

金門國家公園物種監測方法及調查技術之評析與建議

內政部營建署金門國家公園管理處委託研究報告

九十六年度十二月

金門國家公園物種監測方法及
調查技術之評析與建議

內政部營建署

金門國家公園管理處委託研究報告

中華民國九十六年十二月

國科會 GRB 編號：PG9603-0397

本部研考資訊系統計畫編號：096301020600G1007

金門國家公園物種監測方法及 調查技術之評析與建議

受委託者：中華民國自然生態保育協會

研究主持人：董景生

協同主持人：楊平世

研究助理：山馥嫻

內政部營建署

金門國家公園管理處委託研究報告

中華民國九十六年十二月

目次

表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
第一章、緒論	1
第一節、研究主題	1
第二節、研究緣起	1
第三節、預期目標	2
第二章、文獻回顧	3
第一節、研究背景	3
第二節、連年資料整理與分析.....	4
第三節、TEAM 監測手冊	25
第三章、研究方法	43
第一節、監測項目	43
第二節、監測方法	44
第四章、結果與討論	47
第一節、監測方法評估與分析.....	47
第二節、現場調查結果.....	61
第三節、綜合討論	81
第五章、結論與建議	85
第一節、結論	85
第二節、建議	88
第三節、誌謝	93
附錄一 2007 年金門地區螞蟻名錄	95
附錄二 2007 年金門地區蝴蝶名錄	97
附錄三 2007 年金門地區蜘蛛名錄	99
附錄四 2007 年金門地區鳥類名錄	101
附錄五 2007 年金門監測記錄照片	103
附錄六 期中簡報紀錄與回應.....	105

附錄七 期末簡報紀錄與回應.....	107
參考文獻	109

表次

表 2-3-1 TEAM 螞蟻監測方法流程圖.....	30
表 2-3-2 TEAM 蝴蝶監測方法流程圖.....	33
表 4-1-1 植群監測方法評估分析表.....	48
表 4-1-2 植群監測方法月成本分析表.....	48
表 4-1-3 蝴蝶監測方法評估分析表.....	49
表 4-1-4 蝴蝶監測方法月成本分析表.....	50
表 4-1-5 螢火蟲監測方法評估分析表.....	51
表 4-1-6 螢火蟲監測方法月成本分析表.....	51
表 4-1-7 螞蟻監測方法評估分析表.....	53
表 4-1-8 螞蟻監測方法月成本分析表.....	54
表 4-1-9 鳥類監測方法評估分析表.....	56
表 4-1-10 鳥類監測方法月成本分析表.....	56
表 4-1-11 水獺監測方法評估分析表.....	57
表 4-1-12 水獺監測方法月成本分析表.....	58
表 4-1-13 地景監測方法評估分析表.....	59
表 4-1-14 地景監測方法月成本分析表.....	59
表 4-1-15 環境因子監測方法評估分析表.....	60
表 4-1-16 環境因子監測成本分析表.....	60
表 4-2-1 2007 年金門地區溫溼度紀錄表.....	80
表 5-1-1 建議監測項目年成本精算表.....	88

圖次

圖 2-2-1 2004~2006 年金門太武山主水域水韭數量與水體面積逐月折線圖.....	5
圖 2-2-2 2004~2006 年金門太武山次水域水韭數量與水體面積逐月折線圖.....	5
圖 2-2-3 2004~2006 年金門地區太武山水韭數量與水體面積直線迴歸分圖.....	6
圖 2-2-4 2004~2006 年金門地區桃園草數量逐月折線圖.....	6
圖 2-2-5 2004~2006 年金門地區金錢草數量逐月折線圖.....	7
圖 2-2-6 2004~2006 年金門地區長葉茅膏菜數量逐月折線圖.....	7
圖 2-2-7 2004~2006 年金門地區長距挖耳草數量逐月分布圖.....	8
圖 2-2-8 2002~2006 年金門地區水生植物分布圖.....	9
圖 2-2-9 2002~2006 年金門地區黃邊鳳蝶樣區分布圖.....	10
圖 2-2-10 2002~2006 年金門地區黃邊鳳蝶數量逐月折圖.....	11
圖 2-2-11 2002~2006 年金門地區螢火蟲樣區分布圖.....	13
圖 2-2-12 2004~2006 年金門地區螢火蟲數量逐月折線圖.....	14
圖 2-2-13 2002~2006 年金門地區三棘蠶樣區分布圖.....	15
圖 2-2-14 2002~2006 年金門地區三棘蠶數量逐月折圖.....	16
圖 2-2-15 2002~2006 年金門地區鸕鶿樣區分布圖.....	17
圖 2-2-16 2002~2006 年金門地區鸕鶿數量逐月折線圖.....	17
圖 2-2-17 2002~2006 年金門地區栗喉蜂虎樣區分圖.....	18
圖 2-2-18 2002~2006 年金門地區栗喉蜂虎數量逐月折圖.....	19
圖 2-2-19 2004~2006 年金門地區黑翅鳶樣區分布圖.....	20
圖 2-2-20 2004~2006 年金門地區黑翅鳶各監測地點數量逐月折圖.....	21
圖 2-2-21 2004~2006 年金門地區黑翅鳶數量百分圖.....	22
圖 2-2-22 2004~2006 年金門全區黑翅鳶監測地點逐月折線圖.....	22
圖 2-2-23 2002~2006 年金門地區水獺樣區分圖.....	23
圖 2-2-24 2002~2006 年金門地區水獺排遺數量逐月折線圖.....	24
圖 2-3-1 20 平方公尺樣區示意圖.....	26
圖 2-3-2 逐區調查路線示意圖.....	26
圖 2-3-3 樣區劃分示意圖.....	27
圖 2-3-4 IMA 穿越線示意圖.....	37
圖 2-3-5 IMA 穿越線樣點示意圖.....	37
圖 4-2-1 2007 年金門地區掉落式陷阱樣區位置圖.....	63
圖 4-2-2 2007 年金門地區掉落式陷阱螞蟻捕獲種類比較圖.....	64
圖 4-2-3 2007 年金門地區掉落式陷阱螞蟻捕獲數量比較圖.....	64
圖 4-2-4 2007 年金門地區螞蟻捕獲種類月變化折線圖.....	65
圖 4-2-5 2007 年金門地區螞蟻捕獲數量月變化折線圖.....	66
圖 4-2-6 2007 年金門地區螞蟻捕獲種類物種累計曲線圖.....	66
圖 4-2-7 2007 年金門地區螞蟻的 MDS 散佈圖.....	67

圖 4-2-8 2007 年金門地區蜘蛛捕獲種類月變化折線圖	68
圖 4-2-9 2007 年金門地區蜘蛛捕獲數量月變化折線圖	68
圖 4-2-10 2007 年金門地區蜘蛛捕獲種類物種累計曲線圖	69
圖 4-2-11 2007 年金門地區蜘蛛的 MDS 散佈圖.....	69
圖 4-2-12 2007 年金門地區日間穿越線蝴蝶群聚調查樣區位置圖	71
圖 4-2-13 2007 年金門地區蝴蝶調查數量月變化折線圖	72
圖 4-2-14 2007 年金門地區蝴蝶調查種類數月變化折線圖	72
圖 4-2-15 2007 年金門地區蝴蝶調查種類物種累計曲線圖	73
圖 4-2-16 2007 年金門地區蝴蝶群聚 MDS 散佈圖.....	73
圖 4-2-17 2007 年金門地區日間穿越線鳥類群聚調查樣區位置圖	75
圖 4-2-18 2007 年金門地區鳥類調查數量月變化折線圖	76
圖 4-2-19 2007 年金門地區鳥類調查種類數月變化折線圖	76
圖 4-2-20 2007 年金門地區鳥類調查所獲種類物種累積曲線	77
圖 4-2-21 2007 年金門地區鳥類群聚 MDS 散佈圖.....	77
圖 4-2-22 2007 年金門地區植群定點監測.....	78
圖 4-2-23 2007 年金門地區監測地點定位.....	78
圖 4-2-24 2007 年金門地區拍攝照片地點與 GPS 結合	79
圖 4-2-25 2007 年金門地區拍攝照片地點與 GPS 結合	79

摘要

關鍵詞：監測、掉落式陷阱、穿越線、國家公園、金門

一、研究緣起

環境的保育觀念與時俱進，往昔部份學者認為保護區和保留區的管理就是不加以管理，現今多數學者則比較傾向於對保護目標積極的瞭解和合理的管理。金門國家公園自 2002 年起，已經針對其範圍內的 14 種的生物進行長達五年的調查監測，這些資料提供了物種長期研究的寶貴資訊，但是所能提供的管理決策則較欠缺；因此，本研究認為應就過去五年的調查資料，進一步的整合和數據分析，提供生物調查方式和時間等的精簡策略；另外，也應援引國外對生物環境的經驗，特別是在審慎的汰選研究對象物種和合理且省工之監測技術。

二、研究方法與過程

本計畫乃基于金門國家公園過去累積的基礎資料，參考國內以及金管處使用的物種調查方法，並依據臺灣現行鳥類、螞蟻、蝶類、哺乳動物、植物等調查標準方法，參考國際為監測生物多樣性所採行的方法 (Tropical Ecology, Assessment and Monitoring (TEAM) protocol, 2005) 以及金門國家公園生態環境監測架構之建立 (陳章波 2000)，選擇出最有效且適合於金門國家公園內操作的模式，並進行連年資料整理與分析，針對過去長期監測的物種進行可行性檢討並修正，選取最適方法後，在金門地區進行現場調查試驗，修正方法至適合在金門地區操作，提供新的可能監測物種的監測資料和技術。將所有樣本以 EstimateS (Ver.8.0) 程式製作物種累積曲線與採用 Primer (V5.2) 軟體以多元尺度法 (MDS) 排序分析，並進行樣區的相似度分析 (ANOSIM) 進行群聚分析，以期能獲得對環境具有代表性的有效方法，並試建議最佳的監測時間。

三、重要發現

金門地區植群的調查方法，以定面積監測方法可以節省人力並有效了解稀有物種消長狀況。昆蟲監測可新增加螞蟻的監測，針對蝴蝶與螢火蟲中的目標種，可以採用標示再捕法估算族群數量；蝴蝶監測適合調查期間為每年4月至8月每月1次，螢火蟲的調查需定時定點，建議調查頻度為每年4月至8月每月1次。鳥類監測上，採用樣線調查監測鳥類群聚的效益高於單種調查，可考慮將往年所監測3種鳥類，納入鳥類群聚中進行監測。三棘鸞調查頻度為每年5月至8月每月1次。水獺監測適用目視法，在冬天月份進行監測每月1次，紀錄有無新排遺的出現。地景監測，可採用數位相機(含GPS功能)，環境因子監測除了參考氣象站資料，可新增使用Hobo此儀器得到微環境資料。未來監測的預算編列，可以視需求與能力，按照分析表進行成本預估，並選定需優先關心的地點進行長期的目標生物群監測。

四、主要建議事項

經過實地調查，參考金門國家公園生態環境監測架構之建立(陳章波 2000)並針對TEAM監測手冊提供之方法進行分析評估，建議以物種群聚取代傳統的指標物種監測，可得到較完整的資料來分析環境的變遷，並建議昆蟲及鳥類群聚每5年需進行金門全島全面性的調查，因此與植群一起併入長期監測物種名單，除了下列建議的群聚監測法外，對明星物種可以另外尋找簡易的監測方式。依照短期與長期期程，提出以下建議：

(一)、短期建議：

建議1：金門地區地景監測，建議使用數位相機含GPS功能取代傳統GPS，作為未來監測的方法。

主辦機關：金門國家公園管理處

說明：相機結合 GPS 功能，可大量減省後續資料處理過程，數位相機結合 GPS 功能立即且方便，並能簡單的結合網路的衛星地圖標示，未來所有管理維護人員均可以此有效的監測紀錄。

建議 2：金門地區環境因子監測除了參考氣象站資料，可使用 Hobo 溫、溼度紀錄儀器得到監測物種的微環境資料，可提供較精確的數據資料在氣候與生物關係上，未來更可待進一步進行模式分析。

主辦機關：金門國家公園管理處

說明：由於缺乏環境資料，使得歷年生物調查資料難以進行進一步的分析，儘管記錄到族群數量的變動，也很難察覺出真正的原因，未來相關的生物監測研究，均宜先考慮同時搭配進行的環境因子測量，Hobo 由於方便便宜，建議的所有監測物種經由分析評估後，只需 9 台 Hobo (69,072 元)即可取得監測棲地的逐時溫、溼度資料。

建議 3：金門地區監測物種，宜新增加螞蟻的監測，以掉落式陷阱為最適監測方式，並以離心管型式的陷阱為最佳，建議調查頻度為夏天月份，地點則因對螞蟻來說環境同質性高，可較為主觀的選取樣區後定點實施。

主辦機關：金門國家公園管理處。

協辦機關：當地 NGO 或志工、聘請短工、鑑定則委託專人。

說明：目前以螞蟻作為環境生態的相關研究結果顯示，螞蟻群聚組成與棲所環境狀態之間有很大的關連性 (潘建安 2002)，螞蟻監測方法月成本分析合計人事與材料費用，離心管掉落式陷阱取樣的生物監測淨成本為 71,206 元 (1 人/次)，為最節省人力與經費的方法，建議於每年 5 至 9 月的夏天月份每月取樣 1 次。

建議 4：金門地區蝴蝶監測，適用穿越線調查方式，建議調查期間為春夏月份每月 1 次；如只針對黃邊鳳蝶單一物種調查，可以採用標誌再捕法估算族群數量。

主辦機關：金門國家公園管理處。

協辦機關：當地 NGO 或志工。

說明：經過實地調查評估分析得知，金門地區蝴蝶群聚監測最適合最省工的方法為穿越線調查法，生物監測淨成本為 19,560 元 (1 人/次)，因此建議每年 4 至 8 月可進行 1 次穿越線調查。並建議將往年監測的目標物種黃邊鳳蝶納入蝴蝶群聚監測中，如要進行黃邊鳳蝶單一物種監測，可以考慮採用標誌再捕法監測並估算族群。

建議 5：夜間的螢火蟲調查需定時定點，選取無光害地點定時調查為佳，且避開滿月時間，依歷年調查分析結果與現場調查資料，建議調查頻度為每年 4 月至 8 月共 5 個月，每月 1 次。

主辦機關：金門國家公園管理處。

協辦機關：當地 NGO 或志工。

說明：人力資源若能由國家公園主導，並交由當地的志工與 NGO 共同參與，應該能有效節省成本並兼顧到長期性與永續性，而經由實地調查估計，螢火蟲應該選取較無開發的樣區，每年 4 至 8 月的發生季節每月 1 次進行夜間穿越線調查，生物監測淨成本為 16,600 元 (1 人/次)。

建議 6：若時間經費有限，可考慮使用穿越線調查法，進行陵水湖或慈湖與中山林或五虎山鳥類群聚調查取代單一物種調查，並可考慮將以往調查的 3 種鳥類納入鳥類群聚監測中監測。

主辦機關：金門國家公園管理處。

協辦機關：當地 NGO 或志工。

說明：因為分析一個地區的鳥類群聚，為了解該地棲地品質及生物相特性的基本方法，也是進行環境監測時的重要指標 (劉小如 1999)，因此建議調查鳥類群聚取代以往單一物種監測，而依照野外調查試驗與監測方法評估分析，穿越線調查法與定點計數法可以合併進行，生物監測淨成本為 47,320 元 (1 人/次) 為最適及最省工之方法，而每月 1 次調查鳥類群聚之餘，並可針對原先監測的 3 種鳥類個別計數，可以召集當地 NGO 來協助進行調查。

建議 7：金門地區水獺監測方法為目視法，藉以了解其主要活動區域，調查頻度為每年冬天月份每月 1 次。

主辦機關：金門國家公園管理處。

協辦機關：當地 NGO 或志工。

說明：從生物監測淨成本分析，自動照相機監測為 187,960 元 (1 人/次)，目視法為 14,700 元 (1 人/次)，無線電追蹤法為 140,660 元 (3 人/次)，分子技術為 120,100 元 (2 人/次)，因水獺沒有可供辨別的特徵，所以相片的紀錄只能了解其主要活動頻度以及活動區域，而目視法也可達到此項效果，為最節省人力與經費的方法，不但可以節省經費且在後續資料處理上也較符合統整的便利性，建議每年 12 月到翌年 3 月進行，惟若要了解水獺族群的詳細分布情形，建議另案委託。

(二)、中長期建議：

建議 8：在植群的調查方法上，採用監測定面積，做為金門地區植群監測方法，未來若使用此種方法，建議進行全年調查頻度為每月 1 次。

主辦機關：金門國家公園管理處。

協辦機關：在地 NGO 或志工。

說明：根據評估分析表，以每月進行 1 次定面積監測最適合金門地區，生物監測淨成本為 85,320 元，選擇此監測方法不但可以節省人力並有效紀錄稀有物種的消長狀況。而同時國家公園管理單位針對稀有的水生植物應該考慮進行域外保存計畫。

建議 9：三棘鱯海洋生物監測，建議本項目由水試所主導，金門國家公園配合其監測工作。

主辦機關：金門縣政府水試所。

協辦機關：金門國家公園管理處。

說明：由於金門國家公園缺乏相關海洋或動物職系人員，海洋生物監測有專業缺乏的問題，因此本項目建議由水試所主導，金門國家公園配合其監測工作。

建議 10：外來種的植物與動物，因為涉及監測目標物的不確定性，應採取另案委託，或是與防檢局合作的方式，共同監測與防杜外來種入侵。

主辦機關：農委會防檢局。

協辦機關：金門國家公園管理處。

說明：儘管以物種群聚監測取代單一物種監測，對於外來物種的發現效果較佳，但外來物種仍是一個金門地區必須投注更多心力去正視的問題。外來種問題對兩岸的影響甚鉅，兩岸小三通的過程中，無意或有心引入的外來入侵種可能造成金門地區的嚴重危害，因此透過兩岸物種名錄的建立，兩岸智庫的建立，以及重要目標入侵物種的監測是非常重要的議題。

建議 11：在監測生物群聚的同時，多方量取該棲地的環境因子，經過 3 至 5 年後，可以將生物群聚與所有環境因子進行群聚分析，以獲得最具某些棲地環境因子代表性的物種。

主辦機關：金門國家公園管理處。

協辦機關：學術單位。

說明：如果能有長期而穩定，正確而完整的野外調查資料，相關的分析可以尋求學術單位的協助，非常簡單有效的運算出各棲地代表性的物種，每 5 年左右可以尋求學術單位的合作與協助。

ABSTRACT

Keywords : monitor 、 pitfall trap 、 transect 、 National Park 、 Kinmen

Investigating the resource of living being is one of essential program of Kinmen National Park since 1995. Moreover, five years long-time monitoring research project, the “Long-time environmental monitoring of Kinmen National Park”, was carried out from 2002 to 2006. Distribution and dynamic community data of 14 species was resulted after the program. Such program is painstaking and the results contribute the manager, however, it cost too much time and manpower. We want to suggest the effective methods and efficient operation. The aims of our project are: One, analysis the data of past 5 years, to ensure the best sampling quality, efficient time interval, and less manpower during an annual investigate. Second, introducing the new monitoring technique and renewing the indicator species. Finally, applying the monitoring project in Kinmen area, then transfer these knowledge and skill to the management of National Park. According to the analysis of the monitoring project in Kinmen area , we suggest monitoring population for butterfly and aves items will be better than only monitor single species . Because Ant is an adequate indicator to monitoring, we hope that we can add the item in the project.

第一章、緒論

第一節、研究主題

金門國家公園自 1995 年成立以來，即針對區內生物資源進行普查與研究，其中為能有效進行物種的登錄與管理，自 2002 至 2006 年起連續 5 年執行「金門國家公園環境長期監測計畫」，並獲得各「指標物種」的分布與族群動態資料。本計畫擬對金門國家公園過去 5 年委託監測所得的物種資料進行分析，針對時空和物種評估其投資與效益，據以建置研究系統、架構與流程，協助國家公園管理單位自行進行監測與評估。

第二節、研究緣起

環境的保育觀念與時俱進，往昔部份學者認為保護區和保留區的管理就是不加以管理，現今多數學者較傾向對保護目標積極調查研究和合理的管理。因此發展出生物資源調查的技術和方法，從而瞭解管理區域內物種的性質和數量；然而，由於客觀的物理、化學和生物因子並非恆常，生物的種類和數量也因而隨時間變化，為求確認環境政策的執行效果，預知在全球氣候變動下的影響，對生物的逐時調查變得十分重要。而在節約資本和人力的因素下，僅由少數的物種變化推知整個生態系的變動，物種監測成為環境管理單位了解環境狀況的有效管理方針。

金門國家公園自 2002 年起，已經針對其範圍內的 14 種的生物進行長達 5 年的調查監測，這些資料提供了物種長期研究的寶貴資訊，但是所能提供的管理決策則較欠缺；因此，本研究認為應就過去 5 年的調查資料，進一步的整合和數據分析，提供生物調查方式和時間等的精簡策略；另外，也應援引國外對生物環境的經驗，特別是在審慎的汰選研究對象物種和合理且省工之監測技術。

第三節、預期目標

1. 整理往年監測物種調查紀錄，以族群變動的基本資料作為背景值。

經由歷年資料的整理分析，將物種連年資料製作時間與物種折線圖便於了解金門地區歷年物種狀況。

2. 就各項監測物種的監測方法、頻度與月份建議。

經由國內、外現行方法探討、既有資料分析，評估選定有效的監測方式，計算或建議可行的頻度與月份。

3. 經由與管理單位的技術轉移，協助管理單位自行監測。

提出方法後並於廠商訪價計算出所需金額，供給管理單位自行監測的預算與人力編列參考。

第二章、文獻回顧

第一節、研究背景

「金門國家公園」是台灣第六座成立的國家公園，成立於 1995 年，與台灣其他以保育自然生態為主的國家公園不同，是首座以保育珍貴史蹟及文化資產為主體之國家公園。雖然隨著台海兩岸敵對情勢的轉變，金門前線已於 1992 年 11 月 7 日解除戰地政務，並逐次發展兩岸「小三通」及觀光，然而金門島這個百餘平方公里的島嶼，具有極為脆弱的生態系統，極易受觀光建設與過度人為活動的破壞。

金門國家公園管理處為能有效的執行自然保育工作，除了物種廣泛分布的調查外，並委託進行生態系的長期監測研究，以求掌握重要族群的數量變動，自 2000 年委託進行生態環境監測架構建立後（陳章波與譚志宜 2000），旋即於 2002 年 3 月起連續 5 年，選擇金門鄉土指標性物種，委託研究單位進行環境長期監測之研究（莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005），針對金門稀有、特殊及具代表性的物種和海岸的地質景觀，從事長期持續的觀察監測和影像記錄；經由逐年調查族群大小變化之資料，希冀提供金門國家公園管理處經營管理之參考，裨益研擬保育對策。

上揭計畫在 5 年調查期間，選取指標物種進行監測，包括 6 種植物（食蟲植物：長葉茅膏菜、金錢草、長距挖耳草、絲葉狸藻；稀有植物：桃園草、水韭）、8 種動物（昆蟲：黃邊鳳蝶、條背螢、台灣窗螢；海濱動物：三棘蟹；鳥類：鷓鴣、栗喉蜂虎、黑翅鳶；哺乳類：水獺），而調查頻度則自每 2 週 1 次至 1 個月 1 次不等，累積資料以待進行進一步的統計分析。

該等計畫採用大量的人力進行地毯式的資料收集，雖然可獲得詳細的現場資料，但經由所累計資料，分析後似乎可以更有效率、更省工的選擇監測的方式、對象以及頻度來進行。

有鑑於此，本計畫乃基於金門國家公園過去累積的基礎資料，參考國內以及金管處使用的物種調查方法，並依據臺灣現行鳥類、螞蟻、蝶類、哺乳動物、植物等調查標準方法，參考國際為監測生物多樣性所採行的方法，選擇出最有效且適合於金門國家公園內操作的方法，以達國家公園管理處能自行進行監測管理的目標。

第二節、連年資料整理與分析

整理金門國家公園自 2002 年 3 月起連續 5 年委外辦理的長期監測計畫資料(莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)，區分為下列 12 種物種，包含植物：水韭、桃園草、金錢草、長葉茅膏菜、長距挖耳草；昆蟲：黃邊鳳蝶、螢火蟲；海洋生物：三棘魷；鳥類：鷓鴣、栗喉蜂虎、黑翅鳶；哺乳動物：水獺。標定所有物種調查地點為樣區分布圖，將所有監測資料修改為以每月為基準單位，製作時間與物種折線圖，判讀連年的趨勢。

一、水韭

前 5 年報告中的監測方法為自 2004 年 1 月到 2006 年 10 月，計算所有的水韭植株，調查期間太武山主水域最高族群數量達 400 株左右，最低為 0，水體面積最高為 20m²，最低為 0(圖 2-2-1)，太武山次水域族群數最高約 170 株，最低為 0，族群數量常在 50 株以下，水體面積最高為 5m²，最低為 0(圖 2-2-2)。水韭數量存在年間的消長，冬季時數量銳減，在主水體與次水體間都具有一致性。

此外，更值得注意的是水體面積與水韭間的一致性，水體面積左右了水韭的數量，冬乾水體消失時，水韭可能以孢子型態存在越冬，地上部消失因而數量銳減，進一步分析的結果，水體表面積與水韭株數間的直線迴歸關係存在，水體越大，水韭株數越多（圖 2-2-3, $p < 0.01$ ）。

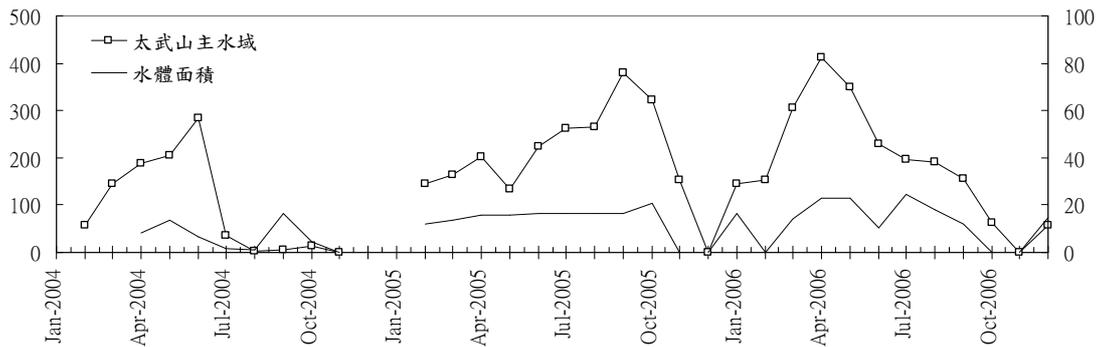


圖 2-2-1 2004~2006 年金門太武山主水域水韭數量與水體面積逐月折線圖
(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

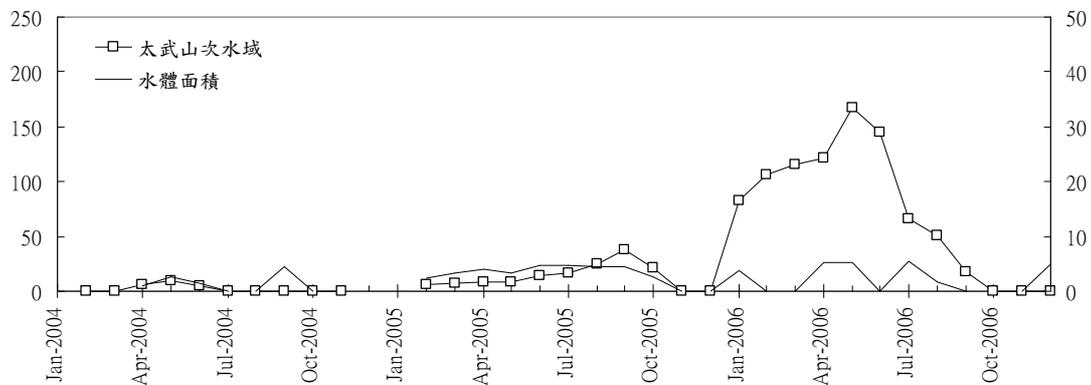


圖 2-2-2 2004~2006 年金門太武山次水域水韭數量與水體面積逐月折線圖
(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

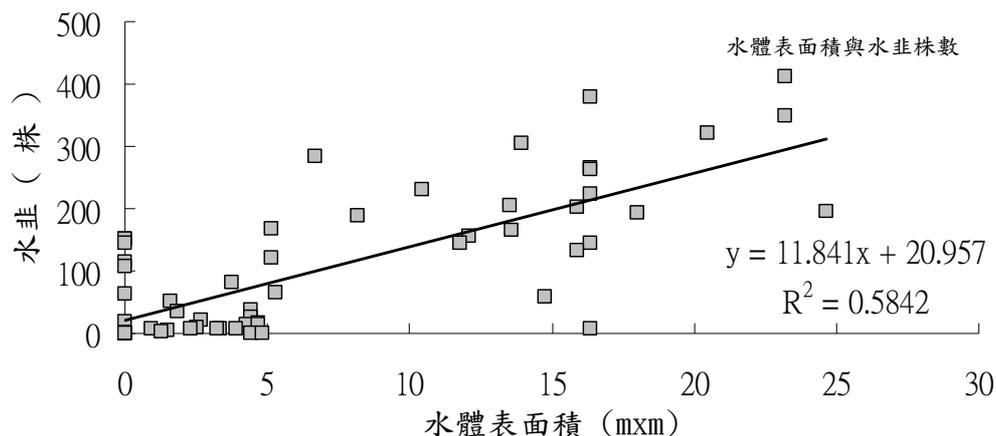


圖 2-2-3 2004~2006 年金門地區太武山水韭數量與水體面積直線迴歸分析圖
(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

二、桃園草

桃園草的監測資料，由 2004 年 1 月累積至 2006 年 10 月，每月至少進行 1 次監測，調查地點分別為田浦的水溝、田中、芭樂園、畦岸，監測時計數全體數量。調查區域中以田中數量最高，最高峰在 2006 年 5 月，數量幾達 25,000 株，其他 3 個區域只有零星數量，全年的數量都在 100 株以下 (圖 2-2-4)。

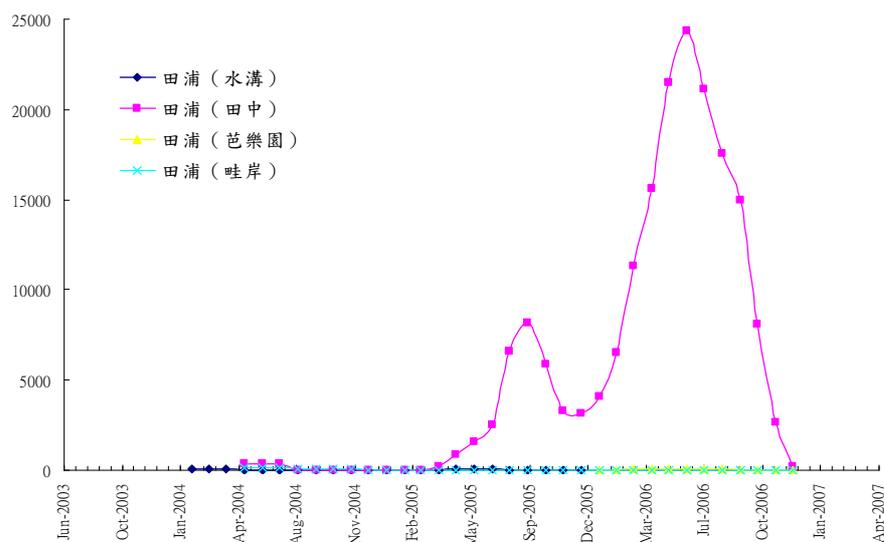


圖 2-2-4 2004~2006 年金門地區桃園草數量逐月折線圖
(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

