

內政部國家公園署國家自然公園管理處委託辦理計畫

# 「112 年壽山國家自然公園長腳捷蟻調查監測 及防治計畫」

## 成果報告書



委託單位：內政部國家公園署國家自然公園管理處

執行單位：國立彰化師範大學生物學系

計畫主持人：林宗岐 教授

中華民國 一一二年 十二月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

## 摘 要

高雄壽山國家自然公園沿海海岸林和旗津海堤為重要的陸蟹棲地，但近年發現有俗稱黃狂蟻的長腳捷蟻 (*Anoplolepis gracilipes*) 出現，而此種強勢的外來蟻已經被研究報導在入侵地澳洲聖誕島與多處太平洋島嶼等地造成嚴重的生態危害，尤其對當地陸蟹造成相當大的衝擊。109 年度「壽山國家自然公園長腳捷蟻調查計畫」發現壽山沿海地區和旗津海堤周邊三個陸蟹熱點都有長腳捷蟻的出現。110 年的「壽山自然公園長腳捷蟻人工誘引盒防治計畫」發現旗津後山海堤周邊防風林的長腳捷蟻族群已有形成超級群落的現象。111 年「壽山國家自然公園長腳捷蟻調查監測及防治計畫」在旗後山進行液態餌劑與昆蟲生長調節劑型餌劑防治，且發現在族群數量分布已對陸蟹造成威脅。本計畫延續 111 年的防治計畫，於半屏山、北壽山軍事管制區、旗後山三個陸蟹熱點持續監測長腳捷蟻的族群動態並進行液態餌劑與昆蟲生長調節劑型餌劑防治，並於旗後山和半屏山設置人工誘引盒以評估防治成效和族群動態。本年度的旗後山樣區人工誘引盒共誘集到 41 巢蟻巢、347 隻蟻后，以及總數約為 61,291 隻工蟻，較 111 年度低，而半屏山之人工蟻巢誘引盒共誘集到 57 巢蟻巢、546 隻蟻后和約 133,484 隻工蟻，顯示半屏山的長腳捷蟻族群量已高於旗後山。112 年度旗後山和軍區的取食密度上皆低於 111 年度，惟半屏山兩個年度結果較為相近。旗後山和半屏山經過餌劑防治後的蟻巢數和工蟻數皆較 110 年和 111 年降低，且有分布上集中之趨勢。蟻巢間個體攻擊行為試驗的結果顯示，旗後山樣區內的蟻巢屬於相同的蟻

群，已形成局域性的超級群落。軍區樣區和半屏山樣區的蟻群皆分為兩個群體，各自分布在人為干擾較高的區域與較為隔離的區域。長腳捷蟻族群動態與氣候資料與調查比較分析結果顯示，僅在溫度因子與工蟻數量上有明顯關係，而在降水量在部分乾季有些微影響外，濕度與降水日則無影響顯著。

**關鍵詞：**長腳捷蟻、陸蟹、外來種、超級群落。

## Abstract

The coastal forests and Qijin seawall of Kaohsiung Shoushan National Nature Park are important habitats of land crabs, but in recent years the invasive yellow crazy ant, *Anoplolepis gracilipes* Smith (1857) has appeared. This formidable alien ant has been reported to cause severe ecological damages in its invaded regions (Australia's Christmas Island, several Pacific islands, etc.), particularly posing a considerable impact on the survival of native land crabs. "Investigation Project of Yellow Crazy Ant at Shoushan National Nature Park in 2020" found the presence of yellow crazy ant in the three land crab hotspots around coastal areas of Shoushan and Qijin seawall. "Yellow Crazy Ant Management Program in Shoushan National Nature Park by using Artificial Ant Nests in 2021" demonstrated that *A. gracilipes* populations at windbreak forests around Qihoushan seawall has displayed signs of supercolony formation. Besides, "Monitoring and Management Program of Yellow Crazy Ant at Shoushan Nature Park in 2022" applied both liquid boric acid bait and granular insect growth regulator (IGR) bait, and found that the distribution of yellow crazy ant populations has already posed a threat to land crabs. The current project continues the management plan from 2022, which involved: 1) monitoring the population dynamics of *A. gracilipes*; 2) application of both liquid boric acid bait and granular IGR bait; in three land crab hotspots (i.e., Banpingshan, Northern Shoushan's military control areas and Qihoushan). In addition, artificial ant nests were deployed at Qihoushan and Banpingshan to assess the treatment efficacy and population dynamic. This year, a total of 41 ant nests, 347 queen ants, and approximately 61,291 worker ants were collected through artificial ant nests in the Qihoushan areas, which is lower than the numbers collected in 2022. At Banpingshan, a total of 57 ant nests, 546 queen ants, and approximately 133,484 worker ants were collected, indicated that the population size of *A. gracilipes* at Banpingshan areas is higher than that of Qihoushan. This year, the foraging density in both Qihoushan and military control areas was lower compared to that in the year 2022, while the results for Banpingshan were relatively similar between two consecutive years. After bait treatments, both the number of ant nests and worker ants have shown a decline compared to the years 2021 and 2022, and there is a tendency for their distribution to become more confined. Based on the results of aggression assay, different ant nests in Qihoushan areas belong to the same population, where regional supercolony was formed. By contrast, the ant colonies in both the military and Banpingshan areas are divided into two groups, each distributed in areas with higher human disturbance and more isolated areas, respectively. Furthermore, the comparison of the population dynamic of *A. gracilipes* with climate data showed a significant correlation between temperature and worker abundance. There was slight correlation with precipitation during part of dry seasons, but the combination of temperature and precipitation didn't significantly influence the worker abundance.

**Keywords:** *Anoplolepis gracilipes*, land crabs, exotic species, supercolony

目次	IV
表次	V
圖次	VI
第壹章 計畫主旨	1
第一節 主題	1
第二節 緣起	2
第三節 預期目標	3
第貳章 研究主題背景及文獻之回顧	4
第一節 外來入侵螞蟻 — 長腳捷蟻	4
第二節 長腳捷蟻的生態危害	7
第三節 長腳捷蟻的調查與防治	8
第參章 研究方法及過程	14
第一節 計畫執行範圍及內容	14
第二節 液態餌劑與昆蟲生長調節劑型餌防治方法	16
第三節 監測方式	17
第四節 蟻巢誘引盒防治與評估	18
第五節 長腳捷蟻的超級群落範圍	19
第六節 氣候因子與長腳捷蟻族群變動之關係	20
第肆章 結果與討論	21
第一節 全區長腳捷蟻誘集與餌劑防治進度	21
第二節 旗後山樣區結果	22
第三節 半屏山樣區結果	28
第四節 軍區樣區結果	34
第五節 長腳捷蟻的超級群落範圍	38
第六節 氣候因子與長腳捷蟻族群變動之關係	47
第七節 長腳捷蟻教育訓練課程	50
第伍章 總結	51
第陸章 未來防治建議	55
第柒章 參考文獻	58
第捌章 附錄	61

## 表 次

表一 112 年度各月份旗後山樣區各月份以人工蟻巢誘引盒誘集之長腳捷蟻蟻巢數與各階級職蟻數，粗體數字為各月份中最高.....	27
表二 112 年度各月份半屏山樣區各月份以人工蟻巢誘引盒誘集之長腳捷蟻蟻巢數與各階級職蟻數，粗體數字為各月份中最高.....	32
表三 112 年 6 月各樣區中不同蟻巢之間的攻擊行為分數等級結果 .....	41
表四 112 年 6 月不同樣區中不同蟻巢工蟻個體之間的攻擊行為分數等級結果 .....	41
表五 112 年 10 月各樣區中不同蟻巢之間的攻擊行為分數等級結果.....	44
表六 112 年 10 月不同樣區中不同蟻巢工蟻個體之間的攻擊行為分數等級結果.....	44

## 圖 次

圖一	長腳捷蟻工蟻 .....	5
圖二	長腳捷蟻分布於世界各地區的現況 .....	5
圖三	長腳捷蟻蟻后、生殖型工蟻、一般工蟻 .....	6
圖四	三個壽山國家自然公園長腳捷蟻偵測與防治樣區.....	15
圖五	壽山國家自然公園三個陸蟹熱點樣區長腳捷蟻誘餌誘集設置位置.....	15
圖六	地面型誘集裝置所誘集到不同密度程度的長腳捷蟻.....	17
圖七	長腳捷蟻人工蟻巢誘引盒裝置.....	18
圖八	112 年壽山國家自然公園長腳捷蟻防治與偵測執行進度 .....	21
圖九	112 年各月份旗後山樣區的長腳捷蟻誘餌誘集分布狀況.....	22
圖十	111 年與 112 年各月份旗後山樣區使用地面型誘集裝置誘集長腳捷蟻各分級與其他螞蟻樣點數百分比.....	25
圖十一	110 年、111 年和 112 年度各月份旗後山樣區以蟻巢誘引盒誘集長腳捷蟻巢數、巢內蟻后和工蟻數趨勢圖.....	27
圖十二	112 年各月份半屏山樣區長腳捷蟻分布狀況 .....	29
圖十三	111 年與 112 年各月份半屏山樣區使用地面型誘集裝置誘集長腳捷蟻各分級與其他螞蟻樣點數百分比.....	31
圖十四	112 年度各月份半屏山樣區以蟻巢誘引盒誘集長腳捷蟻巢數、巢內蟻后和工蟻數趨勢圖.....	33
圖十五	112 年各月份軍區樣區長腳捷蟻覓食分布狀況.....	35
圖十六	111 年與 112 年各月份軍區樣區使用地面型誘集裝置誘集長腳捷蟻各分級與其他螞蟻樣點數百分比.....	37
圖十七	112 年 6 月壽山國家自然公園各調查樣區中長腳捷蟻蟻巢的攻擊行為試驗採樣位置圖.....	40
圖十八	112 年 10 月壽山國家自然公園各調查樣區中長腳捷蟻蟻巢的攻擊行為試驗採樣位圖.....	43
圖十九	111 年 10 月壽山國家自然公園各調查樣區中長腳捷蟻蟻巢的攻擊行為試驗採樣位置圖.....	46
圖二十	調查樣區 (旗後山樣區資料) 110 年 1 月至 112 年 10 月之氣候資料 (雨量、降雨日數、溫度及相對濕度) 資料 .....	48

圖二十一 調查樣區 (旗後山樣區資料) 110 年 2 月至 112 年 10 月長腳捷蟻蟻族群工蟻數量與氣候資料 (溫度與降水量) 圖 .....	48
圖二十二 調查樣區 (旗後山樣區資料) 110 年 2 月至 112 年 10 月長腳捷蟻蟻族群工蟻數量與溫度資料 GLM 線性模型分析.....	49
圖二十三 調查樣區 (旗後山樣區資料) 110 年 2 月至 112 年 10 月長腳捷蟻蟻族群工蟻數量與降水量資料 GLM 線性模型分析圖 .....	49
圖二十四 國家自然公園長腳捷蟻教育訓練課程 .....	50



## 壹、計畫主旨

### 一、主題

壽山國家自然公園擁有豐富的陸蟹生態資源，但近年研究發現被列名百大入侵生物的長腳捷蟻 (*Anoplolepis gracilipes*) 已進入園區並出現於陸蟹棲地 (邱 2020、林 2020)，有鑑於外來種長腳捷蟻在澳洲聖誕島與多處太平洋島嶼等地，對於當地陸蟹造成嚴重的生態危害，因此有其必要針對長腳捷蟻在壽山國家自然公園區的入侵分布的情況作全面性的瞭解，並進行防治措施。109 年度於高雄壽山國家自然公園的沿海地區和旗津海堤周邊的三個陸蟹熱點以誘餌誘集法調查長腳捷蟻分布與密度，結果發現三個陸蟹熱點都有長腳捷蟻的出現，其中以旗津後山海堤的周邊防風林最為嚴重。在「110 年壽山自然公園長腳捷蟻人工誘引盒防治計畫」中，發現長腳捷蟻在壽山國家公園園區內主要的陸蟹分布熱區 (旗後山) 出現有較高族群數量的分布，有形成超級群落 (supercolony) 的現象，造成當地陸蟹族群非常大的威脅。111 年「壽山國家自然公園長腳捷蟻調查監測及防治計畫」參考澳洲政府曾對於聖誕島上長腳捷蟻超級群落進行較大範圍的餌劑施撒防治的策略，此餌劑防治有達到抑制長腳捷蟻超級群落族群數量成效的目的。在旗後山進行液態餌劑與昆蟲生長調節劑型餌劑防治並使用人工誘引盒誘集，共誘集到誘集到 70 巢蟻巢、348 隻蟻后，以及總數約為 130,557 隻工蟻，並發現長腳捷蟻目前已形成超級群落在在族群數量分布已對陸蟹造成威脅。本年計畫延續 111 年所設置三個陸蟹熱點半屏山、北壽山軍事管制區 (之後簡稱北

壽山軍區)、旗後山持續監測長腳捷蟻的族群動態；防治計畫則針對形成超級群落的旗後山海岸林進行液態餌劑與昆蟲生長調節劑型餌劑防治施撒作業，以控制長腳捷蟻超級族落的族群密度，並以監控防治樣區內長腳捷蟻的族群動態，瞭解施灑防治餌劑的防治成效，而在未達標的北壽山軍區、半屏山樣區，則維持監測與局部性人工誘引盒防治。並評估長期壽山國家自然公園區內長腳捷蟻族群的防治策略及建議。

## 二、緣起

壽山國家自然公園西臨海洋，具有特殊的高位珊瑚礁地形，過去許多區域亦屬於軍事管制區。在特殊地形及長期的軍事管制雙重因子下，人為開發利用受限，多數海岸線及海岸林尚未遭受嚴重破壞，園區範圍內干擾相對較少野生動物繁多，自然資源保存完整。園區範圍涵蓋壽山、半屏山、旗後山、大小龜山及左營舊城，其中壽山及旗後山鄰近海岸，半屏山有半屏湖濕地，大小龜山及壽山有土壤較為鬆軟潮濕之地或山溝，皆為陸蟹潛在生存地點，過去觀察不乏蟹類且擁有豐富的蟹類多樣性。且許多森林環境及蟹類棲地較少有因道路切割影響陸蟹繁殖之情形，提供其抱卵釋幼及棲息的良好場所。尤以馬卡道澤蟹 (*Geothelphusa makatao*) 為明星物種，因其為僅分布在壽山國家自然公園地區的特有種。然而近年發現影響陸蟹生存的長腳捷蟻已進入陸蟹棲地，對壽山陸蟹族群數量造成莫大的影響。因此，有必要在園區長腳捷蟻超級群落嚴重危害陸蟹的地區更積極地執行防治工作，以免對陸蟹生態造成難以恢復的傷害。

### 三、預期目標：

1. 根據 111 年辦理監測及防治計畫之成果與 108-109 年陸蟹調查監測計畫所指出陸蟹分布熱點，進行比對與持續追蹤危害情形。
2. 進行長腳捷蟻分布熱區之處理作業：已形成超級群落者，如旗後山以餌劑、人工誘引盒移除等方式進行優先防治；未達門檻者，如北壽山軍區、半屏山，維持監測與局部性防治。
3. 規劃辦理至少 1 場長腳捷蟻觀測調查、防治與移除之相關教育訓練或活動(參加對象以志工、本處解說員及同仁為優先)，每場次學員以 20 人為原則，每場次課程至少 3 小時。
4. 追蹤與評估目前防治長腳捷蟻之方式及防治成效，並研擬園區未來針對長腳捷蟻防治策略與長期之生態適應性經營管理建議。

## 貳、研究主題背景及文獻回顧

### 一、外來入侵螞蟻 — 長腳捷蟻

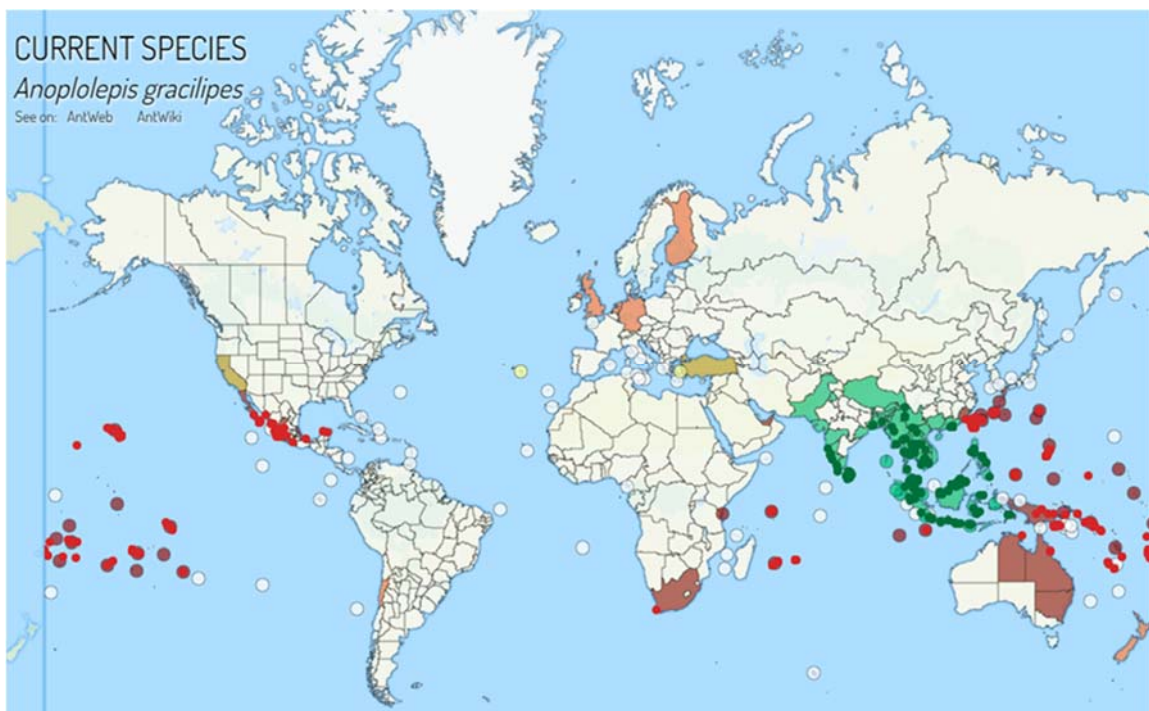
長腳捷蟻 (*Anoplolepis gracilipes*) 俗稱黃狂蟻 (yellow crazy ant)(圖一) , 長腳捷蟻隸屬於蟻科 (Formicidae)、山蟻亞科 (Formicinae)、捷山蟻屬 (*Anoplolepis*) , 目前研究資料顯示長腳捷蟻應該起源自南亞 (中南半島與印度) 的螞蟻種類 , 但已經長期因為人類的經濟活動擴散至全世界各地區 (包括台灣) , 並在入侵地區造成相當程度的生態危害 , 這些危害區域包括亞洲、澳洲、印度洋島嶼、太平洋島嶼與加勒比海島嶼等地區 (Holway et al. 2002) (圖二) , 最受到關注的例子為長腳捷蟻對於聖誕島的原生森林 (CBD, 2003) 以及聖誕島上原生紅蟹 (*Gecarcoidea natalis*) 族群之生存造成嚴重衝擊(O'Dowd et al., 2003) 。

