

大礁溪實驗林場白蟻種類之調查

劉建華 戴碧英 陳維倫 林亞立

國立宜蘭技術學院森林系

摘要

本研究以國立宜蘭技術學院大礁溪實驗林場為範圍，設置 71 個樣區，以搜尋及誘捕兩種方法，對林場白蟻種類與分佈進行調查。調查結果在 71 個樣區中，計有 51 個樣區捕獲白蟻，顯示白蟻普遍分佈在整個林場。捕獲的白蟻經鑑定共有五種，依捕獲數量多寡排列，依序為黃肢散白蟻 (*Reticulitermes flaviceps* Oshima)、小象白蟻 (*Eutermes parvonasutus* Shiraki)、黑翅土白蟻 (*Odontotermes formosanus* Shiraki)、家白蟻 (*Coptotermes formosanus* Shiraki) 及歪白蟻 (*Capritermes nitobei* Shiraki)。捕獲較多的三種白蟻中，黃肢散白蟻與小象白蟻分佈較為平均，黑翅土白蟻似乎較喜在隱蔽潮濕的環境中活動。在楓香林同時埋設鐵杉與楓香材製成之陷阱比較其誘捕效果，結果顯示鐵杉材的誘捕效果優於楓香。調查採用的兩種方法中，以搜尋法捕獲效果較佳，但在捕獲種類上並無差異。若以調查過程與結果考量，林地白蟻調查研究應以搜尋為主，誘捕為輔，方能得到較完整可靠的資料。

關鍵詞：白蟻、大礁溪實驗林場、宜蘭

Primary Survey on the Termite Species of the Experimental Forest of National I-Lan Institute of Technology

Chien-Hua Liu Pi-Ying Tai Wen-Luen Chen Ya-Lih Lin

Department of Forestry , National I-Lan Institute of Technology

Abstract

Seventy-one sampling strands were built and studied with searching and trapping methods to survey the species and distribution of termites in the experimental forest of National I-Lan Institute of Technology. Termites were found and captured in 51 stands out of the 71 survey stands, which indicates that termites have a general distribution in the experimental forest. Five termite species were captured and identified, they are *Reticulitermes flaviceps* Oshima 、 *Eutermes parvonasutus* Shiraki 、 *Odontotermes formosanus* Shiraki 、 *Coptotermes formosanus* Shiraki and *Capritermes nitobei* Shiraki, listed by the sequence of termite capture frequency. Among the three most frequently captured termite species, *R. flaviceps* and *E. parvonasutus* appear to distribute in the whole experimental forest, while *O. formosanus* seems intend to active under relatively highly shaded and humid environment. The evident difference of capture rates between traps prepared with wood pieces of *Tsuga* spp. and of *Liquidembra formosanus* set together in the *Liquidembra formosanus* tree stand showed that termites were more likely to be attracted by *Tsuga* spp. In comparison between the two survey methods applied in this study, direct searching method provided better results, but no difference was observed between searching and trapping methods on the captured termite species. In consideration of the survey process and results, searching method provides sufficient and reliable termite survey results on forestland. However, supplemental information may be obtain by trapping method.

Key word : Termite , Experimental forest of National I-Lan Institute of Technology , I-Lan

一、前言

白蟻為節肢動物門昆蟲綱等翅目的社會性昆蟲，以纖維質材料為主要食物，是森林生態系重要的清除者，亦為纖維質製品的主要生物危害因子之一。白蟻在二億五千萬年前即出現在地球上，為演化較早的昆蟲種類。目前全世界白蟻估計約有 2200 種，共分為 6 科，主要分布於熱帶及亞熱帶地區。台灣地區目前記錄的白蟻種類有 16 種，分屬 4 個科。若以全世界已知昆蟲種數約一百二十萬種及台灣已知昆蟲種數一萬五千種的比例推估，台灣地區白蟻種數可能較現有記錄的 16 種為多。

