

墾丁國家公園銀合歡拓殖區域之白蟻多樣性

邱俊禕^{1,2}，李後鋒^{2,3}

¹內政部營建署壽山國家自然公園籌備處；²國立中興大學昆蟲學系；

³通訊作者 E-mail: houfeng@nchu.edu.tw

[摘要] 銀合歡 (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) 為恆春半島普遍的外來入侵種植物，且其拓殖被認為會對該地動植物之多樣性造成負面影響。本研究於墾丁國家公園轄區內龜山、關山以及船帆石的銀合歡分布地點設置 9 個樣區，調查該地白蟻，結果發現樣區內有 3 種，分別為稻村楹白蟻 (*Incisitermes inamurai* (Oshima))、臺灣土白蟻 (*Odontotermes formosanus* (Shiraki)) 及格斯特家白蟻 (*Coptotermes gestroi* (Wasmann))，皆為棲息在較乾燥環境之物種，且物種組成與墾丁的農地、荒地及草地等人為干擾較強的區域相似。分析發現白蟻物種豐富度 (species richness) 及豐量 (species abundance) 與樣區內之樹木密度呈負相關、與樹木平均基部徑長呈正相關，而與銀合歡之密度、相對密度及基部徑長無關。推測銀合歡拓殖區域為乾燥或人為干擾較強之區域，而銀合歡拓殖區域內的白蟻物種豐富度及豐量受樹木整體的生長狀態影響，而非銀合歡較其他樹種之優勢程度。

關鍵字：銀合歡、入侵物種、墾丁國家公園、白蟻多樣性、抗旱性

Termite Diversity in Colonized Areas of *Leucaena leucocephala* (Lam.) in Kenting National Park

Chun-I Chiu^{1,2} and Hou-Feng Li^{2,3}

¹Shoushan National Nature Park; ² Department of Entomology, National Chung-Hsing University;

³Corresponding author E-mail: houfeng@nchu.edu.tw

ABSTRACT *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit is an invasive plant commonly found in the Hengchun Peninsula, and its colonization negatively affects the diversity of animals and plants in introduced areas. In this study, we investigated the species richness and abundance of termites in nine localities with *L. leucocephala* in Kenting National Park. Only three termite species were found, including *Incisitermes inamurai* (Oshima), *Odontotermes formosanus* (Shiraki), and *Coptotermes gestroi* (Wasmann), all drought-resistant species. The species composition was similar to that of the areas with high human disturbance, such as croplands, barelands, and grasslands. Correlation analyses showed that species richness or abundance of termites were negatively correlated with overall tree density, positively correlated with the diameter at base of all tree species, and did not correlate with the density, relative density, and diameters at base of *L. leucocephala*. Based on these results, the areas colonized by *L. leucocephala* are more likely to have low humidity or high human disturbance. Species richness and abundance of termites are likely impacted by growth status of all trees species, rather than the dominance of *L. leucocephala*.

Keywords: *Leucaena leucocephala*, invasive species, Kenting National Park, termite diversity, drought resistance

前言

銀合歡 (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) 是一種具侵占特性之外來入侵植物 (蔣慕琰等 2003)。根據呂福原等人於 2002 年之估計，銀合歡當時已入侵墾丁森林地區約 75.76% 的面積。Chung and Lu 於 2006 年利用遙測技術 (remote sensing) 估計銀合歡在墾丁地區的分布，發現銀合歡於道路距離 200-400 公尺的區域之覆蓋率達 13.66%。Lu and Chung (2007) 的研究亦指出銀合歡主要分布在低海拔、且離道路較近的區域，於道路距離 200-400 公尺的區域，其覆蓋率達 11.69%。Chin *et al.* 於 2007 年設置 22 個不同人為干擾程度的地面樣區以量化銀合歡的入侵程度，發現銀合歡的入侵程度在人為活動頻繁的一般管制區最高，達 39.63%。此外，銀合歡的入侵面積至今仍有增加的趨勢，其入侵地主要為低地、緩坡、農地及近道路之區域 (Lu *et al.* 2009)。這些研究皆支持銀合歡較容易在人為干擾較強的區域擴散，然而，目前仍未有研究利用生物性的指標測試人為干擾程度與銀合歡拓殖之關聯性。