三、金錢草

金錢草的監測資料，由2004年1月累積至2006年10月，每月進行1次監測，計算取樣區內所有的數量，調查地點分別為田浦A~G點以及林務所。最高峰在田浦G的23,387株，以田浦G和田浦F有較多的族群量(圖2-2-5)。

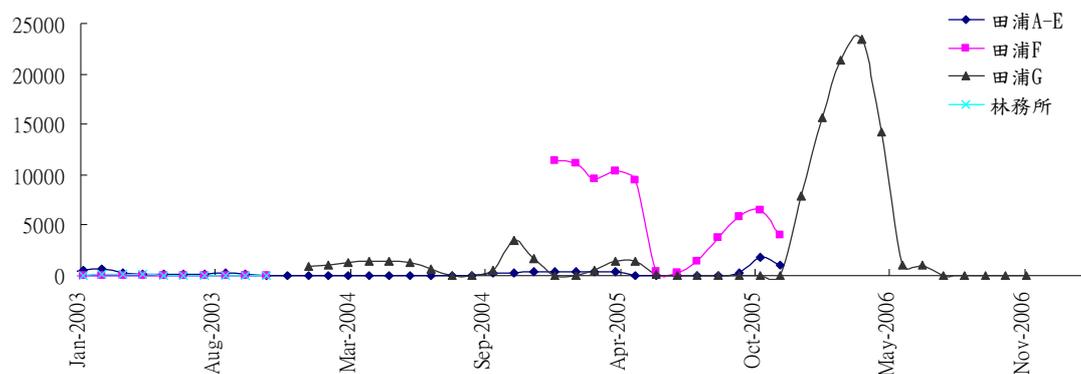


圖 2-2-5 2004~2006 年金門地區金錢草數量逐月折線圖

(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

四、長葉茅膏菜

長葉茅膏菜的監測資料，由2003年1月累積至2006年10月，每月進行1次監測，調查地點分別為田浦A~G點以及林務所。以田浦G、田浦E和田浦D的族群量較高，其中田浦在2006年2月有152株最多(圖2-2-6)。

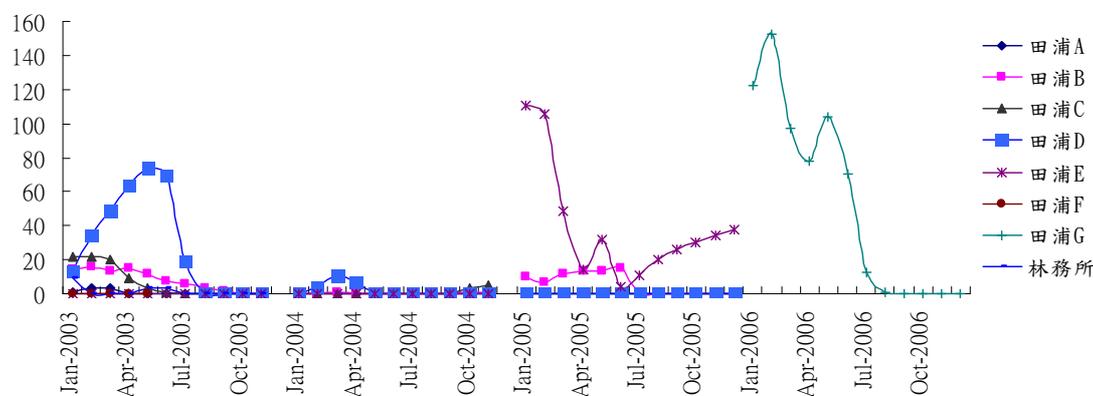


圖 2-2-6 2004~2006 年金門地區長葉茅膏菜數量逐月折線圖

(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等

2004、2005)

五、長距挖耳草

長距挖耳草的監測資料，由2004年1月累積至2006年10月，每月進行1次監測，調查地點分別為田浦A~H及林務所。田浦G的族群量較多，2006年9月計數到200株(圖2-2-7)。

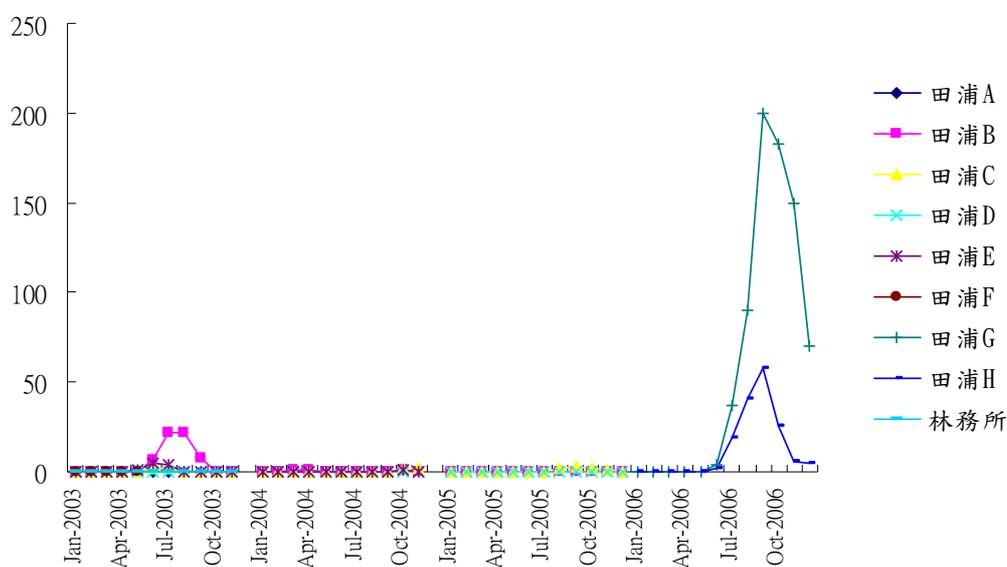


圖 2-2-7 2004~2006 年金門地區長距挖耳草數量逐月折線圖

(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

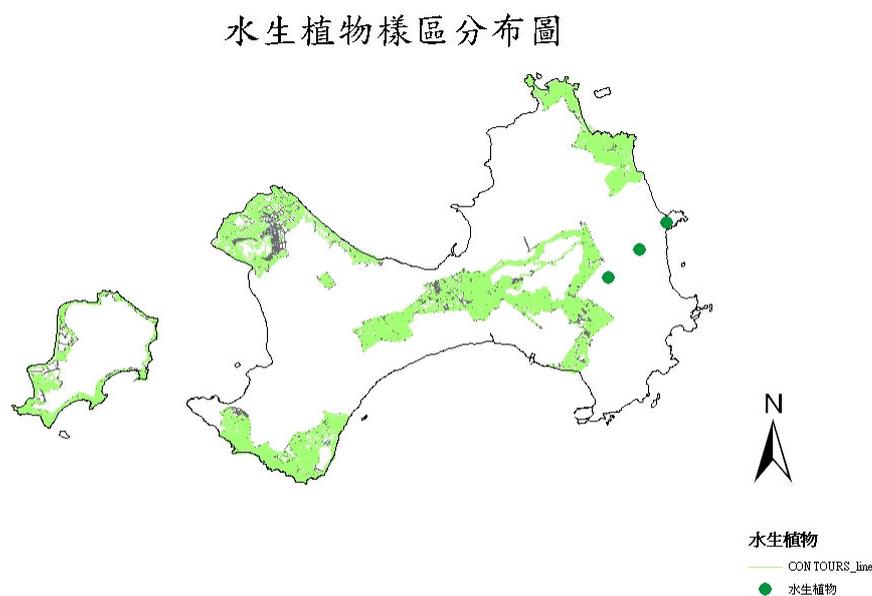


圖 2-2-8 2002~2006 年金門地區水生植物樣區分布圖
(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

綜合以上所有植物資料顯示，5 種水生植物都只分布在固定區域，並且依其生育地而有生長旺盛年的差異，2006 年的生長數量比較多且多分布在田浦 G，推測是水域面積以及氣候的影響，然而缺乏連年在地的環境資料，因而難以釐清環境因子的影響並進一步分析。

六、黃邊鳳蝶

黃邊鳳蝶的監測資料，由 2002 年 3 月累積至 2006 年 10 月，監測期間為每年 3 月至 10 月，每月進行 2 次監測，調查方式為穿越線調查法，歷年調查地點有中山林、五虎山、太武山、太武苗圃、梁山、魯王墓 (圖 2-2-9)。

2002 年監測地點有中山林、太武苗圃、五虎山、太武山 4 處，2003 年刪

除太武苗圃監測地點，新增魯王基地點，2004 年新增梁山監測地，2005 年刪除太武山監測地點，新增太武苗圃監測地點。

統計分析上將每個月 2 次調查紀錄取平均，分析 6 處資料可發現，2004 年 7 月於中山林發現平均數量 (18 隻) 為最多，2004、2005、2006 年可發現數量在 5 月至 7 月時高於其餘月份。五虎山與太武山在 2002、2003 的 6 月至 7 月，數量有稍高於其他月份，其餘月份發現數量最多為 1 隻或 0 隻。於 2004 年增設梁山監測點，於 2004 年 6 月及 8 月數量較多於其他月份，但 2005 年和 2006 年沒有發現鳳蝶。魯王基於 2003 年 6 月監測的數量為最多，2004 年至 2006 年鮮少發現鳳蝶 (圖 2-2-10)。

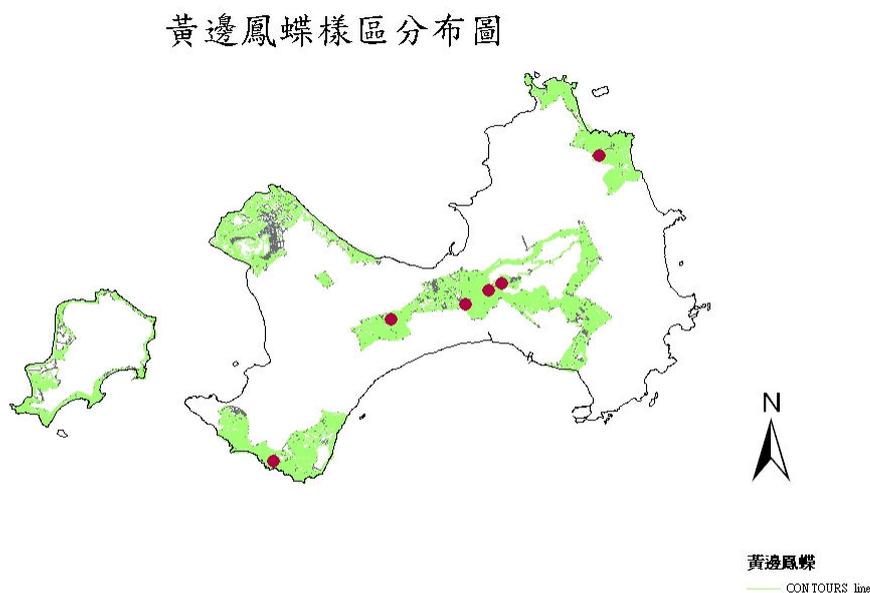


圖 2-2-9 2002~2006 年金門地區黃邊鳳蝶樣區分布圖
(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

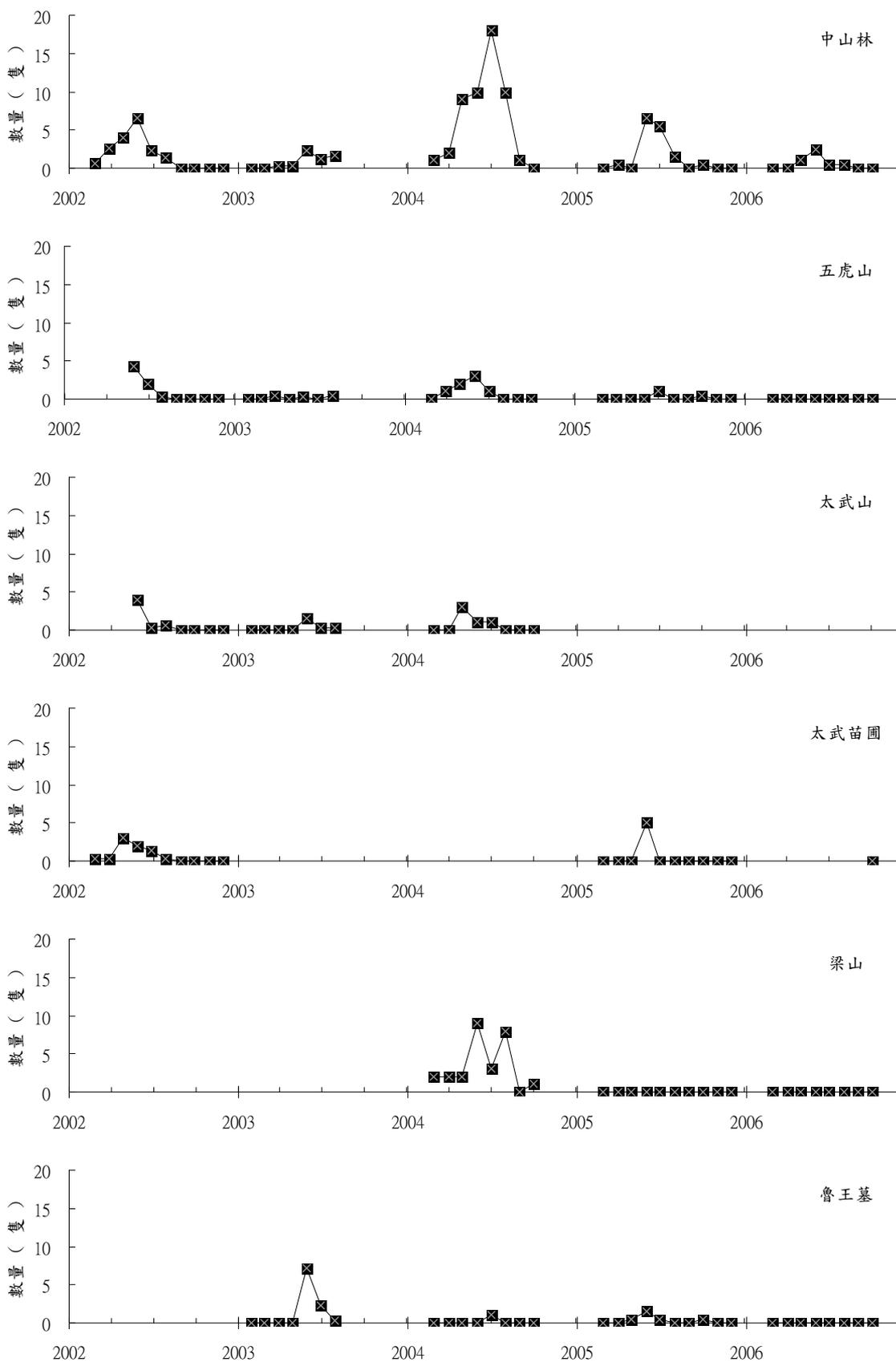


圖 2-2-10 2002~2006 年金門地區黃邊鳳蝶數量逐月折線圖

(資料來源:莊西進與周志強 2006,莊西進與許永面 2002、2003,莊西進等 2004、2005)

七、螢火蟲

螢火蟲的監測資料由 2004 年 4 月累積至 2006 年 10 月，監測期間為每年 4 月至 10 月，每月進行 1 或 2 次監測，調查方式為穿越線調查法，調查地點有雙鯉湖、南山林道、老爺山莊、中山林、金門空大 (圖 2-2-11)。

螢火蟲為 2004 年新增監測的監測物種，監測地點為中山林、雙鯉湖、老爺山莊等 3 處，2005 年新增南山林道監測地點，2005 年新增金門空大監測地點。

統計分析上，若此月有 2 次調查紀錄則取平均值，從統整資料可發現，金門地區的螢火蟲每年會有 2 個高峰期，推測可能為條背螢和台灣窗螢的主要發生期不同所造成。

雙鯉湖於 2006 年 6 月發現的數量 (19.5 隻) 為此監測地點歷年最多，而南山林道則於 2006 年 7 月發現的數量 (16.5 隻) 為最多。老爺山莊在 2004 年有監測資料，且發現最高峰為當年的 7 月 (12.5 隻)，但 2005 年之後就沒有再發現螢火蟲的蹤跡。中山林在 2004 與 2005 年高峰期發現數量多低於 2 隻，而 2006 年高峰期可達 5.5 隻，金門空大於 2006 年整年發現的螢火蟲數量僅有 2 隻 (圖 2-2-12)。

螢火蟲樣區分布圖

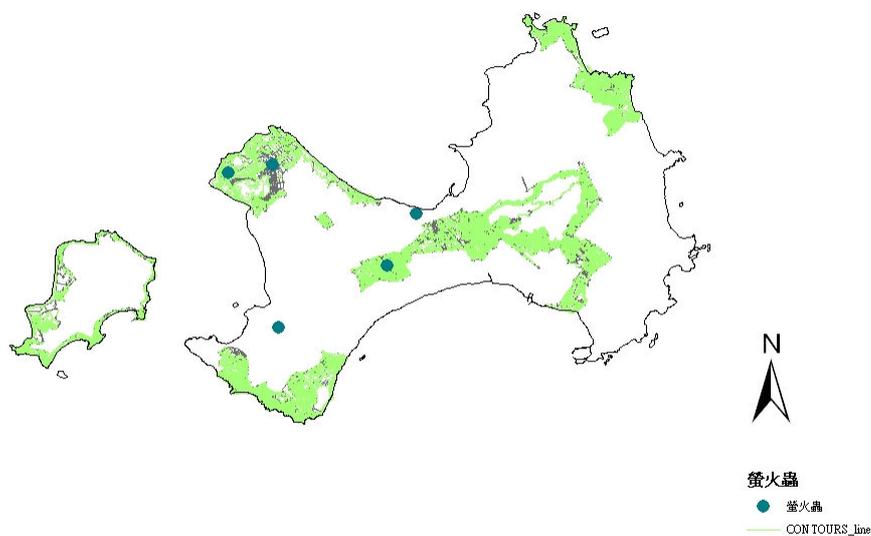


圖 2-2-11 2002~2006 年金門地區螢火蟲樣區分布圖

(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

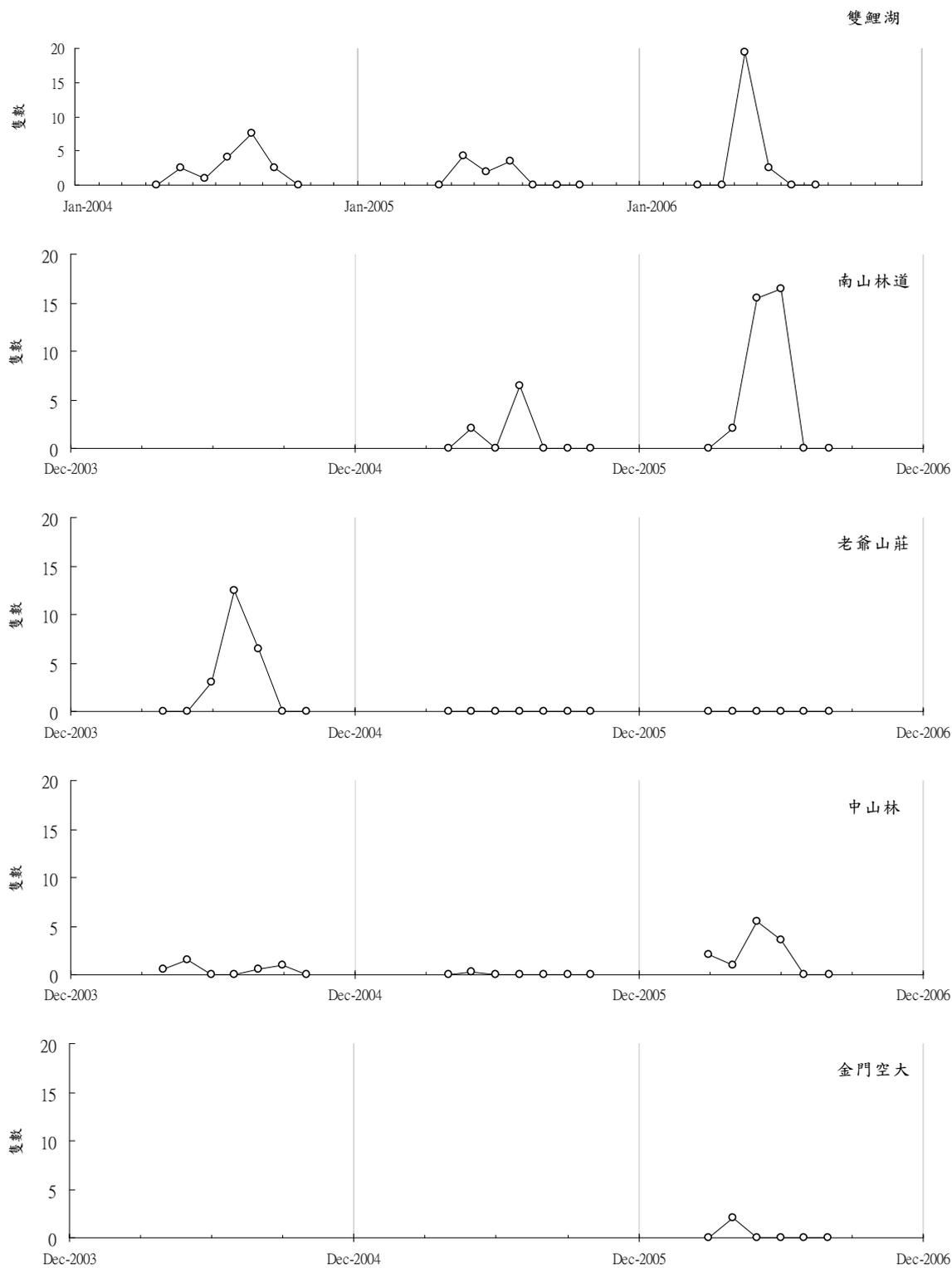


圖 2-2-12 2004~2006 年金門地區螢火蟲數量逐月折線圖

(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

八、三棘鸞

三棘鸞的監測資料，自 2002 年 1 月累積至 2006 年 10 月，監測期間為每年 1 月至 12 月，每月進行 1 次監測，調查方式為穿越線調查，由高潮線垂直海岸線至低潮線設置 1 條穿越線，每隔 20 公尺，調查垂直此穿越線左右各約 5×5 公尺範圍內的稚鸞數量，調查地點分別為北山、南山，2003 年新增夏墅觀察點 (圖 2-2-13)。

觀察歷年的資料可發現，於每年 5 月及 6 月為三棘鸞數量的高峰期，此 3 個監測地點，以夏墅發現的數量最多且較為穩定，2005 年高峰期可達 100 隻。南山監測地點於 2004 年後數量呈現明顯下降，2004 年高峰期可達 46 隻為歷年最多，到了 2006 年全年僅發現 3 隻。北山 2004 年 6 月高峰期為歷年最高 (74 隻)，之後高峰期的數量則有逐年下降的趨勢 (圖 2-2-14)。

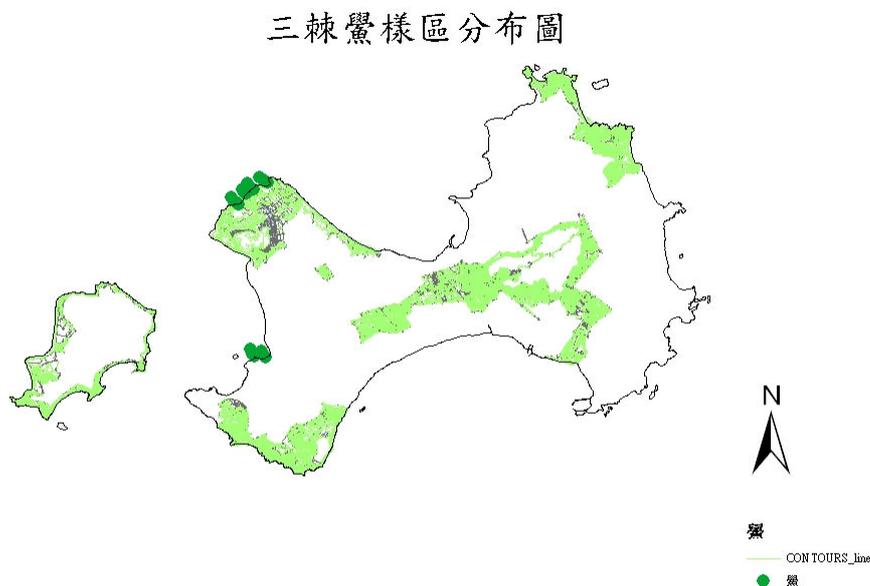


圖 2-2-13 2002~2006 年金門地區三棘鸞樣區分布圖

(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

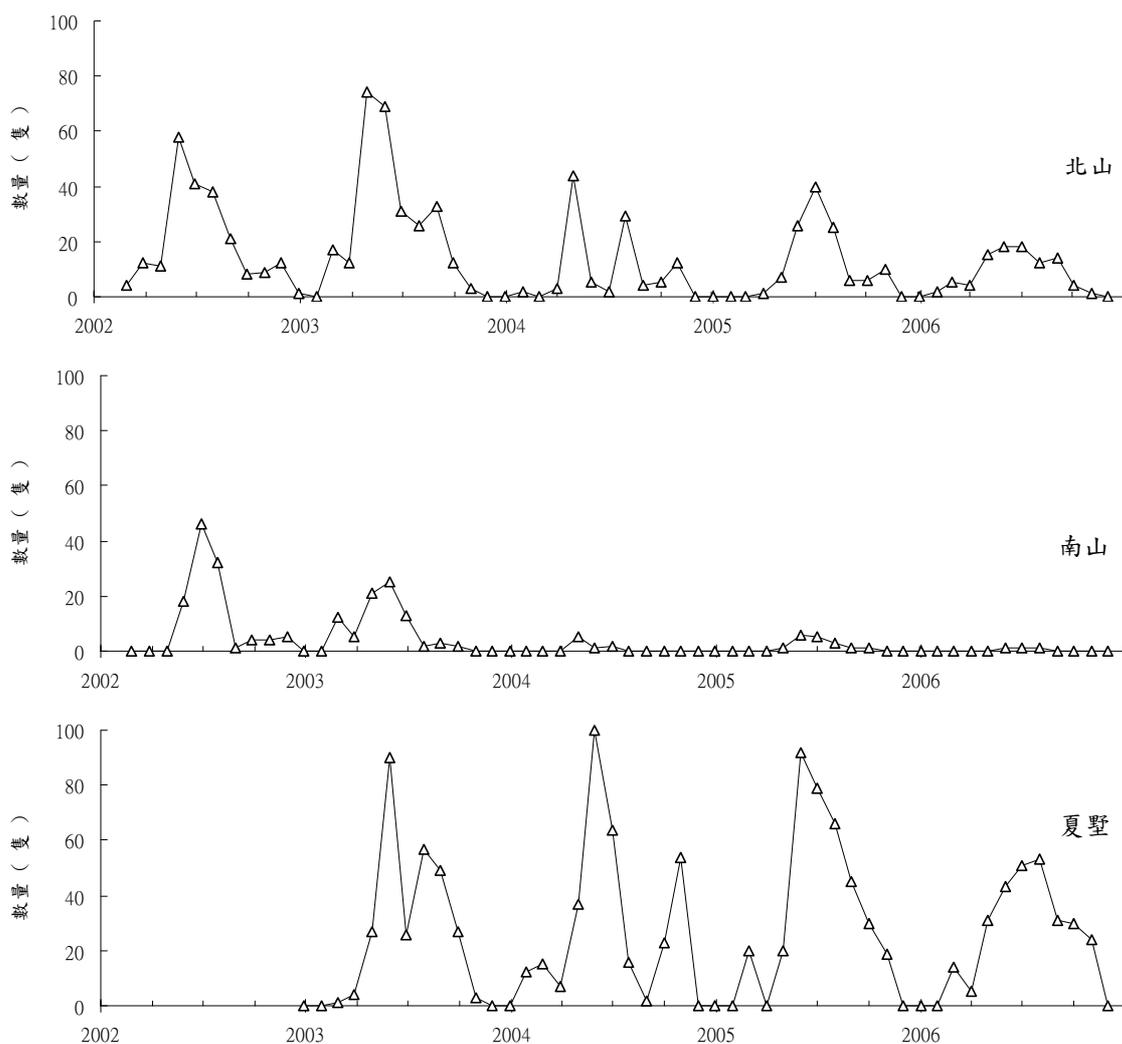


圖 2-2-14 2002~2006 年金門地區三棘鯊數量逐月折線圖

(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

九、鷓鴣

鷓鴣的監測資料，由 2002 年 1 月累積至 2006 年 10 月，每月進行 1 次監測，調查方式為定點計數法，調查地點分別為慈湖、太湖、小太湖 (圖 2-2-15)。

由歷年資料可發現，每年的 12 月至隔年 1 月為鷓鴣高峰期，慈湖為鷓鴣最大集聚地點，在慈湖監測地點，鷓鴣數量最多為 2006 年 1 月達到 9,847 隻為歷年最多，每月數量呈穩定的波動。太湖地區則以 2004 年 1 月 575 隻為歷年最多 (圖 2-2-16)。

鷓鴣樣區分布圖

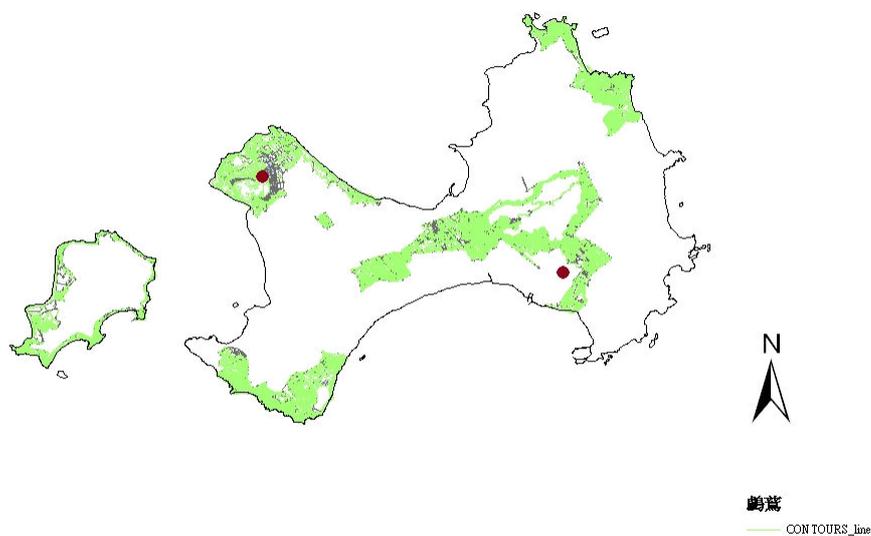


圖 2-2-15 2002~2006 年金門地區鷓鴣樣區分布圖

(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

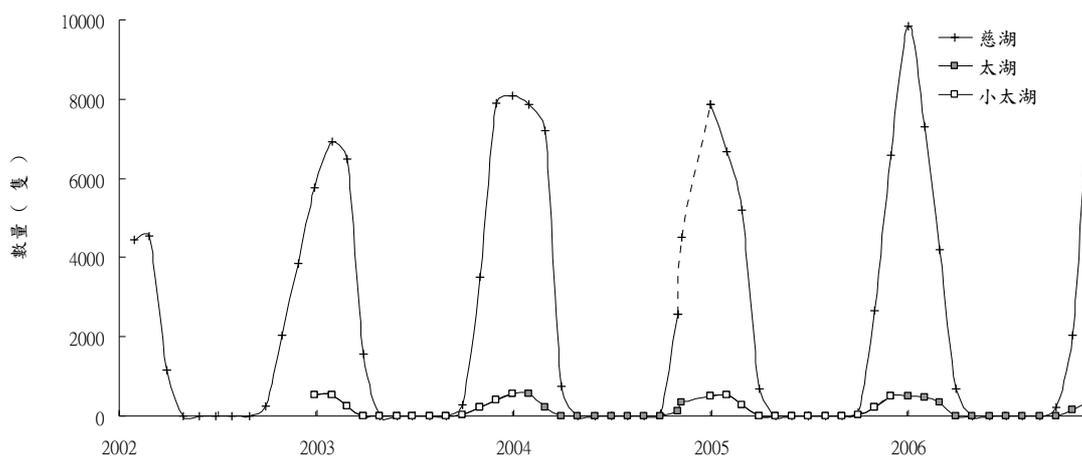


圖 2-2-16 2002~2006 年金門地區鷓鴣數量逐月折線圖

(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

十、栗喉蜂虎

栗喉蜂虎的監測資料，由 2002 年累積至 2006 年，調查時間為每年 3 月至 10 月每月進行 1 次監測，調查方式為定時定點目視計數法，調查地點分別后沙、金龜山、后壠 (圖 2-2-17)。

