

關刀溪森林生態系著生植物基質蟻客昆蟲 群聚之多樣性

楊正澤¹ 陳明義² 江英煜³

【摘要】在關刀溪森林生態系，螞蟻與蟻客共棲於著生植物基質內，在 15 個台灣山蘇花及 16 個崖薑蕨之基質樣品中我們採集到螞蟻共 7,660 隻，計有 33 形態種，種數與基質含葉鮮重及離地距離間之相關性極低（ r 值分別為 0.0515 及 0.0566），推測螞蟻選擇基質棲所可能是逢機性的，各基質樣品間之螞蟻組成亦互為獨立關係。鞘翅目蟻客共有 6 個科，其組成形態種以隱翅蟲科（43%）與蟻塚蟲科（34%）兩科為優勢分類群，占總個體數的 77%，此兩科蟻客之種數與個體數和單一基質內螞蟻個體數呈顯著正相關（ r 值分別為 0.4144 及 0.4262）。在山胡椒樹上之舉腹蟻屬之紙質蟻巢內昆蟲相，主要由螞蟻及介殼蟲組成，其共棲昆蟲相之歧異度較低，共有 5 個目，膜翅目中除蟻科之外尚有小蜂總科，另有鱗翅目、雙翅目之蚤蠅科、嚙蟲目以及同翅目之介殼蟲總科。著生植物基質中之螞蟻社會除有生殖階級外，亦可發現卵及幼蟲，可確定此基質為螞蟻之生育場所，由基質提供螞蟻棲息與食物等資源之觀點，或可視著生植物為防護型或（及）聚物籃型之螞蟻植物。

【關鍵詞】關刀溪森林生態系、蟻客、共棲、螞蟻植物、著生植物基質

Biodiversity of Ant-guest Community in the Epiphytic Substrates of Guandaushi Forest Ecosystem, Central Taiwan

Jeng-Tze Yang¹ Ming-Yih Chen² Ying-Yu Jiang³

【Abstract】A total of 7,660 individuals belonging to 33 morpho-species of ants and their ant-guest insects were found in the substrates of epiphytes, i.e. *Asplenium nidus* (15 samples) and *Pseudodrynaria coronans* (16 samples) in the Guandaushi (GDS) forest ecosystem. Based on the regression analysis, the numbers of ant species is independent to the properties of the epiphytic substrates, i.e., the fresh weight with leaves, and the distance from ground level. Therefore, the selection of the substrate by the ants are probably random, and the composition of ant species is independent among each epiphytic substrate. Two coleopteran families, Staphylinidae (43%) and Pselaphidae (34%), are the dominant ant-guest groups in this study. The species number and individual number of ant-guests are both significantly correlated with

1. 國立中興大學昆蟲學系副教授
Associate Professor, Department of Entomology, NCHU.
2. 國立中興大學植物學系教授
Professor, Department of Botany, NCHU.
3. 國立中興大學植物學系碩士
Master, Department of Botany, NCHU.

the ant individuals in each single substrate. On the other hand, five orders of insects coexist with ants, *Crematogaster* sp. in the three papery nests collected from the tree top of *Litsea cubeba*, and they are Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Psocoptera, and Homoptera. The dominants inside the nest are ants and scale insects. Since the reproductive castes as well as eggs and larvae are found inside the nests, the epiphytic substrates also serve as breeding sites for the ants. Since the substrates of epiphytes provide ants with resources of habitats and food, the epiphytes can be considered as ant-guarded or/ and trash-basket types of ant-plants.

【Key words】 GDS forest ecosystem, ant-guest, coexistence, myrmecophyte, epiphytic substrate.

一、前言

依附植物多分布於熱帶、亞熱帶地區 (Benzing, 1987; Gentry and Dodson, 1987), 近年來, 世界各地的學者對依附植物的研究逐漸增多。關刀溪森林生態系屬亞熱帶林, 森林植物層次多, 依附植物尤為繁雜, 相關報告有陳明義等 (1998) 之依附植物之調查, 以及楊正澤等 (2001) 之著生植物基質昆蟲及其他非昆蟲無脊椎動物群聚之研究。著生植物基質微生態系中, 螞蟻及蟻客是具有獨特指標性的一群生物 (楊正澤等, 2001)。Kabakov (1967) 調查北越熱帶雨林之 200 多個著生植物基質樣品, 發現鞘翅目昆蟲及螞蟻是著生植物基質內昆蟲組成的二大群, 共記錄鞘翅目昆蟲 9 科 35 種; Sergeeva 等 (1990) 在越南南部研究高棲的山蘇花基質, 發現到 5 大群的無脊椎動物, 並探討其不同季節的生物量變化, 及基質累積與動物消長的關係。

在組成生物群聚 (community) 中, 種群間的關係複雜, 除競爭的關係外, 有共棲 (coexistence) 或共生 (symbiosis) 現象, 而此現象在螞蟻與其他生物間之關係更為常見。已知約有 1,000 種以上的生物和螞蟻有共棲的現象, 其中包括動物及植物, 這些生物被視為親 (好) 蟻性生物 (myrmecophile) (Hölldobler and Wilson, 1990); 這些與螞蟻共棲的動物中, 其生活史的某階段因得到螞

蟻的所提供的食物而成長, 此類昆蟲通稱為蟻客 (ant guests)。有關植物、螞蟻以及蟻客三者間的關係, 研究報告頗多, 如 Hölldobler and Wilson (1990) 整理有關螞蟻與其他節肢動物具有共生現象之文獻報告, 共計節肢動物 127 科與螞蟻共生, 其中 31 科為鞘翅目, 占 27.56%, 而這些報告中, 又以隱翅蟲科有 31 次與螞蟻共生之記錄為最多, 占鞘翅目蟻客的 14.22%; Rocha and Bergallo (1992) 及 Davidson and Mckey (1993) 曾研究植物與螞蟻的互利共生; Leschen (1991) 則探討單種螞蟻與單種蟻客間的行為模式。

本研究乃關刀溪森林生態系之著生植物及其基質之相關研究之一, 由於在基質樣品內發現為量不少的螞蟻及可能為蟻客的鞘翅目昆蟲, 因此再進一步探討其在著生基質微生態系昆蟲群聚中更為複雜的交互作用, 即螞蟻-植物-蟻客三者間的互動關係, 以及此三類群生物在營養需求上的依存關係。亦進一步以螞蟻與蟻客之間共存的專一性, 探討著生植物基質內之蟻客昆蟲群聚是否足以將著生植物也定義為螞蟻植物。

