

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 生物及地球科學科

031705

棲地變更新指標 — 螞蟻群落功能群的收集、計算與運用

學校名稱：臺北縣立林口國民中學

作者： 國三 張于容 國二 洪巧竹 國二 顏靖育 國二 張 顥	指導老師： 鍾兆晉 葉菁菁
---	---------------------

關鍵詞：螞蟻群落 演替 功能群

# 棲地變更新指標－螞蟻群落功能群的收集、計算與運用

## 摘要

螞蟻相調查過去常為科學家運用在瞭解生物多樣性及人為干擾度的研究上。本研究是為以螞蟻取代過去植物分辨演替的缺點，並在多次的採集，將誤差降到最低後，列出台灣螞蟻相為指標的棲地演替檢索表。初步結果顯示，蟻類總數從演替初期至極相逐漸增加，樹棲型蟻類亦是如此。由於環境逐漸多樣化，能夠適應該環境的蟻種逐漸增加。目前我們做出最顯著的結果是：不同演替時期螞蟻群落功能群的多樣性有顯著的差異。

## 壹、研究動機

以前專家在進行相關演替研究時，都是以植物作為判斷演替的指標。植物要由草原演替芒草再在進階到相思樹這種「先趨植物」，只要半年到一年的時間即可，到了喬木、灌木林的時期卻是要花上四至五年的時間，若要演替到成熟時期要二十年甚至更久。若是利用植物來當作演替的指標，雖然較好辨識也較便捷但物種演替的時間卻要很長。螞蟻在一地區生存，只要現其外部環境漸不適用於群體的發展就會再尋覓另一適合的地區，因此我們希望試試用螞蟻相來製作有關棲地演替之快速鑑定演替時期檢索表。

## 貳、研究目的

- 一、比照植物訂定出以蟻類作為棲地演替指標分級表。
- 二、採集、計算各樣區的螞蟻相。
- 三、根據實驗結果訂定快速鑑定演替時期螞蟻相檢索表。
- 四、釐清以螞蟻作為棲地的指標生物是否恰當。

## 參、研究器材

一、比照植物訂定出蟻類作為棲地演替指標程度分級表。

表一、訂定各演替程度分級表

編號	用具	數量	規格
一	蟻種功能群資料	1份	
二	植物圖鑑	1份	
三	筆記本	1本	
四	原子筆	數支	

表二、野外觀察法之研究工具。

編號	用具	數量	規格
一	數位相機	1台	
二	手套	3雙	
三	夾鏈袋	數個	
四	鏟子	數枝	

二、採集、計算樣區的螞蟻相。

表三、目視採集法的實驗工具

編號	用具	數量	規格
一	長尺	2把	30、50公尺
二	標本瓶	數個	
三	酒精	100 cc	70%
四	鏟子	數支	

表四、掉落陷阱法之實驗用具

編號	用具	數量	規格
一	離心管	15 個	
二	鐵尺	一捲	5 公尺
三	鐵鎚	1 把	
四	木棒	1 支	直徑 3 公分
五	洗碗精	1 毫升	
六	鏟子	1 把	

表五、烤土法之柏氏漏斗製作器具

編號	用具	數量	規格
一	鐵板、網	2 片	90×50 公分
二	鐵絲	1 捲	
三	燈泡	數個	25 瓦
四	酒精	200 毫升	70%
五	老虎鉗	數支	
六	剪刀	數支	
七	三腳架	數個	
八	燒杯	2 個	
九	強力膠	1 罐	
十	電線	數呎	

表六、烤土法之實驗器材

編號	用具	數量	規格
一	柏氏漏斗	1 架	
二	鐵尺	1 捲	
三	鏟子	1 個	
四	垃圾袋	2 個	

表七、掃網捕捉法的實驗工具

編號	用具	數量	規格
一	捕蟲網	1 個	
二	鑷子	數枝	
三	標本瓶	數個	

表八、蟾蜍催吐法（鍾兆晉、侯平君。1999）之實驗器材

編號	用具	數量	規格
一	尺	1 支	30 公尺
二	鑷子	數枝	
三	標本瓶	數個	
四	釘子	1 根	
五	黑眶蟾蜍	數隻	
六	綿繩	數條	6 公尺
七	塑膠手套	數雙	
八	塑膠軟管	數條	50 公分
九	臉盆	1 個	
十	培養皿	數個	

表九、彙整蟻種之實驗器材

編號	用具	數量	規格
一	培養皿	數個	
二	鑷子	數枝	
三	標本瓶	數個	
四	酒精	200 毫升	70%

表十、鑑定蟻亞科之用具

編號	用具	數量	規格
一	解剖顯微鏡	1 台	
二	鑷子	數枝	
三	培養皿	數個	
四	書面資料	1 本	

三、根據實驗結果訂定快速鑑定時期檢索表。

表十一、製作檢索表之用具

編號	用具	數量	規格
一	電腦	2 台	
二	書面資料	1 份	
三	培養皿	數個	
四	鑷子	1 支	
五	解剖顯微鏡	1 台	

四、釐清以螞蟻作為棲地的指標生物是否恰當。

表十二、釐清以螞蟻作為棲地的指標生物是否恰當

編號	用具	數量	規格
一	電腦	2 台	
二	書面資料	1 份	
三	數位相機	1 台	

## 肆、研究過程與方法

- 一、比照植物訂定出蟻類作為棲地演替指標程度分級表：我們配合過去專家所訂定的植物演替檢索表，安排我們的樣區。我們也將台灣螞蟻種類分成九個不同的功能群，分別為漂泊蟻類、收割蟻類、取蜜蟻類、土棲蟻類、掠食蟻類、樹棲蟻類、花園蟻類、寄生蟻類、喜蟻植物共生蟻類，各種不同功能群之蟻類能夠適應的環境並不相同。

- (一) 參照植物演替文獻，以及找植物圖鑑。
- (二) 以植物演替過程作為依據，訂定八個不同演替程度之分級。
- (三) 以植物分級完後，和老師討論出台灣螞蟻之功能群。(如表十三)
- (四) 再分別配合八個等級的植物演替程度，推論出可能出現的蟻種。
- (五) 到校園附近找尋符合先前分類出植物相的實驗樣區。
- (六) 挑選八個演替程度不同的樣區。
- 1.第 0 級：無任何植物分布。
  - 2.第 1 級：有些許的草本植物。
  - 3.第 2 級：完全是先趨植物及向陽性植物。
  - 4.第 3 級：向陽性植物與灌木交雜生長。
  - 5.第 4 級：成熟灌木及新生喬木，但仍有向陽性植物。
  - 6.第 5 級：成熟灌木及喬木分布，無任何向陽性植物。
- (七) 分別紀錄各個樣區的植物分布情形。