長腳捷蟻已是被確定為重要的入侵有害螞蟻 , 根據 Global Invasive Species Database (全球入侵種資料庫) 中有 5 個螞蟻種類被列入「世界百大最嚴重入侵生物」: 阿根廷蟻 (*Linepithema humile*)、熱帶大頭家蟻 (*Pheidole megacephala*)、長腳捷蟻 (*Anoplolepis gracilipes*)、小火蟻 (*Wasmannia auropunctata*) 與入侵紅火蟻 (*Solenopsis invicta*) (Lowe, 2000) , 這些螞蟻在入侵地已成為高度破壞性的入侵者。其中阿根廷蟻 (*Linepithema humile*)與長腳捷蟻 (*Anoplolepis gracilipes*) 均因為在入侵的地區形成龐大超級群落 (supercolony) , 而造成地當地生態環境極大的衝擊。



圖一 長腳捷蟻 (*Anoplolepis gracilipes*) 工蟻。

長腳捷蟻是屬於多蟻后的族群，一個巢內可能會有兩隻以上的蟻后，屬多蟻后型的群落結構，由數百至數千隻個體所組成，在一些入侵地區甚至會形成數萬隻以上的超級群落 (supercolony)。長腳捷蟻常築巢於表土層、落葉層、植物根部與枝幹裂縫空隙 (如：棕櫚葉基部)、附生植物或他種動物洞穴 (如：螃蟹洞穴)。



圖二 長腳捷蟻分布於世界各地區的現況 (綠色為原棲地，其他顏色為入侵地)(AntMap, 2023)。

長腳捷蟻蟻后體長約為 1.2 公分 (圖三), 工蟻階級屬於單態型的中小型蟻類, 無兵蟻階級; 工蟻體長約為 0.5 公分, 體色淡黃褐色, 腹部體色較深具褐色環節, 足細長, 行動敏捷, 長腳捷蟻工蟻依據腹部型態蟻及卵巢發育狀態, 可將工蟻分為生殖型工蟻以及一般工蟻兩個分工階級 (圖三)。一般工蟻負責餵養其他階級的蟻、築巢、覓食、守衛、禦敵; 而生殖型工蟻負責照顧蟻后、餵養幼蟲且具有豐富脂肪組織膨大腹部, 且有較一般工蟻擁有數量更多的發育卵巢, 可以產生營養卵, 大部分時間都與蟻后待在巢內 (Lee et al., 2017)。



圖三 長腳捷蟻 (a)蟻后 (b)生殖型工蟻 (c) 一般工蟻。

長腳捷蟻食性廣泛, 此廣食性的覓食特性, 增加長腳捷蟻的入侵能力, 長腳捷蟻能從現有環境的資源中取得多樣的營養資源, 包括植物種子, 植物花蜜與花外蜜腺、節肢動物及半翅目昆蟲蜜露等 (Holway *et al.* 2002; Ness and Bronstein 2004)。長腳捷蟻也會捕食地面或樹棲的無脊椎動物, 例如等足類、多足類、軟體動物、蜘蛛類、昆蟲與陸蟹等。長腳捷蟻在一些入侵的島嶼上會藉由噴灑蟻酸獵捕或者殺死無脊椎獵物甚至小型脊椎動物, 以獲得蟻后生殖時所需要大量蛋

白質 (O'Dowd *et al.* 1999)。Chong and Lee (2009) 研究顯示長腳捷蟻全天均有覓食個體活動，但覓食活動與環境因子中的光照較無顯著關係，但受到溫度與濕度的影響，覓食活動溫度在 26~30°C 與相對溼度在 68~92% 間覓食活動量較為頻繁。長腳捷蟻常出現在受人為干擾的森林邊緣、農業環境與都市環境 (Ness and Bronstein, 2004)，但在許多入侵地區 (印度洋的聖誕島) 長腳捷蟻也能隨著族群的擴展而入侵到較未受人為干擾的草原森林甚至雨林地區 (O'Dowd *et al.* 1999)。

## 二、長腳捷蟻的生態危害

近年來許多研究發現源自南亞的長腳捷蟻已經隨著人為的途徑被引入了世界其他熱帶與亞熱帶的地區，尤其在封閉的海島生態環境，長腳捷蟻的入侵嚴重的破壞了本土生態系統，這樣的生態問題已在夏威夷、塞錫爾群島與桑吉巴等海島地區被研究揭露。許多入侵螞蟻都具有一些較特殊的生物特性，比如在入侵地的族群會傾向於形成多蟻后和廣泛範圍的超級群落 (Holway *et al.* 2002)。在超級群落裡，來自不同巢穴的工蟻個體彼此間並沒有明顯的互相攻擊行為 (減少領土防禦的代價)，從而增加工蟻個體的密度，並加強其物種間的競爭能力，在長腳捷蟻的入侵地族群形成超級群落的現象陸續被發現 (Abbott 2005, 2006; Drescher *et al.* 2007)。以聖誕島為例，長腳捷蟻於 1915 年到 1934 年入侵該島，但長時間以來維持較低的族群密度，但直到 1989 年才第一次檢測到超級群落的形成 (O'Dowd *et al.* 1999)；隨後族群快速增長並達到極高的密度 (每平方公尺高達 2254 覓食螞蟻的個體) (Green *et al.* 2004)，在 2002 年 9 月占

地約一萬公頃的熱帶雨林約有 28% 被長腳捷蟻所佔領，在這些形成超級群落的螞蟻通常會在林地環境覓食，而長腳捷蟻的密度足以在 24 小時內殺死紅蟹，長腳捷蟻並對島上紅蟹造成嚴重的衝擊，在短短幾年的時間裡，幾乎三分之一的紅色陸蟹族群被長腳捷蟻消滅 (O'Dowd *et al.* 2003)。長腳捷蟻會殺害休息在洞穴裡的陸蟹，霸佔並使用洞穴為其巢穴。聖誕島上長腳捷蟻危害的另一個案例是，長腳捷蟻會飼養、保護吸植物汁液的刺吸式昆蟲 (半翅目昆蟲為主)，進而損害這些原始森林。長腳捷蟻和產生蜜露昆蟲具有密切共生關係，此關係加劇對各營養階層的影響，並間接影響雨林的生態系統。長腳捷蟻也會取食或干擾森林底層與頂層的多種節肢動物、爬蟲動物、鳥與哺乳動物的繁殖，科學家擔心一些瀕臨絕種的保育類鳥類，將無處築巢，最後由於棲地變更與螞蟻直接的攻擊而消失。在塞錫爾群島的棕櫚森林裡，長腳捷蟻於入侵範圍內，造成原生樹棲性生物族群 (壁虎與蝸牛) 的數量降低，甚至絕滅 (Kaiser-Bunbury *et al.* 2014)。

### 三、長腳捷蟻的調查與防治

長腳捷蟻入調查偵測方法多以卡片計數法 (card counts) 與誘餌誘集法 (液態的蔗糖溶液或固態的罐頭金槍魚)，作為調查長腳捷蟻入侵面積及密度的方法 (O'Dowd *et al.* 2003, Abbott *et al.* 2005, Hoffmann *et al.* 2014)。長腳捷蟻具有嗜糖和偏好液體食物的行為 (Chong 2008)，參考以往年度於墾丁國家公園的「106 年度墾丁國家公園黃狂蟻入侵狀況調查與防治策略研擬」、「106 年度港



口地區黃狂蟻調查」、「107 年度墾丁國家公園黃狂蟻監測與防治計畫」及「108 年度墾丁國家公園黃狂蟻防治監測成效評估計畫」，以及壽山自然公園 109 年度計畫「壽山國家自然公園長腳捷蟻調查計畫」、110 年度「壽山自然公園黃狂蟻人工誘引盒防治計畫」以及 111 年度「111 年壽山國家自然公園長腳捷蟻調查監測及防治計畫」，使用液態餌劑 (10% w/v 蔗糖溶液) 誘餌誘集法做為調查長腳捷蟻入侵面積及密度的方法，本年度也以此調查方法以累積長期調查資料。

在聖誕島上對於長腳捷蟻的防治上，當地政府機構目前是使用含 0.001%~0.01% 芬普尼的固態餌劑 (每公頃施用 4 公斤)，並以直升機與人力於發生區域內均勻撒佈固態餌劑，分別於 2002 年施灑防治面積為 2,500 公頃、2009 年 1,000 公頃及 2011 年 1,000 公頃面積範圍 (Green et al. 2009, Boland et al. 2011)。撒佈固態餌劑防治成果顯示在施撒固態餌劑的四星期後，可明顯看出防治效果，長腳捷蟻的活動降低超過 90%。但在防治區內長腳捷蟻的族群仍存在，只是數量與活動明顯降低。在環境中適合長腳捷蟻族群發展的因素未減少，當防治效果降低後，長腳捷蟻族群數量則是會再逐漸恢復。若要長腳捷蟻危害的面積與族群數量控制在一定範圍下，固態餌劑的防治策略仍需長腳捷蟻的族群在擴展時需要持續施藥 (Maple et al. 2016)。除了化學防治以外，研究顯示如果通過管理並減低環境中的蔗糖來源 (尤其是產蜜昆蟲族群) 的方式，是可能減少長腳捷蟻的族群數量與危害性。

在聖誕島長腳捷蟻的防治上，長腳捷蟻的生物防治法目前也有進行評估，研究發現長腳捷蟻會自 1990 年以後大量發生可能與聖誕島環境中有大量能產生蜜露的外來介殼蟲入侵有關，因為偏好取食蜜露的長腳捷蟻因自環境中大量爆發的介殼蟲，獲得大量的食物資源擴展族群發展成超級群落，進而危害到陸蟹的族群；因此在評估無法在保護區內持續施撒大量防治餌劑的管理政策下，而發展引進入來的生物防治天敵（寄生蜂）來防治外來介殼蟲以間接控制長腳捷蟻的族群發展（Maple et al. 2016）。

夏威夷群島被長腳捷蟻危害數十年，強斯頓環礁於 2010 年發現長腳捷蟻超級群落造成於地面築巢海鳥的極大威脅，美國漁業野生生物管理局(USFWS) 啟動長腳捷蟻防治計畫，2017 年起於 28 公頃地區使用凝膠餌劑（硼酸）和其他技術防治長腳捷蟻，並以偵測犬搜尋。2021 年 6 月 USFWA 宣布已將長腳捷蟻於區域內達 95%防治率且已 13 周沒有監測到長腳捷蟻逐漸達到滅絕的目標。

台灣目前對於長腳捷蟻的危害與防治案例，除了壽山樣區外，主要是墾丁國家公園以及高美濕地，墾丁國家公園擁有豐富的陸蟹生態資源，因 103 年研究中發現被列名百大入侵生物的長腳捷蟻已進入園區並出現於陸蟹棲地（王 2014、劉 2015）。因此墾丁國家公園管理處於 106 年度起開始進行「106 年度墾丁國家公園黃狂蟻入侵狀況調查與防治策略研擬」、「106 年度港口地區黃狂蟻調查」、「107 年度墾丁國家公園黃狂蟻監測與防治計畫」及「108 年度墾丁國家公園黃狂蟻防治監測成效評估計畫」的長腳捷蟻調查計畫與防治評估。上述計畫調查結

果顯示，墾丁國家公園園區內主要的陸蟹分布熱區（香蕉灣、砂島及港口）有較高密度長腳捷蟻族群數量的分布，且已經形成超級群落 (Supercolony) 現象，陸蟹個體遷移降海釋幼的時期，發現陸蟹個體在遷移降海釋幼的過程中，被長腳捷蟻攻擊的頻率非常明顯，而成為墾丁陸蟹族群非常大的威脅。為因應長腳捷蟻的危害，「108 年度墾丁國家公園黃狂蟻防治監測成效評估計畫」使用液態餌劑防治後灣、香蕉灣、砂島與港口樣區的長腳捷蟻，並提出具體監測及防治標準作業程序(SOP)。「109 年度墾丁國家公園黃狂蟻人工誘引盒防治計畫」使用長腳捷蟻人工蟻巢誘引盒，在香蕉灣、砂島、港口樣區，共清除約 500 隻蟻后和 46 萬隻工蟻。「110 年墾丁國家公園黃狂蟻防治計畫」針對香蕉灣與港口海岸林進行餌劑防治施撒作業，共清除約 1,150 隻蟻后和約 25 萬隻工蟻。「111 年墾丁國家公園黃狂蟻防治計畫」延續 110 年的防治方式並增加防治月份，共清除約 1,962 隻蟻后和約 37 萬隻工蟻。在對於香蕉灣樣區持續兩年的防治作為（較積極且較大範圍的餌劑防治與人工蟻巢誘引盒）對控制長腳捷蟻超級群落發展的成效，在取食工蟻密度調查也顯示，液態餌劑和生長調節劑可造成短期長腳捷蟻數量降低的防治效果。因此目前墾丁國家公園長腳捷蟻防治計畫仍持續進行中，朝向將瓦解墾丁國家公園園區中長腳捷蟻的超級群落的目標，以減少對陸蟹威脅。

高美濕地則是於 107 年度的「高美濕地陸蟹分布熱區中入侵種黃狂蟻族群分布調查與防治」中，在高美濕地北邊約 2 公里長的河堤車道旁，發現最高 42.5% 的樣點有長腳捷蟻出現，顯示其危害較為嚴重。因此於同年度及「108 年度高美

濕地陸蟹分布熱區中入侵種長腳捷山蟻族群分布調查與防治」皆進行硼砂液態餌劑防治，並在防治的隔月份有良好的防治成效。「110 年度高美濕地陸蟹分布熱區中入侵種黃狂蟻分布調查」發現其密度較前兩年的調查數據低，顯示前年的硼砂液態餌劑的防治有相當成效，「111 年度高美濕地陸蟹分布熱區中入侵種黃狂蟻分布調查」則發現長腳捷蟻族群有增長的趨勢，因此目前 112 年仍持續監測每季的監測作業以了解長腳捷蟻分布與密度變化，以防於族群爆發時能夠及時採取相關的防治措施。

111 年「壽山國家自然公園長腳捷蟻調查監測及防治計畫」參考澳洲政府曾對於聖誕島上長腳捷蟻超級群落進行較大範圍的餌劑施撒防治的策略，此餌劑防治有達到抑制長腳捷蟻超級群落族群數量成效的目的。在旗後山進行液態餌劑與昆蟲生長調節劑型餌劑防治並使用人工誘引盒誘集，共誘集到 70 巢蟻巢、348 隻蟻后，以及總數約為 130,557 隻工蟻。而誘餌誘集法結果顯示半屏山、旗後山與北壽山軍區三個樣區都有出現長腳捷蟻，而旗後山樣區長腳捷蟻族群分布範圍較為廣泛，且已形成超級群落。半屏山樣區雖有長腳捷蟻分布，但此樣區長腳捷蟻的族群未形成超級群落，但仍會有動態性數量與分布上的變動，長腳捷蟻主要分布於西南部靠近翠華路之出口的範圍。長腳捷蟻族群在北壽山軍區樣區雖有廣泛分布，但是會受到其他優勢種螞蟻例如熱帶大頭家蟻的競爭影響，族群分布較為零散且變動性大。與 110 年度「壽山國家自然公園長腳捷蟻人工誘引盒防治計畫」的資料相比，111 年各月份的長腳捷蟻工蟻個體數明顯較 110 年低，

顯示施灑液態餌劑與生長調節劑對降低工蟻數有效果。

本年度計畫防治目的為瓦解長腳捷蟻的超級群落為主，環境中監測點的取食密度以三級作為臨界點，如監測點有發現超過 50 隻，為數量變多；調查不同點位的長腳捷蟻是否有攻擊現象，若攻擊行為達到 2 級以下或無則代表為同一族群，可能形成超級群落，代表需進行防治處理。例如北壽山軍區不同監測點之長腳捷蟻有互相攻擊現象，便維持監測；半屏山設置人工蟻巢移除蟻後，若前半年執行後數量變多，才進行餌劑防治，而其數量消長及族群地理分布會變動，隨季節而變化，較晚出現的地區原先就會出現其他螞蟻族群；旗後山為其他蟻類較少的地區，長腳捷蟻變容易爆發。因此本年度先以降低旗後山之族群數量，而半屏山則以前段移除蟻后和監控為主。本防治計畫參考墾丁和夏威夷過去防治作業，若族群零星分布或是無超級群落形成，便僅進行監測不進行灑藥，若監測結果有上升則依序進行局部防治，參考夏威夷其維持監測三年，視為監測防治作業的結束。