台灣地區白蟻研究始於日治時期，在 1895 年到 1949 間，先後有八位日籍學者來台從事白蟻相關的研究調查工作。其中大島正滿在其第一至第四回白蟻調查報告[1,2,3,4]及相關報告中[5]，對當時所調查到的白蟻種類有非常詳細的描述。台灣光復後，杜祖智先生於 1950 至 1953 年在台灣本島平地及山地等三十七個地方及澎湖、綠島、蘭嶼等，調查蒐集白蟻資料和標本，並與日據時期研究結果綜合，整理出台灣地區所產白蟻共 3 科 8 屬 15 種[6]。期間另有易希陶先生參考杜祖智先生及前人研究結果，記錄並詳細描述 12 種台灣產白蟻[7]。此後雖有黃仲華先生[8,9,10]、蔡邦華與陳寧生先生[11]及趙工杜先生[12]等整理發表有關台灣產白蟻的報告，然多沿用杜祖智與易希陶兩位前輩的資料。1994 年，鐘佳宏與陳錦生先生[13]，綜合整理台灣地區白蟻相關文獻，確認台灣產白蟻 16 種，並製作兵蟻及有翅成蟲檢索表，為近年來台灣白蟻最重要的文獻。由大島正滿開始迄今，台灣地區白蟻種類調查已有 90 年的歷史。然調查成果大致不出日據時期的範疇。

本研究室近年來積極進行木造設施與建物之生物劣化調查，體認白蟻為台灣地區木造設施主要劣化昆蟲。然而台灣地區白蟻基礎資料仍屬匱乏，因此以大礁溪實驗林場為對象，以搜尋及誘捕兩種方式對其中白蟻種類及分布進行調查。目的除了瞭解林場白蟻種類及分布外，並藉以磨練調查技巧，做為爾後研究調查的基礎。

二、材料與方法

國立宜蘭技術學院大礁溪實驗林場面積約 173 公頃，地形由西北向東南傾斜，海拔高度在 125-670 公尺之間。屬東亞亞熱帶季風氣候，年平均氣溫在攝氏 18~21.5 度之間，年平均降雨量 2700 公釐以上，年降雨日 200 日以上，年平均相對濕度 86%，雲量多，日照少，平均雲量十分之八以上。蘭花溪由北向南縱貫全區，將林場分為東西兩側。蘭花溪西側因地勢較平緩為主要施業、教學及實驗區；蘭花溪東側(竹子崙山區)因地勢較陡峭且為碎石表層，人為設施及活動較少。本調查雖以全林場為對象，但仍以蘭花溪西側為主，東側為輔。

(一) 樣區設置

蘭花溪西側以產業道路 500~3200m 兩側為主要調查區，沿道路每 100m 設置一個樣區，共 28 個樣區。除產業道路外，另於蘭花溪西側忠信樓附近、標本園、苗圃水塔附近、蘭花溪上半段、產業道路 2500m 西側楓香林及產業道路 500、1000、1500m 處林地內設置 8 個調查區。蘭花溪東側則於蘭花溪橋下方烤肉區及東側竹林各設置 1 個調查區，合計共 11 個調查區。除產業道路兩側調查區外，其餘各區分設 2-7 個樣區，樣區為邊長 5m，面積約 25m² 之正方形樣區，11 個調查區合計共設 71 個樣區。調查區與樣區位置及樣區數目與設置方式如表 1 及圖 1 所示。

表 1 調查區位置及樣區編號與設置方式

調查區位置	樣區編號	樣區數	設置方式
蘭花溪西側			
產業道路	1-28	28	於路標 500~3200m，每隔 100m 以道路上或下坡 5m 處為中心，設置 1 個樣區。
忠信樓	29-31	3	忠信樓東、東南及西南側各設 1 個樣區。
標本園	32-38	7	沿步道每 50m 設置 1 個樣區。
苗圃水塔	39-41	3	由產業道路起，沿步道每 50m 設置 1 個樣區。
產業道路 500m 林地	42-45	4	由產業道路起，沿步道每 50m 設置 1 個樣區。
產業道路 1000m 林地	46-49	4	以產業道路向上坡林地約 50m 處為中心點，東、西、南、北四側，相距 25m 各設 1 個樣區。
產業道路 1500m 林地	50-53	4	以產業道路向上坡林地約 50m 處為中心點，東、西、南、北四側，相距 25m 各設 1 個樣區。
產業道路 2500m 楓香林	54-59	6	由楓香林邊緣，沿小徑每 50m 上或下坡處置設 1 個樣區。
蘭花溪上半段	60-65	6	於溪西側，由海拔高度約 300m 處起，每 50m 設置 1 個樣區至海拔高度 450m 處止。
蘭花溪東側			
烤肉區	66-67	2	兩側邊境各設 1 個樣區。
竹林	68-71	4	由竹林邊緣起，沿小徑每隔 50m 設置 1 個樣區。
合計 11 區	1-71	71	

