



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Preliminary Study of Seed Harvesting by the Tropical Fire Ant, *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae), in Taiwan 【Research report】

臺灣熱帶火蟻收集種子之初探【研究報告】

Yu-Chen Chen¹, Wen-Jer Wu², and Li-Chuan Lai^{1*}
陳佑蓁¹、吳文哲²、賴麗娟^{1*}

*通訊作者E-mail: lclai@pu.edu.tw

Received: 2014/09/20 Accepted: 2014/10/28 Available online: 2015/03/01

Abstract

Ants are considered both predators and dispersers of seeds. Seed dispersal by ants is usually regarded as part of the ant-plant mutualism. However, ants may play a dual role as both predator and disperser of non-myrmecorous seeds. Tropical fire ants (*Solenopsis geminata*) have a granivorous habit (dyszoochory), with workers having been observed attempting to collect seeds from numerous non-myrmecorous plant species. We excavated fire ant nests from four counties (Taichung, Yunlin, Chiayi and Tainan) in Taiwan. We then gathered the seeds that were harvested by the ants, and found seeds of 37 species belonging to 12 plant families. Most of the seeds were non-myrmecorous herb seeds, including 16 species of the Poaceae family. The majority of the seeds harvested in Taichung by the fire ants was *Panicum maximum*, in Yunlin it was *Chamaesyce hirta*, *Eleusine indica* and *Paspalum conjugatum*, in Chiayi it was *Pouzolzia zeylanica*, *Chamaesyce hirta* and *Dichanthium annulatum*, and in Tainan it was *Amaranthus patulus*, *Dactyloctenium aegyptium* and *Digitaria sanguinalis*. We conducted seed preference experiments, and found that grass seeds such as *Dichanthium annulatum*, *Panicum maximum*, and *Paspalum orbiculare* were readily removed by the fire ants. The ant's choices seemed to be influenced by the weight of the seed. Seeds heavier than 0.56 mg were harvested preferentially, while seeds weighing between 0.07-0.43 mg were rarely retrieved. In our seed germination experiments, the germination rates of seeds from *Pouzolzia zeylanica*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Panicum maximum* and *Paspalum conjugatum* collected by the fire ants were significantly higher than those from mature seeds left on the plants, while the germination rate of seeds from *Amaranthus patulus* was significantly lower. It is worth noting that fire ants seemed to prefer the seeds of introduced species to those of native species. The results in this study show that seed removal and harvesting by workers of *S. geminata* may impact the abundance and composition of a plant community in Taiwan, especially that of native grasses in fields infested with *S. geminata*.

摘要

螞蟻被認為是種子的取食者或傳播者，螞蟻傳播種子常被視為螞蟻與植物交互關係中的互利共生；然而，螞蟻也可能同時是非螞蟻佈植物種子的取食者兼傳播者。熱帶火蟻 (*Solenopsis geminata*) 具有食種子現象，會收集其棲地中多種非螞蟻佈植物的種子。本研究從臺中、雲林、嘉義和臺南四地區熱帶火蟻蟻巢內部挖掘火蟻所收集的種子，並進行鑑定。結果顯示四地區熱帶火蟻收集的種子，共計12科，37種。非螞蟻佈草本植物種子佔多數，其中禾本科占16種。臺中熱帶火蟻收集大量大黍；雲林主要為飛揚草、兩耳草和牛筋草；嘉義以飛揚草、霧水葛和雙花草為主；臺南以青莧、龍爪茅和馬唐數量居多。關於熱帶火蟻對種子偏好之試驗，結果顯示熱帶火蟻偏好先搬運雙花草、大黍和圓果雀稗等3種種子。種子的單顆重量似乎影響火蟻的選擇，火蟻偏好先搬運大於0.56 mg的種子，最後搬運重量介於0.07~0.43 mg的種子。種子發芽試驗結果顯示，火蟻蟻巢內的霧水葛、龍爪茅、大黍和兩耳草種子的發芽率顯著較高於植株上的成熟種子；青莧種子的發芽率則顯著較低。值得注意的是，熱帶火蟻似乎偏好外來種植物種子。火蟻大量搬運、收集並取食其偏好的種子種類，可能影響火蟻入侵地區的植物族群豐度與組成，尤其是本土禾草植物。

Key words: non-myrmecochorous, *Solenopsis geminata*, dyszoochory, Poaceae, preference

關鍵詞: 非螞蟻佈植物、熱帶火蟻、食種子現象、禾本科、偏好。

Full Text: [PDF \(2.19 MB\)](#)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

臺灣熱帶火蟻收集種子之初探

陳佑綦¹、吳文哲²、賴麗娟^{1*}

¹ 靜宜大學生態人文系 43301 臺中市沙鹿區臺灣大道七段 200 號

² 國立臺灣大學昆蟲學系 10617 臺北市羅斯福路四段 113 巷 27 號

摘 要

螞蟻被認為是種子的取食者或傳播者，螞蟻傳播種子常被視為螞蟻與植物交互關係中的互利共生；然而，螞蟻也可能同時是非蟻佈植物種子的取食者兼傳播者。熱帶火蟻 (*Solenopsis geminata*) 具有食種子現象，會收集其棲地中多種非蟻佈植物的種子。本研究從臺中、雲林、嘉義和臺南四地區熱帶火蟻蟻巢內部挖掘火蟻所收集的種子，並進行鑑定。結果顯示四地區熱帶火蟻收集的種子，共計 12 科，37 種。非蟻佈草本植物種子佔多數，其中禾本科占 16 種。臺中熱帶火蟻收集大量大黍；雲林主要為飛揚草、兩耳草和牛筋草；嘉義以飛揚草、霧水葛和雙花草為主；臺南以青莧、龍爪茅和馬唐數量居多。關於熱帶火蟻對種子偏好之試驗，結果顯示熱帶火蟻偏好先搬運雙花草、大黍和圓果雀稗等 3 種種子。種子的單顆重量似乎影響火蟻的選擇，火蟻偏好先搬運大於 0.56 mg 的種子，最後搬運重量介於 0.07~0.43 mg 的種子。種子發芽試驗結果顯示，火蟻蟻巢內的霧水葛、龍爪茅、大黍和兩耳草種子的發芽率顯著較高於植株上的成熟種子；青莧種子的發芽率則顯著較低。值得注意的是，熱帶火蟻似乎偏好外來種植物種子。火蟻大量搬運、收集並取食其偏好的種子種類，可能影響火蟻入侵地區的植物族群豐度與組成，尤其是本土禾草植物。

關鍵詞：非蟻佈植物、熱帶火蟻、食種子現象、禾本科、偏好。

前 言

螞蟻與植物的交互關係中，螞蟻搬運、收集種子後因處理種子的行為模式不同，可分為兩類：種子傳播者 (disperser) 和種子取食者

(predators)，或稱為食種子螞蟻 (granivorous ants)。前者與植物間的交互關係，稱為蟻佈現象 (myrmecochory)；後者則稱之為食種子現象 (dyszoochory) (Hughes and Westoby, 1992a; Wolff and Debussche,

*論文聯繫人

Corresponding email: lclai@pu.edu.tw

1999)。超過 80 科 3,000 種以上的被子植物，已被證實需要藉由螞蟻傳播種子 (Beattie and Hughes, 2002; Giladi, 2006)。螞蟻植物 (myrmecochorous plants) 種子的種臍附近具有富含蛋白質與油脂的附屬結構，稱為油質體 (elaiosome)，會吸引螞蟻搬運與取食。螞蟻將種子搬運回蟻巢後，取食完油質體，近乎完整的種子則可能被堆積在蟻巢中的淺層蟻室，或是丟棄在蟻巢外的垃圾堆和蟻道出入口附近 (Hughes and Westoby, 1992a; Leal *et al.*, 2007)。研究發現螞蟻取食油質體後，能打破種子的休眠狀態，促進其發芽 (Ohkawara, 2005; Leal *et al.*, 2007)。

