K 辦理差異評估中的路段，五條替代規劃路線由西往東分別為濱海線、濱海內縮線、台 17 外推線、台 17 線共構線、及內陸線，各經過 3、3、3、4、5 對黑翅鳶繁殖棲地。雖然台 17 以西的 3 條路線干擾相對較少，但差異有限，應再考慮其他生態成本如潮間帶水鳥或其他保育類生物棲地衝擊、社會成本如保育團體接受度和地方民意接受度、以及經濟成本如建設經費和行車效益等。此外，因應目前及未來工程興建而可能受影響的黑翅鳶棲地，建議協調彰化縣政府持續於濱海和西部濱海公路沿線兩側 1km 範圍內既有休耕地繼續執行休耕補償和綠肥轉作補助為最佳補償方案。此外，因應施工階段的各種影響減輕策略建議後續應該委託具相關經驗學術單位、專業生態背景廠商或 NGO 組織執行減輕工程擾動的監測、巡守，和協助規劃及協調工程期間工程人車出入工地動線以減輕干擾繁殖中黑翅鳶。

Abstract

Between 2009 and 2012, we conducted systematic surveys of the area west of National Highway No. 1 in Changhua County, discovering that *Elanus caeruleus*, the black-shouldered kite, is not as limited in its distribution as previously laid out in Environmental Impact Statements; we have found that it also covers other townships, including Xihu, Erlin, Zhutang, and Pitou Townships. The greatest number of the birds are concentrated in the agricultural area south of Lukang and west of Provincial Highway No. 19. The number of birds witnessed first-hand during the survey period showed an increasing trend, reaching a maximum single-survey figure of 130 birds. Nest-site surveys also showed that the breeding habitat of the black-shouldered kite is not a contiguous area, but rather focuses mainly on sugarcane fields and large, fallow areas of farmland. Observation of reproductive behavior also found a total of 394 fledglings from 338 nests built by 99 territorial pairs. Unlike reports from neighboring areas in Asia, these black-shouldered kites in Changhua do not only breed year-round, but do so at nest sites that can be found month after month. Absent human interference, each breeding pair is estimated to reproduce 3 times a year, producing an average of 3.3 chicks per year. This high level of reproductivity and consecutive reproduction is greater than that found in known literature. This reproductive capability is further enhanced by the black-shouldered kite's consecutive reproduction, mating with additional males during the brooding period, and the participation of subadult birds in reproductive activity. Within 1Km either side of the Changhua section of the aforementioned highway construction project, a total of 11 fledglings from 15 incidences of breeding by 6 territorial pairs in 2011; in areas where work has already commenced, 4 breeding sites were constructed, comprising a total of 13 nests producing 9 fledglings. Three of the aforementioned breeding pairs nested within 150m of Provincial Highway No. 17 and 10 within 300m, showing that the black-shouldered kite does not consider areas next to highways an inappropriate breeding habitat.

The black-shouldered kite shows some preferences in habitat characteristics. It prefers to build nests in trees in areas with relatively high canopy coverage and further from roads. Within 150m of its nesting site, the black-shouldered kite also shows a preference for areas with relatively low levels of water, construction, and mixed agriculture; it also prefers areas with relatively unsegmented land. In radii of 300m and 500m of the nesting site, the black-shouldered kite continues to show a preference for environments with relatively low levels of construction and agriculture. Of the five distance logistic regression models, we find that the 150m-radius model is most predictive of black-shouldered kite habitat selection, followed by the 500m-radius model, with the two showing overall predictive power of 91.4% and 84.9% respectively. Additionally, 51.6% of reproductively failed nesting sites can be attributed to human interference, including engineering work and development; 42.4% can be attributed to the influence of typhoons or high winds, indicating that the preferred species of tree for nest-building by the black-shouldered kite, *Casuarina equisetifolia*, is susceptible to damage in coastal regions. The aforementioned nest-building preferences may serve as a reference for the construction of suitable habitats in agricultural landscaping.

The maximum and minimum reaction distance to human and vehicular interference is 67 m and 175m respectively. The black-shouldered kite shows a significant difference in the level of reaction to human and vehicular interference ($\chi^2 = 265.60$, $p < 0.001$), with human interference at 36.1%, small vehicles at 36.1%, large vehicles at 13.1%, and agricultural equipment at 14.6%. With regard to the distance at which reactions are produced, the reaction distance for agricultural equipment ($119.25 \pm 38.04\text{m}$) is significantly greater than those for human activity ($102.28 \pm 57.63\text{m}$), small vehicles ($76.30 \pm 43.94\text{m}$) and large vehicles ($77.50 \pm 54.04\text{m}$) (Kruskal-Wallis test, $H=27.41$, $p < 0.001$). Additionally, the black-shouldered kite shows significant differences ($\chi^2 = 71.669$, $p < 0.001$) in its reaction to different road types, showing greater reaction frequency to interference from township routes and paved roads than from unpaved roads, provincial highways, and county routes. With regard to the distance at which different road types produce a reaction, paved roads did show a greater distance than unpaved roads, however not to a significant degree (Mann-Whitney U test, $U = 8794.5$, $p = 0.628$).

In terms of avoidance strategies for the 201-208Km mark route, the five main replacement routes—the coastal route, the inset coastal route, the Provincial Highway No. 17 extension route, the joint Provincial Highway No. 17 route, and the inland route each pass through 3, 3, 3, 4, and 5 black-shouldered kite breeding habitats, and while the three routes west of Provincial Highway No. 17 do show a lower level of interference, the difference in impact is limited. Other environmental costs should also be considered, such as the impact on waterfowl in intertidal areas or on the habitats of other protected species. Social costs, such as acceptance by environmental groups and local residents, and economic costs such as construction expenses and efficacy with regard to traffic should also be taken into consideration. In response to the impact of construction on black-shouldered kite habitats, the four alternative plans for habitat compensation should be evaluated through negotiations with relevant government departments and determination of optimal compensation plans for farmland that will lie fallow; strategies to reduce the impact of the construction work itself, meanwhile, should focus mainly on monitoring the interference to breeding by black-shouldered kites in areas neighboring the construction, as well as putting in place plans to inspect, monitor, and adjust restrictions on human and vehicular travel in affected areas through consultations with private businesses and non-governmental organizations. Some of the plans for avoiding, minimizing, and compensating for interference to the environment of the black-shouldered kite proposed in this study have already been communicated to, adapted for, and resolved with relevant organizations. Follow-up work should focus primarily on the implementation of construction work monitoring, movement restrictions, inspections, and environmentally friendly measures; the funding necessary for this comes under the umbrella of routine expenses or is otherwise relatively inexpensive, and so it should be feasible for relevant construction organizations to undertake.

第一章、前言

本計畫為了解西部濱海公路開發是否對彰化濱海地區目前黑翅鳶 (Black-winged Kite, *Elanus caeruleus*) 族群的繁殖和覓食生態產生影響，就目前分布環境現況特色與黑翅鳶的族群變化資料進行蒐集，以分析西部濱海公路彰化段開發對局部或整體黑翅鳶族群是否產生影響，及分析影響為何？若有影響則根據社會與環境現狀提出可行對策與相關減輕保護模式或措施。

本報告共計七章節，另包括參考文獻、相關資料、季報告、會議記錄等資料附錄。本章(第一章)主要回顧本計畫緣起，包括黑翅鳶在台灣的發現和擴張經過，並分析和西部濱海公路彰化段開發之間的關聯。

第二章界定本計畫三年期間所執行工作項目與目的。

第三章根據黑翅鳶生態和本計畫進行工作項目進行相關文獻回顧。

第四章工作方法為本計畫各項工作執行地區和工作方法細節。

第五章結果說明各項工作經分析彙整後得到的重要訊息。

第六章根據各工作執行成果提出就現有行政與法令上可行的相關對策與保護建議。

第七章就本研究結論提出後續其他研究方向及可行建議。

1.1 猛禽保育

猛禽為自然環境中的高級消費者，有助於其食物鏈下的獵物族群調節 (Fulk 1976)，因此任何對猛禽族群的影響均可能衝擊生態系統的平衡。台灣地區的日行性隼形目猛禽計有 32 種(中華民國野鳥學會鳥類紀錄委員會 2012)，這些猛禽依據其遷徙屬性大致可分為留鳥、過境鳥、迷鳥，以及具有上述多重屬性者。其中歸類為台灣地區留鳥者有鳳頭蒼鷹 (*Accipiter trivirgatus*)、松雀鷹 (*Accipiter virgatus*)、黑翅鳶 (*Elanus caeruleus*)、林鵰 (*Ictinaetus malayensis*)、黑鳶 (*Milvus migrans*)、蜂鷹 (*Pernis ptilorhynchus*)、大冠鷲 (*Spilornis cheela*)、熊鷹 (*Spizaetus nipalensis*) 等，但只有黑翅鳶主要棲地分布於濱海至平原的開闊田野。雖然黑翅鳶分布範圍廣闊，涵蓋歐、亞、非大陸，數量估計超過 100 萬隻，經國際自然保育聯盟 (The International Union for Conservation of Nature IUCN) 的保育等級 (Red List Categories)，列為低危險等級的「安全」

(Least Concern) 級別(BirdLife International 2010)。依據國內野生動物保育法，所有現生猛禽均屬珍貴稀有保育的野生動物(農委會 2009 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告)，因此黑翅鳶也包含在內，不得騷擾或獵捕。此外，環境影響評估相關法規也要求政府公部門及民間對於可能的開發及各種人為活動是否對野生動植物族群及其棲地，特別是保育類野生動造成干擾，有必要加以釐清影響，並提出可能的對策。

1.2 台灣地區黑翅鳶發現與擴張回顧

在 1996 年之前台灣從未有黑翅鳶(圖 1)發現紀錄，因此曾經被定位為迷鳥(顏 1996)。但 1998 年首現於貢寮之後，台灣各地每年都有目擊紀錄。自從 1999 年在嘉義鰲鼓地區發現了定居的黑翅鳶之後，兩年內即產生繁殖族群並向外擴散(翁 2005；蕭 2001)。彰化地區從 2002 年底開始記載黑翅鳶個體，2009 年彰化縣沿海所有鄉鎮即有繁殖的紀錄。且根據中華鳥會鳥類資料庫及各地鳥友提供訊息(私人通訊)顯示 2012 年在台南、屏東和高雄等縣濱海及少數內陸平原地區也有繁殖紀錄。墾丁國家公園的年度遷徙猛禽調查也發現近年內有 2 次發現遷移至恆春半島的黑翅鳶(陳 2006；吳 2009；羅 2009)。黑翅鳶的出現與繁殖，使台灣的濱海至平原無森林分布的開闊地帶增添了食物鏈高級捕食者，由於非遷徙過境季節缺乏相同生態位階競爭者，推測此物種族群拓展與分布的初期擴張速率可能會相當快(郭 2008)。



圖 1. 黑翅鳶(*Elanus caeruleus*)飛行特寫



圖 2. 黑翅鳶為小型哺乳類專食者

1.3 西部濱海公路開發議題

西部濱海快速公路已建設多年，多數路段已陸續完工通車，提供南北向交通服務，目前使用車流日益增加，成為本島西部走廊的重要運輸幹道之一，也作為國道 1 號高速公路主要替代道路。但西濱快速公路中部路段員林大排至西濱大橋段尚未完成，使此路段交通運輸大部份由台 17 線負擔，由於不連續性無法發揮原有路網規劃之功效。本案規劃路線鄰近許多生態敏感區域如漢寶溼地、永興漁塭區和大城溼地，環境背景調查亦發現路線經過許多保育類野生動物如澤鶩、短耳鴉、黑翅鳶等猛禽重要棲地。基於「西濱快速公路(台 61 線)員林大排至西濱大橋新建工程計畫」環評承諾，必須進行工程計畫北端計畫路線 187~188.5k 兩側 1Km 範圍受影響黑翅鳶族群保育研究(公路總局西部濱海公路中區工程處 2008)。本計畫路段於環評之初，曾有 7 個巢位的記錄，但繁殖成功率不高，環評調查報告認為係各種人為干擾為主因。此外，黑翅鳶對巢樹(木麻黃)的忠誠度(經干擾後仍重複使用)，推測巢樹有可能是影響黑翅鳶族群的一個重要限制因子(公路總局西部濱海公路中區工程處 2008)，由於當時調查僅止於觀察性敘述，且受限於時空因素和樣本數大小而無進一步結論。因此為評估本工程興建開發對當地黑翅鳶族群和繁殖行為的可能影響，及後續應用於彰化海岸其他地區的既有道路系統興建及管理的參考而實施本計畫。

西濱快速公路(台 61 線)員林大排至西濱大橋新建工程計畫起自員林大排北端，南至大城鄉西港橋附近與台 17 線共線銜接至西濱大橋，全長約 29.5Km，共設置五處交流道(圖 3)。全線大致採高架橋樑佈設，僅少部分路段為平面路堤，全線採雙向四車道配置，高架橋寬約為 22.8m，路權範圍在 30~40m 間。全案共計五個標段，各標段里程及交流道如下(進度詳見表 1)：

- 1.WH49 標工程(182k+720~190k+028)：含 WH49、WH49-1、WH49-2 三標段，全線為高架路段，設有福興交流道與及漢寶交流道。
- 2.WH50 標工程(190k+028~199k+348.5)：含 WH50、WH50-1、WH50-2，包括高架路段與平面路段，於台 17 線交會處設置王功交流道。
- 3.WH51 標工程(199k+348.5~204k+900)：含 WH51-1 和 WH51-2 標段，包括高架路段、平面路段及芳苑交流道等。
- 4.WH52 標工程(204k+900~208k+378)：含高架路段、平面路段。
- 5.WH53 標工程(208k+378~212k+700)：含 WH53-A、WH53-B 和 WH53-1 標段，及高架路段及大城交流道。

其中本計畫緣起黑翅鳶個體分布於 WH49 標段旁厦粘村和麥厝村交界的雜作和休耕農耕地。

表 1. 西濱快速公路各標段起迄里程與施工期間

標段編號	起訖點	公里數	施工期間
WH49	福興~福寶	182k+720~184k+820	2009/12/15~2013/04/30
WH49-1	福寶~厦粘	184k+820~187k+910	2009/12/11~2013/02/28
WH49-2	厦粘~漢寶	187k+910~190k+028	2009/12/11~2012/10/16
WH50	漢寶~新生	190k+028~193k+270	2010/01/01~2014/1/31
WH50-1	新生~王功	193k+270~195k+995	2010/09/01~2013/10/31
WH50-2	王功~永興	195k+995~199k+780	未定
WH51	永興~芳苑	199k+780~202k+940	未定
WH51-1	芳苑~新街排水	202k+940~204k+900	未定
WH52	新街排水~西港橋	204k+900~208k+378	未定
WH53-A	西港橋~大城交流道	208k+378~209k+117	未定
WH53-B	大城交流道~公館排水	209k+117~210k+522	2009/10/18~2012/09/03
WH53-1	公館排水~西濱大橋	210k+522~212k+700	2009/10/16~2012/12/31

註：資料來源-西濱中工處，更新日期 2012 年 10 月。”未定”為該路段目前進行差異評估中。

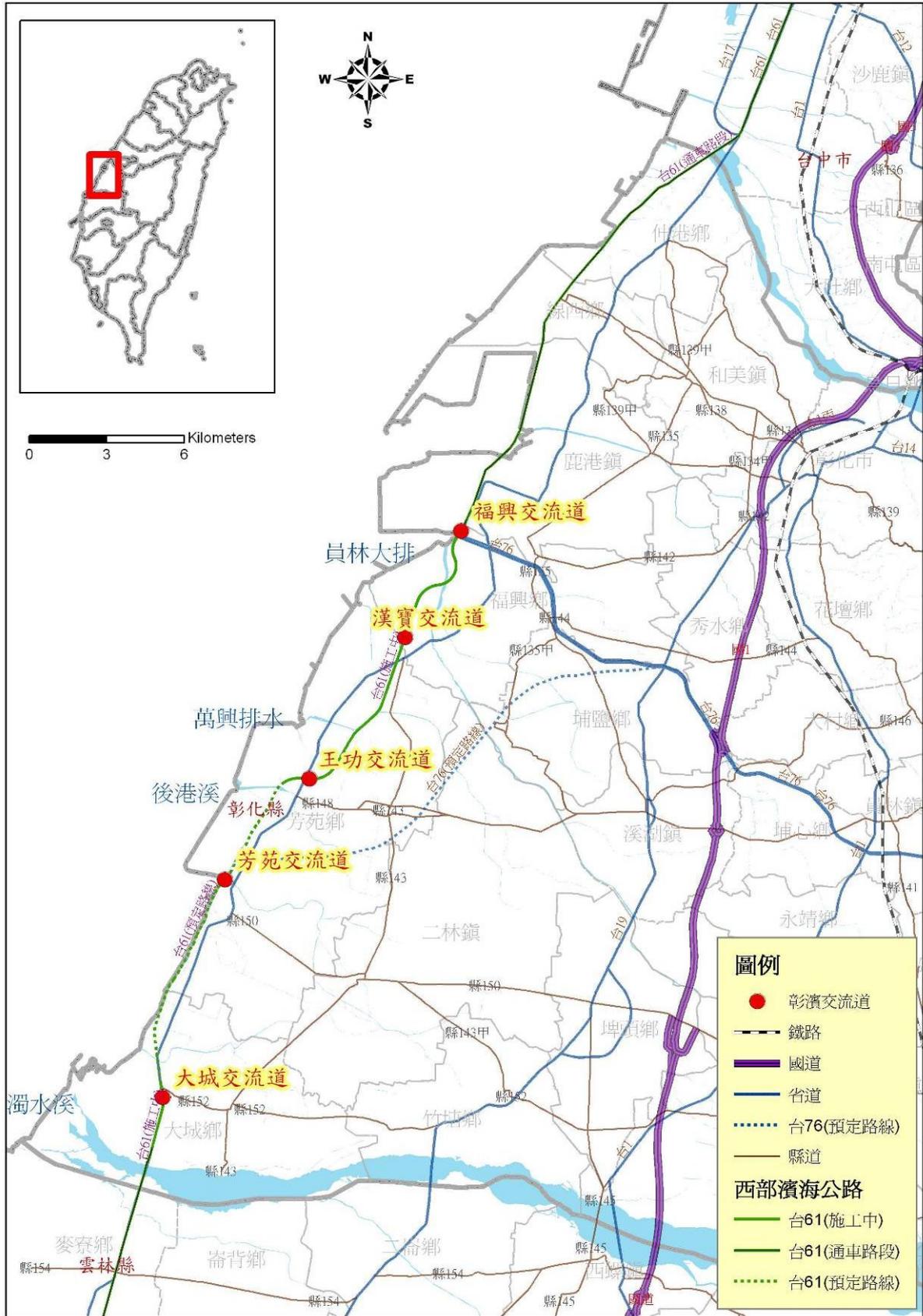


圖 3. 西濱快速公路(台 61 線)新建工程計畫道路路線

第二章、工作項目及目的

本計畫執行期間共計三年，工作項目主要有六項，各項目及期程分別說明如下：

1. 收集彙整並分析國內外相關文獻。(第一年工作項目)
2. 彰濱地區黑翅鳶繁殖生物學研究。(第一年和第二年工作項目)
3. 黑翅鳶棲地利用模式研究。(第一年和第二年工作項目)
4. 道路等人為干擾對黑翅鳶族群影響。(第一年和第二年工作項目)
5. 評估彰化海岸地區的既有道路系統和道路興建開發計畫對黑翅鳶族群和繁殖行為的可能影響。(第二年和第三年工作項目)
6. 針對道路對黑翅鳶族群的影響提出可行的減輕和補償對策，並嘗試從環境保育成本和生態服務價值的角度來評估分析各減輕補償對策可能的經濟成本和生態效益。(第二年和第三年工作項目)

由於本計畫各年度起迄並非依照西元年度，各年度執行起迄為：第一年度為 2009 年 11 月 1 日至 2010 年 10 月 31 日，第二年度為 2010 年 11 月 1 日至 2011 年 10 月 31 日，第三年度為 2011 年 11 月 1 日至 2012 年 10 月 31 日(表 2)。

表 2 工作進度表

項目	第一年度				第二年度				第三年度			
	第一季	第二季	第三季	第四季	第一季	第二季	第三季	第四季	第一季	第二季	第三季	第四季
文獻收集彙整	■											
彰濱地區黑翅鳶繁殖生物學研究	■				■							
黑翅鳶棲地利用模式研究	■				■							
道路等人為干擾對黑翅鳶族群影響	■				■							
彰濱既有道路系統和道路興建開發計畫可能影響分析					■				■			
影響減輕和補償對策					■				■			

一、文獻回顧

文獻收集彙整主要包括黑翅鳶生態習性資料(以繁殖、食性與活動模式為主)、台灣黑翅鳶相關文獻記錄和擴散情形回顧、道路開發等人為干擾對鳥類的影響和相關減輕對策(以猛禽為主)、猛禽保育、棲地補償和經營管理課題(以上特別針對曠野性的猛禽)，另配合西濱快速公路員林大排至西濱大橋新建工程計畫各標段的進度將生態監測工作調查結果納入分析。

二、彰濱地區黑翅鳶繁殖生物學研究

監測彰濱地區黑翅鳶繁殖生物學，包括分布地點、分布數量、成幼個體數目、和繁殖結果，以分析繁殖參數與干擾情況。研究地點除了西濱快速公路員林大排至西濱大橋新建工程計畫路線 187-188.5k 路段兩側的黑翅鳶族群，也包含西部濱海公路沿線其他曾發現繁殖族群分布的區域。

三、黑翅鳶棲地利用模式研究

棲地利用模式中分析和比對逢機取樣區域和實際利用區域地景結構和繁殖棲地特徵。此外也就無線電追蹤個體活動範圍和巢位固定半徑範圍內棲地組成加以比較分析，並評估道路沿線可能受影響棲地範圍。

四、道路等人為干擾及興建道路系統對黑翅鳶族群影響

影響分為長期與短期。短期影響的研究重點為分析各種道路等級和人車干擾對黑翅鳶產生立即反應的比例和距離。長期影響的研究則藉由蒐集與分析黑翅鳶巢位數量和距離各級道路的關聯，並比較整體和現有道路系統沿線黑翅鳶繁殖族群生育力差異。

五、彰濱既有道路系統和道路興建開發計畫可能影響分析

就前項工作所了解各種干擾對西部濱海公路沿線兩側現有黑翅鳶族群可能的影響，包括棲息地點和族群量，及影響程度，以做為後續興建計畫影響分析的參考。

六、提出可行的影響減輕和補償對策

針對「道路對黑翅鳶族群的影響提出可行的減輕和補償對策」工作，對於本計畫緣起族群、及西部濱海公路新建工程沿線受影響或潛在受影響族群，就前述各項工作結果，提出減輕或補償對策。並嘗試從環境保育成本和生態服務價值的角度來評估分析各減輕補償對策可能的經濟成本和生態效益，提出最有效可行方案。上述各項工作項目相互關聯及流程詳見圖 4。

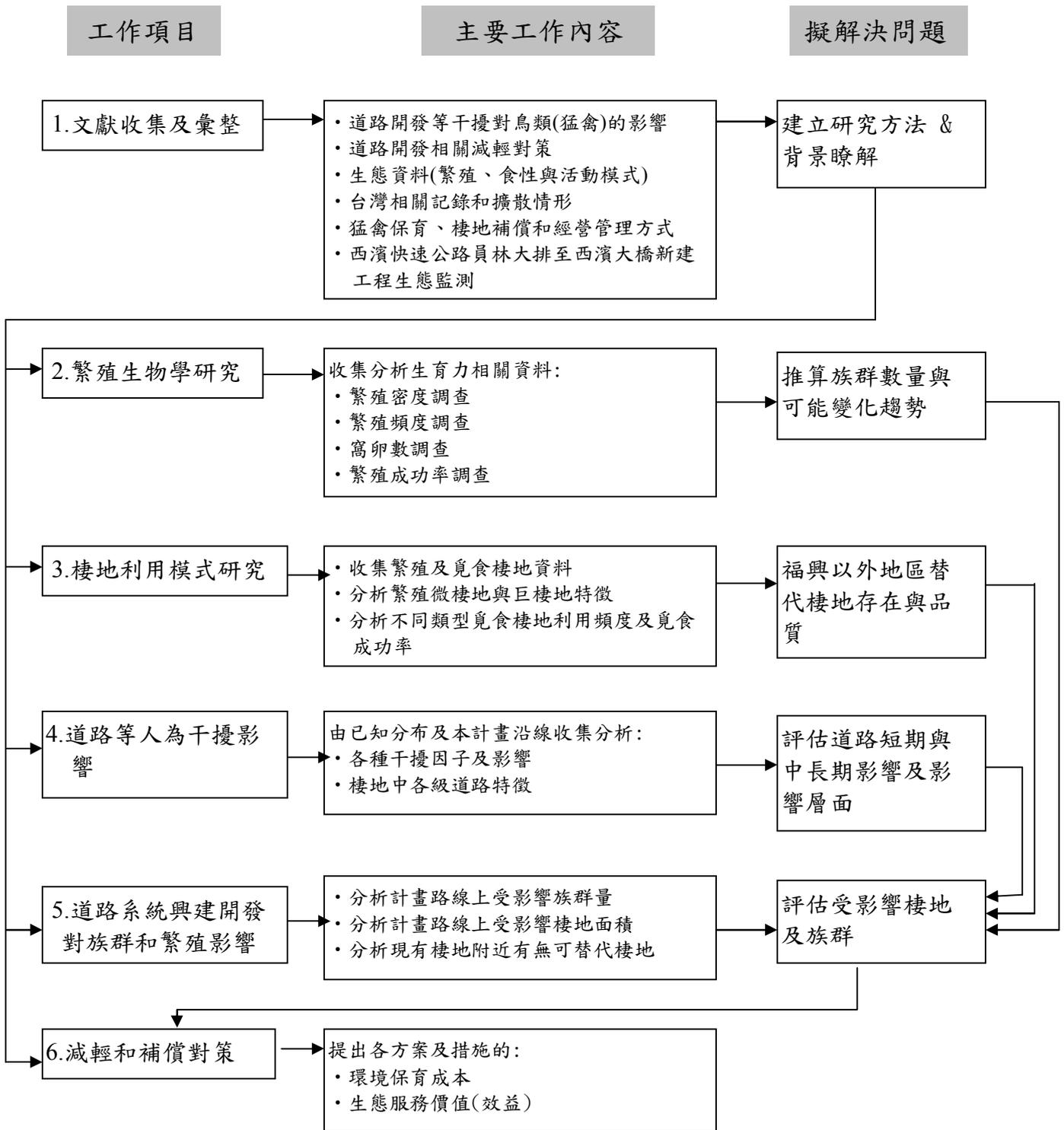


圖 4. 工作項目關聯及流程圖

第三章、文獻回顧

3.1 分布與族群現況

3.1.1 外型與分類地位

黑翅鳶屬(genus *Elanus*)為鷹科(Accipitridae)成員下一類外型似隼的猛禽，最典型的習性就是像隼一樣在草地上空定點振翅的習性(Negro *et al.* 2006)。這個屬共包含四個種，分布在歐亞大陸、澳洲和美洲(表 3)，分別為分布於歐、亞、非洲的黑翅鳶、澳洲的黑肩鳶(Black-shouldered Kite, *Elanus axillaris*)和紋翅鳶(Letter-winged Kite, *Elanus scriptus*)、美洲的白尾鳶(White-tailed Kite, *Elanus leucurus*) (Clements *et al.* 2009)。黑翅鳶、黑肩鳶以及白尾鳶這些同屬種(*conspecies*)所構成的超種(*superspecies*)(Parkes 1958, Mees 1982)，在 Clark & Banks (1992)提供了具說服力的形值資料，以及其他相關分子生物學證據後相互之間關聯更為清楚。

Bed'Hom *et al.* (2003) 發現黑翅鳶的染色體組核形(karyotype)具非典型組成而注意到黑翅鳶屬可能是隼形目鷹科中遙遠的一支，甚至可能是單獨的一科，跟多數夜行性貓頭鷹的親緣關係反而較近 (Wink *et al.* 1998; Wink & Sauer-Gürth 2004; Lerner & Mindell 2005; Griffiths *et al.* 2007)。因此黑翅鳶在許多地區的觀察顯示在日落後仍然有捕食獵物行為。

表 3. 黑翅鳶屬猛禽的分布

	種 類	分布
黑翅鳶(<i>Elanus caeruleus</i>)	Black-winged Kite, Common Black-shouldered kite	歐洲伊比利半島、非洲及亞洲 南部
澳洲黑翅鳶(<i>Elanus axillaris</i>)	Australian Black-shouldered Kite	廣佈澳洲大陸
紋翅鳶(<i>Elanus scriptus</i>)	Letter-winged Kite	澳洲大陸內陸及部分海岸
白尾鳶(<i>Elanus leucurus</i>)	White-tailed Kite	美洲南北緯各 43 度之間

(Clements *et al.* 2009; Ferguson-Lees & Christie 2001; Hoyo *et al.* 1994; Howard & Moore 1991)

黑翅鳶為小型猛禽，其體長 31-35cm，翼展 75-87cm，重量 197-343g。雌、雄個體外型近似，雌鳥約較雄鳥約大 15%，如圖 5 所示，其黑、白、灰羽色相當醒目，翅背面前緣(初級飛羽)黑色，胸、腹及尾下白色。像隼一

樣的長翅膀，似貓頭鷹一樣朝前的眼睛有著鮮紅的虹膜。眼先及眼後有黑斑似黑色眼影。喙黑色，喙基黏膜鮮黃色，尾方形(Ali & Ripley 1978)。黑翅鳶分布由歐洲的伊比利亞半島西南、非洲撒哈拉以南、阿拉伯半島西南角、東巴基斯坦到中國東南與印度、馬來半島、菲律賓群島，和部份的印尼和澳洲等地(Ferguson-Lees & Christie 2001; 高等 2002; 林等 2004)(圖 6)。這個物種在上述範圍呈現不連續的分布，而且在歐洲和亞洲的族群近 30 年的紀錄處於擴張中 (Salim 2002; 林等 2004; Mebs & Schmidt 2006; Balbontin *et al.* 2008)。



圖 5. 黑翅鳶特寫

3.1.2 棲地與分布

上述有關於黑翅鳶族群最近的擴張和拓殖的現象在歐洲和亞洲的中國報導如下：

在中國，黑翅鳶原為雲南的留鳥，廣西和浙江的夏候鳥，偶見於河北(高 1995)，近二十年起逐漸擴張到海南和沿海的廣東、福建、江西和山東等省份(唐等 1993; 史 1998; 唐&陳 2001; 高等 2002; 單等 2005)。而近十年中國東南省份的黑翅鳶繁殖族群也有日漸增加趨勢。林等(2004)認為黑翅鳶較長的繁殖期、高生殖力、高幼鳥存活率等繁殖特色，以及較強的適應人類環境的能力可能是快速擴展其分布範圍的主因，加上大陸沿海都市發展，許多勞動人口湧入都市，產生許多廢耕農田使鼠類數量增加更加速黑翅鳶的擴張(林等 2004)。

在歐洲，20 世紀中葉之前的發現資料顯示黑翅鳶為迷鳥，一直到 1963 年才有第一筆繁殖證據出現在西南歐的伊比利半島的報導(England 1963)，而在最近 30 年黑翅鳶在歐洲更經歷了明顯的範圍擴張，繁殖的嘗試往北延伸到西南法國和鄰近諸國(Duchateau & Delage 2006)。Balbontín *et al.* (2008) 推測黑翅鳶在歐洲伊比利半島的範圍擴張可能歸因於氣候變遷、土地利用改變或以上兩者。以上報導顯示無論是亞洲或歐洲，黑翅鳶的族群擴張似乎都和人類改變地景有關(Faanes & Howard 1987；Balbontín *et al.*, 2008)。

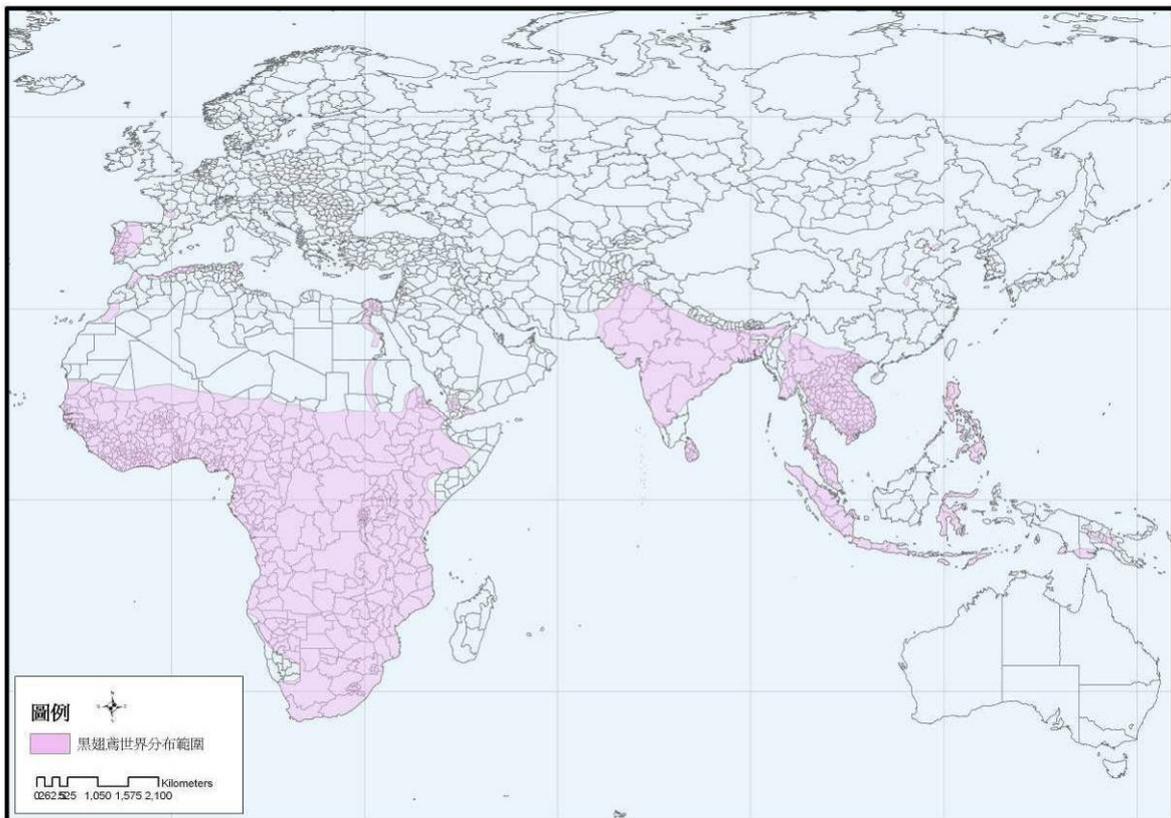


圖 6. 黑翅鳶(*Elanus caeruleus*)世界分布圖

在台灣，根據各縣市鳥會會訊及中華鳥會鳥類資料庫資料(中華民國野鳥學會鳥類資料庫，未發表資料)顯示，黑翅鳶 1998 年首現於台北縣貢寮，1999 年在嘉義鰲鼓地區發現了棲息的黑翅鳶，而且在兩年內繁殖產生族群向外擴散，彰化漢寶地區從 2002 年底發現黑翅鳶巢位。如果文獻資料無誤，三年間繁殖族群往外擴散約 63Km。另根據中華民國野鳥學會 1999-2010 年資料庫記錄，發現全島濱海縣市除台中及台東地區之外都有個體發現(表 4)，事實上本研究委託團隊成員和台東鳥會(私人通訊)在台中縣和台東縣都

有目擊紀錄但未登錄到中華鳥類資料庫；至於繁殖紀錄，2010年分布已北起桃園縣大園，南至屏東縣新園鄉，顯示這個物種的繁殖區域分布逐漸擴及西部海岸和平原。

表 4 中華民國野鳥學會歷年各縣市黑翅鳶發現隻次統計

縣市\年代	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	小計
台北	4	4			1		1		1		1			12
台南						1		1	5	12	15	2	1	37
東港													2	2
花蓮		1										4	14	19
屏東											5	5	2	12
苗栗										1	3	1		5
桃園					1						1			2
高雄												1		1
雲林		6	8	2		1	1	2	11	3		1	1	36
新竹			1										1	2
嘉義			15	13	8	11	33	36	44	40	12	13	8	233
彰化						3	6	5	8	13	2	3		40
合計	4	11	24	15	10	16	41	44	69	69	39	30	29	401

資料來源：中華民國野鳥學會資料庫

有關黑翅鳶的垂直海拔分布文獻資料顯示，在大陸雲南分布可達海拔2000m的高山草原或草甸等環境(高 2002；趙 1995)，在非洲山區甚至可達3000m的高原草原(Ferguson-Lees & Christie 2001)。在大陸東南沿海調查顯示黑翅鳶分布於平原和曠野小山丘樹林邊緣。國內過往文獻資料僅顯示黑翅鳶族群目前僅分布濱海及鄰近平原區域(郭 2008)，由於黑翅鳶偏好在開闊地活動，其翅形與習性不適合在森林內活動，因此開闊草生地和小型哺乳類分布可能是吸引黑翅鳶的環境，所以在台灣內陸平原土地的利用狀況、都市聚落密集度和森林分布可能限制其活動範圍。