二、材料與方法

關刀溪森林生態系樣區及著生植物基質樣品簡要敘述如下, 詳細材料與方法及樣區描述, 請參考楊正澤等 (2001) 已發表之報告。

- (一) 天然林樣區：海拔高 1,030~1,100m，著生植物以台灣山蘇花較優勢。13個樣品，代號為 Ep18-20、Ep25-28 及 Ep5-10。
- (二) 次生林樣區包括：
1. 海拔 1,030m 之木荷次生林樣區，著生植物以崖薑蕨較優勢。1個樣品，代號為 Ep17。
 2. 海拔高 1,250m，為次生闊葉林，著生植物以崖薑蕨為優勢。5個樣品，代號為 Ep1-3 及 Ep14-15。
 3. 海拔高 1,500~1,650m，屬於次生闊葉林，4 個樣品，代號為 Ep29-32。
- (三) 火燒跡地樣區：海拔高 1,030m，著生植物主要為火燒後殘存在枯木或石上的崖薑蕨。5個樣品，代號為 Ep4、Ep16、Ep22-24。
- (四) 溪岸樣區：海拔高 850m，在關刀溪岸，著生植物以台灣山蘇花為主。3 個樣品，代號為 Ep11-13。

另在關刀溪森林生態系林道旁的一棵山胡椒 (*Litsea cubeba*) 樹上，以高枝剪採下三個不同高度之蟻巢，檢視其中之昆蟲群聚，以供比較其中昆蟲相之異同。採得之標本經整理、鑑定，螞蟻分至形態種 (morpho-species)，由台大昆蟲學系林宗歧博士鑑定至屬 (genus)，蟻客昆蟲則因人力等限制只鑑定至科，所有標本保存在中興大學昆蟲學系標本館。調查結果之數據利用歸群、迴歸及卡方關聯分析，探討螞蟻、蟻客及著生植物基質三者間的關係。

三、結果

(一) 著生植物基質內螞蟻與蟻客之組成及豐度

螞蟻與蟻客共棲於著生植物基質內，發現之螞蟻共 7,660 隻，33 形態種，鞘翅目蟻客種類及個體數如表 1，蟻客科別及數量如表 2。迴歸分析結果 (圖 1、2) 顯示，螞蟻

種數與基質含葉鮮重及離地距離間之相關性極低 (r 值分別為 0.0515 及 0.0566)。圖 3 之歸群分析係以表 1 轉碼為有(1)與無(0)以 Jaccard 係數分析，UPGMA 歸群分析結果顯示，各樣品在 50% 相似度以下均各自獨立成群。此與相關性之分析結果相同，即螞蟻組成與基質重量及離地距離兩變數間不相關，由此推測螞蟻對上述基質特性的選擇可能是逢機性的，也可能因而導致樣品之間相似性不高，造成各基質樣品具有獨特之螞蟻組成，此亦可能成為螞蟻群聚多樣性較高之基礎。螞蟻個體數與基質重量的關係由圖 4 可知，不同螞蟻種類，螞蟻個體數隨基質重量之增加而增多，但兩者間相關性不高 (r 值僅為 0.2678)。

鞘翅目蟻客之組成共計 6 科，其中除象鼻蟲科之外均為常見之蟻客昆蟲，其中隱翅蟲科 (43%) 與蟻塚蟲科 (34%) 二科占總數的 77% (楊正澤等，2001)。依迴歸分析結果 (圖 5 及圖 6)，此兩科優勢分類群之種數及個體數和一基質內螞蟻個體數呈顯著正相關 (r 值分別為 0.4144 及 0.4262)。鞘翅目蟻客包含隱翅蟲及蟻塚蟲科等之種數與個體數亦有隨螞蟻數量增加而上升的趨勢 (圖 7 及圖 8) (r 值分別為 0.5366 及 0.5496)。圖 9 係以螞蟻與鞘翅目蟻客之組成歸群，因相似度低，若以 50% 為標準，其基質樣品中 EP8 與 EP9、EP29 與 EP31 分別歸於同一群，原因可能為樣品分別來自於相同生育地，而除此兩群之外，其餘皆各自獨立，若要找出更多群則需降低相似度至 32%，然而結果是一樣的，由此顯示以螞蟻之鞘翅目蟻客為變數而言，基質樣品間相似性極低，各基質樣品各自獨立一群。另螞蟻與鞘翅目數量作歸群分析，因 Euclidean 為相異性係數，以 50% 相異度為標準，亦即圖中 8 的位置，得到相似的結果，可分為 5 群及 11 個獨立群 (圖 10)，其中 5 群，如 C 群 (關刀溪旁之天然闊葉林)、

表 1. 關刀溪森林生態系不同林型樣區崖薑蕨及台灣山蘇花著生植物基質螞蟻種類及數量
 Table 1. The species and individual numbers of ants in epiphytic substrate of *Asplenium nidus* and *Pseudodrynaria coronans* from different stands of GDS forest ecosystem.

Species of ants	EP1	EP2	EP3	EP4	EP14	EP15	EP16	EP17	EP18	EP19	EP20	EP22	EP23	EP24	EP28	EP5	EP6	EP7	EP8	EP9	EP10	EP11	EP12	EP13	EP25	EP26	EP27	EP28	EP29	EP30	EP31	EP32	Total
<i>Amblyopone silvestrii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>brachyponera chinensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ectonomymex javanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Hypoponera bondroiti</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	20
<i>Hypoponera opaciceps</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Hypoponera sauteri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Hypoponera sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
<i>Hypoponera sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Hypoponera sp.3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hypoponera sp.4</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hypoponera sp.5</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Monomorium floralica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Monomorium sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
<i>Monomorium sp.2</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	554	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	501	0	9	0	0	0	0	0	0	1068
<i>Monomorium sp.3</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Oilgomyrmex amin</i>	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0	501	5	0	0	0	0	0	0	0	0	146	231	99	62	0	0	0	0	0	0	0	1093
<i>Oilgomyrmex sp.1</i>	49	251	1022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	411	701	9	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2542
<i>Paratrechina flavipes</i>	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	0	0	27	166	0	0	0	0	0	0	0	0	217
<i>Paratrechina longicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Paratrechina sp.1</i>	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
<i>Paratrechina sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Paratrechina sp.3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Paratrechina sp.4</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Paratrechina sp.5</i>	0	0	2	0	1	3	0	68	0	3	0	368	20	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	480
<i>Paratrechina sp.6</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	807	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	807
<i>Pheidole sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	467	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	467
<i>Srurimigenys lacunosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Techomyrmex albipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tetramorium nipponense</i>	0	120	141	0	0	0	0	0	0	0	0	4	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	439
<i>Tetramorium sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Vollenhovia sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66
<i>unknown sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	325	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	325
<i>unknown sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

表 2. 關刀溪森林生態系崖薑蕨(A)及台灣山蘇花(B)基質螞蟻與鞘翅目蟻客種數及個體數
 Table 2. The species and individual numbers of ants and coleopteran ant-ghosts in *Asplenium nidus* (A) and *Pseudodrynaria coronans* (B) substrates of GDS forest ecosystem.