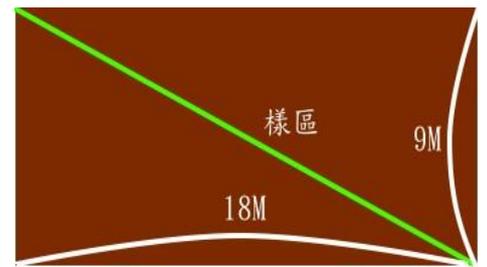
表十三、配合各不同植物演替程度可能出現之螞蟻型態功能群

演替等級	棲息 蟻類 功能群
0 級	漂泊蟻類
1 級	漂泊蟻類、收割蟻類
2 級	漂泊蟻類、收割蟻類、取蜜蟻類、土棲蟻類
3 級	漂泊蟻類、收割蟻類、取蜜蟻類、土棲蟻類、掠食蟻類
4 級	漂泊蟻類、取蜜蟻類、土棲蟻類、掠食蟻類、樹棲蟻類
5 級	漂泊蟻類、土棲蟻類、掠食蟻類、樹棲蟻類
6 級	漂泊蟻類、土棲蟻類、掠食蟻類、樹棲蟻類、花園蟻類
7 級	土棲蟻類、掠食蟻類、樹棲蟻類、寄生蟻類、喜蟻植物共生蟻類

二、採集、計算各樣區的螞蟻相：爲了能完整收集樣區的螞蟻種，我們決定採用複合式取樣方法：穿越線目視採集法、掉落陷阱法、掃網捕捉法、烤土法、及蟾蜍催吐法。利用目視採集法，因爲蒐集白天在樣區活動之螞蟻類。而使用掉落陷阱法主要是因爲，捕捉除了白天還有夜間出沒的螞蟻類，至於烤土法則是爲了因應樣區中可能棲息著畢生再地底下生活的地棲性螞蟻類，掃網捕捉法，是配合樣區中得灌木、喬木或芒草，及可能出現的樹棲性螞蟻類。最後我們還以特殊的蟾蜍催吐法（鍾兆晉、侯平君。1999）企圖利用生物食性關係收集到更完整的螞蟻相。

（一）穿越線目視採集法：以最簡易快速的方式以肉眼觀察並採集樣區之螞蟻相。

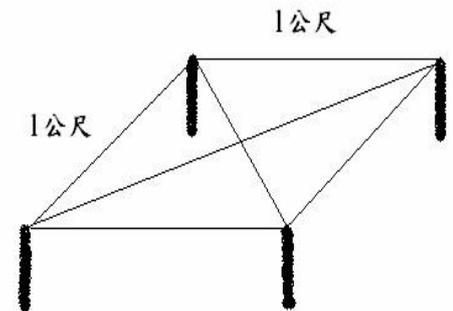
- 1.找 18 公尺x9 公尺的樣區。(如圖一)
- 2.沿著虛擬的穿越線用肉眼觀察兩側出沒的螞蟻，鎖定並放入標本瓶中。
- 3.將瓶內的螞蟻在裝入 70%酒精的標本瓶中，已備鑑定即計算數量。



圖一、穿越線目視採集法之圖示。  
( ——— 穿越線之指示線。 )

（二）掉落陷阱法：利用掉落陷阱法能加以採集到夜間出沒的螞蟻。

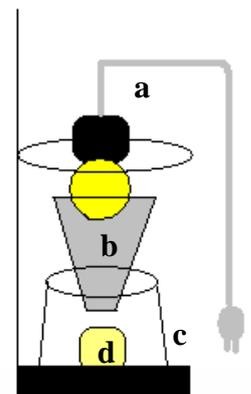
- 1.在我們所選擇的 18 公尺x9 公尺的樣區，隨機取選 4 塊至 5 塊 1 平方公尺的方形區塊。(如圖二)
- 2.在方形區塊的四角，如圖二，埋下離心管並深於地底 1 公分。
- 3.在離心管內加入 1ml 的肥皂水(濃度約 1/1000)。
- 4.管放置 24 小時後回收製成標本，已備鑑定生物種類並計算數量。(行政院農委會，特有生物期刊)



圖二、掉落陷阱法之圖示。

（三）烤土法：因爲樣區中可能存在著土棲性的螞蟻，無法用肉眼直接觀察，所更深日地下蒐集地表之下的螞蟻種。

- 1.製作柏氏漏斗組。(如圖三)
  - (1)將電線的塑膠外部剪開，電線兩頭露出銅線。
  - (2)將一頭露出的銅線纏繞插座內的螺絲後鎖上。



圖三、柏氏漏斗簡易圖。  
( a、燈泡組 b、自製漏斗 c、三腳架 d、燒杯加酒精 )

- (3)另頭電線纏繞在燈座內的螺絲後，鎖上螺絲。
- (4)將燈泡裝上插座後插電開啓，再將三腳架擺上自製漏斗。
- (5)在自製漏斗的洞口，擺上裝有酒精的燒杯。

## 2.實驗採集：

- (1)在樣區中選擇有較多枯枝落葉且土質鬆軟處，設定 1 公尺x1 公尺的方形區域。
- (2)於採樣區向地下挖 2 公分的土，連帶表層的枯枝落葉腐植質，裝進密閉的袋子裡，帶回學校。
- (3)將帶回實驗室的採集物放置在漏斗中。(如圖四)



圖四、正在進行烤土實驗之柏氏漏斗。

- (4)一週後，柏氏漏斗下方之酒精倒入標本瓶製成標本，已備鑑定生物種類及計算數量。

(四) 掃網捕捉法：以此採集方式往上延伸至樹木及其他高大植物，以捕捉棲息於高大樹木上的樹棲型蟻類加強實驗準確度。

- 1.在各樣區中選取一處 18 公尺x9 公尺的樣區。
- 2.利用捕蟲網揮掃樣區中之高大樹木的末梢。
- 3.若發現樹棲蟻巢，先將網子輕輕放在蟻巢一旁過一陣子，再將網子收回。
- 4.將採集到的螞蟻取下並放置標本瓶內，已備鑑定蟻種及數量。

(五) 蟾蜍催吐法：藉由蟾蜍的覓食特性可以快速且大量的捕捉到在地面上夜行性的蟻種。由於蟾蜍的覓食特性其中是在下午 5 點至晚上 10 點左右較旺盛且尚未消化，所以我們將實驗時間設定在此時段。