由數量月分布圖可發現栗喉蜂虎於每年 6 月及 7 月，發現的數量會低於此期間前後的月份，推測此期間為栗喉蜂虎主要繁殖期所造成，在監測地點數量的分布上，2003 年至 2006 年金龜山所觀察的數量明顯高於其他兩處監測地點 (圖 2-2-18)。

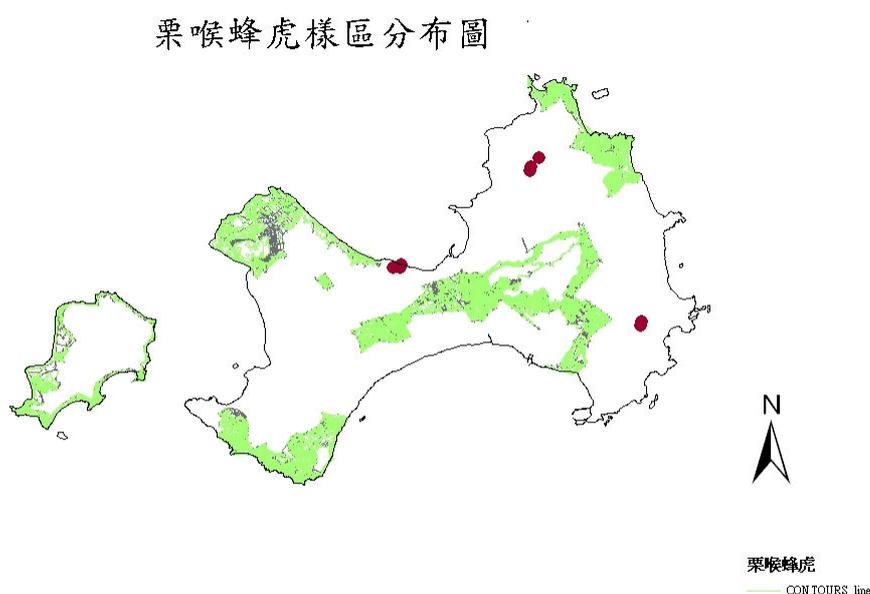


圖 2-2-17 2002~2006 年金門地區栗喉蜂虎樣區分布圖

(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

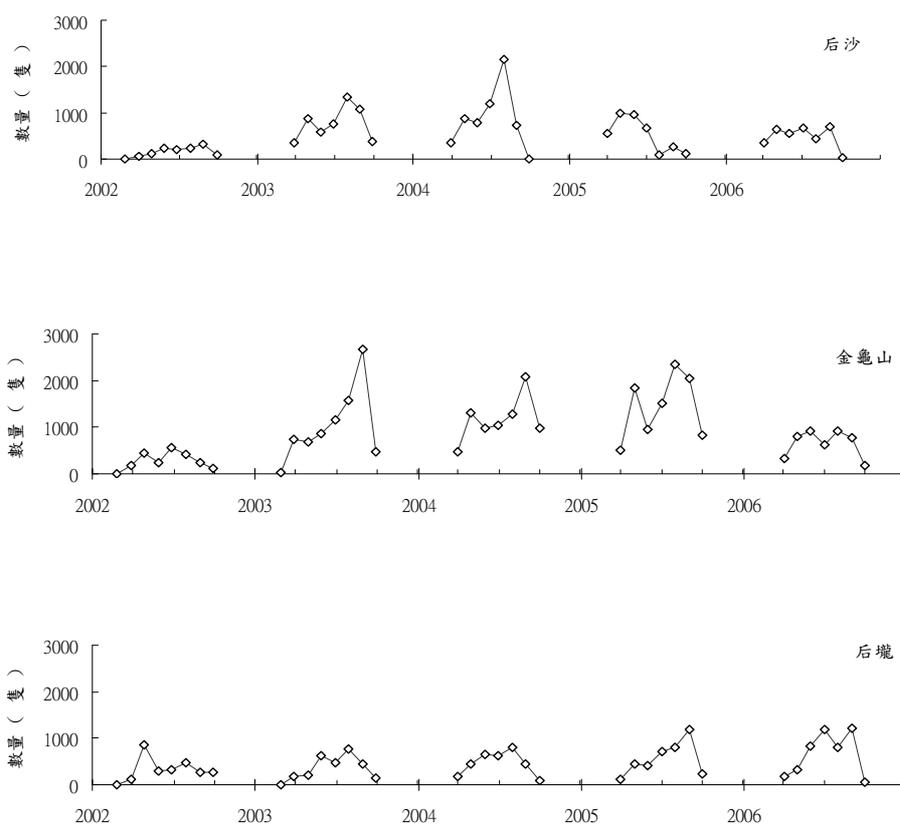


圖 2-2-18 2002~2006 年金門地區乘喉蜂虎數量逐月折線圖

(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

十一、黑翅鳶

黑翅鳶的監測資料，由 2004 年 1 月累積至 2006 年 10 月，每月進行 1 次監測，調查地點以 A~H 區域為區分 (圖 2-2-19)。

依黑翅鳶數量月分布圖資料可發現 (圖 2-2-20)，A 區~D 區夏季月份有一高峰，E 區~H 區數量分布上則無明顯波動，監測地點以 A 區所發現的數量佔全體數量的 31%，為發現黑翅鳶次數最高區域，其次為 B 區 15%，D 區 14% (圖 2-2-21)，在歷年調查發現黑翅鳶數量總和有每年下降之趨勢 (圖 2-2-22)。

黑翅鳶樣區分布圖

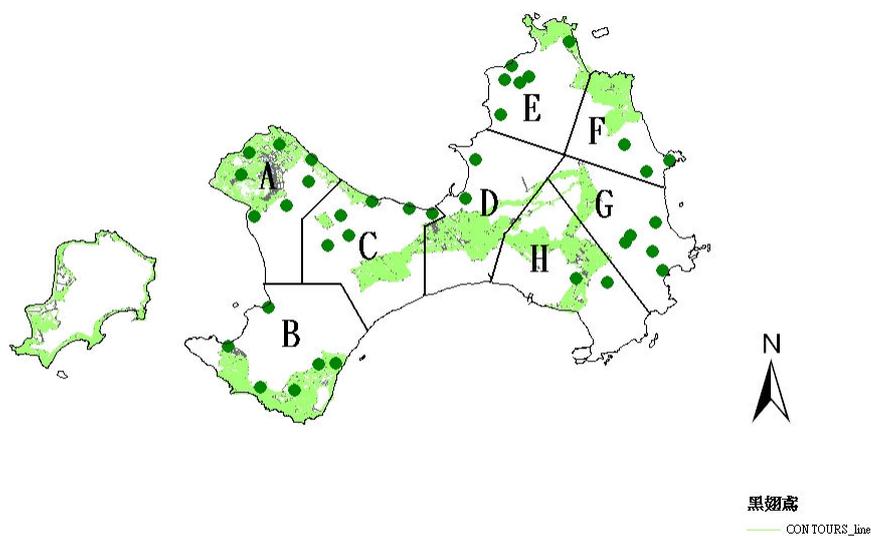


圖 2-2-19 2004~2006 年金門地區黑翅鳶樣區分布圖
(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

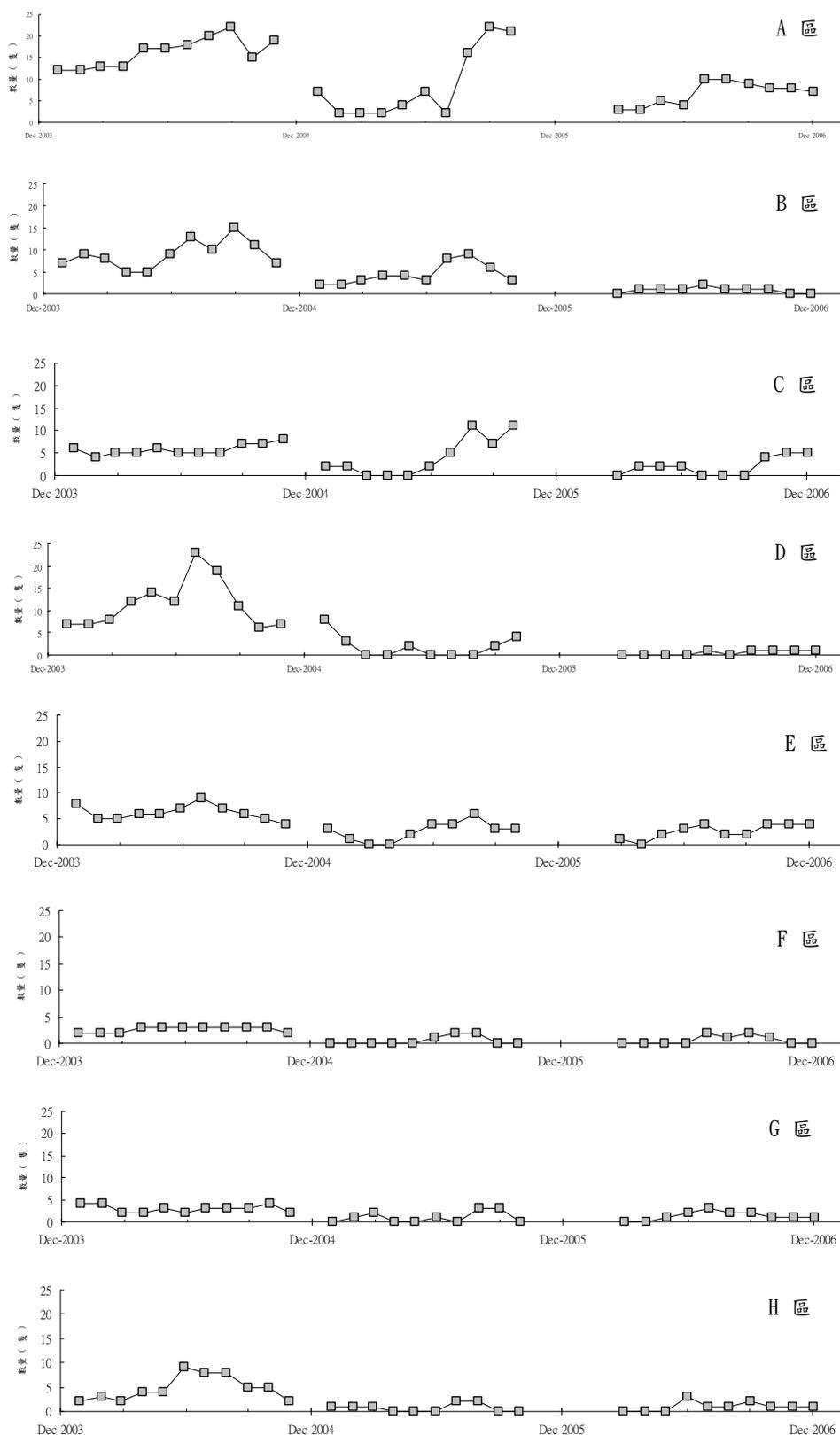


圖 2-2-20 2004~2006 年金門地區黑翅鳶各監測地點數量逐月折線圖
 (資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

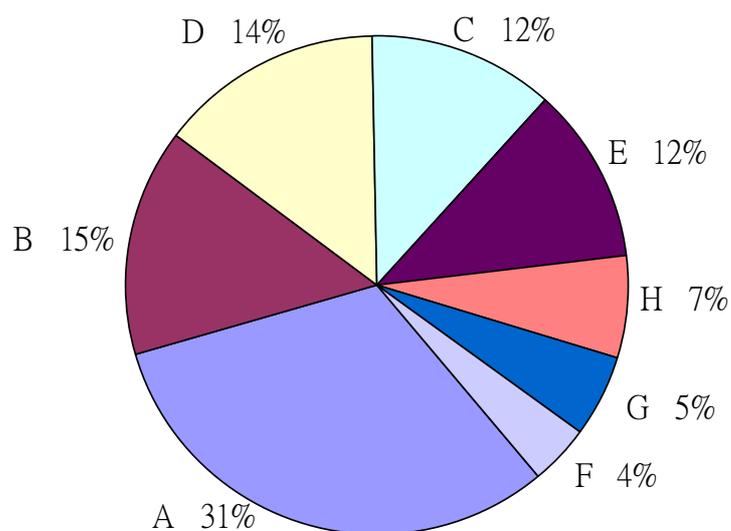


圖 2-2-21 2004~2006 年金門地區黑翅鳶數量百分比圖

(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

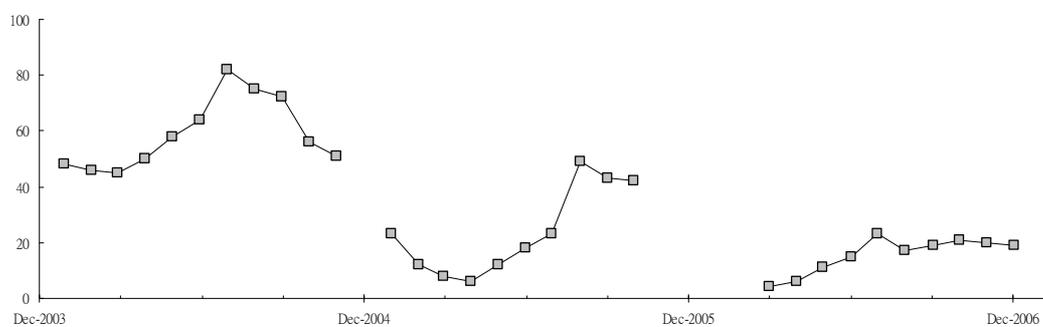


圖 2-2-22 2004~2006 年金門全區黑翅鳶監測地點逐月折線圖

(資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

十二、水獺

水獺的監測資料，由 2002 年 1 月累積至 2006 年 10 月，每月進行 1 至 2 次監測以及隨機調查，調查方式為目視痕跡調查法 (排遺、足跡)，調查地點分別為古崗湖、榮湖、雙鯉湖、田浦水庫、太湖、前埔溪、蘭湖。2002 年只有雙鯉湖監測地點，2003 年新增古崗湖、太湖、榮湖、田浦水庫、田浦溪 (田浦、田埔、后壠溪) 等 5 處，2004 年新增蘭湖，2005 年刪除蘭湖與田浦溪 2 處監測地點 (圖 2-2-23)。

統計分析歷年調查的排遺數量，發現水獺在雙鯉湖監測區域，歷年在月份上很平均且最為穩定。古崗湖監測地點在 2003、2004、2005 年 1 月至 3 月有逐漸上升的趨勢及有明顯高峰，榮湖則是於 2003 年 1 月至 3 月有逐漸上升的趨勢及有高峰期，此兩處有別於其他地點的分布曲線 (圖 2-2-24)。

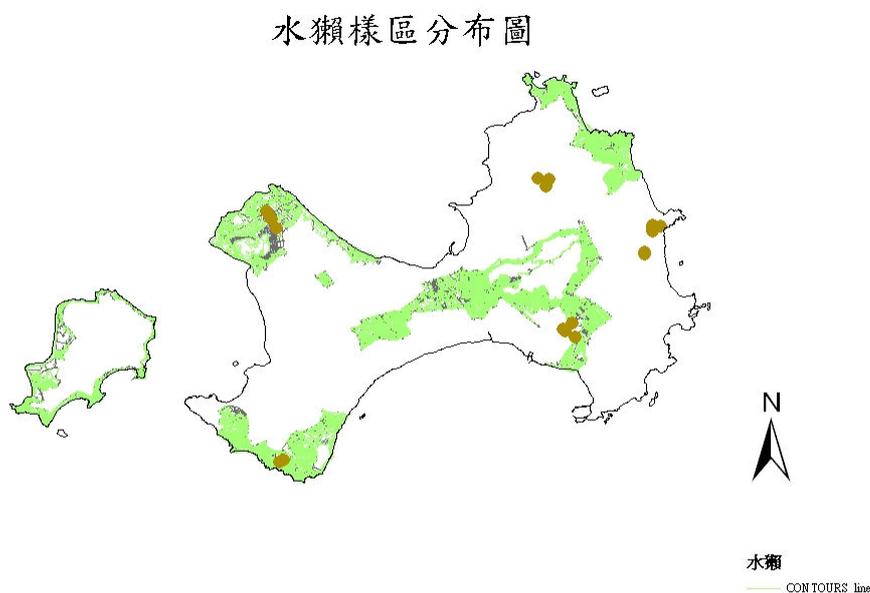


圖 2-2-23 2002~2006 年金門地區水獺樣區分布圖
 (資料來源：莊西進與周志強 2006，莊西進與許永面 2002、2003，莊西進等 2004、2005)

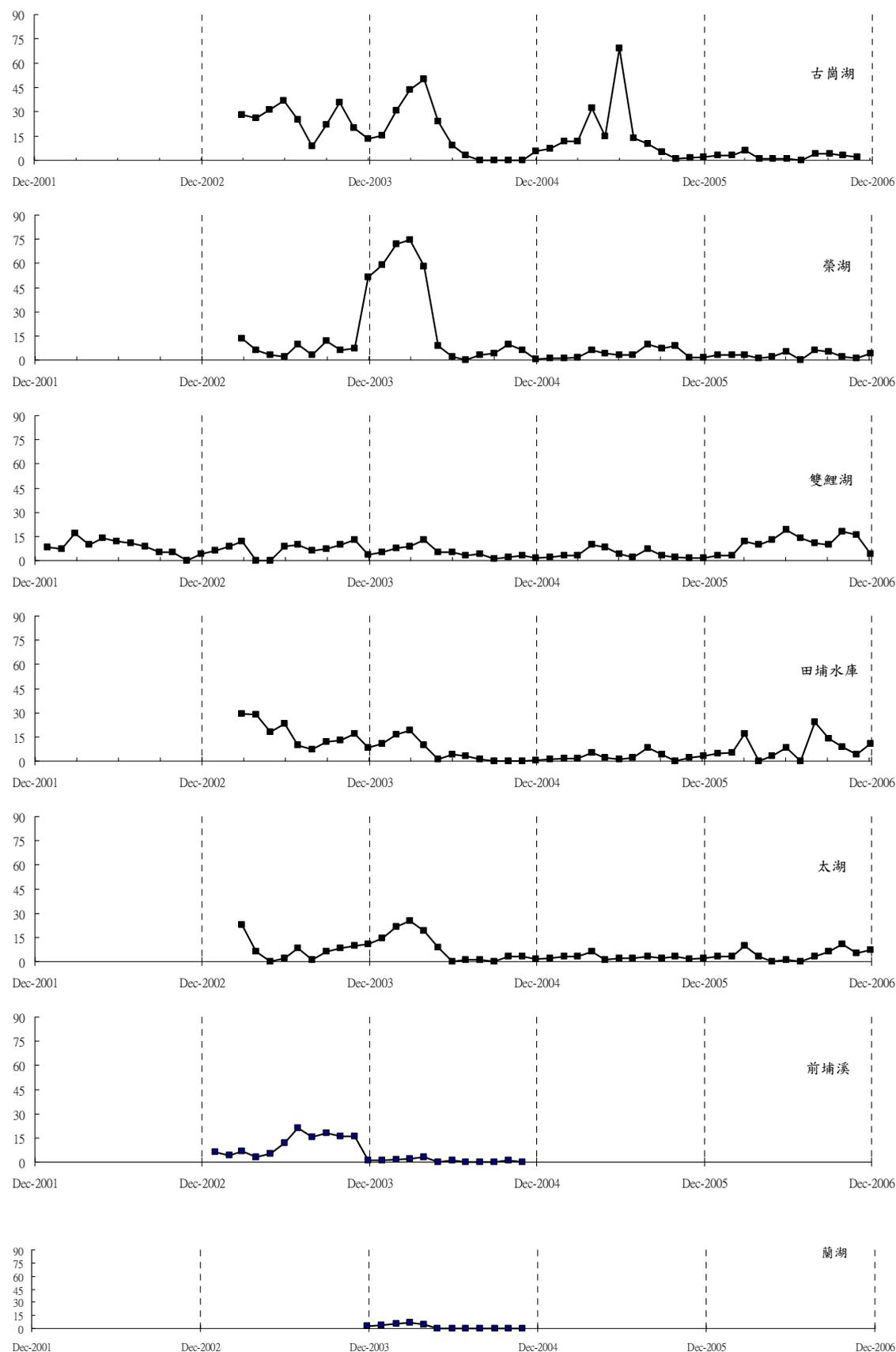


圖 2-2-24 2002~2006 年金門地區水獺排遺數量逐月折線圖

(資料來源:莊西進與周志強 2006,莊西進與許永面 2002、2003,莊西進等 2004、2005)

第三節、TEAM 監測手冊

針對不同的生物類群，科學家們採取不同的監測方法去估算種類與數量，因此造成方法的不統一，難以進行跨域整合與比較，有鑑於此，近期內美國學界針對熱帶生物多樣性估計與監測所討論發展出來的協定 (Tropical Ecology Assessment and Monitoring (TEAM) protocol, 2005)，試圖整合各種目前不同區域發展出來的監測方法，並被使用在中南美洲等多樣性高的國家保護區域，儘管這個協定仍很年輕，但已有越來越多的單位參考採納。本年度在台灣地區，農委會科技計畫亦針對宜蘭福山與嘉義楠溪林道等區域進行為期 3 年的監測調查，即採納並修訂此協定，確認在台灣的操作可行性，因此選定 TEAM 為監測的方法，以下摘錄 TEAM 監測手冊，針對過去長期監測的物種進行可行性檢討並修正，提供新的監測物種的監測資料和技術。

一、植群監測方法：

(一)植群的監測方法：

1.一公頃每木調查

- (1)首先框選出 20 公尺平方的方框為樣區 (圖 2-3-1)。
- (2)逐區調查 25 個樣區，總共調查一公頃面積內的植物種類、株數、胸徑與密度。
- (3)需要人力：5 人。

2.枯枝落葉取樣

- (1)每個 20 公尺長方型樣區內設置 2 座不同型式的陷阱 (圖 2-3-3)。
- (2)其一為 PVC 塑膠圓桶，另一座為方形攔截網。
- (3)收集枯枝落葉，紀錄植物的物候狀況。
- (4)需要人力：7 人。

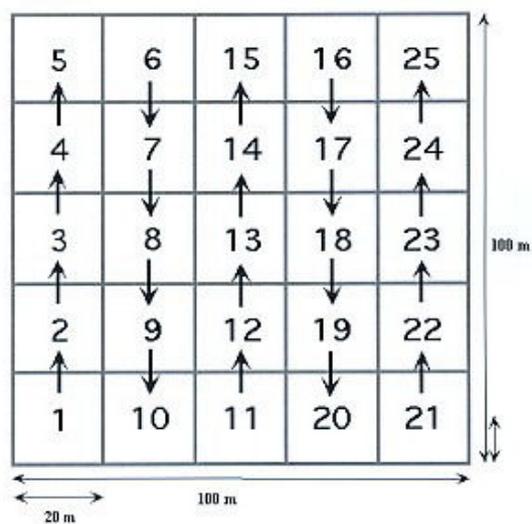


圖 2-3-1 20 平方公尺樣區示意圖

(資料來源：依據 TEAM,2005)

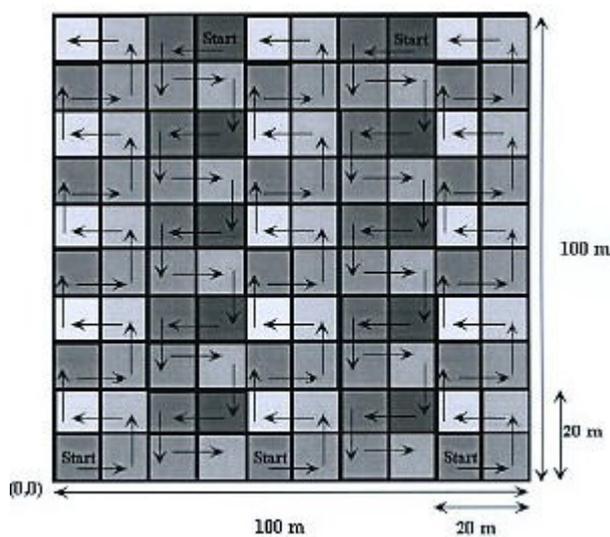


圖 2-3-2 逐區調查路線示意圖

(資料來源：依據 TEAM,2005)

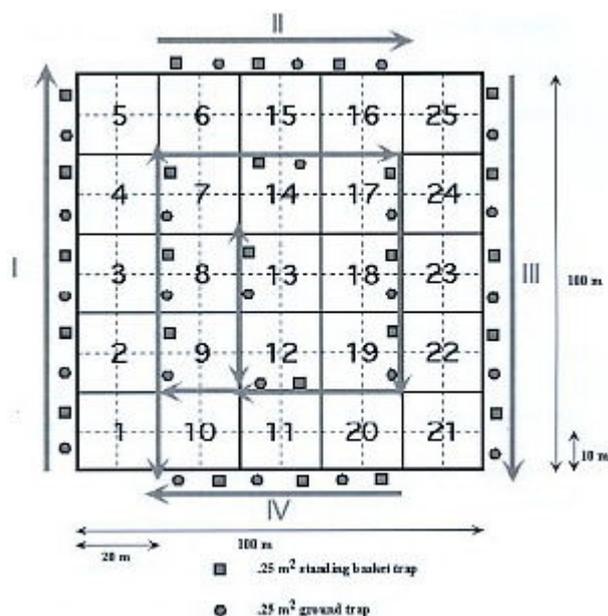


圖 2-3-3 樣區劃分示意圖

(資料來源：依據 TEAM,2005)

二、螞蟻監測方法：

(一)目的：藉由每年監測螞蟻，首先要能瞭解下列問題：

1. 在熱帶的森林中，在螞蟻組成的變動基線 (baseline level)是什麼？在整個區域基線為何？
2. 隨著時間的更迭，在種類豐富或相關的豐富指標中是否可發現關聯性？如果可發現，是否可進而分析氣候、土壤特性、樹生長率、生物氣候學／枯落物等因子分別是否與豐富指標也具有關聯性，或是進而分析土地的使用改變與種類豐富指標是否可找出相關？在什麼樣的空間的範圍會有關聯性發生？相似的關聯性是否發生在整個區域？
3. 物種的組成會隨時間改變嗎？如果有，是以何種方式變化？（例：種類是增加還是減少？有無外來種的入侵？優勢種是否會改變？環境的開發是否會影響當地物種的組成？）

(二)螞蟻的監測方法：

TEAM 選擇的螞蟻監測方法，主要目的為能降低實驗者經驗的因素、螞蟻

種類最大值跟有效的比例等因素，Delabie 等 (2000)比較 17 種研究螞蟻種類豐度採集的方法，指出結合陷阱法 (pitfall traps)及落葉法 (leaf litter)兩種取樣方法，可記錄到全部の種類豐度 50%，於是結合此 2 種方法進而在全世界快速地成為監測螞蟻優先採用的方法，TEAM 則採用此方法，每年進行四次抽樣調查。

1.樣區設計：

將邊長各 1000 公尺，面積為 1km^2 的樣區，區分成 4 個象限，每個象限設計 1 條 100 公尺橫向穿越線，穿越線每 10 公尺設置一樣點，每個樣條的設置將考慮到隨機性，如此較有機會取得微環境的一些特殊種類。

2.實驗設備：

(1)枯枝落葉層採集：

塑膠或木頭材質

長 1 公尺藍色尼龍袋

白色小型袋子 10 個

防水型筆記型電腦

鉛筆

大型塑膠袋 (可容納 10 個白色小型袋)

(2)掉落式陷阱採集：

土鏟、10 個小塑膠袋、濾水袋、鑷子、竹筷或細木棍

小雨傘 (置於陷阱上方防止雨水落入)

10 個耐用材質塑膠杯 (直徑 7-8 公分、深 8-10 公分，內裝 40 毫升的 75%酒精與一些清潔劑)

(3)蒐集環境資料：

溫濕度自動記錄儀

(4)篩網：

可懸掛式尼龍網袋 10 個 (5 公尺長)

10 mini-Winkler (具有篩網功能的袋子)

塑膠杯 10 個 (每個內含 25~50 cc 的 95%酒精)

(三)調查方法：

每次的調查，建議分為落葉法與陷阱法 2 組，每組各 2 位人員共 4 位同時進行，1 天需進行 2 條穿越線調查，每條穿越線調查時間需要 2 小時，採集的樣本需攜回實驗室進行 Mini-Winkler 實驗，每 1 次進行 Mini-Winkler 實驗需要 2 位人員費時 2 小時。

1. 枯枝落葉層採集：

- (1) 由 2 位工作人員進行，樣線總長為 100 公尺，每 10 公尺取樣一次。
- (2) 利用木頭或 PVC 材質的條狀物圍成 1 m² 空心的框，置於採集樣本的地表。
- (3) 將框框中的樹葉以工具集中至框框中央。
- (4) 使用工具將集中至中央的樹葉，舀入藍色大型布袋 (Winkler) 中，至 3/4 滿即停止，接者搖晃 30 秒，使樣本掉落至下方小型白色布袋中。
- (5) 經由初步篩選過的樣本，由白色小型布袋攜回實驗室。

2. 掉落式陷阱採集：

- (1) Pitfall traps 由 2 位工作人員進行，樣線總長為 100 公尺，每 10 公尺取樣一次，通常與落葉法同時進行。
- (2) 將杯子做成的陷阱，放置在落葉法採樣點邊並與地平，內含 2~3 公分的 75 %酒精，並加入一點清潔劑，放置時間需 48 小時。
- (3) 放置 48 小時後將陷阱取起，並將內容物移至 50 毫升離心管內，攜回實驗室。

3. 蒐集環境資料：

- (1) 在全長 100 公尺的樣線，依序在 1~10 公尺、40~50 公尺、90~100 公尺設置 3 個樣點。
- (2) 在採樣期間，使用 Hobo 紀錄溫度、相對溼度。

(3)以目視記錄植被類型、遮蔽度、棲地類型等等環境資料。

4.篩網：

- (1)將初步篩選之樣本，置入 Mini-Winkle 專用篩網。
- (2)將篩網置於尼龍網袋中，並在尼龍網袋下方放置含有酒精的容器。
- (3)避免網袋遭到壓擠，因此將此尼龍網袋懸掛成直立狀。
- (4)當螞蟻從篩網袋中爬出，則會從尼龍網袋順勢掉入下方的酒精容器中。
- (5)收集放置已滿 48 小時，酒精中的螞蟻為此次實驗的樣本。

表 2-3-1 TEAM 螞蟻監測方法流程圖

IMA#	穿越線#	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天 (etc)
1	1	穿越線		取陷阱瓶		
1	2	穿越線		取陷阱瓶		
2	1		穿越線		取陷阱瓶	
2	2		穿越線		取陷阱瓶	
1	3			穿越線		取陷阱瓶
1	4			穿越線		取陷阱瓶
2	3				穿越線	
2	4				穿越線	
3	1					穿越線
3(etc)	2					穿越線

(資料來源：依據 TEAM,2005)

三、蝴蝶監測方法：

(一)目的：蝴蝶監測前要先瞭解的問題：

- 1.食果性蝴蝶在熱帶森林中的族群變動基線 (baseline level)為何？不同的地區此一基線如何不同？
- 2.指標物種的多樣性和豐富度有隨時間變化的趨勢嗎？

3.物種的組成會隨時間改變嗎? 如果有的話,以何種方式變化(比如種是增加還是減少? 有沒有外來種的入侵? 優勢種會改變嗎?)