3.2 彰濱地區黑翅鳶繁殖生物學研究

3.2.1 食性與習性

猛禽以其棲地特色、視力、飛行技巧、足爪等演化而有偏好獵物，但多數猛禽仍為機會主義者(Newton 1979)，因此雖然黑翅鳶屬猛禽的主要食物種類為小型哺乳的鼠類(Stendell 1967；Stendell 1972；Manosa *et al.*

2005)，也包含其他的物種如小型鳥類、爬蟲類、昆蟲等，但鼠類之外的獵物頻度和生物量較偏低(Parejo *et al.* 2001；林&葉 2002；林&謝 2004)。一般而言，掠食者的食物組成受到所在環境資源組成影響，例如福建地區有限的觀察(9 筆紀錄)顯示，育雛食物全為鼠類，推測營巢地旁為垃圾填埋場，因此鼠類成為主要食物來源(林等 2004)；此外 1998~2004 年間西班牙東北部地區黑翅鳶巢下的食糞分析顯示，小型哺乳類中的鼠類佔 64.4-95.3%，其次為雀形目的鳥類 4.8-30.3%。此外從生物量比例角度分析，西班牙南部渡冬族群攝取生物量鼠類同樣佔 97%的高比例(Parejo *et al.* 2001)。有關北美同屬的白尾鳶築巢研究亦發現黑翅鳶成功築巢和主要獵物(vole)的密度具相關性(Hawbecker 1940)。而生殖力表現如每一巢幼雛的數量以鼠類在食物中佔的筆數比例成正相關，顯示黑翅鳶為高度小型哺乳類專食者(Manosa *et al.* 2005)，

黑翅鳶的捕獵行為有多種，可粗分為坐等(active perching)、空中搜尋(hunting flight)、巡航飛行(cruising flight)等，其中以坐等方式和空中搜尋為主(Jaksic *et al.* 1987)，以坐等方式能量消耗較低。坐等方式通常發生在地面植被稀疏的開闊環境，輪流於幾個固定高點如樹木、電線桿、電線上守株待兔，耐心等待獵物出現。至於空中搜尋的方式主要為尋找受火燒、翻土或犁田等農業活動驚擾獵物或晨昏、雨後戒心降低爬到明顯處活動鼠類，而吸引黑翅鳶主動在田野上低空搜尋並追捕獵物。因此黑翅鳶多數活動的位置醒目容易觀測，而地上突出物或構造物的有無或利用可能影響其捕食行為與能量消耗。

黑翅鳶可單獨或成對覓食，食物充足時，可以小群鬆散的形式一起出現，曾有報告在歐洲老鼠大發生(plague)期間，超過 70 隻一起覓食(Ferguson-Lees & Christie 2001)。牠們也具有共棲的習性，類似美洲同屬近親分享同一棵樹集體過夜 (Pajero *et al.* 2001)，最多曾發現以 15~35 隻的數量棲息在茂密的大樹上過夜(Bharos 1997)。但當食物不足時，對狩獵領域具有防衛性。黑翅鳶在空中的爭鬥，激烈時會出現爪子扣在一起(locking talons)的所謂「扭打(grappling)」行為(Whitt 1992)。

黑翅鳶經常利用領域內各種突出的構造物或棲木休息和展示，例如電線桿頂端、電線、枯木等。降落時尾部上下大幅度擺動被認為是一種強烈領域行為的展示。停在電線上也會藉著尾羽上下擺動以平衡，而當棲樹稀少時甚至選擇停在地表岩石或突出物上。黑翅鳶單獨時非常安靜，碰到同類或其他猛禽常發出尖銳的口哨聲呼應，繁殖期間叫聲更為非常頻繁和激烈，可以用來判斷個體行為與互動。

3.2.2 遷徙與密度

黑翅鳶為非典型遷徙鳥類，主要針對氣候和食物資源定居或遊移(小型哺乳類大發生)，在廣大範圍搜尋獵物可獲性(availability)較高的地方(Mendelsohn 1997; Bildstein 2006)。在北半球溫帶地區主要為留鳥，例如古北區的歐洲；但在熱帶被認為飄忽不定的移動，例如在印度有時數量極稀少的地方忽然暴發性增加，但在一兩年後又忽然消失(Bharos 1997; Naoroji 2006)。在熱帶非洲的西非有季節性移動的現象，但在東非或北非就似乎有長程流浪的現象，例如南非繫放的雛鳥 4.5 年後跨越赤道到了東非的烏干達(Oatley *et al.* 1998)。也有報導黑翅鳶由摩洛哥跨越海峽到西班牙(Thévenot *et al.* 2003)。

Mendelsohn (1989)指出黑翅鳶的族群分布極不平均，密度隨食物豐度和環境特徵而有很大的變異，在環境許可下每 2.5Km² 內可存在一對。以南非為例，在德南瓦凡 (Ttransval)調查到 4 萬 4 千對，約每 6Km² 就有一對，但在附近沙漠貧瘠棲地中下降至 90Km² 才有一對。上述資料顯示黑翅鳶族群在平面空間上的分布極不平均顯然是受到食物資源分布的影響。因此同樣是非洲的北非，在突尼西亞沙漠地帶則幾乎沒有任何黑翅鳶分布或繁殖記錄(Homer *et al.* 1982; Ouni 2007)。

在西南歐的伊比利半島上的西班牙和葡萄牙最早出現紀錄在 1860 年代，之後空白。然後於 1944 年發現繁殖，之後又一段時間無繁殖記錄。一直到 1960 年代以後才又開始出現繁殖紀錄至今。1990 年西班牙地區族群估計約 1000 對，葡萄牙也有 100-1000 對記錄。這種在時間軸上斷續出現

的情況十分不尋常，Balbontin 等人(2008)認為該族群在西南歐近期的擴張和近幾十年農業地景變遷有關。

在東南亞沒有關於密度研究的資料，主要因為這個區域過往為鳥類研究較為薄弱的地區。從印度南方到斯里蘭卡和亞洲大陸南方，只有黑翅鳶零星分布的資料。東南亞從蘇門達臘(Sumatra) 和加里曼丹(Kalimantan) 到摩祿加群島(Molucas)有少許分布，在北婆羅洲(Borneo) 則很稀少，而在爪哇(Java)地區數量更是稀少(Brown & Amadon 1968；Coates 1985)。

3.2.3 求偶行為

猛禽因習性敏感，不易靠近，配對過程不易觀察，雌、雄鳥出現在一地後，經過行為上磨合，雌鳥接納雄鳥與否可能由雄鳥覓食能力與求偶餵食的頻度決定(Newton 1979)。一旦黑翅鳶雌雄鳥穩定配對，就會共同維護領域，出現一起活動飛行和以聲音呼應。較特殊的飛行方式為雄鳥出現類似蝴蝶振翅的飛行，頭朝上身體近乎垂直，快速振翅但滯空緩慢前進的賣弄行為(Brown & Amadon 1968；Ferguson-Lees & Christie 2001)。在兩性之間，舉起尾羽或搖擺尾羽是常見的特徵，這是一種展示行為，特別是尾羽快速下擺，在當有其他隼或鳶入侵時會表現得更加強烈且快速。以上這些行為可以讓有經驗的調查人員判別一個區域中可能存在的黑翅鳶繁殖或配對狀態。在繁殖前期，常可發現黑翅鳶泄殖腔接觸的交尾行為。雌鳥產卵前交尾的頻度很高，一天多達十幾次，但是交尾時間很短，有時候雌雄鳥的泄殖腔根本沒有接觸，宣示意味較高。至於交尾的時機在白天的任何時間皆可發生，通常在領域或巢區內樹上或電線上進行。這項行為提供了觀察人員搜尋巢位和注意產卵的時機(郭 2008)。

3.2.4 繁殖季與繁殖頻度

多數已知黑翅鳶分布區域(台灣除外)每年通常繁殖一窩，產 2-5 顆蛋。但隨不同分布地理區的氣候和食物狀態，在一年不同時間而有不同的繁殖季，例如分布於古北區西半部的黑翅鳶族群主要是從二月底到八月初繁殖，在非洲越靠近熱帶地區族群的繁殖季較長，有時一季繁衍兩次，因跨越緯度較廣，很多月份都可以發現蛋和幼雛(Mendelsohn 1984)。和台灣緯

度接近的福建廈門地區，林清賢等(2004)的觀察顯示黑翅鳶繁殖期大約是在4~12月。

氣候變化和農業活動影響鼠類的豐富度和數量(Balbontin 2005)。台灣位於季風氣候區，西部平原濱海地區土地耕作與利用和氣候有關，冬季和早春缺水有時造成農地休耕。根據嘉義地區2007和2008年對所發現的51個巢位分析，顯示黑翅鳶的繁殖在每個月均可發現(郭2008)，觀察期間無明顯高峰期。是否與年間食物豐富度有關需進一步探討，但明顯較現有同緯度其他地區或熱帶地區繁殖季節為長，且整都可繁殖，顯示這個物種生殖潛能極大。

此外，對於每一連續地景內平均發生築巢頻度，根據謝等人(2009)於嘉義地區研究顯示，由2008年1月至2009年7月期間，單一繁殖對最多築巢9次，最少1次。類似於南非地區的研究，曾紀錄某一雌鳥19個月內繁殖了7次，平均2.7個月繁殖一次(Ferguson-Lees & Christie 2001)，以上顯示此物種生殖潛能很大，但隨不同地域資源特色有不同表現。

3.2.5 產卵數及孵化

黑翅鳶能夠繁殖的年齡可能為出生後第二年開始(Mebis & Schmidt 2006)，每窩產2-6個蛋(通常3-4個)，有時只有1-2個。蛋灰白色，白底帶有紅棕色污漬花紋，大小42 X 31mm。每隔2-3天下一個蛋，一下蛋就開始孵，因此一個4顆蛋的巢，第1顆蛋到第4顆蛋可能隔了8天以上，因此造成雛鳥大小差異很大。較大的雛鳥對較小的雛鳥通常不具攻擊性，而且食物充足時所有的雛鳥都會被親鳥照顧到，不會獨厚最大的雛鳥，因此幾乎所有雛鳥都可存活。

黑翅鳶築巢速度相當快速，因為巢材通常為取自鄰近樹上的樹枝或莖葉為主，嘉義地區過往曾紀錄2巢被強風完全吹落的巢位，分別在12天和14天內重新修築完成。至於產卵數受限於黑翅鳶習性與巢位高度，僅有17巢(含3巢落巢)資料顯示產卵數介於3-5顆，且有的卵未受精，因此不一定都會孵化，且由於受到氣候(颱風)和人為干擾嚴重，台灣地區的黑翅鳶孵

化成功率較低(郭 2008)，相較 2002 年福建地區的觀察，黑翅鳶每窩繁殖 3~4 隻雛鳥，雛鳥存活率為 100% (林 2004)。

孵蛋的工作幾乎由雌鳥負擔，孵蛋期由雄鳥在巢上或附近提供食物給雌鳥。當巢被其他鳥類干擾時，雌、雄鳥都具有攻擊性，牠們會激烈地攻擊其他經過的猛禽。部份巢位親鳥在當幼鳥離開領域後立刻下蛋，這是少數一年可繁殖兩窩以上並且持續繁殖的猛禽。而且另有一種不常見的行為，係雌鳥在幼鳥孵化後，和不同的雄鳥開始第二窩繁殖，由第一窩的雄鳥獨自繼續餵雛數週至幼鳥離巢 (Mebs & Schmidt 2006)。

有關孵蛋和育雛所需的時間顯示溫帶較熱帶為長。在熱帶的東南亞地區孵蛋期平均 26 天(25-28 天)(Sungei Buloh Wetlands Reserve 2010)；溫帶南非約 30 天(Ferguson-Lee & Christi 2001；Mebs & Schmidt 2006)；溫帶的西南歐洲孵蛋期 30-33 天，育雛期 30-35 天(Mebs & Schmidt 2006)。嘉義地區的孵蛋期觀察平均 28 天(25-30 天，n=3)，離巢期平均 30 天(25-35 天)(謝等 2010)，台灣氣候介於溫帶和熱帶之間，孵化期天數介於溫帶和熱帶的孵化期之間應屬合理。

幼鳥孵化先後順序造成的體型大小差異隨著成長愈來愈小，離巢前外觀幾乎沒有差別，至於幼鳥離巢後約 8-12 週可完全獨立並擴散，擴散後幼鳥很少在出生地附近再被發現(謝等 2009)，符合南非地區的觀察和繫放報導。

3.2.6 雌雄分工

從營巢階段開始，雄、雌鳥之間的投資各有不同。雌鳥在繁殖過程主要負責產卵、孵蛋、餵食及守護幼雛。雄鳥在營巢期花比較多時間在築巢；育雛前期雌鳥和雛鳥食物來源主要由雄鳥提供。面對外來的入侵猛禽如澤鵞、鵞或紅隼等，則一起奮力抵抗驅逐(謝等 2009)。幼鳥離巢後，雌鳥常在幼鳥離巢一、兩週後就不給食物；雄鳥照顧幼鳥的時間相對比較長，可達 6 週以上。西班牙地區曾對 4 窩 10 隻黑翅鳶離巢後幼鳥持續觀察 34 天，發現雌鳥在前兩週就拋棄幼鳥，由雄鳥獨自照顧幼鳥，類似的觀察現象也

出現在南非和台灣，在南非曾觀察一隻雌鳥在雄鳥還在照顧第一窩幼雛時，便與第二隻雄鳥開始繁殖另一窩(Ferguson-Lees & Christie 2001)。

3.2.7 幼鳥擴散

有關幼鳥擴散的研究不多。幼鳥離巢後，起初以巢區為活動中心，黃昏會回到巢樹附近過夜。離巢初期幼鳥多立於巢邊或巢的附近等待親鳥餵食，雄鳥在棲枝上將食物遞給幼鳥，慢慢幼鳥飛行能力增加索食強烈，親鳥逐漸轉變為在空中傳遞，這段時間幼鳥慢慢成熟的飛行技巧幫助自己獵捕小動物，也隨雄鳥離開巢區至遠方打獵，當幼鳥開始打獵後，雄親鳥慢慢減少打獵時間和給幼鳥獵物的次數，在幼鳥獨立之前沒有發現雄鳥對自己的後代有驅離行為(Bustamante 1993)，但嘉義地區曾觀察雌鳥多次攻擊給離巢後幼鳥食物的配對雄鳥(謝 2009)。

3.2.8 活動模式

黑翅鳶為日行性猛禽，但通常避開烈日活動，因此其日活動週期有兩個主要的高峰，分別在晨昏，在上午的 6 點至 9 點，以及下午的 3 點至 6 點(郭 2008)。在嘉義地區的研究顯示，黑翅鳶常單獨或成對活動，成鳥一起活動通常在繁殖前期的雌鳥開始孵蛋之前。日間多數時間尤其近中午前後炎熱溫度下多停棲於領域內大樹樹頂、側枝、電線桿、電線或高壓電塔上休息。夜間則於活動範圍內選擇大樹且枝葉較密的側枝棲息過夜。在非繁殖期間，但雌鳥因孵蛋和育雛停留在巢內，使得巢外活動時間比例明顯降低，捕食和活動頻度明顯低於非繁殖期間。繁殖期雄鳥的活動頓度則因餵雌鳥和育雛壓力而增加，甚至整個白日都在覓食(郭 2008)。

3.3 黑翅鳶棲地利用模式研究

3.3.1 典型棲地類型

黑翅鳶主要利用散佈稀疏樹木的開闊草生地類型環境，沒有分布在密林內的紀錄。在非洲以疏樹大草原(savannah)、乾草原(steppe)、半沙漠(semi-desert)地形為主，在西班牙為農耕地區域(Mebs & Schmidt 2006)。基本上這個物種可以受惠於人類干擾創造的開闊棲地如公園、開墾地，或者利用行道樹、防風林、沿河種植的線狀樹林綠廊等。雖然主要出現在平原

地帶，但分布海拔在亞洲可以由海平面到 3000m，例如由中印邊界到雲南山區較高海拔的山丘上草坡(草甸)活動(Krishna 1979；Ganguli-Lachungpa 1990；Choudhury 1996)。

3.3.2 巢樹選擇

猛禽微棲地選擇項目中巢樹的選擇相當重要，通常具地方特色，黑翅鳶在彰化福興地區的巢樹以木麻黃為主(公路總局西部濱海公路中區工程處 2008)；在福建同樣以木麻黃最普遍，偶而也在大葉桉和楓香築巢(林 2004)；嘉義地區的研究雖然同樣以木麻黃佔大多數，但樹種選擇較具多樣性(郭 2008)，包括銀合歡(*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit)、榕樹(*Ficus microcarpa* L. f.)、小葉南洋杉(*Araucaria heterophylla* (Salisb.) Franco)、小葉欖仁(*Terminalia mantalyi* H. Perrier)、構樹(*Broussonetia papyrifera* (L.) L'Herit. ex Vent.)、荊桐(*Erythrina variegata* L.)、綠竹(*Bambusa oldhamii* Munro)、破布(*Cordia dichotoma* Forst. f.)、椰子樹(*Cocos nucifera* L.)、南美假櫻桃(*Muntingia calabura* L.)、肯氏南洋杉(*Araucaria cunninghamii* D. Don)、黑板樹(*Alstonia scholaris* (L.) R. Br.)等 13 種以上。對於舊巢的利用顯示，福建地區黑翅鳶每次繁殖重新築巢，以往的巢遺棄不用，這一點和嘉義地方的觀察不同。巢材由枯枝疊成盤狀，巢均築於高大喬木上，巢離地面的高度都在 11 m 以上(林等 2004)。

3.3.3 地景特色

地景指標為量化地景結構與組成的重要參數，是以能反應地景狀況的以土地覆蓋或土地利用類型之區塊(patch)的數量、大小、形狀及排列方式等的數值，可運用於不同時空尺度下檢測以及定量生態過程的動態特徵，以判定或監測地景格局對自然資源之影響。許多學者認為人為活動會改變地景的空間組合(Plotnick & Gardaner 2002)，而地景區塊(Patch)與周邊環境的關係及空間排列型式，對物種的數量、分布與多樣性會產生強烈的影響。

因此土地利用方式變化對覓食和築巢有一定的影響，大面積耕作的土地往往多樣性低，收割或播種造成地景的改變等人為干擾頻度可能較高，例如於美國加州橘郡對於和黑翅鳶同屬的白尾鳶的棲地選擇研究顯示，白尾鳶偏好綴塊狀棲地(patchy habitat)(Niemela 2007)而非大塊連續棲地，可能

就是受到棲地和食物多樣性的影響。而西南歐地區的研究顯示，「Dehesa」種植穀類的疏樹農耕地地景的大量增加是黑翅鳶在西南歐分布擴張的主要原因(Balbontin *et al.* 2008)。

因此對於黑翅鳶這種活動及分布廣泛的物種，透過分析大尺度之地景參數，探討其族群於空間中的巢位分布和棲地選擇的變化情形有其必要性。

3.4 道路等人為干擾對猛禽的影響

3.4.1 道路對生態環境的直接衝擊

自然棲地環境受到外來作用力如道路興建而被切割、破壞、變小和孤立，形成鑲嵌塊狀，稱之為棲地破碎化(habitat fragmentation)。公路提供人類便捷的交通，也是都市或開發環境常見的人為景觀，但公路的開發以及運作之後往往對許多野生生物造成直接及間接的負面影響(Ferrer *et al.* 1991；Saunders *et al.* 1991；Bevanger 1994；Forman & Deblinger 2000)。其中，直接的影響包括：

1. 修築過程中的棲地喪失、棲地破碎、邊緣效應(edge effect)和沿線棲地劣化。
2. 修築中的噪音干擾和汙染。
3. 開通後的噪音、光線、路死(roadkill)等影響。
4. 沿道路電力設施電擊或割撞傷等(Fahrig *et al.* 1995)。

間接的影響則包括：

1. 改變動物行為。
2. 干擾環境的物化環境。
3. 促進外來種擴散。
4. 增加人類對自然資源的利用(Tombulak & Frissell 2000)等。

棲地破碎化對於野生物種的影響相當複雜，各個物種對於棲地面積減少或隔離程度的反應不一。一般而言，棲地領域需求量大、或是對特定棲地環境依賴性高的物種通常是最先被影響，且受影響反應較強烈；相反的，對於棲地受干擾反應比較不強烈的物種族群，通常是能彈性利用多樣化的

棲地，且對於外力干擾的回復能力較高(生殖潛能大)的物種(Trocme *et al.* 2003)。

3.4.2 道路對猛禽生態衝擊

1920 年代北美一篇關於貓頭鷹遭車輛撞擊的調查開啟了近 70 年禽鳥遭道路車輛撞擊的重視與研究調查(Sutton 1927)。其中揭示猛禽因獵物、棲枝、巢位等資源可獲得性被吸引至道路(McIntyre 2009)，因此可能遭受車輛撞擊(Haug 1985)而受傷或死亡。但猛禽族群也可能因道路伴隨的空氣和噪音污染等非自然的影響驅趕，而造成族群數量和族群結構的變動。此外道路兩旁電力結構設施每年造成上百萬猛禽死亡，其中對部分瀕臨絕種的物種影響更是嚴重。1982-83 於西班牙多那那國家公園(Donana National Park)野外調查發現 100km 的輸電線路有 233 隻遭電擊死亡個體，而推測光是這個國家公園每年至少 1200 隻個體死於電擊(Ferrer *et al.* 1991)。不過，這個公園內接近道路電力線路死亡禽鳥個體反而較低，是因為該區多數猛禽為敏感物種而少接近路緣。西班牙於 1987 進一步全國性調查更發現有 15 種猛禽死於電擊(Ibis 1995)，不過並不是所有被調查的輸電線路都靠近道路。除了習性，體型也是一項是否容易遭到電擊的重要因素。以黑翅鳶為例，雖常以樹梢和電線停棲，但其較嬌小的體型(約家鴿體型)跨觸兩條線路而短路的機會較其他大型猛禽低。

道路生態衝擊對於猛禽影響可歸納道路開發的噪音、擾動、棲地喪失和棲地劣化，以及道路開發完成後的影響來自人車的活動、聲、光、道路干擾、電力設施電擊、以及撞擊等。就道路干擾和棲地破碎而言，對不同種類猛禽對道路的反應可能不同，例如對於開闊環境種類的影響則顯然高於森林性種類。對於非自然環境習性敏感的森林或敏感種類會選擇遠離道路，當然受到後續車輛撞擊或電擊的機會就降低許多。雖然也有少數取食路死生物的種類可能成為受惠物種，但遭車輛撞擊機率卻也會隨之增加。黑翅鳶避開人車活動和變換棲地時高飛的習性，使得遭到車輛撞擊而路死或電擊的機率應該較低。

綜合以上報導，有關道路對猛禽的影響隨地區和物種而不同，需要更多相關實地研究以了解不同時空道路對不同物種猛禽撞擊、族群變化和電線結構作用對猛禽族群的影響。

3.4.3 習性與干擾適應

台灣整個西半部平原的人口密度與都市化程度相當的高，對自然環境干擾相當劇烈，黑翅鳶如何適應這樣的環境是生態研究一大課題。台灣關於猛禽利用人為利用或都市環境的研究有限，例如台灣南部高屏溪橋遊隼之食性及食物資源利用(黃等 2008)，中部都會區與原始環境鳳頭蒼鷹(*A. trivirgatus formosae*)繁殖與食性的研究(林等 2008)、臺灣南部都市環境鳳頭蒼鷹之巢位選擇研究(胡 2008)；此外，鄭蕙如(2004)也曾在都市環境中觀察夜行性猛禽領角鴉(*O. leetia*)的繁殖行為。

黑翅鳶對人類環境的干擾適應力強，特別是農耕環境，這可能是黑翅鳶分布範圍擴大的原因之一。此外黑翅鳶對於巨棲地的選擇，似乎只要不受到人為過度破壞與干擾，使用舊巢區的忠誠度極高(郭 2008)。於波扎那(Botswana)地區的研究顯示較適應人類所改變環境的物種，往往在保護區域外的族群量反而多於保護區域內，如食腐性物種或仰賴農業活動物種，其中包含了黑翅鳶(Herremans & Herremans-Tonnoeyr 2000)。

黑翅鳶在不同的地區對於人為干擾似乎有不同的適應狀況，廈門地區的三个巢位距離有人活動頻繁的菜園、建築工地、小路分別只有 30m、50m、20m，該地的黑翅鳶能夠忍受人類的活動(林等 2004)。相較在台灣多數的黑翅鳶巢位如果因人類活動太接近(100m 內)或逗留時間太長即可能造成孵蛋中的親鳥棄巢(郭 2008)。

人類的出現或活動終究一定會對野生動物產生影響，而使其行為產生改變，從提高發生警戒的頻度(Ward & Low 1997)，到停止正在從事的繁殖、覓食(Burger 1994)或棲息等行為，進而可能降低生物的適存度。而對野生動物的干擾最終極的影響反映在族群層面，但因為影響野生動物的活動因子

很多，如何定義干擾的項目、時機、強度(頻率和持續時間)、空間影響範疇、影響相對位置，就是一個相當重要的課題。此外，許多活動即使作用時間很短，但可能有累積的效應，其量化有現實上的困難。因此在進行干擾影響資料收集時首先要注意到資料收集的期程長短，表 5 為 Steidl & Powell (2006)建議針對不同期程研究人類活動對野生動物族群潛在影響的可測量項目，短期研究重點可放在干擾出現時動物的立即反應，長期研究的重點為對生物族群的繁殖影響乃至於族群變化和分布，甚至是生物多樣性層面的改變。

表 5. 分析人類活動對野生動物和野生動物族群潛在影響的測量重點

研究期程*	測量項目
短期(short-term)	行為或生理 (心跳、壓力賀爾蒙等) 反應
	行為和活動時間分配(time budget)
	空間和棲地利用變化
	生殖成功(reproductive success)和生產力(productivity)變化
長期(long-term)	存活率或死亡率 Survival or mortality rates
	豐富度或密度 Abundance or density
	分布或佔據率 Distribution or occupancy rates
	物種豐富度 Species richness
	物種多樣性 Species diversity

* 摘自 Steidl & Powell (2006)

道路的影響有多深遠是一個很難回答的問題，雖然只要道路存在就一定對野生動物有影響，許多出現在道路附近的野生動物，不見得沒有受到道路的影響，而是動物可以容忍在一定距離下來自道路本身或衍生的干擾。因此測量生物對來自道路直接的人、車干擾的直接反應，以及檢定棲地特色和道路的關係的差異是必要的。此案研究目的為道路開發對黑翅鳶繁殖和覓食的影響，對於施工中的影響可藉由施工前、後計畫區的黑翅鳶繁殖和覓食棲地變化和行為改變加以比較，完工後的影響僅能就現有黑翅鳶基礎生態習性資料蒐集推測，因此參數的種類與收集至為重要。由於猛禽是位於食物鏈頂端的消費者，具有對棲地變化敏感、數量少、族群補充慢等特性，因此許多猛禽的研究都圍繞著族群和生殖成功率為主題。而且許多干擾最終的影響反映在族群量的層面上，所以藉由調查監控族群量是最直接的作法，但也可以進一步藉由族群的參數如存活率、生育力、遷入、

遷出等資料收集來推估。此外，棲地品質的高低經常反映在族群量及生育力上，透過不同棲地族群參數的比較也可以間接顯示棲地品質的狀況。

3.5 道路興建開發減輕和補償對策

3.5.1 影響解決課題及相關策略

道路開發影響解決的優先順序通常以迴避、減輕與補救的順序進行考量與規劃。對於規劃中或未施工道路對野生動物族群產生的影響應該優先考慮迴避的策略，但如果眾多迴避選項都面臨動物保育的課題，則往往需要嘗試從環境保育成本和生態服務價值的角度來評估分析各迴避路線選項。對於選定路線道路的生態課題的解決，應該事先對動物族群的影響提出可行的減輕和補償對策，並考慮各種對策可能的經濟成本和生態效益，以及經營管理等做法。當在各項經營管理措施都無法滿足生態保育的情況下，才考慮硬體工程如動物通道(animal corridor)、變更設計、綠化等替代的方法。許多文獻常探討以提供動物通道之建置來解決道路完工後影響的問題。例如在國內，玉山國家公園於塔塔加設置獼猴天橋，希望減少獼猴穿越馬路被車輛撞擊的機會(曾&蘇 2010)；陽明山國家公園公路下方設置涵洞型動物通道經證實動物利用(黃 2006)；墾丁國家公園亦曾考慮設置陸蟹通道，解決陸蟹穿越台 26 線至海邊產卵導致被車輛輾斃問題；國道 3 號高速公路林內路段以速限管制搭配圍籬等設計減少紫斑蝶穿越高速公路被車輛撞擊的機會。

野生動物-道路撞擊風險是國內近年有關道路開發或經營管理關注的問題。其中對動物生態影響相關研究以降低路死效應為主，例如陽明山(黃 2006)、綠島(林 2007)、以及翠峰林道(曾 2008)等區有相關研究。鑒於動物發生路死的狀況原因繁多，且通常是許多因素之組合，在鳥類與蝴蝶多是在高速行駛的路段遭撞擊；而爬蟲類常為因其外溫動物的特性，會爬行到溫度較高的柏油路；另外哺乳類則是因移動穿越道路等情況，這些生物的屍體被其他捕食者檢食而又遭到撞擊。因此對於路死現象的減輕多藉由分析經常發生車禍的路段下列幾點特性，進而提出解決方案(公共工程委員會生態工程入口網 2009)：

1. 路段沿線野生動物豐富度較高地區。

-
- 2.動物類群活動習性及穿越馬路能力特性及方式。
 - 3.地形及棲地因素吸引物種穿越公路移動。
 - 4.時間因素使不同的動物類群在不同的季節與時間穿越道路的機率有所不同。
 - 5.交通量直接影響到動物發生車禍的機率。

西濱快速公路(台 61 線)員林大排至西濱大橋新建工程計畫環境影響說明書提到：「本路段道路將經過繁殖的黑翅鳶族群重要棲地，也包括短耳鴉在內的多種重要過境和度冬保育類猛禽，對鳥類來說，道路採用高架形式興建會使車輛產生的噪音、振動和視覺干擾等影響更為嚴重，交流道的設置會增加人為干擾和夜間燈光對野生動物的影響。...此區是固定的黑翅鳶繁殖地，這幾年有記錄的巢位至少有 7 個，...且此區繁殖的黑翅鳶親鳥會在方圓 1~2km 的範圍內覓食活動(公路總局西部濱海公路中區工程處 2008)」；而李等(2005)針對金門的黑翅鳶繁殖族群所作的研究也指出黑翅鳶的活動領域大約是 1Km 半徑的範圍，若繁殖區沒有受到施工開發的破壞干擾，下個繁殖季黑翅鳶會在舊巢樹附近 50 至 500m 半徑範圍內築新巢；另外 Cramp & Simmons (1980)整理相關文獻後指出黑翅鳶的繁殖領域可從 2.6 Km² 到 90Km²。綜合以上文獻敘述產生下列幾項課題：

- 1.計畫區域中黑翅鳶繁殖族群似乎具有相當的棲地忠誠度，這種習性是適合棲地有限，抑或是其他因素必須釐清。如果是適合棲地有限，則工程的影響應該降到最低或者迴避才能確保此物種的繁衍。
- 2.黑翅鳶現地族群可能因本案施工而遠離目前棲地，研究及了解計畫區域內潛在或替代棲地分布及特色為當務之急，否則所有替代方案的研擬可能不切實際。
- 3.計畫區域中黑翅鳶族群變化趨勢必需優先了解，以評估本計畫新建工程對整體族群的衝擊程度。
- 4.猛禽活動範圍廣闊，尤其在西部平原人口土地利用頻度高的區域更加不可能實現棲地補償策略。此外，生態保育做為非單一部門之責任可以解決，往往是跨部門運作，因此根據黑翅鳶分布區域的土地利用現況，研擬政府各部門間橫項合作及溝通管道為必要策略。

根據本計畫委託工作項目，同時考慮研擬或釐清以上幾項課題，方能提供明確可行的道路興建開發減輕和補償對策。

3.5.2 效益分析原則

政府公共支出基於「預算法」第34條規定「重要公共工程建設及重大施政計畫，應先行製作選擇方案及替代方案之成本效益分析報告」。近年來政府財政拮据，相關計畫研擬與執行，其成本效益分析工作更顯重要。尤其是近年來社會大眾對於環境保護相關議題極為關切，公部門於執行環境影響評估(environmental impact assessment)後的承諾實行，為了節省公帑和避免環評實施成效不彰，各種環境保護計畫實施前的成本效益(cost-benefit analysis)分析有其必要性。

「無淨損失」(No net loss)策略多年來已逐漸被應用在各種公共工程包括道路建設的棲地補償制度中，此策略最主要的原則包括迴避(Avoid)、減輕(Mitigation)、補償(Compensation)三項 (林鐵雄 2005)。本報告對於已動工路段，由於路線無法變更迴避，僅能就目前所知族群提出可行影響減輕和補償對策評估；計畫未定路段則提出完整迴避、減輕、補償方案效益(能)評估。無淨損策略的保育對策不外乎針對棲地和針對物種本身。目前多數研究的看法認為針對棲地的努力要比針對物種本身的努力做法來的有效，而且能夠連帶對其他週遭物種提供附加的保護效益。針對棲地的主要做法包括劣化棲地狀態的回復、棲地功能的提升、新棲地的創造和碎裂棲地的連結(創造廊道)等，而對策的實施可以採就地實施或另覓新址。然而各策略必須考慮財務面與執行面困難，因此各策略成本效益分析格外重要。

就學理而言，成本效益分析的理論基礎源自於經濟學的最大效益概念，即「分配資源給創造最高效益的活動與計畫」。但資源如何分配或者政策如何取捨一般參照 Kaldor-Hicks 的補償原則(Kaldor-Hicks compensation principle)(Scitovsky 1941)，由於多數的公共政策都可能讓部分人或環境獲利，但同時也讓另一部分人或環境損失，因此對於政策施行所創造的獲利者和損失者，其取捨標準在於這項政策的獲利是否可補償損失者，意謂者若某些政策受利者的利益可補償受損者的損失，則此政策值得

採行(Posner 2007)。但這項概念運用於生態環境往往有客觀上的困難，生態資源除了複雜之程度超過人類理解範圍而難以量化效益(Ehrlich & Ehrlich, 1992; Wilson, 1992)，由於特定的生態系統經歷長遠的演化歷史往往具有不可取代性，在環境倫理的基礎上很難評斷該體系下所有生物可以被干擾或犧牲。加上人類只能就現下生物資源對人類本身之貢獻價值評估，往往低估了未來和其他方面的效益(Gowdy, 1998)，欠缺系統性的生態系統研究觀察和了解，許多環境補償政策往往窒礙難行。

生態環境相關政策的取捨除了上述實際遭遇課題，各種成本效益分析方法的計算方式不同，考量的基礎亦不同，由經濟學的角度成本效益分析即在求取最大淨社會效益(net social benefit)，可量化的成本效益常見的計算方式及決策準則有下列數項：

(一)淨現值法(Net Present Value, NPV)

其計算方法是將各期淨效益〔即總成本和總效益差值〕之現值加總，即可求得，如下式，其決策準則為淨現值愈大的政策或計畫，愈值得採行。這項方法考慮的重點是計畫執行的經費負擔越輕越好。

$$\text{公式：} NPV = \sum_{t=1}^n ((B_t - C_t) / (1+i)^t)$$

NPV：計畫方案的整體淨效益

B_t：第t年之總效益

C_t：第t年之總成本

n：計畫預期使用年限

i：折現率(Discounting Rate)

(二)益本比法(Benefit-Cost Ratio)

所有政策或計畫效益現值總和除以成本現值總和之比例。其決策準則為若益本比大於1，表示該計畫的整體效益大於整體成本，值得投資。若有多個益本比大於1的計畫，選擇對環境衝擊最小的計畫實施。這項方法考慮的重點同樣是計畫執行的經費回收效益。

$$\text{公式：} R = B/C$$

R：益本比

B：效益現值總和

C：成本現值總和

(三)內部報酬率法(Internal Rate of Return)

用來表達計畫的效率，其計算方法是根據投資成本和預期成本相等，求得使總體淨效益等於零之折現率。其決策準則為比較不同計畫內部報酬率(R)愈大之計畫，則愈值得投資。這項方法考慮的重點是計畫收支平衡。

$$\text{公式：} R = (FV/PV)^{1/n} - 1$$

R：內部報酬率

PV：初期投入資本或現值

FV：期末淨值或未來值

n：時間

(四)還本期法(Payback Period)

針對各項政策的投資計畫，計算該投資成本回收年限，再以回收年限快慢來評估投資方案的優劣。評估的方式包括，回收年限快於決策訂定年限；或者當有多個方案可選擇時，回收期愈快的方案愈好。下列計算式t 即為回收時間。這項方法考慮的重點是成本回收的速度。

$$\text{公式：} PV = FV / (1+r)^t$$

PV：現值

FV：期末淨值或未來值

r：每期之利率

t：為期數(單位通常為年)