屬於種子取食者的螞蟻，會在其棲地中大量收集多種植物的種子，包括螞蟻植物和不具油質體構造的非螞蟻植物種子，以作為食物來源 (Wolff and Debussche, 1999)。食種子的螞蟻雖然也會收集螞蟻植物的種子，但並非受到油質體構造的強烈吸引，而是種子的尺寸決定此類螞蟻對於不同植物種子的搬運率 (Hughes and Westoby, 1992b)。雖然多數種子被螞蟻收集並取食，但少數種子仍可能因為螞蟻搬運、收集的行為，遠離植物母株的生存競爭壓力，進而獲得傳播 (Retana *et al.*, 2004)。

熱帶火蟻 (*Solenopsis geminata*) 已入侵臺灣三十餘年，目前族群多分布於中南部 (Lai *et al.*, 2009)，其為雜食性 (omnivorous) 昆蟲，除了堆積植物種子作為食物外，植物的花芽、花蜜、果實、種子，甚至土棲無脊椎動物，爬蟲類的卵和鳥類幼雛等皆是其食物的來源 (Taber, 2000; Ness and Bronstein, 2004)。在墨西哥、菲律賓等地區發現熱帶火蟻是種子取食者，其大量收集多種草本植物種子的習性，可能間接降低草本植物族群的豐度 (Carroll and Risch, 1984; Chauhan *et al.*,

2010)。Horvitz (1981) 卻發現熱帶火蟻會將竹芋科 (Marantaceae) 多年生草本植物 *Calathea microcephala* 的種子搬運回蟻巢中，只取食種子的假種皮，並未刮傷種皮，反而有助於種子發芽，較像種子傳播者。Retana *et al.* (2004) 指出螞蟻也可能同時是植物種子的取食者兼傳播者。熱帶火蟻收集植物種子於蟻巢內，亦可能促進其發芽生長 (Horvitz, 1981)，甚至因此協助種子傳播。

為瞭解熱帶火蟻在臺灣收集種子的種類與偏好，本研究調查臺灣中南部熱帶火蟻蟻巢內所收集的種子，挖掘並進行鑑定之。同時進行火蟻搬移種子的試驗，以瞭解熱帶火蟻對種子之偏好。進一步利用種子發芽試驗，瞭解堆積在蟻巢內的種子之發芽率是否受影響。藉由上述成果，作為將來探討熱帶火蟻收集種子之現象對火蟻發生地周遭植物組成與豐度影響之依據與參考。

材料與方法

一、採集熱帶火蟻蟻巢內部的種子

本研究樣區位於臺灣臺中、雲林、嘉義、臺南等四個高鐵站周邊的荒廢地，同時也是熱帶火蟻發生地。四樣區均為開闊環境，植被以草本植物為主，且禾本科植物 (禾草) 明顯為主要優勢族群，木本植物僅零星分佈其中，常因人類活動而受干擾。試驗於 2013 年 7 至 8 月間進行採集，每一處樣區隨機採集三個蟻巢內部所堆積的種子。蟻巢內的種子多呈團塊狀被堆積在蟻巢內的淺層處 (常見於土表下 10~20 公分處)，因此採集種子時，不將蟻巢整個挖回，僅挖掘蟻巢內部所堆積的種子，並同時記錄蟻巢周遭環境中正在開花、結實的植物種類。

二、鑑定與收集種子

將採集到的蟻巢內種子，帶回實驗室，在解剖顯微鏡下觀察、挑出並分類。種子分類完成後，進行拍照與鑑定，種子種類鑑定根據臺灣草本植物種子彩色圖鑑第一冊到第四冊 (Hsu and Chiang, 2007, 2008, 2009, 2010)。並依據種子鑑定結果，另行至野外採集植株上成熟的果實，帶回實驗室，放置於常溫下自然乾燥。果實乾燥後，再剝除外殼，以鑷子取出內部種子。鑷子夾住種子時，並輕壓種子以判定是否成熟、飽滿，若種子沒有因此而碎裂，則視為成熟、飽滿的種子 (Crist and MacMahon, 1992; Pirk and Lopez de Casenave, 2011)。將挑選出的種子放進玻璃罐中保存並置於常溫下。每一地區收集到的種子，分別標記「植株上的成熟種子」和「蟻巢內的種子」。

三、熱帶火蟻對種子偏好試驗

為瞭解臺灣熱帶火蟻族群於棲地內所收集的種子是否有特定種類的偏好，種子偏好試驗根據 Carroll and Risch (1984) 的研究，採取 cafeteria experiment 的試驗設計並加以調整，所謂 cafeteria experiment 就是將數種植物種子依一定量混合在一起，放置於蟻巢附近，供螞蟻搬運。本試驗從四個地區收集到的熱帶火蟻蟻巢內種子種類中，每一地區各挑出火蟻收集數量最多的前三名種子種類 (見結果一)，包括霧水葛 (*Pouzolzia zeylanica*)、青莧 (*Amaranthus patulus*)、飛揚草 (*Chamaesyce hirta*)、龍爪茅 (*Dactyloctenium aegyptium*)、雙花草 (*Dichanthium annulatum*)、馬唐 (*Digitaria sanguinalis*)、牛筋草 (*Eleusine indica*)、大黍 (*Panicum maximum*)、兩耳草 (*Paspalum conjugatum*) 與圓果雀稗 (*Paspalum orbiculare*)，共計 10 種。每一種

植物種子亦分別取 100 顆進行秤重，並計算平均一顆種子之重量。

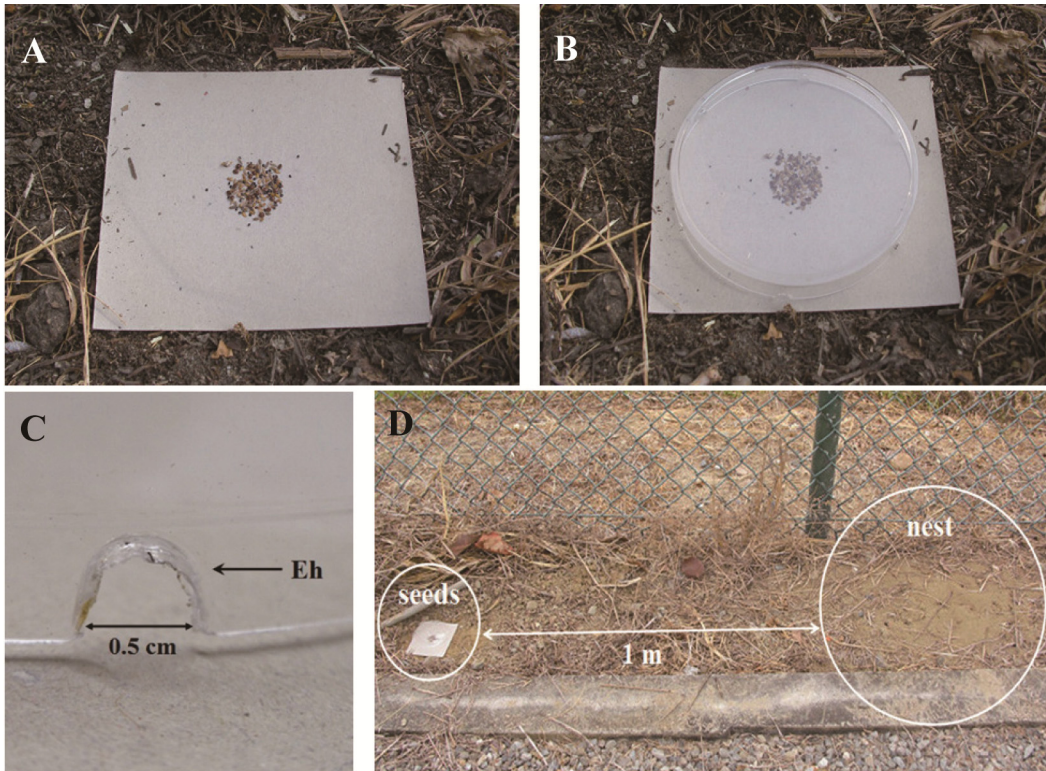
種子偏好試驗選用採集自植株上的成熟種子，地點選擇臺中和嘉義的高鐵站周邊荒廢地，於 2013 年 10 至 11 月間，每一地區隨機選擇三個蟻巢進行野外試驗，試驗時間選定下午 3 點至 5 點之間。在距離蟻巢 1 m 處，放置一張方形厚紙板 (長 10 cm × 寬 10 cm)。選定的 10 種植物種子，每一種各 20 顆，共計 200 顆種子混合成一堆。將混合種子堆放置在厚紙板上，並蓋上塑膠培養皿 (直徑 9 cm)。事先將塑膠培養皿邊緣燒熔出 6 個半圓形的孔洞 (直徑 0.5 cm)，提供火蟻進出的出入口 (圖一)。觀察時間為 1 小時，每 2 分鐘以相機拍照一次，記錄仍留在厚紙板上的種子種類和數目。