(二)蝴蝶的監測方法:

1. Transect methods (穿越線調查法)

- (1)調查人員重覆的走同樣的樣區,相同的樣線,調查和鑑定在指定樣線長度和寬度內的蝴蝶種類。飛行的和停棲的都要納入計錄。
- (2)無法目視鑑定的,用蝴蝶網捕捉後鑑定,或者是計錄為「無法鑑定」。因此,部分研究團隊會捨棄一些難以鑑定的蝴蝶物種資料,只調查容易辨識的類別;而部分研究顯示,若不進行捕捉辨識,鑑定結果可能不到50%的種類達到種的層級。
- (3)穿越線調查法的資料分析結果,過去經常應用在(i)地區種組成和豐富度,以及(ii)提供國家公園管理者物種的分布和飽和度(capacity)等訊息,做為政策上的依據。
- (4)在大尺度、多樣區的研究中(如TEAM),由於辨識的困難造成的資料損失,將會導致物種組成等重要特徵的流失。

2. Fruit bait traps (果實誘集法)

- (1)為一定置的陷阱網,以發酵的水果為食餌,設置在蛺蝶科蝴蝶活動的棲地內,吸引成蝶進入網袋中而被捕捉。
- (2)蛺蝶科為世界性分布的蝴蝶,大多數成蝶為食果性。
- (3)果實誘集法可以提供穩定和可鑑定的資料,方便使用在全球性的資料統整和分析。
- (4)免除不同人員的調查技術差異所造成的誤差,重覆可信度高。
- (5)在邊長1公里正方形的森林樣區內,設置8組陷阱,每組的間隔距離相等,詳如圖解。每組有2個陷阱,吊掛在不同高度。分別代表樹冠層和林下層,林下層的陷阱與樹冠層的高度要距離5公尺。本研究中,由於森林

較低矮，建議每組只進行林下層的陷阱網。

(6)誘餌：以香蕉為餌。

3.Field sampling (野外採集)

(1)每次 2 人，每天工作約 8-10 小時，每月工作 6 天，每年 12 次 (只設置林下層陷阱，每日的工作時間將減半，但每月工作天數不變。)

(2)工作前第 2 天，將香蕉搗爛後，在密封的塑膠盒內發酵 48 小時。

(3)工作前第 1 天，在陷阱杯內裝入 3/4 滿的爛香蕉，並將各個陷阱設置好。

(4)香蕉裝入杯內後，將持續的放在野外 5 天，但第 3 天要再準備爛香蕉去補充。

(5)設置好後共收取資料 5 天，每天都要到各個陷阱查看蝴蝶，但查看的順序要變換。捕獲的蝴蝶以蟲紙保存，記錄標本資料，帶回實驗室，製做和保存(根據過去的一年調查，每天每個陷阱大概可以捕獲 2-3 隻蝶。)

記錄資料格式:

日期 (dd/mm/yy)—樣塊(1~6)—方格座標 (XX,XXX)—位置 (樹冠/林下)

(6)在經過第 1 年或第 2 年的調查後，該樣區內的蝴蝶動物相就能夠十分清楚，因此，接續的調查不需再做採集，而是將蝴蝶標記後，原地釋放。此外，若在蝴蝶的前翅寫上樣塊的編號，也可以順便追蹤牠們的移動。

(7)生態環境的資料包含有(i)樣點的開闊 (open/gap)或鬱閉

(closed/semi-closed)，(ii)溫度，(iii)溼度，(iv)風速。開闊度的判定是以陷阱吊掛處上方有超過 1 公尺平方的縫隙，即視為開闊樣點。

表 2-3-2 TEAM 蝴蝶監測方法流程圖

前二天	前一天	第 0 天	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
10:00	10:00	10:00-1 2:00	10:00-1 2:00	08:00-1 2:00	10:00-1 2:00	10:00-1 2:00	10:00-1 2:00
搗爛香蕉，發酵		0800 取出發酵的香蕉，帶到樣區分裝到小杯子。		08:00-10:00 補充香蕉			
到各樣區架設好裝備，但是陷阱只吊掛，不開設。		在小杯裝入 3/4 滿的爛香蕉，並將陷阱逐一開設。	10:00-12:00 到各陷阱查看蝴蝶，查看的順序要變換。				

(資料來源：依據 TEAM,2005)

四、哺乳動物監測方法：

(一)目的：動物密度調查的基本要求：

- 1.個體的識別。
- 2.界定研究動物的活動地域。

(二)設置重點：

- 1.在設置自動相機之前，需要先行調查動物活動的路線和點，以便將相機設置在動物活動的路徑上，且要避免將相機設在動物巢穴附近。
- 2.自動相機應該設置遠離其它樣區 1 至 1.5 公里以上。
- 3.使用自動相機要考慮的重要因子為動物的活動領域 (home range)，通常活動區域和動物的體型呈正比關係，因此，針對小型動物設置的照相機密度會高於針對大型動物者。
- 4.總言之，自動相機的設置的位置、密度等主要考量的是動物的行為，而非動物對微棲地的使用。

- 5.選擇自動相機設置的位置時，應該以地圖和 GIS 為工具。
- 6.自動相機應用的對象，應該要選定中型至大型的動物，或者是藉由影像就可以判定種類的動物。而由於這個目的，相機的設置是成對的，以便可以拍攝到動物的兩側，提供足以辨識的訊息。

針對第 6 點，由於本研究的目標對象是歐亞水獺，因為這種動物身上並沒有足以提供做為個體辨識的特徵 (例如: 毛皮紋路、角形、耳形、面部特徵...等)，因此，相機只要設定單機即可。所拍攝的資料僅能提供有無動物活動和活動的相對頻度，並不能確實估算數量。但其它的操作重點仍適用在本研究。

(三)材料:

- 1.非消耗品：自動相機 (底片型和數位型均可)、固定用橡膠繩、金屬鎖及鏈。
- 2.消耗品：底片 (數位型不需要)、鹼性電池(也可買充電式)、小包乾燥劑。
 - (1)自動相機需要 32 個 (2 個一對，設置 16 組)，需具備(i)紅外線感應，(ii)要具有堅固的外殼，和防水功能，(3)使用一般電池供電。
 - (2)需要 32 條橡膠繩將相機固定在樹、岩石或是草叢上。
 - (3)可能需要 32 組金屬鎖及鏈，防阻相機被有心的拿走。
 - (4)自動相機內部要放置小包的「矽膠」乾燥包，或是「脫脂綿」，以便將滲入的水分吸收，保障相機的運作正常。

(四)方法:

每年區分為乾溼兩季，每季各進行一次監測，每次為時 60 天。

- (1)花 30 天去確定所有的樣點，如果是中大型哺乳動物常出現的地方，則加以 GPS 定位。
- (2)根據(1)的資料，選取 16 個樣點架設自動相機。每組相機至少相距 1.5 公里以上，所以總樣區面積約 28 平方公里。

- (3)每一樣點有兩台相機，架設時相機拍攝面對，距離 4-5 公尺，固定在樹木、岩石上，平行地面高度 0.5 公尺，以便能拍攝到動物的兩側，方便接續的辨識工作。
- (4)將相機設定為感應後 1-2 分鐘再觸發拍照，同時兩台相機的拍攝不可以完全同步，以免相互的閃光燈使另一方過度曝光。相機內設值要能計錄日期和 24 時制的時間。
- (5)記錄自動相機啟用的時間，GPS 座標，和架設樣點的環境概況。樣點編號由 1-16，同樣點的兩台相機標明 A 及 B 英文字區別。
- (6)以樣點標示牌放到兩台相機中間，測試相機是否可以正常工作，同時點把樣區的資料拍入底片中，方便資料檢示確認。
- (7)每 5 天檢查所有的相機，假如有任何 1 台拍攝超過 18 張，將同 1 組的 2 台相機更換底片。但無論如何，每月檢查時一定要將底片更換。假如某組相機常拍攝到同某些生物(如野豬和領域性的鳥類)，應該將相機照相的延遲時間改為 5 到 10 分鐘。
- (8)60 天後，收回所有的底片，並紀錄每卷底片收回的日期和時間。
- (9)將底片予以掃描成為 JPEG 檔，如果是數位相機則直接存取或轉檔處理，照片儲存在 DiGiTEAM。數位照片的系統化的命名如下：

xxxxxIDxNNddmmyyyhhmm.jpg

xxxxx = 樣點縮寫，

IDx = 相機編號 (ID 為第 1-16 組號碼，x 為 A 或 B)，

NN = 物種種類數，

dd = 日期，

mm = 月份，

yyyy = 年份，

hh = 紀錄時，

mm = 紀錄分。

五、鳥類監測方法：

(一)目的：在此鳥類監測方法中，有3點主要的目的：

- 1.估計鳥類在地區的社會結構及物種豐富度。
- 2.追蹤種間的關係。
- 3.估計較常見的種類在每區域的密度。

(二)鳥類的監測方法：

TEAM 的鳥類監測方法，主要是結合橫截法 (Transect Methods)與定點法 (Point Centered Methods)此2種監測方法。

橫截法又分為以下3種：

名稱	方法	用途
Strip transects	在樣線旁訂立界線，計算在此區域中出現的種數。	使用在密度計算上，在個別的鳥種間，可能會有所誤差。
Variable distance transects	觀察者估計與每隻在樣區出現的鳥類的距離。	可估計物種的密度，但不適用在物種較多的區域或是較複雜的林相。
Line transects	為最簡易的方式，且不需要估計距離。	可估計物種豐富度，但無法應用在密度測量。

定點法主要使用於估計鳥類的密度，並可分為以下3種：

名稱	方法	用途
Fixed-radius point counts.	在一中心定點，以固定半徑25m，圈出立體半圓形的樣區，記錄樣區中發現的鳥類。	主要用於調查鳥類資源方面。
Variable-radius point counts.	觀察者站在定點，估計記錄在立體半圓形的樣區出現的鳥類的距離。	可估計物種的密度，在複雜林相中難以正確估計距離。
Point counts without distance estimation.	在固定的定點，記錄任何所發現的鳥種。	可估計物種豐富度，但無法應用在密度測量。

(一)樣區設計：

在研究地域範圍內，需設置 4~6 個大小為 1km^2 的樣區，此樣區又稱為整合性監測矩陣 Integrated Monitoring Array (IMA)，每 100×100 公尺為 1 單位 (1 公頃)，縱向共可編號成 11 條平行的穿越線，每條穿越線相隔 100 公尺，總長為 1000 公尺 (圖 2-3-4)，每條穿越線可設 6 個樣點，每個樣點相隔 200 公尺 (圖 2-3-5)，因此，1 個整合型監測矩陣含有 6 條穿越線及 36 (6×6)個樣點。

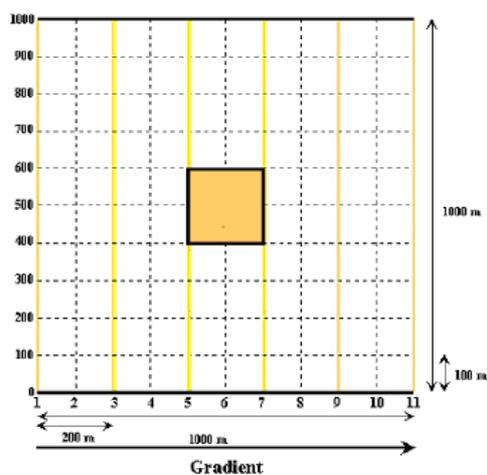


圖 2-3-4 IMA 穿越線示意圖

(資料來源：依據 TEAM,2005)

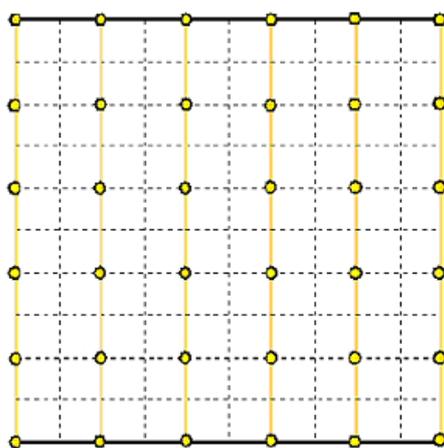


圖 2-3-5 IMA 穿越線樣點示意圖

(資料來源：依據 TEAM,2005)

(二)實驗材料：

1.Audio monitoring (聲音監測)：

Sony TCM 5000 EV 錄音機

Sennheiser ME 66 直立式麥克風

Sennheiser K6 電源供應器

MC 22 麥克風電線

Chromium 錄音帶 (單面錄音可錄 60 分鐘)

2.Point counts(定點計數法)：

防水型雙筒望遠鏡 (建議 9x40 或 10 x 40 倍)

防水型筆記型電腦

鉛筆

防水性質紀錄表格

3.其他方法

霧網 (尼龍材質，寬 12 公尺，38 公厘細緻度，2.6 公尺高)

(三)調查方法：

1.Audio monitoring (聲音監測)：建議採用此聲頻錄音技術，用於保有高豐富度鳥類種類的區域調查。

(1)調查頻率：1 年調查 4 次。

(2)實驗流程：每次調查時須由 2 位工作人員進行，1 位負責簡單紀錄觀察所見的鳥，另 1 位專門負責錄音。

a.錄音時使用 Sennheiser sony TCM 5000 的麥克風，因為此麥克風有特別高敏感區，使用 60 分鐘錄音帶，且為了要保證錄音的最高品質，只使用錄音帶的 1 邊。

b.在正式錄音開始前 10 分鐘，需口述錄製樣點、日期和 IMA 等資料，並紀錄錄音時間、IMA 等相關資訊。

- c. 麥克風附有 1 個與水平相隔 20° 的支持架避免碰撞，操作者需要有系統地改變角度，調整聲音與麥克風相對高度 (Haselmayer & Quinn, 2000)。
 - d. 步行樣線時，需維持一定的速度，且步行完穿越線的時間需在可錄音的時間範圍內。
- (3) 資料分析：取樣結束後，使用電腦線連結錄音機，在電腦聽取錄音資料。
 - (4) 藉由 Sound Forge 軟體 (www.sonicfoundry.com)，將音頻轉成數字化，軟體的聲音品質格式設定為 16-bit、44.1kHz。
 - (5) 為確保兼容性，不設定 48 kHz 評估 (即使此背景值是可取的)，數位聲頻應先存成 WAV 檔案格式，再從 WAV 檔案格式轉為 MP3 檔案格式，並須確定壓縮後的資料並沒有損失。
 - (6) 當音頻資料被數字化後，可使用 Sound Forge 或 Cool Edit 2000 等軟體 (www.syntrillium.com) 編輯。

2. Point counts (定點計數法)：

- (1) 設置穿越線：在個 IMA 中，取縱向第 1,3,5,7,9,11 條穿越線，此 6 條平行的穿越線皆相隔 200 公尺。
- (2) 設置樣點：每條總長 1,000 公尺的穿越線，設置 6 個定點，每個定點相隔 200 公尺的距離。
- (3) 調查流程：
 - a. 每次調查建議在日出前 20 分鐘，開始準備實驗相關事宜，並於日出開始進行實驗。
 - b. 每個點停留約 13 分鐘，其中 10 分鐘為實驗計數時間，利用 3 分鐘作紀錄，並在 2 分鐘內到達下 1 個定點。
 - c. 因此一條穿越線需進行 6 個樣點觀測，每條穿越線實驗進行時間應為 90 分鐘 (6 點×15 分鐘)。
 - d. 每個樣區需要 3 個工作天 (6 條穿越線，每日上午可進行 2 條穿越線調查)。

(4)估計物種豐富度：

- a.在記錄鳥種時，依序紀錄所發現的鳥種，並從 1~20 依序編號，此 20 種鳥類彼此不重覆，紀錄到 20 種鳥類後，則完成此區鳥類豐富度的基礎表格。
- b.如果在記錄中，依時間順序，若發現已記錄的鳥種，則直接將所觀測到的數量，直接登記於鳥種的後面。
- c.名單記錄到 20 種鳥類即停止，接下來所發現第 21 種以後鳥類，都不予紀錄。

(5)其他方法：

a.棲地關聯性

收集每個樣點的棲地的描述。因為當鳥類可分佈的森林類型越多，TEAM 無法標準化測量樣點棲地這些變數。相反地，變數需被定義，經由國家研究人員來共定位置特性通用的描述。棲地描述應藉由每次的調查更新，並且記錄於檔案保存。描述應包括森林類型、天篷、地面植物涵蓋度、藤蔓植物的密度，任何森林縫隙的出現和接近澆水。每個點描述需要輔以 1 張數位相片，並依樣點順序排好。每個調查時期的數位相片與描述，將歸檔在此工作站或地方機構。

b.霧網法和環境監視：

霧網法是具有選擇性的，因為可選擇放置於較有機會捕獲的地點。可協助識別較難觀察到的品種，並也能讓研究人員收集鳥類生理情況上的資料，另一重要的資料為霧網放置的位置，經由實驗可得知此位置是否容易採集到樣本，並可分析樣本與此環境間的關係。環境監視能做季節或年度的，主要取決於人力資源。收集性別、年齡、重量，翅膀長度和脂肪資料。Ralph 等 (1993)曾概略說明分析這些變數的技術。

六、環境因子監測方法：

(一)氣候監測方法：

1.可監測的因子：

- (1)溫度
- (2)相對溼度
- (3)光合作用率
- (4)土壤濕度
- (5)日照與散射
- (6)風力
- (7)落水量

2.空間結構：

- (1)若在森林內，樹冠塔上需要安置風力和日照的接收器。
- (2)若林底已被清除，風力接受器應儘可能安裝在高處，日照較需要規律的取得。
- (3)如果海拔變動超過 1000 公尺，就需要另 1 個氣候收集站。

(二)建議器材

- 1.Hobo H8 溼度/溫度收集盒 (每公頃 1 個)
- 2.Hobo shuttle (讀取器)
- 3.BoxCar 氣候軟體
- 4.電池
- 5.防雨罩

(三)方法

每隔 30 分鐘紀錄 1 秒，資料每隔 4 周下載 1 次。

第三章、研究方法

第一節、監測項目

為了能夠有效的針對生物多樣性進行監測，首先蒐集金門國家公園過去監測的文獻，進行連年資料整理與分析，經由統計分析討論各指標性物種有效監測時間、品質與數量，並尋找國際為監測生物多樣性所採行的方法與監測理論、方法與技術，並參考金門國家公園生態環境監測架構之建立計畫 (陳章波與譚志宜 2000)建議，選定監測項目進行試驗。

本研究選取濕地植物、昆蟲、鳥類、地景、環境資料等監測項目，並在蝴蝶以及鳥類項目，以調查群聚的方式取代以往單一物種的調查方式，並且新增掉落式陷阱的螞蟻監測，選取原因說明如下：以往監測的濕地植物包含金錢草、長距挖耳草、長葉茅膏菜、絲葉狸藻等食蟲植物，而食蟲植物往往需要高品質的生長棲地條件，而成為環境變遷指標性物種，因此只需要針對棲地持續監測。昆蟲監測可了解環境變化或棲地破壞之情形，目前以螞蟻作為環境生態的相關研究結果顯示，螞蟻群聚組成與棲所環境狀態之間有很大的關連性 (潘建安 2002)，因此增加此監測項目；螢火蟲對環境變化非常敏感，而棲地改變、污染、水資源枯竭、光害、不當捕捉都會影響其族群的生存，因此是一個非常敏銳的環境指標，需要持續監測與推廣保育的觀念；將蝴蝶群聚替代黃邊鳳蝶，因為蝴蝶幼蟲對寄主植物有高度專一性，因此只調查單一物種，多只能分析該物種與寄主植物之間的變化，而調查蝴蝶群聚也涵蓋了黃邊鳳蝶，並更能多方面分析棲地環境的改變；鷓鴣、栗喉蜂虎為金門生態旅遊的明星物種，具有教育解說意義，因而過去被單一的監測，本研究選取鳥類群聚為監測項目，因為鳥類群聚往往有其一定的結構，並可反應此區環境與生物互動的模式，分析一個地區的鳥類群聚，為了解該地棲地品質及生物相特性的基本方法，也是進行環境監測時的重要指標 (劉小

如 1999)，建議可在調查鳥類群聚之餘，針對原先監測的 3 種鳥類個別計數。

第二節、監測方法

一、監測方法評估與分析

監測方法參考金門國家公園生態環境監測架構之建立計畫（陳章波與譚志宜 2000），並根據熱帶生物多樣性估計與監測協定(Tropical Ecology Assessment and Monitoring (TEAM) protocol, 2005)，進行逐項討論與建議。依照監測目標分成植群、昆蟲、三棘蠶、鳥類、水獺、地景、環境因子等 7 大類，依序列出各類別的所有監測方法，將方法的影響因素分成：人力、工作量、操作難易度、人力素質、裝備複雜度、裝備成本、取樣尺度、取樣代表性、資料品質、流程便利性、後續資料處理等 11 個因素，各項因素模擬在金門地區操作的情形加以排序，由最佳至最劣評分，各項因素以 1~4 名排序，並將排序名次加總，總和數最小值即為最適合的方法，經由排序評估以上各項方法，製作分析表，藉此了解各方法之適合度，而各項評分比較依總和數最小值為最適合最省工的方法。同時經由野外試做與相關廠商訪價，計算各種調查方法的成本，並列出各項方法所需人事與材料成本細項，逐項列出每月的人事費用、材料費用以及後續資料處理費用等生物監測淨成本，並暫不考慮不同方法合併操作所擷節的人事成本，最後整合列出成本精算表，提供建議作為行政單位編列監測經費的參考依據。

二、現場調查

經由以上程序選取出最適監測方法後，在金門地區進行現場調查試驗，修正方法至適合在金門地區操作，選擇至少 3 種代表性棲地，逐月每月進行現場調查，並採取目標物種，初步鑑定則參閱相關著作，包括螞蟻（林宗岐 1998，蔡偉皇 1998，盧忠煌 2001，潘建安 2002），蝴蝶（徐瑋峰 2004，范義彬等 2000），

並委請相關領域的分類學者鑑定種名，並將所有樣本以 EstimateS (Ver.8.0)程式製作物種累積曲線，同時採用 Primer (V5.2)軟體以多元尺度法 (MDS)排序分析，並進行樣區的相似度分析 (ANOSIM)進行群聚分析，以期能獲得對環境具有代表性的有效方法，並試建議最佳監測時間與頻度。

第四章、結果與討論

第一節、監測方法評估與分析

以下區分 7 大項目進行方法選定評估，同時經由野外試做與相關廠商訪價，列出各項方法每年建議監測月份所需人事與材料費用為月成本分析表，人事費用涵蓋交通費、旅費 (住宿費及膳食費) 以及鑑定費用，而合併人事與材料費用及後續資料整理費用可為生物監測淨成本，因各項物種監測，每年調查頻率及材料方面有所差異，所以暫不考慮不同方法合併操作所擷節的人事成本及不包含微環境資料蒐集費用，最後整合列出監測物種月成本精算表，提供建議作為行政單位編列監測經費的參考依據。

一、植群監測方法之評估與討論

植群監測有 3 種主要方法，分別為一公頃每木調查、枯枝落葉取樣及監測定面積。經由現場調查與各項因素評估，發現監測定面積為最適用之方法 (表 4-1-1)，從植群監測方法月成本分析表可發現 (表 4-1-2)，將人事費用降序排列，枯枝落葉取樣為最高 306,000 元 (7 人/次)，次為一公頃每木調查法 150,000 元 (5 人/次)，最低為監測定面積 60,000 元 (2 人/次)，從材料費排序也得到相同結果，枯枝落葉調查為最高 30,570 元，次為一公頃每木調查法 23,020 元，最低為監測定面積 22,320 元，以枯枝落葉取樣使用最多人力，而以監測定面積為最低且最省工，在人事管理上也較簡單，因此監測定面積為最適金門地區植群調查的方法。根據歷年資料分析結果，建議調查頻度為每月 1 次，進行全年調查，並將此項目歸為中長期監測名單。此外，對於外來種植物，由於監測標的大不相同，需要另外援引其他資源，建立完整的監測機制。

表 4-1-1 植群監測方法評估分析表

	人力	工作量	操作難易度	人力素質	裝備複雜度	裝備成本	取樣尺度	取樣代表性	資料品質	流程便利性	後續資料整理	總和
一公頃每木調查	2	2	3	2	2	2	1	1	1	3	2	21
枯枝落葉取樣	3	3	1	3	3	3	2	2	2	2	3	27
監測定面積	1	1	2	1	1	1	3	3	3	1	1	18

(資料來源：本研究案)

表 4-1-2 植群監測方法月成本分析表

經費類型	經費細項	調查方法		
		一公頃每木	枯枝落葉取樣	監測定面積
人事	交通費	5人x1000元x12次	7人x1000元x12次	2人x3000元x12次
	旅費	5人x1500元x12次	7人x1500元x12次	2人x1500元x12次
	鑑定費用		1人x8000元x12次	
人事費用合計		150,000	306,000	60,000
材料	PVC塑膠圓桶		2,500	
	方形攔截網		6,250	
	尼龍繩	500		500
	採樣帆布袋	1,000	1,000	1,000
	標本夾	4,000	4,000	4,000
	夾鏈袋	2,500	2,500	2,500
	軟尺	700		
	鉛筆	120	120	120
	調查記錄本	1,200	1,200	1,200
望遠鏡	13,000	13,000	13,000	
材料費用合計		23,020	30,570	22,320
後續資料整理費		5,000	6,000	3,000

(資料來源：本研究案)

二、昆蟲監測方法之評估與討論

(一) 蝴蝶

本年度實地調查與評估 TEAM 方法 (表 4-1-3)發現，建議將往年監測的目標物種黃邊鳳蝶納入蝴蝶群聚調查，適用方法為穿越線調查法，若要監測黃邊鳳蝶單一物種可以考慮採用標誌再捕法進行監測並估算族群。建議調查頻率為每年 4 月至 8 月，每月 1 次，從月成本分析表 (表 4-1-4)分析，將人事費用降序排列依序為，定點誘集法 50,000 元 (2 人/次)，標誌再補法 12,500 元 (1 人/次)及穿越線調查法 12,500 元 (1 人/次)並列，材料費用也呈相同排列，定點誘集法 43,250 元，標誌再補法年成本為 4,920 元，穿越線調查法年成本為 4,060 元，因此得知金門地區蝴蝶監測最適合最省工為穿越線調查法。

根據 (陳章波 2000)研究報告建議，針對金門地區的昆蟲每 3 至 5 年需進行全面性的調查，監測的昆蟲物種為蝴蝶、蜻蜓、蛾類等，蝴蝶建議調查方法為穿越線調查法，輔以目擊與捕蟲網採集，目標種則採用標誌再捕法定量，蛾類則以夜間燈光採集。

表 4-1-3 蝴蝶監測方法評估分析表

	人力	工作量	操作難易度	人力素質	裝備複雜度	裝備成本	取樣尺度	取樣代表性	資料品質	流程便利性	後續資料整理	總和
穿越線調查法	1	1	2	2	1	1	1	2	3	1	1	16
定點誘集法	2	1	1	1	2	2	2	3	2	1	2	19
標誌再捕法	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	3	17

(資料來源：本研究案)

表 4-1-4 蝴蝶監測方法月成本分析表

經費類型	經費細項	調查方法		
		穿越線調查法	定點誘集法	標誌再捕法
人事	交通費	1人x1000元x5次	2人x1000元x5次	1人x1000元x5次
	旅費	1人x1500元x5次	2人x1500元x5次	1人x1500元x5次
	鑑定費		1人x5000元x5次	
人事費用合計		12,500	50,000	12,500
材料	38cm含框蟲網	960		960
	三節伸縮蟲桿	500		500
	油性簽字筆			360
	香蕉食餌		1,000	
	馬氏網		39,000	
	採樣帆布袋		500	500
	裝食餌容器		150	
	鉛筆	100	100	100
	調查記錄本	1,000	1,000	1,000
	蟲紙袋/三角袋	1,500	1,500	1,500
材料費用合計		4,060	43,250	4,920
後續資料整理費		3,000	5,000	6,000

(資料來源：本研究案)

(二) 螢火蟲

針對螢火蟲，使用目測法定時定點計算單位時間內發光之螢火蟲個體數，建議每月監測1次，建議地點為太武山與中山林(陳章波 2000)。本年度5月26至27日期間，於南山林道調查紀錄102隻條背螢，2007年7月16至17日期間於同地記錄到條背螢成蟲9隻，因此南山林道可持續作為監測地點；根據歷年資料顯示，2005年後老爺山莊與金門空大，整年發現螢火蟲數量，不足以構成分析基本條件，則不適合再做為監測地點。綜合實地調查與歷年資料分析，建議調查頻度為每年4月至8月，每月1次，因為條背螢發生期間為4月至6月、台灣窗螢發生期為7月至8月；若有足夠人力，使用標誌再捕法可以更加精確的計算族群數量。從評估分析表(表4-1-5)及月成本分析表(表4-1-6)可知，定時定點計數為最省工及最適之監測方式。

表 4-1-5 螢火蟲監測方法評估分析表

	人力	工作量	操作難易度	人力素質	裝備複雜度	裝備成本	取樣尺度	取樣代表性	資料品質	流程便利性	後續資料整理	總和
定時定點計數	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	13
標誌再捕法	1	2	2	1	2	1	2	1	1	2	2	17

(資料來源：本研究案)

表 4-1-6 螢火蟲監測方法月成本分析表

經費類型	經費細項	調查方法	
		定時定點計數	標誌再捕法
人事	交通費	1人x1000元x5次	1人x1000元x5次
	旅費	1人x1500元x5次	1人x1500元x5次
人事費用合計		12,500	12,500
材料	38cm含框蟲網		960
	三節伸縮蟲桿		500
	油性簽字筆		360
	香蕉食餌		
	馬氏網		
	採樣帆布袋		500
	裝食餌容器		
	鉛筆	100	100
	調查記錄本	1,000	1,000
蟲紙袋/三角袋		1,500	
材料費用合計		1,100	4,920
後續資料整理費		3,000	6,000

(資料來源：本研究案)