## 參、研究方法及過程

### 一、計畫執行範圍及內容

本計畫延續 111 年度計畫「壽山國家自然公園長腳捷蟻調查監測及防治計畫」，將於壽山國家自然公園的半屏山、北壽山軍區、旗後山等主要三個陸蟹分布熱點(圖四)，各設立 20、10、10 個長腳捷蟻誘餌監測點(圖五)，監測點距離約 50~100 公尺，會使用誘餌誘集法監測長腳捷蟻族群變動狀況，自計畫執行開始每月份執行監測作業，監測方法為在各個樣點中放置裝有 30ml 濃度 10% (w/v) 蔗糖溶液的餌站，放置時間設定於誘餌後約 30 分鐘左右後取回餌站，並以拍照方式記錄於液態餌站台上的覓食螞蟻，調查長腳捷蟻的取食分布範圍與監測旗後山和半屏山的防治成效。

此外在發現長腳捷蟻超級群落的旗後山進行較積極的防治作業，以液態餌劑與昆蟲生長調節劑型餌劑防治。並於有較高密度的旗後山和半屏山樣區，搭配液態餌站台位置，設置 10 個長腳捷蟻誘引盒監測點，每個監測點設置 2 個人工誘引盒，於每個月更換誘引盒，並於監測點執行誘餌誘集法的螞蟻調查以監控長腳捷蟻族群動態變化。



圖四 三個壽山國家自然公園長腳捷蟻偵測與防治樣區。



圖五 壽山國家自然公園三個陸蟹熱點樣區長腳捷蟻誘餌誘集設置位置  
(左：旗後山\*10、中：半屏山\*20、右：北壽山軍區\*10、黃框為餌劑撒布範圍)。

## 二、液態餌劑與昆蟲生長調節劑型餌防治方法

本計畫擬於旗後山的長腳捷蟻危害嚴重區域進行較全面性的液態餌劑與昆蟲生長調節劑型餌劑施撒。餌劑長效性原則於施用於一天後變無效力，為毒性較低治藥劑，除蟻類外其他昆蟲不取食。液態防治低毒性液態餌劑的餌劑組成為 10% (w/v) 蔗糖水濃度混合 2% w/v 硼砂 (四硼酸鈉  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )，硼砂為低毒性的胃毒劑，會破壞螞蟻的消化系統達到殺蟻的效果。生長調節劑型餌劑則使用百利普芬 (0.5% w/w) 與美賜平 (0.5% w/w)，百利普芬的效果為抑制蟲卵孵化及幼蟲脫皮，效果於 1~3 個月顯現；美賜平為抑制昆蟲幼蟲變態成熟，效果於 2~6 個月顯現。為避免取食吃膩造成防治降低，採用隔月使用不同生長調節餌劑之辦法。

本年度於旗後山樣區進行六次的餌劑防治作業，延續 111 年的防治計畫，防治時間為 112 年 4 月至 9 月，防治共包含六次的硼砂液態餌劑 (20 公升/公頃)、百利普芬固態餌劑 (6 公斤/公頃)及美賜平固態餌劑 (6 公斤/公頃) 各三次，餌劑防治主要範圍為旗後山海岸林 (約 0.5 公頃)，用固態或液態撒佈器將餌劑均勻噴灑於長腳捷蟻族群密集處。而人工蟻巢誘引盒則於計畫執行開始進行一個月一次的調查作業。



### 三、監測方式

長腳捷蟻密度級數評估，以液態餌站在設置 30 分鐘左右誘引長腳捷蟻數量為標準(圖六)，並以長腳捷蟻數量為密度級數分級 (第 0 級/無：餌站無長腳捷蟻、第 1 級/輕度密度：餌站 5 隻以下長腳捷蟻、第 2 級/中度密度：餌站 6~20 隻長腳捷蟻、第 3 級/中高度密度：餌站 21~50 隻長腳捷蟻、第 4 級/高度密度：餌站 51~100 隻長腳捷蟻、第 5 級/嚴重密度：餌站超過 100 隻長腳捷蟻)。密度等級之分級為本研究室所建立，參考之前在野外測試長腳捷蟻活動高峰的實驗，在長腳捷蟻活動高峰期間螞蟻數量可高達兩百多隻。



圖六 地面型誘集裝置所誘集到不同密度程度的長腳捷蟻  
(由左至右分別為密度程度一級至五級)。

國外研究以卡片計數法 (以調查樣線) 調查長腳捷蟻入侵面積及密度，如一條調查樣線的卡片上螞蟻平均數量超過 37 隻工蟻，該地段將被評估擁有超級群落 (supercolony) 的潛在性 (Boland et al. 2011)，在此密度下陸蟹的族群數量將會有威脅，因此將 30 分鐘調查餌站黃狂蟻在 51~100 隻，定為第 4 級 (高度密度)。也本年度將依據各調查樣區中各月份所調查的族群密度狀況，以第 4 級

以上族群密度的調查樣點將被預設定為長腳捷蟻具有超級群落的潛在地點。

#### 四、蟻巢誘引盒防治與評估

依照長腳捷蟻的的行為生態習性：多蟻后 (polygyny)、多蟻巢 (polydomy) 及無固定蟻巢常築巢於環境空隙等，設計人工蟻巢誘引盒 (Artificial Ant colony trap box) (圖七) 裝置，除可利用於環境中長腳捷蟻超級群落的族群監控，也有可直接自環境中移除生殖蟻巢 (內具有蟻后) 的防治效果。將人工蟻巢誘引盒放置於長腳捷蟻防治樣區中的落葉層中，於 1 個月後檢查蟻巢誘引盒中是否有長腳捷蟻進駐，若有則將蟻巢誘引盒封口放置於夾鏈袋中攜回進行分析，調查蟻巢內長腳捷蟻的各階級的個體數量，評估當季的長腳捷蟻族群狀況。並與前年的調查資料結果做統整，觀察其族群動態。



圖七 長腳捷蟻人工蟻巢誘引盒裝置。

## 五、長腳捷蟻的超級群落範圍

通過蟻巢間個體攻擊行為試驗 (Intraspecific aggression assay) 來探討各樣區內(旗後山、北壽山軍區、半屏山)的長腳捷蟻族群是否有形成超級群落的現象。於各樣區內各別採集 3 至 5 個長腳捷蟻的蟻巢，蟻巢之間距離至少超過 30 公尺以上。於研究室中，對採集到的蟻巢進行了樣區內(同一樣區內的不同蟻巢)和樣區間的攻擊行為試驗(旗後山、半屏山和北壽山軍區的蟻巢)。樣區間的實驗組合數量取決於樣區內的試驗結果。攻擊行為試驗是採用不同蟻巢的工蟻進行一對一的行為觀察：將兩隻工蟻放置圓形塑料容器(內直徑 5.8 公分)裡，並觀察十分鐘內兩隻蟻之間的互動行為。工蟻雙方的行為會以 Suarez *et al.* (1999) 的分級進行量化，並記錄當中得分最高的行為。量化攻擊行為分數等級如下：

「0 分」忽略 (Ignore): 沒有蟻表現出明顯的身體接觸。

「1 分」觸角碰觸 (Antennation): 較長時間的觸角相觸碰、或以觸角在另一隻蟻的某處重複敲擊。

「2 分」回避 (Avoidance): 蟻在接觸另一方後快速向相反方向後退。

「3 分」攻擊 (Aggression): 明顯的咬或拉扯四肢的行為，或釋放蟻酸。

「4 分」戰鬥 (Fight): 持續攻擊，一方往往咬著另一方的身體不放。

每一組合試驗重複 10 次(工蟻個體不會重複使用)，並以平均值作為該組合互動行為的得分。2 分以上的行為得分屬於有攻擊性行為，因此平均值 2 分以上

認為兩隻試驗螞蟻屬於不同蟻群，2 分以下則認為兩隻試驗螞蟻屬於相同蟻群。之後利用套裝軟體 SPSS Statistics 20.0 進行無母數 K 組獨立樣本分析 (Kruskal-Wallis test)，比較各組合的螞蟻個體之間（同一樣區的蟻巢之間）的行為得分是否有顯著差異，再以 Dunn's test 進行事後檢定。

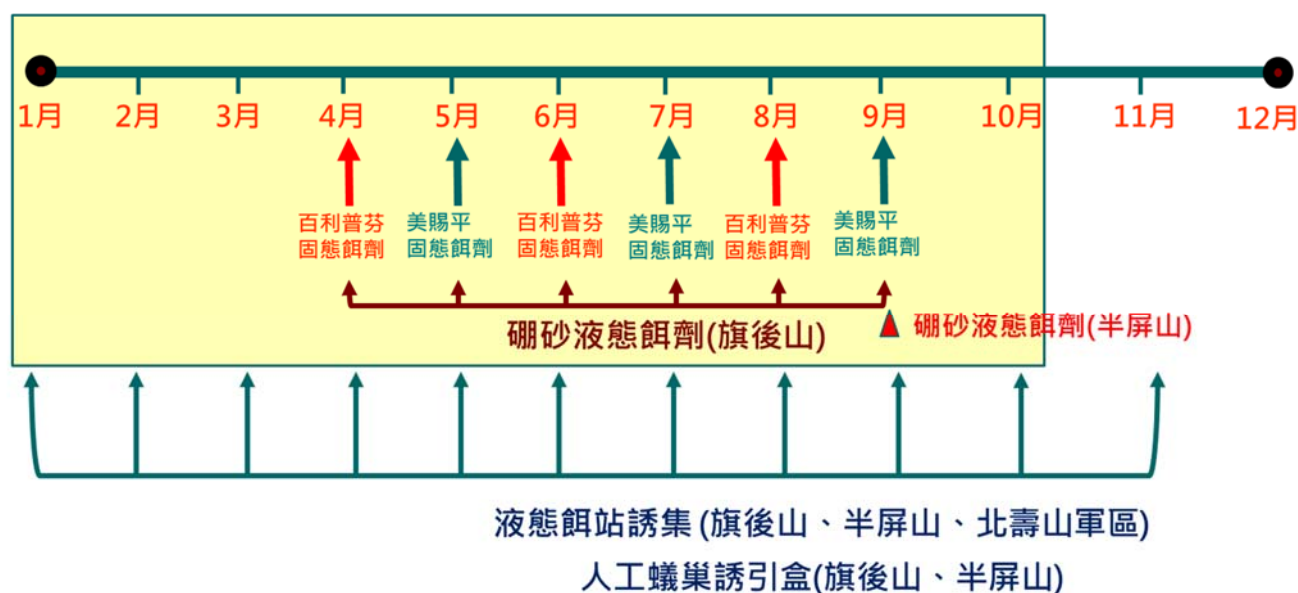
## 六、氣候因子與長腳捷蟻族群變動之關係

氣候因子（雨量、降雨日數、溫度及相對濕度）以鼓山氣象站 C0V690 之氣象資料來源，與長腳捷蟻族群 110~112 年間族群動態變化資料，以廣義線性模型 (Generalized Linear Model, GLM) 進行分析。

## 肆、結果與討論

### 一、全區長腳捷蟻誘集與餌劑防治進度

本計畫於 112 年度 1 月進行旗後山、半屏山以及軍區的長腳捷蟻餌劑偵測調查，以及半屏山和旗後山的人工誘引盒防治。並於 4 月開始進行每個月一次，旗後山樣區的長腳捷蟻液態餌劑與生長調節劑防治，已完成監測 1 月至 11 月共 11 個月份（軍區從 3 月開始調查至 11 月），以及進行旗後山樣區內 4 月至 9 月的液態餌劑與生長調節劑防治作業(圖八和附錄一)，並因 1 月至 8 月的調查資料中，半屏山的長腳捷蟻數量有大量增加之趨勢，在 9 月份於半屏山部分樣區進行液態餌劑的緊急防治作業（附錄一）。並於 6 月份進行志工的長腳捷蟻防治教育訓練課程。



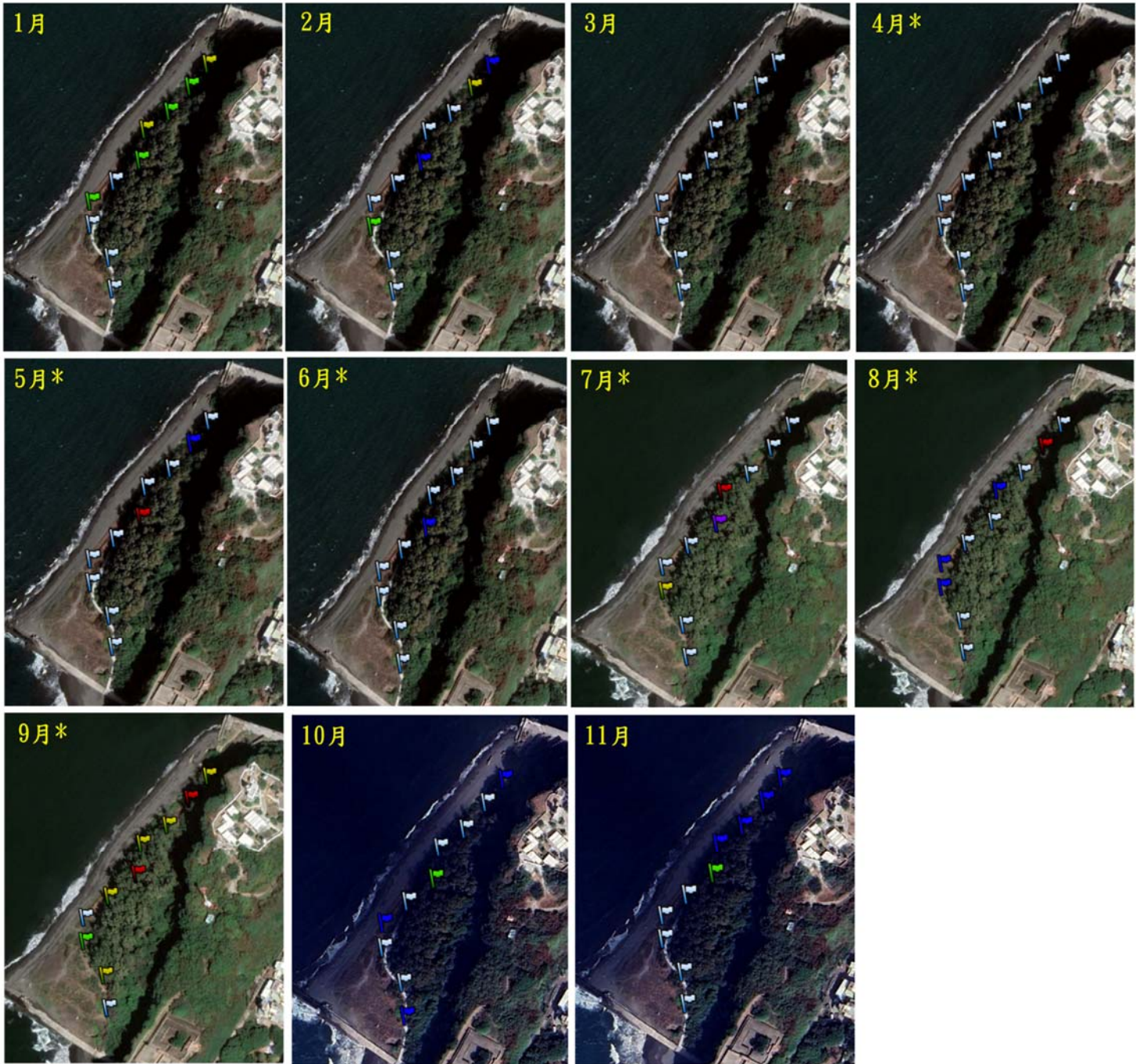
圖八 112 年壽山國家自然公園長腳捷蟻防治與偵測執行進度。



## 二、旗後山樣區結果

旗後山樣區 10 個監測點至 1 月開始共實施 11 個月之誘餌誘集監測和人工誘引盒防治，於 4 月開始共進行 6 個月之液態餌劑防治，並施撒百利普芬於 4 月、6 月和 8 月，施撒美賜平於 5 月、7 月和 9 月，施撒防治範圍約 1 公頃，施藥地點包含防風林、人行步道周邊、珊瑚礁岩周遭的長腳捷蟻聚集處。1 月至 11 月旗後山樣區的地面型誘集裝置監測結果如圖九所示，長腳捷蟻在 1 月時分布於 6 個點位，皆為中度危害，集中於樣區中部以北的木麻黃防風林；2 月時分布於 4 個點位，其中 2 個輕度、2 個中度；3 月和 4 月時沒有長腳捷蟻出現；5 月時分布於 2 個點位，1 個輕度、1 個高度，高度密集區出現在樣區中部的木麻黃防風林。6 月時分布於 1 個點位為輕度，出現在樣區中部的木麻黃防風林。7 月的點位為 1 個中高度、1 個高度和 1 個嚴重密度，除了中部的木麻黃防風林，有向南擴張的趨勢。8 月的點位為 3 個輕度和 1 個中高度，出現在中部的木麻黃防風林，並有向南北擴張趨勢。9 月的點位為 1 個高度、5 個中高度和 2 個高度，廣泛分布於樣區中部以北。10 月的點位為 3 個輕度和 1 個中度密度，但分布較為廣泛。11 月的點位為 4 個輕度和一個中度，分布集中於樣區北部的防風林中。

目前於旗後山樣區調查顯示長腳捷蟻族群在 1 月、2 月和 9 月有較廣泛的分布，7 月較集中於樣區中部的木麻黃防風林，雖然樣點數少但有較高的族群密度。經過餌劑和生長調節劑防治的月份除了 9 月以外均有較低的密度或範圍。