四、種子發芽試驗

為瞭解熱帶火蟻堆積在蟻巢內的種子，其發芽是否會受影響，本試驗選擇火蟻收集數量最多的種子種類 (見結果一)，包括霧水葛、青莧、飛揚草、龍爪茅、雙花草、馬唐、大黍與兩耳草，共 8 種。另自植株上採集此 8 種成熟種子，試驗分為「蟻巢內堆積的種子」和「植株上成熟的種子」二組，每種種子各挑選 50 顆。在塑膠培養皿 (直徑 9 cm) 底部鋪上用蒸餾水浸濕的棉花，再將種子均勻置於塑膠培養皿中。試驗期間，保持棉花濕潤，以避免種子乾燥。以種子的胚根 (radicle) 長出作為發芽的指標，每天觀察並記錄一次發芽與不發芽的種子數，為期 1 個月。試驗於室溫下進行，每試驗重複 3 次。

五、統計分析

種子發芽試驗的部份，分別紀錄「蟻巢內堆積的種子」和「植株上成熟的種子」二組發



圖一 種子偏好試驗。(A) 放置種子堆於厚紙板上；(B) 蓋上塑膠培養皿；(C) 塑膠培養皿邊緣上直徑 0.5 cm 的孔洞；(D) 種子堆與蟻巢間距離相距 1 m。蟻道進出口 (Eh: Entrance hole)。

Fig. 1. Seed preference experiments. (A) Seeds are placed on a cardboard. (B) Seeds are then covered with a plastic petri dish. (C) The entrance hole (approx. 0.5 cm in diameter) in the rim of the petri dish. (D) The distance between seeds and the fire ant nest is 1 meter.

芽數量和未發芽數量，並計算發芽率，再以 χ^2 檢定 (chi-square tests) 比較二者間發芽率之差異，顯著水準為 $\alpha = 0.05$ 。

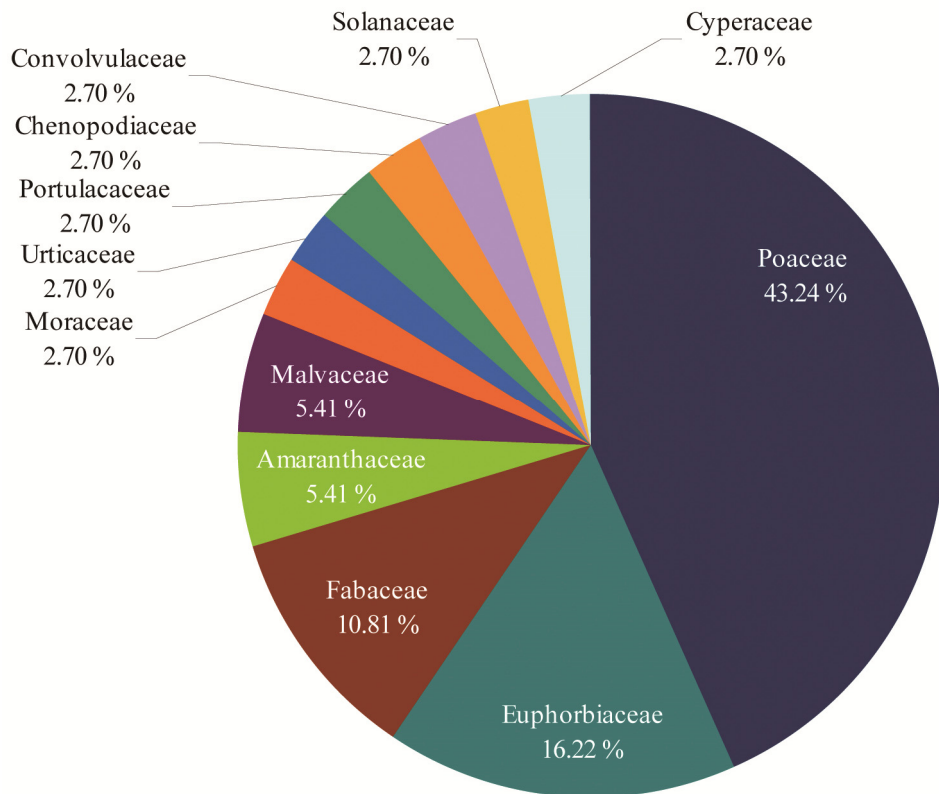
結 果

一、熱帶火蟻收集的種子種類

本研究將採集自臺中、雲林、嘉義、臺南等四個熱帶火蟻發生地，共 12 巢蟻巢內堆積的種子進行鑑定後，結果顯示，熱帶火蟻於四個地區收集的種子，共計 12 科 37 種，包括桑科、蕁麻科、馬齒莧科、藜科、莧科、豆科、

大戟科、錦葵科、旋花科、茄科、莎草科以及禾本科。以禾本科的種類最多，共 16 種，佔全部的 43.24%；其次為大戟科，共 6 種，佔 16.22%；豆科則再次之，共 4 種，佔 10.81%；莧科與錦葵科佔 5.41%；其餘 7 科各僅占火蟻收集種子種類的 2.7% (圖二)。此 37 種植物種子，皆不具有油質體、假種皮等附屬結構。

四個地區熱帶火蟻收集的種子種類詳如表一。草本植物種子中，以禾本科、大戟科和豆科的種類居多。在禾本科方面，臺中地區的火蟻收集大量的大黍種子；雲林地區為兩耳草；嘉義地區為雙花草；臺南地區則是龍爪茅



圖二 熱帶火蟻收集 12 科植物種子種類百分比。

Fig. 2. The proportion of seeds from 12 plant families collected by *Solenopsis geminata*.

和馬唐。在大戟科方面，飛揚草種子在四個地區皆有被火蟻收集，尤其以雲林和嘉義地區的數量最多。在豆科方面，臺中地區的蟻巢內發現數量不少的穗花木藍 (*Indigofera spicata*) 種子，臺南地區為圓葉煉莢豆 (*Alysicarpus ovalifolius*)，雲林和嘉義地區則未發現火蟻收集任何豆科種子。木本植物種子僅佔 3 種，分別為桑科的構樹 (*Broussonetia papyrifera*)、大戟科的密花白飯樹 (*Flueggea virosa*) 與茄科的萬桃花 (*Solanum torvum*)。構樹於四個地區皆有被火蟻收集，密花白飯樹和萬桃花僅出現於臺中和雲林地區的蟻巢，且萬桃花的

種子數量明顯偏少。此外，雲林地區的蟻巢內發現構樹和密花白飯樹種子的數量明顯較多。

依各地區熱帶火蟻收集數量較多的種子種類來看，臺中地區主要為禾本科的大黍、圓果雀稗和大戟科的飛揚草；雲林地區分別是禾本科的兩耳草、牛筋草和大戟科的飛揚草；嘉義地區為禾本科的雙花草、大戟科的飛揚草、蕁麻科的霧水葛以及藜科的小葉灰藿 (*Chenopodium serotinum*)；臺南地區則是禾本科的龍爪茅、馬唐、四生臂形草 (*Brachiaria subquadrifera*) 和蕁科的青莧。除此之外，有 6 種植物種子僅零星出現於

表一 四個地區熱帶火蟻收集的種子種類

Table 1. Seeds collected by *Solenopsis geminata* from four different areas in Taiwan