(三) 螞蟻

螞蟻的監測主要有兩種方法，分別為取樣枯枝落葉層及掉落式陷阱法 (pit fall trap)，掉落式陷阱依據採樣容器不同，又可分為離心管及塑膠杯兩種方法，建議每年 5 月至 9 月夏天月份進行監測每月 1 次，將月成本人事費用降序排列，依序為取樣枯枝落葉層 70,000 元 (2 人/次)，塑膠杯掉落式陷阱 57,500 元 (1 人/次)與離心管掉落式陷阱 57,500 元 (1 人/次)並列，將材料費用降序排列依序為取樣枯枝落葉層 92,800 元，塑膠杯掉落式陷阱 10,730 元，離心管掉落式陷阱 10,706 元，因此離心管掉落式陷阱為最省工及經費的方法 (表 4-1-8)。

本年度 5 月在金門實地調查發現，在螞蟻捕種類上，離心管掉落式陷阱與塑膠杯掉落式陷阱有顯著差異 (圖 4-2-2)，在捕獲隻數上也有相同的結果 (圖 4-2-3)，並在處理樣本的過程中，發現離心管掉落式陷阱取得的非目標性物種較少，而塑膠杯所取得的樣本，常常有大型非目標性物種掉入如麟翅目的幼蟲，因此，雖然塑膠杯與離心管掉落式陷阱生物監測淨成本差異不多，但離心管掉落式陷阱在螞蟻捕獲量與處理標本便利性，具有高捕獲性與處理流程較簡單的特性，因此評估為最適金門地區螞蟻監測的方法，此項評估方法與 TEAM 監測手冊中所建議的方法不同，可能是因為 TEAM 螞蟻的監測方法，主要設計成熱帶森林地區所使用所致。由於螞蟻為本年度新增之監測物種，所以尚未累積整年資料做為分析，目前由物種累積曲線結果發現 (圖 4-2-7) 約在 10 次取樣後可獲物種種數的 80%，這也是所有監測種類中樣本代表性最佳的項目，因此建議可在每年夏天的月份進行監測。此外，若能建立完整的志工制度，來協助進行採獲標本的初步處理，每年可減少 20,000 元的洗蟲費用 (表 4-1-8)。

(四)外來種昆蟲

針對外來種昆蟲的監測，需要另案去統整所有外來生物的調查，因為外來種不在現有監測名單上，因此，一方面可以在現有的監測架構上注意非目標性的生物，另一方面，需要與防檢局等單位合作，取得可能的的外來種名錄並密切注意。

表 4-1-7 螞蟻監測方法評估分析表

	人力	工作量	操作難易度	人力素質	裝備複雜度	裝備成本	取樣尺度	取樣代表性	資料品質	流程便利性	後續資料整理	總和
取樣枯枝落葉層	2	2	2	2	2	3	1	1	1	3	1	20
掉落式陷阱 (塑膠杯)	1	1	1	1	1	1	2	3	3	2	2	18
掉落式陷阱 (離心管)	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	3	17

(資料來源：本研究案)

表 4-1-8 螞蟻監測方法月成本分析表

經費類型	經費細項	調查方法		
		取樣枯枝落葉層	pit fall (塑膠杯)	pit fall(離心管)
人事	交通費	2人x1000元x5次	1人x1000元x5次	1人x1000元x5次
	洗蟲工資	4000元x5次	4000元x5次	4000元x5次
	旅費	2人x1500元x5次	1人x1500元x5次	1人x1500元x5次
	鑑定費	1人x5000元x5次	1人x5000元x5次	1人x5000元x5次
人事費用合計		70,000	57,500	57,500
材料	1平方公尺中空木框	1,800		
	200ml塑膠杯		240	
	45cm鏟子		400	400
	500ml洗瓶	200	200	200
	50ml離心管			216
	5公升桶裝酒精	1,200	1,200	1,200
	8cm培養皿	800	800	800
	8號夾鏈袋		150	150
	Kimble標本瓶	5,000	5,000	5,000
	Winkler蟲袋組	81,000		
	三爪耙	400		
	小雨傘		200	200
	竹筷		100	100
	採樣帆布袋	500	500	500
	棉手套	100	100	100
	塑膠手套	300	300	300
	滴管	200	200	200
	漏斗濾網		40	40
鑷子(SA)	1,300	1,300	1,300	
材料費用合計		92,800	10,730	10,706
後續資料處理費用		3,000	3,000	3,000

(資料來源：本研究案)

三、三棘鰲監測方法之評估與討論

此監測方法有兩種，一種是由高潮線垂直海岸線至低潮線設置 1 條穿越線，每隔 50 公尺，調查垂直此穿越線左右各約 20×5 公尺範圍內的稚鰲數量，頻度為每月 1 次 (陳章波 2000, 譚志宜等 1996)，另一種為由高潮線垂直海岸線至低潮線設置 1 條穿越線，每隔 20 公尺，調查垂直此穿越線左右各約 5×5 公尺範圍內的稚鰲數量 (莊西進 2002、2003、2004、2005、2006)，因為並無此兩項方法可作比較分析的調查數據，因此無法提出建議。

四、鳥類監測方法之評估與討論

本研究建議以鳥類群聚替代以往單一物種監測方式，因為調查鳥類群聚可了解該地棲地品質及鳥類相特性的基本方法，也是進行環境監測時的重要指標 (劉小如 1999)，建議全年調查每月 1 次。將人事費用降序排列，依序為霧網法 90,000 元 (3 人/次)、聲音監測 60,000 元 (2 人/次)，定點計數調查法 30,000 元 (1 人/次)與穿越線調查法 30,000 元 (1 人/次)並列，將材料費用降序排列依序為聲音監測 41,618 元，霧網法 16,320 元，定點計數法 14,320 元與穿越線調查法 14,320 元此兩種方法並列最後，為最節省人力的方法且可合併經費，因此可依照監測目標選擇適合的方法 (表 4-1-10)。

根據往年的研究報告顯示，目前金門地區持續監測的項目包含鷓鴣、栗喉蜂虎、黑翅鳶等 3 種鳥類，鷓鴣與栗喉蜂虎分別為冬季候鳥與夏季候鳥，在金門的群聚地已穩定，因此，使用定點計數法可以有效的估計目標鳥種的數量，監測方法可參考 (劉小如 1999、2004)研究方法，因此在調查鳥類群聚之餘，可個別計數，並建議調查頻度鷓鴣為每年 12 月至隔年 1 月每月 1 次，栗喉蜂虎為每年 5 月至 8 月每月 1 次。黑翅鳶在金門棲息的屬性有留鳥和夏候鳥 (莊西進 2006)，分析 5 年監測計畫數據後，並無發現明顯差異，可考慮併入鳥類群聚中監測即可。

表 4-1-9 鳥類監測方法評估分析表

	人力	工作量	操作難易度	人力素質	裝備複雜度	裝備成本	取樣尺度	取樣代表性	資料品質	流程便利性	後續資料整理	總和
聲音監測	2	2	3	2	2	3	3	3	4	3	2	29
定點計數法	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	12
穿越線調查法	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	14
霧網法	3	3	4	3	3	2	4	2	3	4	1	32

(資料來源：本研究案)

表 4-1-10 鳥類監測方法月成本分析表

經費類型	經費細項	調查方法			
		聲音監測	定點計數	穿越線調查	霧網法
人事	交通費	2人x1000元x12次	1人x1000元x12次	1人x1000元x12次	3人x1000元x12次
	旅費	2人x1500元x12次	1人x1500元x12次	1人x1500元x12次	3人x1500元x12次
人事費用合計		60,000	30,000	30,000	90,000
材料	Chromium 錄音帶	1,800			
	MC 22 麥克風電線	450			
	Lican 望遠鏡		13,000	13,000	
	Sennheiser ME 66/K6 直立式麥克風	20,448			
	Sony TCM 5000 EV 錄音機	17,600			
	鉛筆	120	120	120	120
	調查記錄本	1,200	1,200	1,200	1,200
	霧網				15,000
材料費用合計		41,618	14,320	14,320	16,320
後續資料處理費		6,000	3,000	3,000	3,000

(資料來源：本研究案)

五、水獺監測方法之評估與討論

水獺監測方法主要有 4 種，其中分子技術為近年來新增的調查技術，根據評估分析表發現，最適水獺監測方法為目視法 (表 4-1-11)，從人事費用降序排列分析，依序為分子技術為 100,000 元 (2 人/次)，無線電追蹤法 30,000 元 (3 人/次)，自動照相機監測 10,000 元 (1 人/次)，目視法 10,000 元 (1 人/次)，將材料費用降序排列依序為自動照相機監測 171,960，無線電追蹤法 102,660 元，分子技術 111,000 元，目視法 1,700 元，分子技術考慮送至相關研究單位進行分析，因此在材料費未列出實驗相關儀器項目，由以上得知目視法為最省工及經費之方法 (表 4-1-12)。

使用目視痕跡觀察法的優點為可監測行為變化並可直接追蹤動物行徑路線，將來可考慮使用一些誘引物質，或營造水獺所喜歡之棲息環境，以增加其出現活動之機會 (李玲玲與莊西進 2002)，分析歷年資料建議調查頻度為每年冬季月份 12 月至隔年 3 月每月 1 次，進行全島調查，紀錄有無新排遺的出現，持續監測水獺活動區域的變化。

表 4-1-11 水獺監測方法評估分析表

	人力	工作量	操作難易度	人力素質	裝備複雜度	裝備成本	取樣尺度	取樣代表性	資料品質	流程便利性	後續資料整理	總和
自動照相機監測	1	1	1	2	2	2	2	4	3	1	2	21
目視觀察	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	15
捕捉標放與無線電追蹤	3	3	2	4	3	3	3	3	2	3	3	32
分子技術	2	4	2	3	4	4	2	1	1	4	4	31

(資料來源：本研究案)

表 4-1-12 水獺監測方法月成本分析表

經費類型	經費細項	調查方法			
		照相機	目視法	無線電追蹤法	分子技術
人事	交通費	1人x1000元x4次	1人x1000元x4次	3人x1000元x4次	2人x1000元x4次
	旅費	1人x1500元x4次	1人x1500元x4次	3人x1500元x4次	2人x1500元x4次
	鑑定費				20000元x4次
人事費用合計		10,000	10,000	30,000	100,000
材料	充電燈		600	1,200	
	白鐵獸籠			10,000	
	記憶卡	15,000			
	自動照相機	150,000			
	固定式膠繩	1,000			
	金屬鎖及鏈	2,000			
	照片沖洗費	2,500			
	檢體收集器				10,000
	鉛筆	100	100	100	100
	調查記錄本	1,000	1,000	1,000	1,000
	簽字筆	360		360	
	體內無線電追蹤器			90,000	
材料費用合計		171,960	1,700	102,660	11,100
後續資料整理費		6,000	3,000	8,000	9,000

(資料來源：本研究案)

六、地景監測方法之評估與討論

由監測方法評估分析表 (表 4-1-13)，選擇使用結合 GPS 功能的數位相機，經由實地調查拍照，將所得照片與 GPS 點上傳到電腦後，透過軟體即可獲取完整的資料紀錄，可以大量減省後續資料處理過程。從材料費用分析，數位相機結合 GPS 功能 (18,655 元)較傳統 GPS 定位 (27,600 元)節省許多的費用 (表 4-1-14)，因此數位相機加 GPS 功能為最適及省工之方法。

表 4-1-13 地景監測方法評估分析表

	人力	工作量	操作難易度	人力素質	裝備複雜度	裝備成本	取樣尺度	取樣代表性	資料品質	流程便利性	後續資料整	總和
數位相機加 GPS	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	13
傳統 GPS 定位	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	19

(資料來源：本研究案)

表 4-1-14 地景監測方法月成本分析表

經費類型	經費細項	調查方法	
		數位相機GPS	傳統GPS
人事	交通費	1人x1000元x12次	1人x1000元x12次
	旅費	1人x1000元x12次	1人x1000元x12次
人事費用合計		52,800	105,600
材料	3號電池	1,200	9,000
	SONY GPS Recevier	7,455	
	SONY T100數位相機	10,000	
	傳統GPS		18,000
材料費用合計		18,655	27,000
後續資料處理費		3,000	8,000

(資料來源：本研究案)

七、環境因子監測方法之評估與討論

使用 Hobo 溫、溼度計，可記錄調查樣區微環境之資料，而且可以輔以氣象站資料做分析，因此建議在環境因子監測上，以 Hobo 溫、溼度計來紀錄以獲得較為詳細之數據，並將材料成本列於表 4-1-16，氣象資料也可以公文方式，向金門縣農業試驗所索取氣象站資料、水質分析資料因屬自來水廠管轄，宜經由單位間的行政合作，固定取得有效資料俾利分析，由於不易取得架設氣象站的詳細成本資料，所以並未列在環境因子年成本分析表中。

表 4-1-15 環境因子監測方法評估分析表

	人力	工作量	操作難易度	人力素質	裝備複雜度	裝備成本	取樣尺度	取樣代表性	資料品質	流程便利性	後續資料整	總和
HOBO	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	13
氣象站	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	18

(資料來源：本研究案)

表 4-1-16 環境因子監測成本分析表

經費類型	經費細項	調查方法
		溫、濕度計紀錄儀器
材料	3.6V電池	2,388
	Hobo	9,000
	防雨罩	500
材料費用合計		11,888
後續資料處理費		5,000

(資料來源：本研究案)

第二節、現場調查結果

選出下列 6 種方法在金門地區進行監測試驗，以修正方法至方便可行並可適用於金門地區。自 2007 年 5 月至 2007 年 10 月，每月至少 5 名調查員前往金門地區，依照監測目標棲地，選取包含花崗岩地形、農田、次生林、湖泊棲地中的 3 種為固定樣區。

一、定面積取樣

針對金門地區植物的調查，由於金門地區總面積僅 150 餘平方公里，經過歷次戰爭與砍伐，破壞了當地原有的原始森林，因此，不適用 TEAM 監測手冊的樣區尺度，加上過去所有的植物監測均鎖定在溼地的稀有物種，而且僅在田浦等 3 個私有地，經過評估與現場實地訪查，監測的物種水生植物，其監測地點，較適用於定面積取樣法，並於 6 月份起開始取樣調查監測區內的水生與食蟲植物，惟於今年度 10 月份至田浦調查水生植物，發現其生長地正在進行「金門縣邁向有機農業計畫」，監測區域濕地完全被整平，因此本項目無法持續試驗，建議在該區域選取 4 個 1 平方公尺面積的樣區，每月固定監測區域內的植物種類數量，該區域屬於金門縣政府區域，建議未來在施工後，應持續監測施工前後的變化。此外，國家公園管理單位針對稀有的水生植物應該考慮進行域外保存。

二、掉落式陷阱

在本年度 5 月 26 至 28 日、7 月 16 至 18 日、8 月 27 至 29 日、9 月 28 至 30 日、10 月 26 至 25 日共 5 個月，每月連續 2 天進行掉落式陷阱實驗，調查地點分別為中山林、慈湖、太武山三地（圖 4-2-1），而掉落式陷阱所要拿來使用與討論的主目標群是螞蟻，並將掉落式陷阱中所捕獲的蜘蛛一併進行統計分析。

5月26至27日在中山林、慈湖、太武山三地，每地設置離心管與塑膠杯兩種掉落式陷阱各3組，進行初步實驗，用以評估適合金門地區螞蟻監測的方法。塑膠杯掉落式陷阱則是使用直徑8公分、深8.5公分的透明塑膠杯做為容器，在樣點畫出1個1公尺×1公尺正方形的區域，將杯子埋入正方形中間的地層，注入40毫升的清潔劑的稀釋液，可破壞水表面張力，使目標昆蟲浸入；離心管掉落式陷阱是在相同大小的正方形區域，在正方形區域的4個角設置離心管陷阱容器，容器有4根大小為50毫升透明塑膠離心管(φ3公分×11.3公分)，每根離心管注入30毫升的清潔劑的稀釋液，管口需與地面齊平。

初次設置時瓶蓋並不開啟，而是在要進行取樣時再開啟瓶蓋啟用陷阱，以避免挖地的干擾造成目標物種捕獲的偏差，而後每次只要採樣結束後，將已啟動的陷阱取樣瓶抽出保存，再將新的管子放入，直到下一次實驗再行開啟瓶蓋，如此可保持地貌並避免多餘的採樣。將陷阱攜回時，需將各組陷阱以夾鍊袋分開保存並在袋外標示清楚。攜回實驗室後，將每組4管合併成1管，並將管內的標本倒入覆上濾網的漏斗中，使用酒精沖洗標本將泥沙等雜質去除，之後將留在濾網上的標本，倒入培養皿中，以人工方式進行篩選目標種的工作，將目標物種螞蟻以標本瓶保存，並放入標籤，將每月捕獲的螞蟻送給專家進行鑑定。

2組掉落式陷阱實驗的結果發現：3組(每組4管，共12管)離心管陷阱採獲的螞蟻隻數共486隻，三樣區採獲的平均值檢測顯示，中山林樣區的採獲數量明顯高於慈湖與太武山樣區，而後兩者則沒有差異，比較同一樣區，不同陷阱法的採獲量，在三樣區中，離心管陷阱在採獲種類數上都明顯高於塑膠杯陷阱(圖4-2-2)；從捕獲的數量上來看，也呈現相同的結果(圖4-2-3)，因此可以知道離心管陷阱的採獲量較佳，所以離心管陷阱在金門地區較適合用於螞蟻的監測。

目前已經完成2007年5月及7至10月共5個月螞蟻捕獲資料，分別於中

山林、慈湖、太武山等三地 (圖 4-2-1)，設置離心管掉落式陷阱資料分析，期間採獲的螞蟻屬於蟻總科家蟻亞科、山蟻亞科、針蟻亞科和琉璃蟻亞科等 4 個亞科，共捕獲螞蟻 35 種，計 7,454 隻。依據各物種被捕獲數量降序排列，最高為多樣擬大頭家蟻 4,942 隻，中華單家蟻 998 隻，熱帶大頭家蟻 635 隻，拱背皺家蟻 191 隻，前列的 4 種數量總合即占所有總合的 90%。依種類數區別，家蟻亞科占全部種類數 21 種 (60%)、山蟻亞科 7 種 (20%)、針蟻亞科 3 種 (8.5%)及琉璃蟻亞科 4 種 (11.4%)，其中針蟻亞科，有捕獲敏捷粗針蟻屬於大陸種類，螞蟻種類詳見附錄一。在被捕獲數量上，家蟻亞科 7,204 隻 (97%)，山蟻亞科 137 隻 (1.8%)、針蟻亞科 91 隻 (1.2%)、琉璃蟻亞科 22 隻 (<1%)。

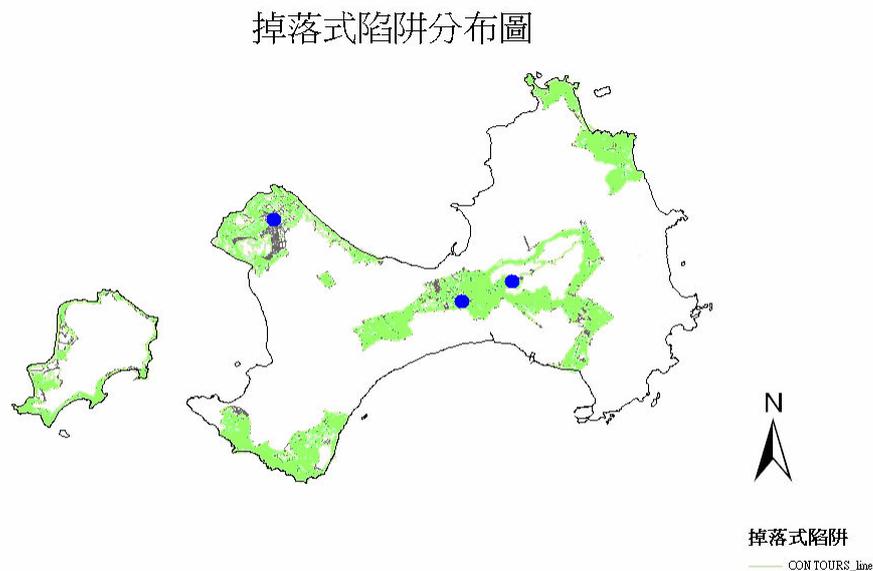


圖 4-2-1 2007 年金門地區掉落式陷阱樣區位置圖

(資料來源：本研究案)

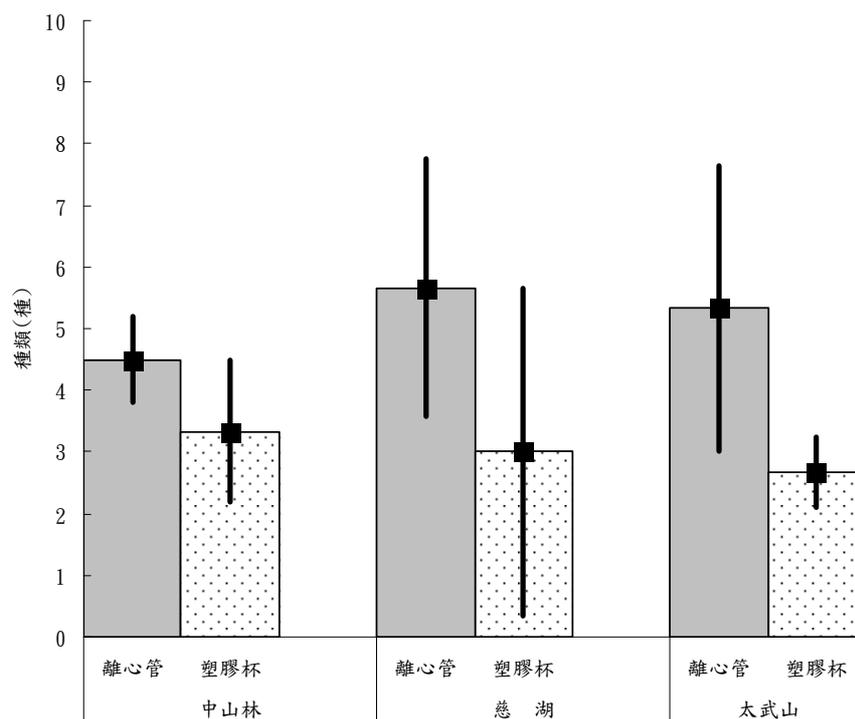


圖 4-2-2 2007 年金門地區掉落式陷阱螞蟻捕獲種類比較圖

(資料來源：本研究案)

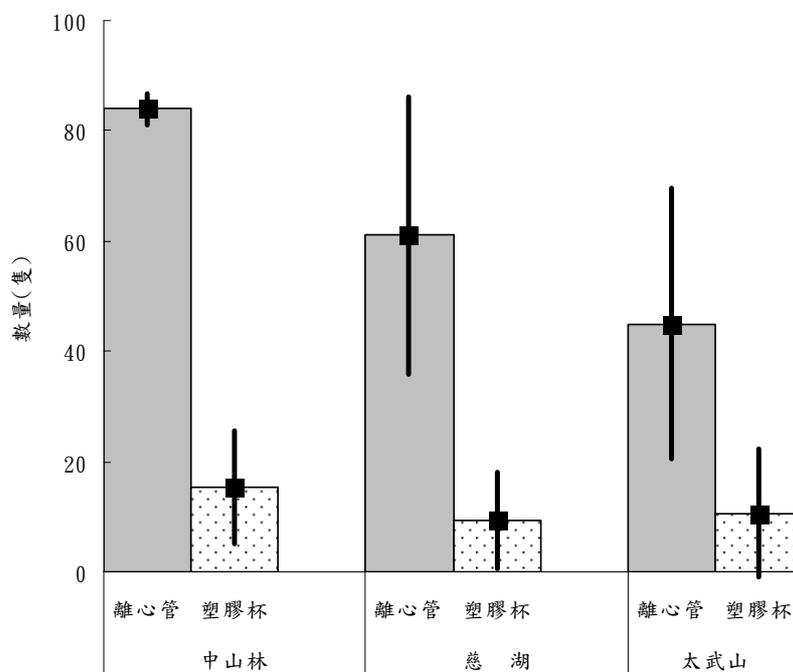


圖 4-2-3 2007 年金門地區掉落式陷阱螞蟻捕獲數量比較圖

(資料來源：本研究案)

從時間的序列以三棲地 (中山林、慈湖、太武山)綜合結果來看，螞蟻被捕獲的種類，最多是本年度5月 (24種)，次之為同年的8月 (19種)，最低為9月 (17種) (圖 4-2-4)。捕獲數量最多的是本年度8月的 2,809 隻，次之為同年9月的 2,021 隻，最低為同年5月的 486 隻 (圖 4-2-5)。

若依據棲地區別，慈湖與太武山各棲地逐月被捕獲的螞蟻種類，自5月起呈現逐月減少至同年8月逐漸上升的趨勢，反觀中山林，自5月起逐月增加至同年8月為最高然後逐月減少 (圖 4-2-4)。在被捕獲數量也呈現相似的變化，慈湖與太武山各棲地被捕獲的螞蟻隻數，自5月起逐月增加至8月逐漸下降，中山林則是呈現自5月起增加至8月下降然後再上升的曲線 (圖 4-2-5)。

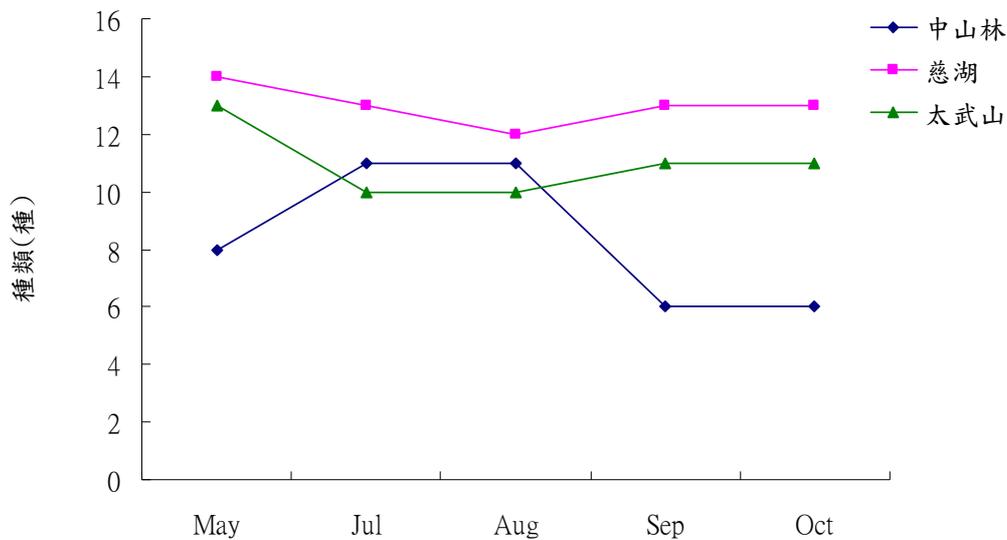


圖 4-2-4 2007 年金門地區螞蟻捕獲種類月變化折線圖

(資料來源：本研究案)

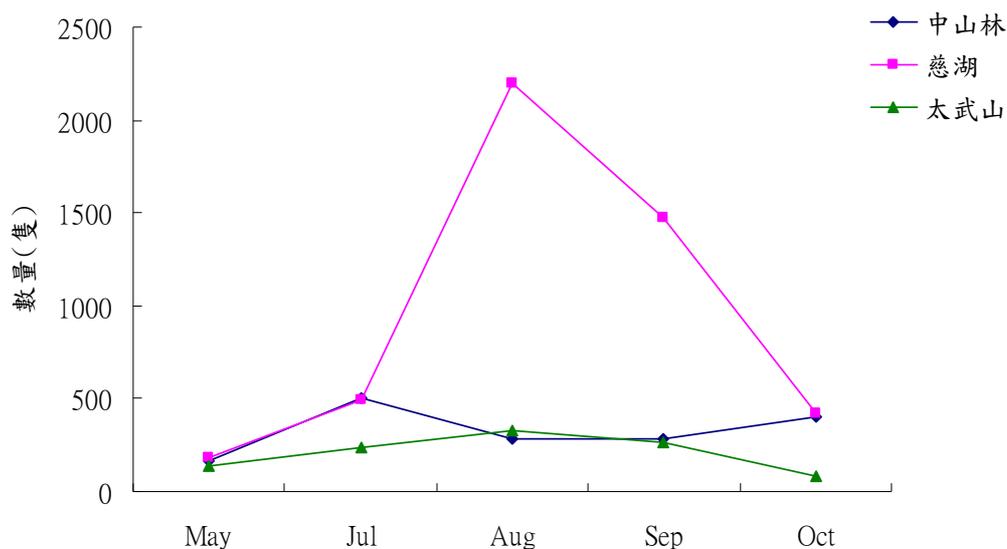


圖 4-2-5 2007 年金門地區螞蟻捕獲數量月變化折線圖

(資料來源：本研究案)

將所有樣本採用 EstimateS (Ver.8.0)程式製作物種累積曲線 (圖 4-2-6)，約在 10 次取樣後可獲物種種數的 80%，這也是所有監測種類中樣本代表性最佳的項目，因此建議可在每年夏天的月份進行監測。



圖 4-2-6 2007 年金門地區螞蟻捕獲種類物種累計曲線圖

(資料來源：本研究案)

將所有螞蟻樣本進行群聚分析，採用 Primer (V5.2)軟體以多元尺度法 (MDS) 排序分析 (圖 4-2-7)，並進行樣區的相似度分析 (ANOSIM)，Global R 為 0.131，顯示三樣區間群聚差異不大，金門島上的取樣點僅管在慈湖、太武山的螞蟻群聚略有分群的現象，但是重疊性仍高，表示缺乏顯著的棲地分化，相對於台灣的經

驗，金門棲地的同質性高，環境狀況較為均值單一，取樣地區因而可以有效的減少。

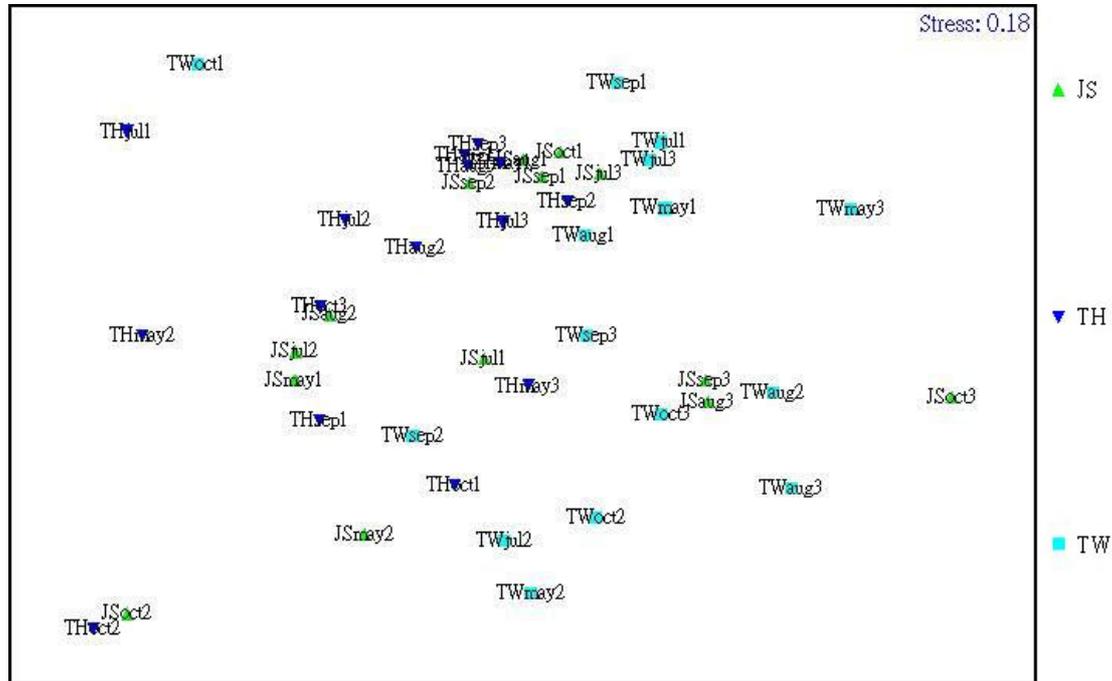


圖 4-2-7 2007 年金門地區螞蟻的 MDS 散佈圖(JS:中山林 TH:慈湖 TW:太武山)
(資料來源：本研究案)