(A)	EP1	EP2	EP3	EP4	EP14	EP15	EP16	EP17	EP18	EP19	EP20	EP22	EP23	EP24	EP28	
螞蟻種數	4	3	3	0	1	2	1	4	0	1	0	3	7	3	3	
螞蟻個體數	49	388	1165	0	1	4	2	138	0	3	0	370	1885	23	495	
隱翅蟲科及蟻塚科種數	5	7	16	1	5	6	0	2	0	1	0	1	8	1	9	
隱翅蟲科及蟻塚科個體數	12	25	95	9	6	35	0	2	0	1	0	3	46	2	32	
鞘翅目蟻客種數	11	9	17	4	6	9	0	2	0	1	0	4	16	2	16	
鞘翅目蟻客個體數	15	27	101	17	7	39	0	2	0	1	0	6	72	3	46	
(B)	EP5	EP6	EP7	EP8	EP9	EP10	EP11	EP12	EP13	EP25	EP26	EP27	EP29	EP30	EP31	EP32
螞蟻種數	2	1	1	2	2	0	5	9	12	7	2	2	1	0	0	0
螞蟻個體數	878	702	9	101	7	0	161	308	204	752	3	11	1	0	0	0
隱翅蟲科及蟻塚科種數	13	3	6	3	6	1	3	7	6	7	1	7	3	5	2	0
隱翅蟲科及蟻塚科個體數	102	3	17	3	15	1	5	13	6	10	1	18	14	13	2	0
鞘翅目蟻客種數	15	3	11	4	7	1	7	12	12	12	1	8	6	8	5	1
鞘翅目蟻客個體數	15	3	24	4	29	1	10	19	14	22	1	20	20	23	5	1

表 3. 關刀溪森林生態系山胡椒樹幹上舉腹蟻屬蟻巢內之昆蟲分類群與歧異度
 Table 3. The diversity indices of insect taxa that found in the ant-nests of *Crematogaster* sp. on the stems of *Litsea cubeba* in GDS forest ecosystem.

Ant-nests	1			2			3		
Insects	<i>ni</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>ni</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>ni</i>	<i>D</i>	<i>H</i>
Psocoytera							1	0	0.0200
Homopter									
Coccoidea				320	0.4898	0.2495	230	0.6647	0.1662
Diptera									
Phoridae	3	0.0545	0.3543	1	0	0.0134			
Lepidoptera	1	0	0.218						
Hymenoptera									
Formicidae	6	0.2727	0.3306	136	0.0881	0.3607	51	0.0322	0.3093
Chalcidoidea	1	0	0.218						
Total	11	0.3272	1.1209	457	0.5779	0.6236	282	0.6969	0.4955

ni: individuals; D: Simpson diversity index; H: Shannon diversity index

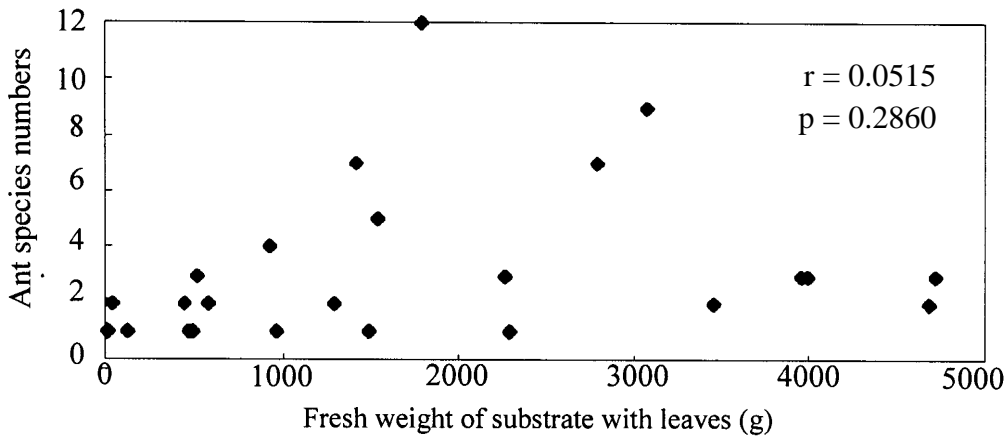


圖 1. 著生植物基質之含葉鮮重與螞蟻種數之關係

Fig. 1. The relationship between ant species numbers and the fresh weight of epiphytic substrate with leaves.

E 群（小出山之次生闊葉林）因生育地之不同而分群，另因著生植物種類相同而歸成一群者，如 B 群之 EP17、EP19 及 EP22、EP24 全係崖薑蕨之基質樣品，其他分群之影響因素尚不明確。

（二）台灣山蘇花及崖薑蕨與螞蟻之關聯性分析

在關刀溪森林生態系所採的山胡椒樹幹上之蟻巢，經鑑定為舉腹蟻屬所構築，分析蟻巢中之昆蟲相，共計有 5 個目，其中膜翅目除蟻

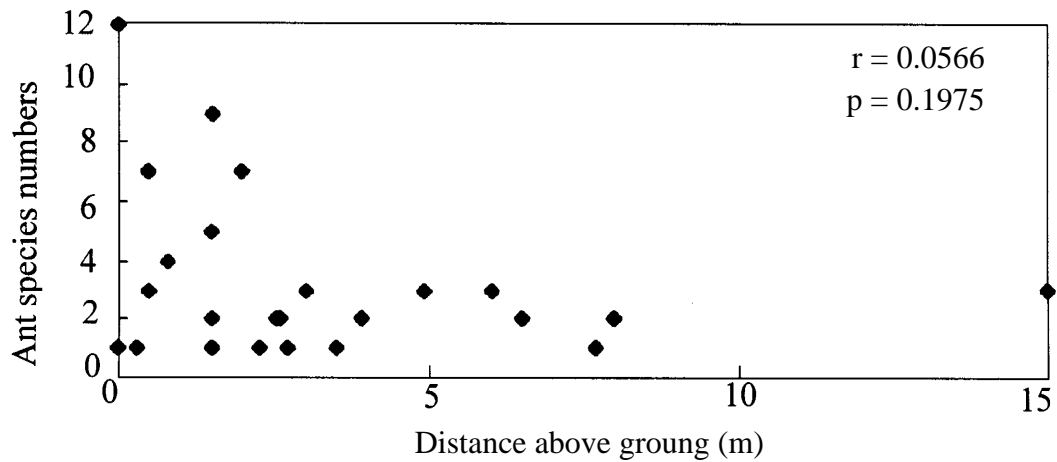


圖 2. 關刀溪森林生態系著生植物基質離地距離與螞蟻種數之關係

Fig. 2. The relationship between ant species numbers and the distance of epiphytes away from ground level.

