

多王多后對於臺灣土白蟻(*Odontotermes formosanus*) 建築成功率的影響

關貫之¹、李後鋒¹

在我們熟知的動物中，一夫一妻制是最為常見的婚配類型，也因此當有生物出現超過一對配偶組成家庭單位時，往往能博得生物學家們的注意。像是有些小型鳥類在婚配時，會採行多對配偶相互交配，以提高繁殖的機會。而一夫多妻制在獅群、靈長類甚至是古早的人類社會都能見到。而本文則是將眼光放到昆蟲界，介紹白蟻這種高度社會化的昆蟲以及其所採行的婚配習性。

白蟻簡介

白蟻是令許多人頭痛的害蟲，他們會危害家具、木建築以及裝潢材，每年在全球造成數十億美金的經濟損失。能產生如此強大的破壞力，除了他們是少數能吃木材的動物外，也跟他們發展出社會性有關。白蟻是真社會性的昆蟲，他們不但會群聚居住，協助彼此育幼，還有特化的繁殖階級。白蟻巢中的階級分為繁殖階級、兵蟻階級和工蟻階級。繁殖階級包含了蟻王跟蟻后，負責生殖，兵蟻負責防禦外敵，而工蟻則負責建築、覓食、育幼與部分的防禦。

雖然白蟻帶給人類不小的困擾，但其實並非全部的白蟻都是害蟲。目前在臺灣約發現了20種的白蟻，其中大約只有5種會危害居家環境，其他15種則居住在森林中。較早期的分類系統中，白蟻自成一個目，是為等翅目(Isoptera)，然而隨著分子生物學的進步，科學家透過遺傳分析發現，白蟻應該屬於蟻

蟻的一個分支，目前等翅目已經被降級為白蟻領科(Termitodeae)，並且被歸入專屬於螞蟻的蜚蠊目(Blattodea)，所以依照目前的分類方式，白蟻也是一類的螞蟻。

臺灣目前記錄了五個白蟻科，分別是原白蟻科(Termopsidae)、木白蟻科(Kalotermitidae)、木鼻白蟻科(Styloptermitidae)、鼻白蟻科(Rhinotermitidae)與白蟻科(Termitidae)。其中木鼻白蟻科是2017年才記錄上的白蟻類群，由梁維仁等人發現，並發表新種「穿山甲木鼻白蟻 (*Stylotermes halumicus*)」，由於這個類群為「木白蟻」演化至「鼻白蟻」的過渡類群，是昆蟲中的活化石，當時發表此物種的消息受聯合報、自由時報、泰國世界日報、……等國內外的媒體熱烈報導。除了活化石之外，臺灣也是目前世界上最具有破壞力的經濟害蟲—臺灣家白蟻(*Coptotermes formosanus*)的原生棲地。



臺灣土白蟻準備分飛離開原蟻巢的有翅階級。(邱俊禎 攝)

¹ 國立中興大學·昆蟲學系

臺灣土白蟻

在各類白蟻當中，歸屬於白蟻科的臺灣土白蟻(*Odontotermes formosanus*)算是最常見的白蟻物種，臺灣低海拔的土地上幾乎都能找到他們的蹤跡。一般大家常在下雨天看到的「大水蟻」中，有一種體型較大，翅膀黑色的，那應該就是臺灣土白蟻的有翅生殖階級。有別於其他白蟻多以木材為食物，土白蟻是一種會種植真菌的白蟻。因為這個特殊行為，他們這類群的白蟻被稱為養菌白蟻(fungus growing termites)，分布於非洲跟亞洲。土白蟻會堆積有機質，並把雞肉絲菇(*Termitomyces* sp.)的孢子接種在上頭，而雞肉絲菇長出的白色孢子球可供白蟻取食，這些種植真菌的農場被稱為菌圃(fungus garden)。正如同人類發展出農業之後，人口與科技都出現跳躍性的成長，養菌白蟻與真菌互利共生關係，讓他們得以高效率的取得能量，這也讓他們成為白蟻中最為優勢的類群。事實上，雞肉絲菇與白蟻確切的合作機制還有許多部分尚未明瞭，不過近期發表於真菌生態學的研究揭示了部分謎題。如同植物會利用甜美的果肉吸引動物取食進而達到傳播種子的目的，雞肉絲菇也用特定的物質吸引白蟻替他傳播孢子，科學家透過分析臺灣土白蟻的工蟻、菌圃、跟雞肉絲菇孢子球的化學成分，發現白蟻唯有取食孢子球，才能獲得白蟻生長必需的養分。