上述各項方法對於不易計量或間接效益資訊不完整的政策或計畫，在資訊不完全時成本效益分析容易產生錯誤的分析評估結果，此時僅能藉成本效能分析的優劣評估定性方式比較(郭昱瑩 2002；2005)。此外當政策或預算受到法令或機關行為的限制，成本效益分析容易因經濟利益導向或政治目的而限制計畫的優先順序。因此具有不可量化的價值與效益政策，特別是生態資源政策，此時成本效能分析乃成為成本效益分析的替代方案(林鍾沂 1994；張四明 2001)。

綜合上述概念，本計畫就西部濱海公路開發階段(施工與可行性評估)現況，針對與黑翅鳶習性及棲地環境特色的關連性，彙整過往研究提出減輕和補償對策的方向，優先採用就地實施方案，其次另覓周遭適合環境補

償。並建議不同策略及施工階段性提出詳細做法及探討可行性，然後詳列可能的效益或效能和實施期程建議，做為決策依據。

第四章、工作方法

本計畫主要工作項目工作方法，分別為(1)黑翅鳶繁殖棲地利用調查；(2)繁殖生物學研究；(3)既有道路系統等人為干擾對黑翅鳶族群影響；以及(4)道路開發對黑翅鳶族群的影響；(5)提出可行的減輕和補償對策。內容分述如下：

4.1 研究區域

本案黑翅鳶生態研究調查地點以「西濱快速公路(台 61 線)員林大排至西濱大橋新建工程」計畫沿線 2km 範圍內及彰化濱海地區為主。但由於猛禽通常領域及活動範圍廣大，族群密度較低，上述區域可能獲得的族群資訊有限，而無法提供有效的分析利用。因此本計畫相關實驗設計及研究範圍在考慮樣本數的前提下，將資料收集區域擴大至彰化縣中山高速公路以西區域(圖 7)。

研究地區位於台灣西部地區，依據中央氣象局大城台西氣象站資料(統計期間 1993~2009 年)，本區屬海島熱帶氣候區，當地年均溫 22.9°C，年雨量 1093.7 公厘，雨季集中於春季梅雨及夏、秋之颱風季節，年降雨日約 90 天，全年 5 月至 8 月為雨量之高峰期，9 月至 1 月為相對乾季。本區最冷月為 1 月及 2 月份(16.4°C)，全年溫度略高，各月份平均溫度均高於植物生長最低限制溫度 5°C(圖 8)(行政院交通部 2009)。

彰化縣國道 1 號高速公路以西共包含伸港鄉、線西鄉、和美鎮、鹿港鎮、福興鄉、埔鹽鄉、芳苑鄉、二林鎮、大城鄉、竹塘鄉全區及部分範圍之彰化市、秀水鄉、溪湖鎮、田尾鄉、埤頭鄉、溪州鄉等鄉鎮，人口組成從東北側高密度的和美鎮、鹿港鎮等向西南至人口密度較低的竹塘鄉、線西鄉及大城鄉等(彰化縣政府民政處 2010)，西部濱海公路預定路線主要沿著濱海區域通過。研究區土地利用形式包含了高密度住宅區、工商業區、農墾區、漁塭區與極少數的次生林和造林地。整個研究地區的基質(matrix)為人類所創造的地景為主，植群結構受到農業活動、人為建築物、排水與道路等的切割，

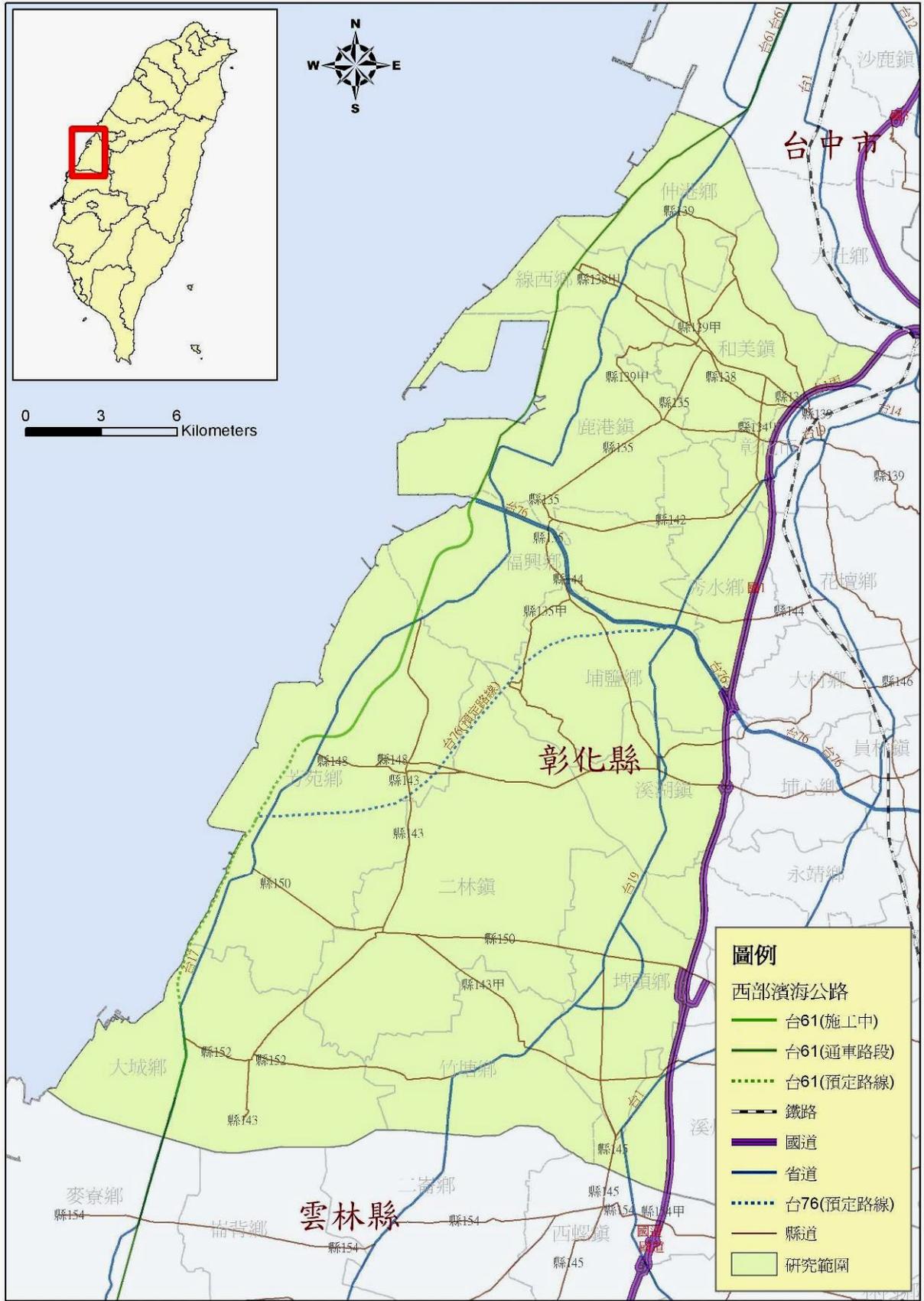


圖 7. 研究範圍

形成不連續的綠色區塊。鄉鎮社區的植物組成大多由外來種植物與本土種植物等混合，農耕地區的植物組成除了經濟作物之外，也包含平地造林地與次生林所組成的荒地。故整個研究地區的地景呈現不同土地利用和作物種植的格局(彰化縣政府 1989；蘇等 1996；彭等 1997)。

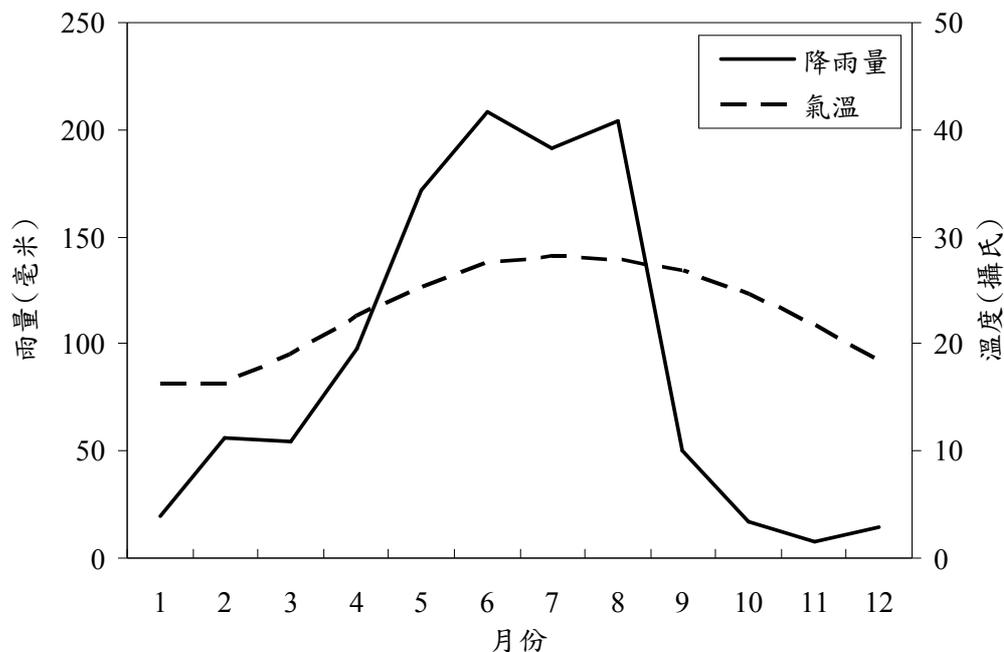


圖 8. 研究地區 1993~2011 年各月份平均溫度與雨量變化圖

4.2 彰濱地區黑翅鳶繁殖生物學研究

黑翅鳶繁殖生物學的研究工作於第一及第二年度進行，以「西濱快速公路員林大排至西濱大橋新建工程計畫」路線 187-188.5k 路段兩側的黑翅鳶族群為主，研究區範圍擴及彰化縣濱海地區至中山高間區域，面積達 729 Km²，劃分成 729 個 1x1 Km 網格，經系統性搜尋黑翅鳶活動區後，每個區域收集 2 年的完整資料。

4.2.1 個體及巢位搜尋與頻度

計畫開始先於研究範圍進行一次全面調查以確認黑翅鳶出沒區域和環境特色，若適合環境經第一次全面調查未發現黑翅鳶族群，則後續每兩個

月至少再進行一次搜尋確認，每次調查盡量在一週內完成。全面調查若有發現黑翅鳶族群，則每月至少返回發現地點確認後續個體或族群變動狀況，並記錄繁殖和棲地利用等資訊，若有繁殖則每週至少察看1-2次，以避免漏失繁殖資訊。若發現黑翅鳶活動區域，則利用指南針、雷射測距儀、衛星定位儀(Garmin 60CSx)紀錄位置、WGS 84座標、及拍攝環境照，同時將周圍之土地利用狀態一併記錄。

調查人員以系統化方式尋找黑翅鳶活動跡象，調查時以車輛抵達各調查網格，沿現場道路如小徑和農路將適合黑翅鳶棲息環境逐一搜索，包括巢位、個體、聲音等。並攜帶手持式GPS (Garmin 60CSx)、對講機、紀錄本、地圖、8倍以上的雙筒望遠鏡(WILLIAM OPTICS 10×42; SWAROVSKI 8×32)和20~60倍單筒望遠鏡(Zeiss 20×60)，情況與距離許可則同時以攝影機或高倍率照相機紀錄。

黑翅鳶的習性敏感，活動範圍廣大，通常只能遠距離利用望遠鏡觀察，加上體型不大僅略大於家鴿，灰白體色經常和背景天空融合，搜尋其出沒區域需要相當頻度及經驗，一旦發現黑翅鳶個體，盡量於車上採遠方觀察和跟蹤方式，保持不致引起警戒行為的距離。

4.2.2 繁殖行為的觀察

指派人員排班至所發現的巢進行繁殖行為紀錄與繁殖參數收集，觀察時間由日出至日落，包含早上6:00至下午6:00點，共區分為12個時段，觀察天數在孵蛋期至少5天，育雛期至少10天。記錄項目包含：(1) 繁殖與交配行為及個體成幼；(2) 築巢與分工；(3) 孵蛋行為，記錄巢中雌鳥孵蛋行為與雄鳥遞食行為；(4) 孵化記錄，由行為轉變或根據巢樹下細小白色排遺及破碎蛋殼的發現，作為孵化之依據；(5) 成功孵化以發現親鳥餵食雛鳥動作或其他跡象作為成功孵化之依據。在配對個體的性別判斷上，雖然黑翅鳶的雌鳥體型略大於雄鳥，但差異並不顯著，主要以騎乘、孵卵等行為判斷；(6) 產卵數、孵化數或離巢數；(7) 各生殖階段日期；(8) 巢附近人為活動和農業活動等紀錄；(9) 失敗原因及類型。各種繁殖參數的計算方法說明如下。

繁殖成功率計算方法

黑翅鳶繁殖成功率的計算使用兩種方法，分別是梅菲爾法(Mayfield method)(Mayfield 1961, 1975; Johnson 1979)和直接法(Apparent method)(Klett & Johnson 1982; Johnson & Shaffer 1990)，研究所有巢位的繁殖成功率。

直接法係計算所有巢位中成功繁殖巢位的比例，成功繁殖的巢以一巢中有一隻以上的雛鳥離巢則視為該巢繁殖成功。這種方法可能的誤差來自失敗的巢位存在時間比成功的巢位短，被發現的機率可能比成功的巢位低，所以計算如果未納入失敗巢位的情況下，會高估整體繁殖成功率。公式如下：

Apparent method nesting success = (No. of successful nests/ No. of total nests)

No. of successful nests = 有至少一隻幼鳥成功離巢的巢數總和

No. of total nests = 所有發現的巢位總和

Mayfield (1961, 1975)提出以鳥巢觀察總日數與失敗的鳥巢總數兩個值計算鳥巢每日存活率，再以平均孵化期轉換成實際成功率的計算方法。有一些研究指出梅菲爾法的使用存在前提，也就是巢位的失敗率必須是在一種近似“穩定”的情形下，如果發生大規模災難事件影響，造成大量繁殖失敗，則以梅菲爾法計算反而會產生明顯誤差(Johnson & Shaffer 1990)。公式如下：

Mayfield nesting success = $(1 - N_1/N_t)^{\text{(brooding days)}}$

N_1 = 失敗的巢數總和

N_t = 各巢存活天數總和

Observing days = 平均孵化期天數+平均育雛期天數

由於黑翅鳶下第一顆蛋到最後一顆蛋中間可能有 6-8 天的間隔(每顆蛋間隔一天)，因此本研究定義孵蛋期為下第一顆蛋到第一隻小鳥孵化，育雛期為第一隻小鳥孵出至第一隻小鳥離巢，因此繁殖成功。

生育力計算方法

各繁殖對生殖力或生育力(fecundity)的定義為每隻雌鳥每窩(clutch)產生幼鳥的數目(Gill 2006)，但對於發現黑翅鳶一年不只繁殖一次，因此參考Nagy & Holmes (2004)對於兩次(double brood)或多次繁殖(mutiple brood)，以及失敗後再築巢(rebuild)情況，定義年生殖力(annual fecundity)為每隻雌鳥每年可產生離巢幼鳥的總數。對於新發現時間不滿一年的繁殖對，雖然不確定發現前存在時間的長短及繁殖情況，但根據全面調查的次數與頻度，錯失該巢之前的繁殖事件機率很低，因此以所發現離巢幼鳥推算該繁殖對當年實際生殖力。

繁殖間隔的計算

本研究比較不同地景連續繁殖巢位兩次繁殖之間的時間天數，假設農耕地的干擾大於蔗田，因為蔗田每一輪耕作期間的翻土、施肥、收割操作次數較少，而一般雜作耕地幾乎每天有農民稻田間工作，干擾頻度較高。如果黑翅鳶前一巢繁殖所遭遇騷擾事件的頻度或強度會反映在繁殖間隔上，也就是說遭遇的干擾越大，所需要平復的時間越長，到下一次繁殖經歷時間越久。計算繁殖間隔天數的樣本為使用相同巢位或者巢位變動距離在最近相鄰巢間距內(已知為近約 200m)，。且兩次繁殖期間個體沒有在領域消失超過 3 天以上，亦沒有發生其他個體明顯領域競爭行為以確保為同一繁殖對。間隔天數的計算為前一巢幼鳥離巢日至下一巢築巢日的相隔天數。本研究捨棄不確定築巢日期的資料，由於黑翅鳶存在同時築多巢或築巢後經過很長時間未產卵等情況，造成無法由幼鳥孵出日推斷巢位的築巢日。本研究也捨棄曾連續 1 個月以上沒有在原來的區域出現

4.3 黑翅鳶棲地利用模式調查

黑翅鳶棲地利用模式研究工作於第一年及第二年進行，以前項族群分布及繁殖調查資料，配合現地調查和地理資訊系統等技術，研究分析巢位附近地景結構及特色。

4.3.1 棲地利用資料測量與蒐集

本研究在繁殖棲地利用模式透過三種尺度來探討：(1)巢與巢樹的特徵；(2)微棲地的特徵；(3)巨棲地的特徵。各尺度棲地變因的描述詳附錄1，

藉由比較巢位組和逢機取樣的對照組，以了解黑翅鳶繁殖棲地是否具有選擇偏好，三種尺度變因的蒐集方法如下：

4.3.1.1 巢與巢樹的測量

巢的測量項目包括巢位所在分叉、巢距巢樹距離、巢高，方法說明如下：(1) 巢位所在分叉利用望遠鏡觀察由主幹算起至巢位的第幾處分叉；(2) 巢距巢樹距離於幼鳥離巢後，在樹下以皮尺丈量巢位垂直投影地面的中心點至主幹距離；(3) 巢的高度由研究者先以皮尺丈量巢位垂直投影地面的中心點至研究者水平直線距離，再以此距離為依據產生一個測量點，研究者站在此點上利用測高器(clinometer)測量巢距離研究者視線的高度，此高度再加上研究人員的身高為巢至地面的高度，測量單位測至0.01m。

巢樹的測量項目包括樹種、樹高(h)、胸高徑(dbh)、距樹基1m處的覆蓋、距樹基5m處的覆蓋、樹幅的平均投影直徑，步驟說明如下：(1) 巢樹的種類現場鑑定或採樣後另行檢索；(2) 樹高採取和巢高類似的測量方式測量地面至樹頂高度；(3) 胸高徑測量使用150cm皮尺或胸徑尺，由樹基往上130cm高度處的樹幹圓周，單位測至小數點後一位。若測量巢樹胸高徑時發現有分叉情形，則一併測量，在計算胸高斷面積後再換算成一根樹幹的胸徑；(4) 距巢樹主幹1m和5m處的冠層覆蓋度利用24格半球面鏡密度計測量(Spherical Densiometer Model-A, BAP Equipment Ltd.)，以巢樹為中心，分別在東、西、南、北、東北、東南、西北、西南八個方位各距離巢樹1m與5m處讀取1次樹冠層覆蓋度，並由此8個讀數求平均覆蓋度，且為了避免讀取數據時人為主觀上的偏差，所有的樹冠層覆蓋度皆由同一人測量及讀取；(5) 樹幅的垂直投影由東-西、南-北、東北-西南、東南-西北四個方位測量樹冠在地面最大的直徑求取平均。

對照樣樹的選取是要驗證黑翅鳶在築巢領域內的巢樹是否有選擇性，因此在已知約略最近巢間距的範圍內逢機選取一棵樹，進行成對檢定。選取的方法主要是以現場巢樹為中心，在附近選取另一棵隨機配對

的樣樹。樣樹的產生方式為：利用抽籤的方式，隨機選取一個角度，決定角度之後，再繼續利用抽籤的方式，以距離巢樹20m至200m的範圍內，隨機選取出一段距離；決定角度和距離之後，當研究人員抵達該點後，選擇一棵距離此點位最近的喬木作為隨機樣樹；而根據本研究的調查得知，已知最小的巢樹胸高徑為15cm，故隨機樣樹的胸高徑必須大於15cm以上才會被選定。在各項變數蒐集完成後，巢樹組與對照組利用SPSS第11版進行Wilcoxon signed-rank test，以瞭解黑翅鳶在巢樹選擇的變數上是否有差異性。

4.3.1.2 微棲地的測量

微棲地測量範圍與項目參考國內現有猛禽棲地選擇研究(Chen 1997；周 2005；周2006；胡2008)略加以調整，將本研究中巢四周微棲地範圍定義為以巢樹為中心，其周圍0.16ha的範圍。為避免偽重複的樣本，若同一活動區有重複利用巢樹，或微棲地的範圍有重疊之處，則選取最晚發現的巢樹進行巢樹和微棲地特徵測量。微棲地的測量項目分為喬木組成、地面覆蓋度和至最近地面特徵距離，茲說明如下：

微棲地植株特徵測量的項目包括：(1)記錄樣區內所有喬木(胸高徑 $>1\text{cm}$)的數量及(2)高度，並鑑定樹木種名，如無法現場鑑定則採集枝條返回實驗室比對圖鑑；樹高和胸高徑採用與測量巢樹一樣的方式，將結果帶回計算胸高斷面積總和(m^2/ha) (平方公尺/公頃)，以及樹木密度(棵樹/公頃)。

微棲地地面覆蓋特徵測量項目包括以皮尺丈量樹林、裸地、水、草地等四項變數在0.16 ha樣區內的覆蓋區域邊緣長度後計算面積(m^2)，對於不規則形狀則加以切割測量至 1 m^2 以上的最小矩形以估算面積，小於 1 m^2 的區塊則以目視估計。

對照組微棲地的選擇是隨對照組樣樹選定之後，再以選定的對照樣樹為中心，比照上述巢樹微棲地特徵測量各項變數。並在資料蒐集完成後與對照組利用SPSS第11版進行Wilcoxon signed-rank test，以瞭解黑翅鳶在微觀尺度下，棲地選擇是否有選擇性。

4.3.1.3 巨棲地的測量

已知黑翅鳶最近相鄰巢間距約為150m(謝等 2009)，這可能是黑翅鳶在巢位選擇下最小的地景空間選擇條件，因此本研究巨棲地的測量以巢樹為中心，分別以半徑150m、300m、500m範圍進行調查。若相鄰巢位巨棲地的範圍有重疊的情況發生，為避免偽重複(pseudoreplication)的樣本，本研究以最晚發現的巢納入巨棲地分析。此外，在本研究樣區中，若有軍事用地管制區的地理景觀無法顯示在航照圖上，且現場亦無法測繪情況則放棄該樣本不進行測量。

土地利用調查：在巨棲地的探討中，本研究針對上述範圍內的土地區塊利用方式、數量、面積等，進行測量與分析，以了解地景組成與巢位分布的關聯性。不同半徑的地景範圍內土地區塊類型區分為農、林、漁、牧、建、水域等六大類；調查利用方式分為使用中和非使用中；土地或設施依後續干擾調查結果再將利用頻度和強度加以分級；植被調查項目包括作物類別和平均高度，作物類別分為蔗田、水田和其他雜作；植被高度則區分為六個等級，分別為第0級：裸地；第1級：0~50cm；第2級：51~100cm；第3級：101~150cm；第4級：151~200cm；第5級：201cm以上；種植期長短區分為長期作物和短期作物(6個月以內)，以上變數視調查情況放入模型。

巢樹至最近地表特徵距離：距離利用手持式雷射測距儀或皮尺測量至最近人徑、最近道路、最近水源、最近建物等四項變數，此四項變數的定義為：(1) 最近人徑-為巢樹至最近可步行的小徑或人行道的距離；(2) 最近道路-為巢樹至最近可通行車輛的道路距離；(3) 最近水源-巢樹至最近穩定地面水體的距離，本研究中所測量的水體並不一定是永久性的水體(如：河流或池塘等)，但必須是在繁殖期間持續存在可供黑翅鳶飲用或清潔的水體；(4) 最近建物-為巢樹至最近人為建築物的距離，人為建築物是以經常有人類使用或居住的建築物為主，所有測量值的單位皆為m。

在巨棲地特徵的測量或計算上本研究使用地理資訊系統(GIS)軟體 ArcGIS 9.3版進行操作，以農林航空測量所之數值航空正射影像(於2001年至2005年所拍攝，以下簡稱航照圖)為基本圖層，利用GIS軟體中的 Buffer(環域)功能，輸入各個巢的座標後，由GIS軟體自動描繪出以巢為中心，半徑150m的範圍；再利用Shapefile檔將範圍內的土地區塊進行數化，並比對現場地貌，圖層屬性資料表欄位包含，時間、巨棲地代號、區塊編號、土地利用方式、植被型態、作物期、類別、平均高度等訊息。數化後的土地區塊以ArcGis 9.3計算各區塊的面積(m²)、邊緣長度(m)、面積百分比與區塊的數量。

對照組巨棲地的選取是為了瞭解黑翅鳶對巢週遭半徑500m內的土地利用和植被型態相較於整個研究區是否有所偏好或排斥，因此對照組的選取以整個研究區為範圍，逢機取樣後和巢區四周加以比較。取樣的方法利用ArcGIS 9.3的延伸模組Hawth' s tools於彰化縣中山高速公路以西的研究區域地圖上，以亂數方式產生座標做為現場調查點。至現場排除落於聚落和水域的調查點；且對照組的巨棲地必須至少要涵蓋一塊開闊區域。在資料蒐集完成後利用SPSS第11版統計軟體進行Mann-Whitney U 檢定，以瞭解黑翅鳶在不同巨觀尺度下，棲地選擇是否有選擇性。

4.3.2 微棲地與巨棲地對照組的選取與測量時機

巢樹和微棲地的測量都等幼鳥離巢後且親鳥不在巢區附近活動才進行。如有成鳥在附近活動，為避免干擾造成親鳥後續不敢使用舊巢問題，調查人員另擇時間測量。或黃昏時確認親鳥不在巢位附近棲息，於夜間進行調查。

4.4 道路開發等人為干擾對黑翅鳶族群影響

4.4.1 人為干擾-反應資料的蒐集與分析

本計畫道路及人為干擾對黑翅鳶繁殖影響，藉由蒐集：一、天候、天敵、其他可能生物等天然因素與人為因素(例如：農業活動、環境變動、人為獵捕、人車活動、工程等因素)對繁殖影響的結果，並加以計算藉以了解人為影響所佔程度。二、短期人車干擾對黑翅鳶產生的行為反應。三、比

較現有巢位至各級(類)道路不同距離下黑翅鳶族群數量和生育力是否存在差異。資料比較利用 SPSS 第 11 版統計軟體進行。

針對干擾-反應調查，調查參數參考 Steidl & Powell (2006)的方法，資料蒐集過程予以標準化，以獲得一致性，資料的搜集在白天，且分散在一星期中的每一天進行，調查位置選在距離巢位 100m 以上視野好的處所，調查過程記載事件發生的地點、時間、總觀察時數、調查人員姓名。資料收集項目包括總事件數、產生反應數(無反應、警戒、飛行、離去)、事件在多少距離內發生(距離由測距儀、地圖和航照圖計算或根據地標標示圖面上後再計算)(表 6)。上述收集數據以分析樹(classification tree)模型進行干擾合併和分群以評估干擾的程度，以系統化陳述鳥對干擾的產生反應的各項條件臨界值，以應用在後續管理規範的制定上 (Grubb & King 1991)。人車干擾來源所在的道路等級共分 4 類，分別為省道、縣道、和鄉鎮及其他鋪面道路(以下簡稱鄉道)、及無鋪面的道路包含小徑、田埂和田野(以下簡稱非道路)。干擾種類分為 4 類，分別為人和腳踏車(以下簡稱人力)、機車及小型車輛(以下簡稱小型車)、大客車和卡車等大型車輛(以下簡稱大型車)以及採收、耕耘等機具(以下稱為農用機具)。

表 6. 評估潛在人為活動干擾對繁殖黑翅鳶反應的蒐集參數

參數	備註	
動作 (人類)	干擾類型	例如:行人、交通工具(自行車、機車、汽車、貨卡車、耕耘或收割機)、噪音(喇叭、鞭炮、耕耘機噪音)、飛行器(噴射機、超輕飛行載具、直升機)等
	干擾數量	干擾人車數量
	伴隨聲音大小	噪音分貝大小
	距離	干擾類型在道路上的位置到巢位或鳥的距離
反應 (黑翅鳶)	反應類型	無反應、警戒、飛行、離去

4.4.2 繫放與無線電定位追蹤

為了解個體活動範圍大小和計畫路線之間的關聯，且為了便利個體辨識及追蹤，對於研究範圍內成鳥及幼鳥進行繫放，繫放時機在雛鳥離巢後在巢附近設陷阱捕捉，測量嘴鋒、跗蹠、後爪、翼展、體重各部份形值並拍攝各部位特徵之後，套上翼標、可顯示活動無線電發報器(Telonics 160

MHz 波段，重量 6g)和金屬編號腳環。

無線電追蹤方式為兩人同時於不同地點各持一組 Telonics 廠牌之 TR-4 接收器、方向天線和羅盤，追蹤至目擊動物當時位置。調查人員每次追蹤至目標，記錄其位置、行為、環境狀況、植被型態和土地利用類型等資料。每隻個體每週預定進行三天定位，每天上午(日出至 10:00)、中午(10:00-14:00)、下午(14:00-日落)各時段最多逢機採用 2 筆資料進行活動範圍分析，有效定位資料視天候和個體移動狀況而定，但每隻個體有效資料分析筆數至少 30 筆。

動物座標以 Microsoft Excel 2003 輸入建檔，再匯入 ArcGIS 9.2 的 Hawth's tools 延伸套件計算最小多邊形(MCP)面積、95% 核心區域 (95% Kernel area) 面積和核心活動範圍(50% Kernel area)。SPSS 軟體則用來進行敘述統計和其他統計估算。棲地組成利用數位空照圖套繪土地利用狀況和植被型態，以 Arc/Info 建成圖檔。利用 GIS 的疊圖方法，計算棲地範圍內各種組成和特色、活動範圍和棲地特徵的關係。

4.5 影響減輕和補償對策

影響減輕和補償對策根據環說書以及本計畫前兩年研究成果，經徵詢相關保育團體、工程單位和本計畫專家委員會，依據道路施工階段(規劃中、施工中、完工後)，根據迴避、減輕、補償三種性質策略，研擬各種做法並列舉可能替代方案於表7。各方案選項根據政府部門業務分工和職掌提出主辦單位和需配合的協辦單位。各替選方案經過後續分析與相互比較各方案的執行所需生態成本和經濟成本，以及可能的效益高低，並徵詢專家和保育團體意見，才能做為較佳方案的選定依據。各施工階段各種對策替選方案內容說明如下：

表 7. 西濱快速道路不同興建階段對黑翅鳶生態影響之迴避、減輕與補償策略方案選項

路段	策略	做法	替選方案	主辦單位	協辦單位
規劃中 (201-208k)	迴避	選擇經過較少繁殖區路線	1.濱海線	交通部公路總局	西部濱海公路規劃單位
			2.台 17 共構		
			3.內陸線		
	補償	補償工程損失相同面積休耕農耕地	1.鄰近適宜區域購置黑翅鳶生態保育用地	交通部公路總局	西部濱海公路規劃單位
2.由工程單位規劃預算於鄰近適宜區域承租黑翅鳶保育用地			彰化縣政府	西部濱海公路規畫單位	
3.遊說企業團體捐資承租土地辦理休耕			交通部公路總局	臺灣生態學會 或其它 NGO 組織	
4.協調相關公部門執行休耕補償或獎勵			彰化縣政府	西部濱海公路規畫單位	
施工中	減輕	執行降低工程擾動監測工作	1.委託工程單位執行	交通部公路總局	施工單位
			2.委託專業民間廠商或 NGO 組織執行	交通部公路總局	施工單位/地方社區與社團
完工後	補償	工程沿線現有巢區、巢樹、棲地環境保護	1.由施工或工程養護單位進行	交通部公路總局	施工及工程單位
			2.提供研究成果供相關部門做為環境友善策略利用	交通部公路總局	彰化縣政府農業處/私人地主/台糖公司/彰化縣政府苗圃/林務局苗圃

備註：各方案主辦單位係根據行政業務職掌提出；“-”表無資料或暫時可忽略。

一、規劃階段減輕補償策略的替代方案說明

(一)迴避策略方案選項

對於西濱快速公路員林大排至西濱大橋201-208k正辦理差異評估路段，目前替代路線選項有濱海線、濱海內縮線、台17替代路線、台17共構線、和內陸線。由於黑翅鳶已廣範泛分布彰化縣中山高以西所有鄉鎮和濱海農耕地，因此不論選擇那一條路線都無法避免遭遇黑翅鳶棲地，所以迴避策略只能就以上五條路線選擇對黑翅鳶族群影響最輕者。

(二)補償策略方案選項

因應目前西濱快速道路各標段工程興建而開發的黑翅鳶棲地，所提出的相似棲地補償方案有四個替選方案，分別為：

- 1.鄰近適宜區域購置黑翅鳶生態保育用地。
- 2.由工程單位規劃預算於鄰近適宜區域承租黑翅鳶保育用地。
- 3.遊說企業團體捐資承租土地辦理休耕。
- 4.協調相關公部門執行休耕補償或獎勵。

這四個方案牽涉龐大預算來源與公務機關執掌，其施行各有利弊風險及限制。其中第1項經濟成本高昂，徵收土地面積可能小於黑翅鳶棲地需求，且公路單位受限於法令和預算編列上的限制，無法於路權外編列徵收經費。此外，黑翅鳶目前為一增長中族群，路線外尚有許多可供拓殖的棲地空間，購置保育用地的必要性雖可討論，但可行性可能較低。第2項，經費編列同樣受到公務預算金額和制度限制影響承租面積而影響有效性。第3項執行成本中等，等同或略高於休耕補償標準，但承租土地必需結合周遭土地利用才能顯現效益。且可行性受到經濟景氣和財團意願限制。優點為鼓勵私人贊助生態保育，且效率較高。第4項經濟成本中等，同休耕補償標準或略高，因可配合國家政策辦理，也可促進低生產效益農地轉型為保育用地。

二、施工階段減輕補償策略的替代方案說明

(一)減輕策略方案選項

施工階段的減輕策略主要為執行降低工程擾動監測工作。其執行的方案有二，分別是：

- 1.委託工程單位執行及方案。
- 2.委託專業民間廠商或NGO組織執行。

此方案主要的目的為針對工程研線黑翅鳶活動與繁殖階段和距工程地點遠近適時提出工程影響減輕做法。影響減輕做法包括監測工程沿線黑翅鳶族群繁殖對與繁殖行為，如有發現繁殖標示緩衝距離、將資訊提交西濱工程處及包商，協助擬定降低干擾的人員及車輛出入動線計畫、協助監督繁殖期間距巢位300m範圍內工程活動管制等。

三、施工中至完工後的補償策略

施工中及完工後的補償策略主要為工程沿線現有巢區、巢樹、棲地環境保護。實施替選方案有兩項，差異為分別由1施工或工程養護單位聘任專人進行；或2由透過提供研究成果供相關公私部門做為環境友善策略利用。

上述各方案需注意考慮下列程序蒐集資料與分析獲得各方案的成本及效益(Weimer & Vining 1992)：

1. 收集與界定各項計畫相關的影響(identifying relevant impacts)
2. 若有可以貨幣單位量化來估價各種政策影響的成本和效益(monetizing impacts)；或以不可量化的成本和效能以政策效果的優劣。
3. 若無法於短期內(2~3年以上)可獲致處理結論則提出時間、風險和不確定性的因素效益折損(discounting for time and risk)。
4. 比較益本比與效能限制提出較適合的建議方案(choosing among policies)。

第五章、結果

本計畫執行期間，野外調查共計動員 1206 人天，其中個體分布和巢位搜尋計 395 人天；巢位繁殖行為觀察計 284 人天；微棲地調查 96 人天；巨棲地調查 153 人天；干擾行為觀察計 35 人天；巢位巡守 100 人天；無線電繫放與追蹤 143 人天。室內資料輸入彙整與分析共計 1069 人天。相關工作成果執行如下：

5.1 研究區黑翅鳶歷次普查數量與分布

本計畫執行期間，僅第一年和第二年度針對研究區 729 個 1x1 Km 網格進行 15 次普查，歷次普查所發現黑翅鳶數量由第一次的 15 隻次增加至第十次的 130 隻次數量最高；分布網格數目由第一次的 20 格增加至第十五次的 63 格(表 8)。第一年度總共有 112 個網格出現黑翅鳶，其中 39 格有巢位分布(圖 9)，第二年度僅有 95 個網格出現黑翅鳶，其中 37 格有巢位分布(圖 10)。各次普查發現黑翅鳶布區域不盡相同，顯示未繁殖黑翅鳶遊走習性，以及族群數量和分布的變動。第二年度的繁殖分布網格數雖受到農業活動和二林科技工業區開發整地影響而略有下降，但總繁殖對數量仍呈現增加。