銀合歡的組織中含有的毒素會抑制其他植物的生長，被認為會影響到當地植物社群的發展、降低森林中植物的多樣性 (呂福原等 2002)，而當植物的多樣性降低時，森林中節肢動物可利用資源之多樣性也會降低，因此，銀合歡的拓殖 (colonization) 可能會間接對節肢動物的多樣性及豐度造成負面影響。根據 Kuo *et al.* (2017) 之多樣性調查，在銀合歡相對優勢度低的區域，其植物、哺乳類、鳥類、爬蟲類及蝶類的生物多樣性皆顯著高於銀合歡相對優勢度高的區域。

白蟻是森林中重要的分解者。不同種

類的白蟻會利用不同腐朽程度或不同空間上的植物組織，例如木白蟻科 (Kalotermitidae) 的物種取食活樹的枯死部位、而白蟻科 (Termitidae) 的食土性物種 (soil-feeding termites) 僅取食土壤腐植質，由於白蟻的棲地及食物資源容易受人為干擾破壞，其多樣性對棲地干擾有負面反應、可作為環境干擾程度之指標 (Eggleton *et al.* 2002)。Li *et al.* (2015) 曾於墾丁國家公園轄區內調查白蟻之多樣性，發現人為干擾較強的農地、乾木林、荒地及草地區域有較低的多樣性，而濱海植群、次生林、混合林及季風雨林之白蟻多樣性較高，其結果支持白蟻多樣性可作為環境人為干擾程度之指標。

為瞭解銀合歡拓殖的區域是否白蟻多樣性較低，以及銀合歡的相對密度及其生長狀態是否影響白蟻之物種豐富度 (species richness) 及豐量 (species abundance)，本研究在墾丁國家公園轄區內的 9 個地點設置樣區調查，並量化樣區內銀合歡的相對密度及其生長狀態、分析白蟻的物種豐富度及豐量與銀合歡相對密度及其生長狀態之關聯性。

材料與方法

於 2016 年 7 月 5-6 日，在龜山 (22.0502°N; 120.7028°E)、關山 (21.9601°N; 120.7225°E) 以及船帆石 (21.9405°N; 120.8225°E) 等地點設置樣區。每個地點各設立 3 個樣區，樣區間的距離皆大於 100 m (圖 1)，每個樣區皆為邊長 5 m 的方形區塊 (圖 2、圖 3A)，樣區內皆無人為設施。以地面及土壤等兩種方式採集白蟻；於地面上白蟻之採集，每個樣區內各進行 30 min 之人力努力度，以斧頭劈開地面上枯朽的樹