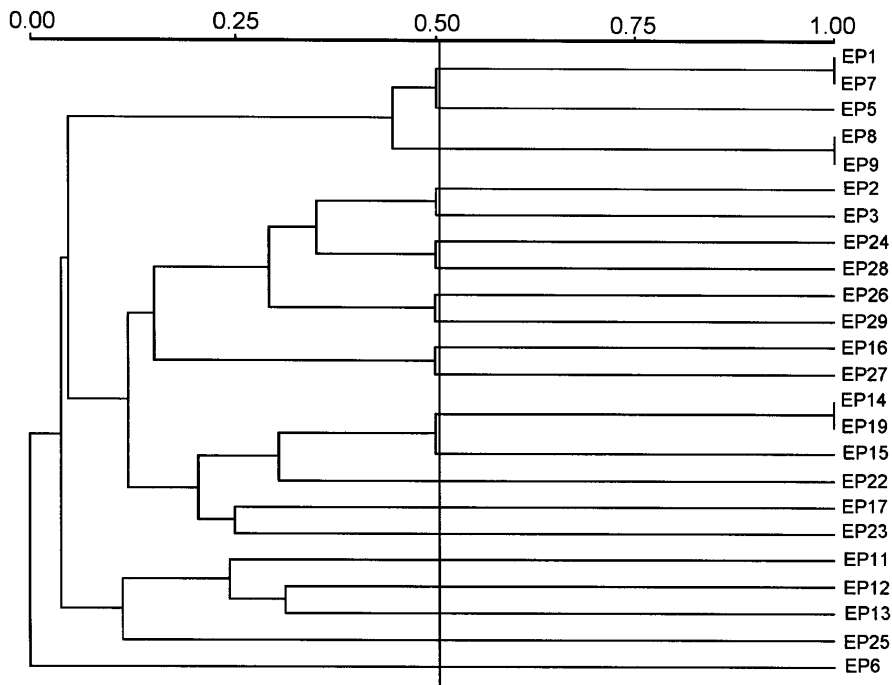


圖 3. 關刀溪森林生態系不同林型樣區著生植物基質螞蟻組成之歸群樹狀圖

利用 Jaccard 係數與UPGMA之歸群方法。EP5-10: 木馬道天然闊葉林；EP11-13: 關刀溪旁天然闊葉林；EP18-20、EP25-28: 水源地天然闊葉林；EP1-3、EP14-15: 湯公碑次生闊葉林；EP17: 木荷保護區次生闊葉林；EP29-32: 小出山次生闊葉林；EP4、EP16、EP22-24: 火燒跡地

Fig. 3. The phenogram based upon the clustering analysis of Jaccard coefficient and UPGMA of ant composition in the epiphytic substrates from different stands.

The sample codes EP1 to EP32 please see text for details.

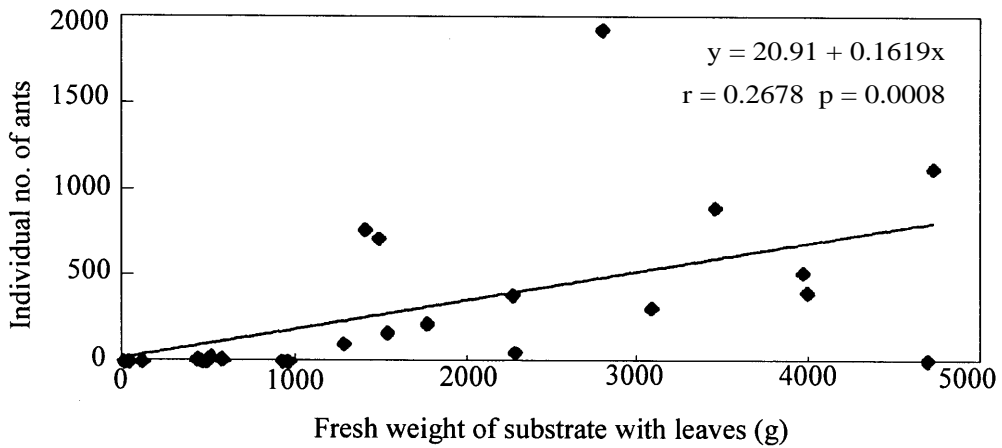


圖 4. 關刀溪森林生態系著生植物基質含葉鮮重與螞蟻個體數之關係

Fig. 4. The relationship between the individual numbers of ants and the fresh weight with leaves of epiphytic substrates.

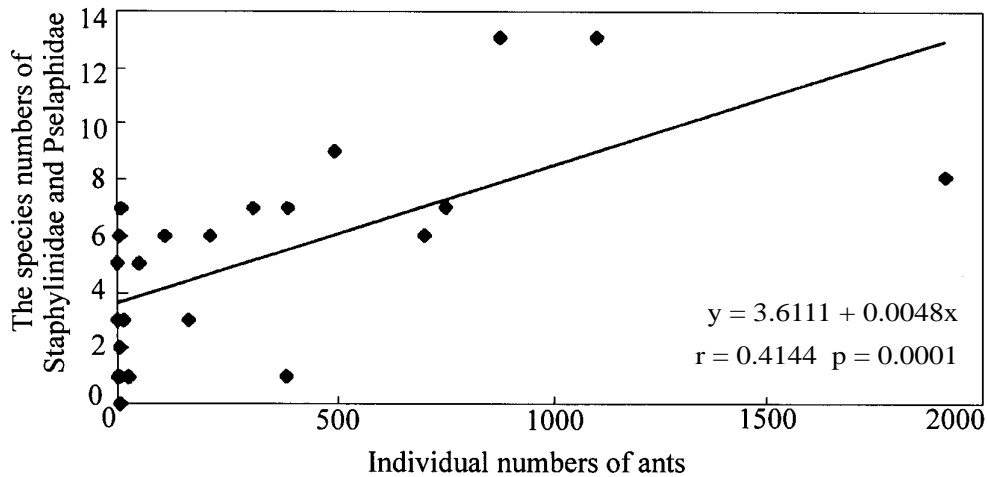


圖 5. 關刀溪森林生態系著生植物基質內螞蟻個體數與隱翅蟲科和蟻塚蟲科種數之關係

Fig. 5. The relationship between the individual numbers of ants and the species numbers of Staphylinidae and Pselaphidae in the epiphytic substrates.