Plant families	Species	Chinese name	Areas			
			Taichungg	Yunlin	Chiayi	Tainan
Moraceae	<i>Broussonetia papyrifera</i> *	構樹	++	+++	++	++
Urticaceae	<i>Pouzolzia zeylanica</i>	霧水葛			++++	
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	馬齒莧		+		
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium serotinum</i>	小葉灰藿			++++	
Amaranthaceae	<i>Amaranthus viridis</i>	野苋菜		++		
	<i>Amaranthus patulus</i>	青苋				++++
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	含羞草	+			
	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	圓葉煉莢豆				++
	<i>Indigofera spicata</i>	穗花木藍	+++			
	<i>Indigofera hirsuta</i>	毛木藍				+
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i>	飛揚草	+++	++++	++++	+++
	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i>	紫斑大戟			++	
	<i>Chamaesyce prostrate</i>	伏生大戟		+++		
	<i>Flueggea virosa</i> *	密花白飯樹	+	+++		
	<i>Phyllanthus amarus</i>	小返魂			++	
	<i>Phyllanthus urinaria</i>	葉下珠			++	
Malvaceae	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	賽葵	++			
	<i>Sida cordifolia</i>	圓葉金午時花				+
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-tigridis</i>	九爪藤				+
Solanaceae	<i>Solanum torvum</i> *	萬桃花	+	+		
Cyperaceae	<i>Cyperus compressus</i>	扁穗莎草				++
Poaceae	<i>Brachiaria subquadripara</i>	四生臂形草	++			++++
	<i>Cenchrus echinatus</i>	蒺藜草	+			
	<i>Cynodon dactylon</i>	狗牙根		++		
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	龍爪茅			++	++++
	<i>Dichanthium annulatum</i>	雙花草			++++	
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	馬唐			+++	++++
	<i>Digitaria violascens</i>	紫果馬唐	++		++	
	<i>Echinochloa colona</i>	芒稷	+		++	
	<i>Eleusine indica</i>	牛筋草		++++	+++	+++
	<i>Eragrostis amabilis</i>	鯽魚草		+++		
	<i>Eriochloa procera</i>	高野黍			+++	
	<i>Panicum maximum</i>	大黍	++++			+++
	<i>Paspalum conjugatum</i>	兩耳草		++++		
	<i>Paspalum distichum</i>	雙穗雀稗	+	+		
	<i>Paspalum orbiculare</i>	圓果雀稗	+++	+	+	
	<i>Setaria viridis</i>	狗尾草	+++		++	

* tree or shrub.

+ Number of seeds is less than 20.

++ Number of seeds is between 21 and 100.

+++ Number of seeds is between 101 and 500.

++++ A large quantity of seeds (> 500).

Table 2. Mean seed weight as calculated in the seed preference experiments

Plant species	Chinese name	Seed weight* (mg)
<i>Pouzolzia zeylanica</i>	霧水葛	0.24
<i>Amaranthus patulus</i>	青莧	0.27
<i>Chamaesyce hirta</i>	飛揚草	0.07
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	龍爪茅	0.28
<i>Dichanthium annulatum</i>	雙花草	0.56
<i>Digitaria sanguinalis</i>	馬唐	0.68
<i>Eleusine indica</i>	牛筋草	0.43
<i>Panicum maximum</i>	大黍	0.86
<i>Paspalum conjugatum</i>	兩耳草	0.22
<i>Paspalum orbiculare</i>	圓果雀稗	1.24

* Mean measures from 100 seeds per species.

單一蟻巢內，且數量稀少（低於 20 顆）。臺中地區的蟻巢內僅發現少量禾本科的蒺藜草 (*Cenchrus echinatus*) 和豆科的含羞草 (*Mimosa pudica*) 種子；雲林地區為馬齒莧科的馬齒莧 (*Portulaca oleracea*)；臺南地區則是錦葵科的圓葉金午時花 (*Sida cordifolia*)、旋花科的九爪藤 (*Ipomoea pes-tigridis*) 和豆科的毛木藍 (*Indigofera hirsuta*)。

二、熱帶火蟻對種子偏好試驗

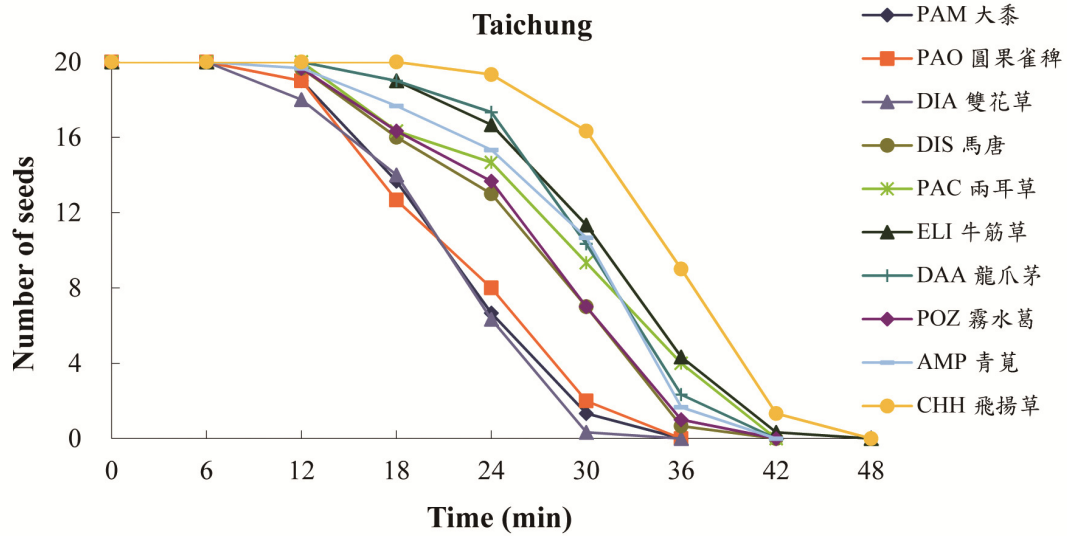
本試驗所使用的 10 種植物種子，其平均重量如表二顯示，最重的種子為圓果雀稗，平均一顆重 1.24 mg；最輕的種子則是飛揚草，平均一顆重 0.07 mg。依據 10 種植物種子的平均重量，將平均大於 0.5 mg 的種子種類，視為大型種子，包括雙花草、馬唐、大黍和圓果雀稗，重量介於 0.56~1.24 mg 之間，這四種大型種子皆為禾草種子；平均小於 0.5 mg 的種子種類，則視為小型種子，包括霧水葛、青莧、飛揚草、龍爪茅、牛筋草和兩耳草，重量介於 0.43~0.07 mg 之間，其中霧水葛、青莧和飛揚草屬於雙子葉草本植物（闊葉草本），龍爪茅、牛筋草和兩耳草屬於禾草類。試驗過程中，雖有其他螞蟻造訪，僅熱帶火蟻搬