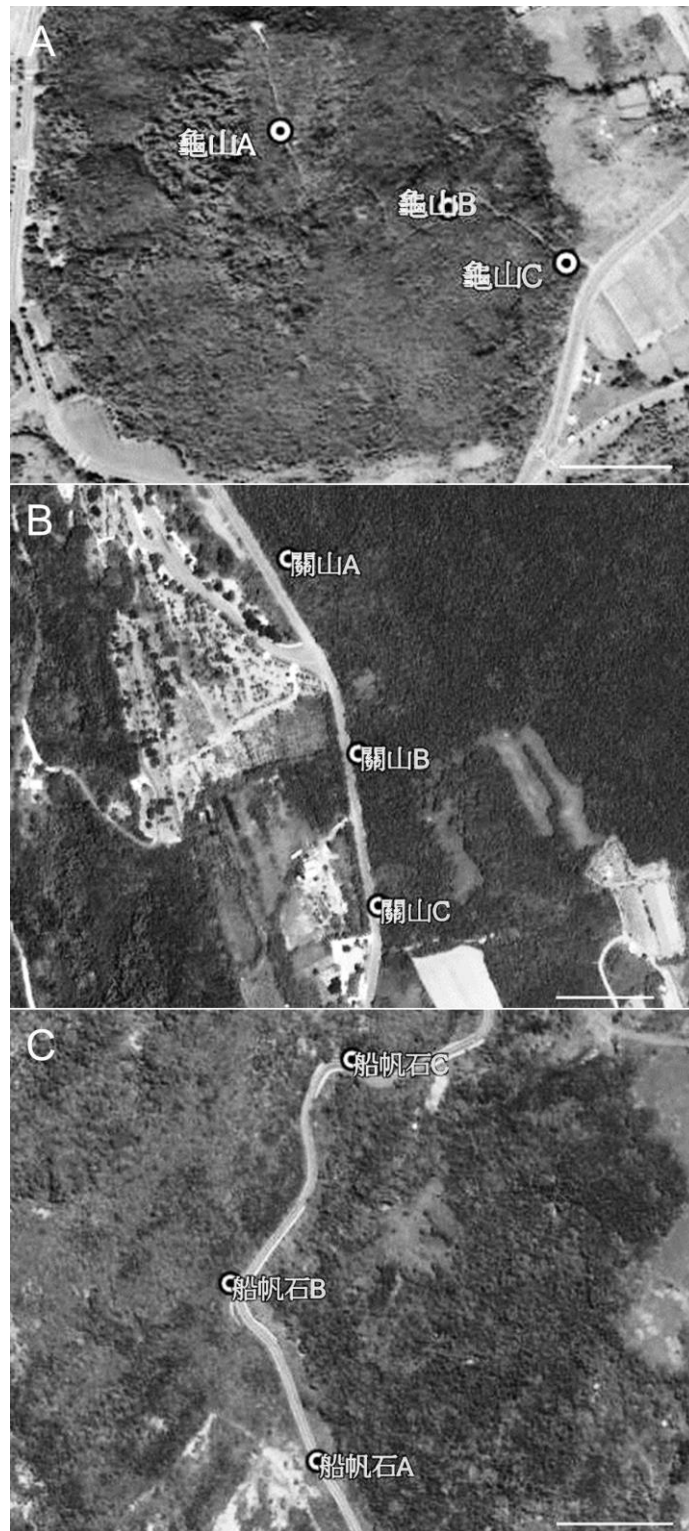


圖 1. 龜山 (A)、關山 (B) 以及船帆石 (C) 等白蟻調查地點。每個地點各設立 3 個樣區，樣區間的距離皆大於 100 m，皆緊鄰步道或道路的兩側 (比例尺：100 m)

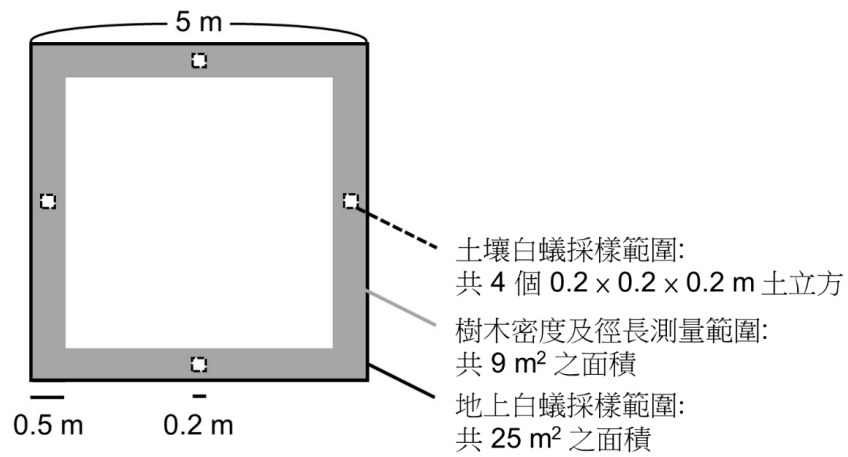


圖 2. 樹木與白蟻調查樣區示意圖。樣區邊長為 $5\text{m} \times 5\text{m}$ ，範圍內地面上白蟻全部採樣；樣區各邊中央虛線區塊採樣土壤白蟻；樣區各邊灰色區塊測量樹木密度及徑長



圖 3. 調查樣區樹木概況 (A) 樣區劃設與採集人員調查情形 (B) 樣區內枯朽木的樹幹及枝條，是白蟻活動的熱點

基及樹上部搜尋白蟻 (圖 3B)。土壤之白蟻採集，在樣區每個邊的中央處 (距邊緣 15 cm) 各挖掘長、寬、深 20 cm 的土塊，並搜尋其中的土棲白蟻 (圖 2)。最後總和地面及土壤所採集的樣本數，並鑑定白蟻的物種，所有樣本皆保存於 95% 的酒精中。