- 1.在晚上九點時至樣區中進行捕捉黑框蟾蜍之工作。
- 2.催吐時，先帶上塑膠手套，將 60 cc 的針筒前端套上塑膠軟管，並注滿水，在

將蟾蜍的嘴巴，用平頭鑷輕輕的打開，並將塑膠軟管插入蟾蜍的嘴巴，將水急速灌入，用細網將嘔吐物中的螞蟻至水中，放入 70%的酒精，並加以鑑定。

(六) 叢聚分析 (Cluster Analysis)：各個樣區之蟻相組成有著一定的相似度，我們利用此公式將各樣區間之組成及分布的差異性。

- 1.將各樣區實驗結果彙整。
- 2.參照過去研究生所使用之叢聚分析公式並加以修正。
- 3.計算出結果並分析。

(七) 將本次實驗結果與過去曾在相同地區進行樣區蟻相調查實驗結果相互比較，希望進一步確定本次實驗之準確性。

- 1.將本次實驗收集到的螞蟻科、屬的數量統計出來。
- 2.收集過去曾在林口地區進行蟻相採樣的數據。
- 3.彙整兩種數據並製成表格，計算出商數。

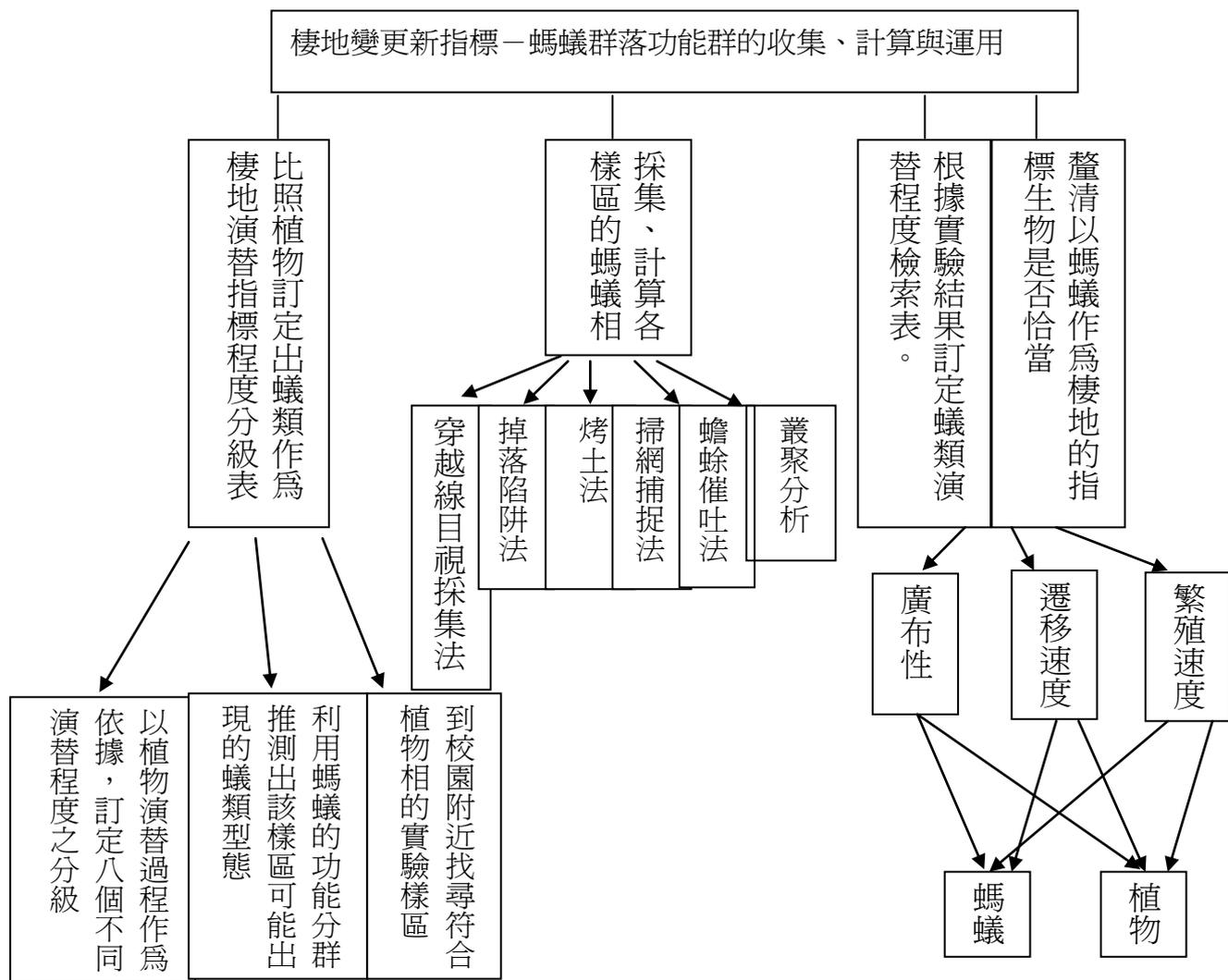
三、根據實驗結果訂定蟻類演替時期螞蟻相檢索表。

爲了使本實驗能在現實中方便運用，我們將實驗結果一份檢索資料表以便使用。

- (一) 彙整並分析蟻相調查的數據資料。
- (二) 參考其他專家之檢索資料，並訂定出架構。
- (三) 參照結果訂定出台灣螞蟻群落功能群與棲地演替指標檢索。

四、釐清以螞蟻作為棲地的指標生物是否恰當。

- (一) 收集有關植物在演化期間之相關資料。
- (二) 將植物指標和螞蟻指標的優劣處相互比較、統整。



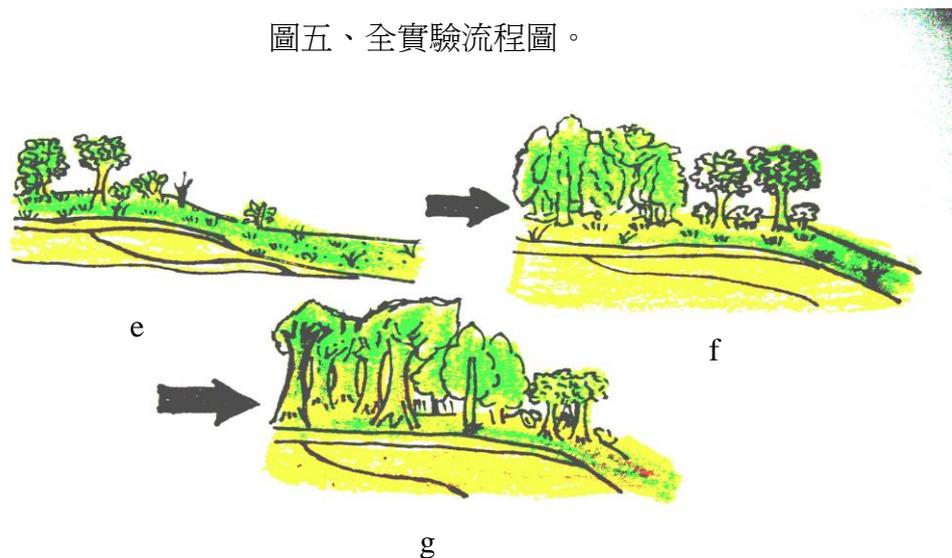
圖五、本次實驗流程圖。

## 伍、研究結果

### 一、文獻探討：

- (一) 螞蟻群落：螞蟻無論就多樣性 (diversity) 或豐度 (abundance) 及生物功能上都扮演了極重要的角色，有些學者認為透過有系統的定性與定量的調查方法，螞蟻很有潛力成為簡單而有效的生物指標 (bioindicator)，可以做為評估環境狀態並協助我們進一步明瞭生態系內的各種交互作用，螞蟻群聚組成與環境間的相互關係，同時利用功能群(functional groups)分析螞蟻種類組成對環境因子作用的反應。(潘建安，2002)
- (二) 功能群：將生物根據棲地環境的需求以及競爭的優勢性等其他生態的特性加以分類使其可以反映出棲地中特定環境因子的狀態 (潘建安，2002)。
- (三) 演替地位：因應物種特性之不同，出現於森林演替初期階段的植物，稱為先鋒植物(Pioneer)，又稱之為陽性植物。等待先鋒樹種茁壯成林之後，建構了一個庇蔭的空間，在森林演替成熟之後，出現的植物稱之為成熟林植物，亦是奈陰性種類。生態地位介於前述兩者之間的，稱為演替階段中間理枝物。另外，對於某些植物於先鋒植物即使出現，並繁衍存活於成熟林之中，如部份的木直藤本植物，一歸類為中間理枝物型植物。(如圖六)

圖五、全實驗流程圖。



圖六、植物演替之圖示。

(e、原有森林破壞後，長出的陽性樹種快速長高。f、一段時間後，高大的陽性樹種仍能持續生長。g、成熟的次森林，逐漸由陰性樹種取代。)

(四) 植被垂直分布：最上層稱為樹冠層或第一喬木層，為此一地區最高大的樹木之總和，樹形大多呈現傘狀，枝葉叢生頂端，樹冠相併鄰，近乎連接，但樹冠與樹冠之間仍存有空隙。往下為第二喬木層，樹形以橢圓體為主，一般受第一層喬木的遮蔽，不直接曝曬陽光。第三層次為灌木層，通常不具顯著主幹。在墾丁地區此層有時會為小型的喬木層所取代，而無其他熱帶地區典型的灌木層。小型喬木層和灌木層的樹形基本型態為披散狀。第四層，即最低層，為草本層，或稱地被層。除草本植物外，樹木的心苗在此層亦有其一定的份量(如圖七)。