運種子。火蟻一旦發現種子堆後，便招募許多火蟻前來搬運種子，1 小時內所有種子即被搬運完。

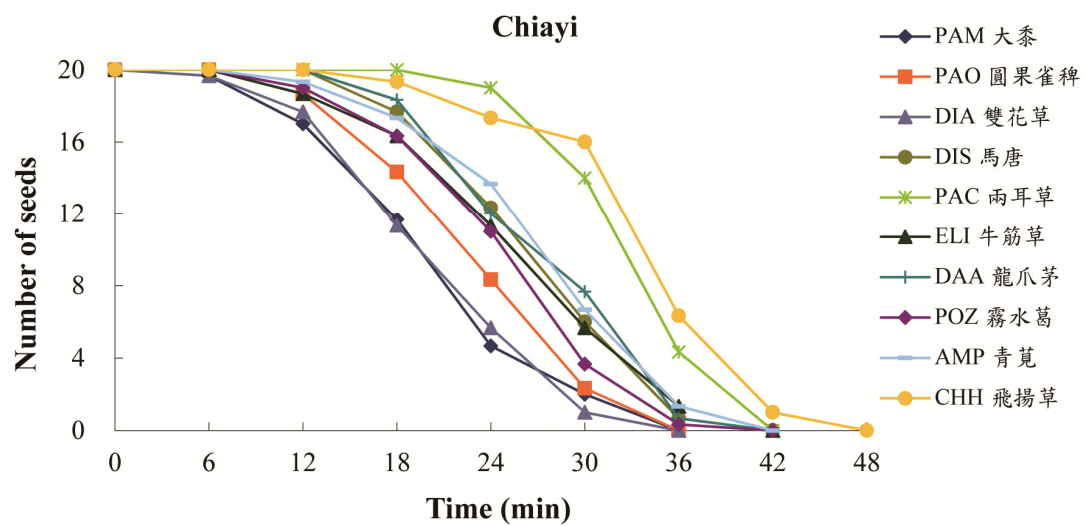
臺中地區的試驗結果顯示（圖三 A），熱帶火蟻最先收集的種子種類為雙花草、大黍與圓果雀稗，皆屬於禾草種子。火蟻於第 6 分鐘開始搬運雙花草，於 36 分鐘搬運完畢。第 12 分鐘起，火蟻開始搬運大黍與圓果雀稗，兩者亦於 36 分鐘被搬運完畢。觀察霧水葛、青莧和飛揚草此 3 種闊葉草本中，發現火蟻會優先搬運霧水葛種子，其次是青莧，最後是飛揚草。霧水葛從第 12 分鐘起，開始被火蟻搬運，於 42 分鐘被搬運完畢。最後被火蟻搬運完的種子種類為禾草類的牛筋草與闊葉草本類的飛揚草，牛筋草從第 18 分鐘起，開始被火蟻搬運，於 48 分鐘被搬運完畢；飛揚草從第 24 分鐘起，開始被火蟻搬運，於 48 分鐘被搬運完畢。

嘉義地區的試驗結果顯示（圖三 B），熱帶火蟻最先大量搬運的種子種類亦為雙花草、大黍與圓果雀稗等 3 種禾草種子。火蟻於第 6 分鐘開始搬運雙花草與大黍，兩者皆於 36 分鐘被搬運完畢。第 12 分鐘起，火蟻開始搬運圓果雀稗，亦於 36 分鐘搬運完畢。飛揚草從第

(A)

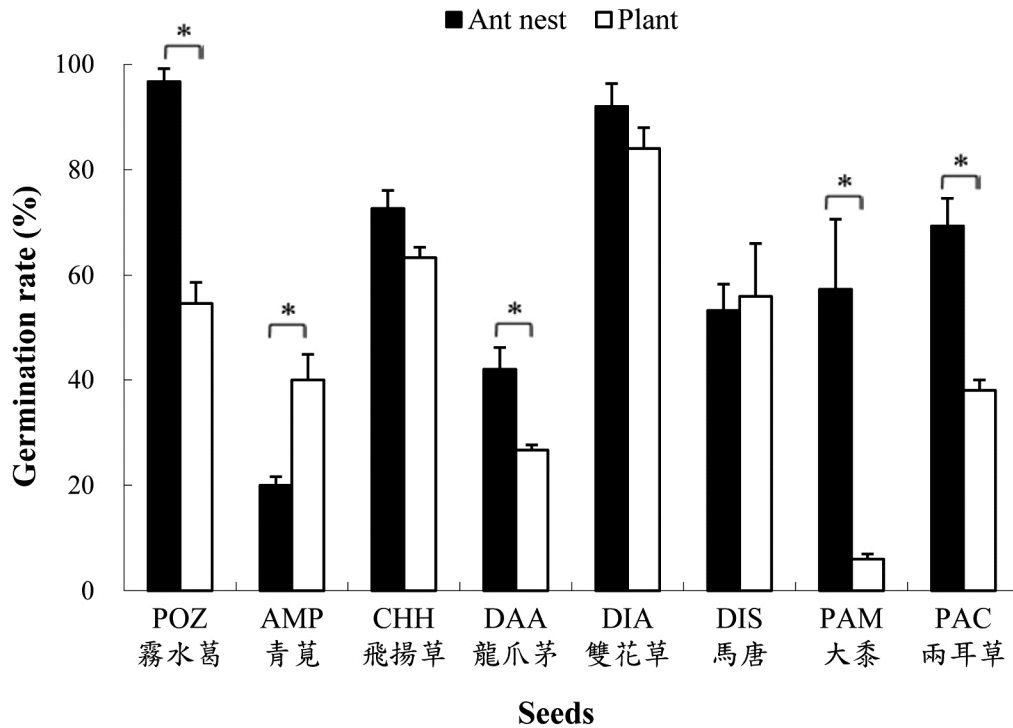


(B)



圖三 熱帶火蟻種子偏好試驗結果。(A) 臺中、(B) 嘉義。PAM：大黍、PAO：圓果雀稗、DIA：雙花草、DIS：馬唐、PAC：兩耳草、ELI：牛筋草、DAA：龍爪茅、POZ：霧水葛、AMP：青莧、CHH：飛揚草。

Fig. 3. Removal (number of seeds remaining) by *Solenopsis geminata* in (A) Taichung. (B) Chiayi. PAM: *Panicum maximum*; PAO: *Paspalum orbiculare*; DIA: *Dichanthium annulatum*; DIS: *Digitaria sanguinalis*; PAC: *Paspalum conjugatum*; ELI: *Eleusine indica*; DAA: *Dactyloctenium aegyptium*; POZ: *Pouzolzia zeylanica*; AMP: *Amaranthus patulus*; CHH: *Chamaesyce hirta* in the seed preference experiments.



圖四 熱帶火蟻巢內與植株上的 8 種植物種子發芽率。POZ：霧水葛、AMP：青莧、CHH：飛揚草、DAA：龍爪茅、DIA：雙花草、DIS：馬唐、PAM：大黍、PAC：兩耳草。星號表示具顯著差異 (χ^2 檢定, $p < 0.05$)。

Fig. 4. Seed germination rate of eight plant species collected from tropical fire ant nests and plants. POZ: *Pouzolzia zeylanica*; AMP: *Amaranthus patulus*; CHH: *Chamaesyce hirta*; DAA: *Dactyloctenium aegyptium*; DIA: *Dichanthium annulatum*; DIS: *Digitaria sanguinalis*; PAM: *Panicum maximum*; PAC: *Paspalum conjugatum*. Data with an asterisk have a significant difference (chi-square tests, $p < 0.05$).

18 分鐘起，開始被火蟻搬運，於 48 分鐘被搬運完畢。在 3 種闊葉草本中，火蟻亦優先搬運霧水葛種子，霧水葛從第 12 分鐘起，開始被火蟻搬運，於 42 分鐘被搬運完畢。最後被火蟻搬運完的種子種類為禾草類的兩耳草與闊葉草本類的飛揚草，兩耳草從第 24 分鐘起，開始被火蟻搬運，於 42 分鐘被搬運完畢。

三、種子發芽試驗

種子發芽試驗結果顯示 (圖四)，蟻巢內堆積的霧水葛、龍爪茅、大黍和兩耳草等 4 種植物種子發芽率顯著高於植株上成熟的種子。在

蟻巢內的霧水葛發芽率為 98%，植株上的發芽率為 54.67% ($\chi^2 = 75.58$, $df = 1$, $p < 0.001$)；在蟻巢內的龍爪茅發芽率為 42%，植株上的發芽率為 26.67% ($\chi^2 = 7.16$, $df = 1$, $p < 0.01$)；在蟻巢內的大黍發芽率為 57.33%，植株上的發芽率為 6% ($\chi^2 = 88.98$, $df = 1$, $p < 0.001$)；在蟻巢內的兩耳草發芽率為 69.33%，植株上的發芽率為 38% ($\chi^2 = 28.37$, $df = 1$, $p < 0.001$)。然而，蟻巢內青莧種子的發芽率則顯著低於植株上的成熟種子，分別為 20% 和 40% ($\chi^2 = 13.35$, $df = 1$, $p < 0.001$)。至於飛揚草、雙花草和馬唐，蟻巢內堆積的種子與植