根據 Kuo *et al.* (2017)，銀合歡的重要性指標 (Importance Value Index) 可依其相對頻度、相對密度及相對優勢度進行計算，但本研究於調查各樣區內樹木生長狀態時，發現所有樣區皆以銀合歡為主要樹種，並無頻度上的差異。相對優勢度一般是以每公頃該樹種的胸高斷面基 (m^2/ha) 表示，但龜山樣區內許多的樹木太過矮小 (主幹高度小於 1.4 m) 或胸徑過小難以測量，無法取得胸高斷面基之資料或計算其相對優勢度，因此本研究僅以相對密度量化銀合歡的重要性。另外，樹木的生長狀態一般是以胸徑 (Diameter at breast height, DBH) 推估，但由於無法測量龜山樣區銀合歡之胸徑，改以測量其基部以上 15 cm 處的直徑長度 (Diameter at base) 作為生長狀態的比較基準。基部徑長常被用於量化銀合歡幼苗 (約 2 年內之植株) 之生長狀態 (Felker *et al.* 1982; Kumar *et al.* 1998)。

為量化各樣區內銀合歡的重要性，本研究計算從樣區各邊向內延伸 50 cm 的區域內，所有直徑大於 2 cm 的銀合歡及其他樹種的數量 (圖 2)、測量其基部徑長，再藉由這些資料算出共 6 個與銀合歡重要性相關之指標，一、所有樹種之樹木密度，二、銀合歡之密度，三、銀合歡之相對密度，四、銀合歡之平均基部徑長，五、非銀合歡樹木之平均基部徑長，六、樣區內所有樹木之平均基部徑長。銀合歡相對密度之計算參照 Curtis and McIntosh (1950) 之方法：

銀合歡之相對密度 = 銀合歡在樣區內的密度 / 樣區內所有樹種之樹木密度

樹種生長指標之檢定比較，藉由上述定義的樹木密度及平均基部徑長作為銀合歡重要性指標，以 Kruskal-Wallis 檢定進行比較。樣區內的白蟻物種豐富度 (species richness) 為物種數量，而白蟻豐量 (species abundance) 為物種的發現數量，將 6 個生長指標依序與該樣區的白蟻物種豐富度及豐量做簡單相關分析 (Simple linear correlation)，比較並推論銀合歡的重要性對白蟻物種豐富度及豐量之影響。

本研究以統計軟體 PAST (Version 3.12, Øyvind Hammer, Natural History Museum, University of Oslo) 作 Kruskal-Wallis 檢定及相關性分析。

結果

在 9 個銀合歡拓殖區域的調查結果，總計採集 60 份白蟻樣本，包含 57 份地面採集樣本，及 3 份土壤採集樣本，來自 36 個土方，每個樣區平均可採集 6.7 ± 4.58 份白蟻樣本、 1.6 ± 0.88 個物種。土壤採集樣本中只發現 1 種，為白蟻科 (Termitidae) 的臺灣土白蟻 (*Odontotermes formosanus* (Shiraki))，而地面採集樣本包含臺灣土白蟻、木白蟻科 (Kalotermitidae) 的稻村楹白蟻 (*Incisitermes inamurai* (Oshima)) 及鼻白蟻科 (Rhinotermitidae) 的格斯特家白蟻 (*Coptotermes gestroi* (Wasmann)) 等 3 種。稻村楹白蟻發生在其中的 7 個樣區、佔所有樣本數量的 55.0%，為銀合歡拓殖區域最優勢之物種，臺灣土白蟻次之，發生在 6 個樣區、佔所有樣本數量的 43.3%，而格斯特家白蟻僅發生在 1 個樣區、佔所有樣本數量的 1.7%。各樣區之分別採樣結果統整於表 1。

於 9 個樣區內共抽樣 128 棵樹，其中包含 101 棵銀合歡及 27 棵非銀合歡樹種。所有樹木之密度介於每平方公尺 0.3–2.8 棵之間、每平方公尺平均值為 1.6 ± 0.8 棵，銀合歡的密度為每平方公尺 0.1–2.1 棵、每平方