表 8. 黑翅鳶歷次普查隻數與網格分布

年度	普查次數	日期		隻次	分布網格數	比例
		起	迄			
簽約前	1	2009.08.29	2009.09.05	15	20	2.74%
	2	2009.10.01	2009.10.10	29	34	4.66%
	3	2009.11.20	2009.12.01	41	36	4.94%
	4	2010.01.20	2010.01.27	45	34	4.66%
	5	2010.02.24	2010.03.01	69	56	7.68%
	6	2010.04.25	2010.05.03	73	54	7.41%
	7	2010.06.07	2010.06.11	70	45	6.17%
	8	2010.08.09	2010.08.13	88	42	5.76%
	9	2010.10.08	2010.10.14	89	44	6.04%
第一年	10	2010.12.25	2010.12.30	103	44	6.04%
	11	2011.02.05	2011.02.15	96	41	5.62%
	12	2011.04.10	2011.04.17	130	56	7.68%
	13	2011.06.01	2011.06.17	102	53	7.27%
	14	2011.8.4	2011.8.10	104	58	7.96%
	15	2011.10.1	2011.10.6	122	63	8.64%

備註：第一年度期間 2009 年 11 月至 2010 年 10 月；第二年度期間 2010 年 11 月至 2011 年 10 月。

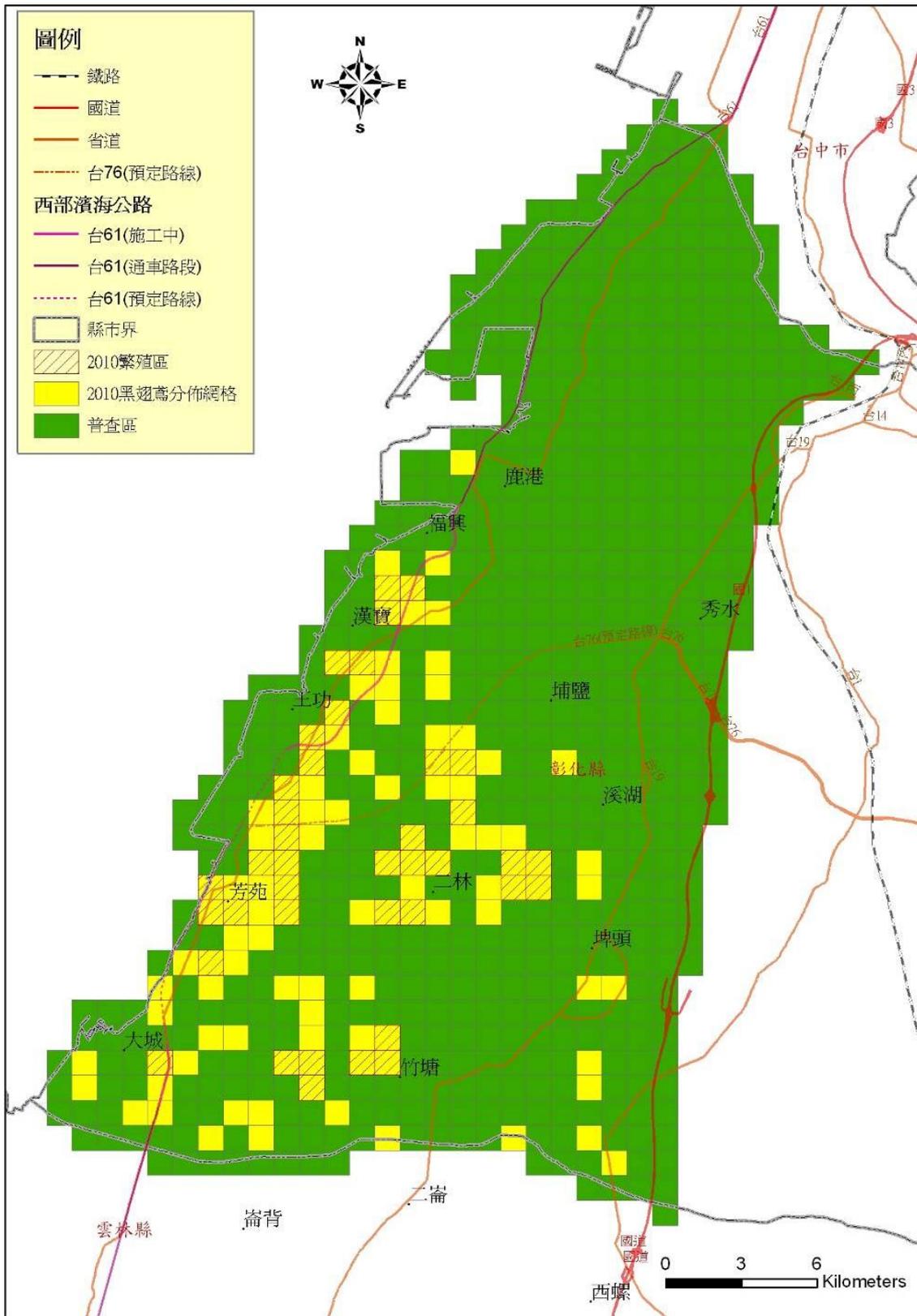


圖 9. 第一年度普查 (2009 年 11 月至 2010 年 10 月) 黑翅鳶分布網格

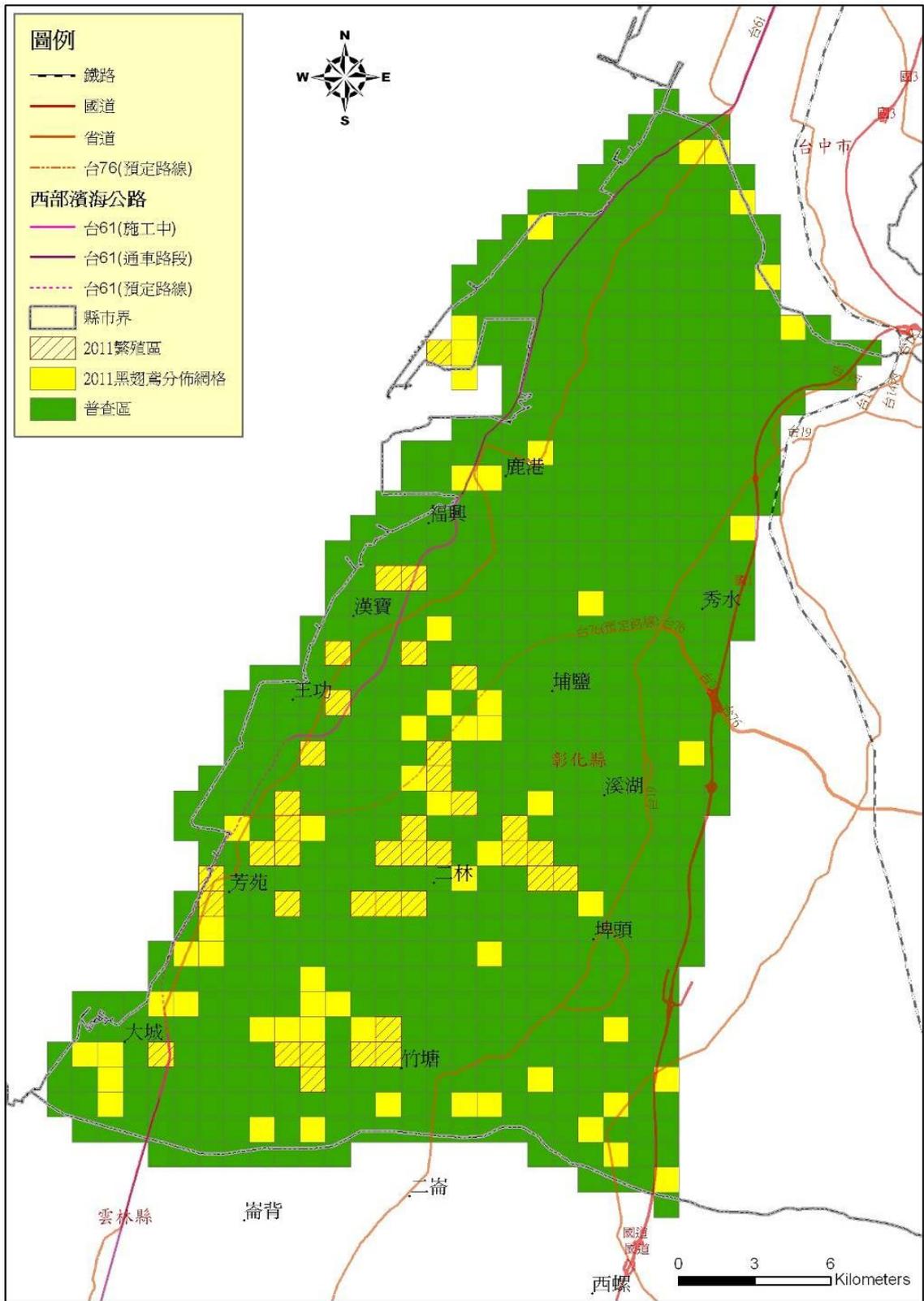


圖 10. 第二年度普查 (2010 年 11 月至 2011 年 10 月) 黑翅鳶分布網格

5.2 研究區黑翅鳶繁殖生態

5.2.1 巢位數量與分布

在本計畫合約正式簽定前(2009年11月1日)的備標與得標後階段(2009年6月至2009年10月31日)，以及第一和第二年度(2009年11月至2011年10月)，研究區除藉由15次全區普查之外，調查人員每週至少回到有黑翅鳶繁殖區域勘查各配對個體繁殖狀態和搜尋巢位1-3次。

第一至第三年度分別發現95(圖12)、101(圖13)、及142個巢(圖14)，三年共發現個338個巢位。圖11顯示各月最大繁殖中巢位數量、累計巢位數量、及累計繁殖對，其中累計繁殖對呈現增加趨勢，但於第三年度起逐漸趨緩。第一年度各月同時繁殖中巢位數量介於1-31個，最大同時繁殖巢位數量出現於8月；第二年度則介於12-41個，最大數量出現於2011年9月；第三年度則介於16-59個，最大數量出現於5月。各年度高峰期不一致且各月繁殖中巢位數量呈現變動頗大，主要與農業活動及天候影響有關，其中第一年度(2010年11月)和第二年度(2011年6月)繁殖中巢位數量最低月份主要受到颱風摧毀部分巢位和中斷繁殖影響。

黑翅鳶的巢位分布有的區域較為密集，呈現叢集(clumped distribution)分布型態，較集中區域各年間維持不變顯然是黑翅鳶喜好棲地。這些區域中巢位和繁殖對數量較為穩定分布的地點為：1.芳苑鄉五圳村(2對)、三合村(1對)、永興村(2對)和後寮村(1對)、仁愛村(1對)的半休耕農耕地區；2.二林鎮的頂厝里(1對)和趙甲里台糖農地(2對)、永興里休耕農地(1對)、北平里蔗田(1對)、外竹里蔗田(1對)、大排沙農場農地(中科二林基地邊緣6對)；3.竹塘鄉永安村永安農場(6對)、上山村和庄西村尤厝農場(6對)；4.福興鄉粘厝村和麥厝村(1對)；5.大城鄉公館村(1對)。其餘零星分布巢位分別位於沿海休耕地、彰濱工業區伸港區的造林地邊緣、溪州鄉的濁水溪河床等。上述繁殖區地景主要以蔗田和休耕農地為主，少部分為海埔地、河床高灘草生地、或者休耕地和耕地夾雜鑲嵌的環境，共同的特色為人為活動相對較低，無大型人工建築和房舍的開闊環境。

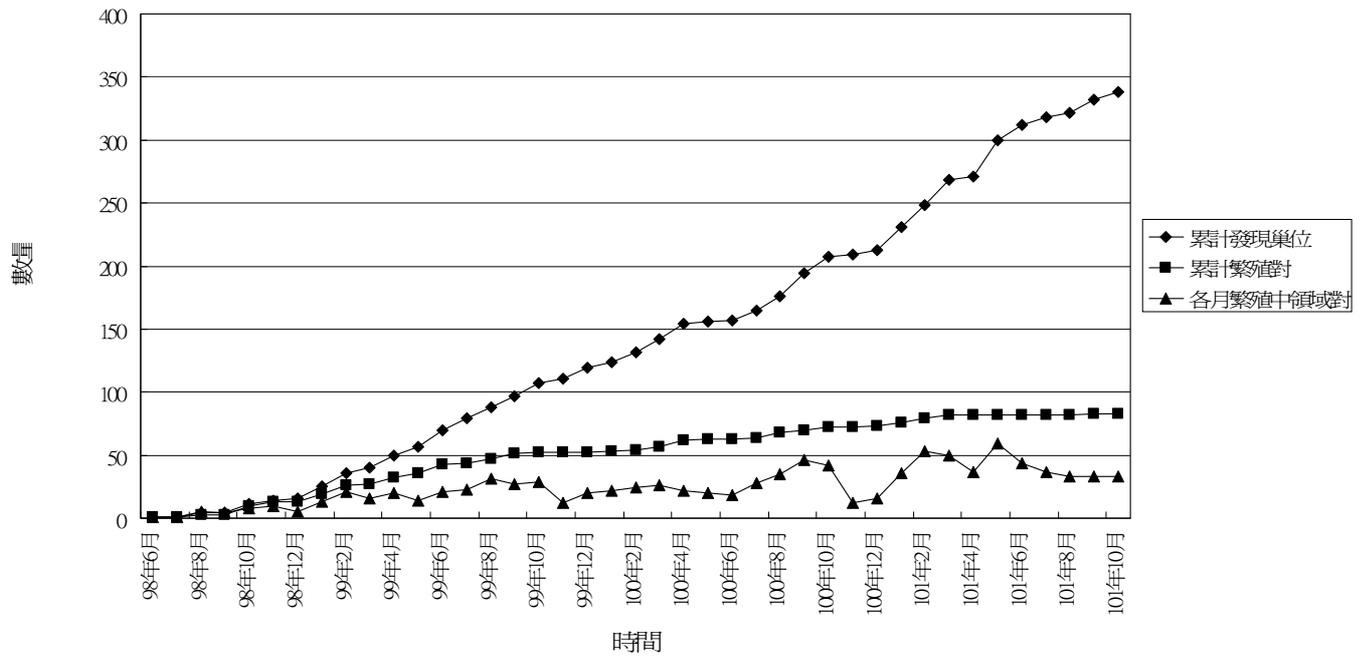


圖 11. 研究期間各月份黑翅鳶累計巢位、繁殖中巢位及累計繁殖對數量變化

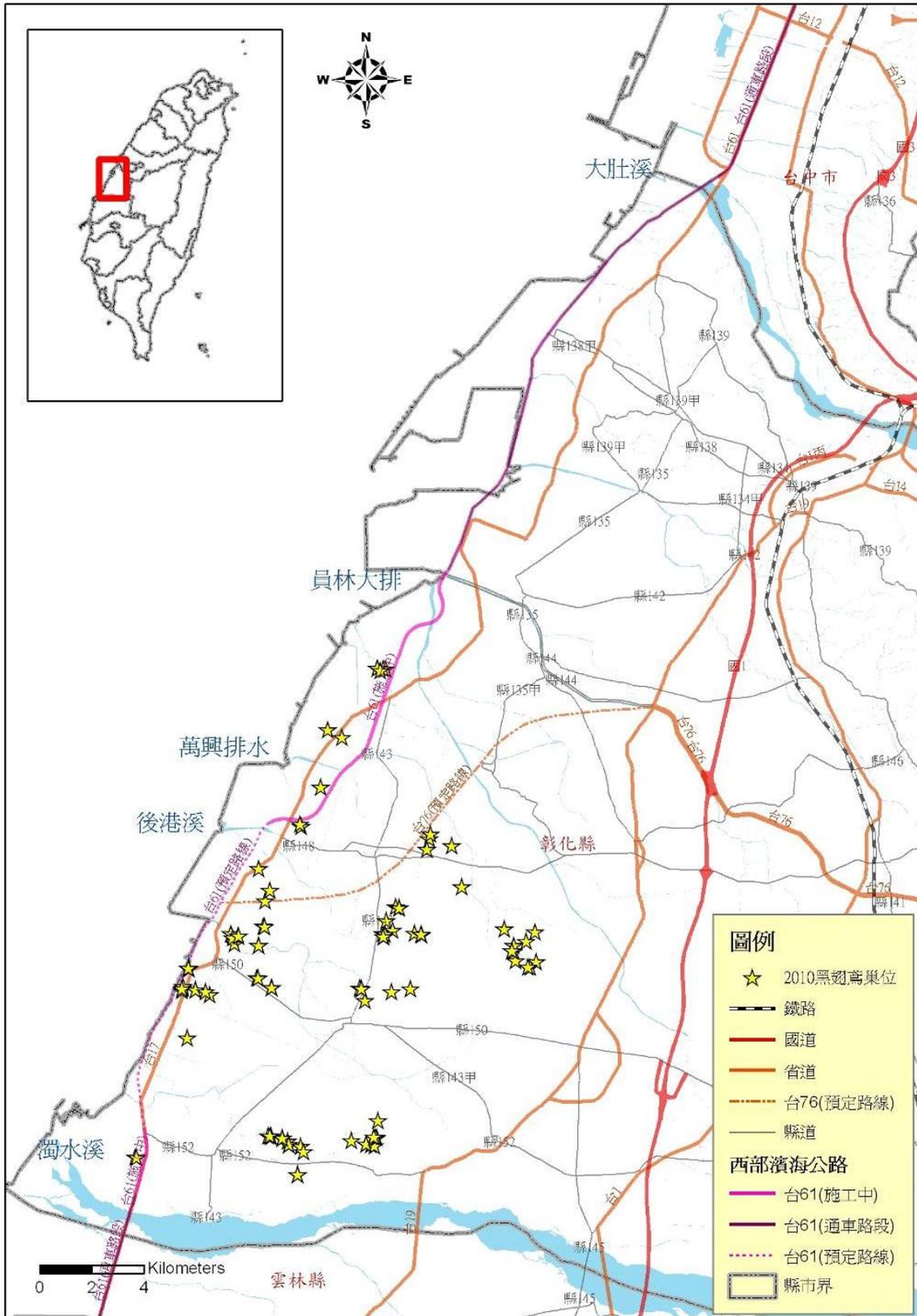


圖 12. 第一年度(2009 年 11 月至 2010 年 10 月)黑翅鳶巢位分布

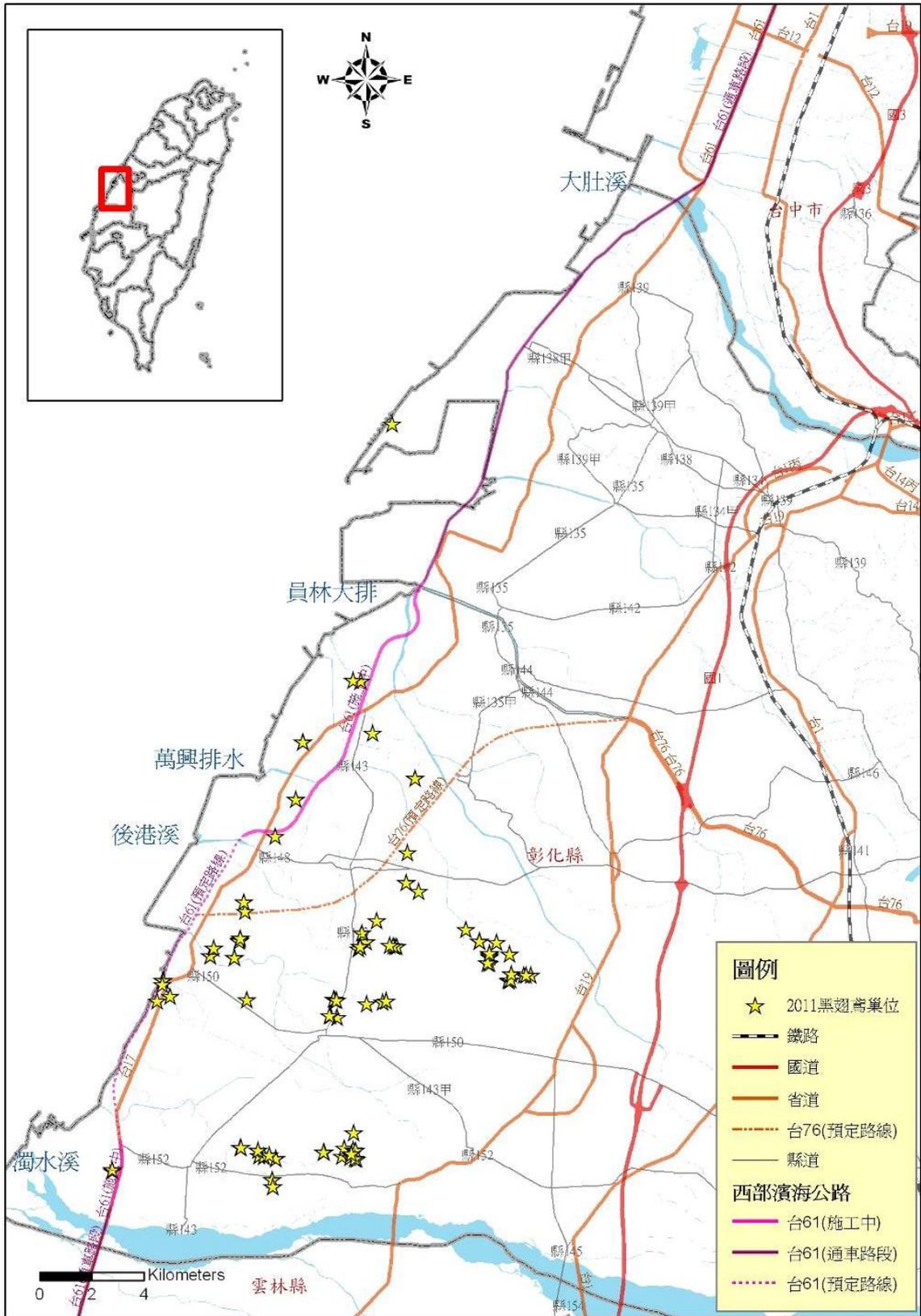


圖 13. 第二年度(2010 年 11 月至 2011 年 10 月)黑翅鳶巢位分布

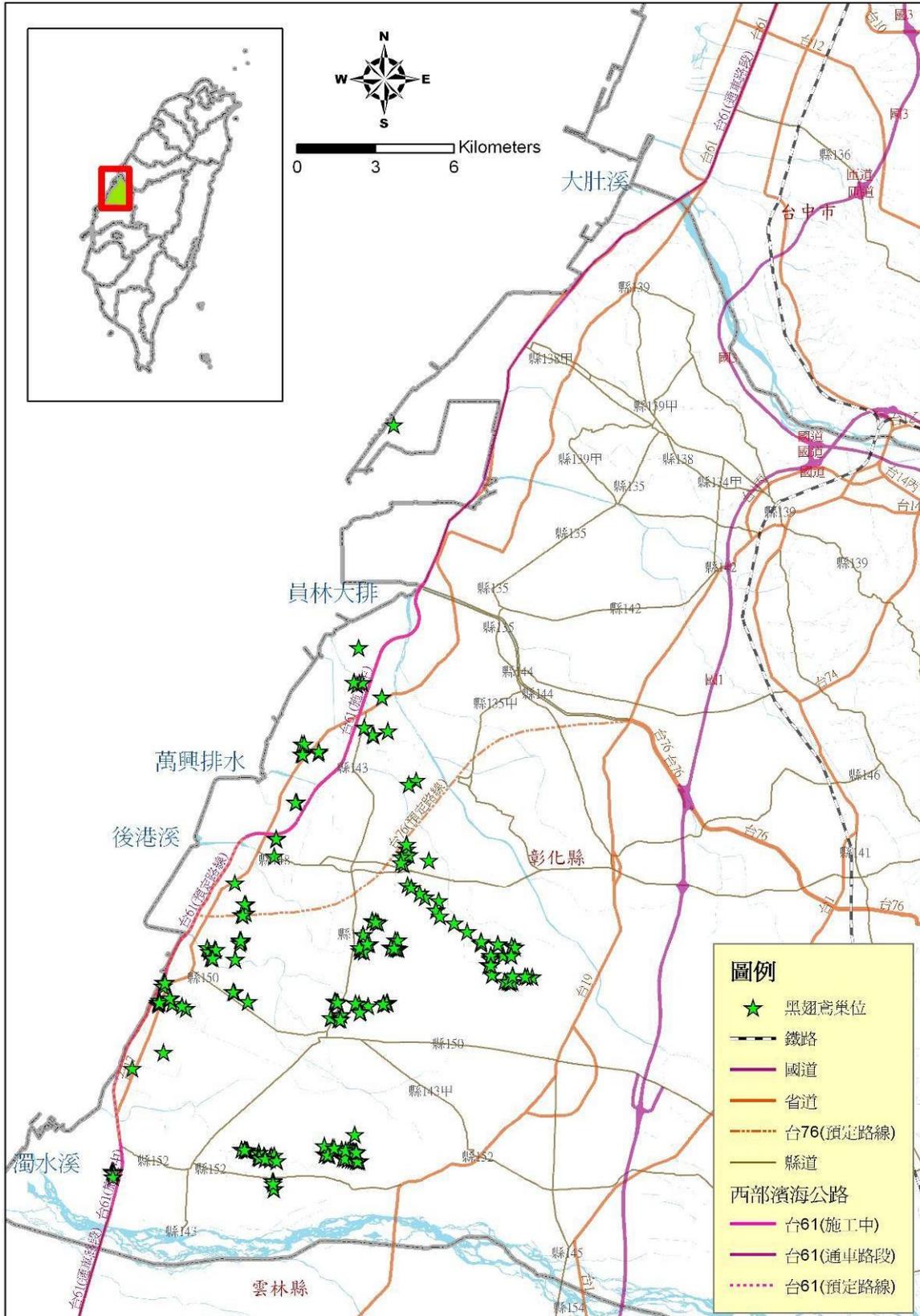


圖 14. 第三年度(2011 年 11 月至 2012 年 10 月)黑翅鳶巢位分布

5.2.2 計畫路線沿線繁殖對數量與變動

第一年度研究期間發現，也就是西部濱海公路開工後約一年期間，西濱快速道路計畫路線兩側 1000m 範圍內有 6 個繁殖對分布(芳苑鄉 4 對、福興鄉 1 對、大城鄉 1 對)，這 6 個繁殖對同時也位於計畫路線兩側 150 至 500m 範圍內。其中位於芳苑鄉漢寶村的 1 對因人為活動(農耕)干擾一直沒有繁殖成功；仁愛村新街排水水門北側 1 對共繁殖 4 巢，因天候及綠肥補助耕作干擾僅 1 巢 3 隻幼鳥成功離巢；水門南側新街村 1 個繁殖對嘗試築巢 3 次，但因居民放置捕紅鳩籠、農地填土、及綠肥耕作等連續干擾，僅繁殖 1 次但失敗；水門東側的 2 對因農地休耕及復耕頻繁的干擾影響下一直沒有繁殖成功。福興鄉麥厝村的繁殖對共築巢 3 次，多次於工程 500m 範圍內，位置變動距離工地 330-620m，因地主火燒雜草、攝影者群集巢下與人為捕捉幼鳥干擾，均無幼鳥成功離巢；大城鄉的繁殖對共築 2 個巢，僅 1 巢成功 3 隻幼鳥離巢，失敗的巢位因強陣風造成折損。

相較第一年度，第二年度鄰近計畫沿線工地的福興鄉與大城鄉路段的繁殖對仍穩定出沒原棲息地點。但芳苑鄉原先 4 個繁殖對有 3 個繁殖對離開舊繁殖區，研究人員發現離開前棲地均有農業活動干擾，主要干擾原因分別為：芳苑鄉漢寶村繁殖對所在的造林地除草及修剪樹木(在巢樹下)、王功村養雞場旁巢位因雞舍工程和農地復耕(在巢樹旁)、王功村福海宮旁巢位因農地所有大樹包括巢樹被腰斬修剪。消失的原因都與強烈人為干擾和地景劇烈變動有關。其中位在漢寶村(巢位編號 C031)的繁殖對雄鳥在本研究開始前曾遭人為捕捉，足上戴著馴鷹人使用的黑色皮套和雞眼釘，藉由皮套證實此繁殖對離開舊巢後遷至東方 2.3km 處農耕地，新築的巢位編號為 C168(各巢位編號資訊詳見附錄 2)。

5.2.3 巢樹種類

計畫結束前為止，在所有觀查的 338 個巢位中，發現使用 3 種樹種和 1 種結構物為築巢的支撐基礎，樹種為木麻黃(*Casuarina equisetifolia* L.)(n=315)、綠竹(*Bambusa oldhamii* Munro)(n=1)、和榕樹(*Ficus microcarpa* L. F.)(n=1)，結構物為高壓電塔(n=21)，其中以木麻黃使用的比例最高。使用電塔的繁殖對第一年度僅發現 1 對，位於二林中科基地整地中的大排沙農場中，共使用電塔 3 次。第二年度和第三年度使用電塔繁殖對分別增加

3 對和 2 對，均位於大排沙農場西側 1km 處的萬興農場，同樣位在中科基地預定地圍籬包圍的整地環境中。這些電塔巢位距離整天工程車輛如推土機、運土卡車、吊車出入的距離有時不足 150m，但每當有工程車輛靠近孵蛋或育雛期間雌鳥就會立刻飛離直到干擾遠離才回到巢內。

5.2.4 巢位地景

研究區三年期間所有已發現黑翅鳶巢位所在環境主要地景可粗分為 4 大類，大多為農牧用地。以蔗田及其轉作耕地為主(47 區 247 巢)，其餘為放牧草生地(1 區 2 巢)、海埔新生地(1 區 1 巢)、乾漁塭(1 區 1 巢)和農耕地(18 區 87 巢)。位於農耕地地景的巢位，在巢樹半徑 100m 範圍內幾乎都是休耕地或者種植綠肥植物申請休耕補償，屬於較低度干擾或作業頻度的農業活動環境。彰化縣不乏面積廣闊的非農耕區域，例如濱海潮間帶、濁水溪出海口北側的大城溼地、和濁水溪沿岸高灘地，這些區域研究期間雖發現黑翅鳶活動、覓食與棲息，但因缺乏可供營巢大樹而無法築巢，顯示彰化濱海地區適合營巢的大樹明顯為黑翅鳶繁殖的限制因子。

5.2.5 繁殖表現

本研究僅計算第一年度和第二年度繁殖結束的黑翅鳶巢位繁殖成功率，對於繁殖期間跨年度的巢位資料予以剔除。兩年度以直接法(Apparent method)計算繁殖成功的比例分別為 44.6%和 53.4%，以梅菲爾法(Mayfield method)計算的存活率為 57.8%和 47.8%，不同年間兩種方法結果顯示繁殖成功率平均約在五成左右。

前述梅菲爾法公式計算所需的孵化期參考嘉義地區研究團隊提供資料(謝 2009)，計算孵化期介於 25 至 30 天的資料，得到平均孵化期 27.8 天(n=44)，育雛期 32.8 天(n=29)。第一年度 83 個繁殖結束的巢中有 24 個一直到棄巢都沒有下蛋或無法確認是否下蛋，因此只有 59 個巢納入分析。其中 24 個巢失敗、35 個巢成功，59 個巢位總觀測天數 2666 天。第二年度 101 個巢，39 個繁殖成功，33 個失敗，1 個巢無故消失，扣除繁殖中巢位，得到失敗巢位數 33 和總觀察天數 2726 天。

關於第一年度和第二年度造成繁殖失敗的原因如下：

第一年度造成巢位繁殖失敗的原因及比例分別為：天然因素（颱風和強陣風）佔19.3% (n=16)；人為因素佔30.1% (n=25)。人為因素中依序為農業活動佔21.7% (n=18)、幼鳥被獵捕佔6.0% (n=5)、捕鼠活動干擾佔1.2% (n=1)、工程活動干擾佔1.2% (n=1)。第二年度造成繁殖失敗的原因及比例分別為：天然因素（颱風或強陣風）佔42.4% (n=14)；人為因素佔51.5% (n=17)；不確定因素6.1%(n=2)。人為因素中依序為工程活動干擾佔27.3% (n=9)、農業活動佔18.2% (n=6)、捕鼠活動干擾佔3.0% (n=1)、捕紅鳩活動干擾佔3.0% (n=1)。第二年度雖然颱風侵擾較少，但因工程開發(二林科技工業區整地工程)和休耕農地復耕等農業或人為活動造成的繁殖失敗或者中斷情形較第一年度高。

5.2.6 連續繁殖巢位的間隔天數

連續繁殖巢位的間隔天數計算取第一年度的研究資料。第一年度繁殖對前、後巢位持續出現在的相同地景內，且巢位變動在已知最小巢間距內的資料共有 55 組，扣除其中不只築一個巢(n=3)、巢位使用時間重疊(n=3)、資料收集不完整(n=4)等特殊狀況，僅分析 45 筆資料。前述特殊情形包括：同時築多巢情況或配對關係異常。例如巢位編號 C038 繁殖對因干擾換到 C073，C055 換到 C090，C057 換到 C070，皆屬於受到干擾後立即換至已築好的備用巢。也有幼鳥未離巢前親鳥開始另築新巢的情形，例如 C035 還在育雛階段，親鳥已同時開始築 C037 巢位，並在兩巢位往返。配對關係異常為雌親鳥因未知因素放棄原先雄鳥與雛鳥，與另一隻雄鳥配對而轉孵新巢，例如 C026 雌鳥入住到 C092。

扣除特殊繁殖配對狀況的資料，同一區連續先後兩巢繁殖間隔天數介於 0~226 天，平均 55.6 天，其中繁殖成功(60.3 ± 49.6 天，n=22)較失敗(51.4 ± 57.2 ，n=25)的巢位間隔天數較長，但並無明顯差異(Mann-Whitney U test, $P=0.366$)。而失敗的巢位中，受人為干擾而失敗的巢位(57.6 ± 62.3 天，n=18)雖然較遭遇天然因素而失敗的巢位(35.7 ± 41.2 天，n=7) 間隔長，但檢定之後也差異不顯著(Mann-Whitney U test, $P=0.347$)。再比較不同地景繁殖成功和失敗巢位的間隔天數，即蔗田和其它耕地之間比較，結果也是差異不顯著(Mann-Whitney U test, $P=0.802$) (表 9)。

連續繁殖巢位的第一巢成功或失敗，雖然和第二巢的間隔天數差異不顯著，甚至人為造成失敗的巢位間隔較短，和實驗假設相反，推測可能的原因為不論人為或天然因素造成第一巢失敗，若兩次繁殖間隔期間仍存在各種人為干擾，可能淡化了造成原先棄巢因素的影響。

表 9. 連續繁殖巢位的前後間隔天數比較

類 別	<i>N</i>	Mean (days)	SD	P-value ⁺	
整體	成功	22	60.3	49.6	0.366
	失敗	25	51.4	57.2	
失敗	人為因素	18	57.6	62.3	0.347
	天然因素	7	35.7	41.2	
地景	蔗田	32	52.8	44.3	0.802
	其它耕地	15	61.5	70.5	

⁺ *p* value of Mann-Whitney U test

5.2.7 生育力

調查資料顯示各區繁殖對每年築巢介於 1~6 次，扣除繁殖活動超過各年度結束的巢位，平均第一年度每一繁殖對平均繁殖 1.98 次，第二年度 1.35 次(附錄 2)。

平均年生育力計算取自第一年度和第二年度資料。本計畫第一年度各繁殖對離巢幼鳥介於 0 - 12 隻，總計 103 隻，平均每對每次繁殖 1.08 隻幼鳥離巢，換算年生育力(平均繁殖次數 1.98×平均離巢數 1.08)為 2.14 隻；第二年度各繁殖對離巢幼鳥介於 0 - 14 隻，已繁殖結束巢位(73 巢)共計 106 隻離巢，平均每巢 1.96 隻離巢，平均年生育力為 1.96 隻(表 10)。

第一年度於蔗田繁殖個體的生育力大小和農耕地個體沒有明顯差異(Mann-Whitney U test statistic = 229.5, *P* = 0.675)，第二年度蔗田繁殖族群大於一般農耕地族群，且差異顯著(Mann-Whitney U test statistic = 109.0, *P* = 0.017)。

本研究特別檢討第二年度彰化線西部濱海公路沿線 1km 範圍內，6 個繁殖對的生育力如下：

位在福興鄉麥厝村、大城鄉公館村已動工路段 2 繁殖對共築 6 巢僅 2 巢繁殖成功，繁殖成功率(33.3%)低於整體，但 6 隻幼鳥離巢，其生育力每對每年各 3 隻高於整體平均值。另位於未施工路段的其他 5 個繁殖對，其中 1 對消失，其餘 4 對因各種人為和農業活動干擾則完全沒有成功繁殖紀錄。以上觀察顯示黑翅鳶繁殖成功與否受到直接干擾的影響較明顯，與是否鄰近施工路段較無直接關聯。

表 10. 黑翅鳶不同地景繁殖力

繁殖參數	第一年度			第二年度		
	農耕地	蔗田	整體	農耕地	蔗田	整體
繁殖對數(對)	15	33	48	15	39	54
築巢數(個)	33	62	95	28	73	101
已繁殖結束巢數(個)	33	62	95	18	55	73
幼鳥離巢總數(隻)	28	75	103	10	96	106
平均每對築巢數(個)	2.20	1.88	1.98	1.20	1.41	1.35
平均每巢幼鳥離巢數(隻)	0.85	1.21	1.08	0.56	1.75	1.45
平均年生育力(隻)	1.87	2.27	2.15	0.67	2.46	1.96