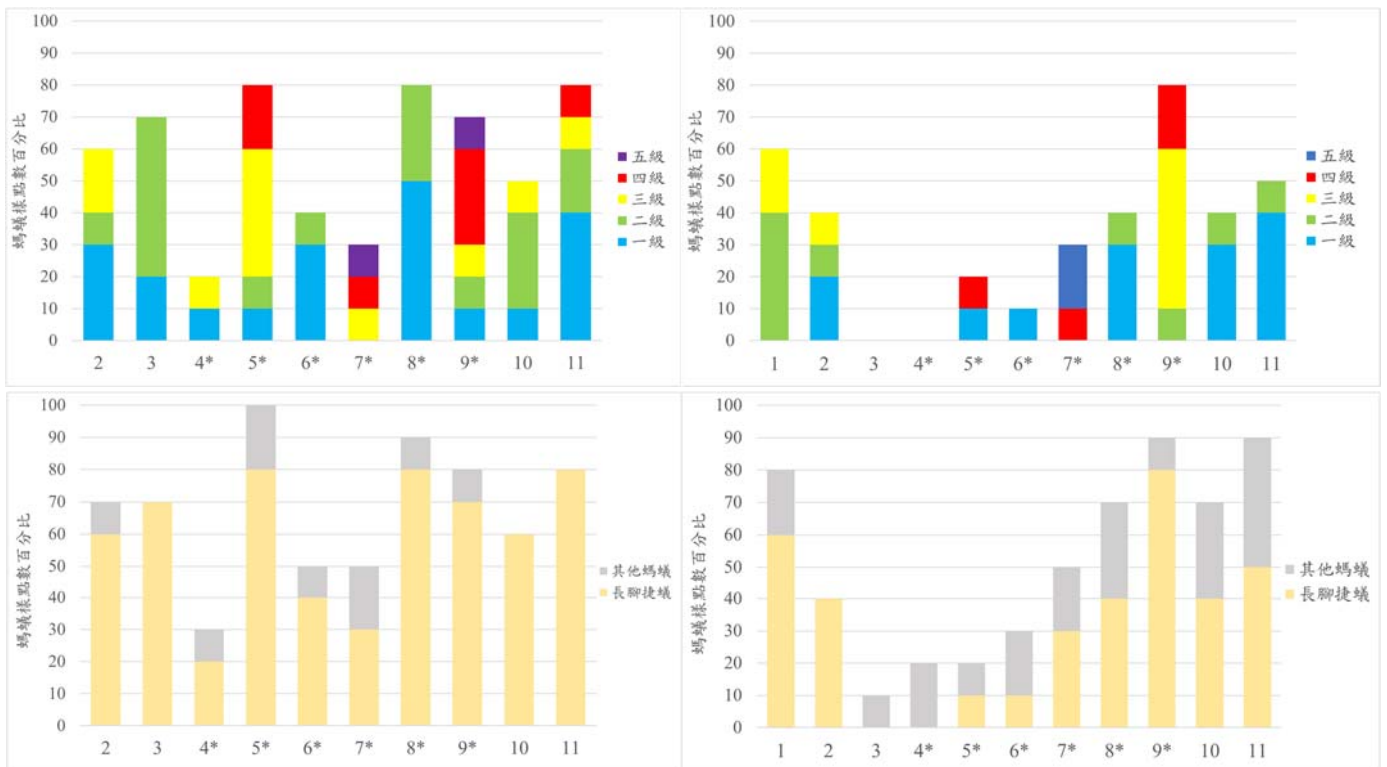


圖九 112年各月份旗後山樣區的長腳捷蟻誘餌誘集分布狀況(白：無；藍：輕度；綠：中度；黃：中高度；紅：高度；紫：嚴重)(\*為餌劑防治月份)。

在誘餌誘集監測的資料中(圖十)，1月至11月旗後山誘集到的螞蟻種類共6種，包含長腳捷蟻共36個樣點、黑頭慌琉璃蟻(*Tapinoma melanocephalum*)11個樣點、褐大頭家蟻(*Pheidole parva*)4個樣點、日本皺家蟻(*Tetramorium nipponense*)2個樣點、熱帶大頭家蟻(*Pheidole megacephala*)1個樣點長角黃山蟻(*Paratrechina longicornis*)1個樣點和花居單家蟻 (*Monomorium floricola*)1個樣點。10個月分中長腳捷蟻誘集的總比例均高於其他種類螞蟻。長腳捷蟻佔比最高為9月，有70%在中高度密度以上；3月和4月則無長腳捷蟻出現；5、6月的其他螞蟻比例皆略高於長腳捷蟻；其他6個月分中長腳捷蟻的比例則較高。

相較於旗後山111年的誘集資料，112年的長腳捷蟻的覓食狀況除了1月和9月，跟111年相近，其他月份皆低於111年。7月和9月為111年和112年長腳捷蟻取食密度較高的月份，皆出現高度密度和嚴重密度。112年經過餌劑防治的月份中，除9月外，長腳捷蟻的覓食密度遠低於111年的同月份。





圖十 111年(左)與112年(右)各月份旗後山樣區使用地面型誘集裝置誘集長腳捷蟻各分級(上)與其他螞蟻樣點數百分比(下)(\*為餌劑防治月份)。

旗後山之人工蟻巢誘引盒誘集結果如表一與圖十一所示。112 年 1 月至 11 月人工蟻巢誘引盒共誘集到 46 巢蟻巢、368 隻蟻后，以及總數約為 72,465 隻工蟻。在 11 個月分中，7 月採集到的蟻巢最多為 8 巢，6 月採集到的蟻后數和工蟻個體數為最多，分別為 175 隻蟻后和 12,874 隻工蟻。3 月和 4 月採集到的蟻巢數最低為 1 巢，3 月的工蟻個體數最低為約 181 隻，2 月的蟻后數最低為 0 隻。

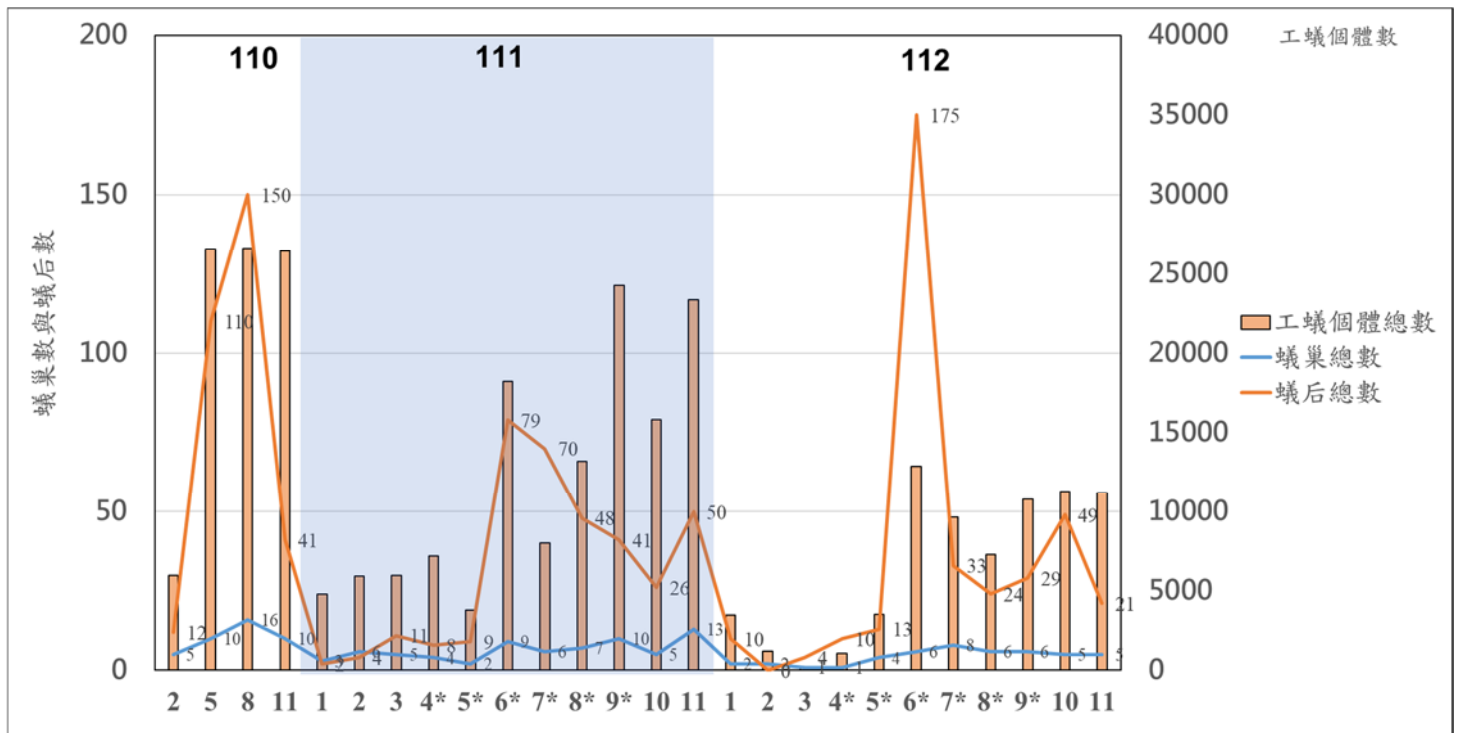
112 年的各月份趨勢中，1 至 3 月長腳捷蟻族群開始下降，4 月至 6 月時蟻后和工蟻開始增加，且 6 月時蟻后數達到 3 個年份中的最高 175 隻，到 8 月時蟻后和工蟻有下降趨勢但於 9 月至 11 月又上升。

和 110 年、111 年度的人工誘引盒資料相比(圖十一)，112 年 1 月至 11 月的蟻巢數、工蟻個體數都較 110 年和 111 年低，但 6 月份旗後山的蟻后數高達 175 隻，明顯高於 110 和 111 年同月份。經過餌劑防治的月份，蟻巢數和工蟻數皆較 110 年和 111 年低，顯示旗後山的長腳捷蟻經過餌劑防治後開始有集中之趨勢。

表一 112 年度各月份旗後山樣區各月份以人工蟻巢誘引盒誘集之長腳捷蟻蟻巢數

與各階級職蟻數，粗體數字為各月份中最高。

年/月	112/1	112/2	112/3	112/4	112/5	112/6	112/7	112/8	112/9	112/10	112/11	總和
蟻巢數	2	2	1	1	4	6	<b>8</b>	6	6	5	6	46
蟻后總數	10	0	4	10	13	<b>175</b>	33	24	29	49	21	368
工蟻重量(g)	8.03	2.76	0.42	2.46	8.05	<b>29.61</b>	22.18	16.79	24.76	25.92	25.7	166.67
工蟻估算數量	3,490	1,199	181	1,069	3,500	<b>12,874</b>	9,645	72,98	10,765	11,269	11,173	72,465
平均工蟻個體數	1744.8	599.6	181.3	1069.5	875.0	2145.7	1205.7	1216.3	1794.2	<b>2253.9</b>	2234.8	1575.3



圖十一 110 年、111 年和 112 年度各月份旗後山樣區以蟻巢誘引盒誘集長腳捷蟻

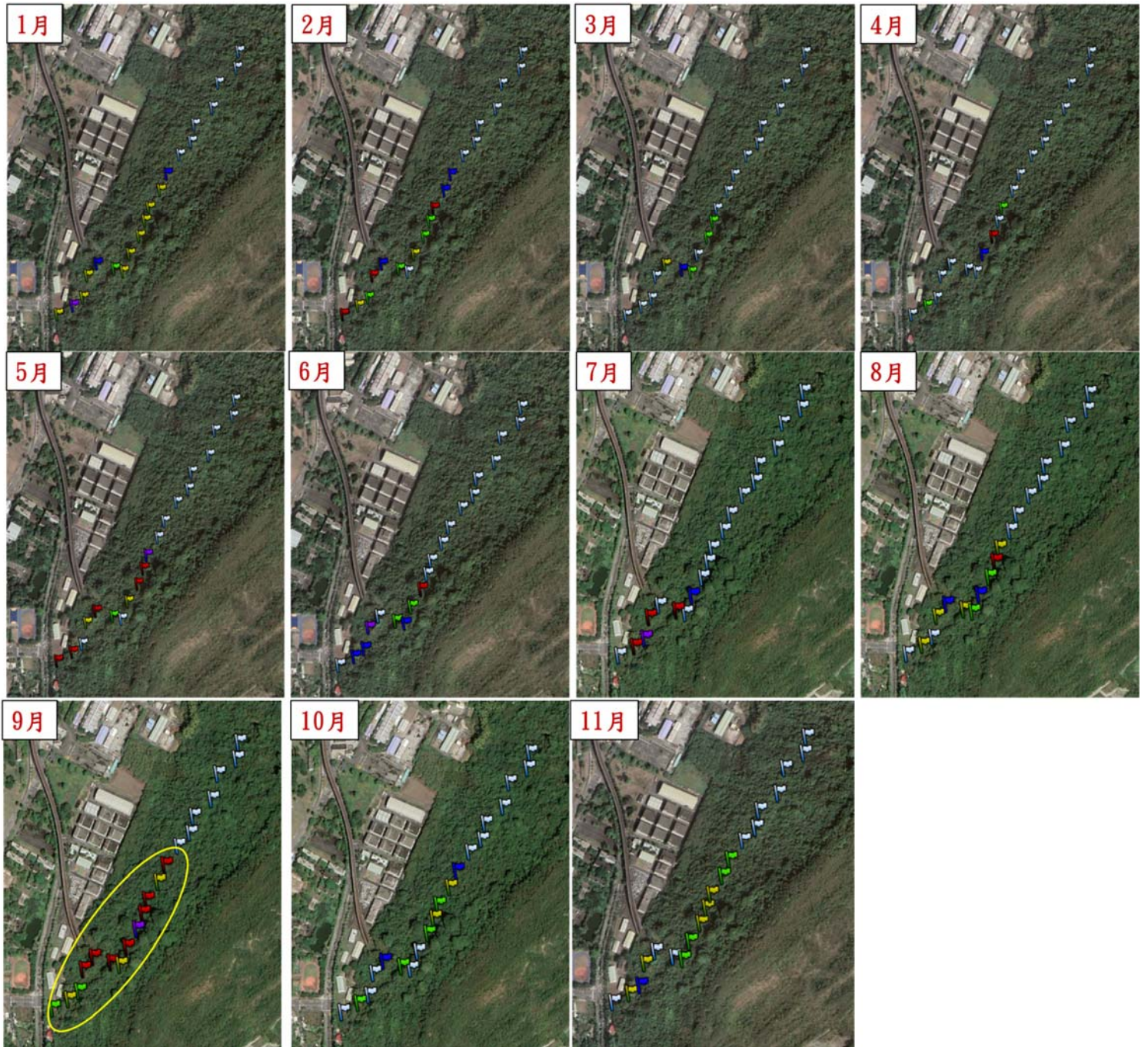
巢數、巢內蟻后和工蟻數趨勢圖(\*為有進行液態和生長調節劑防治月份)。

### 三、半屏山樣區結果

半屏山樣區 20 個監測點至 1 月開始已實施 10 個月之誘餌誘集監測，以及 2 月至 10 月共 9 個月的人工誘引盒防治，並於 9 月份進行液態和生長調節劑的緊急防治措施。2 月至 10 月的長腳捷蟻誘餌誘集監測結果如圖十二所示，1 月有 13 個點位出現長腳捷蟻，其中 2 個輕度、1 個中度、9 個中高度、1 個嚴重密度；2 月有 12 個點位出現長腳捷蟻，其中 3 個輕度、4 個中度、2 個中高度、3 個高度密度；3 月有 5 個點位出現長腳捷蟻，其中 1 個輕度、3 個中度、1 個中高度，族群集中於樣區中部；4 月有 4 個點位出現長腳捷蟻，其中 1 個輕度、2 個中度、1 個高度；5 月增加到 9 個點位，其中 1 個中度、2 個中高度、5 個高度、1 個嚴重密度；6 月下降為 7 個點位，其中 3 個輕度、2 個中度、1 個高度、1 個嚴重密度；7 月下降為 5 個點位，其中 1 個輕度、3 個高度、1 個嚴重密度；8 月上升為 9 個點位，其中 2 個輕度、2 個中度、4 個中高度、1 個高度密度；10 月時下降為 8 個點位，其中 2 個輕度、4 個中度、2 個中高度。

目前預估長腳捷蟻覓食分布範圍最高為西南部靠近翠華路之出口的點位 1 至點位 13 之間，路長約 1100 公尺，較 111 年有往內部擴展之趨勢。1 月至 2 月都有穩定取食密度；在 3 月、4 月被局限於半屏山樣區中部區域，6、7 月被局限於半屏山樣區外部區域，但在 8 月和 9 月在各樣區有大範圍且有較高的取食密度，而在 9 月經過餌劑的緊急防治後，10 月的取食範圍和密度有下降趨勢。