(二) 調查方法

白蟻調查採集方法為，在一樣區內(除樣區 22-28 外)同時採用搜尋及誘捕兩種方法。其目的除了比較不同的採集方法對採集結果的差異外，亦可藉以推測各種白蟻食性上的差異。搜尋採集時間為 88 年 4 月至 88 年 11 月；陷阱誘捕時間為 88 年 4 月至 88 年 12 月。

1. 搜尋法

以樣區中枯立倒木與殘材為對象，利用適當的工具搜尋枯立倒木與殘材本體及附近土壤，尋找白蟻蹤跡並設法將白蟻捕捉。因樣區數量較多，每個樣區於調查期間僅搜尋 1 次。

2. 誘捕法

以鐵杉(*Tsuga* spp.)邊皮材[14]填充直徑 8cm，長 25cm 的 PVC 水管，使邊皮材約佔水管體積 2/3，再以厚紙板填縫，使材料固定，製成誘捕陷阱。除樣區 22-28 等 7 個樣區外，各樣區皆於約略中心位置平放淺埋一個陷

阱於土表(深約 6cm)。此外，為確認鐵杉材之誘捕效果，於產業道路 2500m 楓香林調查區中的 6 個樣區(樣區編號 54-59)中皆於鐵杉材陷阱旁加設一個同規格之楓香(*Liquidembra formosanus*)邊皮材陷阱。二個陷阱並排，埋於同一坑內。陷阱於樣區施行搜尋採集時設置，8 週後收回陷阱取出填充材料，收集藏匿其中之白蟻。未捕獲白蟻者同時收回。

3. 白蟻鑑定

捕獲的白蟻，多數為工蟻及兵蟻，將兵蟻置於解剖顯微鏡下觀察特徵，利用自行編寫[15]的台灣現有記錄白蟻之兵蟻檢索表(附錄 1) 鑑別種類。

三、結果與討論

綜合搜尋及誘捕結果，於調查範圍內共捕獲，黃肢散白蟻(*Reticulitermes flaviceps* Oshima)、小象白蟻(*Eutermes parvonasutus* Shiraki)、黑翅土白蟻(*Odontotermes formosanus* Shiraki)、家白蟻(*Coptotermes formosanus* Shiraki)及歪白蟻(*Capritermes nitobei* Shiraki)等五種白蟻。各樣區所捕獲之白蟻種類如表 2 所示。

71 個樣區中以搜尋法在 45 個樣區捕獲白蟻，捕獲率為 63.4%，前述 5 種白蟻皆有。64 個設有陷阱的樣區中，31 個樣區陷阱中捕獲白蟻，捕獲率為 48.4%，但未捕獲歪白蟻。

表 2 樣區搜尋法與陷阱捕捉法結果

調查區	樣區號	搜尋	陷阱捕捉
蘭花溪西側 主道路	1	黃肢散白蟻	
	2		
	3		
	4		
	5	黃肢散白蟻	
	6		
	7	黃肢散白蟻、黑翅土白蟻	黃肢散白蟻
	8	黃肢散白蟻、小象白蟻	黃肢散白蟻
	9		
	10	小象白蟻	
	11	黃肢散白蟻	黃肢散白蟻
	12	黃肢散白蟻、小象白蟻	黃肢散白蟻
	13	黃肢散白蟻	黃肢散白蟻
	14	黃肢散白蟻、小象白蟻	
	15		黃肢散白蟻
	16	黃肢散白蟻	黃肢散白蟻
	17		
	18		黃肢散白蟻
	19	小象白蟻	黃肢散白蟻
	20	黃肢散白蟻	黃肢散白蟻
	21	黃肢散白蟻	黃肢散白蟻
	22	小象白蟻	*
	23	黃肢散白蟻	*
	24		*