註：年生育力為各繁殖對當年所有離巢幼鳥總和

5.2.8 繁殖棲地忠誠度

本研究以第一年度重複利用巢位和巢樹衡量棲地忠誠度。第一年度 103 個巢位，有 16 個重覆利用舊巢位(19.3%)；有 28 個巢重覆利用舊巢樹(33.7%)。可確認的 44 次繁殖對更換築巢位置，移動距離介於 0 - 337.1m，平均 $81.2 \pm 92.8m$ 。這 44 個連續繁殖的巢位有 42 個巢樹下周圍在繁殖期間經歷至少 1 次最多 4 次的全面收割、翻土或施肥等大型農業機具活動干擾並無棄巢，顯示黑翅鳶棲地存在許多農業活動干擾，根據調查人員經驗，造成棄巢的干擾除了是否直接針對黑翅鳶，可能和干擾的種類、影響的強度、規模、頻度和黑翅鳶繁殖階段的差異有關。

第二年度開始由於許多繁殖區出現遊走個體，且繁殖對密度增加而使巢間距縮小，因此調查人員已無法由行為和外部特徵區別繁殖個體，因此難以確認先後巢位是否由同一繁殖對使用，而不繼續進行此項分析，但由

第一年度資料顯示，台灣地區黑翅鳶對巢位忠誠度和鄰近中國大陸福建地區少數族群不使用舊巢的習性有所差異。此差異是否係適合巢位有限而不得不使用舊巢位需要其他資料支持。

5.2.8 繁殖行為觀察

本計畫為確認繁殖親鳥分工與作息行為模式，於第一年度共計觀察 32 巢的繁殖行為，累計 226 人天和 2204.7 觀察小時，資料分析說明如下：

一、黑翅鳶繁殖期行為模式

1. 母鳥時間投資

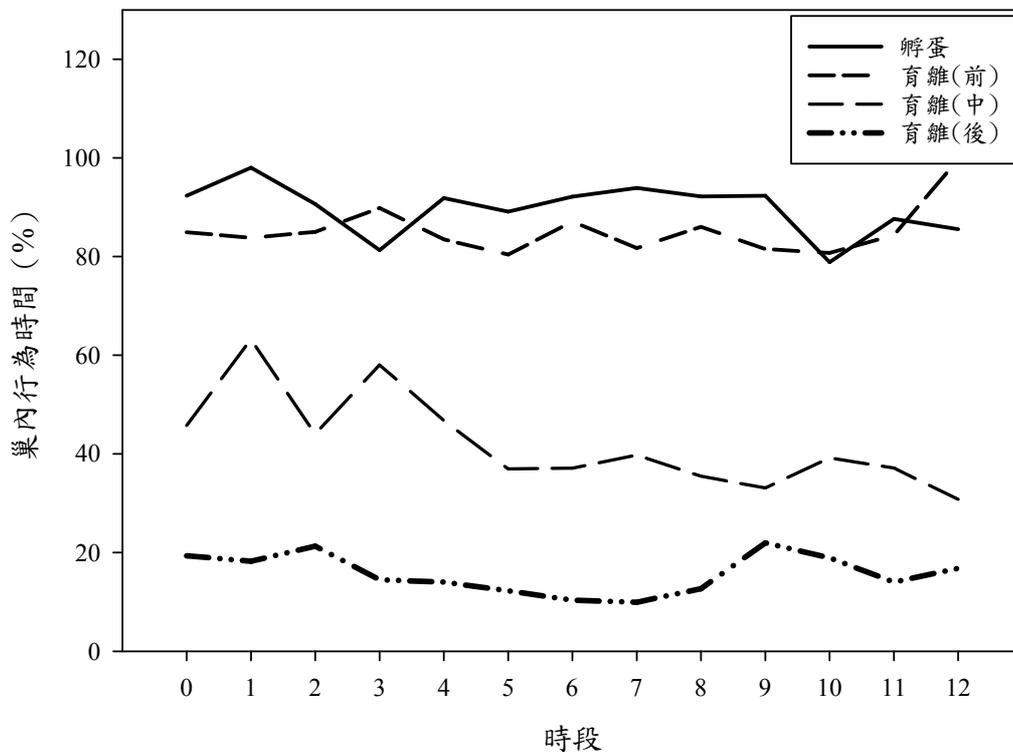


圖 15. 雌鳥日間停留巢內時間比例

母鳥在巢內投資的時間會隨著繁殖階段的不同而有所變化。其中孵蛋期在 912.0 小時的記錄中，平均花費 88.7% 的時間於巢中，以日出後時段 1 停留巢中時間佔比例最高(98.0%)；育雛前期共記錄 544.8 小時，平均花費 74.0% 的時間於巢中，以時段 12 停留巢中時間佔比例最高(99.7%)；育雛中期共記錄 443.0 小時，平均花費 41.0% 的時間於巢中，

以時段 1 停留巢中時間佔比例最高(63.2%)；育雛後期共記錄 534.4 小時，平均花費 15.4% 的時間於巢中，以第 9 時段停留巢中時間佔比例最高(22.0%)(圖 15)。

綜合上述結果，母鳥停留在巢內的時間隨孵蛋、育雛前、中、後期逐漸降低。在孵蛋期日出後第 3 個時段和日落前第 2 個時段因離巢進食較頻繁而略有下降，至於其它各期的投資時間波動則未找到原因。

2. 雄鳥攜回獵物頻度

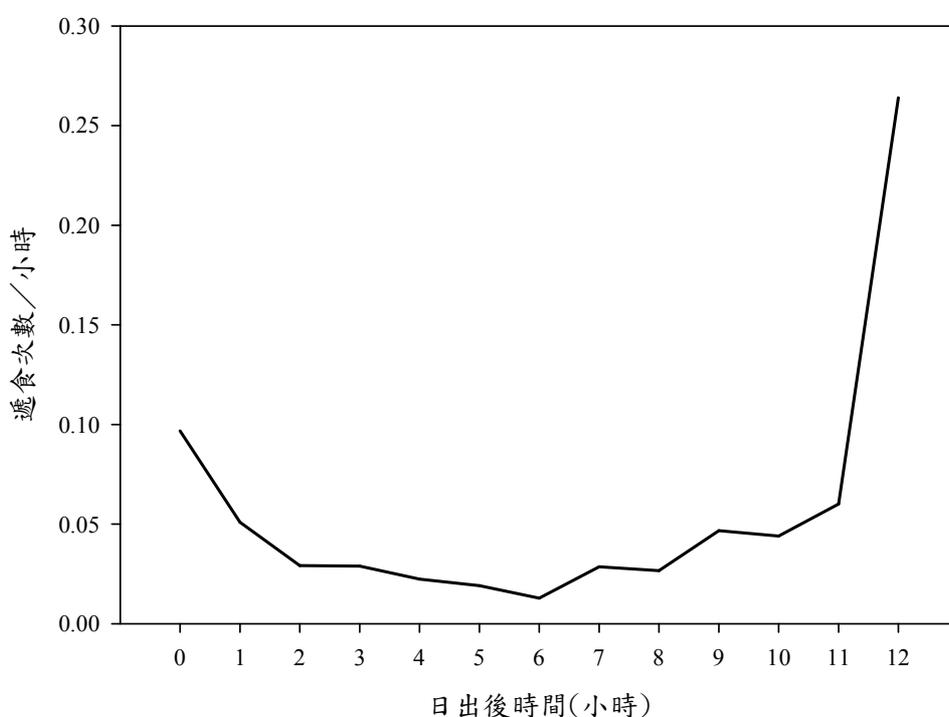


圖 16. 雄鳥日出後各時段(小時)攜回獵物頻度

在 2441 小時的觀察記錄中，公鳥共帶回獵物 351 次，由於各時段調查時間不一致，因此使用單位調查小時公鳥帶回獵物的頻度做比較，其中頻度最高的時段為 12 時，即日落前最後一個時段，平均每單位小時共帶回獵物 0.3 次，整體而言，呈現晨昏頻度較高的現象(圖 16)。

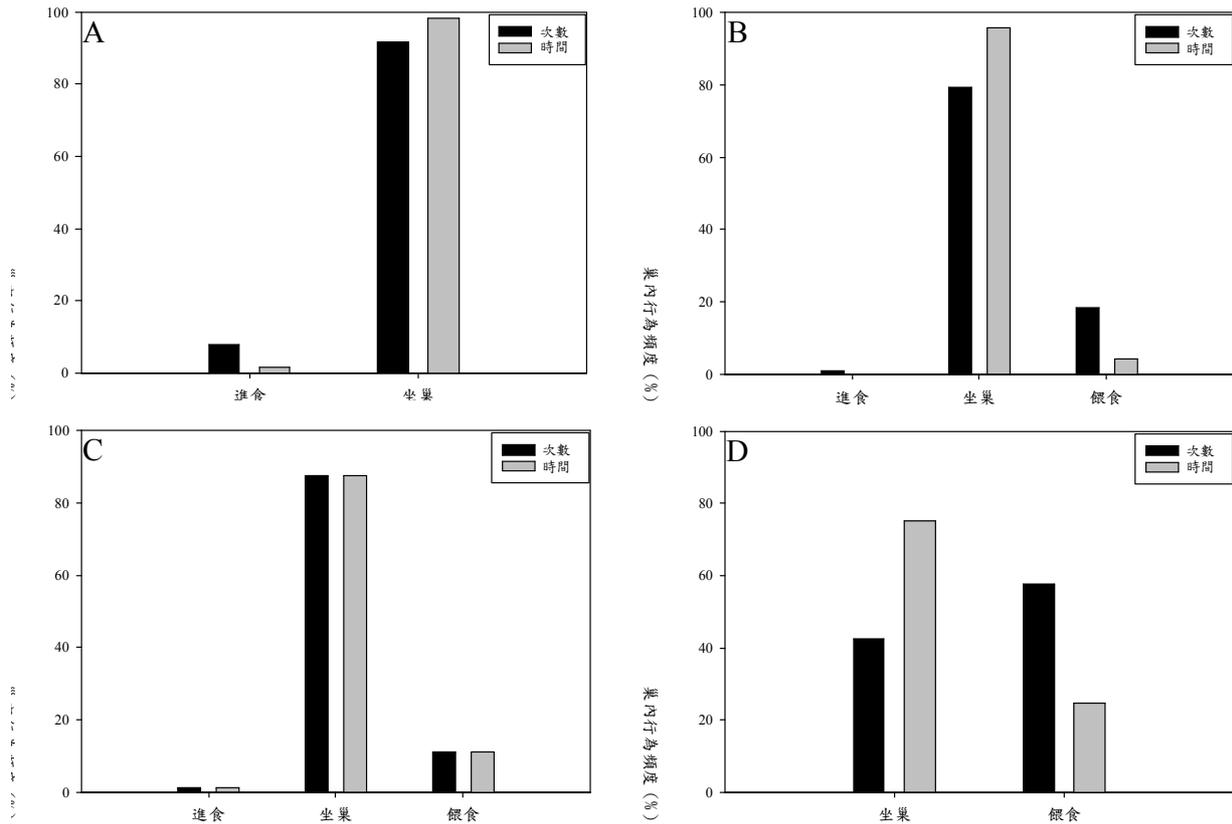


圖 17. 各繁殖階段雌鳥巢內各行為模式記錄筆數及行為時間的比例。A: 孵蛋期；B: 育雛前期；C: 育雛中期；D: 育雛後期。

二、不同繁殖階段行為時間比例差異

將母鳥巢內行為區分為進食、坐巢及餵食，其中餵食行為僅出現在幼鳥孵化後的階段。孵蛋期共記錄 820.0 小時，其中不論行為次數比例(91.7%)或是行為時間比例(98.4%)皆以坐巢最高；育雛前期共記錄 458.9 小時，母鳥開始出現餵食行為，但行為次數比例(79.3%)及行為時間比例(95.8%)仍以坐巢占比例最高；育雛中期共記錄 256.9 小時，其中餵食行為次數及行為時間(11.1%)比例逐漸增加，但仍以坐巢行為次數及行為時間(87.6%)比例為最高；育雛後期共記錄 292.3 小時，其中餵食行為在次數(57.6%)及時間(24.7%)上均明顯增加，而坐巢行為次數(42.4%)及時間(75.3%)則較前三期來的少，而進食行為則是未曾記錄(圖 18)。

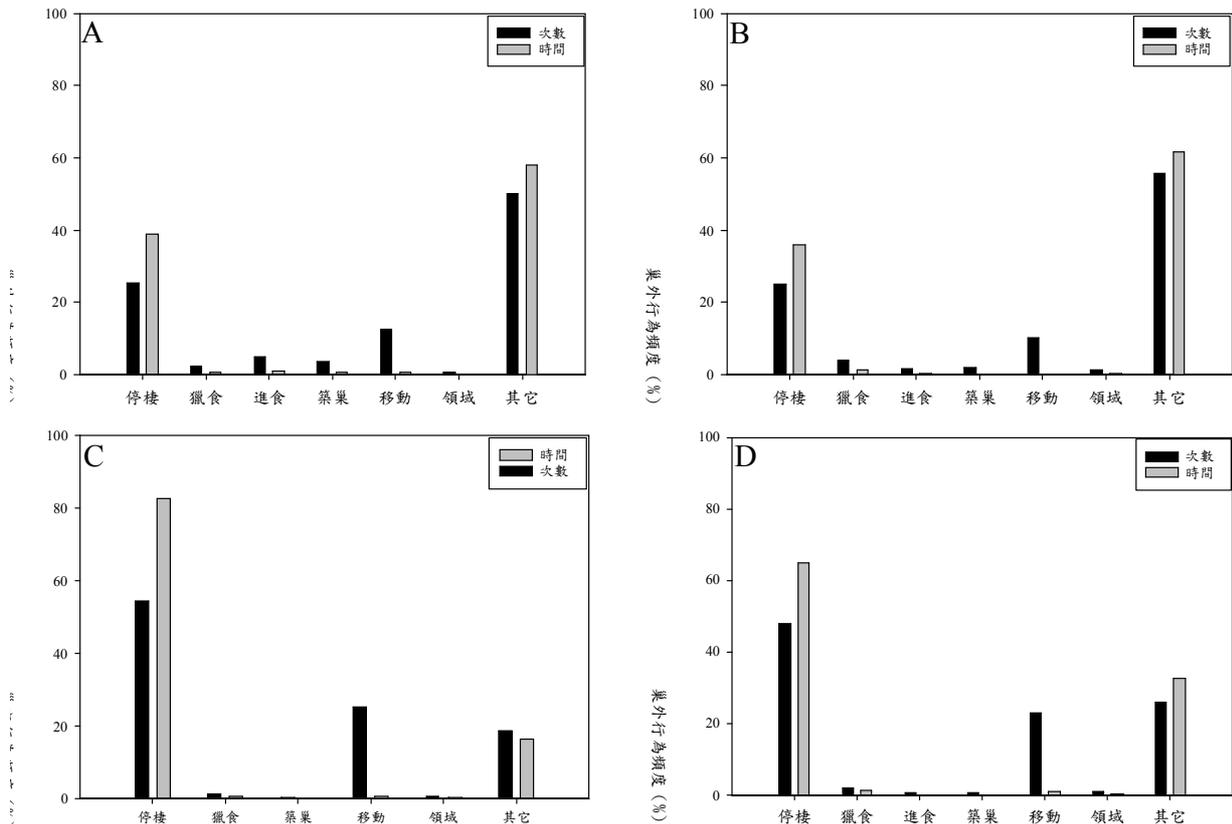


圖 18. 各繁殖階段雌鳥巢外各行為模式記錄筆數及行為時間的比例。A: 孵蛋期；B: 育雛前期；C: 育雛中期；D: 育雛後期。

母鳥巢外行為可區分為停棲、獵食、進食、築巢、移動、領域及其它無法判斷的行為。孵蛋期共記錄 92.0 小時，其中不論行為次數 (25.5%) 或是行為時間 (38.9%) 除了其它行為外皆以停棲為最高；育雛前期共記錄 86.0 小時，母鳥除了其它行為外，行為次數 (25.2%) 及行為時間 (36.0%) 仍以停棲占比例最高；育雛中期共記錄 186.0 小時，以停棲行為次數 (54.3%) 及行為時間 (82.6%) 比例為最高；育雛後期共記錄 242.0 小時，其中停棲行為在次數 (47.7%) 及時間 (64.8%) 上均明顯較前三期來的高 (圖 18)。母鳥停棲在巢外也是照顧 (caring) 巢或雛鳥的一部份，由於雛鳥在中後期索食趨於強烈且吵雜，因此親鳥選擇避開至附近，或視力可及之處。

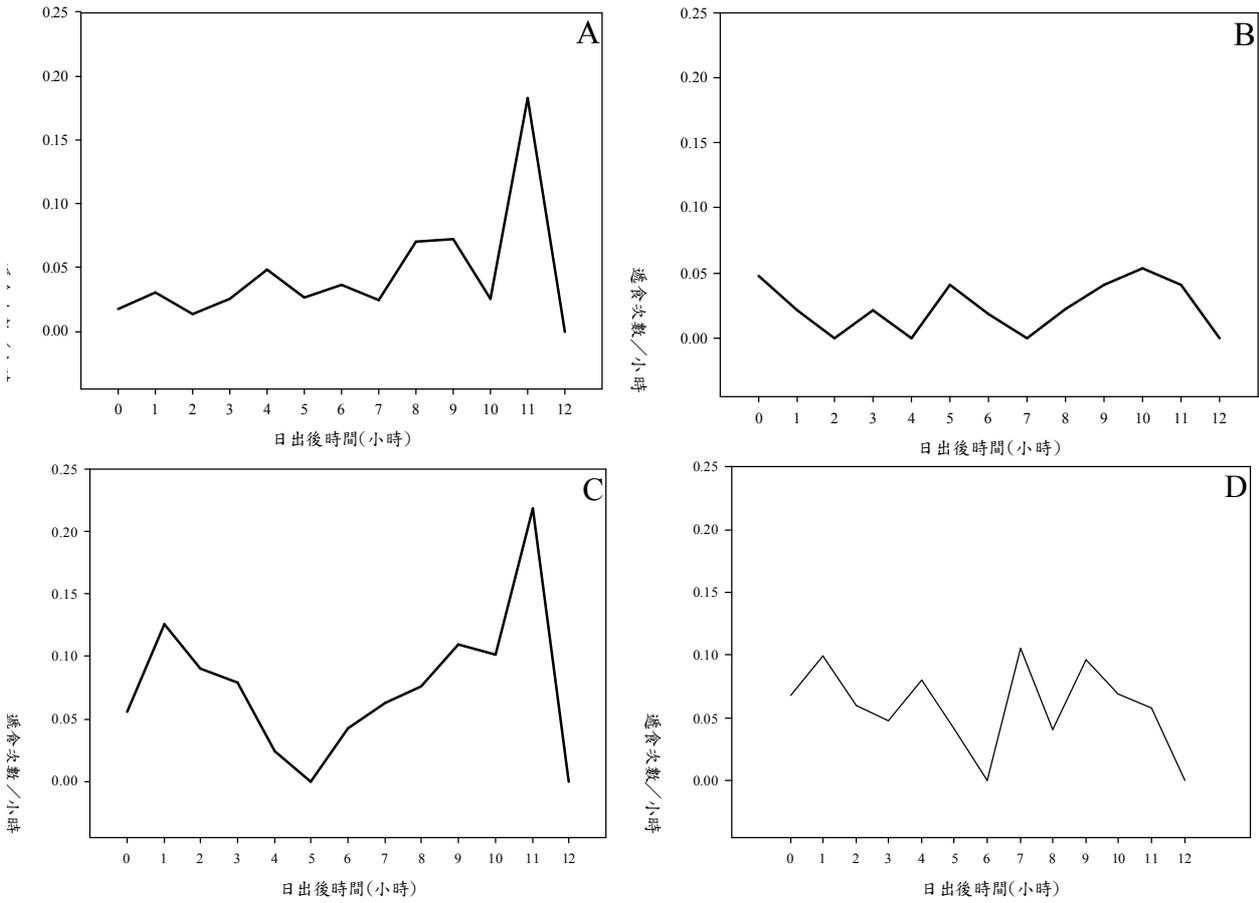


圖 19. 各繁殖階段雄鳥單位時間給食頻度。A: 孵蛋期；B: 育雛前期；C: 育雛中期；D: 育雛後期。

孵蛋期共 912 小時的觀察記錄中，公鳥共帶回獵物 73 次，其中頻度最高的時段為 11 時，單位小時共帶回獵物 0.2 次；育雛前期共 544.8 小時的觀察記錄中，公鳥共帶回獵物 84 次，其中頻度最高的時段為 11 時，單位小時共帶回獵物 0.04 次；育雛中期共 443.0 小時的觀察記錄中，公鳥共帶回獵物 75 次，其中頻度最高的時段為 11 時，單位小時共帶回獵物 0.2 次；育雛後期共 534.4 小時的觀察記錄中，公鳥共帶回獵物 113 次，其中頻度最高的時段為 07 時，單位小時共帶回獵物 0.1 次。對照圖 17，將繁殖各階段的給食頻度拆開之後，僅孵蛋期和育雛中期仍保有晨昏頻度較高趨勢(圖 19)。

5.3 棲地利用

5.3.1 微棲地利用特色

本計畫研究期間已測量巢樹僅木麻黃 1 種，共 38 棵，另一種類綠竹靠近已測量取樣巢樹而未測量。木麻黃通常為各巢所在地景植被中較高或突出的樹木，平均相對樹高為 95.8%(相對於半徑 150m 範圍內最高樹木的百分比)。經測量巢距主幹 $0.7\pm 0.5\text{m}$ ($n=38$)，在 38 個巢位中有 11 巢位選在從主幹基部算起第 2 級分支(25.7%)(表 11)。

相較於對照組，巢樹變數各項測值檢定結果顯示：1m 覆蓋度($82.7\pm 14.7\%$, median 88.0%, range 42.7-100%)、5m 覆蓋度($52.3\pm 15.7\%$, median 52.1%, range 19.8-90.2%)、垂直投影($7.3\pm 2.2\text{cm}$, median 7.6cm, range 2.1-12.1cm)和對照組差異顯著($p<0.05$) (表 11)。

微棲地變數中，基礎斷面積、裸地覆蓋率(median 0cm, range 0-79cm, $13.6\pm 24.1\%$)及巨棲地變數的巢樹至最近可通行車輛的道路距離($136.6\pm 88.2\text{m}$, median 113m, range 0-395m)與對照組差異顯著，其餘巨棲地變數例如至最近可行小徑和建築物的距離差異不顯著。

將巢樹組與對照組具顯著差異的變數，放入二元邏輯迴歸模型，其結果發現距巢樹主幹 5m 冠層覆蓋度越高(logistic regression; $B=0.044$, $SE=0.021$, $p=0.04$, odd ratio=1.045, 95% boundary of odd ratio=1.002-1.089)，以及與道路距離越遠的樹木(logistic regression; $B=0.066$, $SE=0.003$, $p=0.034$, odd ratio=1.006, 95% boundary of odd ratio=1.000-1.013)，越有可能為黑翅鳶所利用。(註：邏輯迴歸統計數值：B 為該變數的迴歸係數，若迴歸係數達顯著水準 $p<0.05$ ，表示該變數與其他變數有顯著差異；odds ratio 是事件發生(有築巢)頻數與不發生頻數的比值。)

表 11. 巢位組與對照組的棲地環境特徵及比較

	變數	巢樹組	對照組	N	P-value ⁺
巢位	巢高(m)	9.6 ± 3.8	-	38	-
	距主幹(m)	0.7 ± 1.1	-	38	-
	分級枝	2-3 級	-	38	-
巢樹	樹高(m)	12.7 ± 3.8	11.1 ± 4.9	38	0.081
	胸高徑(cm)	38.8 ± 12.9	37.8 ± 18.6	38	0.79
	1m 覆蓋(%)	82.7 ± 14.7	70.6 ± 23.3	38	0.02*
	5m 覆蓋(%)	52.3 ± 15.7	35.6 ± 22.4	38	<0.001***
	垂直投影(m)	7.3 ± 2.2	5.8 ± 3.0	38	<0.001***
微棲地	喬木密度(棵/ha)	13.7 ± 27.0	6.9 ± 8.6	36	0.447
	平均樹高(m)	12.7 ± 3.8	11.1 ± 4.9	38	0.994
	基礎斷面積(m ²)	7.6	6.4		<0.001***
	林覆蓋(%)	8.2 ± 7.3	6.6 ± 9.2	38	0.081
	裸地(%)	13.6 ± 24.1	27.4 ± 28.4	38	0.025*
	水覆蓋(%)	2.2 ± 6.5	4.4 ± 9.4	38	0.234
	草地覆蓋(%)	84.3 ± 25.8	68.8 ± 28.6	38	0.837
巨棲地	最近道路(m)	136.6 ± 88.2	74.4 ± 10.8	38	0.003**
	最近人徑(m)	10.9 ± 22.1	10.8 ± 42.0	38	0.306
	最近水源(m)	28.7 ± 44.7	20.5 ± 36.4	38	0.234
	最近建物(m)	361.8 ± 212.7	306.8 ± 238.8	38	0.088

⁺ P value of Wilcoxon signed-rank test

* P value is statistically significant ; ** P value is very significant ; *** P value is extremely significant

5.3.2 地景尺度棲地特色

各類土地利用類型組成的面積以及其他地景變數之差異，經檢定結果顯示，在半徑 150 m 下，蔗田面積、農耕地面積、建物面積、水體面積、總區塊數、總區塊周長、區塊多樣性、區塊均勻度與對照組有顯著差異(N=31)，而樹木數量與不臨路的樹木數量(N=33)皆顯著多於對照組(N=21)。在半徑 300m 下，蔗田面積、農耕地面積、建物面積、總區塊數和總區塊周長與對照組有顯著差異(N=26)，全部的樹木數量與不臨路的樹木數量(N=33)顯著多於對照組(N=30)；而在半徑 500m 下，蔗田面積、農耕地面積、魚塭面積、建物面積、水體面積、總區塊數、總區塊周長、區

塊多樣性及區塊均勻度與對照組有顯著差異(N=26)，全部的樹木數量與不臨路的樹木數量(N=30)顯著多於對照組(N=30) (表 12)。

表 12. 巢位組(n=30)與對照組(n=31)的各地景空間尺度下環境特徵比較

土地類型	尺度								
	150m		P-value ⁺	300m ⁺		P-value ⁺	500m		P-value ⁺
	巢位組	對照組		巢位組	對照組		巢位組	對照組	
蔗田	44.50%	8.70%	0.001**	38.10%	7.00%	<0.001***	28.60%	1.80%	<0.001***
農耕地	14.00%	44.70%	<0.001***	18.10%	47.00%	<0.001***	23.80%	49.10%	<0.001***
休耕地	30.60%	22.20%	0.786	27.90%	20.60%	0.749	26.50%	20.30%	0.438
樹林	0.60%	2.40%	0.214	1.60%	1.40%	0.793	1.80%	1.10%	0.415
漁	2.20%	0.70%	0.878	2.50%	2.20%	0.229	3.70%	2.30%	0.041**
牧	-	-	None	0.70%	0.30%	0.278	1.10%	-	0.163
建物	5.20%	13.30%	0.005**	6.20%	13.10%	0.009**	8.10%	15.30%	0.011**
水體	0.10%	3.30%	0.002**	0.30%	3.60%	<0.001***	2.70%	4.50%	0.064
鄉道	-	0.20%	None	0.30%	0.60%	0.097	0.60%	0.70%	0.555
鋪面道路	2.80%	4.40%	0.103	3.30%	4.00%	0.532	3.40%	3.90%	0.357
總區塊數	19.6	37.6	<0.001***	66.5	119.6	<0.001***	183.8	302	<0.001***
總區塊周長 (Km)	4.8	7.8	<0.001***	19.3	29.0	<0.001***	56.8	78.5	<0.001***
樹木數量	14.27	4.46	0.01*	21.73	5.84	0.03*	25.46	8.01	0.04*
不臨路樹木數 量	11.55	3.31	<0.001***	14.10	2.07	<0.001***	17.03	3.41	<0.001***
區塊多樣性(H')	0.67	0.99	0.001**	0.99	1.13	0.085	1.27	1.18	0.234
區塊均勻度(E)	0.49	0.59	0.036*	0.54	0.59	0.271	0.6	0.58	0.406

⁺ P value of Mann-Whitney U test

* P value is statistically significant ; ** P value is very significant ; *** P value is extremely significant
- measurement is lower than 0.01 %

將 3 種空間尺度中的極顯著變數放入二元邏輯迴歸模型，發現半徑 150m 下，農耕地、建物及水體面積越少，黑翅鳶選擇築巢的機率越高；在半徑 300m 下，則僅農耕地面積為顯著因子；而在半徑 500m 下，則顯示黑翅鳶趨向在農耕地及建物面積少的地景環境中築巢。

5.3.3 巢位至各級道路距離

巢位距離國道、省道、縣道、鄉道、和鋪面道路的平均距離分別為 12.3 Km、3.5 Km、1.1 Km、1.1 Km、和 0.1Km，僅至縣道距離小於對照組，其餘皆大於對照組。檢定巢位組與對照組至各類道路距離，發現僅國道、鄉道、最近鋪面道路等三類具顯著差異 (表 13)。由於國道經過區域多數為都會區或近郊，和多數巢位所分布的開闊農業地景明顯有別，因此巢位組較對照組顯著遠離國道。至於巢位組距離鄉道和最近鋪面道路顯著大於對照組，推測這兩類是最接近黑翅鳶的道路，也是多數人為干擾的來源。人車活動或農夫耕作往往可藉著這些道路接近巢位，使得黑翅鳶戒心較高。加上小型道路人、車速度較大型道路慢，若有干擾持續時間相對較長，因此黑翅鳶可能盡量避開鄉道和最近有鋪面的道路。

表 13. 彰化縣濱海地區黑翅鳶巢位至各級道路距離 (單位:Km)

道路類型	至各類型道路距離		P-value ⁺
	巢位組	對照組	
國道	12.3	9.9	0.006**
省道	3.5	2.6	0.894
縣道	1.1	1.5	0.994
鄉道	1.1	0.5	0.007**
最近鋪面道路	0.1	0.07	< 0.001***

⁺ P value of Mann-Whitney U test

* P value is statistically significant ; ** P value is very significant ; *** P value is extremely significant

5.4 干擾-反應調查

5.4.1 干擾距離對黑翅鳶反應的影響

本實驗共蒐集 1816 筆紀錄，黑翅鳶對於不同干擾有產生的反應比例為 15.1 % (274 筆)。對來自不同道路等級人車出現產生反應的平均距離介於 67 至 175m 間，其中對來自省道干擾產生反應的距離依次為人力、小型車、大型車；對來自縣道的干擾反應距離依次為小型車、人力、大型車；對來自鄉道的干擾反應距離依次為農用機具、小型車、人力、大型車；對來自非道路干擾反應距離依次為農用機具、人力、大型車、小型車。

不考慮道路等級，以Chi-square檢測黑翅鳶對於各種人車干擾產生反應比例的差異，發現具有顯著性($\chi^2 = 265.60, p < 0.001$)，其中對於人力、小型車、大型車和農用機具產生反應的比例，分別為36.1%、36.1%、13.1%、和14.6%。而對於4類干擾產生反應距離差異的結果，僅對農用機具(119.25 ± 38.04 m)的反應距離顯著大於其他三類干擾的反應距離：人力(102.28 ± 57.63 m)、大型車(77.50 ± 54.04 m)以及小型車(76.30 ± 43.94 m) (Kruskal-Wallis test, $H=27.41, p < 0.001$)。以上顯示黑翅鳶對於有直接威脅性的人和噪音較大的農用機具反應較強烈，兩者又以農用機具的反應距離明顯較遠。

若不考慮人車干擾種類差異，黑翅鳶對於來自不同道路干擾的反應比例亦呈現顯著差異($\chi^2 = 71.669, p < 0.001$)，其中來自非道路的反應頻度(21.4%，58/271筆)大於鄉道(14.8%，166/1124筆)，而鄉道的反應頻度又大於縣道(1.2%，1/86筆)和省道(0%，0/236筆)。此外，黑翅鳶對於對於來鄉道的干擾反應距離較長(117.93 ± 28.58 m)，但與非道路的干擾反應距離(87.97 ± 40.43 m)沒有顯著差異(Mann-Whitney U test, $U = 8794.5, p = 0.628$)。上述結果顯示，黑翅鳶對於可能直接進入繁殖巢位所在農地的鄉道或非道路的干擾，產生反應的比例和距離較遠，對於車速較快且稍縱即逝的人車較無反應。

表 14、各級道路黑翅鳶對不同人車種類出現產生反應平均距離 (單位：m)

	人力	小型車	大型車	農用機具
省道	137.0 ± 138.9 (5)	86.8 ± 93.9 (140)	82.3 ± 64.9 (91)	-
縣道	147.7 ± 31.3 (23)	157.7 ± 19.6 (49)	142.6 ± 38.9 (14)	-
鄉道	129.5 ± 53.8 (89)	129.8 ± 55.5 (961)	112.5 ± 79.9 (63)	175.5 ± 143.3 (11)
非道路	106.5 ± 61.3 (104)	64.8 ± 48.3 (80)	87.9 ± 77.1 (114)	121.1 ± 45.5 (71)

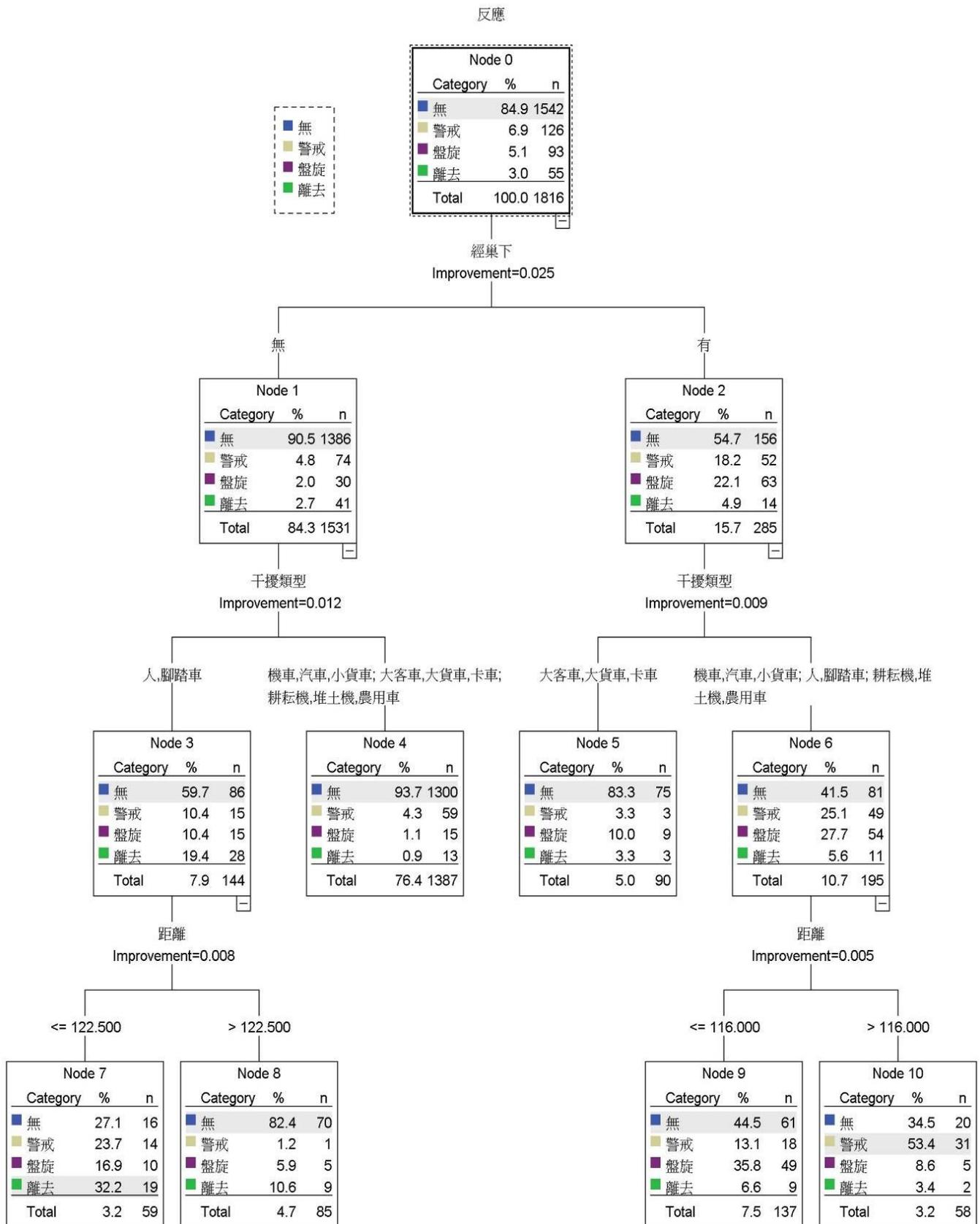
備註：括號中數值為紀錄筆數；“-”表無資料。

黑翅鳶的干擾反應除了具有人車干擾類型和道路種類的差異，本研究收集的干擾資料，有一部分干擾經過巢下，干擾源經過巢下與不經巢下的鳥的反應具有顯著差異($\chi^2 = 206.03, p < 0.001$)。為了區別其干擾距離差異，以CART分析結果(圖20)顯示，當干擾經過巢下方時，鳥有反應的比例(45.3%)高於沒有經過巢下的比例(9.5%)，顯示黑翅鳶對於會通過其巢位附近的人車有預期使得反應頻度較高。