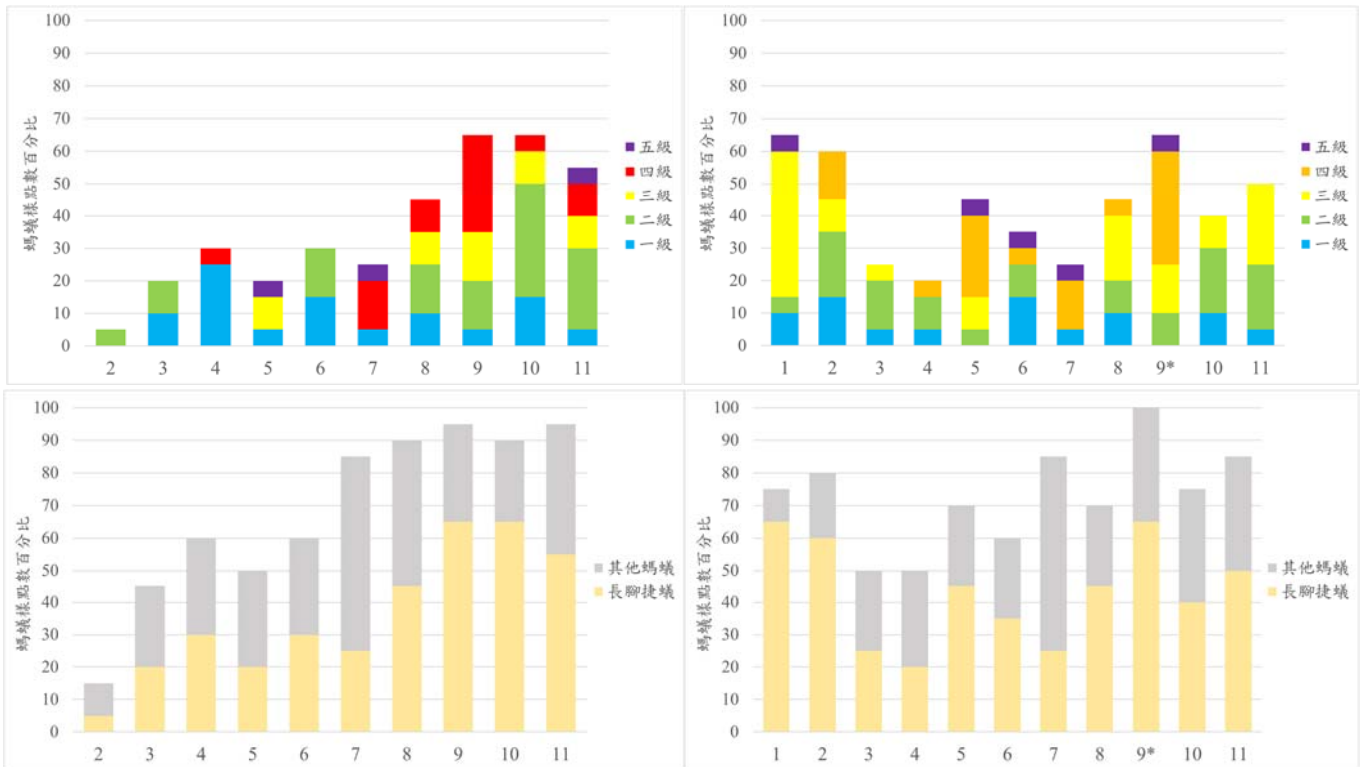




圖十二 112 年各月份半屏山樣區長腳捷蟻分布狀況 (白：無；藍：輕度；綠：中度；黃：中高度；紅：高度；紫：嚴重，\*為有進行液態和生長調節劑防治月份、黃框為餌劑撒布範圍)。

在誘餌誘集監測的資料中(圖十三)，112年1月至11月半屏山誘集到的螞蟻種類共7種，包含長腳捷蟻共95個樣點、熱帶大頭家蟻(*Pheidole megacephala*)共45個樣點、褐大頭家蟻(*Pheidole parva*)8個樣點、日本皺家蟻(*Tetramorium nipponense*)3個樣點、多樣寡家蟻(*Carebara diversa*)3個樣點、花居單家蟻(*Monomorium floricola*)2個樣點和絨毛皺家蟻(*Tetramorium lanuginosum*)1個樣點。11個月分中長腳捷蟻誘集的總比例高於其他種類螞蟻。長腳捷蟻覓食比例最高為1月、2月和9月，均在60%以上且遠高過其他種類螞蟻；3月和4月長腳捷蟻覓食比例下降至30%以下，而其他種螞蟻的覓食比例略等於長腳捷蟻，5、6月長腳捷蟻覓食比例開始上升，而其他螞蟻比例略微下降，7月至11月除9月外長腳捷蟻的密度皆略等於其他種類螞蟻。

相較於半屏山111年的誘集資料，112年1、2月的長腳捷蟻覓食比例遠高於111年，而3、4月的趨勢則相近，5、6月則較為提高，7月至11月的趨勢除9月和11月較為相近。其他螞蟻的覓食比例則無較大變化。在9月經過餌劑的緊急防治後，10月的取食範圍和密度有下降，但在11月則有上升趨勢。



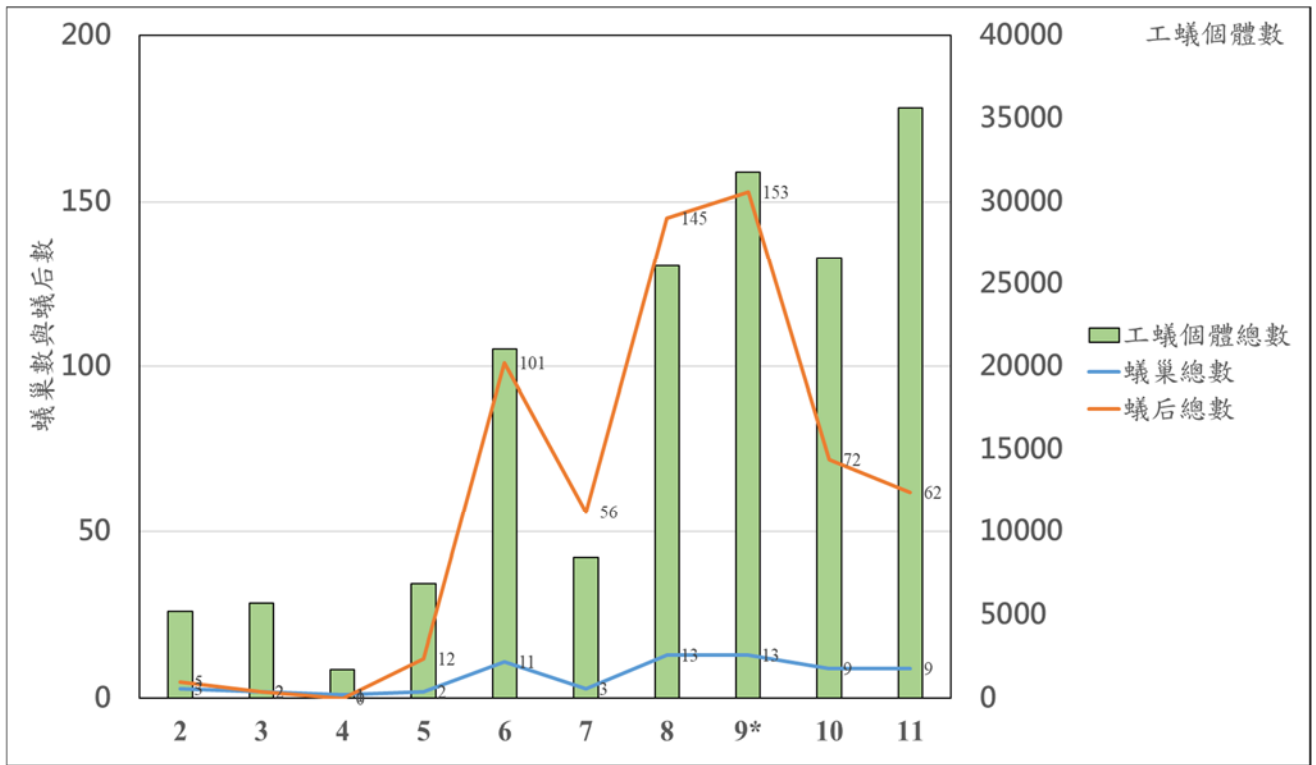
圖十三 111年(左)與112年(右)各月份半屏山樣區使用地面型誘集裝置誘集長腳捷蟻各分級(上)與其他螞蟻樣點數百分比(下)(\*為有進行液態和生長調節劑防治月份)。

112 年 2 月至 11 月半屏山之人工蟻巢誘引盒誘集結果如表二與圖十四所示。共誘集到 66 巢蟻巢、608 隻蟻后，以及總數約為 169,097 隻工蟻，在蟻巢數、蟻后數和工蟻數皆高於旗後山的 46 巢、368 隻蟻后、72,465 隻工蟻。11 個月分中，8 月和 9 月採集到的蟻巢數最多，9 月採集到的蟻后數最多，11 月的工蟻個體數最多，而 4 月採集到的工蟻個體數最低，與旗後山相似。112 年 2 月至 5 月長腳捷蟻的族群量較低，6 月至 11 月中除 7 月有些許下降，其他月份的蟻巢數、蟻后和工蟻個體數大幅上升，其中蟻巢數超過總數 20 個木盒的 50%，蟻后更超過 100 隻，平均一巢有超過 10 隻的蟻后。在 9 月經過餌劑的緊急防治後，10 月的蟻巢數、蟻后數和工蟻數有下降，但在 11 月工蟻數量有大幅上升趨勢。

表二 112 年度各月份半屏山樣區各月份以人工蟻巢誘引盒誘集之長腳捷蟻蟻巢數與各階級職蟻數，粗體數字為各月份中最高。

年/月	112/2	112/3	112/4	112/5	112/6	112/7	112/8	112/9	112/10	112/11	總和
蟻巢數	3	2	1	2	11	3	<b>13</b>	<b>13</b>	9	9	66
蟻后總數	5	2	0	12	101	56	145	<b>153</b>	72	62	608
工蟻重量(g)	11.99	13.12	3.98	15.77	48.42	19.41	60.05	73.11	61.16	<b>81.91</b>	388.92
工蟻估算數量	5,211	5,706	1,730	6,856	21,052	8,440	26,110	31,787	26,591	<b>35,613</b>	169,097
平均工蟻個體數	1737.1	2853.0	1730.4	<b>3428.3</b>	1913.8	2813.3	2008.4	2445.2	2954.6	2954.6	2562.1

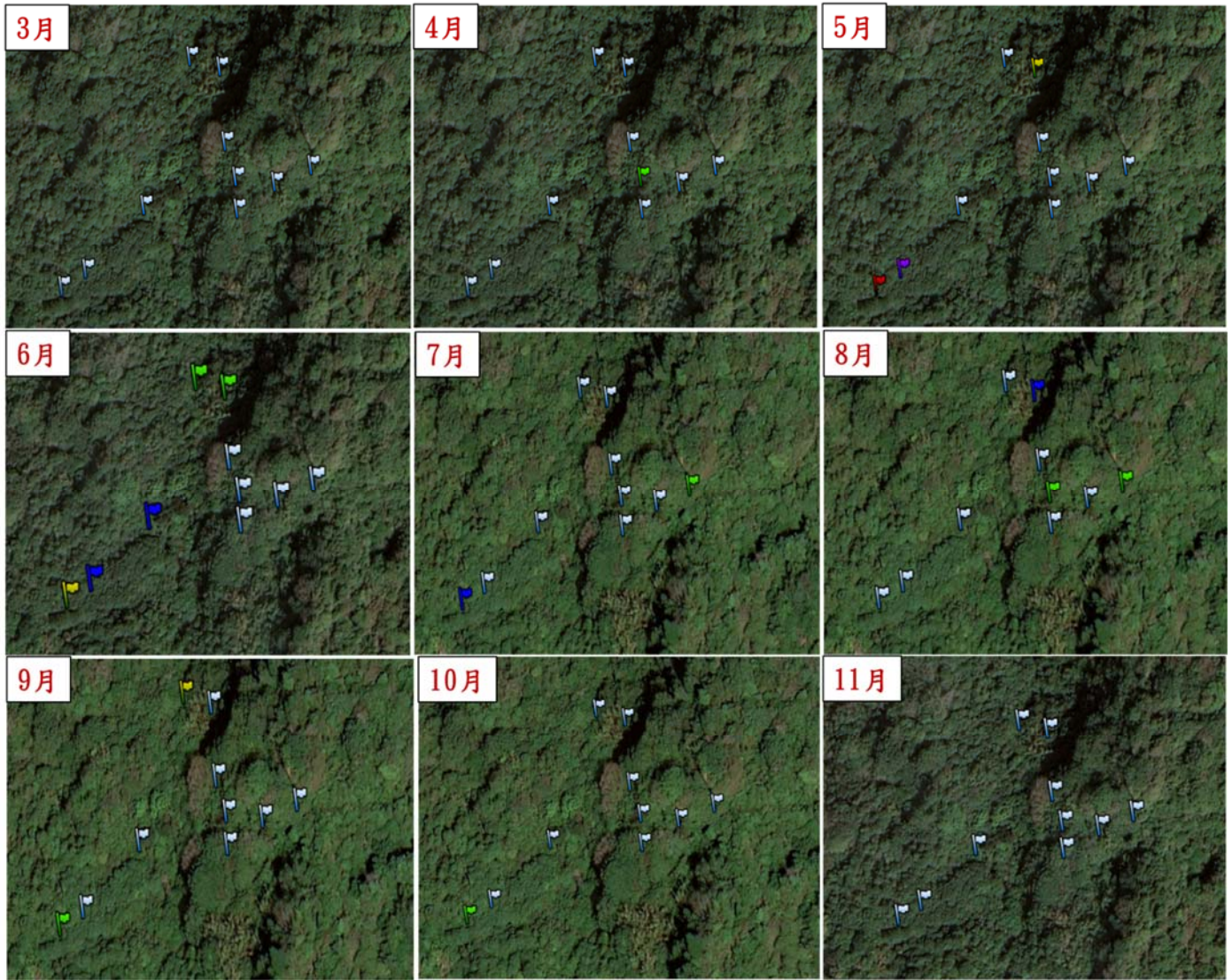




圖十四 112 年度各月份半屏山樣區以蟻巢誘引盒誘集長腳捷蟻巢數、巢內蟻后和工蟻數趨勢圖(\*為有進行液態餌劑和生長調節劑防治月份)。

#### 四、軍區樣區結果

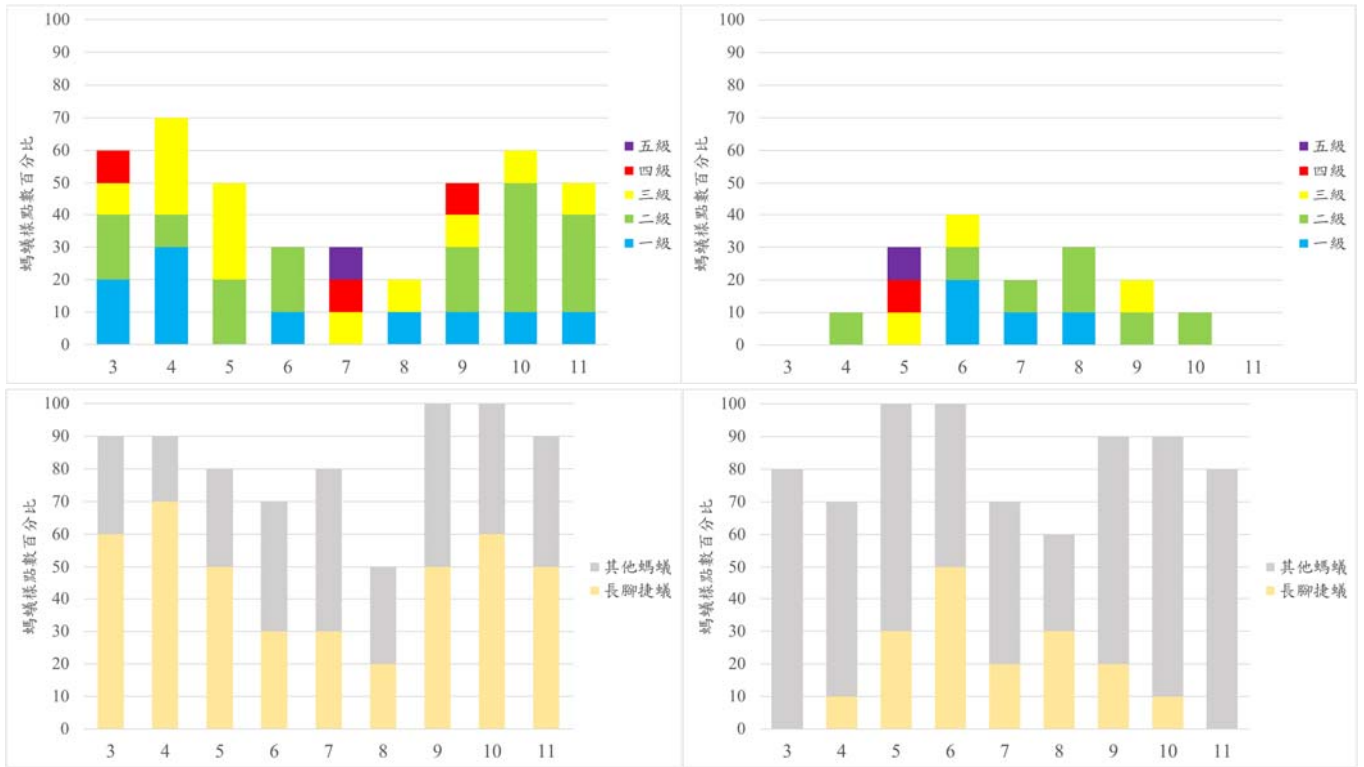
軍區監測點位至延續「111年壽山國家自然公園長腳捷蟻調查監測及防治計畫」，於該區域設置設有10個誘餌監測點。於112年3月至11月之監測結果如圖十五，3月的10個樣點皆為其他種螞蟻或無，無長腳捷蟻出現；4月出現一個樣點在樣區中部為中度危害；5月則是有1個中度、1個高度和1個嚴重密度；6月時有2個輕度、2個中度、1個中高度；7月時有1個輕度和2個中度；8月時有1個輕度、2個中度；9月時有1個中度、1個中高度；10月時有1個中度，11月則無長腳捷蟻出現。軍區10個偵測點在9個月份中，長腳捷蟻的取食範圍皆在40%以下，其中5月和6月才有較高的取食密度，分布範圍大多在樣區西南部和北部區域。



圖十五 112年各月份軍區樣區長腳捷蟻覓食分布狀況 (白：無；藍：輕度  
綠：中度；黃：中高度；紅：高度；紫：嚴重)。

在誘餌誘集監測的資料中(圖十六)，112年3月至10月軍區誘集到的螞蟻種類共5種，包含長腳捷蟻共17個樣點、熱帶大頭家蟻(*Pheidole megacephala*)共57個樣點、多樣寡家蟻(*Carebara diversa*)6個樣點、寬結大頭家蟻(*Pheidole nodus*)1個樣點和褐大頭家蟻(*Pheidole parva*)9個樣點。在8個月分中，長腳捷蟻誘集的比例皆低於其他種類螞蟻，尤其是熱帶大頭家蟻。5月至7月長腳捷蟻樣點較多但還是低於或等於其他種類螞蟻，其他月份則是其他螞蟻較多，3月和11月皆無長腳捷蟻，顯示軍區樣區的其他螞蟻可以壓制長腳捷蟻之覓食。