	25	黃肢散白蟻、歪白蟻	*
	26	黃肢散白蟻	*
			(接下頁)
(承上頁)			
	27	家白蟻	*
	28	家白蟻	*
忠信樓	29		
	30		
	31	黑翅土白蟻	黑翅土白蟻
標本園	32		
	33		
	34		
	35		
	36		
	37		
	38		黑翅土白蟻
苗圃水塔	39	黑翅土白蟻	
	40	黑翅土白蟻	黑翅土白蟻
	41		
產業道路 500m 林地	42	黃肢散白蟻	
	43	黑翅土白蟻	黑翅土白蟻
	44		
	45		
產業道路 1000m 林地	46	小象白蟻	
	47	黑翅土白蟻	黃肢散白蟻
	48	黑翅土白蟻	黃肢散白蟻
	49	黃肢散白蟻	
產業道路 1500m 林地	50	黑翅土白蟻	黃肢散白蟻
	51	黃肢散白蟻	黃肢散白蟻
	52	黑翅土白蟻	黃肢散白蟻
	53	黃肢散白蟻、小象白蟻	小象白蟻
產業道路 2500m 楓香林	54	黃肢散白蟻	
	55		
	56	黃肢散白蟻	
	57	黃肢散白蟻	
	58	黑翅土白蟻	黑翅土白蟻
	59	小象白蟻	黑翅土白蟻
蘭花溪上半段	60	黑翅土白蟻	黃肢散白蟻
	61	黑翅土白蟻	黃肢散白蟻
	62	黑翅土白蟻	家白蟻
	63		黑翅土白蟻

	64	黃肢散白蟻
	65	

(接下頁)

(承上頁)

蘭花溪東側			
烤肉區	66	黃肢散白蟻	
	67	黑翅土白蟻	黑翅土白蟻
竹子崙山	68	黑翅土白蟻	黑翅土白蟻
	69	小象白蟻	
	70	小象白蟻	
	71		黑翅土白蟻

未搜獲或未捕獲

* 未設誘捕陷阱

(一)林場白蟻分佈情形

合併搜尋及誘捕結果，在調查範圍的 71 個樣區中，共有 51 個樣區捕獲白蟻，捕獲率 71.8%，顯示白蟻普遍分佈在整個林場。捕獲的白蟻中，黃肢散白蟻在 32 個樣區中出現，捕獲率為 45.1%，居 5 種白蟻之冠。其次為黑翅土白蟻及小象白蟻，出現樣區數分別為 21 及 11 個樣區，捕獲率為 29.6 及 15.5%。家白蟻及歪白蟻分別在 3 個及 1 個樣區中捕獲，捕獲率皆小於 5%。由此可知，大礁溪林場發現的五種白蟻中似乎以黃肢散白蟻族群較大，分佈較廣。

將各種白蟻出現的樣區位置加以標示(圖 2)可發現，黃肢散白蟻及小象白蟻呈現均勻分佈的情形，顯示此二種白蟻對林場各種微環境似乎都能適應。黑翅土白蟻則似乎有“遠離”主要產業道路的傾向。由發現黑翅土白蟻的 21 個樣區中，只有 1 個樣區(樣區 7)屬產業道路調查區的結果推論，相對於黃肢散白蟻及小象白蟻，黑翅土白蟻較喜好潮濕隱蔽的活動空間。李桂祥[16]也曾指出黑翅土白蟻喜好較潮濕的生活環境，主巢內部空氣溼度可達 95-100%。此外，家白蟻與歪白蟻因捕獲率太低，不便在分佈現象上予以推論。

(二)捕捉方法比較

在 64 個同時使用搜尋及誘捕方法的樣區中，搜尋法及陷阱誘捕法分別在 39 及 31 個樣區中捕獲白蟻，捕獲率分別為 60.9 及 48.4%。在 64 個樣區中，此二法皆捕獲 4 種白蟻(歪白蟻出現在僅施行搜尋法的第 25 樣區)。此二種方法在 64 個樣區中對黃肢散白蟻、黑翅土白蟻及小象白蟻等 3 種白蟻的捕獲情形整理於表 3。