表 1. 龜山、關山以及船帆石各樣區之白蟻物種及採集樣本數量

採樣地點	樣區	白蟻物種			總計
		稻村楹白蟻	格斯特家白蟻	台灣土白蟻	
龜山	A	0	0	0	0
	B	0	0	3	3
	C	3	0	0	3
關山	A	9	1	1	11
	B	7	0	6	13
	C	6	0	6	12
船帆石	A	3	0	1	4
	B	3	0	5	8
	C	2	0	4	6
總計		33	1	26	60

表 2. 龜山、關山以及船帆石各樣區之樹木測量結果

採樣地點	樣區	樹木密度 (棵/m ²)	銀合歡 密度 (棵/m ²)	銀合歡 相對密度	銀合歡 平均基部長*	非銀合歡樹木 平均基部長*	所有樹木 平均基部徑長
龜山	A	2.8	1.7	0.60	3.5±1.5	5.0±0.6	4.1±1.8
	B	2.6	2.1	0.83	6.2±2.1	2.9±0.8	5.6±2.3
	C	1.7	0.9	0.53	4.6±3.0	3.5±0.5	4.1±2.3
關山	A	0.3	0.1	0.33	3.0	8.6±0.3	6.7±5.6
	B	1.9	1.9	1.00	11.2±6.8	Na	11.2±6.8
	C	0.8	0.7	0.86	7.6±3.0	3.1	7.0±3.3
船帆石	A	1.7	1.6	0.93	5.9±1.7	2.0	5.6±1.9
	B	1.0	0.9	0.89	9.5±1.5	3.3	8.8±5.3
	C	1.6	1.4	0.93	7.7±2.7	3.8	7.5±2.8

* 樹木數量小於 3 之樣區，不計算標準差。

表 3. 銀合歡優勢度指標與白蟻多樣性及豐度的相關性分析

樹木生長指標	白蟻多樣性		白蟻豐度	
	R ²	p	R ²	p
樹木密度	0.73	<0.01	0.50	<0.05
銀合歡之密度	0.37	0.081	0.18	0.257
銀合歡之相對密度	0.00	0.882	0.03	0.653
銀合歡的平均基部長	0.09	0.437	0.29	0.135
非銀合歡樹木之平均基部長	0.07	0.486	0.01	0.833
所有樹木之平均基部徑長	0.40	0.069	0.63	<0.05

公尺平均值為 1.3±0.7 棵，而其他樹種的密度為每平方公尺 0–1.1 棵、每平方公尺平均值為 0.3±0.4 棵，銀合歡的相對密度之範圍為 0.3–1.0、相對密度之平均值為 0.8±0.2，其相對密度顯著高於其他樹種 (Kruskal-Wallis test: $H = 7.25, p < 0.01$)。樣區內取樣

的所有樹種之平均基部徑長介於 4.1–11.2 cm 之間、平均值為 6.7±2.8 cm，銀合歡的平均基部徑長為 3.0–11.2 cm、平均值為 6.6±2.7 cm，而其他樹種的平均基部徑長為 0–8.6 cm、平均值為 3.6±2.3 cm，銀合歡的平均基部徑長顯著高於其他樹種 ($H = 4.68,$