科之外尚有小蜂總科 (Chalcidoidea)，另有鱗翅目 (Lepidoptera)、雙翅目 (Diptera) 之蚤蠅科 (Phoridae)、嚙蟲目 (Psocoptera) 及同翅目 (Homoptera) 之介殼蟲總科 (Coccoidea)。主要由螞蟻及介殼蟲組成 (表 2)，其內部亦包含通道及巢室。

所採獲著生植物基質中之螞蟻除有生殖階級外，亦同時發現工蟻叨唧著蟻卵掉落收集瓶內，由此可判定螞蟻以著生植物基質為其生育場所 (breeding site)。但基質內可同時發現 2~3 種螞蟻群落居住其中，甚至在台灣山蘇花基質 (EP13) 曾同時發現 12 種螞蟻，為樣品

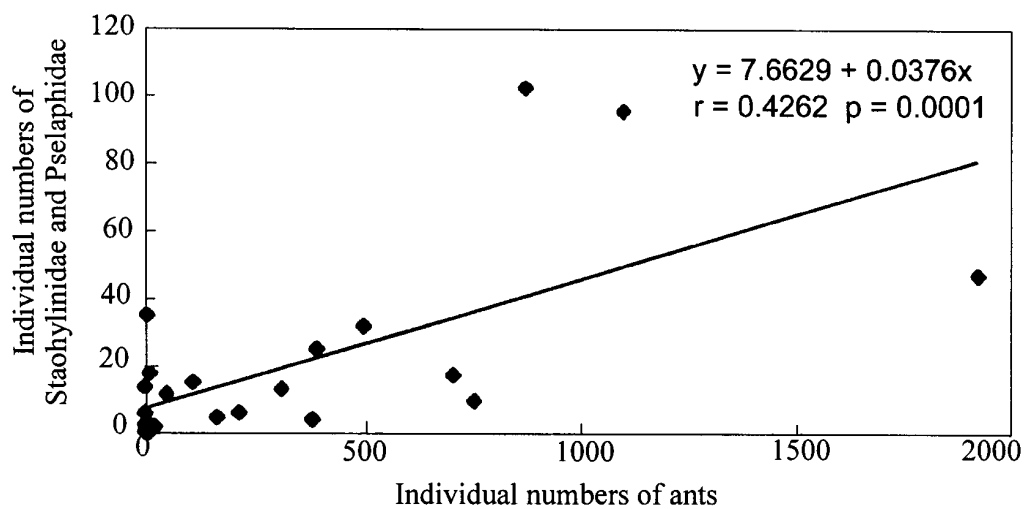


圖 6. 關刀溪森林生態系著生基質內螞蟻個體數與隱翅蟲科和蟻塚蟲科個體數之關係
 Fig. 6. The relationship between the individual numbers of ants and the individual numbers of Staphylinidae and Pselaphidae in the epiphytic substrates.

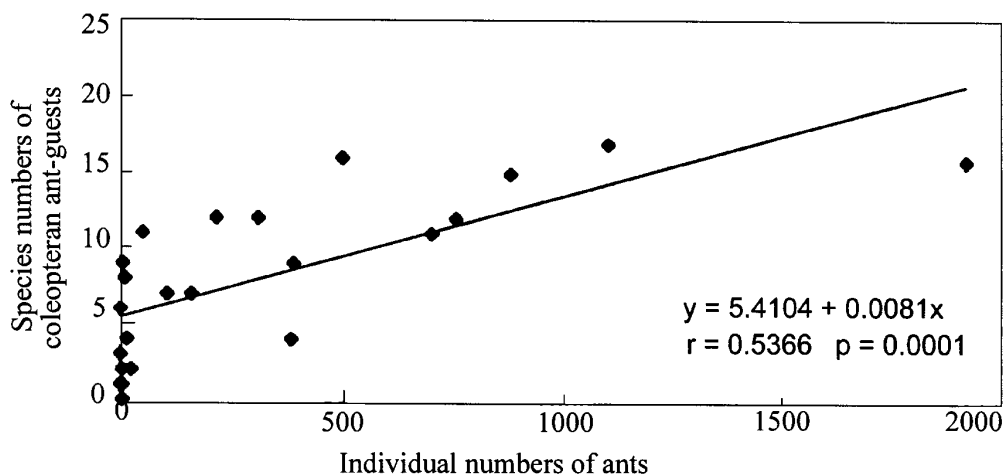


圖 7. 關刀溪森林生態系著生植物基質內螞蟻個體數與鞘翅目蟻客種數之關係
 Fig. 7. The relationship between the individual numbers of ants and the species numbers of coleopteran ant-guests in the epiphytic substrates.

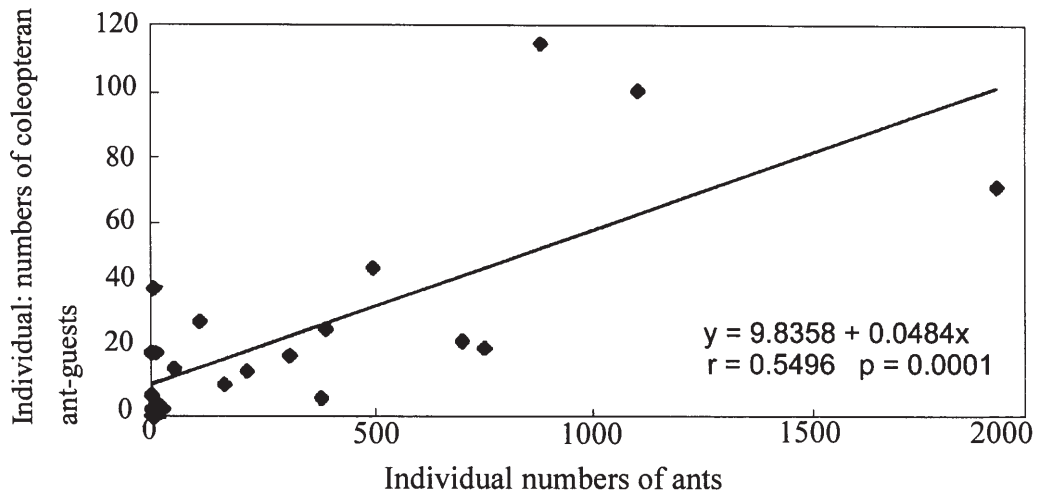


圖 8. 關刀溪森林生態系著生植物基質內螞蟻個體數與鞘翅目蟻客個體數之關係

Fig. 8. The relationship between the individual numbers of ants and the individual numbers of coleopteran ant-guests in the epiphytic substrates.