相較於軍區111年的誘集資料，112年各月份的長腳捷蟻覓食比例皆低於111年，但112年6月長腳捷蟻有上升趨勢，與111年的下降趨勢不同，顯示112年的其他種類螞蟻，尤其是熱帶大頭家蟻在軍區樣區，均較長腳捷蟻有覓食優勢。



圖十六 111年(左)與112年(右)各月份軍區樣區使用地面型誘集裝置誘集長腳捷蟻各分級(上)與其他螞蟻樣點數百分比(下)。

## 五、長腳捷蟻的超級群落範圍

在探討各樣區內的長腳捷蟻族群是否有形成超級群落的現象的試驗中，於旗後山 (Q1, Q5, Q10)、軍區 (K89, K88, K87) 及半屏山 (B1, B4, B7, B10) 三個樣區共採集了 10 個蟻巢 (圖十七)，其中旗後山各個蟻巢位置直線距離約 110 至 150 公尺，軍區各個蟻巢位置直線距離約 200 公尺，半屏山各個蟻巢位置直線距離約 100 至 340 公尺。並於 112 年 6 月和 10 月各蒐集同樣點蟻巢內工蟻進行測試。

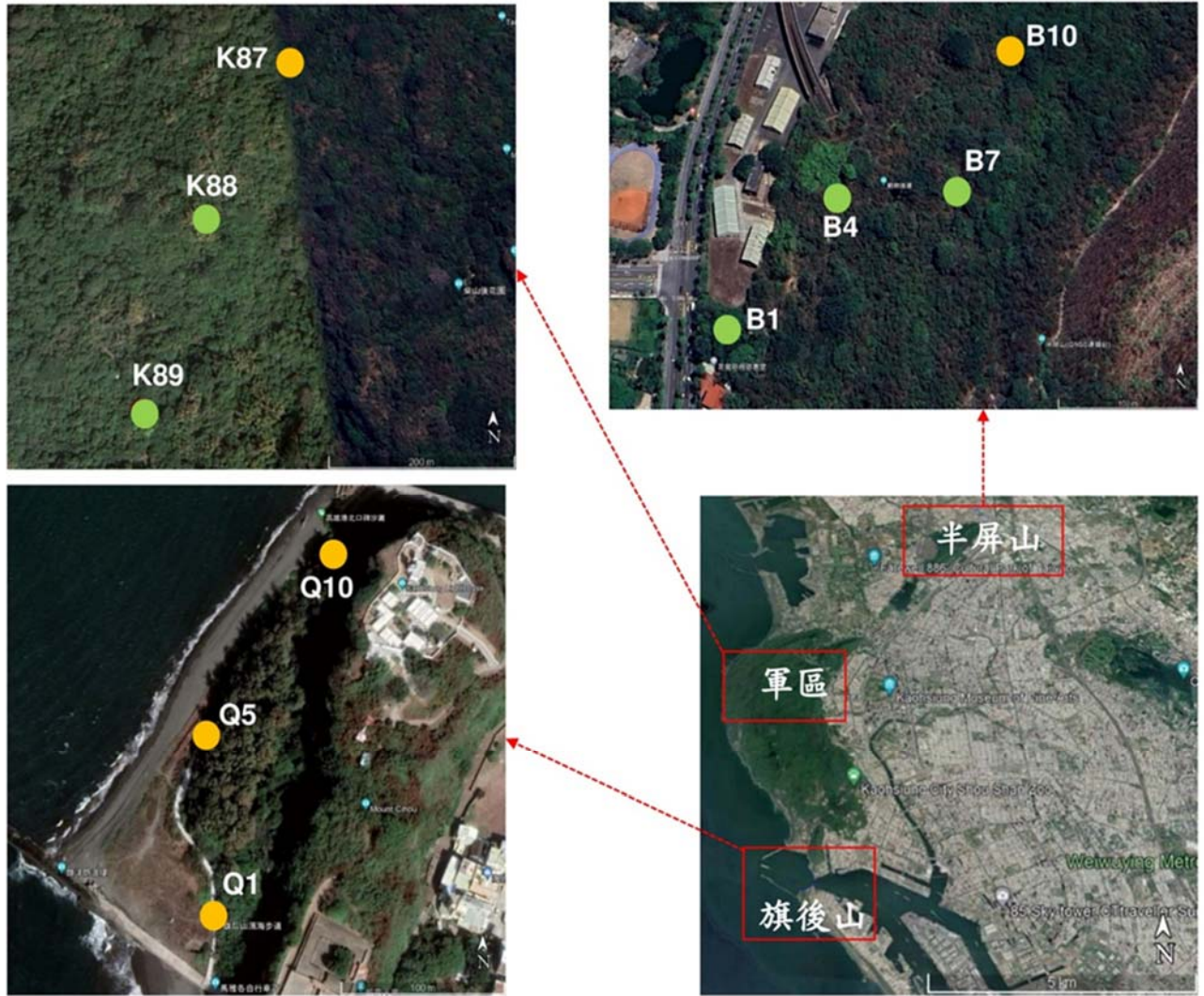
112 年 6 月各的行為試驗結果如表三和圖十七所示，旗後山樣區不同蟻巢組合之間的攻擊行為得分皆無顯著的差異 ( $\chi^2 = 0.33, df = 2, P = 0.848$ )，而行為得分介於 0.2~0.3 之間。在軍區樣區，K88 vs K87 組合的攻擊行為得分顯著高於 K89 vs K88 組合 ( $\chi^2 = 7.642, df = 2, P < 0.05$ )。而在半屏山樣區，不同蟻巢組合之間的攻擊行為得分具顯著的差異 ( $\chi^2 = 38.471, df = 5, P < 0.05$ )，以行為得分平均值 2 分以下判定試驗蟻是否為同一蟻群的標準，旗後山樣區內的蟻巢皆屬於同一蟻群，已有形成超級群落的現象；軍區樣區內 K89 及 K88 蟻巢屬於同一蟻群，而 K87 則屬於獨立的蟻群；半屏山樣區內 B1, B4 及 B7 蟻巢皆屬於同一蟻群，而 B10 則屬於獨立的蟻群。

不同樣區的蟻巢則各別採用旗後山(Q10)、軍區(K88, K87)、及半屏山(B1, B10) 蟻巢的工蟻來測試不同樣區的蟻巢之間是否有明顯的攻擊性行為。112 年 6 月試驗結果顯示 (表四)，在調查範圍內，半數以上的蟻巢之間都具明顯的攻擊性行

為 (行為得分大於 2.0)。結果顯示旗後山(Q10)，軍區(K87)與半屏山(B10)應是屬於同一蟻群，而軍區(K88)與半屏山(B1)則同屬另一蟻群。

蟻巢間個體攻擊行為試驗的結果顯示，在旗後山樣區中的蟻巢間個體均無劇烈的攻擊行為反應，證實旗後山樣區內的蟻巢屬於相同的蟻群，已形成局域性的超級群落。而半屏山樣區的蟻群分為兩個群體（即 B1，B4 與 B7 屬於相同的蟻群，B10 則屬於獨立的蟻巢）。值得一提的是，旗後山(Q10)，軍區(K87)與半屏山(B10)的工蟻彼此之間（蟻巢相距介於 5.0~9.8 公里之間）皆沒有攻擊性行為，推測旗後山樣區內的蟻群可能是隨著人類活動而被引入到軍區 (K87) 與半屏山(B10)的範圍內。軍區(K88)與半屏山(B1)屬於相同的蟻群（蟻巢相距約 6.5 公里），推測同樣可能是通過人類活動而被引入到新的環境中。





圖十七 112 年 6 月壽山國家自然公園各調查樣區中長腳捷蟻蟻巢的攻擊行為試驗採樣位置圖(同樣顏色的圈點則代表同區相同的超級群落或蟻群)。

表三 112 年 6 月各樣區中不同蟻巢之間的攻擊行為分數等級結果

樣區	不同試驗蟻巢組合	行為得分(Mean ± SE)
旗後山	Q1 vs Q5	0.3 ± 0.2 a
	Q1 vs Q10	0.2 ± 0.1 a
	Q5 vs Q10	0.3 ± 0.2 a
軍區	K89 vs K88	1.2 ± 0.2 a
	K89 vs <b>K87</b>	<b>2.2 ± 0.4</b> ab
	K88 vs <b>K87</b>	<b>2.4 ± 0.3</b> b
半屏山	B1 vs B4	0.1 ± 0.1 a
	B1 vs B7	0.3 ± 0.2 a
	B1 vs <b>B10</b>	<b>2.1 ± 0.3</b> b
	B4 vs B7	0.2 ± 0.1 a
	B4 vs <b>B10</b>	<b>2.3 ± 0.5</b> b
	B7 vs <b>B10</b>	<b>2.7 ± 0.4</b> b

(同一樣區內，不同英文字母顯示統計上達顯著差異, P < 0.05)

表四 112 年 6 月不同樣區中不同蟻巢工蟻個體之間的攻擊行為分數等級結果

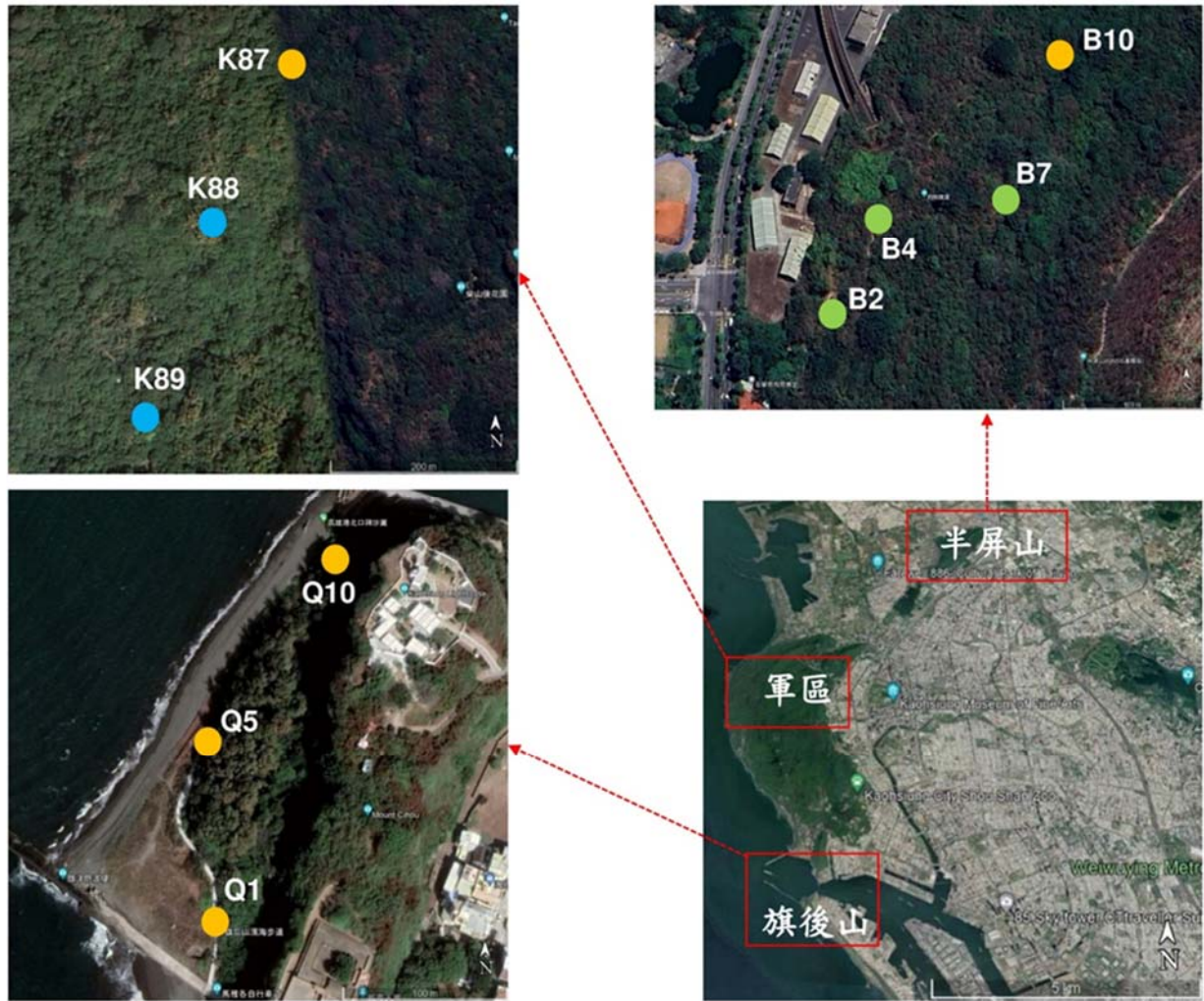
	旗後山(Q10)	軍區(K87)	軍區(K88)	半屏山(B1)	半屏山(B10)
旗後山(Q10)		<b>0.9 ± 0.1</b>	2.2 ± 0.2	3.0 ± 0.2	<b>1.9 ± 0.2</b>
軍區(K87)			2.4 ± 0.3	3.0 ± 0.3	<b>1.9 ± 0.3</b>
軍區(K88)				<b>1.3 ± 0.2</b>	2.2 ± 0.4
半屏山(B1)					2.1 ± 0.3
半屏山(B10)					

112 年 10 月的行為試驗結果如圖十八和表五所示，旗後山樣區中不同蟻巢組合之間的攻擊行為得分皆無顯著的差異 ( $\chi^2=4.515, df=2, P=0.105$ )。在軍區樣區，K87 vs K89 組合的攻擊行為得分顯著高於 K88 vs K89 組合 ( $\chi^2=6.556, df=2, P<0.05$ )。在半屏山樣區，不同蟻巢組合之間的攻擊行為得分具顯著的差異 ( $\chi^2=36.008, df=5, P<0.001$ )，任何有涉及到 B10 蟻巢的對戰組合其行為得分皆高於 2 分。以行為得分平均值 2 分以下判定試驗螞蟻是否為同一蟻群的標準，旗後山樣區內的蟻巢皆屬於同一蟻群，已有形成超級群落的現象；軍區樣區內 K89 及 K88 蟻巢屬於同一蟻群，而 K87 則屬於獨立的蟻群；半屏山樣區內 B2，B4 及 B7 蟻巢皆屬於同一蟻群，而 B10 則屬於獨立的蟻群。

不同樣區的蟻巢則各別採用旗後山(Q10)、軍區(K87, K88, K89)、及半屏山(B2, B10) 蟻巢的工蟻來測試不同樣區的蟻巢之間是否有明顯的攻擊性行為。試驗結果顯示 (表六)，在調查範圍內，半數以上的蟻巢之間都具明顯的攻擊性行為 (行為得分大於 2.0)，除了旗後山(Q10)vs 軍區(K87)、旗後山(Q10)vs 半屏山(B10)、以及軍區(K87)vs 半屏山(B10)。綜合上述結果，旗後山(Q10)，軍區(K87)與半屏山(B10)應是屬於同一蟻群。

蟻巢間個體攻擊行為試驗的結果顯示，在旗後山樣區中的蟻巢間個體均無劇烈的攻擊行為反應，證實旗後山樣區內的蟻巢屬於相同的蟻群，已形成局域性的超級群落。而半屏山樣區的蟻群分為兩個群體 (即 B2，B4 與 B7 屬於相同的蟻群，B10 則屬於獨立的蟻巢)。而旗後山(Q10)，軍區(K87)與半屏山(B10)的工蟻

彼此之間（蟻巢相距介於 5.0~9.8 公里之間）皆沒有攻擊性行為，推測旗後山樣區內的蟻群可能隨著人類活動而被引入到軍區（K87）與半屏山(B10)的範圍內。



圖十八 112 年 10 月壽山國家自然公園各調查樣區中長腳捷蟻蟻巢的攻擊行為試驗採樣位置圖(同樣顏色的圈點則代表同區相同的超級群落或蟻群)。



表五 112 年 10 月各樣區中不同蟻巢之間的攻擊行為分數等級結果

樣區	不同試驗蟻巢組合	行為得分(Mean ± SE)
旗後山	Q1 vs Q5	0.1 ± 0.1 a
	Q1 vs Q10	0.5 ± 0.2 a
	Q5 vs Q10	0.8 ± 0.3 a
軍區	K87 vs K88	2.4 ± 0.2 ab
	K87 vs K89	2.8 ± 0.5 b
	K88 vs K89	1.4 ± 0.2 a
半屏山	B2 vs B4	0.1 ± 0.1 a
	B2 vs B7	0.5 ± 0.2 a
	B2 vs B10	2.3 ± 0.3 b
	B4 vs B7	0.3 ± 0.2 a
	B4 vs B10	2.6 ± 0.4 b
	B7 vs B10	2.9 ± 0.1 b