將干擾有經過巢下的樣本進一步分析發現鳥對於小型車及農用機具有較高的反應，反應分別為警戒25.1%、盤旋27.7%、離去5.6%，對於大型車輛則較無反應(83.3%)。進一步分析對小型車和農用機具的反應發現，當干擾靠近鳥的距離小於116m，鳥的反應以盤旋居多(35.8%)，而距離大於116 m時，則以警戒53.4%為主。

若干擾未經過巢下，鳥對於人力類型反應較強烈(40.3%)，進一步分析發現當人力干擾的距離小於122.5 m，行為反應以離去(32.2%)為主，其次為警戒(23.7%)、盤旋(16.9%)，而距離大於122.5 m，則無反應(82.4%)居多。

黑翅鳶理應對於會經過巢下的干擾反應距離大於未經過巢下者，但結果相反可能係由於各巢的繁殖階段不同(親鳥育雛期反應較強烈)，或者鳥對於固定干擾可能產生習慣的適應。由於大多數的黑翅鳶築巢於田野中，本計畫道路或多數道路車輛不太會經過巢下，但仍有少數黑翅鳶會選則在有車輛或人力通行的環境築巢，因此反應距離資料可作為工程期間人車動線導引的參考。



5.4.2 干擾噪音大小對黑翅鳶反應的影響

噪音記錄總筆數為 200 筆，其中鳥對於干擾有產生反應時所測得的噪音僅 20 筆。將機具噪音以公式推算衰減至黑翅鳶所在位置的噪音值，來自鄉道及鋪面道路的干擾類型為人和腳踏車，鳥所感受到的噪音大小為 28.27 ± 10.85 dB (n=9)、大客車和卡車等大型車輛為 40.94 ± 10.32 dB (n=5)。對於來自非道路的干擾，推算鳥感受到的噪音大小，大客車和卡車等大型車輛平均為 44.82 ± 11.42 dB (n=3)、耕耘機等農用機具平均為 29.21 ± 13.57 dB (n=3)。由於鳥對多數干擾在產生反應前通常已察覺物體接近，且所感受噪音大小通常已接近或低於背景噪音(特別在海風吹拂時候)，因此難以反映黑翅鳶對噪音的真實反應距離。

5.5 活動範圍

基於研究黑翅鳶活動範圍需要，2011 年 9 月底前共繫放個體 8 隻，計成鳥 4 隻(由分工得知 3 雄 1 雌)，幼鳥 4 隻(未鑑定性別)。4 隻幼鳥分別屬於兩個巢位，4 隻成鳥(代號 C05、C06、C09、C10)分別屬於不同的繁殖對，由虹膜色判斷除 C09 為第 2 齡進入第三齡剛成熟，其餘個體皆至少第三齡以上。3 隻雄成鳥中的 1 隻雄鳥(C10)於繫放後因棲地農業活動干擾，開始追蹤前與其配對雌鳥(尚未孵蛋)離開繁殖區，而暫時失去訊號，直至本報告彙整前才在離繫放地點 2.5Km 遠被發現。2 窩幼鳥繫放後分別因 7 月 10-15 日及 8 月 8-11 日降雨暫停追蹤，雨後則因幼鳥已離開繁殖區，調查人員於離巢半徑 20km 範圍內搜尋月餘皆無所獲。因此以下僅就 2 雄(C06、C09)1 雌(C05)的活動範圍特性說明。

C05 雌鳥因處於孵蛋期間，所以離巢距離皆不遠，目前發現離巢最遠距離 108.2m，其 100% MCP 活動範圍僅 0.002Km^2 ，其巢位位於蔗田中因此活動範圍內皆為農牧用地(表 15)。

表 15. 黑翅鳶活動範圍、活動最遠距離與適合棲地比例

個體代號	活動範圍(Km^2)			離巢最遠距離(m)	農牧用地比例(%)		
	100% MCP	95% Kernel	50% Kernel		100% MCP	95% Kernel	Kernel
C05	0.002	-	-	108.2	100%		
C06	1.98	1.66	0.16	2787.1	88.5	73.6	

C09	6.82	0.83	0.12	3280.1	80.2	82.0
-----	------	------	------	--------	------	------

-:因資料不足無法獲得有效核心區域面積

雄鳥因擔負雌鳥及幼鳥食物需要，有較大的活動範圍，C06 與 C09 的資料收集期間，均經歷孵蛋和育雛過程，但兩者呈現截然不同的棲地利用方式，C06 的 MCP 活動範圍雖然只有 C09 的 29.0%，但其 95% Kernel 卻為 C09 的 2 倍大(表 15)。雖然雄成鳥的活動區域大小不同，但目前發現離巢最遠距離都在 3km 左右(表 15)，且平均 50% 以上的位置出現在距離巢位 500m 範圍內，75% 以上的位置出現 1km 範圍內(圖 21)。圖 21 顯示 C06 雖然整體外圍活動涵蓋面積不太，但充分利用佔據的區域；C09 雖然探索區域較大，但僅集中利用少部分區域。

此外，繁殖區附近多充斥道路、人工建物設施、水圳溝渠，因此對棲地使用不連續，兩隻個體均呈現一個以上的利用中心(圖 22)。整體而言，所有個體 100% MCP 活動範圍內約八成以上土地為農牧用地等土地利用型態(表 15)。

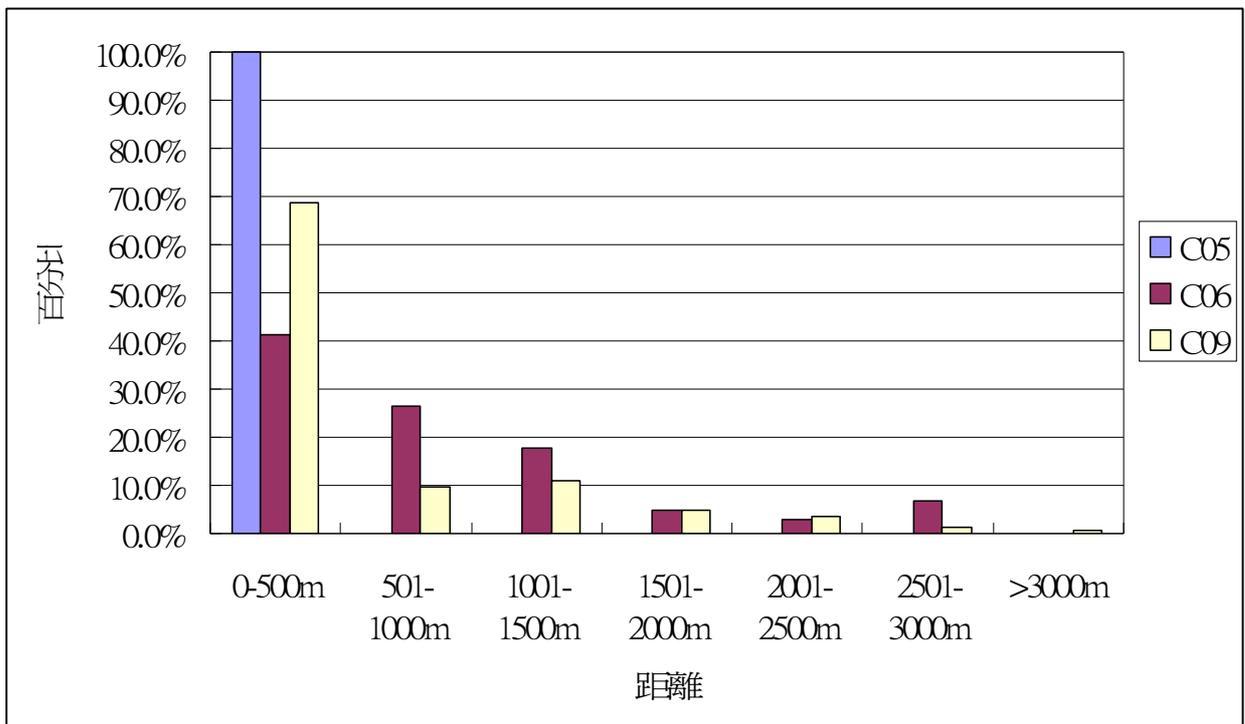


圖 21. 黑翅鳶隨機取樣追蹤點距巢位不同距離棲息頻度。(C05 為雌鳥，C06 和 C09 為雄鳥)

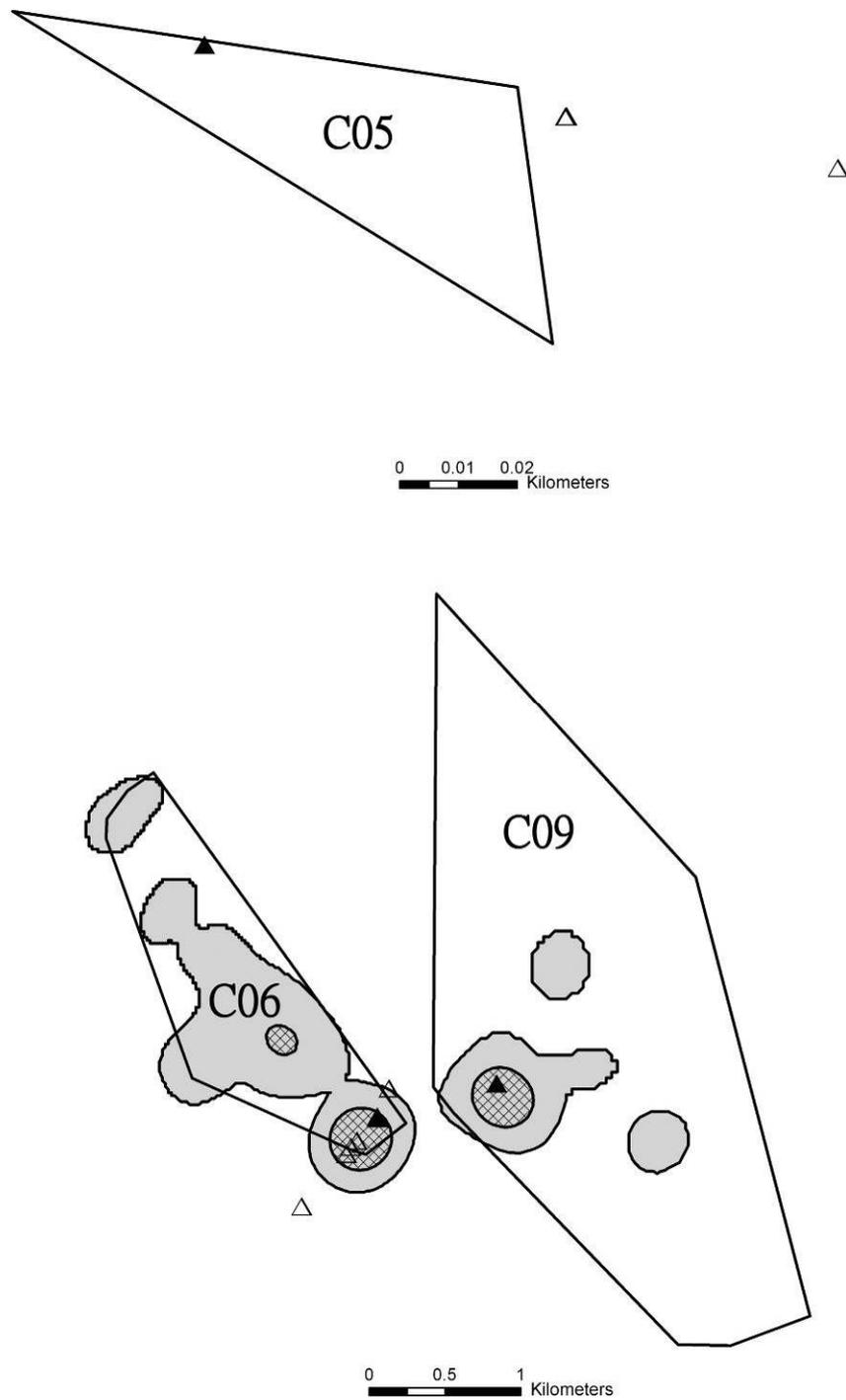


圖 22. 黑翅鳶活動範圍與巢位相對位置。100% MCP:多邊形; 95% Kernel home range:灰色區域; 50% Kernel:網底區域; 使用中巢位:▲; 及舊巢位:△。

5.6 減輕與補償對策效益分析

根據第4.5節研擬之各工程階段對黑翅鳶干擾減輕與補償對策，各方案的生態與經濟成本與效益(表16)比較分析說明如下：

一、規劃階段

(一)迴避策略方案選項

經比較，以選擇濱海線或濱海內縮線效益較高為較佳迴避策略方案選項，理由為目前五條替代規劃路線由西往東分別為濱海線、濱海內縮線、台17外推線、台17線共構線、及內陸線，各經過3、3、3、4、5對黑翅鳶繁殖棲地，對黑翅鳶來說，選擇濱海線或濱海內縮線可保留較多內陸族群棲地效益較高。若再考慮濱海線棲地目前的休耕狀態肇因於當地農民獲悉其土地為工程預定路線而予以休耕，若同樣的休耕情況發生在內陸，則可能吸引更多黑翅鳶利用。不過路線的選擇不能夠只有單方面考量，也應再考慮其他成本包括生態成本如潮間帶水鳥或其他保育類生物棲地衝擊；社會成本如保育團體接受度和地方民意接受度；以及經濟成本如建設經費和行車效益等分析。

(二)補償策略方案選項

經分析，第4方案協調相關公部門執行休耕補償或獎勵為較佳補償策略方案，說明如下：

因應工程興建而開發或利用的黑翅鳶棲地，所提出的相似棲地補償方案有四個替選方案：

- 1.購置鄰近適宜區域黑翅鳶生態保育用地
- 2.由工程單位規劃預算於鄰近適宜區域承租黑翅鳶保育用地
- 3.遊說企業團體捐資承租土地辦理休耕
- 4.協調相關公部門執行休耕補償或獎勵

就生態成本上述4方案上述四項方案接近，都是在各被影響黑翅鳶族群鄰近適宜區域營造休耕環境或低頻度操作農業(例如牧草、甘蔗種植)。就經濟成本，第1方案購置黑翅鳶生態保育用地成本遠高其它三方案且以工程處立場不太可行。而其它三方案成本接近，均為等同或略高於休耕補償標準，但第2及3項受限於預算項目、資金籌措、單位意願等限制，執行上和時效

上可行性較低。第4項為政府原本委託各地農會執行的政策，因此可行性最高且成本最低。

就效益而言，上述4方案呈現成本越高效益越低現象。例如第1方案徵收成本最高，而且徵收土地面積可能(往往)小於黑翅鳶棲地需求，一但購置難以變更，同時存在不確定是否可吸引黑翅鳶利用的風險，因此效益最低。第2和第3方案的經濟成本中等，然而承租土地必需結合周遭土地利用才能顯現吸引黑翅鳶的效益。第4方案的經濟成本最低，可配合國家政策辦理，由於農委會針對水旱田利用實施的各種休耕、轉作、補償等為既定政策，可促進低生產效益農地轉型為保育用地。因此不論由成本或者效益的觀點，都是以第4方案為較佳選擇。

二、施工階段

(一) 減輕策略方案選項

施工階段的減輕策略主要為執行降低工程擾動監測工作，包括保護巡守、救傷、對施工單位保育講習與宣導等(工作內容詳7.2節)。其執行的方案分別是1.委託工程單位執行及方案，2.委託專業民間廠商或NGO組織執行。雖然此兩方案實施的生態成本和經濟成本相當，第1方案的經濟成本係透過經費編列可隱含於施工單位的工安環保費用中，第2方案則專案委託民間廠商或NGO組織執行減輕工程擾動監測。兩者附帶的執行效益均可執行生態保護巡察(抑制盜獵及通報保育警察)，但第2方案的執行效益另包括減輕天候影響-處理落巢黑翅鳶個體救傷與轉送相關單位處理；可監督工程單位執行成效；可提供工區工程人員較深入的生態保育講習；容易號召地方社區與團體參與保育和宣導活動；容易與地方社區、團體建立夥伴關係。加上第1方案的承商專業度可能不足，必須要求執行人員具專業背景與接受直接相關工作訓練。因此在主要成本和效益相當的情形下，第2方案為較佳選擇。

三、施工中至完工後的補償策略

施工中及完工後的最佳補償策略建議透過橫向溝通和有關土地和保育主管機關執行工程沿線現有巢區、巢樹、棲地環境保護或營造，說明如下：實施替選方案有兩項，差異為分別由施工或工程養護單位聘任專人進

行，或由透過提供研究成果供相關公私部門做為環境友善策略利用。此兩方案的實施均不需考慮生態成本，而方法研擬所需的經濟成本已於本委託研究計畫編列和執行，因此也無新增成本。但由施工或工程養護單位進行工程沿線現有巢區、巢樹、棲地環境保護，受限於權責和專業程度，執行的難度較高。理由為相關棲地環境保護工作權責隸屬不同公務機關，由於公路單位對於無土地管理權屬區域(私人土地、台糖土地、國有土地)，或無業務相關(例如毒鼠藥管理與使用、電塔管理、保育類野生動物經營管理) 工作室礙難行。特別是棲地管理衍生的問題隨各議題主管機關而有不同，例如與農委會跨部門溝通休耕補償基金運用於補助生態保育用地；與中科管理局會勘開發區域內繁殖對棲地維護或變更餘裕用地為草生地；與彰化縣政府及彰化鳥會研究翅鳶分布熱點保育和經營管理問題；與台糖公司會勘蔗田內捕獵活動、轉作與放租管理如何避免對黑翅鳶高密度繁殖區域干擾；與台電公司會勘對於使用高壓電塔繁殖中巢位和電塔清洗作業的衝突性及商討可行方案；對於毒鼠藥的管理和使用需會同鄉鎮公所、農藥毒物藥物試驗所等有關單位商討環境減輕影響，因此建議透過行文和橫向與有關公部門溝通，將研究成果移交各專責單位實施。

表 16、西濱快速道路興建對黑翅鳶生態影響之各種迴避、減輕與補償方案效益摘要

路段	策略	方法	替選方案	生態成本	經濟成本	效益	不確定風險	其它附帶效益	主辦單位	協辦單位	說明
規劃中 (201-208k)	迴避	選擇經過較少繁殖區路線	1.濱海線	干擾 3 繁殖對	低	影響棲地與族群量最少	-	-	交通部公路總局	西部濱海公路規劃單位	最為可行，201-208k 目前規劃單位正辦理路線差異評估中。目前替代路線有濱海線、台 17 共構、和內陸線。(黑翅鳶已廣範分布濱海農耕地，因此不論選擇何路線都無法避免遭遇黑翅鳶棲地，只能選擇最低影響。)
			2.台 17 共構	干擾 4 繁殖對	中	影響棲地與族群量次之	-	-			
			3.內陸線	干擾 5 繁殖對	高	影響棲地與族群量略多	-	-			
	補償	補償工程損失相同面積休耕農耕地	1.鄰近適宜區域購置黑翅鳶生態保育用地	-	高昂	低，徵收土地面積可能小於黑翅鳶棲地需求。	另地補償面積與地點不確定是否可吸引黑翅鳶利用。	-	彰化縣政府	西部濱海公路規劃單位	可行性低，工程規畫單位受限於法令和預算編列上的限制，無法於路權外編列徵收經費。且黑翅鳶目前為一增長中族群，路線外尚有許多可供拓殖的棲地空間，不必要採行購地方案。
			2.由工程單位規劃預算於鄰近適宜區域承租黑翅鳶保育用地	-	中等，等同或高於休耕補償標準	中等，承租土地必需結合周遭土地利用才能顯現效益。	經費編列受到公務預算金額和制度限制影響承租面積而影響有效性。	可促進低生產效益農地轉型為保育用地	彰化縣政府	西部濱海公路規畫單位	可行，工程規畫單位與施工單位可因工程用地需求承租資材、辦公、土資等場所費用，因此理當可協調基於工安環保需求承租相關用地。
			3.遊說企業團體捐資承租土地辦理休耕	-	中等，等同或高於休耕補償標準	中等，承租土地必需結合周遭土地利用才能顯現效益。	可行性受到經濟景氣和財團意願限制。	鼓勵私人贊助生態保育;效率較高。	交通部公路總局	臺灣生態學會或其它 NGO 組織	可行，由西部濱海公路規畫單位提供相關資料給相關保育社團進行企業遊說。
			4.協調相關公部門執行休耕補償或獎勵	-	中等，同休耕補償標準	高，可配合國家政策辦理。	-	可促進低生產效益農地轉型為保育用地	彰化縣政府	西部濱海公路規畫單位	最為可行，由西部濱海公路規畫單位提供相關資料給彰化縣府參考採納實施。
施工中	減輕	執行降低工程擾動監測工作	1.委託工程單位執行	相當	經費編列可隱含於工程單位工安環保工作中	可針對黑翅鳶活動與繁殖階段和距位置適時提出影響減輕做法	專業度可能不足，必須要求執行人員具專業背景與接受直接相關工作訓練。	可附帶執行生態保護巡察(抑制盜獵及通報保育警察)。	交通部公路總局	施工單位	可行，但工程單位需要聘任有能力人員擔任，且公路總局執行單位需要對工程單位另予評估查核成效。

路段	策略	方法	替選方案	生態成本	經濟成本	效益	不確定風險	其它附帶效益	主辦單位	協辦單位	說明
			2.委託專業民間廠商或 NGO 組織執行	相當	專案委託執行減輕工程擾動監測	同上	-	可附帶執行生態保護巡察(抑制盜獵及通報保育警察)。減輕天候影響-處理落巢黑翅鳶個體救傷與轉送相關單位處理。 可監督工程單位執行成效。 可提供工區工程人員較深入的生態保育講習。 容易號召地方社區與團體參與保育和宣導活動。 容易與地方社區、團體建立夥伴關係。	交通部公路總局	施工單位 / 地方社區與社團	較為可行，效益可擴至社團與社區，且可監督工程單位是否確實執行影響減輕要求。
施工中及完工後	補償	工程沿線現有巢區、巢樹、棲地環境保護	1.由施工或工程養護單位進行	-		低，難以實施。	-	-	交通部公路總局	施工及工程單位	可行性低，監工、施工或養護單位對於工程範圍及路權外土地無管轄權，且因未被賦與保育權責及執法公權力，因而窒礙難行。
			2.提供研究成果供相關部門做為環境友善策略利用	-	本委託研究計畫已花費約 150 萬研究成本	高，可由專責單位執行。	-	-	交通部公路總局	彰化縣政府農業處 / 私人地主 / 台糖公司 / 彰化縣政府苗圃 / 林務局苗圃	較為可行，本計畫除針對工程沿線，也針對整個彰化縣的 1.現有巢區和巢樹保育，2. 現有棲地創造或維護，3.黑翅鳶適宜開闢休耕棲地但缺乏可供營巢大樹等地點，提出營造方案，可供相關單位參考施行。

第六章、討論

本研究為瞭解西濱快速道路開發對彰化濱海黑翅鳶的繁殖和覓食生態的影響，首先釐清計畫道路沿線乃至於彰化濱海地區黑翅鳶族群現況與變動趨勢。其次根據環評要求的空間尺度(計畫周邊 500m)與本計畫要求範圍(計畫沿線 1Km)釐清上述範圍內黑翅鳶繁殖族群數量及其繁殖狀況；然後根據黑翅鳶棲地利用和對來自道路各種干擾短期的行為反應，以及長期的生殖表現，探討和道路開發可能的關連。

6.1 黑翅鳶族群分布與擴張

回顧台灣地區過往文獻資料，黑翅鳶 1998 年首現於台北縣貢寮，1999 年在嘉義鰲鼓地區發現了棲息的黑翅鳶，而且在兩年內繁殖產生族群向外擴散(翁 2005)，彰化漢寶地區從 2002 年底發現黑翅鳶巢位，顯示黑翅鳶近十餘年才在台灣呈現明顯數量增加(中華鳥會資料庫，未發表資料)，而據本團隊實際私人踏勘發現整個台灣西部濱海鄉鎮繁殖棲地分布已知北達台中縣龍井鄉，南抵台南縣四草鄉(本計畫未發表資料)，彰化、雲林、和彰化三縣已知繁殖對則超過 200 對。經系統性調查的研究區黑翅鳶族群量更是增長趨勢明顯，例如本研究經 15 次系統性調查發現，黑翅鳶分布的區域多集中在鹿港以南及台 19 省道以西的農業區域，繁殖巢位分布往北延伸至伸港鄉，往東越過中山高速公路至溪洲鄉。而第二年最大單次全面調查數量達 130 隻次，高於第一年度最大量 103 隻次，顯示黑翅鳶的分布與數量呈現擴張狀態。

上述黑翅鳶族群趨勢似乎和中國大陸近十餘年間的變化類似。在中國，黑翅鳶曾被定義為分布在雲南的留鳥(許 1995；高 2001)，在廣西、浙江、和河北為夏候鳥(高 2002)。但近年在海南、廣東、福建等省份陸續發現黑翅鳶繁殖與分布，顯示其繁殖族群在大陸東南沿海也在往北擴張之中(林等 2004)。

類似中國大陸的分布擴張情形在近二十年內也發生在歐洲南部(Salim 2002; Mebs & Schmidt 2006; Balbontin *et al.* 2008)。雖然 Balbontin(2008)認為黑翅鳶在西班牙的擴張和地景的轉變有關，這項結論無法解釋在歐洲其他國家如德國、法國、匈牙利等黑翅鳶繁殖族群的增加。多數研究顯示黑翅鳶的分布與食物(小型哺乳類)的分布和可獲性有直接關聯(Stendell 1967; Stendell 1972; Manosa, *et al.* 2005)，但也受到天敵(Dunk & Cooper 1994)、種內或種間競爭(Scheibler 2007)、可用棲地(Herremans & Herremans-Tonnoeyr 2000)、人為獵捕與干擾(郭 2008)、污染(BirdLife International 2004; 顏 2005)等因素等影響。因此這種廣泛在歐亞大陸廣泛分布擴張趨勢可能不是局部現象可以解釋，未來可能需要以較大尺度的變因如全球性氣候變遷，或者因應人口增長的土地利用、農業區域變化等加以探討可能原因。

食物和棲地為影響猛禽分布與存活的最主要因子。由於台灣平原農業區鼠類密度甚高(簡等 1993; 簡等 1994; 簡等 2004; 陳&陳 2004)，推測黑翅鳶在台灣食物應該不虞缺乏。本研究區普查結果發現，黑翅鳶的繁殖棲地利用和土地利用形式有關，基本上選擇低人為活動頻度的環境。在多數有大樹的蔗田環境更是呈現密集分布；在休耕地環境則視休耕面積大小決定可容納個體數；在鄰路的蔗田、大面積漁塭、水田、人為聚落綠地如公園或校園則幾乎沒有分布。

生物拓殖初期通常優先選擇最適棲地，適存度最高棲地可顯示在目前分布密度較高區域以及生育力相對較高區域，這些區域屬於優先維護或經營管理的區域，其中蔗田和大範圍休耕農地為最主要的棲地類型。

6.2 計畫道路潛在影響範圍內繁殖族群現況

本研究區兩年間的黑翅鳶每窩幼鳥離巢數和生育力皆高於已知文獻描述。國際上多數黑翅鳶分布區域一年通常只有一季的繁殖，少數區域如南非一季有 2 次繁殖紀錄，平均每對每年只有 0.7 隻幼鳥離巢 (Newton 1979;)

Tarboton 1978)。對照本研究區域的黑翅鳶連續繁殖現象，部分繁殖對出現或觀察時間不滿一年，若以各區繁殖對存在天數推算完整一年的生育力，則研究區黑翅鳶族群理想最大平均年生育力可能更高。此高生育力可能和台灣地區氣候溫和，無旱澇和冰雪季節中斷黑翅鳶繁殖，加上四季小型哺乳類數量豐富有關。

西濱快速道路沿線休耕地雖非黑翅鳶密集分布區域，但在已施工路段沿線，在 WH49(福興-漢寶)標段，WH53 標段(大城-西濱大橋)各有 1 個繁殖對，仍在差異評估路段 201-208K 的 WH51 標段(永興-新街排水)和 WH52 標段(新街排水-西港橋)附近則有 4 個繁殖對。這 6 個繁殖對因不斷受到農業活動等人為干擾影響，相較於整體族群繁殖狀況，不論在繁殖頻度、生殖成功率和生育力皆較整體族群表現為差。該類棲地近似陷阱棲地(sink habitat)，因人為活動迫使黑翅鳶繁殖失敗或整年無法繁殖。因此對於黑翅鳶的族群增長幫助不大。較令人憂心的是休耕補償政策基金用罄時，許多濱海休耕地可能復耕，造成休耕地面積減少，可能對黑翅鳶棲地利用產生影響。

第二和第三年度研究區新增繁殖區數量趨緩。新發現的繁殖對幾乎都是插入既有繁殖對之間，這些區域包括尤厝農場、永安農場、大排沙農場、萬興農場、漢寶村和新寶村農耕地。這個現象顯示研究區適合黑翅鳶棲息環境可能已經飽和，使得原有棲地族群密度增加。藉由持續監測巢間距和族群密度變化，以及伴隨的地景組成和人為利用資料變動，以進一步了解此物種的族群密度變化和互動行為，對於後續棲地經營管理運用有其必要性。

6.3 微棲地利用

在微棲地利用上，本研究認為微棲地環境變數中有三項差異顯著，巢樹組高基礎斷面積(7.6 m^2 , $P < 0.001$)和低裸地面積比例(13.6%, $p = 0.03$)、

巢樹至最近可通行車輛的道路距離較遠(136.6 m, $p=0.003$),其餘變數如至最近可行小徑、水體和建築物距離等則差異不顯著。基礎斷面積代表一個區域中的立體空間被枝幹所佔據的狀態,數值越大物理空間中的樹木量越大,可能不利黑翅鳶偵察觀望巢附近環境或者天敵接進近,分析發現最大單一斷面積為巢樹,顯示若巢樹為鄰近區域最高樹則上述疑慮則不存在。裸地面積比例低代表植生狀態高,環境較自然。至於巢至最近可通行車輛的道路距離較遠,可能代表較少受到來自道路的威脅或干擾的影響。

猛禽微棲地選擇項目中巢樹的選擇相當重要,通常具地方特色,黑翅鳶在福興地區的巢樹以木麻黃為主(公路總局西部濱海公路中區工程處, 2008);在福建同樣以木麻黃最普遍,偶而也在大葉桉和楓香築巢。但在嘉義地區的研究雖然同樣以木麻黃佔大多數,但樹種較具多樣性,目前已知嘉義地區黑翅鳶至少利用 15 個物種,例如南美假櫻桃、黑板樹、構樹、小葉南洋杉、肯氏南洋杉、破布子、竹、刺桐、銀合歡、大王椰子、檸檬桉等(郭 2008;謝 2009;謝 2010)。對於舊巢的利用顯示,福建地區黑翅鳶每次繁殖重新築巢,以往的巢遺棄不用(林等 2004)。這個結論和台灣地區研究不同可能和觀察樣本數有關,也可能和福建地區可供營巢大樹資源較多有關。台灣地區沿海因夏季颱風容易造成大樹折損,因此可供選擇大樹相較有限。因此對於歷史巢樹的保護有其必要。

黑翅鳶築巢環境具多樣性,在非洲貧瘠東岸甚至在無大樹環境會在地上築巢,但利用人工構造物如電塔在過往文獻不曾記載過。如果黑翅鳶可以利用人工構造,則對於此物種後續棲地保護增加了可採行的方向。可以仿效馬來半島田間大量安置倉鴉巢箱的方式保育此物種並抑制鼠害。

6.4 巨棲地利用

在巨棲地調查上加入新的變數,今年包括清查各巢樹組和對照組區域可供築巢條件的樹木數量、不鄰路樹木數量。不過和去年檢定結果,較高的蔗田比例、較低的耕地使用中比例、較低的建物和水體比例,在半徑 150m、300m、500m 級距皆差異極顯著略有不同。今年將 3 種空間尺度中

的極顯著變數放入二元邏輯迴歸模型，發現耕地面積及建築物面積比例皆為黑翅鳶築巢棲地的重要因子。

由於土地利用方式變化對覓食和築巢有一定的影響，在本研究黑翅鳶偏好大區塊(patch)地景，這個結果似乎和美洲同屬的白尾鳶習性有所不同。在美國加州橘郡對於和黑翅鳶同屬的白尾鳶(*Elanus leucurus*)的棲地選擇研究顯示，白尾鳶偏好綴塊狀棲地(patchy habitat)(Niemela, 2007)而非大塊連續棲地，其解釋為大面積耕作的土地往往多樣性低，且收割或播種造成地景的改變強烈。但細究其資料發現，其所謂「小區塊」的鑲嵌地景指的是不同植被鑲嵌體，而不是土地利用區塊類型，整體而言都是自然度高的區域。相較本計畫區蔗田之外的農耕地多屬於高度集約雜作，土地操作頻度遠高於北美，過多的人為活動干擾反而不利黑翅鳶的棲地利用。

6.5 活動範圍特色

藉由有限的黑翅鳶追蹤和活動範圍分析資料顯示，黑翅鳶繁殖個體較剛離巢幼鳥的活動範圍穩定且侷限。離巢擴散後幼鳥往往遠離繁殖區，難以再發現。而繁殖雄鳥通常在距巢位 3 Km 範圍內活動，50% 以上的位置出現在距離巢位 500m 範圍內，75% 以上的位置出現 1km 範圍內。此外本研究另有 2 對未經繫放的黑翅鳶，遇到棲地干擾而遷至新地點繁殖，也在距離舊的繁殖地點 2.5 Km 的範圍內再度被尋獲。

生物通常熟悉其活動範圍內的食物、棲所、庇護等資源，能夠在不同的情況下適時利用各種資源。就目前對黑翅鳶活動範圍觀察顯示，黑翅鳶成鳥對於其巢位半徑 3 Km 範圍內環境應該為主要利用區域，如有遇到干擾應該可以在其平常活動範圍內採取因應對策。如果超過這個距離，黑翅鳶可能無法立即察覺適合棲地，或無法加以巡視防禦。

就經營管理運用來說，當既有黑翅鳶繁殖棲地面臨干擾或破壞而難以利用，這個距離可做為替代棲地營造地點選擇的參考。事先根據調查潛在

黑翅鳶可利用區域，營造持續繫的開闊草生地環境，長期可在無大樹的開闊休耕地或蔗田種植抗風樹種，以吸引黑翅鳶利用。

6.6 人為干擾與適應

黑翅鳶對人類環境的適應力強，這是許多文獻指出黑翅鳶分布範圍擴大的原因之一。於波扎那(Botswana)地區的研究顯示較適應人類所改變環境的物種，保護區域外的族群量反而多於保護區域內，如食腐性物種或仰賴農業活動物種，其中包含黑翅鳶(Herremans & Herremans-Tonnoeyr 2000)。

本研究認為現有棲地，只要不受到人為破壞與持續性干擾，使用舊繁殖區的機會極高(郭 2008)。彰化西部濱海現有農業雖然存在少數對黑翅鳶繁殖不利的現象，但整體經營狀態對於目前黑翅鳶族群增長應是正面的。

根據觀察儘管所有耕作中蔗田，或者多數休耕地經常因種植綠肥或夾雜小塊復耕農地而有干擾，但只要不直接侵犯巢樹或巢位，黑翅鳶對於翻土、播種和收成等大規模機具噪音呈現相當程度適應，特別是已投資孵蛋或育雛的巢位容忍度最高，在持續干擾中經常可以維持至幼鳥離巢。至於築巢中的個體受到驚擾則往往等到各階段農業活動暫告一段落後才又繼續築巢工作。這些現象顯示，儘管在黑翅鳶棲地中充滿各種人為干擾(巢位反覆被干擾或雛鳥持續被獵捕)，只要原先地景還存在，黑翅鳶在採取暫時躲避的策略後，在土地利用回到休耕或低頻度操作狀態之後仍然會回到原棲地繼續繁殖。

6.7 減輕與補償對策方向

第 5.6 節表 16 所列各種對黑翅鳶生態影響之迴避、減輕與補償方案，就西濱工程處而言，除了施工中減輕工程影響的監測工作，其餘方案已於本計畫執行並已提出成果，因此後續各項方案執行費用為低付出或零付出，因此對於財務的負擔輕微。

就施工路段對於黑翅鳶棲地的減輕工程擾動方案應該優先實施。預估西部濱海公路沿線 1000m 範圍 6 繁殖對利用區域(2012 年六月底止)，可獲得嚴密監視，減少人為獵捕壓力，增加遭遇天候危害的獲救機率。過去兩年每年工程沿線黑翅鳶落巢的救傷數量約 6 隻，此種減輕工程沿線天候影響造成的黑翅鳶個體損傷，為工程單位基於生態友善所當為的措施。

施工路段針對減輕工程干擾實施的生態保育宣導有其必要性，其效益除了可直接減少工程人員有意或無意的觸法行為，宣導活動若可和社區結合，或者參與相關團體如彰化鳥會的保育宣導活動，除了可以節省整體社會資源，更多人員的關切可以抑制獵捕雛鳥行為。