中種數最多者，總個體數最多的則是崖薑蕨基質 (EP23) (表 1)。由螞蟻種類而言，所有 33 形態種之中，單一基質內個體數最多的是編號 EP3 的樣品，寡蟻屬的 *Oligomyrmex* sp.1 共計 1,022 隻，31 基質總計之螞蟻個體數 (2,542 隻) 也以此種最多，占總數 (7,660 隻) 之 33%。在剝離基質烘烤時，經檢查著生植物基質內並無明顯的通道及巢室構造，螞蟻除了在乾枯之崖薑蕨根莖內部通道活動外，亦在腐植質之空隙間活動。台灣山蘇花與崖薑蕨之著生基質因適應環境而形成一獨特的微棲所，螞蟻是否與之互利共生，目前尚無法得知，而著生植物與螞蟻之關聯性分析結果，其中黃蟻屬 *Paratrechina* sp.5 與崖薑蕨的關係較密切 ($P \leq 0.005$)，而與台灣山蘇花呈負關聯 ($P \leq 0.05$)，其他 5 種螞蟻如 *Monomorium* sp.2、*Oligomyrmex* amin、*Oligomyrmex* sp.1、*Paratrechina flavipes* 及 *Tetramorium nipponense* 則與兩種著生植物間無顯著關聯。

四、討論

按 Hölldobler and Wilson (1990) 指出馬來西亞的親蟻植物與螞蟻的共生現象已具有專一性，如茜草科 *Mymecodia ruberosa* 和棲住其中的 *Iridomyrmex myrmecodiae* 之互利共生。因此著生植物與螞蟻間是否存在專一性的對應關聯尚不能確定，又上述分析結果除黃蟻屬 *Paratrechina* sp.5 與崖薑蕨有密切之外，其他螞蟻種類與著生植物則無顯著關聯性。台灣山蘇花及崖薑蕨是否可視為親蟻植物，本研究暫無法下結論。但據 Benzing (1990) 之分類，著生植物基質與冠層動物相具有相當的關聯性，因此，在冠層與地表間活動的螞蟻和基質之關係必然存在，但數種不同群落的螞蟻可同時共存於一基質內，其中的協調性及資源共享所隱含的生物意義，是否亦可視同螞蟻植物，有待深入研究。

Benzing (1990) 認為，維管束植物中主要的著生植物，因提供食物而與冠層動物相 (canopy fauna) 尤其是螞蟻之長期接觸，形成

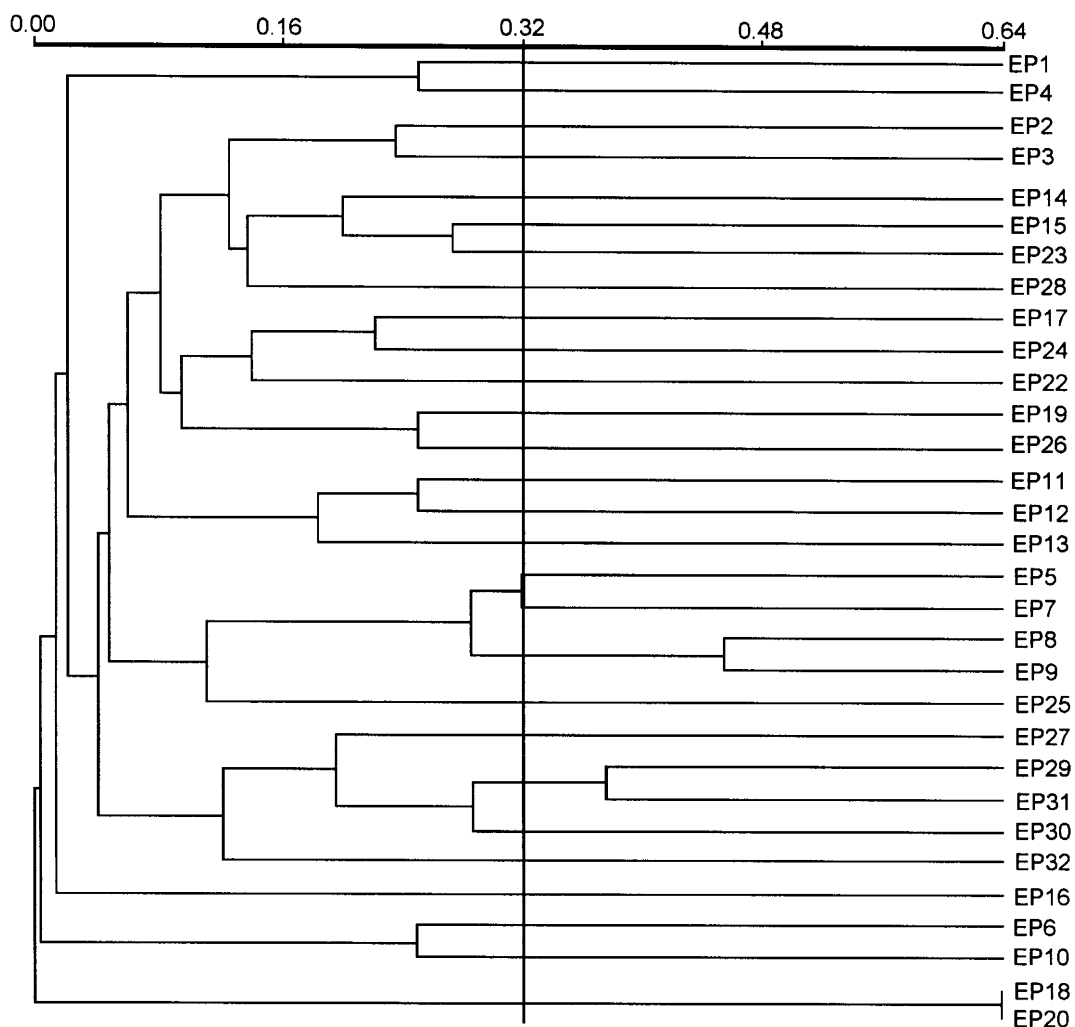


圖 9. 關刀溪森林生態系不同林型樣區著生植物基質螞蟻與鞘翅目蟻客組成之歸群樹狀圖 (利用 Jaccard 係數與 UPGMA 之歸群方法)

EP5-10：木馬道天然闊葉林； EP11-13：關刀溪旁天然闊葉林； EP18-20、EP25-28：水源地天然闊葉林； EP1-3、EP14-15：湯公碑次生闊葉林； EP17：木荷保護區次生闊葉林； EP29-32：小出山次生闊葉林； EP4、EP16、EP22-24：火燒跡地

Fig. 9. The phenogram based upon the clustering analysis of Jaccard coefficient and UPGMA of the composition of ants and coleopteran ant-guests in the epiphytic substrates from different stands. (The sample numbering EP1 to EP32 see text for details.)