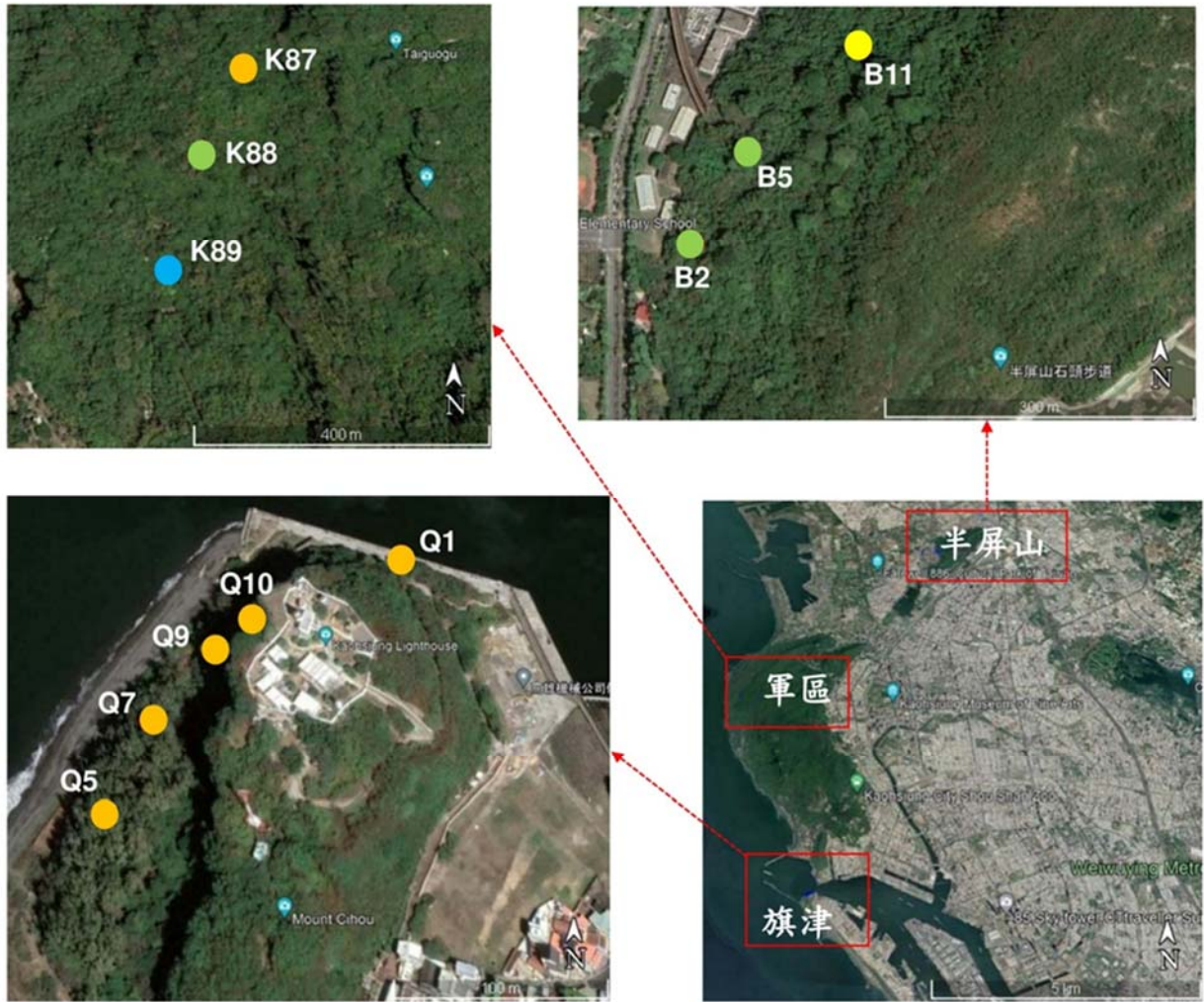
(同一樣區內，不同英文字母顯示統計上達顯著差異, P < 0.05)

表六 112 年 10 月不同樣區中不同蟻巢工蟻個體之間的攻擊行為分數等級結果

	旗後山 (Q10)	軍區(K87)	軍區(K88)	軍區(K89)	半屏山 (B4)	半屏山 (B10)
旗後山 (Q10)		<b>0.5 ± 0.2</b>	2.4 ± 0.3	2.3 ± 0.3	2.5 ± 0.2	<b>1.4 ± 0.3</b>
軍區(K87)			2.4 ± 0.2	2.8 ± 0.5	3.0 ± 0.3	<b>1.0 ± 0.2</b>
軍區(K88)				<b>1.4 ± 0.2</b>	2.6 ± 0.4	2.5 ± 0.4
軍區(K89)					2.9 ± 0.2	2.8 ± 0.3
半屏山 (B4)						2.6 ± 0.4
半屏山 (B10)						

本年度試驗結果與 111 年「111 年壽山國家自然公園長腳捷蟻調查監測及防治計畫」中，在相同樣區的攻擊行為試驗的結果(圖十九)進行對照，發現在 111 年 10 月份在軍區樣區內的蟻巢 K87、K88 及 K89 皆屬於不同的蟻群，其中 K87 和半屏山的 B11、旗後山的 Q10 皆為同一蟻群。到了 112 年 6 月，K87 和半屏山的 B10 和旗後山樣區仍為相同，且在 112 年 10 月也雷同，顯示這三個區位的長腳捷蟻為同一蟻群且較分布較為穩定，可能為較早形成的族群。

而 111 年 10 月軍區的 K88 和半屏山的 B2 和 B5 為同一蟻群，在 112 年 6 月的行為實驗結果中，K89 及 K88 蟻巢則屬於同一蟻群，且 K88 和 K89 和半屏山的 B1、B4、B7 為同一蟻群，顯示在 111 年 10 月至 112 年 6 月間，軍區 K88 的長腳捷蟻佔據了 K99 的區域。但在 112 年 10 月時，K89 及 K88 蟻巢雖然屬於同一蟻群，但卻和半屏山的 B2、B4、B7 為不同蟻群，而 111 年 10 月軍區的 K89 和半屏山的 B2、B5 為不同蟻群，因此推測可能為 111 年 10 月軍區的原 K89 族群在 112 年 6 月到 10 月間重新佔據 K89 樣點，並擴張其範圍至 K88 樣點。而上述結果顯示軍區的 K88 和 K89 為長腳捷蟻分布較不穩定的區域。



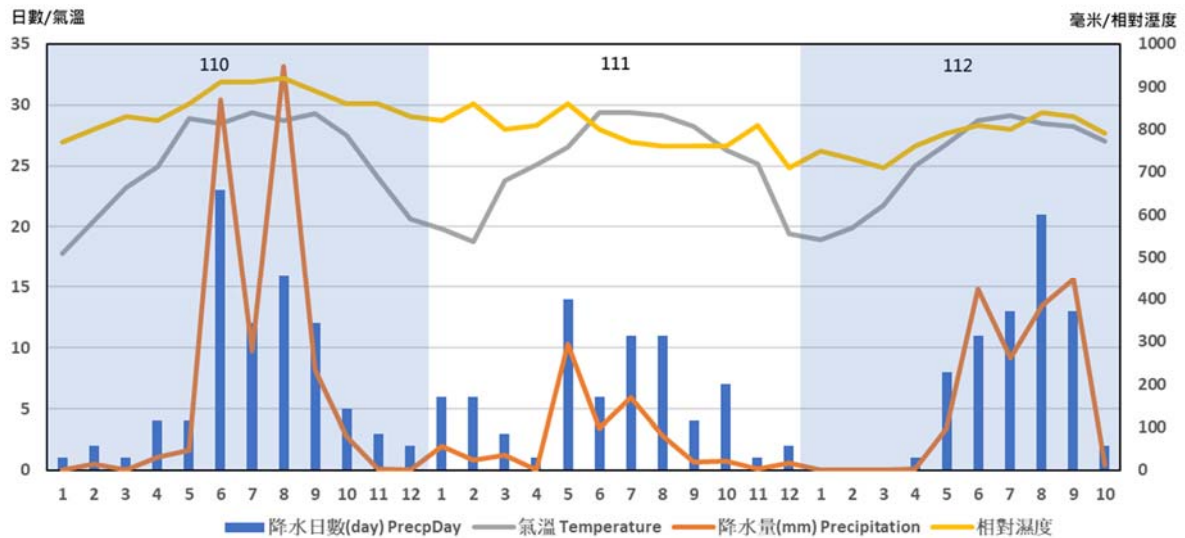
圖十九 111 年 10 月壽山國家自然公園各調查樣區中長腳捷蟻蟻巢的攻擊行為試驗採樣位置圖(同樣顏色的圈點則代表同區相同的超級群落或蟻群)。



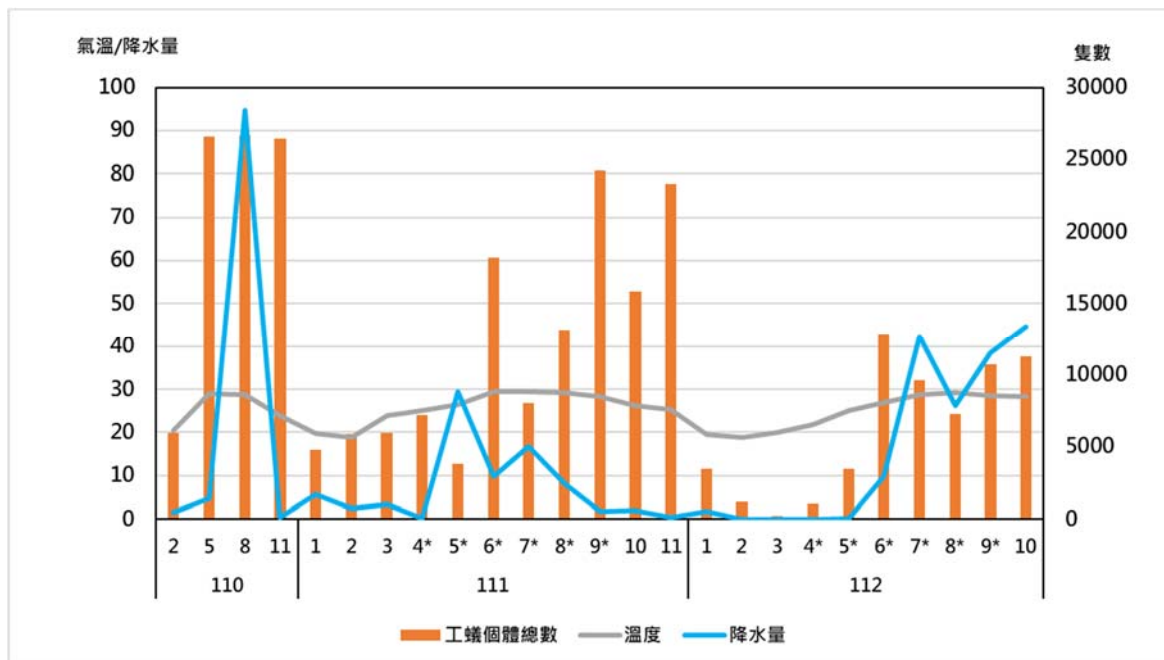
## 六、氣候因子與長腳捷蟻族群變動之關係

收集蒐集調查區域中鼓山氣象站 (C0V690110) 之 110 年 (2 月、5 月、8 月、11 月)、111 年全年與 112 年 1~10 月之氣候資料 (雨量、降雨日數、溫度及相對濕度) 資料 (圖二十) 三年分析顯示, 此三年間調查樣區中溫度變化較少, 但於降水量上 112 年於 1~4 月此時期明顯偏低, 但自 112 年 5 月起水量則明顯回升。若將候資料與調查數據 (旗後山樣區資料) 比較分析結果顯示 (圖二十一) 僅在溫度因子與工蟻數量上有明顯關係, 而在降水量在部分乾季有些微影響外, 濕度與降水日則無影響顯著。長腳捷蟻工蟻數量隨月份、溫度上升逐漸增加, 以三年資料進行 GLM 線性模型分析顯示僅有溫度與工蟻數量有明顯的動態關係, 以三年度整理資料分析顯示溫度越高, 工蟻數量則明顯增加 (GLM,  $R^2=0.3082$ ,  $r=0.5552$ ,  $p<0.05$ ) (圖二十二、左圖)。若更進一步評估分析可以發現在非防治月份工蟻數量數據與溫度呈現更高度的關聯性 (GLM,  $R^2=0.7675$ ,  $r=0.8760$ ,  $p<0.001$ ) (圖二十二、中圖), 但在防治後的工蟻數量數據資料 (防治後一個月的數據) 與溫度資料則無現出關聯性的現象 (GLM,  $R^2=0.0968$ ,  $r=0.3312$ ,  $p=0.325$ ) (圖二十二、右圖), 此分析可以顯示在旗後山樣區的所進行的防治作業 (螞蟻餌劑與人工誘蟻盒) 對於旗後山樣區中長腳捷蟻族群結構是具有明顯的影響, 整體工蟻數量明顯降低。另一個降水量因子分析, 降水量在 111 年與 112 年 1~4 月明顯偏低, 且在 112 年 2~4 降水量為 0, 而使此時期長腳捷蟻工蟻數量大幅下降, 但以調查全程之資料分析降水量與工蟻數量無關聯性呈現 (GLM,  $R^2$

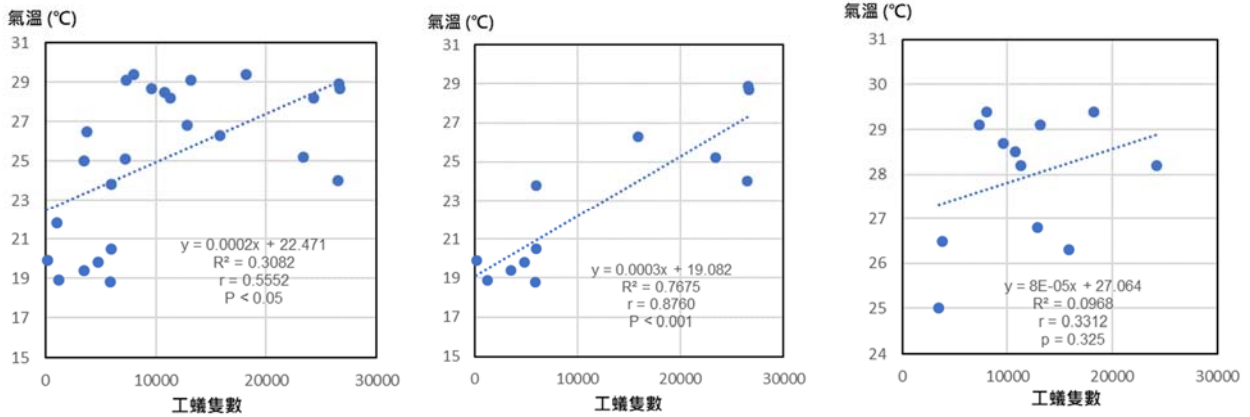
=0.0661,  $r = 0.257$ ,  $p = 0.215$ ) (圖二十三)。



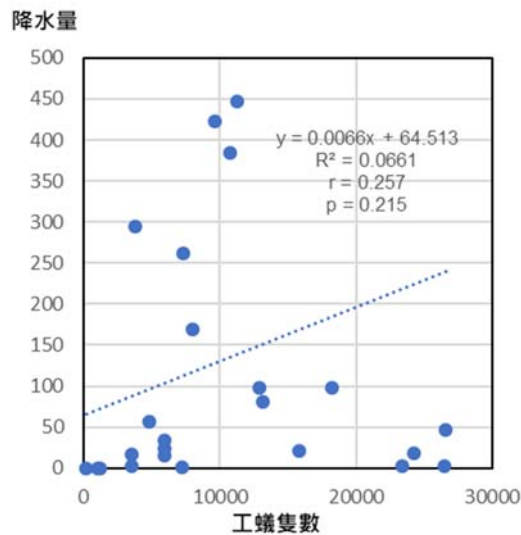
圖二十 調查樣區 (旗後山樣區資料) 110 年 1 月至 112 年 10 月之氣候資料 (雨量、降雨日數、溫度及相對濕度) 資料。



圖二十一 調查樣區 (旗後山樣區資料) 110 年 2 月至 112 年 10 月長腳捷蟻蟻族群工蟻數量與氣候資料 (溫度與降水量) 圖。



圖二十二、 調查樣區 (旗後山樣區資料) 110 年 2 月至 112 年 10 月長腳捷蟻蟻族群工蟻數量與溫度資料 GLM 線性模型分析圖 (左、全期資料，中、非防治期資料，右、防治後下個月資料)。



圖二十三、 調查樣區 (旗後山樣區資料) 110 年 2 月至 112 年 10 月長腳捷蟻蟻族群工蟻數量與降水量資料 GLM 線性模型分析圖。

## 七、長腳捷蟻教育訓練課程

本計畫於112年6月2日已於國家自然公園管理處進行壽山長腳捷蟻教育訓練課程(圖二十四)(附錄二)，讓保育志工與管處同仁了解目前旗後山、半屏山與軍區三個陸蟹熱點的長腳捷蟻危害狀況與防治措施，教學內容包含室內的認識長腳捷蟻的生態習性、長腳捷蟻造成的危害以及長腳捷蟻調查與防治等等，以及在室外的實地操作，例如如何尋找辨識長腳捷蟻、尋找長腳捷蟻巢穴、如何使用地面誘集裝置和如何使用人工蟻巢誘引盒裝置等等。



圖二十四 國家自然公園長腳捷蟻教育訓練課程。

## 伍、總結

本計畫已於半屏山、旗後山與軍區進行 1 月至 10 月共 10 個月份(軍區為 8 個月份)的長腳捷蟻取食密度監測，以及旗後山 6 個月份(4 月至 9 月)以及半屏山 9 月的液態餌劑與生長調節劑防治，並於 112 年 6 月 2 日於國家自然公園管理處進行長腳捷蟻教育訓練課程。

在 112 年取食密度監測結果中，旗後山、半屏山與軍區三個樣區都有出現長腳捷蟻，旗後山樣區的長腳捷蟻族群在 1 月、2 月和 9 月有較廣泛的分布，其他月份皆在 40% 以下。經過餌劑和生長調節劑防治的月份除了 9 月以外均有較低的密度或範圍。相較於旗後山 111 年的誘集資料，112 年的長腳捷蟻的覓食狀況除了 9 月跟 111 年相近，其他月份皆低於 111 年。112 年經過餌劑防治的月份中，除 9 月外，長腳捷蟻的覓食密度遠低於 111 年的同月份。