株上的成熟種子，兩者之間的發芽率並無顯著差異；在蟻巢內的飛揚草發芽率為 72.67%，植株上的發芽率為 63.33% ($\chi^2 = 2.59$, $df = 1$, $p = 0.1076$)；在蟻巢內的雙花草發芽率為 92%，植株上的發芽率為 84% ($\chi^2 = 3.82$, $df = 1$, $p = 0.0506$)；在蟻巢內的馬唐發芽率為 53.33%，植株上的發芽率為 56% ($\chi^2 = 0.12$, $df = 1$, $p = 0.7279$)。

討 論

本研究採集熱帶火蟻蟻巢內種子的過程中，發現蟻巢內多處的淺層蟻室堆積植物種子，蟻巢外的垃圾堆中亦有大量被火蟻丟棄的種子外殼，顯示許多被火蟻收集的種子種仁可能已被火蟻取食，此為螞蟻食種子的的重要特徵之一 (Hughes and Westoby, 1992a; Wolff and Debussche, 1999)。由此可知，臺灣的熱帶火蟻族群會收集多種植物種子，並具有食種子習性。

臺中、雲林、嘉義和臺南等四個高鐵站周邊的荒廢地，環境開闊，植被以草本植物為主，且明顯以禾草為主要優勢族群，木本植物零星分佈。從四個地區共 12 巢蟻巢內堆積的種子鑑定結果，禾草種子共 16 種，佔全部種類的 43.24%。每巢皆能發現數種禾草種子，以臺南地區為例，蟻巢內被收集的禾草種子種類高達 6 種，且種子數量眾多，由此可知臺灣的熱帶火蟻族群較偏好收集其棲地內的禾草種子，這一類種子並無油質體構造，屬於非蟻佈植物種子。本研究結果與 Carroll and Risch (1984) 調查相似，他們發現在墨西哥的農耕地與早期次生地，熱帶火蟻偏好收集禾本科植物種子如狗牙根屬 (*Cynodon*)、雀稗屬 (*Paspalum*)、狗尾草屬 (*Setaria*)、龍爪茅屬 (*Dactyloctenium*) 與臂形草屬 (*Brachiaria*)。

Chauhan *et al.* (2010) 也依熱帶火蟻對種子搬運率來表示偏好其程度，結果顯示熱帶火蟻最偏好升馬唐 (*Digitaria ciliaris*) (93%)，其次是牛筋草 (*Eleusine indica*) (88%) 與芒稷 (*Echinochloa colona*) (75%)。此外，Risch and Carroll (1986) 認為熱帶火蟻收集種子的偏好性，可能因此改變環境中的種子豐度，甚至影響植物群落組成。故本研究結果推測，臺灣的熱帶火蟻大量收集環境中多種禾草種子並取食種子，可能因此降低禾草種子的豐度；但也可能因搬運、收集種子的過程中間接協助種子傳播，同時影響禾草植物的數量與分佈。因此，以往螞蟻被分為兩類，種子取食者與種子傳播者，但誠如 Retana *et al.* (2004) 研究，螞蟻可能同時是非蟻佈植物種子的取食者兼傳播者。

依不同地區蟻巢內部所收集到的種子來看，四個地區的熱帶火蟻最偏好收集的禾草種子種類明顯不同。臺中地區的火蟻收集大量的大黍種子；雲林為兩耳草；嘉義為雙花草；臺南則是龍爪茅和馬唐。觀察四個地區植物相的組成，臺中高鐵站周邊荒廢地以大黍為優勢禾草，雲林為兩耳草和牛筋草，嘉義為雙花草和高野黍，臺南則是馬唐和龍爪茅。Risch and Carroll (1986) 對墨西哥熱帶火蟻的長期觀察研究，也發現火蟻蟻巢內堆積的種子，僅有棲地內正在結實、散播的植物種類。此外，Gross *et al.* (1991) 採集澳洲北部熱帶疏樹大草原中的突胸家蟻屬 (*Meranoplus*) 和大頭家蟻屬 (*Pheidole*) 蟻巢內種子，發現蟻巢內堆積的種子會因蟻巢外不同的植物相而有所差異。因此本研究各地區火蟻最偏好收集的禾草種子，皆為該地區的優勢禾草。熱帶火蟻最偏好收集的禾草種子因地區而有差異的原因，可能與棲地環境中的禾草種子可獲得性 (seed availability) 有關。

利用種子偏好試驗，以瞭解熱帶火蟻是否具有明顯偏好的種子種類。偏好試驗選用的 10 種植物種子，包括 7 種禾草和 3 種闊葉草本種子，皆選自熱帶火蟻於臺中、雲林、嘉義和臺南等四個樣區中收集數量較多的種子種類。試驗時，使用植株上的成熟種子，乃因考慮到採集自蟻巢內部的種子，表面多沾附土壤且可能受潮、發霉，有些則因火蟻取食而遭受破壞，或可能留存有原本蟻巢內部的化學氣味，較不適合誘引火蟻搬運、收集。臺中和嘉義的試驗結果皆顯示，當 10 種植物種子混合在一起時，熱帶火蟻明顯偏好先搬運禾草種子，闊葉草本種子是次要的選擇。如同 Carroll and Risch (1984) 在種子偏好試驗中，也觀察到熱帶火蟻偏好收集禾草種子，其次才可能收集豆科合萌屬與錦葵科旋葵屬植物種子。Díaz (1996) 指出，相較於某些雙子葉植物，如豆科、錦葵科和旋花科，禾草種子所含有毒的次級代謝物質 (secondary metabolites) 非常微量，尤其是生物鹼 (alkaloid)。Idu and Onyibe (2011) 調查 48 種禾本科種子所含成分，其中僅有 12 種禾本科種子具有生物鹼，對於取食種子的螞蟻而言，這些次級代謝物質具毒性，因此收集的種子種類通常以禾草為主 (Carroll and Janzen, 1973)。此或許可說明在四個樣區的火蟻巢內，為何熱帶火蟻收集的種子以禾草佔多數。因此，推測火蟻對種子的偏好可能受種子內所含成分或化學物質影響，此部分值得未來進一步進行探究。儘管火蟻對 10 種植物種子有偏好程度的差異，但最終皆被火蟻搬運完，可能因試驗於 10 至 11 月間進行，秋冬之際，許多草本植物皆已枯萎，環境中的種子種類、數量皆少。又適逢臺中和嘉義高鐵站的周邊荒廢地遭除草後不久，環境中熱帶火蟻能收集的種子資源可能相當匱乏。因此當試驗用的混合種子堆出現於野地，

等於是團狀分佈於地面上的豐富食物資源，火蟻對種子堆的覓食效率因而提高。另試驗時間為下午 3 點至 5 點之間，正是工蟻外出覓食的高峰時段。在上述因素共同影響之下，促使火蟻在 1 小時內，即能將所有種子搬運完。

臺中火蟻巢內種子數量最豐富的三種植物分別為大黍、圓果雀稗和飛揚草，嘉義則是雙花草、霧水葛和飛揚草。但在種子偏好試驗中，臺中與嘉義兩地區熱帶火蟻最先搬運的種子種類皆為雙花草、大黍與圓果雀稗。觀察二地植物相的組成，雙花草並未出現在臺中高鐵站周邊荒廢地；而大黍亦未出現於嘉義高鐵站周邊荒廢地。本試驗中熱帶火蟻偏愛先搬運的種子種類亦包括當地植物相中未出現的種子種類，如同 Seaman and Marino (2003) 在美國南卡羅來納州一處廢棄的農耕用地，研究入侵紅火蟻 (*Solenopsis invicta*) 對於種子的偏好。他們選用 5 種南卡羅來納州常見草本植物的種子，包括樣區內常見的豬草 (*Ambrosia artemisiifolia*) 和北美一枝黃花 (*Solidago altissima*)，以及樣區內族群量稀少或未發現的反刺莧 (*Amaranthus retroflexus*)、早熟禾 (*Poa annua*) 和藜 (*Chenopodium album*)，結果發現入侵紅火蟻收集數量較多的種子種類為反刺莧、早熟禾與藜。