2007 年 5 月及 7 至 10 月共 5 個月，在中山林、太武山、慈湖樣區共捕獲蜘蛛 13 科，37 種，278 隻，依捕獲隻數降序排列依序為狼蛛科 196 隻、卵蛛科 14 隻、驚蛛科 14 隻、管蛛科 12 隻、皿蛛科 10 隻、蠅虎科 10 隻、崖地蛛科 8 隻、貓蛛科 4 隻、螳蟴科 2 隻、姬蛛科 2 隻、輝蛛科 2 隻、高腳蛛科 2 隻、蟹蛛科 2 隻。捕獲隻數降序排列前 5 種為幼豹蛛 (29%、80 隻)，脈螞蛛 (18%、50 隻)，旋囊脈狼蛛 (13%、36 隻)，武昌獾蛛 (5%、14 隻)，卵蛛 (3%、10 隻)。

若依據棲地區別，太武山樣區逐月被捕獲種類，自 5 月起呈現逐月減少至 9 月始上升的趨勢，慈湖樣區則呈之字狀波動，而中山林自 5 月起逐月減少 (圖 4-2-8)。被捕獲數量也呈現相似的變化：中山林與太武山各棲地被捕獲的蜘蛛隻數，自 5 月起逐月減少，太武山自 9 月起有上升的趨勢，慈湖捕獲的蜘蛛數量與種類數皆呈現之字型波動，自 5 月起增加至 7 月下降然後 9 月上升 (圖 4-2-9)。

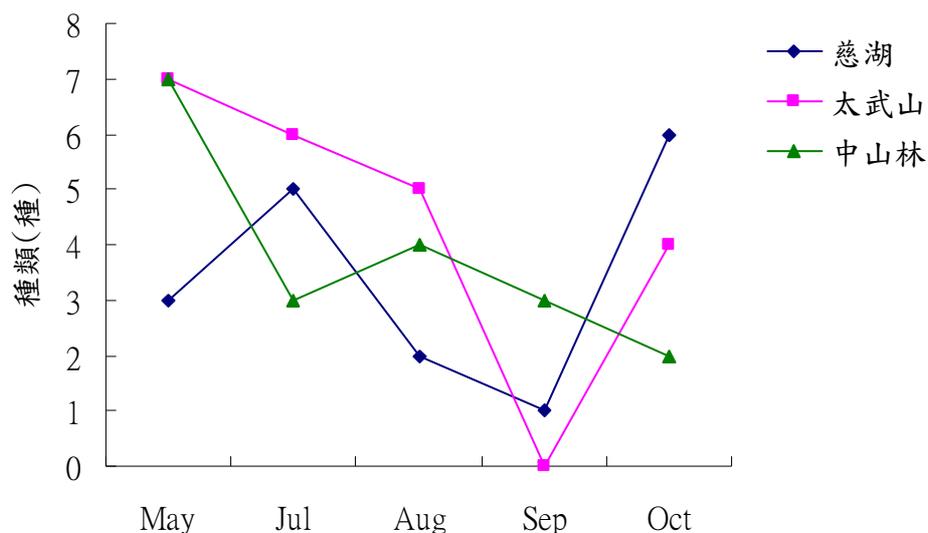


圖 4-2-8 2007 年金門地區蜘蛛捕獲種類月變化折線圖

(資料來源：本研究案)

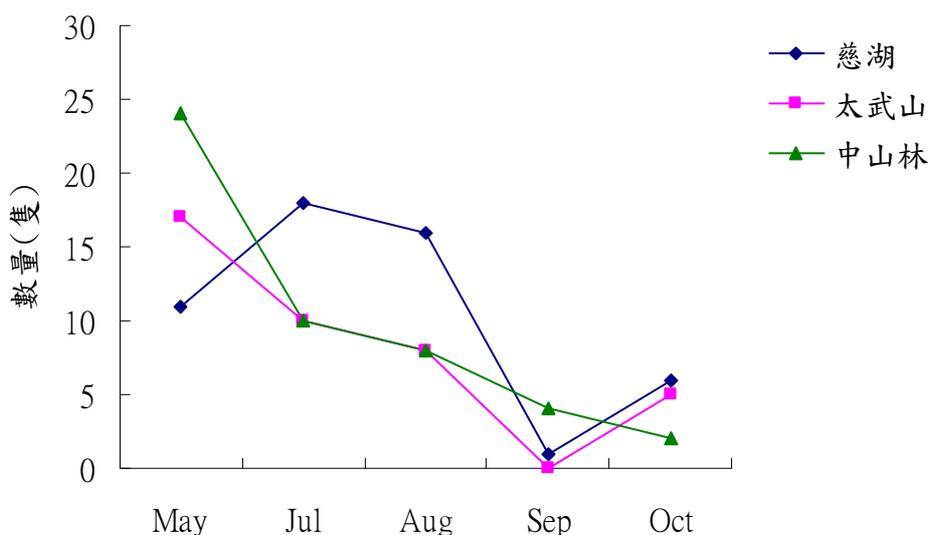


圖 4-2-9 2007 年金門地區蜘蛛捕獲數量月變化折線圖

(資料來源：本研究案)

由 5 個月的所有蜘蛛所獲得的物種累計曲線，尚未到達高原期，難以推測可能的物種數，在掉落式陷阱監測所獲得的物種中，蜘蛛可能還需要較長的監測時間，才能提供有效的監測的效益。

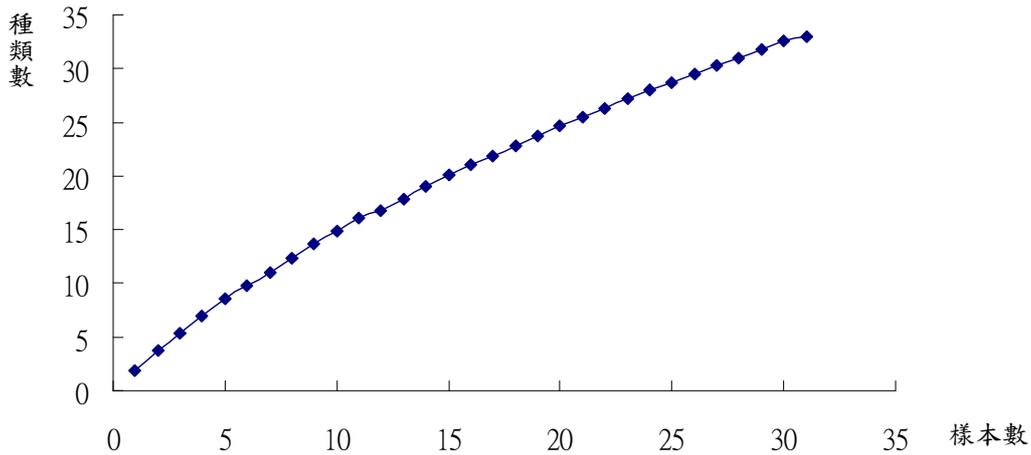


圖 4-2-10 2007 年金門地區蜘蛛捕獲種類物種累計曲線圖

(資料來源：本研究案)

採用 Primer (V5.2)軟體以多元尺度法 (MDS)排序分析，將 2007 年 5 月及 7 至 9 月所有蜘蛛樣本各月間的捕獲樣區、種類、數量等資料鍵入，進行群聚分析，並進行樣區間的相似度分析 (ANOSIM)，由三棲地的 MDS 圖發現，在種類數與豐度高的月份，蜘蛛群聚在三樣區間並無差異，表示樣區間蜘蛛的組成類似，而僅在種類數減少才呈現較大的差異 (Global R=0.109)，顯示樣區間棲地分化程度較低 (圖 4-2-10)。

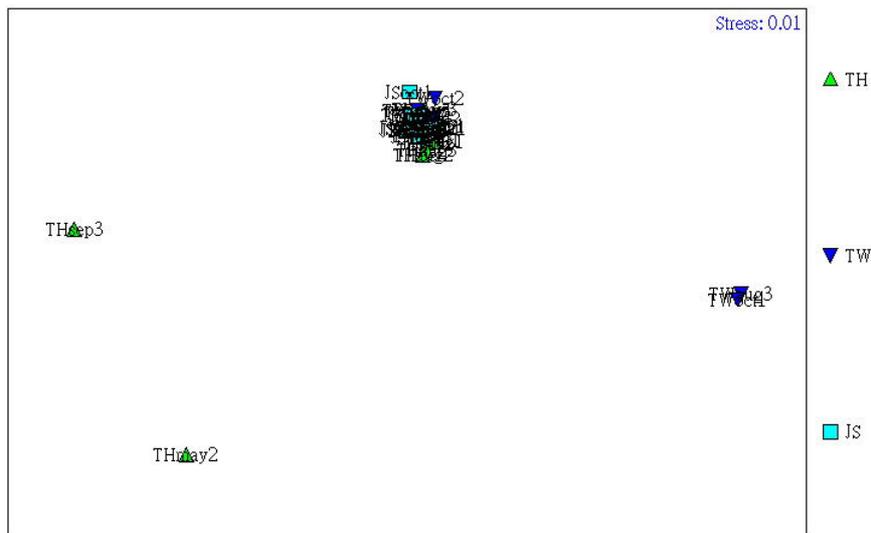


圖 4-2-11 2007 年金門地區蜘蛛的 MDS 散佈圖(JS:中山林 TH:慈湖 TW:太武山)

(資料來源：本研究案)

三、夜間穿越線

針對過去報導中螢火蟲出現區域，自 2007 年 5 月至 10 月在夜間不點燈進行穿越線調查，僅於 5 月 26 至 27 日於南山林道記錄到條背螢成蟲 102 隻，7 月 16 至 17 日於南山林道記錄到條背螢成蟲 9 隻，8 月 27 至 28 日於南山林道並無發現螢火蟲。許多過去紀錄中有發現的地區皆因路燈導致的光害造成螢火蟲的消失，因此本年度僅在南山林道有少量螢火蟲的觀察紀錄，而管理處所在的中山林，螢火蟲也有減少的現象，至於過去民宅的出現區域，本年度已因開發而沒被調查到。

螢火蟲的消失反應水域環境的變化，也需要路燈的減量並改變成較不干擾的設置方法，由於螢火蟲的出現具有季節性，是極佳而且有效率的水域指標，未來建議每年在出現季節監測高峰期數量。

四、日間穿越線

(一) 蝴蝶調查

於 2007 年 7 月 16 至 18 日、8 月 27 至 29 日、9 月 28 至 30 日、10 月 26 至 28 日，共 4 個月，每月 1 次進行蝴蝶調查，調查樣區為中山林、陵水湖、五虎山三地 (圖 4-2-12)，每 1 個樣區取長 2 公里的穿越線，調查步行時間為 1 小時。

全部樣區經 4 個月的調查結果共有 29 種蝴蝶 419 隻次，其中以沖繩小灰蝶 239 隻次最高，然後依次是荷氏黃蝶 59 隻次，玉帶鳳蝶 27 隻次，端紫斑蝶 21 隻次，黑鳳蝶 12 隻次，琉璃蛺蝶 11 隻次，其餘 23 種都在 10 隻次以下，而上述的 6 種即占全部調查數量的 88.1%。依據樣區，分別是中山林樣區 18 種 152 隻次 (36.2%)，五虎山樣區 20 種 138 隻次 (32.9%)，陵水湖

樣區 15 種 129 隻次 (30.7%)，以中山林樣區隻數最多，五虎山樣區種類數最多，陵水湖樣區則在隻數和種類數上均居末位。此外，在分布特性上，前述 6 種蝴蝶和黃邊鳳蝶、白紋鳳蝶等合計 8 種蝶種在 3 個樣區均有調查記錄；相反的，僅在單一個樣區被調查到的蝶種有 13 種，中山林樣區 2 種，五虎山樣區 7 種，陵水湖樣區 4 種，以五虎山樣區的種類較豐富。

從時間分析，在調查隻次上，全部樣區整體而言，自 7 月至 10 月穿越線調查所得的蝴蝶數量呈現逐月增加趨勢，且增加的幅度以 9 月和 10 月較強 (圖 4-2-13)。在不同樣區上，3 個樣區在 7 月至 9 月均呈現逐月上升，至 10 月的調查顯示，中山林及陵水湖樣區的數量仍大幅上升，而五虎山樣區的數量卻反而劇降。在種類數上，全部樣區整體而言，呈現之字波動，以 7 月和 9 月 10 種為較低，而 8 月和 10 月分別為 15 種和 17 種為較高。在不同樣區上，五虎山與陵水湖兩樣區呈現和上述相似的之字線變化，而中山林樣區則呈現逐月上升的趨勢 (圖 4-2-14)。

日間穿越線調查樣區分佈圖

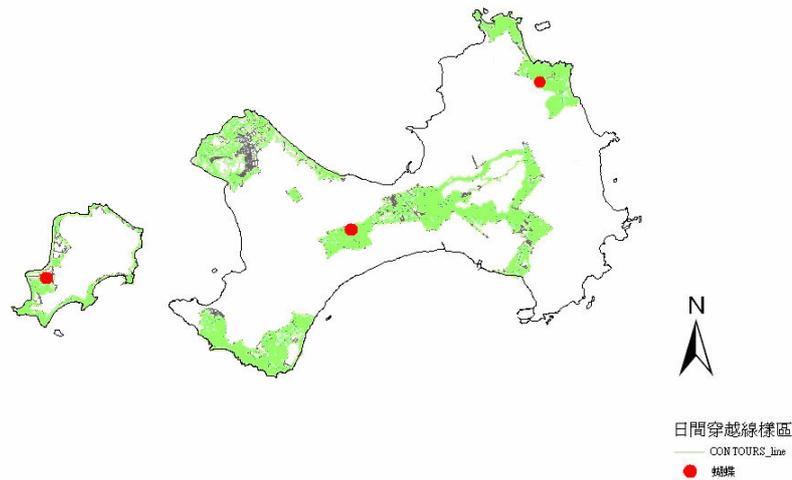


圖 4-2-12 2007 年金門地區日間穿越線蝴蝶群聚調查樣區位置圖
(資料來源：本研究案)

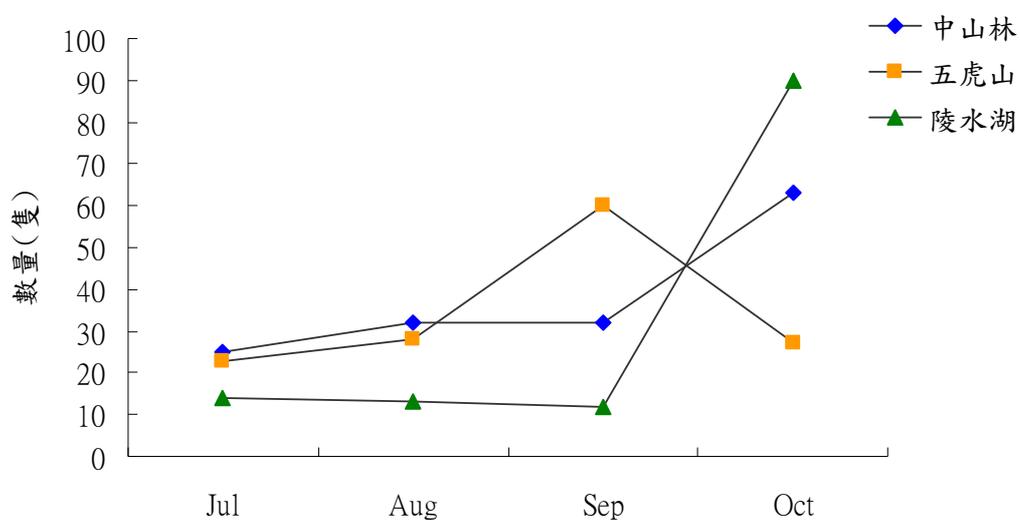


圖 4-2-13 2007 年金門地區蝴蝶調查數量月變化折線圖

(資料來源：本研究案)

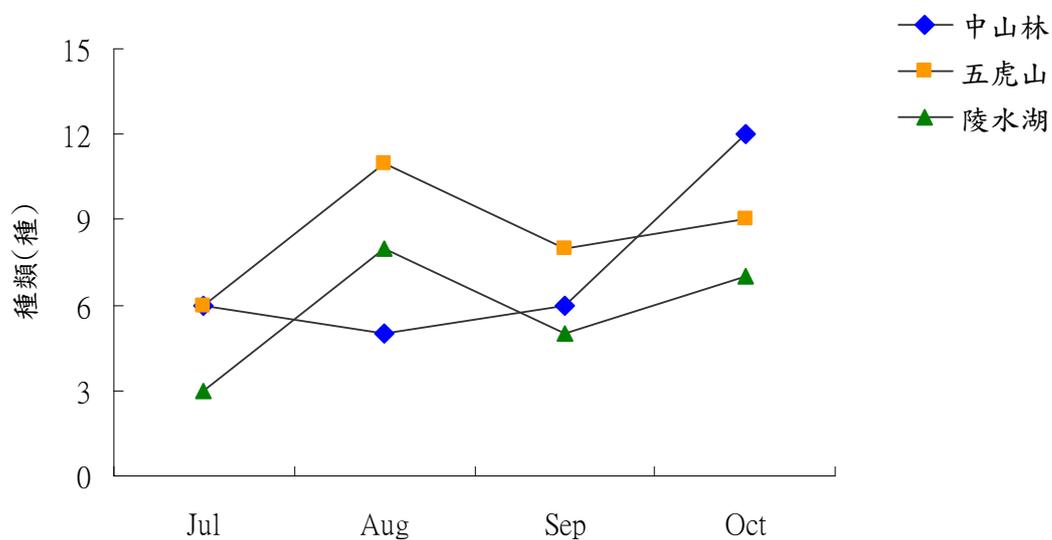


圖 4-2-14 2007 年金門地區蝴蝶調查種類數月變化折線圖

(資料來源：本研究案)

將所有樣本採用 EstimateS (Ver.8.0)程式製作物種累積曲線 (圖 4-2-15)，約在 5 次取樣後可獲物種種數的 80%，但仍未達高原期，由於蝴蝶成蟲的出現時間侷限，建議需在春夏的成蟲活動月份進行逐月的監測。

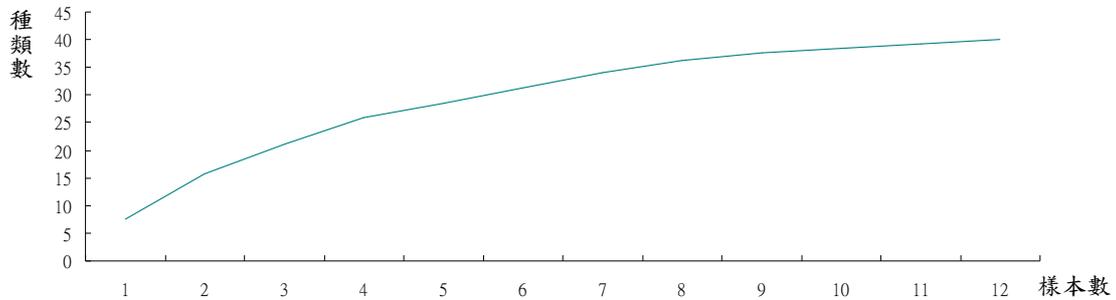


圖 4-2-15 2007 年金門地區蝴蝶調查種類物種累計曲線圖
(資料來源：本研究案)

將所有蝴蝶調查樣本進行群聚分析，採用 Primer (V5.2)軟體以多元尺度法 (MDS)排序分析 (圖 4-2-16)，並進行樣區的相似度分析 (ANOSIM)，Global R 為 0.22，顯示樣區間的群聚差異小，且三樣區呈現類似的時間(月份)變動，金門島上的取樣點缺乏顯著的棲地分化，因此未來建議僅需選取需要監測棲地變化的區域進行監測。

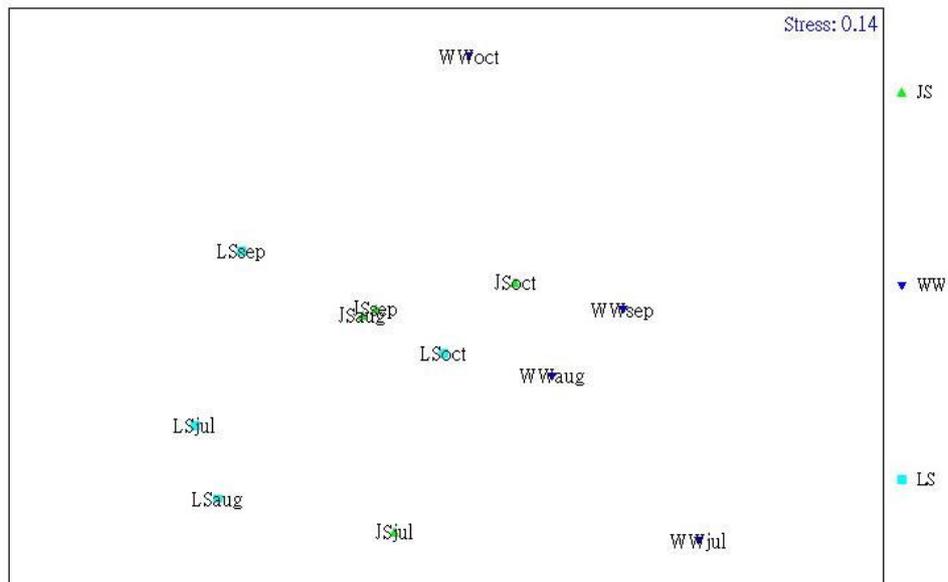


圖 4-2-16 2007 年金門蝴蝶群聚 MDS 散佈圖(JS:中山林 WW:五虎山 LS:陵水湖)
(資料來源：本研究案)

(二) 鳥類調查

於 2007 年 7 月 16 至 18 日、8 月 27 至 29 日、9 月 28 至 30 日、10 月 26 至 28 日，共計 4 個月，每月 1 次至金門進行鳥類調查，調查樣區分別為中山林、陵水湖、五虎山三地 (圖 4-2-17)，每 1 個樣區取長 2 公里的穿越線，調查步行時間為 1 小時；並於 5 月 26 至 28 日在水試所沙堆發現栗喉蜂虎有挖洞築巢的行為，8 月 27 至 29 日至田浦水庫築巢地發現栗喉蜂虎僅剩 2 到 3 隻，9 月 28 至 30 日至田浦水庫築巢地已無發現任何栗喉蜂虎，10 月 26 至 28 日於慈湖並未觀察到鷓鴣。

所有樣區經 4 個月的調查結果共 45 種鳥類 731 隻次，其中以鶇科的白頭翁 119 隻次最高，然後依次是繡眼科的綠繡眼 107 隻次，鷺科的蒼鷺 56 隻次，鷺科的小白鷺 54 隻次，鶇亞科的鵲鴝 50 隻次，椋鳥科的八哥 45 隻次，鳩鴿科的珠頸斑鳩 43 隻次，文鳥科的麻雀 25 隻次，鴉科的喜鵲 19 隻次，雁鴨科的花嘴鴨 21 隻次，鷺科的黃頭鷺 14 隻次，蜂虎科的栗喉蜂虎 13 隻次，鷺鵝科的小鷺鵝 12 隻次，鷺亞科的褐頭鷺鷥 11 隻次，上述 15 種占全部調查數量的 85.8%。

依據樣區，分別是中山林樣區 14 種 115 隻次 (15.7%)，五虎山 18 種 224 隻次 (30.6%)，陵水湖 36 種 392 隻次 (54.3%)，以陵水湖樣區所紀錄到鳥類隻數最多，中山林樣區為最少，在鳥類種類上，以陵水湖樣區為種類數最多，中山林為種類數最少；而僅在單一樣區被調查到的鳥種以陵水湖的獨有種類較豐，從棲地類型來看鳥類種類組成份發現，陵水湖樣區主要記錄到的種類多為鷺科及雁鴨科等水鳥種類，五虎山樣區及中山林樣區則主要記錄到雀形目如鶇科及繡眼科等鳥種。

從時間分析，自 7 月至 10 月穿越線調查所得的鳥類數量，在不同樣區的調查隻次上，中山林與五虎山樣區呈現之字波動，陵水湖樣區從 7 月起下降，至 8 月達到最低，之後 9 月及 10 月呈現逐月增加 (圖 4-2-18)。而在不同樣區的調查種類數上發現，陵水湖樣區從 7 月開始上升至 9 月達到最高峰然後下降，中山林與五虎山則有相似的波動曲線，曲線從 7 月逐月下降至 9 月達到最低然後回升 (圖 4-2-19)。

日間穿越線調查樣區分佈圖

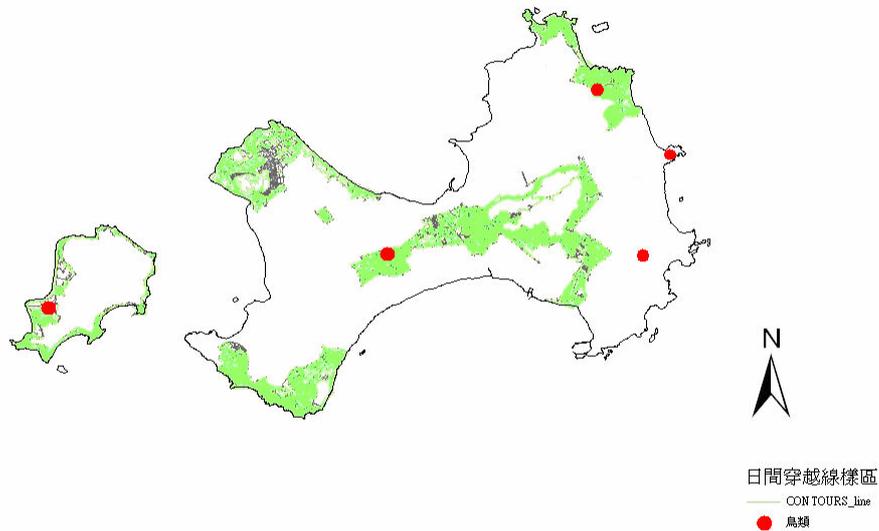


圖 4-4-17 2007 年金門地區日間穿越線鳥類群聚調查樣區位置圖

(資料來源：本研究案)

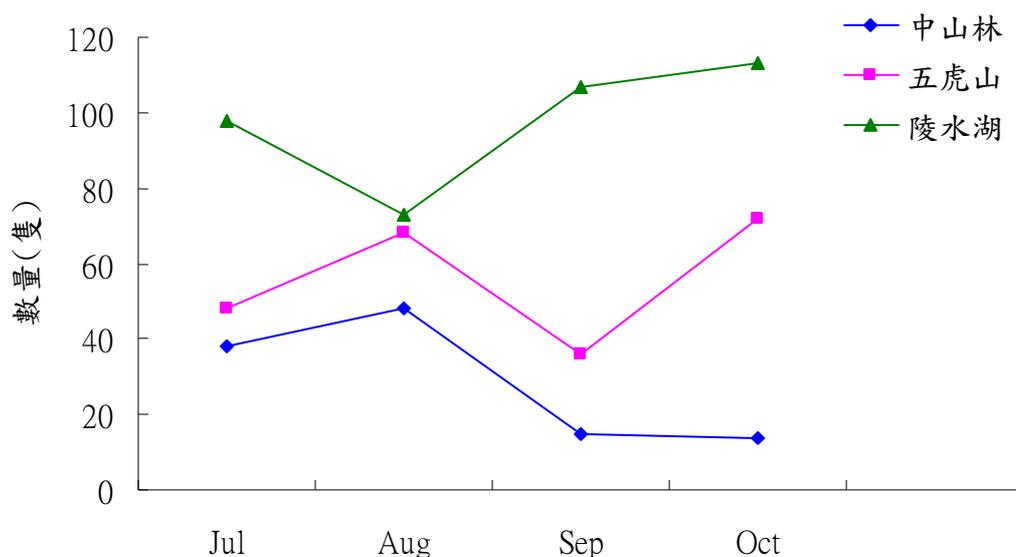


圖 4-2-18 2007 年金門地區鳥類調查數量月變化折線圖

(資料來源：本研究案)

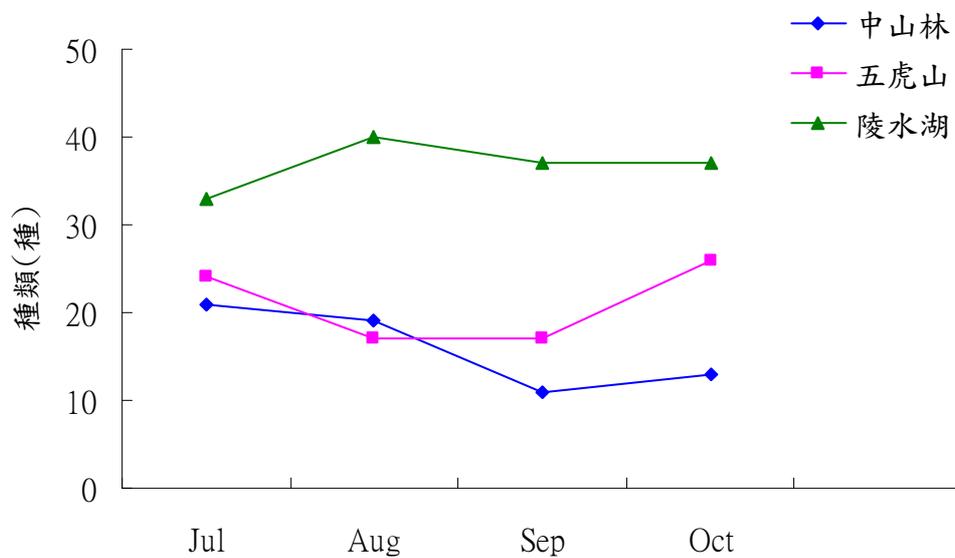


圖 4-2-19 2007 年金門調查鳥類調查種類數月變化折線圖

(資料來源：本研究案)

將所有樣本採用 EstimateS (Ver.8.0)程式製作物種累積曲線 (圖 4-2-20)，約在 6 次取樣後可獲物種種數的 80%，但累積曲線未達高原區，

相較於螞蟻，鳥類受到較大的月份干擾，因此未來在監測上，需要區分出冬候鳥與繁殖性鳥類，冬候鳥需要棲地環境的恆定，夏候鳥繁殖期則容易受到食物資源的影響，建議未來應該在夏季與冬季分別進行種類數量監測。

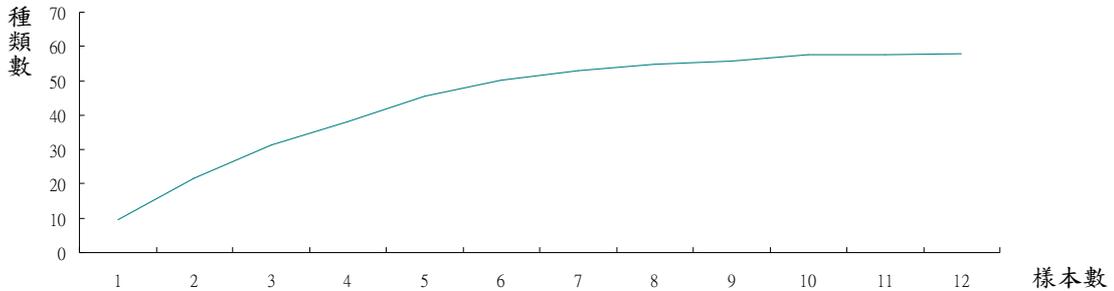


圖 4-2-20 2007 年金門地區鳥類調查所獲種類物種累積曲線

(資料來源：本研究案)