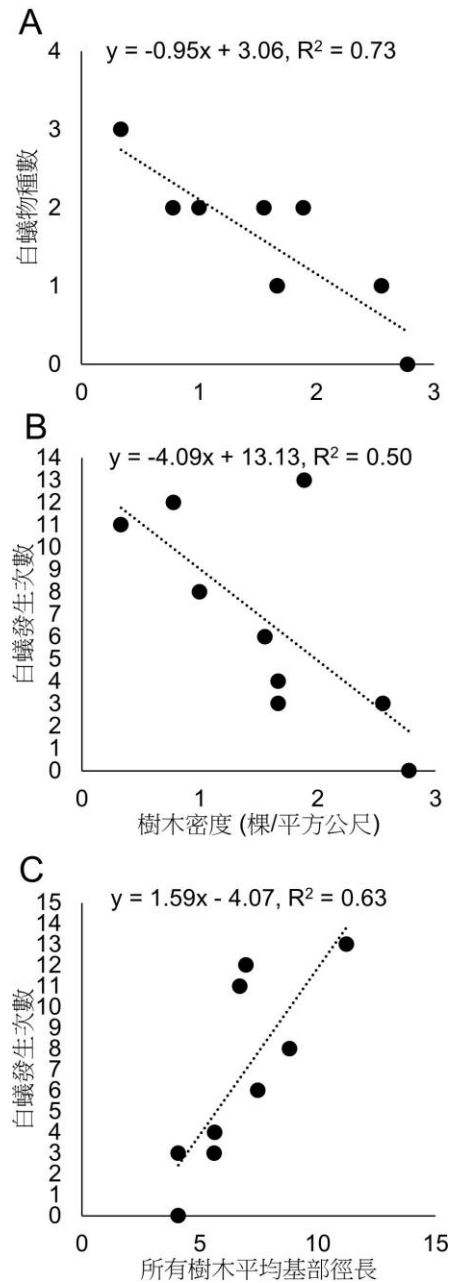


圖 4. 樣區內樹木密度與白蟻物種數 (A) 及白蟻發生次數 (B)、以及所有樹木之平均基部徑長 (C) 與白蟻發生次數之簡單線性回歸模型。

$p < 0.05$)。各樣區分別之樹木測量結果統整於表 2。根據以上結果，銀合歡的植株在大部分的樣區都較其他樹種多且其植株基部徑長較大，顯示銀合歡較為優勢。

白蟻的多樣性及樹木生長指標相關性分析如表 3，結果顯示白蟻的物種豐度及豐

量與銀合歡的優勢度、平均基部徑長及非銀合歡樹種之平均基部徑長無關，而與所有樹種之樹木密度及平均基部徑長有關 (表 3)。白蟻物種豐度及豐量與樹木密度呈負相關 (圖 4A and B)，而白蟻物種豐量與樹木平均基部徑長呈正相關 (圖 4C)，顯示當銀

合歡林中的樹木密度高時，白蟻物種豐度及豐量會較低，而當樹木較大時，白蟻豐量也較高。

討論

Li *et al.* (2015) 的白蟻多樣性調查發現，木白蟻科、鼻白蟻科及白蟻科的物種普遍存在於墾丁地區的濱海植群、次生林、混合林及季風雨林中，不同林型的物種總數介於 7–11 種之間。相較之下，銀合歡拓殖區域同樣具有這三個科，但每個科下僅一個物種，物種豐度較低。根據 Abe (1987) 及 Eggleton and Tayasu (2001) 針對白蟻蟻巢及食性棲位之描述，木白蟻科為巢食共處型 (One-piece type)，棲息在其取食的木材中，依食性可細分為乾木白蟻 (Drywood termite) 及濕木白蟻 (Dampwood termite) 兩類，前者取食乾燥木材，例如樹上的枯枝，而後者取食較濕的倒木；鼻白蟻科為巢食連結型 (Intermediate type)，取食地面上體積較大的倒木或枯立木，可能將蟻巢建築於木材中或土壤中；白蟻科為巢食分離型 (Separate type)，主要於土壤中建造蟻巢，並挖掘通道搜尋地面上的木材、碎屑或枯枝落葉，這三個科在築巢及食性的差異大，在森林中具有不同的功能。Li *et al.* (2015) 的研究指出，由於白蟻的食性棲位在科級 (Family) 的差異大，通常白蟻科、木白蟻科與鼻白蟻科可共存在同一個環境中，但同科不同屬 (Genus) 或種的白蟻之食性棲位較相近，在棲地內的環境因子異質性大時較可能共存，例如同一林區的微環境具有不同的溫度或濕度範圍。

Li *et al.* (2015) 分析墾丁地區 11 種白蟻的分布地點在年降雨量上的差異，發現稻村楹白蟻、格斯特家白蟻及臺灣土白蟻分布地點的年降雨量顯著低於同科的其他物種。另外，稻村楹白蟻為取食乾燥木材之乾木白蟻 (Li *et al.* 2009)，根據 Collins