圖七、植被剖面圖 (a.苔蘚地, b.草本群落, c.灌木叢, d.喬木)

(五) 現今蟻科下已發現有 20 個亞科被發現命名，其中包括 16 個現存的亞科與 4 個已滅絕的亞科。目前已發現有 8 亞科種類分佈於台灣，其中細蟻亞科種類直到近年來才由 Ogata et al. (1995) 發現台灣產的種類。

二、比照植物訂定蟻類與棲地演替指標分級表：

(一) 次級演替第 0 級：裸露地出現位於校園圍牆外的工地，以前是灌木喬木林遍佈的次森林，幾個月前才被砍伐，目前還仍未有任何植物分布，只有裸露在外的紅土泥地。利用植物配合螞蟻功能群，我們推測此棲地會有許多散居、分布較廣且較能適應環境改並的漂泊型蟻類遷移至此。(如圖八)



圖八、次級演替第 0 級樣區工地，代表初形成的裸露地，次級演替由此開始。

(二) 次級演替第 1 級：稀疏草地位於林口鄉嘉寶村的一塊田地，地表上有種植蔥、高麗菜、空心菜等農作物，土壤濕潤不乾燥且鬆軟，能夠帶表演替的第一級，也就是開始有稀疏的草本植物出現，我們推測此棲地會出現專門取食種子的蟻類進駐此地繁衍。(如圖九)



圖九、次級演替第 1 級，農地之樣貌，有稀疏草本植物出現。

(三) 次級演替第 2 級：芒草期

位於校園後門的芒草區，是以芒草為主，芒草約為 2 公尺高，生長十分密集，並無其他灌木生長，再如此植物環境條件下，我們推測此棲地會引來吸取芒草花或其他向陽性植物的取蜜蟻類到此生活，並且也因此地土壤已無過多的翻動，適合習性為在地下取食、棲息及移動的蟻類，因此我們將這塊區域作為次級演替第 2 期的樣區。(如圖十)



圖十、次級演替第 2 級，有茂密芒草叢分布。

(四) 次級演替第 3 級：矮灌木、芒草交雜位於校園後門的重劃區，遍地都是芒草、咸豐草且相思樹約 1 公尺高，灌木與芒草交雜生長，我們推測因為植物環境多樣性已漸豐，蟻類的數量也逐漸的增加，而引來肉食性的掠食性蟻種進入。(如圖十一)



圖十一、次級演替第 3 級，新生灌木、芒草交雜生長。

(五) 次級演替第 4 級：次森林初期位於校園內的花園，有中型灌木及喬木，在喬木及灌木附近有一小塊為數上掉落下的枯枝落葉，樹木的平均高度為 1.8 公尺高，有遍地的咸豐草，我們推測由於灌木已生長得較為高大且成熟，能夠吸引樹棲性的蟻類在此築巢。(如圖十二)



圖十二、次級演替第 4 級：中型灌木與新生喬木，樹下有許多腐植質。

(六) 次級演替第 5 級：次森林中期位於校園大門對面的次森林，早期受整地後，地表植物重新生長，如今仍未受開發，在此地樹木平均高度約 12 公尺。次森林中期的植物均以灌木與喬木為主，先趨植物如芒草等已消失，我們推測由於已無芒草分布，原本吸食芒草花植物支取密蟻類也會陸續遷移至其他適合生存的環境。且也因此地樹木已十分高大，樹棲蟻類也可築巢。(如圖十三)



圖十三、次級演替第 5 級，永久闊葉林以喬木及灌木為主略有少量芒草。

(七) 次級演替第 6 級：次森林後期  
往林口鄉下福村的路上的山坡路，路旁佈滿密集的高大樹木，演替到此時，先區的喬木已消失，且有如野桐、構樹等地面隱性植物分布，因次我們推測此地會有植物性的蟻類在在樹的缺口築巢，藉此累積有機物質使植物種子發芽的花園蟻類在此生存。(如圖十四)