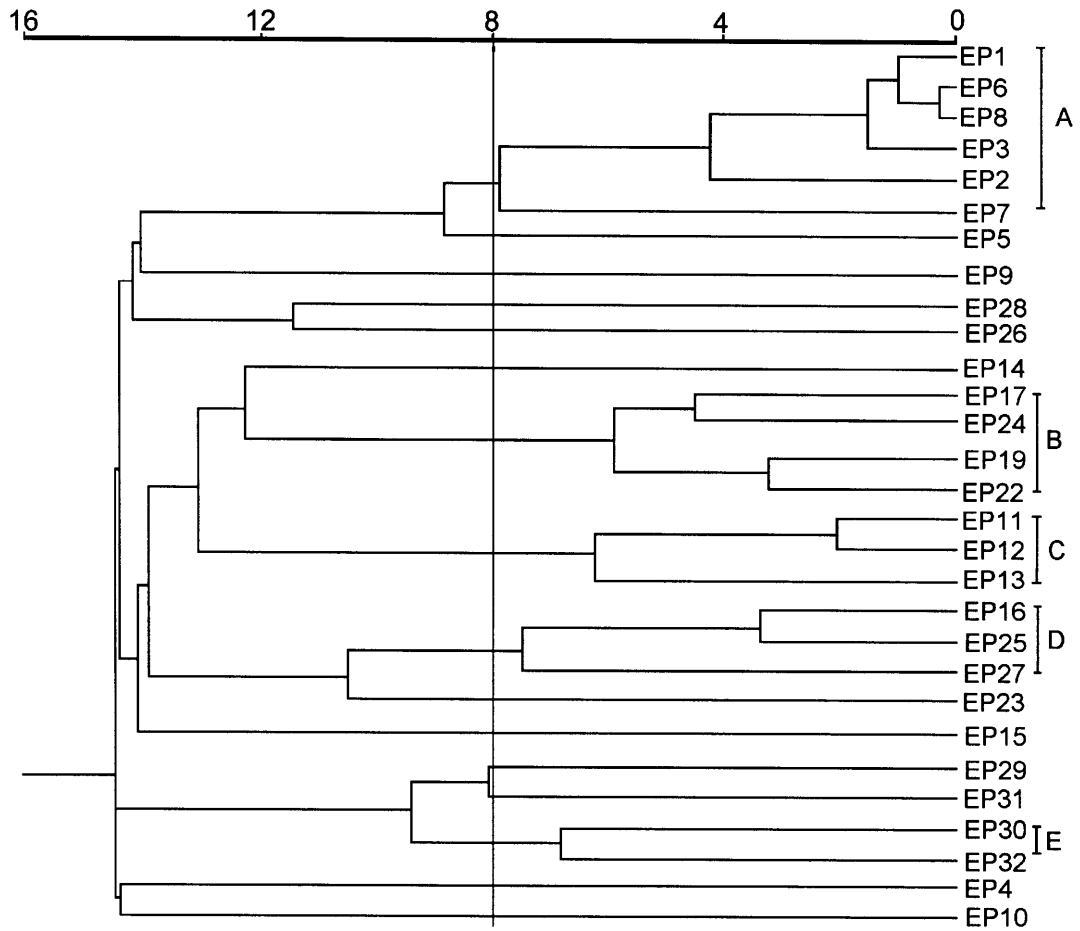


圖 10. 關刀溪森林生態系不同林型樣區著生植物基質螞蟻與鞘翅目蟻客歧異度之歸群樹狀圖 (利用 Euclidean 係數與 UPGMA 之歸群方法)

EP5-10：木馬道天然闊葉林；EP11-13：關刀溪旁天然闊葉林；EP18-20、EP25-28：水源地天然闊葉林；EP1-3、EP14-15：湯公碑次生闊葉林；EP17：木荷保護區次生闊葉林；EP29-32：小出山次生闊葉林；EP4、EP16、EP22-24：火燒跡地

Fig. 10. The phenogram based upon the clustering analysis of Euclidean coefficient and UPGMA of the diversity indices of ants and coleopteran ant-guests in the epiphytic substrates from different stands. (The substrates sample codes EP1 to EP32 please see text for details.)

下述 5 類型關係：1. 蟻巢型 (ant-nest-garden)：由樹棲螞蟻所構築形成，一般屬喜陽性 (heliophilic)；石達愷 (1991) 指出，台灣最顯著的蟻巢是由舉腹蟻屬 (*Crematogaster* sp.) 在樹幹或樹枝上所築成的黑褐色紙質蟻巢；本研究所採得 3 個不同高度的蟻巢，即屬此種類型。2. 親 (喜) 蟻植物型 (ant-fed; ant-house; myrmecophyte)，指靠螞蟻授粉的植物或因螞蟻棲居而獲益，且特別適應與螞蟻棲居之植物，亦即通稱的螞蟻植物 (ant plants)；如馬來西亞常見的茜草科 *Hydnophytum* 屬之著生植物，其莖之基部膨大成球狀，內部形成許多空室可供螞蟻棲住及儲存有機碎屑 (debris)，植物根部可伸入吸取螞蟻用過的廢物作為養分。3. 防護型 (ant-guarded)：即螞蟻可防禦其他植食性昆蟲等危害著生植物，而著生植物則提供螞蟻作為棲所，此類型與親螞蟻植物之角色功能，有些是一致的，如 *Hydnophytum* 屬植物。4. 聚物籃型 (trash-basket)：此類型著生植物主要由宿主植物的落葉提供其所需的營養，累積有機碎屑提供螞蟻作為棲所，有時亦提供螞蟻食物，殘餘廢物則為著生植物的養分，常發現在具有蓮座葉叢的大型鳥巢狀蕨類 (bird's nest-like ferns)，如本研究的台灣山蘇花及崖薑蕨；另一類群為具有收集葉及營養葉二型葉片之蕨類，如鹿角蕨屬 (*Platynerium*) 之著生植物；Kabakov (1967) 曾記錄著生植物山蘇花基質內棲住的鞘翅目昆蟲；Sergeeva 等 (1990) 曾調查山蘇花基質的無脊椎動物組成，但皆未深入探討基質與螞蟻的關係。5. 貯水杯型 (phytotelm, tank)：一般於熱帶美洲的鳳梨科植物 (Bromeliaceae)，其葉基開張具有接水及貯水的功能，這類型著生植物與水生昆蟲關係密切。