(1969) 的白蟻耐旱性試驗，楹白蟻屬的物種能適應極端乾旱之環境，在相對濕度 0–4% 的環境下可存活超過 10 天，而其他木白蟻科的物種，例如新白蟻屬的 *Neotermes castaneus* (Burmeister) 僅能存活 3–4 天、木白蟻屬的 *Kaloterms approximatus* Snyder 僅能存活 2 天。綜上所述，由於銀合歡拓殖區域內的白蟻皆適應乾燥環境，且耐旱之稻村楹白蟻發生率最高，推測銀合歡拓殖區域應為較乾燥的環境，僅適合這些耐旱物種生存，也因此降低了白蟻之物種豐度。

根據 Li *et al.* (2015)，墾丁地區稻村楹白蟻的發生率在人為干擾較低的次生林、混合林及季風雨林中較低，佔所有白蟻物種的 4.3–30.0%，而在人為干擾較強的農地、草地及荒地中較高，佔 47.5–62.5%。本研究發現銀合歡拓殖區域的稻村楹白蟻發生率佔 55.0%，高於次生林、混合林及季風雨林，而與人為干擾較強的農地、草地及荒地相近，推測人為干擾也可能使稻村楹白蟻的比例增加。Eggleton *et al.* (2002) 的研究指出，人類活動會清除地表的倒木、枯枝落葉、並加速土壤有機質的分解，進而使白蟻多樣性降低，而巢食共處型的白蟻由於不依賴倒木及枯枝落葉作為食物資源，較不受人為干擾之影響。稻村楹白蟻亦為巢食共處型，於銀合歡拓殖區域進行採樣時，發現稻村楹白蟻大都棲息在樹幹上的枯死部位或枯枝，其食物資源不依賴倒木及枯枝落葉，可能較適應人為干擾高的環境。

相關性分析顯示，當樹木密度增加時，白蟻物種豐度及豐量會下降，而當樹木較大時，白蟻豐量亦會增加。我們推測這個現象是由森林的演替過程間接造成的，根據 Finegan (1984) 對森林演替過程的描述，在森林演替的初期，森林中會有數量較多的、較矮小的先驅植物，而在森林演替的後期則會由數量較少、但較高大的樹主宰，此時先驅植物的數量會減少甚至

消失，因此，當樣區內的樹木密度較高時，該樣區可能處於森林演替初期，而樣區內樹木密度低者則較可能處於森林演替後期的階段。另外，森林演替的時間會影響該地粗質木殘材 (Coarse woody debris, ≥ 10 cm diameter)，包括倒木、枯立木及殘留樹基部的累積量，粗質木殘材的累積量在森林演替的初期較少、在成熟的森林中較多 (Eaton and Lawrence 2006, Yan *et al.* 2007, Yang *et al.* 2010)。當枯木累積量越多時，白蟻可利用的資源也越多，進而使白蟻的多樣性及豐度增加，我們在樣區內的觀察亦符合這個假設，例如龜山地區之樹木密度高、樹基部徑長小 (表 2)，便難以在樹上找到枯死部位或在樣區內找到木殘材以採集白蟻 (圖 3A)，而關山地區之樹木密度低、樹基部徑長大 (表 2)，便容易在樹上發現枯死部位或在樣區內的地面找到木殘材以採集白蟻 (圖 3B)。

綜合以上結果，銀合歡拓殖地區的白蟻多樣性較低，物種組成與人為干擾較強的區域相近、且皆為棲息在乾燥環境之物種，推測拓殖區域環境乾燥或人為干擾較強。當銀合歡拓殖地區整體樹木密度減少且樹木較大時，白蟻物種豐度及豐量皆會上升，但銀合歡較其他樹種的優勢程度並不直接影響白蟻物種豐度及豐量。

誌謝

本研究感謝康寧大學藍艷秋助理教授及國立自然科學博物館助理研究員兼蒐藏經理蔡經甫協助研究樣區之協調與經費申請。感謝國立中興大學都市昆蟲研究室賴佑宜、吳佳倩、梁維仁、王端陽、蔡易穎及郭致與協助樣區之樣本採集。本研究之經費由墾丁國家公園 (105 墾丁國家公園蜘蛛相調查及受影響昆蟲棲地監測計畫) 及科技部 (MOST 104-2311-B-005-002) 提供。