圖十四、次級演替第 6 級，以灌木為主，先驅喬木已消失，且有許多地面隱性植物分布。

(八) 次級演替第 7 級：原始林  
位於林口溪上游的原始林，因尚未開發，且仍保持自然的原貌，有枯倒木、附生植物以及藤蔓植物、樹蕨原始林等，樹木的總類繁多，所以我們推測也會有更多寄生的蟻類在此生存。此外，因為森林環境類似熱帶，所以也會有植物和蟻類共生，該螞蟻會保護共生的植物。(如圖十五)



圖十五、次級演替第 7 級，環境類似熱帶數目種類繁多，如枯倒木、附生植物及藤蔓植物。

### 三、採集、計算各樣區的螞蟻相

調查並確定各樣區植物分布情形後，開始實際捕捉各樣區之螞蟻。因為各區之環境的植物分布有所差異，我們也配合樣區調整捕捉方式，前零到三級之樣區，由於尚未有木本植物的出現，所以也毋須進行掃網捕捉的實驗。

(一) 各樣區蟻相之統計結果。(如表十四至表二十一)。

表十四、第 0 級演替 (次級演替開始) 之匯整結果

蟻種 \ 實驗方法	目視採集	掉落陷阱	烤土	掃網捕捉	總數
家蟻亞科	17	* 工地不	* 實驗正	-	17
山蟻亞科	6	適合進行	在進行	-	6
針蟻亞科	2	此實驗。	中。	-	2
琉璃蟻亞科	2			-	2

表十五、第 1 級演替之匯整結果

蟻種 \ 實驗方法	目視採集	掉落陷阱	烤土	掃網捕捉	總數
家蟻亞科	39	93	* 實驗正	8	56
琉璃蟻亞科	1	25	在進行	0	26
山蟻亞科	2	1	中。	7	10
? 蟻亞科	0	13		0	13

表十六、第 2 級演替之匯整結果

蟻種 \ 實驗方法	目視採集	掉落陷阱	烤土	掃網捕捉	總數
家蟻亞科	15	17	* 實驗正	4	66
琉璃蟻亞科	2	9	在進行	-	11
山蟻亞科	2	0	中。	-	2
針蟻亞科	5	17		-	22

表十七、第 3 級演替之匯整結果

蟻種 \ 實驗方法	目視採集	掉落陷阱	烤土	掃網捕捉	總數
家蟻亞科	6	16	—	—	22
琉璃蟻亞科	3	22	3	—	28
山蟻亞科	17	13	—	—	30

表十八、第 4 級演替之匯整結果

蟻種 \ 實驗方法	目視採集	掉落陷阱	烤土	掃網捕捉	總數
家蟻亞科	19	43	* 實驗正	0	62
琉璃蟻亞科	1	0	在進行中	6	1

表十九、第 5 級演替之匯整結果

蟻種 \ 實驗方法	目視採集	掉落陷阱	烤土	掃網捕捉	總數
家蟻亞科	14	14	2	0	30
山蟻亞科	0	10	0	0	10
擬家蟻亞科	0	0	0	2	2

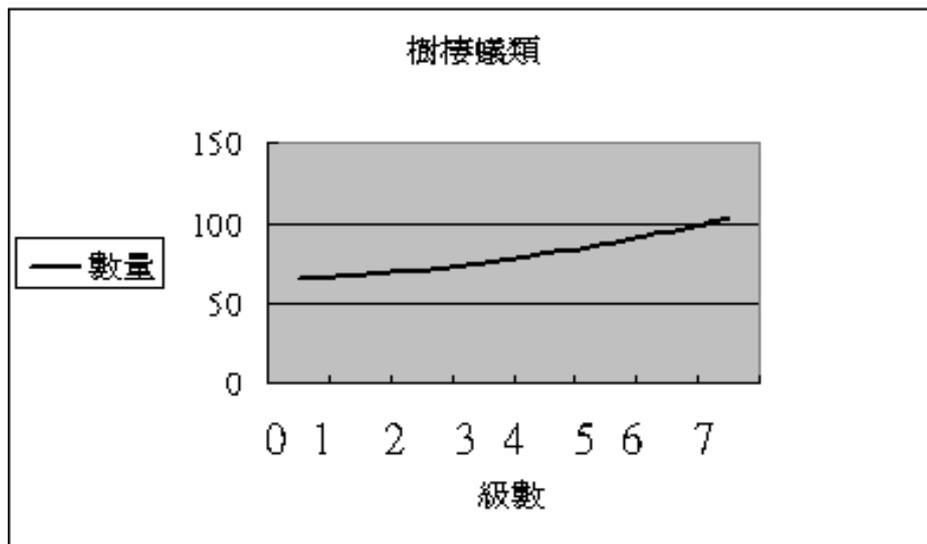
表二十、第 6 級演替之匯整結果

蟻種 \ 實驗方法	目視採集	掉落陷阱	烤土	掃網捕捉	總數
家蟻亞科	53	7	* 實驗正	25	85
琉璃蟻亞科	3	0	在進行中	0	3
山蟻亞科	0	3		7	10
針蟻亞科	7	3			10

表二十一、第 7 級演替之匯整結果

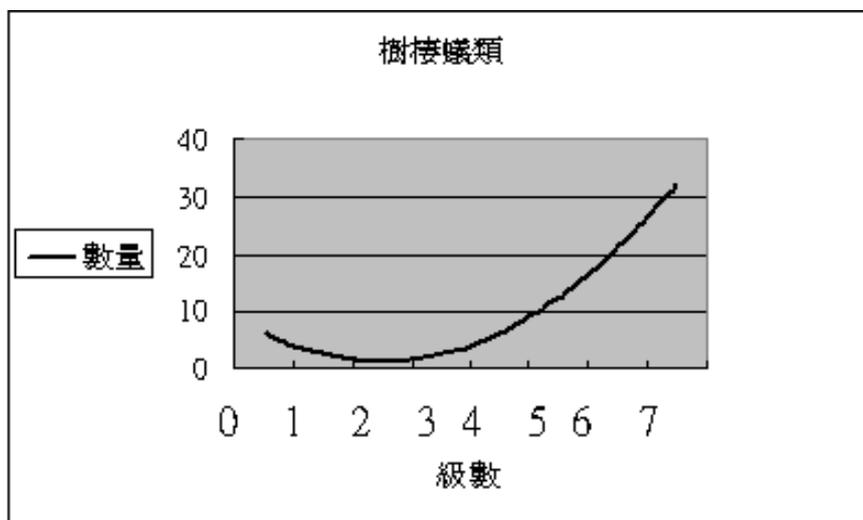
蟻種 \ 實驗方法	目視採集	掉落陷阱	烤土	掃網捕捉	總數
家蟻亞科	26	73	—	30	109
琉璃蟻亞科	0	1	—	0	1
山蟻亞科	0	2	—	0	2
針蟻亞科	0	5	1	0	6