表 3 搜尋及誘捕法在 64 個樣區中的白蟻捕獲樣區數

	黃肢散白蟻	黑翅土白蟻	小象白蟻
搜尋	24	15	10
誘捕	19	10	1

表 3 所列 3 種白蟻皆以搜尋法所得樣區數較多，由此可知，如林場般的自然環境中，白蟻調查方法以搜尋法較有效率。然而由表 3 中小象白蟻的數據顯示，在林地中尋獲的數量比誘捕的數量高出許多，可見純木棲性的小象白蟻較偏好自然環境下新鮮的木材。黃肢散白蟻是屬土、木兩棲白蟻，主要在木材或土壤中蛀蝕或穿築成孔道，黑翅土白蟻則是屬於地下分散型，兩者對新舊材似無偏好，因此搜尋及誘捕所捕獲的結果，並未呈現明顯的差異。

在 64 個樣區中，搜尋法及誘捕法皆捕獲白蟻者共有 25 個樣區。25 個樣區中，有 12 個樣區以此二方法捕獲相同的白蟻，9 個樣區捕獲不同的白蟻，4 個樣區以搜尋法捕獲的白蟻種類較誘捕法多。依作者在實驗中飼養白蟻的經驗發現，不同白蟻間(甚至同種不同巢的白蟻間)有強烈的領域性與排他性。陷阱誘捕的結果反應出樣

區地表經搜尋法干擾後白蟻重新入侵的情形。部分樣區於收回陷阱時(搜尋後 8 週)重新搜尋曾捕獲白蟻的根株殘幹，但皆未再發現白蟻，顯示搜尋法對白蟻行為及分佈有著一定程度的干擾。搜尋法所得結果雖包含運氣的因素，但應較能代表自然狀態下白蟻存在的情形。此外，多數樣區僅設置 1 個鐵杉邊皮材陷阱，陷阱的位置及所使用材料種類與狀態、物種間的競爭等因子皆可影響誘捕結果。由此推測，以本次調查的過程，搜尋法較

具代表性，而誘捕法亦提供了某種白蟻是否存在於樣區附近的資料。

爾後調查時似乎宜先設置陷阱，於陷阱回收時同時進行樣區搜尋，如此程序應能使調查結果更加完善。

(三) 陷阱用材誘捕效果比較

產業道路 2500m 的楓香林接近於純林，為探討楓香林之白蟻在鐵杉與楓香材同時存在的情形下，是否仍會選擇楓香或者會改以鐵杉材為啃蝕的對象，故而在產業道路 2500m 楓香林的 6 個樣區同時埋設鐵杉與楓香材陷阱進行比較，其結果如表 4 所示。

	黃肢散白蟻	黑翅土白蟻	小象白蟻
鐵杉	3	1	2
楓香	0	0	0

由表 4 的捕獲結果可知，鐵杉材陷阱捕獲黃肢散白蟻、黑翅土白蟻及小象白蟻，楓香材陷阱則無捕獲，因此在自然環境下，鐵杉材陷阱的誘捕效果優於楓香。

四、結論

利用搜尋及誘捕法在 71 個樣區中，共有 51 個樣區捕獲白蟻，捕獲率為 71.8%顯示白蟻普遍分佈在整個林場。捕獲的白蟻經鑑定有黃肢散白蟻 (*Reticulitermes flaviceps* Oshima)、小象白蟻 (*Eutermes parvonasutus* Shiraki)、黑翅土白蟻 (*Odontotermes formosanus* Shiraki)、家白蟻 (*Coptotermes formosanus* Shiraki) 及歪白蟻 (*Capritermes nitobei* Shiraki) 等五種。

各種白蟻的捕獲率以黃肢散白蟻 45.1%最高，黑翅土白蟻 29.6%次之，小象白蟻 15.5%再次之，家白蟻及歪白蟻皆小於 5%，顯示黃肢散白蟻可能為林場中族群較大，分佈較廣的白蟻種類。另就捕獲樣區位置分佈情形推測，黃肢散白蟻及小象白蟻在林場呈均勻分佈，而黑翅土白蟻則分佈於較隱蔽潮濕的地區。

調查採用的兩種捕捉方法中，以搜尋法應較能呈現自然環境中白蟻存在狀況。二者在白蟻捕獲種類上並無差異。另由小象白蟻以誘捕法僅捕獲一次的現象推測，小象白蟻似乎較喜好新鮮的枯立木殘幹。黃肢散白蟻與黑翅土白蟻對食物狀況似無偏好。此外，相對於楓香邊皮材，鐵杉邊皮材製成的陷阱，對林場白蟻誘捕效果較佳。