引用文獻

- 呂福原、陳安民。2002。墾丁國家公園外來種植物對原生植群之影響：以銀合歡為例。保育研究報告第 112 號，墾丁國家公園管理處。
- 蔣慕琰、徐玲明、袁秋英、陳富永、蔣永正。2003。臺灣外來植物之危害與生態。小花蔓澤蘭危害與管理研討會專刊：97-109。
- Abe T. 1987. Evolution of life types in termites. In "Evolution and Coadaptation in Biotic Communities" (S. Kawano, J. H. Connell and T. Hidaka, eds.) University of Tokyo Press, Tokyo, Japan. pp. 126-148.
- Chung Y. L. and M. L. Lu. 2006. Using SPOT imagery to map the invasive distribution of *Leucaena leucocephala* in Kenting National Park. *Taiwan Journal of Forest Science* 21:167-177.
- Chin C. C., C. H. Wei and C. T. Chen. 2007. Study on the invasion of *Leucaena leucocephala* in Kenting National Park. *Hwa Kang Journal of Agriculture* 20:41-52.
- Collins M. S. 1969. Water relations in termites. In: "Biology of termites" (K. Krishna, and F. M. Weesner, eds.) Academic Press, New York. pp. 433-456.
- Curtis J. T. and R. P. McIntosh. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology* 31:434-455.
- Eaton J. M. and D. Lawrence. 2006. Woody debris stocks and fluxes during succession in a dry tropical forest. *Forest Ecology and Management* 232:46-55.
- Eggleton P. and I. Tayasu. 2001. Feeding groups, life types and the global ecology of termites. *Ecological Research* 16:941-960.
- Eggleton P., D. E. Bignell, S. Hauser, L. Dibog, L. Norgrove and B. Madong. 2002. Termite diversity across an anthropogenic disturbance gradient in the humid forest zone of West Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 90:189-202.
- Felker P., P. R. Clark, J. F. Osborn and G. H. Cannell. 1982. Biomass estimation in a young stand of mesquite (*Prosopis* spp.), ironwood (*Olneya tesota*), palo verde (*Cercidium floridium*), and *Parkinsonia aculeata*, and *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*). *Journal of Range Management* 35:87-89.
- Finegan B. 1984. Forest succession. *Nature* 312:109-114.

- Kumar B. M., S. S. Kumar and R. F. Fisher. 1998. Intercropping teak with *Leucaena* increases tree growth and modifies soil characteristics. *Agroforestry Systems* 42:81-89.
- Kuo C. H., J. C. Chen, C. H. Wei and C. T. Chen. 2017. Effects of afforestation on biodiversity after removing *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit in the Hengchun Peninsula. *Quarterly Journal of Chinese Forestry* 50:341-364.
- Li H.-F., K. Natsumi, N.-Y. Su. 2009. Redescription of the drywood termite *Incisitermes inamurae* (Isoptera: Kalotermitidae) from southern Taiwan. *Annals of Entomological Society of America* 102:759-765.
- Li H.-F., Y.-C. Lan, I. Fujisaki, N. Kanzaki, H.-J. Lee and N.-Y. Su. 2015. Termite assemblage pattern and niche partitioning in a tropical forest ecosystem. *Environmental Entomology* 44:546-556.
- Lu M. L. and Y. L. Chung. 2007. Spatial distribution pattern of *Leucaena leucocephala* in the Kenting National Park. *Taiwan Journal of Biodiversity* 9:7-18.
- Lu M. L., J. Y. Huang and Y. L. Chung. 2009. Spatial dynamics and regional analysis of *Leucaena leucocephala* in the Hengchun Peninsula, Taiwan. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 14:1-9.
- Yan E. R., X. H. Wang, J. J. Huang, F. R. Zeng and L. Gong. 2007. Long-lasting legacy of forest succession and forest management: Characteristics of coarse woody debris in an evergreen broad-leaved forest of Eastern China. *Forest Ecology and Management* 252:98-107.
- Yang F. F., Y. L. Li, G. Y. Zhou, K. O. Wenigmann, D. Q. Zhang, M. Wenigmann, S. Z. Liu and Q. M. Zhang. 2010. Dynamics of coarse woody debris and decomposition rates in an old-growth forest in lower tropical China. *Forest Ecology and Management* 259:1666-1672.