將所有鳥類調查點進行群聚分析，採用 Primer (V5.2)軟體以多元尺度法 (MDS)排序分析 (圖 4-2-21)，並進行樣區的相似度分析 (ANOSIM)，Global R 為 0.648，顯示群聚顯著分化，陵水湖、中山林、五虎山兩兩比較的結果，除中山林與五虎山群聚類似外，其他兩地群聚顯著不同，因此未來建議陵水湖以及中山林或五虎山兩者擇一，可以進行長期的監測調查。

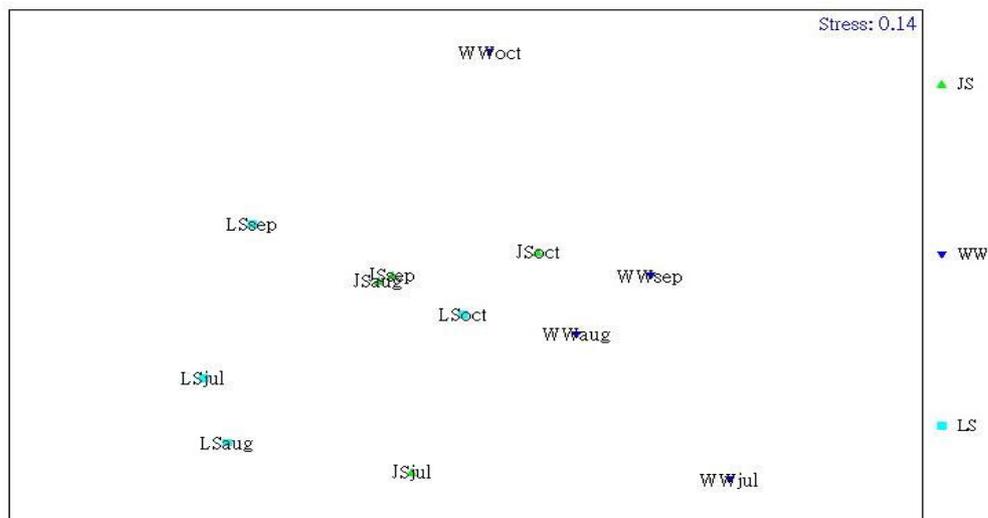


圖 4-2-21 2007 年金門鳥類群聚 MDS 散佈圖(LS:陵水湖 JS:中山林 WW:五虎山)

(資料來源：本研究案)

五、地景監測

採用 GPS 記錄器結合數位相機，僅需沿途紀錄並拍照，所得照片與 GPS 點則上傳到電腦後經由程式連結，可以直接使用網路將照片上傳到免費的網路衛星圖上，經過測試結果，金門區域可以此法有效率的進行地景監測。

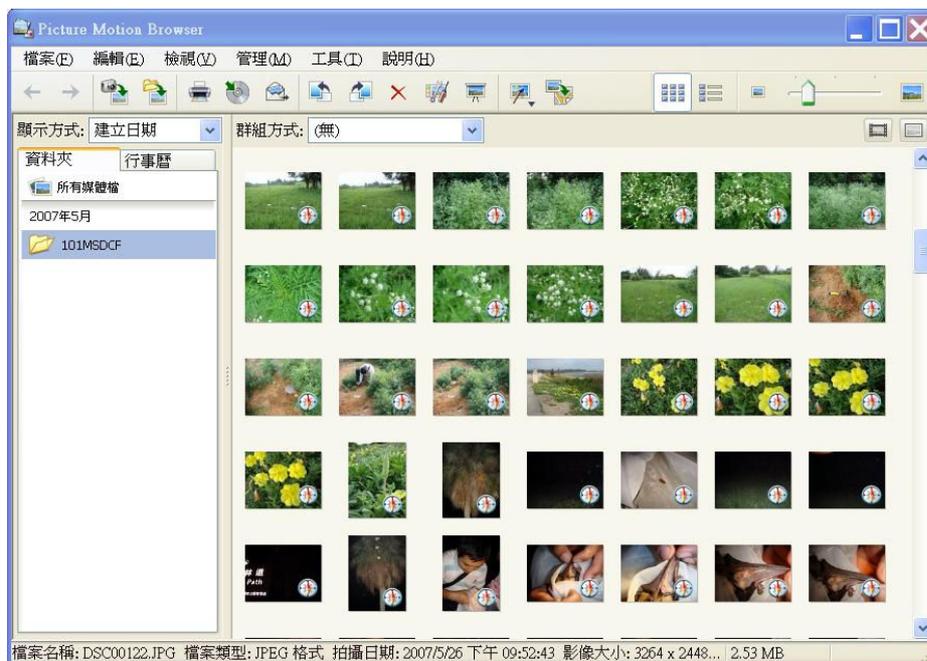


圖 4-2-22 2007 年金門地區植群定點監測

(資料來源：本研究案)

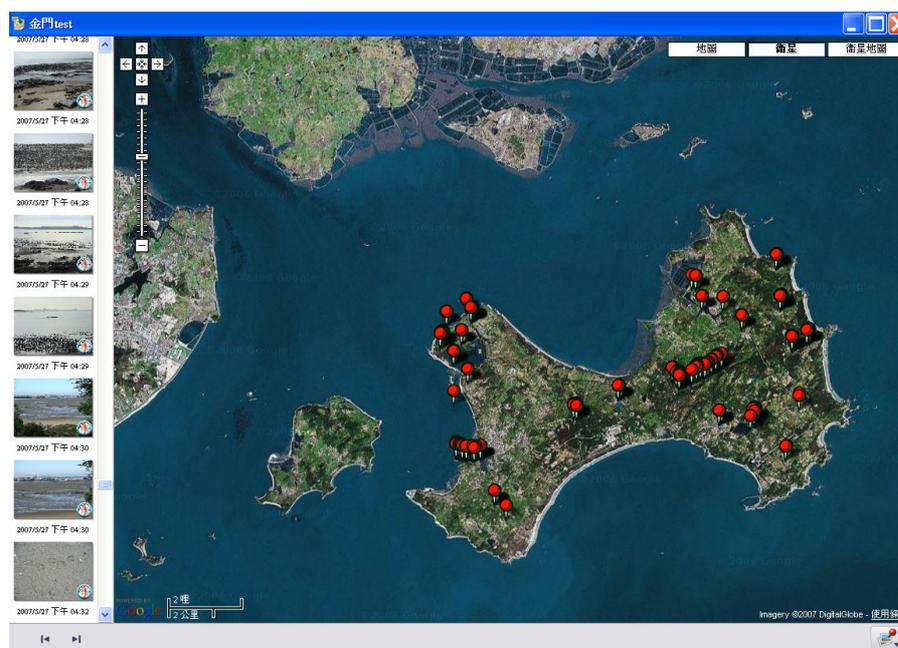


圖 4-2-23 2007 年金門地區監測地點定位

(資料來源：本研究案)



圖 4-2-24 2007 年金門地區拍攝照片地點與 GPS 結合

(資料來源：本研究案)

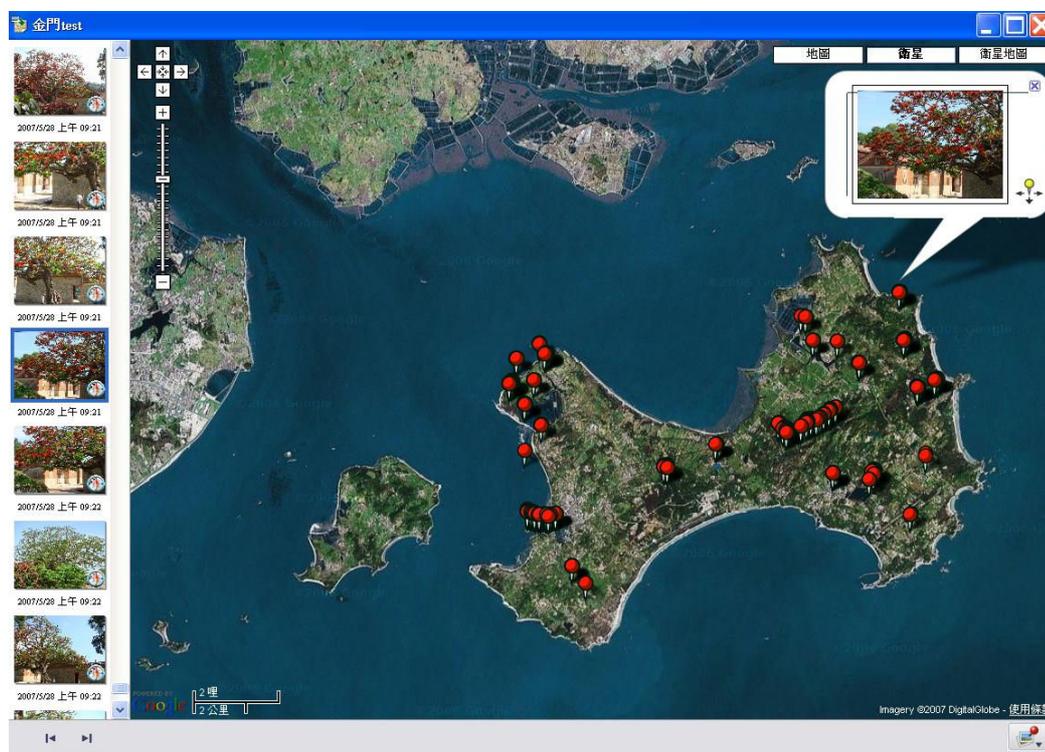


圖 4-2-25 2007 年金門地區拍攝照片地點與 GPS 結合

(資料來源：本研究案)

六、環境資料紀錄

在各樣區放置 1 個 Hobo data logger (for temperature and humid)，放置在離地表 10cm 高度，並有防水遮罩，以避免雨水和表面逕流。Hobo 內有溫度 (temperature) 及相對溼度 (humidity) 感應和記錄器，在採樣時間內，同步收集這 2 項氣候因子，記錄頻度為每小時 1 次。

目前經過與蝴蝶與螞蟻樣本的交叉比對，由於時間不足 1 年，尚未找尋到影響物種群聚的環境因子，然而由每小時資料分析 (表 4-2-1)，3 個不同的棲地仍有溫溼度的差異存在。

表 4-2-1 2007 年金門地區溫溼度紀錄表

2007. 9. 28-30	平均溫度℃	最高溫℃	最低溫℃	平均溼度%	最高溼度%	最低溼度%
中山林	29.6	46.4	24.4	75.4	93.2	26.5
太武山	29.3	36.6	26	81.9	100	42.7
慈湖	29.4	36.6	20.6	81.4	100	42.7
平均值	29.4	39.9	23.7	79.6	97.7	37
2007. 10. 26-28	平均溫度℃	最高溫℃	最低溫℃	平均溼度%	最高溼度%	最低溼度%
中山林	22.4	29.9	17.1	54.3	100	30.1
太武山	23	34.9	14.9	70.9	100	33.5
慈湖	24.1	36.6	18.3	72.2	100	20.4
平均值	23.2	33.8	16.8	65.8	100	28

(資料來源：本研究案)

若能取得較完整長期的環境資料，以及同時收集物種群聚資料，可以經過物種群聚分析找出最適合代表該環境的物種組合，這種具有該環境指標作用的物種組合，在物種數量波動時，即代表該環境棲地可能受到干擾或改變。

因此未來建議在監測物種群聚的同時，除了考慮監測生物群，更需要同時量取環境因子。

第三節、綜合討論

分析歷年累積資料發現，太武山水域的水體面積左右了水韭的數量，進一步分析的結果，水體表面積與水韭株數間的直線迴歸關係存在，水體越大，水韭株數越多，因此建議無需持續進行監測並實施域外保育。過去溼地植物監測地點僅在田浦等3個私有地，在2006年在田浦生長範圍也萎縮成主要生長於G區（莊西進 2006）。因此建議國家公園管理單位針對稀有的水生植物應該考慮進行域外保存，而經過評估與現場調查宜採用定面積取樣法取代過去紀錄所有植株數量的方式。

黃邊鳳蝶的幼蟲主要寄主植物為金門原生植物潺槁樹，監測此單一物種族群數量變化，只可了解潺槁樹生長棲地之變化，但蝴蝶群聚的變化不但涵蓋了黃邊鳳蝶單一物種，並可探討種類間之變化，全面了解監測環境的改變，而將所有蝴蝶調查樣本進行群聚分析結果顯示，金門島上的取樣點缺乏顯著的棲地分化，因此未來建議僅需選取需要監測棲地變化的區域進行監測，建議頻度由往年3月至11月每月2次共18次，精簡為每年4月至8月每月1次。而黃邊鳳蝶是該區的明星物種，為能了解族群數量，進行標識再捕法計數是比較簡易可行的方式。

在螢火蟲調查上，往年採用穿越線調查法，調查頻度為每年3月至8月每月2次共12次，因螢火蟲會有漸歇性發光的特性，且主要發生期為每年4月至8月，所以本研究採用定時定點計數法，避免滿月時進行調查，建議調查頻度為每年4月至8月每月1次共5次，並配合現場調查結果，建議持續監測地點為太武山、中山林及南山林道。

本研究螞蟻掉落式陷阱容器的選取有別於TEAM手冊，可能因為TEAM手冊在此項目主要設計為熱帶地區使用所致，修正方法至適合金門地區使用，經由

5 個月實地調查，捕獲了在台灣本島數量較為稀少的雙色突胸家蟻以及仲尼窄胸家蟻，並且發現大陸種敏捷粗針蟻，因此未來在螞蟻監測上，可多方比較台灣本島與金門地區的種類，進而分析不同棲地之間的差異。

根據往年的研究報告顯示，慈湖地區觀察到的鷓鴣數量有逐漸上升的趨勢(莊西進 2002、2003、2004)，逐年的族群數量呈現穩定的變化，且鷓鴣的夜棲地均在國家公園管轄範圍內，保護狀況良好，從逐月數量變化折線圖(圖 2-2-16)可發現成穩定的波動，因此若需持續繼續監測只要紀錄每年高峰期的數量與往年資料做比較即可，所以監測頻率可由每年 10 月至隔年 2 月每月 2 次共 10 次，簡化成每年 12 月至隔年 1 月每月 1 次共 2 次，並可邀請鳥會及賞鳥人士幫忙，紀錄每年遷入期與遷出期。

鸞是少數幾種生活在海濱又容易看到的大型無脊椎動物。由於其生活史中母鸞產卵於高潮帶的沙礫中，因此很容易受到人類各種行為所迫害而中斷其生活史，所以鸞是海濱灘地是否健康的很敏銳的指標生物之一(譚志宜等 1996)。金門地區三棘鸞的監測方法主要有兩種，分別為(陳章波 2000，譚志宜等 1996)及(莊西進 2002、2003、2004、2005、2006)，因為並無此兩項方法可作比較分析調查數據，因此無法提出建議。鸞居住於沙質淺水海域，棲息地點與年齡有關，通常幼體生活於海灘，隨著年齡增長，逐漸游向近海，鸞的生殖行為和月亮週期、潮高、日照相關，成鸞多出現於每年 5 月至 9 月間，而稚鸞一直都生長在泥灘地，只是冬季潛伏較深(譚志宜等 1996)。根據連年資料分析發現，每年 5 月至 8 月為其高峰期，可能是因冬季稚鸞多潛伏於沙層中，不易觀察所致，因此建議若要持續監測於每年 5 月至 8 月每月 1 次共 4 次，替代以往每年 1 月至 12 月每月 1 次共 24 次監測頻率，持續監測地點為夏墅、北山。由於金門國家公園缺乏相關海洋或動物職系人員，海洋生物監測有專業缺乏的問題，因此建議另案委託。

由於栗喉蜂虎需要利用水域邊緣的土堤築洞繁殖，也需要水域提供食物，所以這類環境的減少將直接衝擊栗喉蜂虎在金門的存續，因此為金門環境變遷的重要明星物種。根據金門栗喉蜂虎營巢地復育及生殖生態學研究指出 2001 至 2003 年全島族群監測結果發現年間無太大變化，但營巢地內生殖族群量卻隨棲地品質下降而減少 (袁孝維 2004)，由連年資料分析結果發現，栗喉蜂虎年間族群數量上並無太大的變化，或許與往年 3 處監測地點皆為夜棲地所致，由於栗喉蜂虎對於營巢棲地有忠誠性，因此生殖期間族群數量的波動將反應此類環境變化，建議若要持續監測，可將以往每年 3 月至 10 月每月 2 次共 16 次調查次數，簡化成每年 5 月至 8 月繁殖期間每月 1 次共 4 次，並可考慮將原本 3 處夜棲地刪除其中 2 處，新增田浦營巢地與昔果山營巢地監測地點。

黑翅鳶在金門棲息的屬性有留鳥和夏候鳥 (莊西進 2006)，加上分析 5 年監測計畫後，並無發現明顯差異，基於監測時須符合安全、快速、簡單並能快速的取得族群變遷的資料，因此建議納入鳥類群聚監測中監測。

本研究在今年進行中山林、陵水湖、五虎山三棲地鳥類群聚監測，以群聚方式替代單一鳥種的監測，經由群聚分析結果發現中山林與五虎山相似度較高，因此未來可擇一監測，而金門國家公園環境長期監測(五)於 2006 年新增了慈湖鳥類群聚調查項目，由於慈湖是鹹水濕地重要的地點，因此建議可繼續對慈湖進行監測，本年度新增加陵水湖樣區，建議未來可監測此兩處地點並分析比較，5 年後即 2009 年再度進行金門島全面性的鳥類調查，以瞭解金門鳥類與環境變遷 (陳章波 2000)。

根據連年資料指出水獺的監測有架設照相機紀錄，但因水獺身上並沒有足以提供做為個體辨識的特徵，因此所拍攝的資料僅能提供此區域有無動物活動和活動的相對頻度，並不能確實估算其數量；水獺的族群密度與結構會因地點、獵

物量、天候狀況、人類活動、競爭壓力、窩藏地點多寡、獵捕壓力等而有很大的差異 (李玲玲 1997, 李玲玲和莊西進 2002), 從連年資料分析, 水獺排遺數量, 在月份上很平均且穩定無太大變化, 而古崗湖監測地點在 2003、2004、2005 年 1 月至 3 月有逐漸上升的趨勢及有明顯高峰, 滎湖則是於 2003 年 1 月至 3 月有逐漸上升的趨勢及有高峰期 (莊西進 2002、2003、2004、2005、2006), 推測期間因正逢冬季至春初, 人類活動少且降雨量低, 水獺活動較不易受人類干擾, 排遺量較不會受降雨量而影響, 基於經費的考量, 建議只使用目測痕跡觀察法, 在冬季月份進行調查每月 1 次紀錄有無新排遺的出現, 持續監測了解水獺的活動區域的變動, 至於詳細族群數量的變動, 則需另委外研究。

因為微環境資料蒐集所使用之紀錄儀器(Hobo), 可重複使用, 分析各監測項目月份, 建議購置 9 台即可用於所有監測物種, 因此微環境資料蒐集費用可合併計算, 考量調查人員素質以及專業知識, 以上各項監測項目僅蝴蝶與螢火蟲調查, 由於涵蓋日與夜的調查, 其重合月份的人事費用可以合併降低成本。

第五章、結論與建議

第一節、結論

綜合以上方法，得到以下結論：水韭族群其棲地水域極不穩定，因此建議無需持續進行監測並可考慮實施域外保育。過去植物的監測主要鎖定在溼地的稀有物種（金錢草、長葉茅膏菜、長距挖耳草、絲葉狸藻），此類食蟲植物往往需要高品質的生長棲地條件，而成為環境變遷指標性物種，因此只需要針對棲地持續監測；經過評估與現場調查宜採用監測定面積取代過往紀錄所有植株數量，由於本年度田浦生長地正在進行「金門縣邁向有機農業計畫」，因此本項目無法持續試驗，建議在該區域選取 4 個 1 平方公尺面積的樣區，每月固定監測區域內的植物種類數量，該區域屬於金門縣政府區域，建議未來在施工後，應持續監測施工前後的變化。此外，國家公園管理單位針對稀有的水生植物應該考慮進行域外保存。

本研究今年在昆蟲監測上，新增螞蟻監測項目並持續監測螢火蟲及以蝴蝶群聚替代黃邊鳳蝶單一物種監測。目前以螞蟻作為環境生態的相關研究結果顯示，螞蟻群聚組成與棲所環境狀態之間有很大的關連性（潘建安 2002），因此增加此項監測項目；經由現場調查與評估分析發現螞蟻的監測以離心管型掉落式陷阱最適合，而由物種累積曲線得知（圖 4-2-6），約在 10 次取樣後可獲物種種數的 80%，是所有監測種類中樣本代表性最佳的項目，因此建議可在每年夏天的月份進行監測；並將掉落式陷阱採集到的蜘蛛標本一併分析，由 5 個月的所有蜘蛛所獲得的物種累計曲線，尚未到達高原期，難以推測可能的物種數，在掉落式陷阱監測所獲得的物種中，蜘蛛可能還需要較長的監測時間，才能提供有效的監測的效益。

由於螢火蟲對環境變化非常敏感，是一個非常敏銳的環境指標，需要持續

監測與推廣保育的觀念；在螢火蟲監測上，本研究採用定時定點計數法，建議頻度為每年 4 月至 8 月每月 1 次，並避免在滿月進行調查，經由現場調查及連年資料分析，建議持續監測地點為太武山、中山林及南山林道。

將蝴蝶群聚替代黃邊鳳蝶，因為蝴蝶幼蟲對寄主植物有高度專一性，因此只調查單一物種，多只能分析該物種與寄主植物之間的變化，而調查蝴蝶群聚也涵蓋了黃邊鳳蝶，並更能多方面分析棲地環境的改變；將蝴蝶調查樣本進行群聚分析，結果代表金門島上的取樣點缺乏顯著的棲地分化，因此未來建議僅需選取需要監測棲地變化的區域進行監測，建議頻度為每年 4 月至 8 月每月 1 次。針對外來種昆蟲的監測，建議需要另案去統整所有外來生物的調查。

由於金門國家公園缺乏相關海洋或動物職系人員，海洋生物監測有專業缺乏的問題，因此建議另案委託監測，尤其金門地區水試所有專責人員職掌，若能由其主導海洋生物保育工作，並由金門國家公園管理處在保育政策上加以配合，應能事半功倍；未來若要持續進行監測，建議於每年 5 月至 8 月進行每月 1 次的調查，監測方法主要有 (陳章波 2000, 譚志宜等 1996) 及 (莊西進 2002、2003、2004、2005、2006) 兩種，因未能獲得兩項方法可作比較分析調查之原始數據，因此無從提出建議。

由於鷓鴣、栗喉蜂虎為金門生態旅遊的明星物種，具有教育解說意義，因而過去被單一的監測，本研究選取鳥類群聚取代以往單一物種的監測，因為鳥類群聚往往有其一定的結構，並可反應此區環境與生物互動的模式，分析一個地區的鳥類群聚，為了解該地棲地品質及生物相特性的基本方法，也是進行環境監測時的重要指標 (劉小如 1999)，於是在今年進行中山林、陵水湖、五虎山三棲地鳥類群聚監測，將所有樣本製作物種累積曲線發現 (圖 4-2-20)，約在 6 次取樣後可獲物種種數的 80%，鳥類受到較大的月份干擾，因此未來在監測上，或許應該在

夏季與冬季分別進行種類數量監測，而每月 1 次調查鳥類群聚之餘，並可針對原先監測的 3 種鳥類個別計數，鷓鴣監測只要紀錄每年高峰期的數量與往年資料做比較即可，監測頻率為每年 12 月至隔年 1 月每月 1 次共 2 次；栗喉蜂虎建議監測頻率為每年 5 月至 8 月繁殖期間每月 1 次共 4 次。黑翅鳶連年資料整理分析結果發現，並無發現明顯差異，建議可納入鳥類群聚調查。

基於生物多樣性與保育觀念，水獺是需要持續的進行監測。根據連年資料指出照相機紀錄所拍攝的資料僅能提供此區域有無動物活動和活動的相對頻度，並不能確實估算其數量，若需知道明確的族群數量，需另委外研究，因此建議可考慮在未來監測方法只使用目測痕跡觀察法，進行全年監測頻率為每年 12 月至隔年 3 月每月 1 次共 4 次，進行全島性調查，紀錄有無新排遺的出現，了解水獺活動區域的變動。

在非生物監測項目上，經由實地調查發現，未來地景監測上採用 GPS 記錄器結合數位相機，所得照片與 GPS 點則上傳到電腦後經由程式連結，可直接使用網路將照片上傳到免費的網路衛星圖上，經過測試結果此法將有效率的進行地景監測。物種的調查搭配微環境資料的蒐集，這種具有該環境指標作用的物種組合，在物種數量產生波動時，即代表該環境棲地可能受到干擾或改變，因此未來建議在監測物種群聚地同時，除了考慮監測標的物的持續性，更需同時量取環境因子。關於水質調查部分，於 2006 年即交由自來水廠進行檢測，而未來檢測宜有目的性，配合物種調查或是遊客乘載量的估算同時進行，環境因子才能被解讀。

綜合以上結論製作成表格 (表 5-1-1)，列出監測期程、監測目標、監測方法、人數、年監測次數、監測頻率及監測月份，將各監測方法月成本分析表的人事費用、材料費及後續資料整理費用合併為生物監測淨成本，並列出蒐集各物種微環境資料各別之費用，中長期建議監測物種包含植群、昆蟲、鳥類、哺乳類，短期

建議監測物種不包含植群，各物種監測時皆需配合微環境資料蒐集，且使用含 GPS 功能數位相機沿途拍照紀錄，經過分析評估後可大量節省人力的開銷。微環境資料蒐集所使用 Hobo 溫、溼度紀錄儀器因可重複使用，評估所有監測項目共需要 9 台 Hobo 即可取得監測樣區的資料，因此各項微環境資料蒐集總和可從 156,052 元合併縮減為 69,072 元，因此將各項生物監測淨成本加上合併後微環境資料蒐集費用，中長期建議監測年經費可由 410,758 元減少為 323,778 元，短期建議監測年經費可由 286,550 元減少為 238,458 元，節省許多開銷；而考量調查人員專業知識、調查月份以及材料上的重疊度，以上各項監測項目中僅蝴蝶與螢火蟲項目可將重疊費用合併，因此中長期監測年經費可由 323,778 元減少為 307,178 元，短期監測年經費可由 238,458 元減少為 221,858 元。

表 5-1-1 建議監測項目年成本精算表

監測期程	中長期建議						各列總計
	植群	昆蟲			鳥類	哺乳類	
監測目標	濕地植物	螞蟻	蝴蝶	螢火蟲	鳥類群聚	水獺	
監測方法	監測定面積	掉落式陷阱	穿越線調查法	定點計數法	穿越線調查法	目視法	
監測人數	2	1	1	1	1	1	
監測次數	12	5	5	5	12	4	
監測頻率	每月1次	每月1次	每月1次	每月1次	每月1次	每月1次	
監測月份							
Jan	✓				✓	✓	
Feb	✓				✓	✓	
Mar	✓		✓		✓	✓	
Apr	✓		✓	✓	✓	✓	
May	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Jun	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Jul	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Aug	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Sep	✓	✓			✓	✓	
Oct	✓				✓	✓	
Nov	✓				✓	✓	
Dec	✓				✓	✓	
A.生物監測淨成本(元)	85,320	71,206	19,560	16,600	47,320	14,700	254,706
B.微環境資料蒐集費(元)	38,888	29,291	29,291	29,291	29,291		156,052
A+B總計(元)	124,208	100,497	48,851	45,891	76,611	14,700	410,758
中長期監測年經費							307,178
短期監測年經費							221,858
備註：							
1.監測項目新增螞蟻，將蝴蝶取代往年監測物種黃邊鳳蝶，鳥類群聚取代往年鷓鴣、栗喉蜂虎、黑翅鳶等3種鳥類。							
2.微環境因子蒐集費中，各項目使用Hobo數量為濕地植物4顆、其餘螞蟻、蝴蝶、螢火蟲、鳥類皆為3顆，因為水獺監測只調查排遺數量，所以微環境因子紀錄，對未來分析並無明顯助益無需蒐集。							
3.微環境資料蒐集費用為所有監測項目合併計算，共使用9台Hobo，總金額為69,072元。							
4.中長期監測費用為植群、昆蟲、鳥類、哺乳類生物監測淨成本總和加上合併後微環境資料蒐集費；短期監測費用則不包含植群生物淨成本							

(資料來源：本研究案)

第二節、建議

經過實地調查，參考金門國家公園生態環境監測架構之建立 (陳章波 2000) 並針對 TEAM 監測手冊提供之方法進行分析評估，建議以物種群聚取代傳統的指標物種監測，可得到較完整的資料來分析環境的變遷，並建議昆蟲及鳥類群聚每 5 年需進行金門全島全面性的調查，因此與植群一起併入長期監測物種名單，除了下列建議的群聚監測法外，對明星物種可以另外尋找簡易的監測方式。依照短期與長期期程，提出以下建議：

一、短期建議：

建議 1：金門地區地景監測，建議使用數位相機含 GPS 功能取代傳統 GPS，作為未來監測的方法。

主辦機關：金門國家公園管理處

說明：相機結合 GPS 功能，可大量減省後續資料處理過程，數位相機結合 GPS 功能立即且方便，並能簡單的結合網路的衛星地圖標示，未來所有管理維護人員均可以此有效的監測紀錄。

建議 2：金門地區環境因子監測除了參考氣象站資料，可使用 Hobo 溫度紀錄儀器得到監測物種的微環境資料，可提供較精確的數據資料在氣候與生物關係上，未來更可待進一步進行模式分析。

主辦機關：金門國家公園管理處

說明：由於缺乏環境資料，使得歷年生物調查資料難以進行進一步的分析，儘管記錄到族群數量的變動，也很難察覺出真正的原因，未來相關的生物監測研究，均宜先考慮同時搭配進行的環境因子測量，Hobo 由於方便便宜，建議的所有監測物種經由分析評估後，只

需 9 台 Hobo (69,072 元)即可取得監測棲地的逐時溫、溼度資料。

建議 3：金門地區監測物種，宜新增加螞蟻的監測，以掉落式陷阱為最適監測方式，並以離心管型式的陷阱為最佳，建議調查頻度為夏天月份，地點則因對螞蟻來說環境同質性高，可較為主觀的選取樣區後定點實施。

主辦機關：金門國家公園管理處。

協辦機關：當地 NGO 或志工、聘請短工、鑑定則委託專人。

說明：目前以螞蟻作為環境生態的相關研究結果顯示，螞蟻群聚組成與棲所環境狀態之間有很大的關連性 (潘建安 2002)，螞蟻監測方法月成本分析合計人事與材料費用，離心管掉落式陷阱取樣的生物監測淨成本為 71,206 元 (1 人/次)，為最節省人力與經費的方法，建議於每年 5 至 9 月的夏天月份每月取樣 1 次。