相較於人類的農業行為，土白蟻種植真菌的歷史更加悠久，超過數百萬年的時間。許多研究將人與白蟻農業行為相互比較，人類的農場中存在許多農業害蟲，而白蟻的菌



野外的雞肉絲菇。(邱俊禕 攝)

圃也不例外。在野外的土白蟻菌圃中，能發現超過5種專化寄居的蚤蠅，許多甲蟲、馬陸等節肢動物也時常被記錄到棲息在白蟻菌圃中。近期一篇刊登於〈科學報告(Scientific Reports)〉的研究，探討了有關食菌性線蟲對於白蟻菌圃危害風險，檢測白蟻以及寄居生物是否會從外界環境攜帶能危害菌圃的線蟲進到蟻巢中。研究發現雖然在甲蟲的翅鞘和外動的白蟻身上可以發現線蟲，但這些線蟲仍難以出現在菌圃中，因此推測這可能與白蟻高頻度相互清潔體表有關。

土白蟻的覓食習性並不像一般人想的那麼簡單，透過長期的野外調查研究，臺灣的科學家發現，土白蟻在特定的氣候條件下，會降低取食同一塊木頭的時間，並且更頻繁的更換覓食區域，這樣的行為特性被認為有助於規

避如螞蟻這類在夏季活躍的掠食性天敵。

臺灣土白蟻多王多后築巢優劣

雖然從上述的介紹可以知道科學家對於土白蟻已經投入許多的研究，不過有個關於白蟻的問題卻較少人清楚，那就是白蟻建立蟻巢的初期發生了甚麼事？大家應該會覺得白蟻分飛是很常見的，每年的雨季幾乎都能看到大水蟻在夜空中飛舞，然而卻很難知道這些有翅階級是如何建立蟻巢的，因為實際上白蟻是很難飼養的，若從剛分飛的有翅型開始飼養，到白蟻建立初具規模的蟻巢往往要花上幾年的時間，期間要面臨非常高的死亡率，若是孔子養過白蟻，那論語大概會改寫成「唯白蟻與小人為難養也」。雖然如此，臺灣研究土白蟻的學者邱俊禕博士仍然花了三年的時間投入土白蟻的飼養，研究土白蟻是如何透過合作增加建立蟻巢的成功率。此研究在2018年刊載於頂尖國際期刊〈行為生態學與社會生物學(Behavioral Ecology and Sociobiology)〉，是目前為止少數對於白蟻合作築巢進行如此大量觀察的研究。

許多白蟻物種在建立蟻巢時，是由一對蟻王跟蟻后，共同尋找適合的棲所築巢，這能從蟻巢的野外採集紀錄中看出，因大多數找到繁殖階級時，都是一對蟻王跟蟻后。但野外的臺灣土白蟻巢中往往能記錄到超過一對的蟻王跟蟻后。以族群的初始量而言，越多個體一起築巢，能讓族群在一開始便有較多的人口基數，可以更快的讓蟻巢成長到一定規模，但這也意味著，巢中個體之間的基因差異較大，可能會使合作減少並增加彼此之間衝突的可能性。因此，越多的白蟻一起

築巢，雖然有好處，但同時也會有壞處，所以最佳的築巢個體數量可能會是一個利弊平衡的結果。帶著這樣的想法，邱俊禕博士把土白蟻分成三組飼養，分別是一對、兩對與三對蟻王與蟻后進行觀察。透過累計飼養超過兩千對白蟻，最終發現臺灣土白蟻在兩王兩后合作築巢的時候具有最佳的存活率。