每區營造樹木長成後約可吸引 1-2 對黑翅鳶利用。至於道路沿線兩側 500m 約有 25 公頃農地休耕若可維持現況，約可吸引 7-10 對黑翅鳶利用。上述相關工作方案，多數已由本計畫執行完畢，可將工作成果移請彰化縣政府農業處，夥同私人地主或相關單位包括台糖公司、彰化縣政府苗圃、林務局苗圃等辦理相關保護措施。此外替代人工巢柱也應納入後續研究參考，若有實施成效則是開發與保育雙方良好互動的里程碑。

第七章、結論與建議

綜合本計畫各項研究顯示黑翅鳶對於繁殖棲地具有選擇性，族群主要集中在分布地景如蔗田為黑翅鳶在彰化縣及西部平原重要棲地，調查顯示本計畫道路並未經過黑翅鳶主要棲地。雖然本計畫道路沿線仍有少數族群分布，短期的道路影響由直接干擾反應距離研究顯示，各現存或施工前存在巢位至施工中道路距離均大於黑翅鳶習性可接受干擾出現距離；而中期的道路影響由繁殖表現顯示，西部濱海公路已完工路段及台 17 省道等大型道路兩旁族群的繁殖成功率並不會低於整體族群的成功率，且棄巢或繁殖失敗資料顯示交通或交通量並非影響棲地利用或繁殖失敗主因，各種農業、土地開發、獵捕等人為活動的直接干擾才是主因。綜合以上研究結果並加上彰化縣及鄰近縣市的黑翅鳶族群於研究期間明顯且快速增長，認為本計畫道路施工對於整體族群影響雖然不大。然而對於研究期間蒐集的各種黑翅鳶生態現象及可能潛在經營管理問題建議如下各節。

7.1 研究結論與應用

1. 黑翅鳶族群分布與擴張

本研究顯示黑翅鳶族群數量在彰化濱海地區明顯增加，這個現象在台灣其他西部縣市調查也受到支持。且此增加趨勢和中國大陸及南歐近數十年族群向北擴張類似，這種非局部的廣泛擴張現象建議後續研究單位需要考慮氣候變遷、土地利用、或農業區域變化及操作等長期且以較大尺度的研究方法加以探討。

2. 合適與不利棲地經營管理

黑翅鳶初期拓殖區域，特別是密度和生育力相對較高區域，為黑翅鳶較重要棲地，特別是偏內陸的蔗田環境，屬於最優先維護或經營管理的區域。本研究顯示黑翅鳶雖受到濱海地區農耕地食物豐富和低人為活動密度吸引，但也受到農業活動等人為干擾影響，相較於整體族群不論在繁殖頻度、生殖成功率和生育力皆表現較差。該類小面積雜作耕地近似陷阱棲地

(sink habitat)，例如本研究福興鄉的計畫緣起棲地之所以被利用係土地休耕之故，未來若復耕，可能對該類黑翅鳶棲地利用和繁殖產生更不利影響，針對其監測與經營管理需要建立跨部門與縣農業局或農會溝通及協調合作機制。

3. 棲地特徵與經營管理利用方向

本研究發現黑翅鳶在巢樹、微棲地、巨棲地等各種尺度上對多項棲地特徵具有選擇性，各尺度下變數略有不同。但高基礎斷面積、低裸地面積比例、較遠至最近可通行車輛道路距離、較大區塊耕地面積、較少建物等變數對繁殖與否具有顯著的預測力，符合上述條件的棲地為優先經營管理區域。

4. 高繁殖能力與監測

高於其他地理區的連續繁殖現象和近2倍的高生育力，可能歸因於台灣地區四季氣候溫和、食物豐富、無旱澇及冰雪季節中斷黑翅鳶繁殖有關，此現象值得進一步長期監測。

5. 人為構造物與吸引繁殖利用實驗

在台灣黑翅鳶利用高壓電塔或鋼構電信基地台等人工結構繁殖，在過往文獻不曾記載，如果黑翅鳶可以試驗利用人工構造物吸引黑翅鳶利用，則對於後續棲地保護增加了可行方向，可研擬於各種適合環境豎立各種形式構造物吸引黑翅鳶利用的試驗計畫。

6. 道路等級與人車干擾的關聯

由巢至各級道路距離的檢定和對各種人車干擾反應的分析顯示黑翅鳶在不同道路等級下對不同人車的反應發生頻率及反應發生距離不同，整體來說對人力和小型車發生反應的比例較大型車和農業機具高，產生反應的距離和擾動大小有關，農業機具則顯著大於人力、小型車和大型車輛。

不同道路等級分析顯示雖然黑翅鳶對於來自無鋪面道路的人車較有鋪面道路的人車敏感，但差異不顯著，反應距離在 100 m 左右。

西部濱海公路施工及未施工路線沿線 1 Km 分布 6 繁殖對，已施工路段的 2 個繁殖對在施工期間繁殖多次且有部分繁殖成功，未施工路段 (201-208k) 則有部分繁殖對消失，其中第二年度都沒有繁殖成功紀錄。兩個路段的黑翅鳶都受到放置捕紅鳩籠、農地填土工程、農業活動及綠肥補助耕作等各種因素干擾，顯示直接干擾的影響大於是否鄰近工程。

7. 活動範圍特色與潛在棲地營造

由無線電追蹤及過去兩年觀察顯示黑翅鳶雌鳥在築巢、孵蛋及育雛期間通常停留在巢位附近 500m 範圍內以避免繁殖區被佔據。雄鳥離巢最遠距離在 3 Km 左右，且 75% 以上的位置出現離巢 1 Km 範圍內，活動範圍內約八成以上土地為農牧用地等土地利用型態。因此對於現有可能潛在受影響巢位附近適宜棲地的調查和營造如租地休耕，是可考慮的棲地替代方案。

7.2 保護方案實施範圍與目標建議

本案係根據西部濱海公路開發環評承諾所衍生之研究計畫，計畫執行期間部分路段已陸續動工，路線雖無法變更迴避，但可就目前所知影響族群提出減輕和補救辦法。而根據上述程序原則提出的保育對策加以分類，不外乎針對棲地和針對物種本身。目前多數學者專家的看法針對棲地的做法要比針對物種的做法來的有效，而且能夠提供更大的保護效益。針對棲地的主要做法包括劣化棲地狀態的回復、棲地的功能提升、新棲地的創造和碎裂棲地的連結(創造廊道)等。而對策的實施可以採就地實施或另覓新址。根據上述看法，本案目前由於已進入施工階段，僅能就減輕與補償兩項程序加以探討，可就上述各節已知黑翅鳶習性及當地棲地環境特色，針對西部濱海公路開發沿線，調查所有適合黑翅鳶族群活動環境，根據可能影響提出減輕和補償對策。

7.2.1 實施範圍

對策的實施對象主要針對計畫道路沿線繁殖族群，範圍界定為路線兩旁 1 Km 範圍內為主，這個距離也超過環評承諾的 500m 內有繁殖行為時的工程管制行為的要求。超過 1 Km 範圍的巢位和西部濱海公路或台 17 省道間，雖已經隔著許多高度人為利用的環境利用如建物、工廠、住宅和聚落等，但本計畫仍然依據黑翅鳶已知活動範圍習性蒐集路線兩側 3 Km 範圍內適合棲地資訊。

7.2.2 實施對象

在彰化濱海西部濱海公路預定路線沿線目前距離西濱快速道路計畫預定路線沿線 1000m 範圍內，僅佔彰、雲兩縣所發現巢位區域的一小部分，目前彰化縣西濱快速道路計畫沿線比較活躍的繁殖對有 6 對(圖 23)。此 6 個繁殖對分別位於福興鄉麥厝村(最後出現巢位編號 C167)(本案緣起繁殖對)、芳苑鄉漢寶村(C170)、仁愛村(C175、新街村(C058、C096)、大城鄉公館村(C180)(1 對)。其中除了仁愛村和公館村這 2 對有多次繁殖成功之外，其餘近一年只繁殖一次或無繁殖，出沒狀況也不穩定，且目前已超過半年沒有繁殖行為。主要原因和其棲地內原先休耕或廢耕農地密集恢復耕作有關。值得注意的是，本案源起的福興鄉麥厝村繁殖對近兩年半觀察期間，超過 9 次的繁殖都沒有成功繁殖紀錄，主要受到天候影響(颱風、強陣面)和人為干擾(聚集攝影者和非法獵捕)。已施工區域和繁殖巢位隔著私有地和部分耕作中農地，因此工程人車無法靠近繁殖區，但仍應規範施工人員不要靠近繁殖巢位。因此本方案實施對象以鄰近工程沿線的麥厝村、仁愛村、漢寶村、新街村和公館村這幾個區域繁殖族群為主。

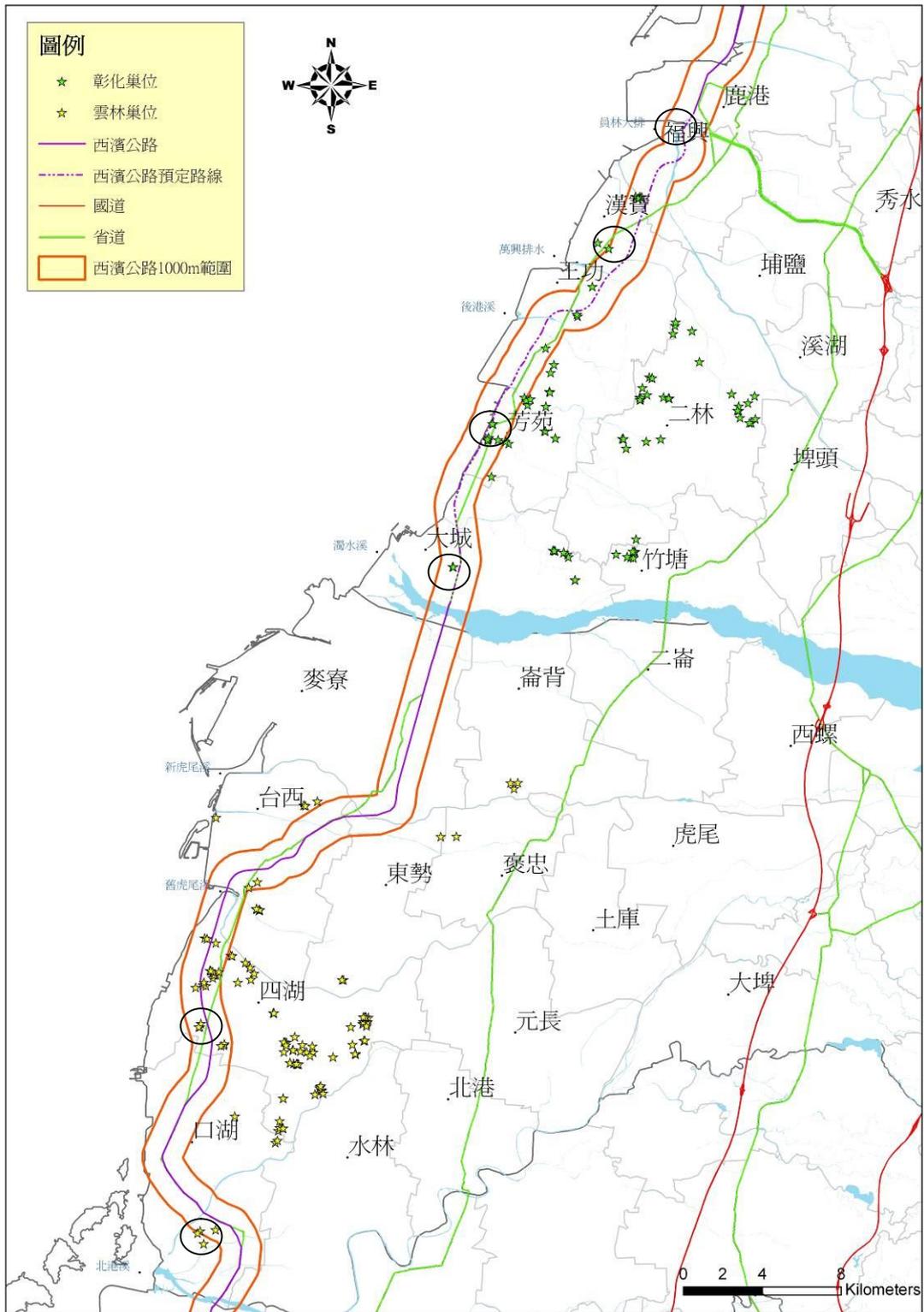


圖 23. 彰化縣和雲林縣西部濱海公路已通車與預定路線兩側 1 Km 範圍內黑翅鳶巢位分布。
 (圓圈表目前彰化線路段 1 Km 範圍內繁殖對分布區域)

7.2.3 工程單位影響減輕做法

一、施工中

1. 工程活動管制

根據本研究成果針對與計畫道路相鄰或重疊巢位，擬定工程管制規定。於孵蛋及育雛期間禁止人車接近至干擾研究成果提出的最大影響距離(157m)兩倍的緩衝距離以上(即約 300m)，這個距離也是目前福興鄉繁殖對在已開工路段工程距離工地最近的距離。研究發現只要注意人車活動保持距離，對繁殖中黑翅鳶的影響可降到最低。因此若有發現繁殖，可由研究(或監測)人員與各工務所會勘，標示緩衝距離、擬定降低干擾的人員車輛出入路線。相關工區應該進行相關保育講習訓練。並設置專職環安或工安人員定期巡視，如發現異常狀況應該向工程處回報，並請研究人員前往了解，提供處理建議。目前建議鄰近福興、漢寶、新寶、公館巢位的公務所相關人員應會同研究人員至現場踏察與緩衝或出入路線引導設置方法。

2. 工程噪音管制

資料顯示雖然噪音對黑翅鳶的影響不若具體形象出現來的干擾明顯，黑翅鳶對噪音產生反應的距離幾乎都小於噪音源出現的距離。因此採取管制車輛出現距離已達到控制噪音大小的目的。但畢竟噪音仍然是潛在的干擾因子，建議施工單位盡量主動採用符合環評規範的低噪音施工方法及施工設備。

3. 生態保育宣導

對施工單位--應加強物種辨識、生態習性敏感度、避免行為、管制規定進行教育訓練，最重要的是宣導不要捕捉野鳥及野動法對各種行為的相關罰責說明。規劃一系列課程，定期邀請學者專家和地方保育團體至各工務與規劃單位進行相關生態議題的保育課程與教育訓練，上課講師必須事先與主辦單位溝通上課內容與方向，以切合需要。

4. 未確定路段的工程設計調整

對於經過低密度人口區域高架路面下方，無人車通行必要路段，也無綠美化必要路段，應該維持自然或草生地演替狀態。由於目前路線沿線已無腹地可供造林，5處交流道或匝道由於空間有限，同樣建議予以植草綠化即可，最好保持草生地狀態。理由為濱海區域冬季海風強大，一般景觀植栽難以存活，尤其是橋下缺乏陽光處。即使是海濱適存灌木或樹木，若不耗費大量人力和經費進行防風、澆水等照料，折損率相當高且對黑翅鳶無明顯助益，建議避免。

5. 建立地方與社區生態夥伴關係

(1) 對地方保育社團

建構良好開發與保育的互動就是積極接觸與溝通，邀請在地社團或社區進行相關保育議題座談，工程單位的生態講習課程可邀請相關在地社團協助，以及各工程單位保育宣導也可邀請合作，以建立生態夥伴關係。

(2) 對地方民眾

彰化濱海農耕區域的農民為了避免風損的倒木壓壞莊稼，而不定期在田園中修剪綠籬，更有的將多年高大樹種砍除或腰斬一勞永逸，此種為求方便不顧生態友善的做法有必要進行溝通或宣導。工程處可根據本計畫相關研究結論製做跨部門溝通說帖或文件，在各種溝通講習、座談、或研討會中傳達訊息。此外也可透過函文方式建議彰化縣政府相關農林單位將西部濱海曠野可提供營巢大樹的綠化成果當作一項指標，鼓勵民間參與並予獎勵。

6. 協助抑制盜獵

本工程後續委託單位基於生態環境友善做法，必須要求相關工安或生態監測單位納入不定期(每週 2-3 次)巡視黑翅鳶棲地，特別注意孵蛋後期至育雛期為較敏感的階段，若有被獵捕或干擾疑慮巢位應請求保育警察、保育主管機關彰化縣農業局，或者可信賴在地社區或團體協助抑制盜獵。

二、完工後

1. 對於路橋結構應該盡量以低反射的大地色彩保方式養維護建築量體，最好是能夠側面適度綠化，降低環境突兀性。
2. 若有道路景觀或植物維護，則要求包商禁止使用殺蟲劑，以免輾轉進入附近食物鏈。

7.3 環境補償可行對策做法建議

7.3.1. 協助推動適合黑翅鳶利用的造林或植樹方式

對於遭受工程干擾的黑翅鳶繁殖區域，鄰近適合的替代棲地，可藉由與彰化縣政府農業局溝通，委由農林保育單位利用既有苗圃等資源，進行適合黑翅鳶繁殖區域營巢樹種的種植。由本工程處根據本計畫就地緣上相鄰或相近地點提出以下建議：

目的--在現有或適合黑翅鳶繁殖活動區域就地營造適合繁殖大樹。

地點--

1. 工程路線影響範圍：二林溪口北側第五公墓和下埤腳村間的大面積休耕地、王功交流道預定地北側低漥休耕地、芳苑工業區旁永和農牧場和台糖農場(X2645422 Y183100)(圖24) 為優先目標。
2. 非工程路線影響範圍：二林鎮中西里中西農場(X2641722 Y184524)、萬興農場(X2650182 Y189719)

說明--上述區域除中西農場離計畫路線較遠，其餘都在 1Km 左右範圍內。這些區域普遍特徵，面積廣闊、有黑翅鳶成對或小群利用，人為活動距離遠或頻度低，但卻無可供營巢樹種，或者樹木被砍除或腰斬。此外這些區域也符合已知黑翅鳶營巢地景(巨棲地變數經檢定，較高的蔗田比例、較低的耕地使用中比例、較低的建物和水體比例、區塊數量高，在半徑 150m、300m、500m 級距皆差異極顯著。以上除了水體之外，都和較遠或較低的人為活動有關。水體或漁塭則會使可利用面積減少，因此推測較不為黑翅鳶偏好)等條件。

數量--每區補種植 20-100 棵耐風的樹種如山欖、黃槿等。

做法--

種植方式：務必在不臨路地點或不可通行的田埂上每間隔 50m 左右，種植 3-5 棵以上相隔 5m 左右苗木，並注意防風輔助設施。

注意事項：

- (1) 防風：由於濱海地區冬季和颱風期間海風強大，是樹木凋零和折損主因，也造成不少黑翅鳶巢位折損，因此種植地點務必也要考慮到地形屏障。
- (2) 樹種：樹種優先以木麻黃為主，但種植初期可用其他快速生長樹種安插其中，當作相互屏障。考慮搭配速成防風物種如黃槿等海濱植物當做屏障，未來也可實驗人工巢台或巢柱的設立。
- (3) 高度需求：為快速達到築巢需求高度目標 12m，樹冠投影直徑 5m，可選擇比木麻黃生長快速已知被利用樹種。
- (4) 降低干擾：植樹的田埂不得讓人車通行，已知巢樹距離到可通行車輛的平均距離 136m，但基於增加棲木數量，營造疏樹草原景觀，仍可增加栽種數量吸引黑翅鳶利用。
- (5) 配合習性：苗木種植的配置方式特別要注意可以落單、成行狀排列、或 3-5 棵叢狀排列，絕對不要成區塊狀配置。已知彰、雲、嘉、南、高、屏六縣市台糖沿著公路兩側土地所造 10-20m 寬度密集造林林地內，都沒有任何巢位分布，這是因為由於樹木種類、高度、排列方式、鄰路距離、人為活動頻度都不符合黑翅鳶利用習性。

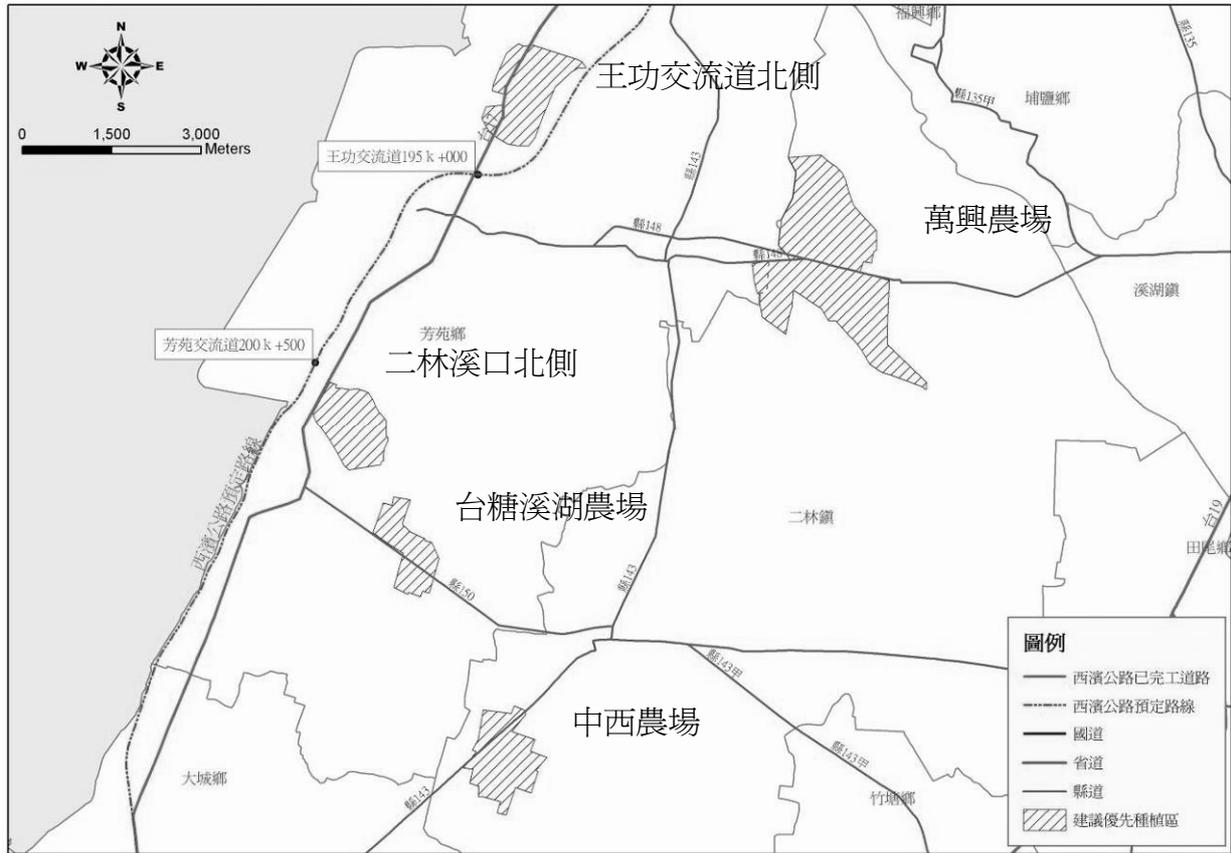


圖 24. 黑翅鳶巢位在彰化縣境內的分布

7.3.2 促進黑翅鳶相關保育研究網絡

公路總局對於公路興建，雖然積極朝著生態友善的方向努力，但涉及轄管權限不足，路權之外的土地在行政上力有未逮，受到法令和編制上的現實框架限制。但基於工程主導與實施單位，有義務促成路權外行政資源整合，積極保護路線沿線乃至於其他族群的積極保護。例如透過委辦單位舉辦研討會邀請學者專家座談成立推動政策實施；透過行政溝通拜會與中央保育主管機關(現在為農委會)、地方保育主管機關(縣政府)、地方社團共同在黑翅鳶棲地研究、管理、規劃保育上合作。初步相關建議與做法規劃如下：

- (1)請保育主管機關如農委會委託或邀請更多研究單位參與，透過更大尺度研究繫放蒐集更詳盡的族群參數資料如出生率、死亡率、遷入、遷出，甚至性比例、年齡分布、族群增長率等資料，建構更清楚的黑翅鳶在台灣的族群動態。

-
- (2) 與地方保育主管機關溝通，請求編列經費執行地方村里或邀請野鳥社團參與巡守保育工作，本研究可提供高度獵捕隱憂位址，讓公部門與地方有志之士參與棲地保育和巡守工作。由於黑翅鳶遭獵捕時機通常為雛鳥 3 週大以上(3 週以下人為飼養存活率不佳，巢位通常在枝條中末端，直徑約 1 吋左右無法攀附到達，因此多數偷盜方式為粗暴的扯斷巢枝，雛鳥跌落極易內傷或骨折)，此階段巡守至雛鳥離巢只剩 2 週左右時間，並不會耗費太多人力與經費。
- (3) 由主辦機關委託研究單位拜會農委會和彰化縣政府溝通彰化濱海休耕補償政策。目前農委會在雲林口湖、成龍等低窪下陷區域，為了維持土地利用效益，積極鼓勵往生態保育性質的溼地經營、旅遊等方向轉型發展，並且提供經費補助。「休耕補償」原是政府為培養地力、因應缺水、以及面對農業國際化衝擊等問題所實施的一項農業補助政策。但由於農業補償基金已近用罄，加上因應國際糧食危機，農委會決定把目前(2010 年) 22 萬公頃的休耕地逐步降低至 14 萬公頃，復耕農地將投入稻米、飼料玉米及造林、栽種景觀、綠肥作物等。這項政策的轉變勢必減少休耕地面積，黑翅鳶目前偏好的休耕農地面積縮減或不連續後勢必影響其棲地利用，後續變化需近進一步注意。但可透過拜會農政單位，提供黑翅鳶族群密度較高區域的資訊，屬於低窪易淹水或鹽化嚴重區域，優先維持補償制度，或者於休耕補償基金用罄時採取獎勵措施。

參考文獻

- Ali, S. and S. D. Ripley. 1978. Handbook of the birds of India and Pakistan. Volume 1. Oxford University Press. pp. 212–214.
- Balbontín, J. 2005. Identifying suitable habitat for dispersal in Bonelli's eagle: An important issue in halting its decline in Europe. *Biological Conservation* 126: 74–83.
- Balbontín, J., J. J. Negro, J. H. Sarasola, J. J. Ferrero and D. Rivera. 2008. "Land-use changes may explain the recent range expansion of the Black-shouldered Kite *Elanus caeruleus* in southern Europe". *Ibis* 150 (4): 707–716.
- Bed'Hom, B., P. Coullin, Z. Guillier-Gencik, S. Moulin, A. Bernheim, and V. Volobouev. 2003. Characterization of the atypical karyotype of the black-winged kite *Elanus caeruleus* (Falconiformes: Accipitridae) by means of classical and molecular cytogenetic techniques. *Chromosome Research* 11: 335-343.
- Bevanger, K. 1994. Bird interactions with utility structures: collisions and electrocution. causes and mitigating measures. *International Journal of Avian science* 136: 412-425.
- Bharos, A. M. K. 1997. A large communal roost of Black-shouldered Kites *Elanus caeruleus*. *Journal of the Bombay Natural History Society* 94:566.
- Bildstein, K.L. 2006. Migrating raptors of the world: their ecology and conservation. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- BirdLife International. 2004. Threatened birds of the world. Barcelona and Cambridge, UK.
- BirdLife International. 2010. Species factsheet: *Elanus caeruleus*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 13/6/2010.
- Brown, L. and D. Amadon. 1968. Eagles, hawks and falcons of the world. Vol. 1. Hamlyn House. Feltham. N.Y. 414 pp.
- Burger, J. 1994. The effect of human disturbance on foraging behavior and habitat use in piping plover (*Charadrius melodus*). *Estuaries and Coasts* 17(3): 695-701.
- Bustamante, J. 1993. The post-fledging dependence period of the black-shouldered kite (*Elanus caeruleus*). *Journal of Raptor Research* 27(4): 185-190.
- Chen, H. S., 1997. Observations of the breeding biology and the effects of habitat fragmentation on Formosan Crested Goshawks (*Accipiter trivirgatus formosae*) in Kenting National Park, Taiwan. Master thesis, Biological Science, Arkansas State University, Fayetteville.
- Choudhury, A. 1996. "New elevation record for Black-winged Kite from Nagaland". *Newsletter for Birdwatchers* 36 (5): 96.
- Clark, W. S. and R. C. Banks. 1992. The taxonomic status of the White-tailed Kite. *Wilson Bulletin* 104:571–579.
- Clements, J. F., T. S. Schulenberg, M. J. Iliff, B.L. Sullivan, and C. L. Wood. 2009. The Clements checklist of birds of the world: Version 6.4. Downloaded from <http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/Clements%206.4.xls/view>.
- Coates, B.J. 1985. The birds of Papua New Guinea, including the Bismarck Archipelago and Bougainville. Vol. I. Non-passerines. Dove Publications, Alderley, Queensland, Australia.
- Cramp, S. and Simmons, K. E. L. eds. 1980 The birds of the Western Palearctic. Vol. 2. Hawks to Bustards. Oxford University Press, Oxford.
- Dunk, J. R. and Cooper, R. J. 1994. Territory-Size Regulation in Black-Shouldered Kites. *Auk* 111(3): 588-595.
- Ehrlich, P. R. and A. H. Ehrlich, 1992. The Value of Biodiversity. *Ambio* 21(3): 219-226.
- Fahrig, L., J. H. Pedlar, S. E. Pope, P. O. Taylor and J. W. Wegner. 1995. Effects of road traffic
-

-
- on amphibian density. *Biological Conservation* 73: 177-182.
- Ferguson-Lees, J. and D. A. Christie. 2001. *Raptors of the World*. Houghton Mifflin, New York.
- Ferrer, M., M. de la Riva, and J. Castroviejo. 1991. Electrocutation of raptors on power lines in southwestern Spain. *Journal of Field Ornithology* 62(2): 181-90.
- Forman, R. T. T. and R. D. Deblinger. 2000. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (U. S. A.) suburban highway. *Conservation Biology* 14: 36-46.
- Fulk, G. W. 1976. Owl predation and rodent mortality: a case study. *Mammalia* 40: 423-427.
- Ganguli-Lachungpa, Usha. 1990. "Blackwinged Kite *Elanus caeruleus vociferus* (Latham) at 3650 m in Sikkim". *Journal of the Bombay Natural History Society* 87 (1): 142.
- Gill, F. B. 2006. *Ornithology*, 3rd edition. W. H. Freeman and Company, New York. Pp. 720.
- Gowdy, J. M. 1998. The Value of Biodiversity: Markets, Society, and Ecosystem. *Land Economics* 73(1): 25-41.
- Griffiths, C. S. 1994. Monophyly of the Falconiformes based on syringeal morphology. *Auk* 111:787-805.
- Grubb, T. G. and R. M. King. 1991. Assessing human disturbance of breeding Bald Eagles with classification tree models. *Journal of Wildlife Management* 55:500-511.
- Haug, E. 1985. Merlin feeding on road-kills. *Raptor Research* 19:103.
- Hawbecker, A.C. 1940. The nesting of the white-tailed kite in southern Santa Cruz County, California. *Condor* 42:106-111
- Herremans, M. and D. Herremans-Tonnoeyr. 2000. Land use and the conservation status of raptors in Botswana. *Biological Conservation*. 94(1): 31-41.
- Horner, K.O., W.L. Nufer, and P.S. Baker. 1982. Density and laying dates of Black-shouldered Kites in Egypt. *Ostrich* 53:249-251.
- Ibis. 1995. Mitigating measures to reduce electrocution of birds on power lines: a comment on Bevaneris review. 1995. *Ibis* 137: 423-4.
- Johnson, D. H. 1979. Estimating nest success: the Mayfield method and an alternative. *Auk* 96: 651-661.
- Johnson, D. H. and Shaffer, T. L. 1990. Estimating nest success: when Mayfield wins. *Auk* 107, pp. 595-600.
- Klett, A.T., and Johnson, D. H. 1982. Variability in nest survival rates and implications to nesting studies. *Auk* 99, pp. 77-87.
- Krishna, M. B. 1979. "The range of the Blackwinged Kite". *Newsletter for Birdwatchers* 19 (7): 10.
- Lerner, H. L. and D. P. Mindell. 2005. Phylogeny of eagles, Old World vultures and other Accipitridae based on nuclear and mitochondrial DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 37:327-346. CrossRef, PubMed
- Manosa, S., G. Montes, G. Bota and J. Bonfil. 2005. Black-shouldered kite *Elanus caeruleus* diet in an area recently colonized in the north-east of the Iberian Peninsula. *Revista Catalana d'Ornitologia* 21: 11-16.
- Mayfield, H. F. 1961. Nesting success calculated from exposure. *Wilson Bulletin* 73: 255-261.
- Mayfield, H. F. 1975. Suggestions for calculating nest success. *Wilson Bulletin* 87: 456-466.
- McIntyr, C. L., J. M. Withers, and N. J. Gates. 2009. Merlins (*Falco columbarius*) scavenge road-killed snowshoe hares (*Lepus americanus*) in interior Alaska. *Journal of Raptor Research* 43:254-245.
- Mebs, T. and D. Schmidt. 2006. *Die Greifvögel Europas, Nordafrikas und Vorderasiens*. Kosmos Verlag.
- Mees, G.F. 1982. Birds from the lowlands of southern New Guinea (Merauke and Koembe). *Zoologische Verhandelingen* 66:1-188.
- Mendelsohn, J.M. 1989. Population biology and breeding success of Black-shouldered Kites *Elanus leucurus*. Pp. 211-225 in B.-U. Meyburg and R.D. Chancellor (eds.), *Raptors in the modern world*. World Working Group on Birds of Prey, Berlin.
-

- Mendelsohn, J. M. 1997. Black-shouldered Kite. Pp. 170-171 in J.A. Harrison *et al.* (eds.), The atlas of South African birds. Volume 1: Non-passerines. BirdLife South Africa and Avian Demography Unit, Johannesburg, South Africa.
- Nagy, L. R. and Holmes, R. T. 2004. Factors influencing fecundity in migratory songbirds: is nest predation the most important? *Journal of Avian Biology* 35: 487-491.
- Naoroji, R. 2006. Birds of prey of the Indian subcontinent. Christopher Helm, London.
- Negro, J. J., C. Pertoldi, E. Randi, J. J. Ferrero, J. M. López-Caballero, D. Rivera, and E. Korpimäki. 2006. Convergent evolution of *Elanus* kite and the owls. *Journal of Raptor Research* 40:222-225.
- Newton, I. 1979. Population ecology of raptors. Buteo Books, Vermillion, SD. 399pp.
- Niemela, C. A. 2007. Landscape characteristics surrounding white-tailed kite nest sites in southwestern California. Thesis of the faculty of Humboldt State University.
- Oatley, T.B., H.D. Oschadleus, R.A. Navarro, and L.G. Underhill. 1998. Review of ring recoveries of birds of prey in southern Africa, 1948-1998. Endangered Wildlife Trust, Johannesburg, South Africa.
- Ouni, R. 2007. Distribution and reproduction of the Black-shouldered Kite (*Elanus caeruleus*) in Tunisia. *Ostrich* 117:395-399. (In French with English summary)
- Parejo, D. and J. M. Aviles. 2001. Communal roosting and diet of black-shouldered kites (*Elanus caeruleus*) wintering in southern Spain. *Journal of Raptor Research*. 35(2): 162-164.
- Parkes, K. 1958. Specific relationships in the genus *Elanus*. *Condor* 60:139-140.
- Plotnick, R. E. and R. H. Gardaner. 2002. A general model for simulating the effects of landscape heterogeneity and disturbance on community patterns. *Ecological Modelling* 147: 171-197.
- Posner, R. A. 2007. Economic Analysis of Law (Seventh ed.). Wolters Kluwer Health Inc., Austin, TX.
- Salim, M. A. 2002. "The first records, including breeding, of Black-winged Kite *Elanus caeruleus* in Iraq". *Sandgrouse* 24 (2): 136-137.
- Saunders, D. A., R. J. Hobbs and C. R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5: 18-32.
- Scheibler, D. R. 2007. Food partitioning between breeding white-tailed kites and barn owls in southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 67(1): 65-71
- Scitovsky, T. 1941. A Note on Welfare Propositions in Economics. *Review of Economic Studies*. 9(1): 77-88.
- Steidl, R. J. and B. F. Powell. 2006. Assessing the Effects of Human Activities on Wildlife. *The George Wright Forum* 23(2):51-58.
- Stendell, R. C. 1967. Food and feeding behavior of the white-tailed kite near Santa Barbara, California. M.A. Thesis. University of California, Santa Barbara. 56 pp.
- Stendell, R. C. 1972. The occurrence, food habits, and nesting strategy of white-tailed kites in relation to a fluctuating vole population. Ph.D. Dissertation. University of California, Berkeley. 224 pp.
- Sungei Buloh Wetlands Reserve. 2010. Mangrove and wetland wildlife at Sungei Buloh Nature Park. http://www.naturia.per.sg/buloh/birds/Elanus_caerulus.htm
- Sutton, G. M. 1927. Mortality among Screech Owls of Pennsylvania. *Auk* 44:563-564.
- Tarboton, W. 1978. Hunting and the energy budget in the black-shouldered kite. *Condor* 80:88-91.
- Thévenot, M., Vernon, R. and Bergier, P. 2003. The birds of Morocco. BOU Checklist Series 20. British Ornithologists' Union and British Ornithologists' Club, Tring.