(二) 本次實驗之初步結果發現，0 至 7 次級演替，樹棲性的蟻類種數明顯增加，由此可證明我們原本所推測：環境演替至更高階級蟻類的種數也會因環境因子的更多樣化而增多。(如圖十六)



圖十六、本次實驗 0~7 級樣區中樹棲蟻類數量變化圖。

(三) 由此次實驗結果發現，從 0 至 7 級次級演替中，所有蟻種的數量，如同我們先前所推測：當演替到愈高級，環境因子越來越豐富，使得能夠適應該棲地的蟻類種數也愈多。(如圖十七)



圖十七、本次實驗 0~7 級樣區中蟻相變化圖。

(四) 我們彙整各級穿越線目視採集法、掉落陷阱法、烤土法、掃網捕捉法之實驗結果。(如表二十三)

表二十二、下表為我們所採集到的 4 亞科、24 屬、40 種蟻相紀錄

亞科	屬	種	0	1	2	3	4	5	6	7
家蟻亞科 ( <i>Myrmicinae</i> )	火家蟻屬 ( <i>Solenopsis</i> )			5	36					
		入侵紅火蟻 ( <i>Solenopsis invicta</i> )				218				
		熱帶火家蟻 ( <i>Solenopsis geminate</i> )				24				
	家蟻屬( <i>Myrmica</i> )	小黃家蟻 ( <i>Monomorium pharaonis</i> )	2			3	1	2		

	長腳家蟻屬 ( <i>Aphaenogaster</i> )	大林長腳家蟻 ( <i>Genus Cardiocondyla Emery</i> )			1					
	大頭家蟻屬 ( <i>Pheidole</i> )		2	2	4	11		98		32
		熱帶大頭家蟻 ( <i>Pheidole megacephla</i> )		52						3
		寬節大頭家蟻 ( <i>Pheidole nodus</i> )			4		2	4	2	
		褐大頭家蟻 ( <i>Pheidole rinae tipuna</i> )		4						
	舉尾蟻家蟻屬 ( <i>Crematogaster</i> )				3					51
		懸巢舉尾蟻 ( <i>Crematogaster rogenhoferi</i> )	12	1	7			42		30
		暗褐舉尾蟻 ( <i>treubi apilis</i> )			11					
		多氏舉尾蟻 ( <i>dohrni fabricans l</i> )							54	
	單家蟻屬 ( <i>Monomorium</i> )	中華單家蟻 ( <i>Monomorium chinese Santschi</i> )				25	2			

		花居單家蟻 ( <i>Monomorium floricola</i> )				2	8			
	寡家蟻屬 ( <i>Oligomyrmex</i> )									1
		大鬼寡家蟻					5	3		
	擬大頭家蟻屬 ( <i>Pheidologeton</i> )	小紅蟻 ( <i>Myrmica rubra</i> )	1				1			
	皺家蟻屬 ( <i>Tetramorium</i> )				1	2				
		日本皺家蟻 ( <i>Tetramorium nipponense</i> )					1	4		
		太平洋皺家蟻 ( <i>Tetramorium pacificum</i> )		3		2		4		
	鼓家蟻屬 ( <i>Rhoptromyrmex</i> )	駱氏鼓家蟻 ( <i>Rhoptromyrmex wroughtonii</i> )								1
	黑豔家蟻屬 ( <i>Myrmecina</i> )	台灣黑豔蟻 ( <i>Myrmecina taiwana</i> )							4	
針蟻亞科 ( <i>Ponerinae</i> )	粗針蟻屬 ( <i>Pachycondyla</i> )	爪哇粗針蟻 ( <i>Pachycondyla javanus</i> )	2		2					3

	隱針蟻屬 ( <i>Cryptopone</i> )	台灣隱針蟻 ( <i>Cryptopone taivanae</i> )							1
	細鄂針蟻屬 ( <i>Leptogenys</i> )	吉梯細鄂針蟻 ( <i>Leptogenys kitteli</i> )						24	
		小細鄂蟻 ( <i>Leptogenys diminuta</i> )	1	16	3				
		吉梯細顎蟻 ( <i>Leptogenya kitteli</i> )			4				3
		華夏細顎蟻						7	
		仲尼細顎蟻 ( <i>Leptogenys confucii</i> )						5	
	鋸針蟻屬 ( <i>Odontomachus</i> )	高山鋸針蟻 ( <i>Odontomachus monticola</i> )							1
山蟻亞科 ( <i>Formicinae</i> )	黃山蟻屬 ( <i>Paratrechina</i> )	黃腳黃蟻 ( <i>Paratrechina flavipes</i> )						3	
		褐狂蟻 ( <i>Paratrechina longicornis</i> )	2	39					
	毛山蟻屬 ( <i>Lasius</i> )	黑褐毛蟻 ( <i>Lasius niger</i> )				1			
		褐毛蟻				27			

		<i>(Lasius niger)</i>							
	偽毛山蟻屬 <i>(Pseudolasius)</i>	台灣偽毛蟻 <i>(Pseudolasius binghami r.taivanae)</i>						1	
	巨山蟻屬 <i>(Camponotus)</i>			2					
		甜蜜巨蟻 <i>(Camponotus variegates)</i>				4			
		黃腹巨蟻			2				
		黑巨蟻 <i>(Camponotus friedae)</i>			7			2	
		紀氏巨蟻 <i>(Camponotus truebi)</i>			1				
	棘山蟻屬 <i>(Polyrhachis)</i>	哀愁棘蟻 <i>(Polyrhachis mesota)</i>		3					
		黑棘蟻 <i>(Polyrhachis dives)</i>		1					
	捷山蟻屬 <i>(Anoplolepis)</i>	長腳捷蟻 <i>(Anoplolepis longipes)</i>	4		3	2		1	6

琉璃蟻亞科 ( <i>Dolichoderinae</i> )	扁琉璃蟻屬 ( <i>Technomyrmex</i> )	白足扁琉璃蟻 ( <i>Technomyrmex albipes</i> )	5		8	21	8			
	點琉璃蟻屬 ( <i>Bothriomyrmex</i> )	蓬萊點琉璃蟻 ( <i>Bothriomyrmex wroughtoni</i> <i>r.formosensis</i> )		23		23				
	管琉璃蟻屬 ( <i>Ochetellus</i> )		2		3					

(五) 我們將實驗結果彙整後並參考過去研究生潘建安先生所利用的資料，修正叢聚分析公式 (Cluster Analysis) 分析每個取樣區所採樣的螞蟻種類的組成與其豐度的相似性。公式如下。

$$\text{Distance (A,B)} = \frac{|(\mathbf{n}_{A1} - \mathbf{n}_{B1}) + (\mathbf{n}_{A2} - \mathbf{n}_{B2})|}{(\mathbf{n}_{A1} + \mathbf{n}_{B1}) + (\mathbf{n}_{A2} + \mathbf{n}_{B2})}$$

公式一：A1/A2 = a1 + b1 + c1 + d1 + e1 + f1 + g1 + h1 + .....