五、參考文獻

- 1 大島正滿 (1909) 台灣總督府民政部土木局第一回白蟻調查報告 37pp. 東京。
- 2 大島正滿 (1911a) 台灣總督府民政部土木局第二回白蟻調查報告 152pp. 東京。
- 3 大島正滿 (1912) 台灣總督府民政部土木局第三回白蟻調查報告 177pp. 東京。
- 4 大島正滿 (1914) 台灣總督府研究所第四回白蟻調查報告 88pp. 東京。
- 5 大島正滿 (1911b) 黃肢白蟻與大和白蟻之差別暨本邦內地所發現之白蟻學名昆蟲世界 第 15 卷 pp.355~363。
- 6 杜祖智 (1955) 台灣之白蟻 國立台灣大學醫學院醫理學科報告 pp.80~87。
- 7 易希陶 (1954) 台灣之白蟻問題 臺灣銀行季刊 第六期 pp.241~266。
- 8 黃仲華 (1962a) 白蟻的型態 科學教育 第八卷 pp.2~14。
- 9 黃仲華 (1962b) 台灣之地下白蟻 科學教育 第八卷 pp.14~17。

- 10 黃仲華 (1962c) 台灣之木棲白蟻 科學教育 第八卷 pp.17~22。
- 11 蔡邦華、陳寧生 (1964) 中國經濟昆蟲誌第八目等翅目白蟻 56pp. 科學出版社 北京。
- 12 趙工杜、吳輝榮、周延鑫 (1989) 古蹟蟲害調查與生態分析 45pp. 文建會。
- 13 鐘佳宏、陳錦生 (1994) 台灣產白蟻文獻之綜述及檢索表之製作 玉山生物學報第十一期 pp.193~203。
- 14 林亞立 (1998) 內政部二級古蹟彰化益源大厝建物生物劣化現況調查報告 55pp. 保存實驗室 台北。
- 15 陳維倫 (1999) 台灣現有記錄十六種白蟻檢索表之建立 21pp. 國立宜蘭技術學院森林系專科部專題討論報告。
- 16 李桂祥、戴自榮、李棟 (1989) 中國白蟻與防治方法 pp.121~122 中國林業出版社。

六、附錄

兵蟻檢索表

1 有窗點	2
無窗點	3
2 頭延長為象鼻	4
具正常之大顎	5
大顎歪斜	6
3 觸角 22-24 節，尾鬚 3-5 節	山林原白蟻
觸角 11-17 節，尾鬚 2 節	10
4 體長 4.05-4.44mm，頭部短卵形，頭長略大於寬，腹色淡，近白色	小象白蟻
體長 5.10-5.40mm，頭部寬卵形，頭寬大於長，腹色暗黃	高山象白蟻
5 頭長圓筒形	7
頭卵形或圓形	8
6 右大顎較左大顎直，顎尖與大顎並列	臺華歪白蟻
右大顎曲度較小，左大顎長於右大顎	歪白蟻
7 前額顯著隆起，明顯高出頭的後側	黃肢散白蟻
前額微隆起，不高出頭的後側	黑胸散白蟻
8 前胸背板扁平，前緣不翹起	9
前胸背板馬鞍狀，前緣不向上翹起	黑翅土白蟻
9 窗點近圓形，位於頭前端的一個微突起短管上	家白蟻
窗點圓形，前方有一明顯縱溝	臺灣原鼻白蟻
10 頭短小、方形，頭前端呈垂直或大於垂直之截斷面，並具凹凸不平結構	截頭堆砂白蟻
頭大長筒狀或圓柱狀	11
11 大顎長度近於頭長的一半	12
大顎長度小於頭長的一半	13
12 左大顎具 3 齒，右大顎具 2 齒	台灣木白蟻
左大顎中段具 5 齒，第 2、3 齒間及第 4、5 齒間分界不明顯；右大顎中段具 2 齒	恆春新白蟻
13 左大顎具 4 齒，第 4 齒寬而不明顯，前 3 齒相近，第 4 齒距離較遠；右大顎具 2 明顯之齒；前胸背板與頭等寬	赤樹白蟻

左大顎具 4 齒，中段前有二同形之齒，第 3、4 齒於中點之後；右大顎中段有
2 明顯之齒；前胸背板較頭部寬

黑樹白蟻