-
- Tombulak, S. C. and C. A. Frissel. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14: 18-30.
- Trocme, M., Cahill, S., de Vries, H.J.G., Farrall, H., Folkesson, L., Fry, G., Hicks, C. and Peymen, J. (Eds.). 2003. COST 341. Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure. The European Review. – Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg. 253 pp.
- Ward, C. and Low, B. S. 1997. Predictors of Vigilance for American Crows Foraging in an Urban Environment. *Wilson Bulletin* 109(3): 481-489.
- Wilson, E. O. 1992. *The Diversity of life*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wink, M., and H. Sauer-Gürth. 2004. Phylogenetic relationships in diurnal raptors based on nucleotide sequences of mitochondrial and nuclear marker genes. Pp. 483-498 in R.D. Chancellor and B.-U. Meyburg (eds.), *Raptors worldwide*. World Working Group on Birds of Prey, Berlin, and MME/BirdLife Hungary, Budapest.
- Wink, M., I. Seibold, F. Lotfikhah, and W. Bednarek. 1998. Molecular systematics of Holarctic raptors (Order Falconiformes). Pp. 29-28 in R.D. Chancellor, B.-U. Meyburg, and J.J. Ferrero (eds.), *Holarctic birds of prey*. ADENEX, Merida, Spain, and World Working Group for Birds of Prey, Berlin.
- Mees, G.F. 1982. Birds from the lowlands of southern New Guinea (Merauke and Koembe). *Zoologische Verhandelingen* 66:1-188.
- 中華民國野鳥學會鳥類紀錄委員會。2011。台灣鳥類名錄。中華民國野鳥學會，台北。
- 公共工程委員會生態工程入口網。網址：<http://eem.pcc.gov.tw/oldeem/?q=node/22731>。檢閱日期：2009/8/16。
- 公路總局西部濱海公路中區工程處。2008。西濱快速公路(台61線)員林大排至西濱大橋新建工程計畫環境影響說明書。案號09608511。行政院環保署，台北。
- 史海濤。1998。海南島發現黑翅鳶。四川動物17(3):124。
- 行政院交通部，2009。中央氣象局全球資訊網。台北。網址：<http://www.cwb.gov.tw/>。檢閱日期：2009/8/16。
- 吳建龍。2009。黑翅鳶在春季過境期於墾丁國家公園的發現紀實。自然保育季刊，68:34-36。
- 李慶豐。2005。金門鷺鷹類猛禽及其棲地之調查研究。金門縣政府，金門。
- 周大慶。2005。墾丁國家公園大冠鷺(*Spilornis cheela hoya*)繁殖及棲地利用之調查研究(一)。內政部營建署墾丁國家公園管理處，屏東。
- 周大慶。2006。墾丁國家公園大冠鷺(*Spilornis cheela hoya*)繁殖及棲地利用之調查研究(二)。內政部營建署墾丁國家公園管理處，屏東。
- 林文隆、曾惠芸、王穎。2008。台灣中部都會區與原始環境鳳頭蒼鷹繁殖與食性研究，第七屆海峽兩岸鳥類學術研討會。中華民國野鳥學會，台北。
- 林文隆、葉金彰。2002。大肚溪口與鰲鼓渡冬短耳鴉食性初探。特有生物研究 4(2):63-71。
- 林文隆、謝文欽。2004。台灣日行性猛禽新成員—黑肩鳶生態介紹。自然保育季刊 46: 47-55。
- 林清賢、陳小麟、周曉平、江航東、彭志偉、林鵬。2004。黑翅鳶在福建分布及其繁殖生態的初步研究。廈門大學學報 43(6): 870-874。
- 林德恩。2007。道路殺手效應及改善措施之研究。生態與工程入口網，<http://ecotech.org.tw/index.php?>。檢閱日期：2009/8/16。
- 林鍾沂，1994，政策分析的理論與實踐。台北：瑞興圖書。
- 林鐵雄。2005。道路建設導入生態補償制度探討。義守大學土木與生態工程學系技術報告，高雄。
- 胡景程。2008。台灣南部都市環境鳳頭蒼鷹之巢位選擇。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。
- 唐兆和，陳友鈴，唐瑞千。1993。福建鳥類新紀錄—黑翅鳶。四川動物。12(3):4。
-

- 唐兆和，陳友鈴。2001。福州地區的黑翅鳶。四川動物。20(1):33。
- 翁榮炫。2005。嘉義飛羽-嘉義縣海岸地區及平原鳥類。嘉義縣觀光旅遊局，嘉義。
- 高育人、蔣果丁、林木。2002。黑翅鳶在華南的分布。動物學雜誌 37(3): 56-58。
- 高瑋。1995。鳥類分類學，Pp. 102。中台科學技術出版社，台中。
- 高瑋。2001。中國隼形目鳥類生態學，176頁。科學出版社，北京。
- 張四明。2001。「成本效益分析在政府決策上的應用與限制」，政策分析的理論與實務研討會，世新大學行政管理學系主辦。
- 許維樞。1995。中國猛禽鷹隼類，109頁。中國林業出版社，北京。
- 郭東輝。2008。嘉義縣沿海地區黑翅鳶(*Elanus caeruleus*)之族群生態調查計畫-I。中華民國野鳥學會，台北。
- 郭昱瑩。2002。公共政策決策輔助模型個案分析。智勝文化，台北。
- 郭昱瑩。2005。決策幫手：成本效益分析之概念與實務。飛訊 30:1-18，國家文官學院，台北。
- 陳文雄、陳昇寬。2004。雲嘉南地區野鼠種類組成及密度監測。鼠類危害及防除技術研討會專刊：11-23。中華植物保護學會，台中縣 霧峰。
- 陳世中。2006。95年度墾丁國家公園春季及秋季過境猛禽族群調查。墾丁國家公園管理處，恆春。
- 單凱、王廣豪、周莉、辛洪泉、宋守望。2005。黑翅鳶在黃河三角洲的分布及生態習性。山東林業科技 159(4):4。
- 彭仁傑、楊嘉棟、許再文、曾彥學、黃朝慶、陳志輝、沈明雅。1997。彰化縣植物資源。行政院農業委員會特有生物研究保育中心，集集。
- 曾榮英、蘇維翎。2010。避免野生動物車禍-軟體建設優於硬體工程。網址
<http://eem.pcc.gov.tw/eem/node/22731>。檢閱日期：2009/8/16。
- 曾榮英。2008。翠峰林道-宜專一線爬行動物車輛輾壓傷害之研究。中央大學環境工程研究所職專班碩士論文。
- 黃光瀛。2006。陽明山國家公園野生動物穿越道路涵洞微型生態廊道系統。2006 年生態工程博覽會 陽明山動物通道研討會講義。
- 彰化縣政府。1989。彰化縣觀光整體發展綱要計畫規劃。彰化。
- 彰化縣政府。2009。彰化縣政府民政處網站。彰化。網址：
<http://www.chcg.gov.tw/civil/00home/index.asp>。檢閱日期：2009/8/16。
- 彰化縣政府民政處。2009。戶政人口統計。網址
http://www.chcg.gov.tw/civil/10service/service01_1.asp。檢閱日期：2010/10/30
- 鄭蕙如。2004。臺灣大學校園領角鴉冬季繁殖觀察。臺灣猛禽研究。3 :1-7。
- 蕭慶亮。2001。台灣賞鷹圖鑑。晨星出版社，台中。
- 謝世達、周大慶、陳建樺。2009。嘉義縣沿海地區黑翅鳶(*Elanus caeruleus*)之族群生態調查計畫-II。嘉義縣野鳥學會，朴子。
- 謝世達、周大慶、陳建樺。2010。嘉義縣沿海地區黑翅鳶(*Elanus caeruleus*)之族群生態調查計畫-III。嘉義縣野鳥學會，朴子。
- 簡秀芳、陳保良、李木川、郭克忠、張弘毅。2004。野鼠防除工作之回顧與展望。鼠類危害及防除技術研討會專刊：1-9。中華植物保護學會，台中縣 霧峰。
- 簡明龍、林春基、鄭錫奇、張簡琳玟等。1994。台灣中部地區哺乳類動物之調查(2/5)。台灣省特有生物保育研究中心，集集。
- 簡明龍、鄭錫奇、張簡琳玟、林雲龍。1993。台灣中部地區哺乳類動物之調查(1/5)。台灣省特有生物研究保育中心，集集。

-
- 顏重威。1996。中國野鳥圖鑑，52頁。翠鳥文化事業有限公司，台北。
- 顏重威。2005。金門國家公園環境長期監測(四)。金門國家公園管理處，金門。
- 羅柳墀。2009。墾丁國家公園龍鑾潭特別景觀區生態資源調查暨環境評估(二)。墾丁國家公園管理處，恆春。
- 蘇苗彬編。1996。彰化縣潛在植物資源調查。彰化縣政府。

附錄

附錄 1. 棲地變因調查項目

變因	描述
巢與巢樹	巢與巢樹的各項變因
巢高(m)	地表至巢的高度
巢高比例(%)	巢高佔巢樹高度之比例
支撐巢的樹枝分級	由巢數樹基部至巢位的主幹分岔數量
巢距主幹距離(m)	由巢至主幹的水平距離
支撐巢樹枝(根)	支撐巢的樹枝數量
巢樹樹種	樹木的學名
巢樹高度(m)	地表至樹頂的高度
巢樹胸高徑(cm)	巢樹樹幹的胸高直徑
樹冠覆蓋度(%)	巢樹樹冠層的覆蓋百分比
巢樹投影面積	巢樹至八方位最大投影距離平均所計算面積
土地利用形式	巢樹周圍人類土地利用形式
微棲地	以巢樹為中心範圍0.16ha內與其周圍的各項變因
平均樹高(m)	在0.16ha的範圍內dbh>1cm樹木的平均樹高
平均樹木胸高徑(cm)	在0.16ha的範圍內dbh>1cm樹木的平均胸高徑
總胸高斷面積(m ² /ha)	在0.16ha的範圍內dbh>1cm樹木的胸高斷面積總和
樹木密度(個數/ha)	在0.16ha的範圍內dbh>1cm樹木的密度
樹種數量(種)	在0.16ha的範圍內dbh>1cm的樹木種類數量
地面覆蓋(%)	樹林、草本層、裸地、水域、其他人為設施覆蓋百分比
巨棲地	以巢樹為中心半徑150m內土地區塊的各項變因
區塊	視覺上辨識均質的植物、道路、水域、等地景單元
區塊面積(m ²)	區塊的面積總和
區塊周長(m)	區塊周長總和
面積比例(%)	各類型區塊面積的百分比
區塊數量(個)	區塊的數量
植被高度	區塊內植被平均高度
中位數形狀	$S=P/2\sqrt{\pi A}$ (S：形狀指數，P：周長，A：面積)
最近人行道距離(m)	巢樹至最近經常有人通行之小徑或人行道的距離
最近道路距離(m)	巢樹至最近可通行車輛或鋪柏油路面的道路距離
最近水資源距離(m)	巢樹至最近水資源的距離
最近建築物距離(m)	巢樹至最近人為建築物的距離
最近高架路面或快速道路距離	巢樹至最近高架路面或快速道路距離
樹木數量	高於已知本區最低巢樹高度的數量
道路長度	區塊內各類型道路總長
道路面積	區塊內各類型道路總面積

附錄 2. 2009 年 6 月-2012 年 10 月黑翅鳶巢位調查摘要

鄉鎮市	編號	繁殖對	巢代號	主要地景	植被種類	土地使用	營巢結構	離巢數	結果	失敗原因	說明
福興鄉	C000	福興 1	福興 1-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天候
福興鄉	C001	福興 1	福興 1-2	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
芳苑鄉	C002	永和牧場 1	永和 1-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C003	公館 1	公館 1-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	2	成功		
大城鄉	C004	尤厝北東	尤厝北東-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C005	尤厝北西	尤厝北西-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
大城鄉	C006	尤厝南 1	尤厝南 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C007	二林農場 1	二林 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C008	南路 1	南路 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C009	農舍南 1	農舍南 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
大城鄉	C010	水門南 1	水門南 1-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
竹塘鄉	C011	永安 1(西)	永安 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C012	永安北北 1	永安北北 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
芳苑鄉	C013	工業西區	工業西區-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕鼠
福興鄉	C014	福興 1	福興 1-3	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
芳苑鄉	C015	永和牧場 1	永和 1-2	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	3	成功		
竹塘鄉	C016	永安 1(西)	永安 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C017	水門東 1	水門東 1-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C018	墓地水池 1	墓地水池 1-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	?	不確定		
二林鎮	C019	農舍南 1	農舍南 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
芳苑鄉	C020	永興 1	永興 1-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
芳苑鄉	C021	下埤腳村 1	下埤腳村 1-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	3	成功		
芳苑鄉	C022	下埤腳村 2	下埤腳村 2-1	農耕地	牧草	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C023	水門東東 1	水門東東 1-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
芳苑鄉	C024	工業西區	工業西區-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C025	尤厝北西	尤厝北西-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
竹塘鄉	C026	永安 2(中)	永安 2-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	4	成功		
竹塘鄉	C027	永安北 1 中	永安北 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C028	萬興東南 1	萬興東南 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	1	成功		
二林鎮	C029	萬興西北 1	萬興西北 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	?	不確定		
二林鎮	C030	萬興西 1	萬興西 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		

鄉鎮市	編號	繁殖對	巢代號	主要地景	植被種類	土地使用	營巢結構	離巢數	結果	失敗原因	說明
芳苑鄉	C031	漢寶 1 電信機房	漢寶 1-1	農耕地	雜作	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
芳苑鄉	C032	王功養雞場 1	王功養雞場 1-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	2	成功		
芳苑鄉	C033	王功福海宮 1	王功福海宮 1-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	1	成功		
大城鄉	C034	尤厝北東	尤厝北東-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C035	尤厝北中	尤厝北中-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
芳苑鄉	C036	永和牧場 1	永和 1-3	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
大城鄉	C037	尤厝北中	尤厝北中-2	蔗田	甘蔗	耕作	竹	0	失敗	天然	巢位不當
二林鎮	C038	二林監南南 1	監南南 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C039	二林監東 1	監東 1-1	蔗田	毛豆	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C040	二林監南牆 1	監南牆 1-1	蔗田	毛豆	耕作	木麻黃	?	不確定		
芳苑鄉	C041	下埤腳村 2	下埤腳村 2-2	農耕地	牧草	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C042	二林監北西	監北西-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
福興鄉	C043	福興 1	福興 1-4	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C044	二林農場 1	二林 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C045	二林農場 1	二林 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	假巢		
大城鄉	C046	水門北 1	水門北 1-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	3	成功		
芳苑鄉	C047	下埤腳村 1	下埤腳村 1-2	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
大城鄉	C048	尤厝南 1	尤厝南 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C049	尤厝北東	尤厝北東-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
竹塘鄉	C050	永安北 1 中	永安北 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C051	二林農場 2	二林 2-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C052	二林監東 2	監東 2-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C053	二林監北東	監北東-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
芳苑鄉	C054	永和牧場 2	永和 2-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
大城鄉	C055	水門北 1	水門北 1-2	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
芳苑鄉	C056	工業東區	工業東區-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C057	水門南 1	水門南 1-2	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
大城鄉	C058	水門東 1	水門東 1-2	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
大城鄉	C059	水門東東 1	水門東東 1-2	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	不確定		
二林鎮	C060	西電塔 1	西電塔 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	電塔	3	成功		

鄉鎮市	編號	繁殖對	巢代號	主要地景	植被種類	土地使用	營巢結構	離巢數	結果	失敗原因	說明
二林鎮	C061	農舍南南 1	農舍南南 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C062	農舍南 1	農舍南 1-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C063	辦公室北 1	辦公室北 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C064	東電塔 1	東電塔 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	電塔	0	不確定		
竹塘鄉	C065	永安西 1	永安西 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
大城鄉	C066	尤厝北西	尤厝北西-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
大城鄉	C067	尤厝北中	尤厝北中-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	工程
福興鄉	C068	福興 1	福興 1-5	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C069	二林農場 4	二林 4-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
大城鄉	C070	水門南 1	水門南 1-3	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
大城鄉	C071	公館 1	公館 1-2	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C072	二林農場 1	二林 1-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C073	二林監南南 1	監南南 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C074	二林監北東	監北東-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C075	二林監東 2	監東 2-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C076	農舍南 1	農舍南 1-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
竹塘鄉	C077	永安北 1 中	永安北 1-3	蔗田	甘蔗	耕作	榕樹	3	成功		
二林鎮	C078	養豬場 1	養豬場 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
芳苑鄉	C079	永興 2	永興 2-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天候
芳苑鄉	C080	永和牧場 1	永和 1-4	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天候
芳苑鄉	C081	工業東區	工業東區-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C082	萬興西北 1	萬興西北 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	生物騷擾
二林鎮	C083	萬興東 1	萬興東 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C084	農舍北 1	農舍北 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C085	南路 1	南路 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C086	二林監南南 1	監南南 1-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C087	二林監南南 東 1	監南南東-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	不明	
二林鎮	C088	二林農場 3	二林 3-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
福興鄉	C089	福興 1	福興 1-6	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天候
大城鄉	C090	水門北 1	水門北 1-3	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C091	二林農場 1	二林 1-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
竹塘鄉	C092	永安 1(西)	永安 1-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
大城鄉	C093	尤厝南 1	尤厝南 1-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動

鄉鎮市	編號	繁殖對	巢代號	主要地景	植被種類	土地使用	營巢結構	離巢數	結果	失敗原因	說明
大城鄉	C094	尤厝北東	尤厝北東-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C095	尤厝北西	尤厝北西-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
大城鄉	C096	水門南1	水門南1-4	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天候
芳苑鄉	C097	工業東區	工業東區-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C098	二林監南南1	監南南1-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
芳苑鄉	C099	漢寶2	漢寶2-1	農耕地	造林	放羊	木麻黃	0	失敗	天然	天候
福興鄉	C100	福興1	福興1-7	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天候
芳苑鄉	C101	新寶1	新寶1-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	不明	天候或工程擾動
芳苑鄉	C102	王功養雞場1	王功養雞場1-2	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	工程
二林鎮	C103	農舍南1	農舍南1-5	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	工程
二林鎮	C104	二林監南南東1	監南南東-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
竹塘鄉	C105	永安1(西)	永安1-4	蔗田	瓜類	耕作	木麻黃	3	成功		
竹塘鄉	C106	永安北3西	永安北3-1	蔗田	瓜類	耕作	木麻黃	3	成功		
竹塘鄉	C107	永安西1	永安西1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	不確定		
大城鄉	C108	尤厝南1	尤厝南1-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
大城鄉	C109	尤厝北東	尤厝北東-5	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C110	水門北1	水門北1-4	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天候
大城鄉	C111	尤厝北西	尤厝北西-5假	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	>1	成功		
大城鄉	C112	尤厝北西	尤厝北西-5	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	>1	假巢		
大城鄉	C113	尤厝北東	尤厝北東-6	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	4	成功		
大城鄉	C114	尤厝北東東	尤厝北東東-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C115	農舍北1	農舍北1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C116	農舍南1	農舍南1-6	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	工程
二林鎮	C117	西電塔1	西電塔1-2	蔗田	甘蔗	休耕	電塔	2	成功		
二林鎮	C118	二林監東2	監東2-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
福興鄉	C119	福興1	福興1-8	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天候
大城鄉	C120	公館1	公館1-3	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	不明	天候或工程擾動
芳苑鄉	C121	下埤腳村2	下埤腳村2-3	農耕地	牧草	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C122	二林監東2	監東2-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
大城鄉	C123	尤厝北中	尤厝北中-4	蔗田	瓜類	耕作	木麻黃	4	成功		
二林鎮	C124	二林監南南1	監南南1-5	蔗田	瓜類	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
芳苑鄉	C125	永興1	永興1-2	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	4	成功		

鄉鎮市	編號	繁殖對	巢代號	主要地景	植被種類	土地使用	營巢結構	離巢數	結果	失敗原因	說明
芳苑鄉	C126	下埤腳村 2	下埤腳村 2-4	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
芳苑鄉	C127	永和牧場 2	永和 2-2	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天敵
大城鄉	C128	水門北 1	水門北 1-5	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	3	成功		
竹塘鄉	C129	永安 2(中)	永安 2-2	蔗田	瓜類	耕作	木麻黃	3	成功		
竹塘鄉	C130	永安 3(東)	永安 3-1	蔗田	瓜類	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
竹塘鄉	C131	永安 3(東)	永安 3-2	蔗田	瓜類	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C132	尤厝南 2	尤厝南 2-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C133	農舍北 1	農舍北 1-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C134	農舍北 2	農舍北 2-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	成功		
二林鎮	C135	農舍南 1	農舍南 1-7	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	工程
二林鎮	C136	南路 1	南路 1-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	工程
二林鎮	C137	南路 2	南路 2-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	工程
二林鎮	C138	東路 1	東路 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	不明
二林鎮	C139	東路 2	東路 2-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	工程
二林鎮	C140	二林農場 3	二林 3-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C141	二林農場 3	二林 3-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C142	二林農場 2	二林 2-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C143	二林農場 4	二林 4-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C144	二林農場 1	二林 1-6	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C145	二林農場 1	二林 1-5	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C146	二林監東 2	監東 2-5	蔗田	花生	耕作	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C147	萬興西北 1	萬興西北 1-3	蔗田	瓜類	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	工程
竹塘鄉	C148	永安北 2 東	永安北 2-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C149	辦公室東 1	辦公室東 1-1	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃	0	失敗	人為	工程
竹塘鄉	C150	永安北 1 中	永安北 1-4	蔗田	瓜類	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
大城鄉	C151	尤厝北東	尤厝北東-7	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	>1	成功		
鹿港鎮	C152	伸港區 1	伸港區 1-1	海埔地	造林	無	木麻黃	0	失敗	天然	天敵
二林鎮	C153	西電塔 1	西電塔 1-3	蔗田	甘蔗	休耕	電塔	3	成功		
二林鎮	C154	農舍北 2	農舍北 2-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C155	農舍南 1	農舍南 1-8	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C156	南路 2	南路 2-2	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C157	養豬場 1	養豬場 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	工程
二林鎮	C158	東路 1	東路 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	工程
二林鎮	C159	二林農場 4	二林 4-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕鼠
二林鎮	C160	二林監北東	監北東-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C161	二林監南牆 1	監南牆 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C162	二林監東 1	監東 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C163	萬興南 1	萬興南 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	電塔	3	成功		
二林鎮	C164	萬興南 2	萬興南 2-1	蔗田	甘蔗	耕作	電塔	3	成功		

鄉鎮市	編號	繁殖對	巢代號	主要地景	植被種類	土地使用	營巢結構	離巢數	結果	失敗原因	說明
二林鎮	C165	萬興東南 2	萬興東南 2-1	蔗田	甘蔗	耕作	電塔	2	成功		
大城鄉	C166	水門北 1	水門北 1-6	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	捕紅鳩
福興鄉	C167	福興 1	福興 1-9	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天候
芳苑鄉	C168	漢寶 4	漢寶 4-1	農耕地	牧草	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
芳苑鄉	C169	漢寶 3	漢寶 3-1	農耕地	雜作	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
芳苑鄉	C170	漢寶 2	漢寶 2-2	放牧地	草地	放羊	木麻黃	0	失敗	天然	天候
芳苑鄉	C171	永興 1	永興 1-3	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	3	成功		
芳苑鄉	C172	下埤腳村 1	下埤腳村 1-3	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
芳苑鄉	C173	永和牧場 2	永和 2-3	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	工程
芳苑鄉	C174	永和牧場 1	永和 1-5	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
大城鄉	C175	水門北 1	水門北 1-7	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
二林鎮	C176	二林農場 1	二林 1-7	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	4	成功		
二林鎮	C177	二林農場 3	二林 3-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C178	二林農場 4	二林 4-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C179	二林監南南 1	監南南 1-6	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
大城鄉	C180	公館 1	公館 1-4	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C181	西電塔 1	西電塔 1-4	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃	0	失敗	天然	巢樹枯死
二林鎮	C182	西電塔 2	西電塔 2-1	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃	4	成功		
二林鎮	C183	農舍北 2	農舍北 2-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C184	農舍南 1	農舍南 1-9	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
芳苑鄉	C185	下埤腳村 1	下埤腳村 1-4	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
芳苑鄉	C186	下埤腳村 2	下埤腳村 2-5	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天候
大城鄉	C187	尤厝北中	尤厝北中-5	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
大城鄉	C188	尤厝北西	尤厝北西-6	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
大城鄉	C189	尤厝北東東	尤厝北東東-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C190	尤厝北東	尤厝北東-8	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C191	尤厝南 1	尤厝南 1-5	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
竹塘鄉	C192	永安 3(東)	永安 3-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
竹塘鄉	C193	永安 2(中)	永安 2-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C194	永安北北 1	永安北北 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
竹塘鄉	C195	永安西 1	永安西 1-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
大城鄉	C196	水門東 1	水門東 1-3	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動

鄉鎮市	編號	繁殖對	巢代號	主要地景	植被種類	土地使用	營巢結構	離巢數	結果	失敗原因	說明
大城鄉	C197	尤厝北東北	尤厝北東北-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	4	成功		
竹塘鄉	C198	永安西 1	永安西 1-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	4	成功		
竹塘鄉	C199	永安北 2 東	永安北 2-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	4	成功		
竹塘鄉	C200	永安 1(西)	永安 1-5	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
竹塘鄉	C201	永安 2(中)	永安 2-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
竹塘鄉	C203	永安北 2 東	永安北 2-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
竹塘鄉	C204	永安中	永安中-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
竹塘鄉	C205	永安中	永安中-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
竹塘鄉	C206	永安西北西	永安西北西 1-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
大城鄉	C207	尤厝北中	尤厝北中-6	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
大城鄉	C208	尤厝北西	尤厝北西-7	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
大城鄉	C209	尤厝北東東	尤厝北東東-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C210	尤厝北東	尤厝北東-9	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	4	成功		
大城鄉	C211	尤厝南 1	尤厝南 1-6	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
大城鄉	C212	尤厝北東北	尤厝北東北-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	>2	成功		
大城鄉	C213	尤厝北東北	尤厝北東北-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
二林鎮	C214	二林農場 1	二林 1-8	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C215	二林農場 2	二林 2-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C216	二林農場 3	二林 3-5	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C217	二林農場 4	二林 4-5	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C218	二林農場 2	二林 2-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
福興鄉	C219	福興 3	福興 3-1 台 17	農耕地	綠肥	休耕	木麻黃	3	成功		
福興鄉	C220	福興 2	福興 2-1 農訓	溼地	草生地	休耕	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
芳苑鄉	C221	漢寶 3	漢寶 3-2	漁塭	無	休塭	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
芳苑鄉	C222	漢寶 4	漢寶 4-2	農耕地	雜作	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C223	農舍南 1	農舍南 1-10	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C224	農舍北 1	農舍北 1-4	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃		成功		
二林鎮	C225	農舍北 2	農舍北 2-4	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C226	農舍南南 1	農舍南南 1-2	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃	0	失敗	不明	
二林鎮	C227	南路 2	南路 2-3	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃	0	失敗	人為	工程
二林鎮	C228	東路 1	東路 1-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	工程
二林鎮	C229	東電塔 1	東電塔 1-2	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C230	辦公室東 1	辦公室東 1-2	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃	2	成功		

鄉鎮市	編號	繁殖對	巢代號	主要地景	植被種類	土地使用	營巢結構	離巢數	結果	失敗原因	說明
二林鎮	C231	西電塔 1	西電塔 1-5	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C232	二林監東 3	二林監東 3-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	不明	
二林鎮	C233	二林監南牆 1	監南牆 1-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	4	成功		
竹塘鄉	C234	永安西北	永安西北 2-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
大城鄉	C235	三豐 1	三豐 1-1	農耕地	綠肥	休耕	木麻黃	2	成功		
大城鄉	C236	水門南 1	水門南 1-5	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	2	成功		
大城鄉	C237	尤厝北西	尤厝北西-8	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C238	尤厝南 2	尤厝南 2-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C239	尤厝北東北	尤厝北東北-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
竹塘鄉	C240	永安 1(西)	永安 1-6	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	4	成功		
竹塘鄉	C241	永安 2(中)	永安 2-5	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
竹塘鄉	C242	永安 3(東)	永安 3-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	4	成功		
竹塘鄉	C243	永安 4(東東)	永安 4-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
竹塘鄉	C244	永安北 3 西	永安北 3-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
竹塘鄉	C245	永安西北西	永安西北西 1-2	蔗田	瓜類	耕作	木麻黃		成功		
二林鎮	C246	二林農場 5	二林 5-1	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業
福興鄉	C247	福興 1	福興 1-10	農耕地	草生地	休耕	木麻黃	0	失敗	天然	天候
芳苑鄉	C248	漢寶 5	漢寶 5-1	農耕地	牧草	耕作	木麻黃	3	成功		
芳苑鄉	C249	漢寶 6	漢寶 6-1	農耕地	牧草	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	捕捉幼鳥
芳苑鄉	C250	漢寶 2	漢寶 2-3	農耕地	雜作	休耕	木麻黃	3	成功		
芳苑鄉	C251	漢寶 7	漢寶 7-1	農耕地	雜作	休耕	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
芳苑鄉	C252	王功養雞場 1	王功養雞場 1-3	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天候
芳苑鄉	C253	王功 148	王功 148-1	農耕地	雜作	耕作	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C254	萬興南 1	萬興南 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	電塔	3	成功		
二林鎮	C255	萬興南 1	萬興南 1-3	蔗田	哈密瓜	耕作	電塔	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C256	萬興南 2	萬興南 2-2	蔗田	甘蔗	耕作	電塔	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C257	萬興東南 1	萬興東南 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	電塔	3	成功		
二林鎮	C258	萬興東南 1	萬興東南 1-3	蔗田	甘蔗	耕作	電塔	3	成功		
二林鎮	C259	萬興東南 2	萬興東南 2-2	蔗田	甘蔗	耕作	電塔	4	成功		
二林鎮	C260	二林監北東	監北東-4	蔗田		耕作	木麻黃	4	成功		
二林鎮	C261	二林監北西	監北西-2	蔗田		耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C262	西電塔 2	西電塔 2-2	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃	4	成功		
竹塘鄉	C263	永安北 1 中	永安北 1-5	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
竹塘鄉	C264	永安西 1	永安西 1-5	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	?	成功		

鄉鎮市	編號	繁殖對	巢代號	主要地景	植被種類	土地使用	營巢結構	離巢數	結果	失敗原因	說明
芳苑鄉	C265	工業西區	工業西區-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	4	成功		
二林鎮	C266	二林農場 1	二林 1-9	蔗田	蔗/瓜	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C267	二林農場 2	二林 2-5	蔗田	瓜	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C268	二林農場 3	二林 3-6	蔗田	瓜	耕作	木麻黃	4	成功		
二林鎮	C269	二林農場 4	二林 4-6	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C270	二林農場 5	二林 5-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C271	二林監北東	監北東-5	蔗田		耕作	木麻黃		繁殖中		
二林鎮	C272	二林監東 1	監東 1-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C273	二林監東 2	監東 2-6	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C274	二林監東 3	二林監東 3-2	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C275	二林監南南 1	監南南 1-7	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C276	二林監南南 東 1	監南南東-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C277	二林監南南 牆 1	監南南牆 1-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C278	公館 1	公館 1-5	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C279	西電塔 1	西電塔 1-6	蔗田	甘蔗	休耕	電塔	3	成功		
二林鎮	C280	西電塔 2	西電塔 2-3	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C281	東電塔 1	東電塔 1-3	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃		失敗	人為	工程
二林鎮	C282	南路 1	南路 1-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃		失敗	人為	工程
二林鎮	C283	農舍北 2	農舍北 2-5	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C284	農舍南 1	農舍南 1-11	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
二林鎮	C285	養豬場 1	養豬場 1-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃		繁殖中		
二林鎮	C286	辦公室東 1	辦公室東 1-3	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃	2	成功		
大城鄉	C287	尤厝北中	尤厝北中-7	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C288	尤厝北西	尤厝北西-9	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	4	成功		
大城鄉	C289	尤厝北東	尤厝北東-10	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
大城鄉	C290	尤厝北東東	尤厝北東東-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃		失敗	不明	
竹塘鄉	C291	永安 1(西)	永安 1-7	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
竹塘鄉	C292	永安 3(東)	永安 3-5	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
竹塘鄉	C293	永安北 1 中	永安北 1-6	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
竹塘鄉	C294	永安北 2 東	永安北 2-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	0	失敗	天然	天候
竹塘鄉	C295	永安北 3 西	永安北 3-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	失敗	天然	天候
竹塘鄉	C296	永安西 1	永安西 1-6	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
竹塘鄉	C297	永安西北	永安西北 2-2	蔗田	瓜類	耕作	木麻黃		失敗	人為	農業
芳苑鄉	C298	永和牧場 1	永和 1-6	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	2	成功		
芳苑鄉	C299	永和牧場 2	永和 2-4	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
芳苑鄉	C300	永興 1	永興 1-4	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天候
芳苑鄉	C301	工業西區	工業西區-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		

鄉鎮市	編號	繁殖對	巢代號	主要地景	植被種類	土地使用	營巢結構	離巢數	結果	失敗原因	說明
大城鄉	C302	水門北 1	水門北 1-8	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	天然	天候
大城鄉	C303	水門東 1	水門東 1-4	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
大城鄉	C304	水門南 1	水門南 1-6	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	2	成功		
芳苑鄉	C305	新寶 1	新寶 1-2	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
二林鎮	C306	萬興西 1	萬興西 1-2	蔗田	甘蔗	耕作	電塔	2	成功		
二林鎮	C307	萬興西北 1	萬興西北 1-4	蔗田	瓜類	耕作	電塔	3	成功		
二林鎮	C308	萬興南 2	萬興南 2-3	蔗田	甘蔗	耕作	電塔	2	成功		
芳苑鄉	C309	漢寶 7	漢寶 7-2	農耕地	雜作	休耕	木麻黃	0	失敗	人為	農業活動
芳苑鄉	C310	漢寶 2	漢寶 2-4	農耕地	雜作	休耕	木麻黃	3	成功		
芳苑鄉	C311	漢寶 1 電信 機房	漢寶 1-2	農耕地	雜作	耕作	木麻黃		失敗	人為	農業活動
二林鎮	C312	二林農場 1	二林 1-10	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃		繁殖中		
二林鎮	C313	二林農場 2	二林 2-6	蔗田	瓜	耕作	木麻黃		繁殖中		
二林鎮	C314	二林農場 3	二林 3-7	蔗田	瓜	耕作	木麻黃		繁殖中		
二林鎮	C315	二林農場 4	二林 4-7	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃		失敗	人為	整地
二林鎮	C316	二林監東 1	監東 1-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	3	成功		
二林鎮	C317	二林監東 2	監東 2-7	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃		繁殖中		
二林鎮	C318	二林監南南 1	監南南 1-8	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C319	二林監南南 1	監南南 1-9	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃		繁殖中		
二林鎮	C320	二林監南南 東 1	監南南東-4	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃		繁殖中		
大城鄉	C321	公館 1	公館 1-6	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃		繁殖中		
大城鄉	C322	公館 2	公館 2-1	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃		繁殖中		
二林鎮	C323	西電塔 1	西電塔 1-7	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃		繁殖中		
二林鎮	C324	西電塔 2	西電塔 2-4	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃		繁殖中		
二林鎮	C325	農舍北 2	農舍北 2-6	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃	2	成功		
二林鎮	C326	農舍南 1	農舍南 1-12	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃		繁殖中		
二林鎮	C327	辦公室東 1	辦公室東 1-4	蔗田	甘蔗	休耕	木麻黃		繁殖中		
芳苑鄉	C328	下埤腳村 2	下埤腳村 2-6	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃		繁殖中		
大城鄉	C329	尤厝南 2	尤厝南 2-3	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃		繁殖中		

鄉鎮市	編號	繁殖對	巢代號	主要地景	植被種類	土地使用	營巢結構	離巢數	結果	失敗原因	說明
竹塘鄉	C330	永安北 1 中	永安北 1-7	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃		繁殖中		
竹塘鄉	C331	永安北 2 東	永安北 2-5	蔗田	甘蔗	耕作	木麻黃		繁殖中		
芳苑鄉	C332	永和牧場 1	永和 1-7	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃		繁殖中		
大城鄉	C333	水門南 1	水門南 1-7	農耕地	綠肥	休耕補償	木麻黃		繁殖中		
二林鎮	C334	萬興西 1	萬興西 1-3	蔗田	甘蔗	耕作	電塔		繁殖中		
二林鎮	C335	萬興西北 1	萬興西北 1-5	蔗田	瓜類	耕作	電塔		繁殖中		
二林鎮	C336	萬興東南 1	萬興東南 1-4	蔗田	甘蔗	耕作	電塔		繁殖中		
二林鎮	C337	萬興東南 2	萬興東南 2-3	蔗田	甘蔗	耕作	電塔		繁殖中		
芳苑鄉	C338	漢寶 5	漢寶 5-2	農耕地	牧草	耕作	木麻黃		繁殖中		

註:資料整理至 2012.10.30 止,。