(第 0 級第一/二次實驗 = 種類一 + 種類二 + 種類三 + ..... 的數量)

B1/B2 = a1 + b1 + c1 + d1 + e1 + f1 + g1 + h1 + .....

(第 1 級第一/二次實驗 = 種類一 + 種類二 + 種類三 + ..... 的數量)

\* 註：以此類推。

表二十三、利用叢聚分析計算出第 0 級演替樣區與 1~7 級樣區之差異

	1 級	2 級	3 級	4 級	5 級	6 級	7 級
0 級	64.3%	51.1%	83.6%	6.6%	66.6%	51.4%	51.1%

此計算結果中顯示 0 至 7 級演替樣區中螞蟻相的豐度及組成有著顯著的差異，各區間的差都超過 10%，代表我們在選取八個樣區和實驗採集的準確性是十分足夠的，但第 0 級與第 4 級差異卻只有 6.6%，經由討論後，判斷是因為第 4 級樣區為校內花園，受人為干擾度很大，所以造成實驗上的不準確。

(六) 我們將此次實驗結果與往昔林口台地之蟻相調查結果相互比較，結果如下表：

表二十四、本實驗研究結果與過去研究結果之比較，\*（王啓綱、蘇愷安，2003。）

種類	現在研究結果	過去研究結果*	商數(%)
科	4	4	100%
屬	24	16	150%

我們將此次實驗調查結果與往昔林口台地之蟻相調查結果做比較，結果發現我們所採集的蟻相皆高於過去所採集的蟻相，可證明我們目前的採集方法、種類比以往的實驗是更為準確的。(如表二十四)

四、根據實驗結果訂定快速鑑定演替時期蟻相檢索表我們配合蟻功能群，來訂定初步的檢索表。(如表二十六)

表二十五、初步的快速鑑定各地區演替程度蟻相檢索表

1a 漂泊蟻類 大於 50%-----	第 0 級
b 漂泊蟻類 小於 50%-----	2
2a 收割蟻類 大於 50%-----	第 1 級
b 收割蟻類 小於 50%-----	3
3a 取蜜蟻類 大於 25%-----	第 2 級
b 取蜜蟻類 小於 25%或無此蟻類-----	4
4a 掠食蟻類 大於 20%-----	第 3 級
b 掠食蟻類 小於 20%-----	5
5a 樹棲紙巢蟻類與樹棲木匠蟻類 兩者共大於 20%-----	第 4 級
b 樹棲紙巢蟻類與樹棲木匠蟻類 兩者共小於 20%-----	6
6a 土棲蟻類 大於 25%-----	第 5 級
b 土棲蟻類 小於 25%-----	7
7a 花園蟻類 大於 20%-----	第 6 級
b 寄生蟻類與喜蟻植物共生蟻類兩者各大於 20%-----	第 7 級

## 五、釐清以螞蟻作為棲地的指標生物是否恰當：

為了證明利用螞蟻來做為棲地的指標生物，比原本常用的植物指標更加具有準確性，我們分析植物相代表棲地演替程度及螞蟻群落功能群演替程度的優缺點。

### （一）廣布性

- 1.螞蟻：螞蟻在陸上生態系中佔有極重要的角色，從溼熱的雨林環境到乾燥的沙漠型態，都有相當高的種類及數量，蟻巢的分布在地表十分常見，顯見螞蟻在環境中有極高的廣布性及。(潘建安，2002)
- 2.植物：植物在陸地上的分布就較受限於外部環境，光照及雨量較充足的地區數量及總類相當豐富，但若在乾燥的氣候中，由於環境不良於生存能夠適應該地區的物種就顯少數。

### （二）豐度

- 1.螞蟻：若是以螞蟻的棲息地來區分，螞蟻有樹棲性地棲性等多種的分別，其中在樹棲性中又可分居住在數動中和築巢型等，所以螞蟻在習性上的多樣性可說十分高，因此做為指標時不僅觀察容易且能更迅速的從螞蟻生態特性上瞭解該蟻類棲息的環境。
- 2.植物：植物因受限於生存的條件，大多也只能生存於有土壤及充足水分的地區，在分類上已闊葉林為例，也只能分成常綠闊葉林，可見螞蟻在種類的豐富度上，比植物高出許多。

### （三）遷移性

- 1.螞蟻：各種螞蟻的生態、食性、棲所位置等特性都有所不同，當環境因子改變成不適合原本蟻種生存時，該蟻種就會馬上找尋並遷移至其他適合生存的環境。也因此如果用螞蟻來進行演替調查的指標，就可以利用螞蟻對環境的需求，來分辨該地區的演替程度。
- 2.植物：由於植物無法像動物一樣自由遷移，如果原本生存環境開始改變，到植物體本身察覺到不適合此棲地後，植物也只能依賴自然的力量使下一代離開此棲地，如此的方式不如螞蟻的遷移是有目標的移動，而是隨機的遷移，生存率也就沒那麼高。

#### (四) 繁殖速度

1. 螞蟻：螞蟻少有其他捕食性天敵(wilson,1971)，大部分的天敵捕食的是分生殖階級的工蟻，對大型蟻巢而言損失僅是相對少數的工蟻，蟻后的生殖速率極快，在充足的資源下損失的工蟻可以迅速補充，不會危害蟻巢的生存。