在半屏山 112 年 1 月至 10 月的誘集資料中，長腳捷蟻覓食分布範圍最高為西南部靠近翠華路之出口的點位 1 至點位 13 之間，路長約 1100 公尺，較 111 年有往內部擴展之趨勢。3 月、4 月和 6、7 月都有被局限於半屏山樣區特定區域，而在 8 月和 9 月在各樣區有大範圍且有較高的取食密度。相較於 111 年的誘集資料，112 年 1、2 月的長腳捷蟻覓食比例遠高於 111 年，其他月份則相。在 9 月經過餌劑的緊急防治後，10 月的取食範圍和密度有下降趨勢。

在軍區樣區 112 年 1 月至 10 月的誘集資料，長腳捷蟻的取食範圍皆在 40% 以下，其中 5 月和 6 月才有較高的取食密度，分布範圍大多在樣區西南部和北

部區域。相較於 111 年的誘集資料，112 年各月份的長腳捷蟻覓食比例皆低於 111 月，顯示其他種類螞蟻，尤其是熱帶大頭家蟻在軍區樣區，均較長腳捷蟻有優勢。

112 年 1 月至 10 月在旗後山的人工蟻巢誘引盒共誘集到 41 巢蟻巢、347 隻蟻后，以及總數約為 61,291 隻工蟻。在 10 個月分中，7 月採集到的蟻巢最多為 8 巢，6 月採集到的蟻后數和工蟻個體數為最多。3 月和 4 月採集到的蟻巢數最低為 1 巢，3 月的工蟻個體數最低，2 月的蟻后數最低。在各月份趨勢中，1 至 3 月長腳捷蟻族群開始下降，4 月至 6 月時蟻后和工蟻開始增加，到 8 月時蟻后和工蟻有下降趨勢但於 9 月至 10 月又上升。和 110 年、111 年度的人工誘引盒資料相比，112 年 1 月至 10 月的蟻巢數、工蟻個體數都較 110 年和 111 年低，但 6 月份旗後山的蟻后數高達 175 隻，明顯高於 110 和 111 年的同月份。經過餌劑防治的月份，蟻巢數和工蟻數皆較 110 年和 111 年低，顯示旗後山的長腳捷蟻經過餌劑防治後開始有集中之趨勢。

112 年 2 月至 10 月半屏山的人工蟻巢誘引盒共誘集到 57 巢蟻巢、546 隻蟻后，以及總數約為 133,484 隻工蟻，在蟻巢數、蟻后數和工蟻數皆高於旗後山樣區。9 個月分中，8 月和 9 月採集到的蟻巢數最多，9 月的蟻后數和工蟻個體數最多，而 4 月採集到的工蟻個體數最低。在各月份趨勢中，2 月至 5 月長腳捷蟻的族群量較低，6 月至 10 月開始增加，除 7 月有些許下降，6 月、8 月和 9 月的蟻巢數、蟻后和工蟻個體數大幅上升，其中蟻巢數超過總數 20 個木盒的 50%，蟻后更超過 100 隻，平均一巢有超過 10 隻的蟻后。在 9 月經過餌劑的緊急防治



後，10月的蟻巢數、蟻后數和工蟻數有下降的趨勢。

在112年6月和10月的蟻巢間個體攻擊行為試驗的結果顯示，在旗後山樣區中的蟻巢間個體均無劇烈的攻擊行為反應，證實旗後山樣區內的蟻巢屬於相同的蟻群，已形成局域性的超級群落。軍區樣區和半屏山樣區的蟻群皆分為兩個群體，為人為干擾較高的區域與較為隔離的區域。在不同樣區的蟻巢行為試驗的結果中，112年6月和10月的軍區、半屏山均有一部分的樣點(K87、B10)和旗後山樣區的長腳捷蟻為同一蟻群，且這結果和111年「111年壽山國家自然公園長腳捷蟻調查監測及防治計畫」中，在相同樣區的攻擊行為試驗的結果相同，顯示這三個區位的長腳捷蟻為同一蟻群且較分布較為穩定，可能為較早形成的族群。而軍區的部分樣點和半屏山部分樣點在111年和116年6月皆有同一蟻群；而在112年10月卻變成完全不同蟻群，顯示軍區的長腳捷蟻除了K87外的區域族群分布較不穩定。

長腳捷蟻族群動態與氣候資料與調查比較分析結果顯示，僅在溫度因子與工蟻數量上有明顯關係，而在降水量在部分乾季有些微影響外，濕度與降水日則無影響顯著。長腳捷蟻工蟻數量隨月份、溫度上升逐漸增加，以三年資料進行GLM線性模型分析顯示僅有溫度與工蟻數量有明顯的動態關係，以三年度整理資料分析顯示溫度越高，工蟻數量則明顯增加。但在防治後的工蟻數量數據資料（防治後一個月的數據）與溫度資料則無現出關聯性的現象，此分析可以顯示在旗後山樣區的所進行的防治作業（螞蟻餌劑與人工誘蟻盒）對於旗後山樣區中長腳



捷蟻族群結構是具有明顯的影響，整體工蟻數量明顯降低。降水量在 112 年 2~4 降水量為 0，而使此時期長腳捷蟻工蟻數量大幅下降，但以調查全程之資料分析降水量與工蟻數量無關聯性。

## 陸、未來防治建議

對於未來壽山國家自然公園三個陸蟹熱點（旗後山、半屏山與北壽山軍區）

長腳捷蟻的防治建議分為以下部分

- (1) 旗後山樣區的長腳捷蟻防治建議：旗後山樣區的長腳捷蟻經過兩年的防治整體族群數量是有逐漸控制，但超級群落現象仍存在。族群數量與分布仍對陸蟹造成威脅，因此建議仍需積極進行族群動態監測與抑制的防治作業。但也因旗後山樣區的國家自然公園的保護環境特性、長腳捷蟻族群行為特性及整體防治人力、經費上的多重考量下，建議可以定期（4月至9月）在長腳捷蟻族群擴張期時，利用螞蟻餌劑防治以抑制超級群落的增長。此外每月的監測作業仍是必要的執行，可以有效了解長腳捷蟻族群的數量與分布的資料，以有效評估防治策略成效與防治作業的調整。
- (2) 半屏山樣區的長腳捷蟻防治建議：雖此樣區長腳捷蟻的族群未形成超級群落，但仍會有動態性數量與分布上的變動，長腳捷蟻主要分布於西南部靠近翠華路之出口的範圍。半屏山樣區仍以無須進行較全面性防治作業的建議，但監測作業仍是必要的，以有效了解長腳捷蟻族群的數量與分布的資料，在族群增長時再進行餌劑防治即可。
- (3) 北壽山軍區樣區的長腳捷蟻防治建議：此樣區長腳捷蟻的族群未形成超級群落，北壽山軍區中長腳捷蟻族群零星且變動較大，分布也比較不

穩定。因此北壽山軍區將無須進行較全面性防治作業，但定期（每季）的監測作業仍是必要的，以有效了解長腳捷蟻族群的數量與分布的資料，此區長腳族群蟻巢多出現在人為設施的地區，若數量過多可以進行短期區域性的餌劑防治與蟻巢移除作業，以降低族群數量。

### 園區陸蟹熱點區域中長腳捷蟻防治標準作業程序 (SOP)

- (1) 調查樣點調查標準作業程序 (SOP)：於各園區陸蟹熱點區域（每個月份至少 10 調查點並設置餌站台進行長腳捷蟻密度調查，可將調查樣點設置於陸蟹棲息密度較高區域，並依據長腳捷蟻密度指標指數評估是否進行後續防治處理的標準。
- (2) 在長腳捷蟻危害樣區建立長腳捷蟻密度指標指數，以評斷黃長腳捷蟻密度狀況的分布指數與密度指數建立預警系統。以距離每 100 至 200 公尺間設置液態餌站台樣點，並執行長腳捷蟻密度級數監測及評估，以液態餌站（10% w/v 蔗糖水濃度）在設置 30 分鐘左右誘引長腳捷蟻數量為標準，並以長腳捷蟻數量為密度級數分級（第 0 級/無：餌站無長腳捷蟻、第 1 級/輕度密度：餌站 5 隻以下長腳捷蟻、第 2 級/中度密度：餌站 6~20 隻長腳捷蟻、第 3 級/中高度密度：餌站 21~50 隻長腳捷蟻、第 4 級/高度密度：餌站 51~100 隻長腳捷蟻、第 5 級/嚴重密度：餌站超過 100 隻長腳捷蟻）。
- (3) 長腳捷蟻防治標準作業程序 (SOP)：在各月偵測結果中，如果在樣區的樣點

50%以上有誘集到長腳捷蟻，且有 20%以上達到 4 級高度密度以上，會在樣區執行液態餌劑液態防治低毒性液態餌劑的防治，餌劑組成為 10% (w/v) 蔗糖水濃度混合 2% w/v 硼砂 (四硼酸鈉  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )，防治劑量為 20 公升/公頃，並配合人工誘引盒進行蟻巢移除。

- (4) 長腳捷蟻人工蟻巢誘引盒設置與回收技術標準作業程序 (SOP): 將人工蟻巢誘引盒放置於長腳捷蟻密度分布較高的防治樣區中落葉層下，於設置後 1 個月後檢查蟻巢誘引盒中是否有長腳捷蟻進駐，若有長腳捷蟻蟻巢被誘集，則將蟻巢誘引盒封口放置於 12 號 PE 大號夾鏈袋中攜回並放置於冰箱冷藏 (4 °C) 三日後可進行蟻巢分析；並可放置新的蟻巢誘引盒於同一地點，若蟻巢誘引盒已無蟻巢進駐，則可更換其他長腳捷蟻出現區地點。
- (5) 在執行防治後一個月再進行一次長腳捷蟻密度級數偵測及評估，直到級數下降至無 4 級以下為止。

## 柒、參考文獻

- 邱郁文。2020。「壽山國家自然公園蟹類資源調查及生態監測計畫」。國家自然公園管理處委託辦理計畫報告 103 頁
- 林宗岐。2015。外來入侵螞蟻。生態學會季刊 46: 50-57。
- 林宗岐。2017。「106 年度墾丁國家公園黃狂蟻入侵狀況調查與防治策略研擬」。墾丁國家公園管理處委託辦理計畫報告 60 頁。
- 林宗岐。2017。「106 年度港口地區黃狂蟻調查」。墾丁國家公園管理處委託辦理計畫報告 16 頁。
- 林宗岐。2018。「107 年度墾丁國家公園入侵黃狂蟻監測與防治計畫」。墾丁國家公園管理處委託辦理計畫報告 82 頁。
- 林宗岐。2019。「108 年度墾丁國家公園黃狂蟻防治監測成效評估計畫」。墾丁國家公園管理處委託辦理計畫報告 80 頁。
- 林宗岐。2019。「108 年度高美濕地陸蟹分布熱區中入侵種長腳捷山蟻族群分布調查與防治」。臺中市政府農業局委託研究報告 9 頁。
- 林宗岐。2020。「109 年度墾丁國家公園黃狂蟻人工誘引盒防治計畫」。墾丁國家公園管理處委託辦理計畫報告 58 頁。
- 林宗岐。2020。「壽山國家自然公園長腳捷蟻調查計畫」。國家自然公園管理處委託辦理計畫報告 5 頁。
- 林宗岐。2021。「110 年墾丁國家公園黃狂蟻防治計畫」。墾丁國家公園管理處委託辦理計畫報告 42 頁。
- 林宗岐。2021。「110 年度高美濕地陸蟹分布熱區中入侵種黃狂蟻分布調查」。臺中市政府農業局委託研究報告 7 頁。
- 林宗岐。2022。「111 年墾丁國家公園黃狂蟻防治計畫」。墾丁國家公園管理處委託辦理計畫報告 36 頁。
- 林宗岐。2022。「111 年度高美濕地陸蟹分布熱區中入侵種黃狂蟻分布調查」。臺中市政府農業局委託研究報告 12 頁。
- 林宗岐、吳文哲。2003。台灣螞蟻相 (膜翅目：蟻科) 一並附亞科與屬檢索表。國立台灣博物館年刊 46: 5-69。
- 劉烘昌。2016。104 年墾丁國家公園遊憩區 (一) 陸蟹生態監測及香蕉灣、砂島地區陸蟹資源調查。墾丁國家公園管理處委託辦理計畫報告 102 頁。
- Abbott KL. 2005. Supercolonies of the invasive yellow crazy ant, *Anoplolepis gracilipes*, on an oceanic island: Forager activity patterns, density and biomass. *Insect. Soc.* 52: 266–273.
- Abbott KL. 2006. Spatial dynamics of supercolonies of the invasive yellow crazy ant, *Anoplolepis gracilipes*, on Christmas Island, Indian Ocean. *Divers. Distrib.* 12: 101–110.

- Baker GL. 1976. The seasonal life cycle of *Anoplolepis longipes* (Jerdon) (Hymenoptera: Formicidae) in a cacao plantation and under brushed rain forest in the northern district of Papua New Guinea. *Insect. Soc.* 23: 253-261.
- Bos MM, Tylianakis JM, Steffan-Dewenter IS, Tscharntke T. 2008. The invasive yellow crazy ant and the decline of forest ant diversity in Indonesian cacao agroforests. *Biol. Invas.* 10: 1399–1409.
- Drescher J, Bluthgen N, Feldhaar H. 2007. Population structure and intraspecific aggression in the invasive ant species *Anoplolepis gracilipes* in Malaysian Borneo. *Mol. Ecol.* 16: 1453–1465.
- Haines IH, Haines JB. 1978. Colony structure, seasonality and food requirements of the crazy ant, *Anoplolepis longipes* (Jerd.), in the Seychelles. *Ecol. Entomol.* 3: 109-118.
- Haines IH, Haines JB, Cherrett JM. 1994. The impact and control of the crazy ant, *Anoplolepis longipes* (Jerd.), in the Seychelles. *Exotic ants. Biology, impact and control of introduced species.* Westview Press, Boulder, CO, USA, 206-219.
- Hoffmann BD, Auina S, Stanley MC. 2014. Targeted research to improve invasive species management: yellow crazy ant *Anoplolepis gracilipes* in Samoa. *PLoS ONE* 9(4): e95301. doi:10.1371/journal.pone.0095301.
- Green PT, Comport S, Slip D. 2004. The Management and Control of the Invasive Alien Crazy Ant (*Anoplolepis gracilipes*) on Christmas Island, Indian Ocean: The Aerial Baiting Campaign September 2002. Unpublished final report to Environment Australia and the Crazy Ant Steering Committee, Monash University. 79 pp.
- Kaiser-Bunbury CN, Cuthbert H, Fox R, Birch D, Bunbury N. 2014. Invasion of yellow crazy ant *Anoplolepis gracilipes* in a Seychelles UNESCO palm forest. *NeoBiota* 22: 43-57.
- Lee CC, Nakao H, Tseng SP, Hsu HW, Lin GL, Tay JW, Billen J, Ito F, Lee CY, Lin CC, Yang CC. 2017. Worker reproduction of the invasive yellow crazy ant *Anoplolepis gracilipes*. *Front. Zool.* 14(1): 24.
- Parks Australia. 2016. Christmas Island Yellow Crazy Ant Control Program: Moving from Chemical Control to a Biological Control Future.
- Rao NS, Veeresh GK. 1990. Management of crazy ant, *Anoplolepis longipes* (Jerdon). *Indian J. Plant Prot.* 18: 105-8.
- Rao NS, Veeresh GK. 1991. Nesting and foraging habits of crazy ant *Anoplolepis longipes* (Jerdon) (Hymenoptera: Formicidae). *Environ. Ecol.* 9: 670-677.
- Thomas ML, Becker K, Abbott K, Feldhaar H. 2010. Supercolony mosaics: two different invasions by the yellow crazy ant, *Anoplolepis gracilipes*, on Christmas Island, Indian Ocean. *Biol. Invasions* 12: 677–687.
- Wetterer JK. 2005. Worldwide distribution and potential spread of the long-legged ant, *Anoplolepis gracilipes* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 45: 77-97.
- Williamson M. 1996. *Biological Invasions.* Chapman & Hall, London. 244 pp.

Wittenborn D, Jeschke JM. 2011. Characteristics of exotic ants in North America. *NeoBiota* 10: 47–64.



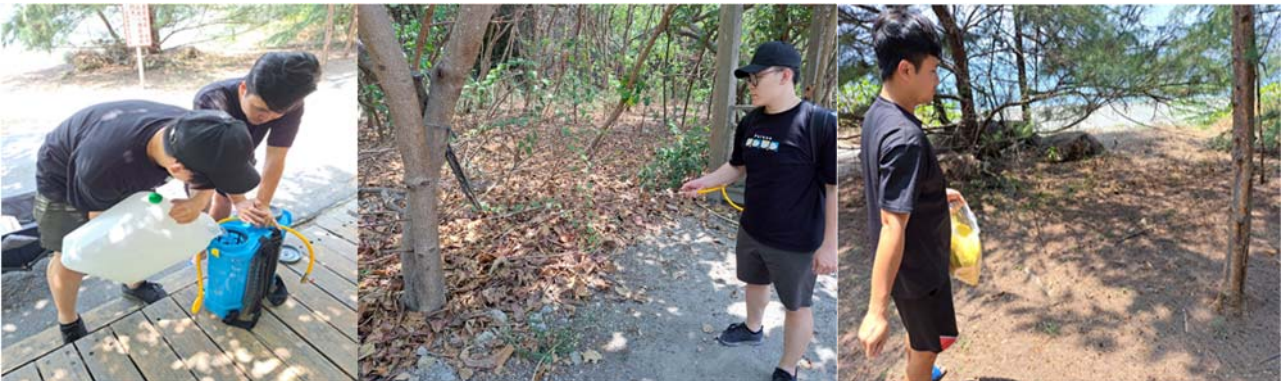
## 捌、附錄

### 附錄一：各月份防治照片

#### 112 年度 4 月



#### 112 年度 5 月



#### 112 年度 6 月





112 年度 7 月



112 年度 8 月



112 年度 9 月旗後山與半屏山樣區緊急防治