Hughes and Westoby (1992b) 曾指出食種子螞蟻搬運種子時的選擇受種子大小影響，根據最適取食理論 (optimal foraging theory)，動物傾向以單位時間內能得到最大能量獲益的方式選擇食物 (Schoener, 1971)，大型種子能提供給螞蟻的能量獲益高於小型種子，故螞蟻在每一次收集種子的過程中，大多優先選擇大型種子。從本研究結果可知，最先被火蟻搬運完的大黍、雙花草和圓果雀稗種子皆屬大型種子 (> 0.5 mg)，最後被火蟻搬運完的牛筋草、兩耳草和飛揚草種子全為小型種子

(< 0.5 mg)，顯示熱帶火蟻在混合種子堆中較偏好先搬運大型種子，種子大小似乎是影響熱帶火蟻對種子偏好的因素之一。Kaspari (1996) 發現體型偏小的螞蟻主要搬運小型種子，體型較大的螞蟻則小型或大型種子皆會搬運。由於熱帶火蟻工蟻屬於多態型 (polymorphism)，因此能搬運的種子大小範圍較廣。熱帶火蟻雖偏好先搬運大型種子，然兩地區的試驗發現火蟻招募許多工蟻前來之後，並非所有工蟻都優先選擇搬運大型種子，推測此現象也與熱帶火蟻工蟻的多態型有關。

種子發芽試驗結果顯示，熱帶火蟻堆積種子於蟻巢內的行為對 8 種植物種子發芽率的影響並不完全相同。其中，堆積於蟻巢內的龍爪茅 (42%)、大黍 (57.33%) 和兩耳草 (69.33%) 此 3 種禾草種子，以及闊葉草本霧水葛 (98%)，種子發芽率均顯著高於植株上成熟的種子，可知被堆積於火蟻蟻巢內的禾草種子，其種子活力 (seed viability) 似乎不受影響，甚至可能因此提高。Leal *et al.* (2007) 發現蟻巢內部土壤並未富含較多的養分，但蟻巢土質鬆軟、溼潤，有助於種子發芽、幼苗生長。熱帶火蟻蟻巢內部的土壤鬆軟且較濕潤，推測蟻巢內部環境可能提供種子萌發前所需的水分。霧水葛、龍爪茅、大黍和兩耳草種子在蟻巢內貯藏的時間可能較久，種子已浸潤吸水足夠，故蟻巢內種子的發芽率顯著高於植株上的成熟種子。蟻巢內堆積的青莧種子發芽率則顯著低於植株上的成熟種子，推測原因可能是莧屬 (*Amaranthus*) 植物通常種子具休眠狀態 (dormancy) (Aufhammer *et al.*, 1994)。Crisraudo *et al.* (2007) 以 9 種莧屬植物種子進行發芽試驗，指出莧屬植物種子解除休眠狀態所需的溫度和光照條件各不相同。本研究推測火蟻堆積於巢內的青莧種子，多數仍處於休眠狀態，而試驗時的溫度與光照條件可能不足

以誘導種子解除休眠，故發芽率偏低。

Crist and MacMahon (1992) 發現收割家蟻屬 *Pogonomyrmex occidentalis* 的工蟻搬運回蟻巢的種子中，種子成熟、飽滿的比例為 88%，他們認為螞蟻在搬運種子時，大致能區別出種子成熟、飽滿與否。本研究發現熱帶火蟻搬運回蟻巢內堆積的種子中，也以成熟、飽滿的種子居多。火蟻蟻巢外的垃圾堆中多為種子外殼，較難發現完整、健全的種子。進行分類、整理蟻巢內部的種子時，經常可見因火蟻取食而遭受破壞的種子。Tennant and Porter (1991) 調查美國德州中南部的熱帶火蟻與入侵紅火蟻的食物來源組成，指出熱帶火蟻的固體食物來源中，種子佔 30%，為入侵紅火蟻的 8 倍。因此，本研究推測熱帶火蟻堆積於蟻巢內的種子，即使種子活力大多仍高，但種子為火蟻的主要食物來源之一，最終可能皆被螞蟻取食，因此被儲存於蟻巢內的種子無法獲得傳播。此外，本研究採集的蟻巢內部種子，皆發現多種植物種子被火蟻堆積成團塊狀，蟻巢內貯藏種子的空間受限，可能提高種子間的生存競爭壓力，較不利於種子發芽、生長。種子長期堆積於蟻巢內，亦可能因缺乏光照、埋土過深而影響其發芽率。不受光照影響而能萌發的種子種類，種子發芽後也可能因無法獲得光照，造成幼苗難以生長。這應是為何蟻巢表面土壤少見植物幼苗生長的原因之一。即使種子躲過火蟻取食而被丟棄在蟻巢外的垃圾堆中，火蟻喜好築巢於開闊的環境，蟻巢土壤表面的水分蒸發較快且易暴曬於陽光下，而形成乾燥的環境，種子難以發芽。蟻巢土壤表面在持續的日照下，更易導致種子的活力逐漸喪失 (Egley, 1990; Thompson *et al.*, 1997)。熱帶火蟻大量收集種子並堆積於蟻巢內的行為可能不利於種子的傳播，然火蟻搬運種子回蟻巢的過程中，一旦有種子遺落於途

中，反而可能間接協助植物傳播種子。

入侵種螞蟻多為雜食性，能高度適應受干擾變動的環境，能在入侵地區快速取得族群數量的優勢，危及本地螞蟻物種的多樣性和豐度，甚至破壞或改變本地螞蟻與許多植物、昆蟲所建立的交互關係 (Holway *et al.*, 2002)。本研究已初步發現臺灣熱帶火蟻族群與棲地內植物種子的交互關係，並建立火蟻所收集種子的植物學相關資料。熱帶火蟻大量收集並堆積於蟻巢內的種子種類，以禾草居多；火蟻對種子的偏好試驗亦發現火蟻偏好先收集禾草種子。二者的結果相當一致，皆顯示環境中的禾草種子面臨更多被火蟻取食的機會。雖然火蟻收集並取食種子的行為，可能影響被取食的植物種子傳播與生存機會。但值得注意的是，這些禾草種子多屬於外來種植物，藉由熱帶火蟻族群大量搬運的結果，推測種子將面臨兩種命運，第一，多數外來種植物種子被堆積於蟻巢內並遭取食，將可降低這些植物種子萌發的機會；第二，若火蟻搬運種子過程裡，遺落種子於途中，將助長這些外來種植物種子遠離母株進而擴散。外來種植物種子若因火蟻搬運而得以擴散，將可能排擠、衝擊本土禾草植物生存空間，進而影響火蟻入侵地區的植物族群豐度與組成。因此未來需進一步調查，瞭解熱帶火蟻對於其棲地中禾草類植物的族群數量與分布的影響。

誌謝

本研究承科技部計畫編號 NSC 101-2621-M-126-003- 及 NSC 102-2621-M-126-001- 經費補助。感謝林宗岐副教授對研究內容提供寶貴建議，以及朱世宏、李紹輔和李宜玲於研究期間協助實驗進行，謹此致謝。

引用文獻

- Aufhammer W, Kaul HP, Kruse M, Lee JH, Schwesig D.** 1994. Effects of sowing depth and soil conditions on emergence of amaranth and quinoa. *Eur J Agron* 3: 205-210.
- Beattie AJ, Hughes L.** 2002. Ant-plant interactions. pp 211-235. In: Herrera CM, Pellmyr O (eds). *Plant-animal Interactions: an Evolutionary Approach*. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK.
- Carroll CR, Janzen DH.** 1973. Ecology of foraging by ants. *Annu Rev Ecol Syst* 4: 231-257.
- Carroll CR, Risch SJ.** 1984. The dynamics of seed harvesting in early successional communities by a tropical ant, *Solenopsis geminata*. *Oecologia* 61: 388-392.
- Chauhan BS, Migo T, Westerman PR, Johnson DE.** 2010. Post-dispersal predation of weed seeds in rice fields. *Weed Res* 50: 553-560.
- Christianini AV, Mayhé-Nunes AJ, Oliveira PS.** 2007. The role of ants in the removal of non-myrmecochorous diaspores and seed germination in a neotropical savanna. *J Trop Ecol* 23: 343-351.
- Crisraudo A, Gresta F, Luciani F, Resticcia A.** 2007. Effects of after-harvest period and environmental factors on seed dormancy of *Amaranthus* species. *Weed Res* 47: 327-334.
- Crist TO, MacMahon JA.** 1992. Harvester ant foraging and shrub-steppe seeds:

- interactions of seed resources and seed use. *Ecology* 73: 1768-1779.
- Díaz M.** 1996. Food choice by seed-eating birds in relation to seed chemistry. *Comp Biochem Physiol* 113: 239-246.
- Egley GH.** 1990. High-temperature effects on germination and survival of weed seeds in soil. *Weed Sci* 38: 429-435.
- Giladi I.** 2006. Choosing benefits or partners: a review of the evidence for the evolution of myrmecochory. *Oikos* 112: 481-492.
- Gross CL, Whalen, MA, Andrew MH.** 1991. Seed selection and removal by ants in a tropical savanna woodland in Northern Australia. *J Trop Ecol* 7: 99-112.
- Holway DA, Lach L, Suarez AV, Tsutsui ND, Case TJ.** 2002. The causes and consequences of ant invasions. *Annu Rev Ecol Syst* 33: 181-233.
- Horvitz CC.** 1981. Analysis of how ant behaviors affect germination in a tropical myrmecochore *Calathea microcephala* (P. & E.) Koernicke (Marantaceae): microsite selection and aril removal by neotropical ants, *Odontomachus*, *Pachycondyla*, and *Solenopsis* (Formicidae). *Oecologia* 51: 47-52.
- Hsu LM, Chiang MY.** 2007. Lawn weeds in Taiwan I. Taichung, Taiwan: Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute. 128 pp. (in Chinese)
- Hsu LM, Chiang MY.** 2008. Lawn weeds in Taiwan II. Taichung, Taiwan: Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute. 124 pp. (in Chinese)
- Hsu LM, Chiang MY.** 2009. Lawn weeds in Taiwan III. Taichung, Taiwan: Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute. 134 pp. (in Chinese)
- Hsu LM, Chiang MY.** 2010. Lawn weeds in Taiwan IV. Taichung, Taiwan: Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute. 130 pp. (in Chinese)
- Hughes L, Westoby M.** 1992a. Fate of seeds adapted for dispersal by ants in Australian sclerophyll vegetation. *Ecology* 73: 1285-1299.
- Hughes L, Westoby M.** 1992b. Effect of diaspore characteristics on removal of seeds adapted for dispersal by ants. *Ecology* 73: 1300-1312.
- Idu M, Onyibe HI.** 2011. Nature of ergastic substances in some Poaceae seeds. *Afr J Biotechnol* 10: 9800-9803.
- Kaspari M.** 1996. Worker size and seed size selection by harvester ants in a Neotropical forest. *Oecologia* 105: 397-404.
- Lai LC, Hua KH, Yang CC, Huang RN, Wu WJ.** 2009. Secretion profiles of venom alkaloids in *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae) in Taiwan. *Environ Entomol* 38: 879-884.
- Leal IR, Wirth R, Tabarelli M.** 2007. Seed dispersal by ants in the semi-arid

- Caatinga of north-east Brazil. *Ann Bot* 99: 885-894.
- Ness JH, Bronstein JL.** 2004. The effects of invasive ants on prospective ant mutualists. *Biol Invasions* 6: 445-461.
- Ohkawara K.** 2005. Effect of timing of elaiosome removal on seed germination in the ant-dispersed plant, *Erythronium japonicum* (Liliaceae). *Plant Species Biol* 20: 145-148.
- Pirk GI, Lopez de Casenave J.** 2011. Seed preferences of three harvester ants of the genus *Pogonomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) in the Monte desert: are they reflected in the diet? *Ann Entomol Soc Am* 104: 212-220.
- Retana JF, Picó X, Rodrigo A.** 2004. Dual role of harvesting ants as seed predators and dispersers of a non-myrmecorous Mediterranean perennial herb. *Oikos* 105: 377-385.
- Risch SJ, Carroll CR.** 1986. Effect of seed predation by a tropical ant on competition with weeds. *Ecology* 67: 1319-1327.
- Schoener TW.** 1971. Theory of feeding strategies. *Annu Rev Ecol Syst* 2: 369-404.
- Seaman RE, Marino PC.** 2003. Influence of mound building and selective seed predation by the red imported fire ant (*Solenopsis invicta*) on an old-field plant assemblage. *J Torrey Bot Soc* 130: 193-201.
- Taber SW.** 2000. Fire ants. Texas A&M University Press, College Station. 308 pp.
- Tennant LE, Porter SD.** 1991. Comparison of diets of two fire ant species (Hymenoptera: Formicidae): solid and liquid components. *J Entomol Sci* 26: 450-465.
- Thompson AJ, Jones NE, Blari AM.** 1997. The effect of temperature on viability of imbibed weed seeds. *Ann Appl Biol* 130: 123-134.
- Tschinkel WR.** 1988. Distribution of the fire ants *Solenopsis invicta* and *S. geminata* (Hymenoptera: Formicidae) in Northern Florida in relation to habitat and disturbance. *Ann Entomol Soc Am* 81: 76-81.
- Wolff A, Debussche M.** 1999. Ants as seed dispersers in a Mediterranean old-field succession. *Oikos* 84: 443-452.

收件日期：2014年9月20日

接受日期：2014年10月28日

Preliminary Study of Seed Harvesting by the Tropical Fire Ant, *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae), in Taiwan

Yu-Chen Chen¹, Wen-Jer Wu², and Li-Chuan Lai^{1*}

¹ Department of Ecological Humanities, Providence University, Taichung City, Taiwan

² Department of Entomology, National Taiwan University, Taipei City, Taiwan

ABSTRACT

Ants are considered both predators and dispersers of seeds. Seed dispersal by ants is usually regarded as part of the ant-plant mutualism. However, ants may play a dual role as both predator and disperser of non-myrmecorous seeds. Tropical fire ants (*Solenopsis geminata*) have a granivorous habit (dyszoochory), with workers having been observed attempting to collect seeds from numerous non-myrmecorous plant species. We excavated fire ant nests from four counties (Taichung, Yunlin, Chiayi and Tainan) in Taiwan. We then gathered the seeds that were harvested by the ants, and found seeds of 37 species belonging to 12 plant families. Most of the seeds were non-myrmecorous herb seeds, including 16 species of the Poaceae family. The majority of the seeds harvested in Taichung by the fire ants was *Panicum maximum*, in Yunlin it was *Chamaesyce hirta*, *Eleusine indica* and *Paspalum conjugatum*, in Chiayi it was *Pouzolzia zeylanica*, *Chamaesyce hirta* and *Dichanthium annulatum*, and in Tainan it was *Amaranthus patulus*, *Dactyloctenium aegyptium* and *Digitaria sanguinalis*. We conducted seed preference experiments, and found that grass seeds such as *Dichanthium annulatum*, *Panicum maximum*, and *Paspalum orbiculare* were readily removed by the fire ants. The ant's choices seemed to be influenced by the weight of the seed. Seeds heavier than 0.56 mg were harvested preferentially, while seeds weighing between 0.07-0.43 mg were rarely retrieved. In our seed germination experiments, the germination rates of seeds from *Pouzolzia zeylanica*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Panicum maximum* and *Paspalum conjugatum* collected by the fire ants were significantly higher than those from mature seeds left on the plants, while the germination rate of seeds from *Amaranthus patulus* was significantly lower. It is worth noting that fire ants seemed to prefer the seeds of introduced species to those of native species. The results in this study show that seed removal and harvesting by workers of *S. geminata* may impact the abundance and composition of a plant community in Taiwan, especially that of native grasses in fields infested with *S. geminata*.

Key words: non-myrmecochorous, *Solenopsis geminata*, dyszoochory, Poaceae, preference