(潘建安，2002)也因為蟻后的生殖速率快，所以只要螞蟻找到適合的棲地就可以大量的繁殖，此點也利於此實驗的觀察。

2. 植物：植物在生態系裡屬於生產者的位階，會有其他的物種捕食，且生長度也較慢，不容易在短時間變化，這樣不利於直接觀察抹棲地的環境變化情形。

### 陸、討論

- 一、在收集相關資料文獻時，知道了有澳洲的專家也有將蟻種作為演替指標生物，訂定一份專屬於澳洲地區的棲地檢索表，但我們所製作的是專屬台灣的棲地演替指標。台灣與澳洲不僅地質不同，且所涵蓋的蟻亞科種類也不盡相同，所以我們的實驗和其他專家的是有所區別的。
- 二、在過去曾有一位碩士研究生，進行了福山植物園以螞蟻辨別人為干擾度之檢索，而我們跟此位研究生想同的是以螞蟻做為指標生物，不同的是我們是先配合植物的演替，再進而訂定螞蟻的演替檢索表。我們的訂定方法較此位研究生準確，因為我們配合植物演替，而他是利用個人較為主觀的判斷，來設定人為干擾度，因此我們認為本次實驗的做法較為客觀。
- 三、在調查第 0 級演替的樣區時，剛開始本來是在剛翻過土的赤裸地上直接觀察及實驗，但之後我們發現從最外圍開始找起，會有較多數的螞蟻移動。我們推測，因為在演替第 0 級的樣區中，所實驗的樣區是正在整地的新開發工地，螞蟻會從最外部慢慢遷徙至內部地區，所以在外圍的螞蟻數量才會較豐富。
- 四、在使用掉落陷阱法捕捉螞蟻時，剛開始都只有極少數甚至沒有捕捉到任何生物，後來幾經討論和詢問老師後發現，由於離心管向下埋得不夠深，即離心管的外緣沒有合地面貼齊，螞蟻才未掉到我們所設下的陷阱裡頭。
- 五、起初在製作柏氏漏斗時，因為按照資料上所選用的三腳架不夠穩固，無法支撐燈泡組的重量，所以之後我們就利用鐵網圍繞成圓柱型，用鐵絲折成可使燈泡組固定的支架，才解決了原本隻架不夠穩固的情形。

- 六、進行以自製柏氏漏斗烤土實驗時，將從各樣區裝袋的土放進柏氏漏斗中加熱，實驗完成後卻未在酒精中發現螞蟻的蹤跡，只見少數被裝置中的燈泡所吸引的有翅昆蟲，但之後我們在漏斗旁多加裝了一只箱子，將漏斗的光芒遮掩住以避免其他昆蟲干擾實驗。而在之後取土時，我們也不再像剛開始只是沒有目標的裝取，而是先觀察附近的土壤的鬆軟程度及附近螞蟻活動情形，找到適合的部分才分裝回實驗室進行實驗。
- 七、在進行掃網捕捉法的時候，我們只是在樹枝的末端揮掃，使得實驗因為捕捉到螞蟻而沒有結果，之後詢問老師，才發現我們的作法不對，改由將補蟲網靠近蟻巢，輕輕放置在一旁等一會兒在將網子收回，即能捕捉到螞蟻。
- 八、在進行完第一階段採集後（目視、陷阱、烤土、掃網），發現若不是進行許多次捕捉，所採集出的數量是不足以明顯的看出各樣區的不同，所以目前又增加一項捕捉方式－蟾蜍催吐法，藉由生物的捕食行為快速的捕捉。
- 九、我們試做蟾蜍催吐法時，剛開始使用將蟾蜍固定的方式，但是如此蟾蜍只顧著逃跑，卻不覓食，因此造成實驗無法完成，之後我們改用蟾蜍自由跳動的方式，如此一來既不殘忍也使蟾蜍不恐懼。
- 十、我們利用叢聚分析公式進行分析之後，我們發現所有的樣區與第 0 級的樣區差異皆大於 10%，但是第 0 級和第 4 級卻只有 6.6%的差異。我們推斷的結果是，第 4 級為校內的花園，受人為干擾程度很大，所以造成了誤差。
- 十一、本次實驗蟻相調查的結果未完整，因此我們仍然在繼續實驗中，希望在近期內能夠在多增加實驗次數，以提升實驗之完整性及準確性。
- 十二、在未來，我們還會常是製作另一種垂直分布的檢索表，相同的也會配合垂直分佈的植被來調查蟻相，相信也會有其他更值得大家普遍利用的成果。

## 柒、結論

由掃網捕捉法可得知，樹棲蟻種由第 0 級到第 7 級逐漸增加，是因為樣區的植物有所改變，由草原進而演替為高大的樹木，促使樹棲蟻類種類逐漸增多。將各採集出的實驗數據彙整、加總起來，可得的蟻種數量逐漸上升，證明了演替層級越高環境多樣性越，蟻相的數量也會逐漸增加。我們利用聚類分析公式計算結果，1 至 7 級與第 0 級有 10% 以上的差距，由此證明本次實驗的準確度。我們將所採集的樣本，與過去林口螞蟻相調

查比較，亞科與蟻屬的採集，我們都高於過去，可證實目前我們的採集是較去準確的。我們目前的數據因實驗時間的關係略為不足，有待我們繼續增加，未來將會有更完整的蟻蟻相調查，且明列各種功能群的蟻種。

## 捌、參考資料

### 一、專家論文

- (一) 林宗岐、吳文哲 (2003)。台灣蟻蟻相 (膜翅目：蟻科)，附亞科與屬檢索表。國立台灣博物館年刊 46: 5-69。
- (二) 楊正澤、陳明義、江英煜 (2001)，台灣昆蟲第二十一卷，第二期，關刀溪森林生態係著生植物基植中無脊椎動物群聚之生物多樣性，12-21。
- (三) 潘建安 (2002)，福山試驗林雨型棲所地表蟻蟻群聚組成之比較。
- (四) Jong, J.J. and P.C.L. Hou. 1999. Seasonal dietary pattern of the central Formosan toad, *Bufo bankorensis*, at Nanjen Lake of Nanjenshan Forest, Taiwan. 中國生物年會，南投。
- (五) Hou, P.C.L., Y.J. Shin, J.J. Jong and M.S. Juang. 1998. Abundance and diet in the frog, *Rana latouchii*, at Nanjen Lake of Nanjenshan Forest, Taiwan. International Workshop on LATER and Biodiversity Conservation in East Asia and Pacific Region. Seoul Education and Culture Center. Seoul, Korea.

### 二、網路資料

- (一) 台灣蟻亞科名錄搜索處：[http://www.entomol.ntu.edu.tw/~ant/new\\_page\\_5.htm](http://www.entomol.ntu.edu.tw/~ant/new_page_5.htm)

### 三、書籍

- (一) Bert holldobler、Edward O. Wilson，蟻蟻 • 蟻蟻 威爾森與霍德伯勒的蟻蟻探索之旅

【評語】

031705

棲地變更新指標 — 螞蟻群落功能群的  
收集、計算與運用

主題佳，雖進行研究的努力與精神佳，唯研究方法仍待改進，樣區之  
選擇更宜合理。