當土白蟻的蟻王跟蟻后被放進飼養容器後，牠們會向下挖掘通道，並建立巢腔。根據的實驗結果，當只有一對蟻王蟻后時，有一半以上的試驗組無法成功挖掘蟻巢，這些白蟻最終會乾死在土壤表層；當白蟻配偶為兩對時，築巢成功率提高至85%；而當三對以上的白蟻一起築巢時，全部的試驗組都成功挖掘出蟻巢，顯然白蟻數量的增加，對於挖掘蟻巢的成功與否是有顯著的正面影響。而較多的蟻王蟻后不但能較快的決定挖掘位置，也能挖出更深的通道。當挖掘到一定位置後，白蟻會改變方向，挖出一個面積較廣的腔室，接著用土壤將原先的通道封住。有趣的是，無論幾對白蟻挖掘，最終挖出巢腔的體積是十分接近的，這也意味著越多個體

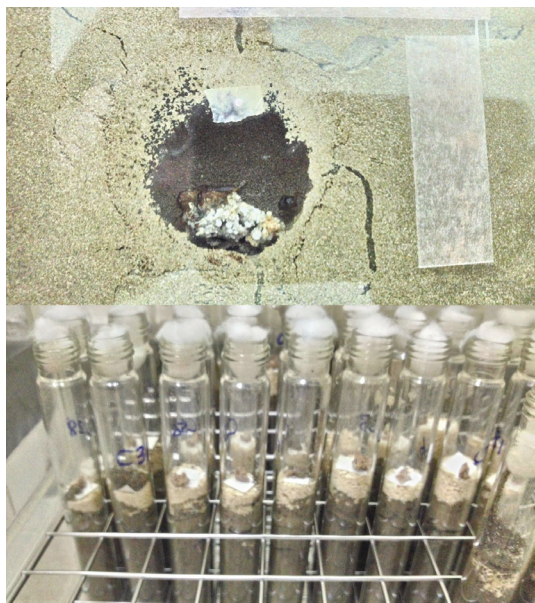


野外臺灣土白蟻之蟻后。(邱俊禕 攝)

一起築巢，最後平均每隻分的空間就越小。

在白蟻成功築巢，蟻后便能開始產卵。經過三個星期，一對的白蟻組別平均產出30顆卵，兩對及三對則分別產出54與71顆卵。整體而言，無論是幾對蟻王跟蟻后建立的巢，平均每隻蟻后的產卵量都是差不多的。而隨著飼養時間的拉長，各組之間的差異也越發明顯，在經歷三個月後，兩王兩后的蟻巢中具有較多的工蟻和若蟲。生殖階級的存活率，兩王兩后明顯最高。

無論在實驗室或是野外，蟻王跟蟻后都有一定的機率死亡，這也凸顯了一王一后的缺點，當有任何一隻個體死去，也就意味著這個蟻巢的終結。而多王多后的巢體只要兩個性別都還有個體存活，就仍然能繼續產出後代。但是為何三王三后的蟻巢卻輸給兩王兩后呢？經由檢視那些死掉的蟻王蟻后得知，



實驗室內大規模飼養臺灣土白蟻。(邱俊禕 攝)

當越多對一起築巢的白蟻，身上有越多的傷口，這顯然是白蟻間的相互攻擊造成的。在三王三后的組別中，蟻王跟蟻后更容易有斷腳的情況發生，牠們觸角受損的情形也最為嚴重。根據以上的現象，可以了解到，雖然越多對白蟻合作，能更快的完成築巢動作，並面臨較低失去特定性別的風險，但是個體間的爭鬥進而相互傷害的情形卻也比較嚴重，以臺灣土白蟻而言，這些利弊的平衡點最終落在了兩王兩后的組合。

結語

臺灣近年有越來越多的學者帶著對科學的熱情投入研究領域。在民眾的部分，隨著教育程度的提高，近年也有所謂的公民科學家計畫興起，透過民眾的力量協助收集長時間而大量的數據，這些大尺度數據往往能帶來驚人的效果。白蟻研究也是如此，近期中興大學推展了白蟻鑑定服務，協助民眾鑑別日常所遇到的白蟻物種，目前已經累積數千筆的數據，其中不乏極其罕見的物種。相信未來臺灣對於白蟻的研究能更進上一層樓。⊗

(參考文獻請逕洽作者關貫之，email: kuan.lue@outlook.com)