建議 4：金門地區蝴蝶監測，適用穿越線調查方式，建議調查期間為春夏月份每月 1 次；如只針對黃邊鳳蝶單一物種調查，可以採用標誌再捕法估算族群數量。

主辦機關：金門國家公園管理處。

協辦機關：當地 NGO 或志工。

說明：經過實地調查評估分析得知，金門地區蝴蝶群聚監測最適合最省工的方法為穿越線調查法，生物監測淨成本為 19,560 元 (1 人/次)，因此建議每年 4 至 8 月可進行 1 次穿越線調查。並建議將往年監測的目標物種黃邊鳳蝶納入蝴蝶群聚監測中，如要進行黃邊鳳蝶單一物種監測，可以考慮採用標誌再捕法監測並估算族群。

建議 5：夜間的螢火蟲調查需定時定點，選取無光害地點定時調查為佳，且

避開滿月時間，依歷年調查分析結果與現場調查資料，建議調查頻度為每年4月至8月共5個月，每月1次。

主辦機關：金門國家公園管理處。

協辦機關：當地 NGO 或志工。

說明：人力資源若能由國家公園主導，並交由當地的志工與 NGO 共同參與，應該能有效節省成本並兼顧到長期性與永續性，而經由實地調查估計，螢火蟲應該選取較無開發的樣區，每年4至8月的發生季節每月1次進行夜間穿越線調查，生物監測淨成本為16,600元(1人/次)。

建議6：若時間經費有限，可考慮使用穿越線調查法，進行陵水湖或慈湖與中山林或五虎山鳥類群聚調查取代單一物種調查，並可考慮將以往調查的3種鳥類納入鳥類群聚監測中監測。

主辦機關：金門國家公園管理處。

協辦機關：當地 NGO 或志工。

說明：因為分析一個地區的鳥類群聚，為了解該地棲地品質及生物相特性的基本方法，也是進行環境監測時的重要指標(劉小如 1999)，因此建議調查鳥類群聚取代以往單一物種監測，而依照野外調查試驗與監測方法評估分析，穿越線調查法與定點計數法可以合併進行，生物監測淨成本為47,320元(1人/次)為最適及最省工之方法，而每月1次調查鳥類群聚之餘，並可針對原先監測的3種鳥類個別計數，可以召集當地 NGO 來協助進行調查。

建議7：金門地區水獺監測方法為目視法，藉以了解其主要活動區域，調查頻度為每年冬天月份每月1次。

主辦機關：金門國家公園管理處。

協辦機關：當地 NGO 或志工。

說明：從生物監測淨成本分析，自動照相機監測為 187,960 元 (1 人/次)，目視法為 14,700 元 (1 人/次)，無線電追蹤法為 140,660 元 (3 人/次)，分子技術為 120,100 元 (2 人/次)，因水獺沒有可供辨別的特徵，所以相片的紀錄只能了解其主要活動頻度以及活動區域，而目視法也可達到此項效果，為最節省人力與經費的方法，不但可以節省經費且在後續資料處理上也較符合統整的便利性，建議每年 12 月到翌年 3 月進行，惟若要了解水獺族群的詳細分布情形，建議另案委託。

二、中長期建議：

建議 8：在植群的調查方法上，採用監測定面積，做為金門地區植群監測方法，未來若使用此種方法，建議進行全年調查頻度為每月 1 次。

主辦機關：金門國家公園管理處。

協辦機關：在地 NGO 或志工。

說明：根據評估分析表，以每月進行 1 次定面積監測最適合金門地區，生物監測淨成本為 85,320 元，選擇此監測方法不但可以節省人力並有效紀錄稀有物種的消長狀況。而同時國家公園管理單位針對稀有的水生植物應該考慮進行域外保存計畫。

建議 9：三棘鰲海洋生物監測，建議本項目由水試所主導，金門國家公園配合其監測工作。

主辦機關：金門縣政府水試所。

協辦機關：金門國家公園管理處。

說明：由於金門國家公園缺乏相關海洋或動物職系人員，海洋生物監測有專業缺乏的問題，因此本項目建議由水試所主導，金門國家公園配合其監測工作。

建議 10：外來種的植物與動物，因為涉及監測目標物的不確定性，應採取另案委託，或是與防檢局合作的方式，共同監測與防杜外來種入侵。

主辦機關：農委會防檢局。

協辦機關：金門國家公園管理處。

說明：儘管以物種群聚監測取代單一物種監測，對於外來物種的發現效果較佳，但外來物種仍是一個金門地區必須投注更多心力去正視的問題。外來種問題對兩岸的影響甚鉅，兩岸小三通的過程中，無意或有心引入的外來入侵種可能造成金門地區的嚴重危害，因此透過兩岸物種名錄的建立，兩岸智庫的建立，以及重要目標入侵物種的監測是非常重要的議題。

建議 11：在監測生物群聚的同時，多方量取該棲地的環境因子，經過 3 至 5 年後，可以將生物群聚與所有環境因子進行群聚分析，以獲得最具某些棲地環境因子代表性的物種。

主辦機關：金門國家公園管理處。

協辦機關：學術單位。

說明：如果能有長期而穩定，正確而完整的野外調查資料，相關的分析可以尋求學術單位的協助，非常簡單有效的運算出各棲地代表性的物種，每 5 年左右可以尋求學術單位的合作與協助。

第三節、誌謝

本計劃感謝金門國家公園管理處在經費上的資助，特此致謝。在蒐集資料與現場調查期間，多蒙金管處黃文卿處長、曾偉宏副處長、林義野前副處長、呂志廣秘書、保育課邱天火課長及保育課等同仁從旁協助並給予寶貴意見；台灣師範大學陳世煌教授、徐堉峰教授、羅尹廷先生，彰化師範大學林宗岐教授，台北市立師範學院陳建志教授，紅火蟻防治中心潘建安先生，在物種鑑定上惠予顧問指導；金門野鳥學會李溫林先生協助導覽以往監測地點；郭鳳琴、劉鳳芝、邱秀英、許文俊、蘇俊哲、張秋煌、匡憲初、王爾玟、陳明理、謝張美雲、陳韋蘋、許春美、蔡香玲、汪春美、羅碧霞、李香蘭、鄧仁榮、趙玫、朱冠明、曹瑞玉、羅慧明、朱煥淳等志工團隊們，在現場調查與洗蟲作業上的大力相助，在此一併感謝。

附錄一 2007 年金門地區螞蟻名錄

Tribe	Genus	Spices/Subspecies/Var.	中名	特有種
PONERINAE 針蟻亞科				
Ponerini 針蟻族	<i>Pachycondyla</i> 粗針蟻屬	<i>chinensis</i>	14 華夏粗針蟻	
		<i>luteipes</i>	15 黃足粗針蟻	
		<i>paratrechina</i> sp.1	276 敏捷粗針蟻	C
MYRMICINAE 家蟻亞科				
Pheidolini 大頭家蟻族	<i>Pheidole</i> 大頭家蟻屬	<i>ernesti</i>	71 歐尼大頭家蟻	T
		<i>fervens</i>	72 熱烈大頭家蟻	
		<i>megacephala</i>	77 熱帶大頭家蟻	
		<i>pieli</i>	81 皮氏大頭家蟻	
Metaponini 短腰家蟻族	<i>Vollenhovia</i> 網家蟻屬	<i>acanthinus</i>	92 棘棧網家蟻	
Formicoxenini 蟻居家蟻屬	<i>Cardiocondyla</i> 瘤突家蟻屬	<i>wroughtonii</i>	98 駱氏瘤突家蟻	
		<i>monticola</i> sp. 3	101 高山瘤突家蟻	T
		<i>Leptothorax</i> 窄胸家蟻屬	<i>confucii</i>	103 仲尼窄胸家蟻
Crematogasterini 舉尾家蟻族	<i>Crematogaster</i> 舉尾家蟻屬	<i>rutilus</i> sp. 2	114 暗紅舉尾家蟻	T
		<i>dohrni fabricans</i>	115 建築舉尾家蟻	
Solenopsidini 火家蟻族	<i>Solenopsis</i> 火家蟻屬	<i>indagatrix</i>	128 獵食火家蟻	T
		<i>tipuna</i>	129 知本火家蟻	T
	<i>Monomorium</i> 單家蟻屬	<i>chinense</i>	134 中華家單蟻	
Phidolgentini 擬大頭家蟻族	<i>Phidolgenton</i> 擬大頭家蟻屬	<i>diversus</i>	146 多樣擬大頭家蟻	
Meranoplini 突胸家蟻族	<i>Meranoplus</i> 突胸家蟻屬	<i>bicolor fuscens</i> stat. n	149 雙色突胸家蟻	T
Tetramorini 皺家蟻族	<i>Tetramorium</i> 皺家蟻屬	<i>nipponense</i>	152 日本皺家蟻	
		<i>simillimum</i>	154 相似皺家蟻	
		<i>parvispina</i>	155 小刺皺家蟻	
		<i>kraepelini</i>	158 拱背皺家蟻	
		<i>retitius</i> sp. 3	160 網狀皺家蟻	T
FORMICINAE 山蟻亞科				
Lasiini 毛山蟻族	<i>Paratrechina</i> 黃山蟻屬	<i>flavipes</i>	214 黃腳黃山蟻	
		<i>kraepelini</i>	216 柯氏黃山蟻	
Formicini 山蟻族	<i>Formica</i> 山蟻屬	<i>sauteri</i>	218 邵氏黃山蟻	T
Camponotini 巨山蟻族		<i>friedae</i>	242 大黑巨山蟻	
		<i>variegatus dulcis</i> stat. n	246 甜蜜巨山蟻	
		<i>tokioensis</i>	251 東京巨山蟻	
		<i>lighti</i>	252 賴氏巨山蟻	
DOLICHODERINAE 琉璃蟻亞科				
Dolichoderini 琉璃蟻族	<i>Iridomyrmex</i> 虹琉璃蟻屬	<i>anceps</i>	266 雙棱虹琉璃蟻	
		<i>Ochetellus</i> 管琉璃蟻屬	<i>glaber</i>	268 光滑管琉璃蟻
		<i>Tapinoma</i> 慌琉璃蟻屬	<i>melanocephalum</i>	270 黑頭慌琉璃蟻
		<i>Technomyrmex</i> 扁琉璃蟻屬	<i>horni</i>	273 荷氏扁琉璃蟻

備註：特有種(T) 台灣(O) 蘭嶼(L) 綠島(P) 澎湖(C) 大陸種

(資料來源：本研究案及彰化師範大學林宗岐教授與紅火蟻防治中心潘建安先生
惠予顧問指導)

附錄二 2007 年金門地區蝴蝶名錄

科名	亞科名	學名	中文名	調查地點		
				中山林	五虎山	陵水湖
弄蝶科 Hesperidae						
	弄蝶亞科 Hesperinae	<i>Pyrgus maculates bocki (Oberthür)</i>	花弄蝶			
		<i>Borbo cinnarra (Wallace)</i>	禾弄蝶	✓		
		<i>Papilio polytes polytes Linnaeus</i>	玉帶鳳蝶	✓		
鳳蝶科 Papilionidae						
	鳳蝶亞科 Papilioninae	<i>Papilio helenus Linnaeus</i>	白紋鳳蝶	✓	✓	✓
		<i>Graphium doson postianus (Fruhstorfer)</i>	木蘭青鳳蝶		✓	
		<i>Papilio protenor Cramer</i>	黑鳳蝶	✓	✓	✓
		<i>Papilio xuthus Linnaeus</i>	柑橘鳳蝶			✓
		<i>Papilio polyctor Linnaeus</i>	翠鳳蝶		✓	
		<i>Chilasa clytia clytia Linnaeus</i>	黃邊鳳蝶	✓		✓
		<i>Pachliopta aristolochiae interposita (Fruhstorfer)</i>	紅紋鳳蝶		✓	
		<i>Graphium sarpedon connectens (Fruhstorfer, 1906)</i>	青帶鳳蝶			✓
粉蝶科 Pieridae						
	粉蝶亞科 Pierinae	<i>Pieris rapae (Linnaeus)</i>	白粉蝶		✓	
		<i>Catopsilia pyranthe</i>	水青粉蝶			
	黃粉蝶亞科 Coliadinae	<i>Catopsilia pomona (Fabricius)</i>	遷粉蝶		✓	
		<i>Eurena hecabe hobsoni (Linnaeus)</i>	黃蝶	✓	✓	✓
灰蝶科 Lycaenidae						
	翠灰蝶亞科 Theclinae	<i>Artipe eryx eryx (Linnaeus)</i>	綠灰蝶	✓		
		藍灰蝶亞科 Polyommatainae	<i>Zizeeria maha maha (Kollar)</i>	藍灰蝶	✓	✓
	<i>Syntarucus plinius (Fabricius)</i>		細灰蝶			
	<i>Lampides boeticus (Linnaeus)</i>		豆波灰蝶	✓	✓	
蛺蝶科 Nymphalidae						
	斑蝶亞科 Danainae	<i>Euploea midanys midanus</i>	金門紫斑蝶	✓	✓	
		<i>Euploea mulciber mulciber (Cramer)</i>	異紋紫斑蝶	✓	✓	✓
	蛺蝶亞科 Nymphalinae	<i>Ariadne ariadne (Linnaeus)</i>	波蛺蝶			✓
		<i>Kaniska canace canace (Linnaeus)</i>	琉璃蛺蝶	✓	✓	✓
		<i>Anosia chrysippus (Linnaeus)</i>	樺斑蝶	✓		
		<i>Neptis hylas luculenta (Fruhstorfer)</i>	琉球三線蝶	✓	✓	
		螯蛺蝶亞科 Charaxinae	<i>Hypolimnas bolina kezia</i>	琉球紫蛺蝶	✓	✓
	<i>Hestina assimilis formosana (Moore)</i>		紅斑脈蛺蝶			✓
蛇目蝶科 Satyridae						
	蛇目蝶亞科 Satyrinae	<i>Mycalesis sangaica mara (Fruhstorfer)</i>	單環蛇目蝶		✓	
		<i>Ypthima multistriata Butler</i>	台灣波紋蛇目蝶		✓	

(資料來源：本研究案與台灣師範大學徐瑋峰教授、羅尹廷先生，台北市立師範學院陳建志教授惠予顧問指導)

附錄三 2007 年金門地區蜘蛛名錄

科名	性別	學名	中名	中山林	慈湖	太武山
螳蟴科	J	<i>Latouchia</i> sp. A	螳蟴A			∨
卵蛛科	MF	Oonopidae-A	卵蛛A		∨	
	MF	<i>Ischnothyreus</i> sp. B	卵蛛B	∨		∨
	M	<i>Opopaea cornuta</i>	角液蛛	∨		
皿蛛科	F	<i>Aprifrontalia quadrialata</i>	皿蛛A	∨		∨
	M	<i>Macrargus alpinus</i>	皿蛛B			
	F	Linyphiidae-D	皿蛛D	∨		
	M	<i>Erigone koshiensis</i>	鋸胸微蛛		∨	
姬蛛科	J	Theridiidae-A	姬蛛A			∨
狼蛛科	MF	<i>Venonia spirocysta</i>	旋囊脈狼蛛	∨	∨	∨
	MF	<i>Trochosa wuchangensis</i>	武昌獾蛛			∨
	MF	<i>Pardosa pusiola</i>	幼豹蛛	∨	∨	∨
	M	<i>Pardosa procurva</i>	前凹豹蛛	∨		
	MF	<i>Wadicosa fidelis</i>	脈蝸蛛		∨	
	F	<i>Trochosa wuchangensis</i>	武昌獾蛛		∨	
	M	<i>Pirata piratoides</i>	類水狼蛛			
	MF	Lycosidae-H	狼蛛H		∨	
貓蛛科	J	<i>Oxyopes</i> sp. A	貓蛛A	∨		
崖地蛛科	MF	<i>Nurscia albofasciata</i>	日本崖地蛛			∨
驚蛛科	M	<i>Zelotes</i> sp. A	驚蛛A			
	F	<i>Zelotes</i> sp. B	驚蛛B			∨
	J	<i>Micaria</i> sp. C	驚蛛C	∨		
	M	<i>Zelotes</i> cf. <i>asiatica</i>	亞洲狂蛛	∨		
	F	<i>Gnaphosa kompirensis</i>	金比羅驚蛛			∨
	J	<i>Zelotes</i> sp. X	驚蛛X			∨
管蛛科	F	<i>Otacilia</i> sp. B	管蛛B			∨
	M	Corinnidae-C	管蛛C		∨	
	F	<i>Otacilia</i> sp. D	管蛛D		∨	
	M	Corinnidae-E	管蛛E		∨	
輝蛛科	M	<i>Sphingius</i> sp. A	輝蛛A	∨		
高腳蛛科	J	<i>Heteropoda</i> sp. A	高腳蛛A		∨	
蟹蛛科	J	<i>Xysticus</i> sp. A	蟹蛛A			∨
蠅虎科	MF	<i>Harmochirus brachiatus</i>	鯢蛤蟆蛛	∨		∨
	M	Salticidae-B	蠅虎B	∨		
	M	Salticidae-C	蠅虎C		∨	
	J	Salticidae-D	蠅虎D			∨

(資料來源：本研究案與台灣師範大學陳世煌教授惠予顧問指導)

附錄四 2007 年金門地區鳥類名錄

目	科	種類	學名	居留狀況	調查地點		
					中山林	陵水湖	五虎山
鷺鶉目	鷺鶉科	小鷺鶉	<i>Podiceps ruficollis</i>	留鳥		V	
鵞形目	鷺科	大白鷺	<i>Egretta alba</i>	冬候鳥		V	
		小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	留鳥		V	
		中白鷺	<i>Egretta intermedia</i>	冬候鳥/留鳥		V	
		夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	夏候鳥/留鳥		V	
		栗小鷺	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	夏候鳥		V	
		黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	留鳥		V	
		蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	冬候鳥		V	
		牛背鷺	<i>Cattle Egret Bubulcus ibis (coromandus)</i>	留鳥/夏候鳥		V	
雁形目	雁鴨科	小水鴨	<i>Anas crecca</i>	冬候鳥		V	
		花嘴鴨	<i>Anas poecilorhyncha</i>	冬候鳥/留鳥		V	
隼形目	鷲鷹科	鷲	<i>Buteo buteo</i>	冬候鳥		V	
雞形目	雉科	環頸雉	<i>Phasianus colchicus</i>	留鳥			V
鵝形目	秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	留鳥		V	
		紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	留鳥		V	
		水秧雞	<i>Rallus aquaticus</i>	留鳥		V	
鵲形目	反嘴鵲科	高蹺鵲	<i>Himantopus himantopus</i>	過境鳥/留鳥		V	
	鵲科	小杓鵲	<i>Numenius minitus</i>	過境鳥		V	
		小青足鵲	<i>Tringa stagnatilis</i>	冬候鳥		V	
鴿形目	鳩鴿科	家鴿	<i>Columba livia</i>	過境鳥/留鳥	V	V	
		紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	過境鳥		V	V
		珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	留鳥	V	V	V
鵲形目	杜鵑科	番鵲	<i>Centropus bengalensis</i>	留鳥			
		褐翅鴉鵲	<i>Centropus sinensis</i>	留鳥	V		V
佛法僧科	蜂虎科	栗喉蜂虎	<i>Merops superciliosus</i>	夏候鳥	V	V	V
	翠鳥科	斑翡翠	<i>Ceryle rudis</i>	留鳥		V	
		翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	留鳥		V	
		蒼翡翠	<i>Halcyon smyrnensis</i>	留鳥		V	
雨燕目	雨燕科	小雨燕	<i>Apus affinis</i>	留鳥		V	
雀形目	文鳥科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	留鳥			V
	伯勞科	棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>	留鳥		V	V
	捲尾科	大捲尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	夏候鳥		V	
	椋鳥科	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	留鳥	V	V	V
		小椋鳥	<i>Sturnus philippensis</i>	過境鳥			V
	鴉科	玉頸鴉	<i>Corvus torquatus</i>	留鳥		V	
		喜鵲	<i>Pica pica</i>	留鳥	V	V	V
	燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	過境鳥	V		
		家燕	<i>Hirundo rustica</i>	夏候鳥	V		
	繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonica</i>	迷鳥	V	V	V
	鶇科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	留鳥	V	V	V
		紅嘴黑鶇	<i>Hypsipetes madagascaiensis</i>	留鳥	V		V
	鶇亞科	黑鶇	<i>Turdus merula</i>	留鳥			V
	鶇亞科	鵲鶇	<i>Copsychus saularis</i>	留鳥	V	V	V
	鶇亞科	灰頭鷓鶇	<i>Prinia flaviventris</i>	留鳥			V
		褐頭鷓鶇	<i>Prinia subflava</i>	留鳥	V		V
	鶇鴿科	白鶇鴿	<i>Motacilla alba</i>	冬候鳥/留鳥		V	

(資料來源：本研究案)

附錄五 2007 年金門監測記錄照片



塑膠杯掉落式陷阱。



離心管掉落式陷阱。



太武山掉落式陷阱工作紀錄。



慈湖掉落式陷阱工作紀錄。



洗蟲與初步鑑定。



優勢種多樣擬大頭家蟻。



2007年5月田浦水生植物調查。



2007年10月田浦水生植物調查。



日間穿越線中山林蝴蝶調查與鑑定。



日間穿越線五虎山蝴蝶調查。



日間穿越線陵水湖鳥類調查。



夜間穿越線螢火蟲調查與鑑定。

(資料來源：本研究案)

附錄六 期中簡報紀錄與回應

「金門國家公園物種監測方法及調查技術之評析及建議」期中會議紀錄

時 間：96年07月18日(星期三)上午10時

地 點：本處第一會議室

主持人：黃處長文卿 (林副處長代理)

記 錄：賴書輝

一、會議報告及討論：(簡報如報告書)

1. 呂秘書志廣：請考量監測指標物種時，如何紀錄環境的方式，以配合後續分析監測指標物種與環境間之動態變化。

2. 陳主任玉成：

(1) 監測群聚較目前監測單一物種簡易且效果佳，若以群聚調查為日後監測方式時，請博士檢視本案需持續那些監測項目，及新增其它項目。

(2) 植物調查的部份較少，請考量金門植物有否移地復育保育的需求。

(3) 請考量監測方式附錄照片等媒體，以輔助讀者明瞭各監測對象及方法等。

(4) 請考量烈嶼監測鷓鴣資源的可行性。

3. 邱課長天火：考量本處現有人力及背景，未來監測技術轉移時，請儘量以簡易明瞭及長期可行為宜，避免操作複雜不易明瞭。轉移監測技術後，尚請博士蒞臨本處指導，以修正各監測執行人員操作誤差，避免造成日後累積之監測數據無法分析。

4. 董博士景生：

(1) 監測項目的環境因子紀錄的確很重要，亦是目前監測操作急需改善的部份。在環境基本資料無法建立的情形下，可由群聚監測推斷，以監測黑翅鳶單一物種為例，若群聚監測則可由植食性鳥種與肉食性鳥種受影響情形，輔證假說再進一步調查。

(2) 烈嶼陵水湖等生態環境監測情形，將會再進一步分析，是否與金門本島情形相同，以評估後續監測情形。

(3) 植物異地復育等，目前林試所與其它單位，已將金門水生植物存入水生植物銀行中，可隨時提供。

(4) 監測技術移轉時，會明列各種人力、工作難易程度、成本，提供管理處參考。

二、結論：

1. 各與會人員相關意見請受託單位參考納入。

2. 本案期中報告原則報告通過，請研究案受託依合約續辦。

三、散會(上午 11 時 35 分)

四、回應

回應 1：

本文第二章第三節第六點 (p41)環境因子監測方法，有操作說明，在第四章第二節第七點 (p59)，有環境因子監測方法之評估與討論，並將實際現場調查情形列於第四章第二節第六點 (p80)，以供單位參考。

回應 2(1)：

應持續監測植群、蝴蝶、螢火蟲、鳥類、水獺、地景、環境因子、並新增螞蟻監測。監測建議頻度詳見本文第五章第一節表 5-1-1 (p88)。

回應 2(2)：

植物異地復育等，目前林試所與其它單位，已將金門水生植物存入水生植物銀行中，可隨時提供。

回應 2(3)：

已新增照片至附錄五 (p103)以供貴單位參考。

回應 2(4)：

分析本年度鳥類調查累積資料，烈嶼陵水湖棲地與金門本島中山林與五虎山棲地，群聚顯著不同 (p77)，因此陵水湖可作為鳥類群聚長期監測之地點，然而本案進行期間，於陵水湖實地調查，期間並未發現鷓鴣，因此無法針對此意見提出詳盡之建議。

回應 3：

經過實地調查與評估分析，已選擇出最有效且適合於金門國家公園內操作的模式，並將監測方法實地操作修正成適用於金門地區，以期國家公園管理處能自行進行監測管理的目標。監測技術移轉時，會明列各種人力、工作難易程度、成本，提供管理處參考，列於本文第四章第一節 (p47~59)。

附錄七 期末簡報紀錄與回應

「金門國家公園物種監測方法及調查技術之評析及建議」期末審查會議紀錄

時間：96年11月21日(星期三)下午1時30分

地點：本處第一會議室

主持人：黃處長文卿

記錄：賴書輝

一、簡報(略)

二、出席人員意見(本處各課、站綜合)

1. 本案監測選取指標物種及其監測方式，請受託方提出選取的原因；本案建議停止續辦過往監測項目的部份，亦請提供說明。
2. 本次章節目錄，請主持人考量期末審查意見後，就各篇章屬性編入文獻回顧、研究方法或結論與意見等。
3. 請提供環境因子監測的緣由、目的及預期效應等。
4. 本案採用 TEAM 方法監測，請提供建議採用此方法之原因，如國內、外執行穩定情形、操作簡易可行。
5. 第四章第一節連年資料整理與分析，整理過往研究資料可成文獻回顧之篇章，TEAM 監測方法等請編入本次研究之篇章。
6. 請附監測技術轉移的方案，如技術培訓及轉移期程，及逐年辦理分項監測之建議期程及各年經費規劃。
7. 各監測成本分析之建議，於同年度進行一項監測以上時，請提供其成本降低之可能性。
8. 各項建議請加註主、協辦機關等說明，研究報告書請以內政部研究計畫作業要點內之報告書規格修正。

三、結論：

1. 各與會人員相關意見請受託單位參考納入。
2. 本案期末報告原則報告通過，請研究案受託單位依合約續辦。

四、散會(下午2時45分)

五、回應

回應 1、3 及 4：監測物種及方法選取原因分別說明於本文第二章第三節 (p25)、第三章 (p43)，停止辦理項目及原因討論於本文第四章第三節 (p81)。

回應 2 及 5：已將各章歸納入適合其屬性之篇章。

回應 6 及 7：將所有監測項目說明於本文第五章第一節(p85~88)並統整成表 5-1-1 (p88)便於參考。

回應 8：已將報告書格式依據內政部研究計畫作業要點更正完成。

參考文獻

一 中文部分：

- 王力平。金門島栗喉蜂虎營巢地選擇與繁殖生物學研究。台大森林學研究所。2002。
- 王鑫、李玲玲、呂金誠。金門的動物資源 金門地區自然資源基礎調查與保育 3. 方針之研究。內政部營建署國家公園組。1994。
- 吳啟騰、林英生。金門地質地貌。稻田出版社。1998。
- 李玲玲、莊西進。金門地區水獺族群之調查研究。金門國家公園管理處。2002。
- 李玲玲。金門近海地區哺乳動物調查研究。金門國家公園管理處。1997。
- 林宗歧。台灣產家蟻亞科系統分類學與動物地理學研究 (膜翅目：蟻科)。國立台灣大學植物病蟲害研究所博士論文。1998。
- 林柏芬、陳章波。金門地區中國鸞 (*Tachypleus tridentatus*) 保育區經營管理之研究。國立台灣大學。2002。
- 洪志銘。以排遺 DNA 標定法探討金門地區兩條溪流流域歐亞水獺之族群結構。國立臺灣大學生命科學系。2003。
- 范義彬、楊平世、何逸民。金門地區的昆蟲(I)蝴蝶。金門縣林務所。2000。
- 范義彬、楊平世、何逸民。金門地區的昆蟲(II)蛾類。金門縣林務所。2000。
- 徐堉峰。金門常見昆蟲。內政部營建署金門國家公園管理處。2004。
- 張永達。金門溼地及水韭之分類與生態調查研究。金門國家公園管理處。2003。
- 張惠珠。金門沿海海濱植物相調查研究。金門國家公園管理處。1997。
- 莊西進、周志強。金門國家公園環境長期監測(五)。金門國家公園管理處。2006。
- 莊西進、許永面、李慶豐。金門地區鸕鶿 (*Phalacrocorax carbo*) 越冬行為之研究。金門高中。2000。
- 莊西進、許永面、李慶豐。栗喉蜂虎的棲地分布與繁殖行為之研究。金門高中。2001。
- 莊西進、許永面、周志強。金門國家公園環境長期監測(三)。金門國家公園管理處。2004。
- 莊西進、許永面。金門國家公園環境長期監測(一)。金門國家公園管理處。2002。
- 莊西進、許永面。金門國家公園環境長期監測(二)。金門國家公園管理處。2003。
- 郭城孟。金門國家公園土壤調查分析及植生適種研究。金門國家公園管理處。2003。
- 陳建志、楊平世。金門國家公園昆蟲相調查研究。金門國家公園管理處。1998。
- 陳章波、譚志宜。金門國家公園生態環境監測架構之建立。金門國家公園管理處。2000。
- 黃生、徐堉峰、余澄堉。金門國家公園昆蟲多樣性之研究。金門國家公園管理處。

- 2000。
- 楊平世、吳文哲、許洞慶。哈盆地區昆蟲相研究(一)。行政院農業委員會。1986。
- 楊平世、吳文哲、許洞慶。哈盆地區昆蟲相研究(二)。行政院農業委員會。1987。
- 楊遠波、呂勝由。金門國家公園原生植物資源調查研究。金門國家公園管理處。1997。
- 廖東坤。浯洲芳草。金門國家公園管理處。2002。
- 劉小如。金門國家公園鳥類生態記錄研究。金門國家公園管理處。1999。
- 潘建安、吳文哲。福山地區開闊地與森林地表螞蟻群聚結構之比較。台灣昆蟲。21(4): 422。2001。
- 潘建安。福山試驗林兩型棲所地表螞蟻群聚組成之比較。台灣大學昆蟲所碩士論文。2002。
- 蔡偉皇。台灣產家顎針蟻屬、鋸針蟻屬及細顎針蟻屬(膜翅目：蟻科)之分類學研究。國立台灣大學植物病蟲害研究所碩士論文。1998。
- 盧忠煌。福山植物園區螞蟻相的研究。台灣大學昆蟲所碩士論文。2001。
- 顏重威、莊西進、周志強。金門國家公園環境長期監測(四)。金門國家公園管理處。2005。
- 譚志宜、陳朝金、陳章波等。金門國家公園及鄰近水域動物資源之調查研究與應用研討會成果論文集 p.61-78。金門國家公園管理處。1996。

二 英文部份：

- Borgelt A, and T. R. New. 2006. Pitfall trapping for ants (Hymenoptera, Formicidae) in mesic Australia: what is the best trapping period? *Journal of insect conservation*. 10: 75-77.
- Donat A, Jonathan D. Majer, Leanne E. Alonso, Ted R. Schultz, 2000, *Ants, Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*, Smithsonian Institution press.
- Puja B, 2005, *Tropical ecology, assessment, and monitoring (TEAM) initiative ant monitoring protocol*.

研究進度及預期完成之工作項目：

重要工作項目	工作比重%及查核項目	預定進度		
		96年度		
		3-6月	7-9月	10-11月
連年資料整理與分析	資料整合	75%	100%	100%
	資料分析	75%	100%	100%
監測方法選定	原調查物種的適當性評估	75%	100%	100%
	新物種的調查技術和採樣	50%	75%	100%
監測技術移轉與建議	監測技術期程及年成本精算表	20%	50%	100%