Benzing (1990) 認為森林冠層著生植物基質動物相與鳳梨科植物之貯水杯所吸引的水生動物相有顯著的不同。Paterson (1982) 指

出，螞蟻可在基質內，築隧道而改善基質之透氣性及增進排水力。但是螞蟻會在何種情況下才進入著生植物基質呢？又基質被選擇的原因是什麼呢？Benzing (1990) 認為螞蟻是在適當情況下才進入著生植物基質的。至於何時才是適當？石達愷 (1991) 所指出，許多拓殖群落的蟻后及雄蟻在盛大的婚配飛翔之中或之後進行交配，之後蟻后立即尋找築巢或棲居的地點，先產下少量的卵，然後待其孵化，以便建立基族群。因為在基質形成初期，腐植質累積的量，所形成的空間可能不足以供螞蟻活動，而已成熟的基質則可能已有天敵，如蜘蛛、蜈蚣等的威脅，及其他螞蟻種群的排斥。這對單獨的蟻后而言，危險性太高。本文所分析 31 個基質樣品的含葉鮮重與螞蟻的組成及數量，發現 440g 的 EP8 具有 9 隻寡蟻屬 (*Oligomyrmex*) 之工蟻及 2 個卵 (表 1)，依據上述推論，這樣品可能是螞蟻進入基質的初期代表。基質鮮重大於 EP8 (440g) 及至最重的 EP3 基質的 4,730g，螞蟻的數量由數十隻到數千隻不等，但是在含葉鮮重 4,695g 的崖薑蕨基質 EP15 卻只發現到 3 隻黃蟻屬 (*Paratrechina* sp.) 及 1 隻單家蟻屬 (*Monomorium* sp.) 的螞蟻 (表 1)。觀察崖薑蕨著生植物的根莖大部分與宿主之樹幹分離，葉片只剩 4 片，鮮重為 50g，基質團粒疏鬆，崖薑蕨之鬚根乾枯，植物之生長勢衰落，其基質棲所可能已不適合螞蟻居住而搬離，由此可見它們與著生植物的是否存活亦有密切的關係。石達愷 (1991) 指出，台灣比較著名的漂泊蟻 (tramp ants)，指遠離原棲地而適應人類環境，世界廣泛分布的螞蟻，即包括基質 EP15 所發現的二屬螞蟻，即黃蟻屬及單家蟻屬，其習性是築巢的需求相當有彈性，對自然的巢穴改變最少，可隨時棄巢，假如舊巢稍不適，便很快遷移他處。另外二個基質 EP32 及 EP4，著生植物已死亡，只剩疏鬆的殘存有基質，EP32 及 EP4 基質含水量最低，分別是 20.20% 及 46.19%，兩基質均

未採獲螞蟻，其原因與上述 EP15 的情況可能是相同的。

五、誌謝

感謝台灣大學昆蟲學系林宗岐博士協助蟻總科鑑定以及加拿大農業部 Dr. A. Smetana 及義大利 Dr. R. Pace 協助隱翅蟲總科鑑定。本文由陳采如小姐協助資料整理，特此感謝。本研究部分經費由國科會計劃補助（NSC 86-2621-B-005-002-A07、NSC 86-2621-B-005-008-A07 及 NSC 87-2621-B-005-006-A07），謹此誌謝。

六、引用文獻

- 石達愷（1991）台灣社會性昆蟲。國立自然科學博物館。
- 陳明義、江英煜、楊正澤（1998）關刀溪森林生態系依附植物之研究。中興大學實驗林研究彙刊 20(2): 93-103。
- 楊正澤、陳明義、江英煜（2001）關刀溪森林生態系著生植物基質特性與無脊椎動物群聚生物多樣性。台灣昆蟲 21: 99-117。
- 蘇鴻傑（1992）台灣之植群：山地植群帶與地理氣候區。中央研究院植物研究所專刊第十一號。39-53頁。
- Benzing, D. H. (1987) Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptive diversity. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 74: 183-204.
- Benzing, D. H. (1990) Vascular epiphytes: general biology and related biota. Cambridge University Press, Cambridge. 354pp.
- Davidson, D. W., and D. Mckey. (1993) Ant-plant symbioses: stalking the Chuyachaqui. *Tree* 8(9): 326-332.
- Gentry, A. H., and C. H. Dodson. (1987) Diversity

- and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 74: 205-233.
- Hölldobler, B., and E. O. Wilson. (1990) *The ants*. Harvard University Press, Cambridge. 721pp.
- Kabakov, O. N. (1967) The Coleoptera of epiphytes in the tropical forests of Vietnam. *Entomol. Obozr.* 46(3): 690-698.
- Leschen, R. A. B. (1991) Behavioral observations on the myrmecophile *Fustiger knausii* (Coleoptera: Pselaphidae: Clavigerinae) with a discussion of grasping notches in myrmecophiles. *Ent. News* 102(5): 215-222.
- Muegge, M. A., and P. L. Lambdin. (1989) Optimal length of *Coccus hesperidum* L. (Homoptera:Coccidae) for parasitism by *Coccophagus lycimnia* (Walker) (Hymenoptera:Aphelinidae). *J. Entomol. Sci.* 24(1): 96-100.
- Paterson, S. (1982) Observations on ant associations with rainforest ferns in Borneo. *Fern Gazette* 12: 243-245. Cited by Benzing, D. H. 1990.
- Rocha, C. F. D., and H. G. Bergallo. (1992) Bigger ant colonies reduce herbivory and herbivore residence time on leaves of an ant-plant: *Azteca muelleri* vs. *Coelomera ruficornis* on *Ceropia pachystachya*. *Oecologia* 91: 249-252.
- Sergeeva, T. K., L. B. Kholopova, T. T. Nguyen, and S. T. Nguyen. (1990) Animal population and properties of “perched soils” of the tropical epiphyte *Asplenium nidus* L. *Soviet Journal of Ecology* 20(5): 284-293.

