



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Biodiversity of the Invertebrate Community in Epiphytic Substrates of the Guandaushi Forest Ecosystem, Central Taiwan 【Research report】

關刀溪森林生態系著生植物基質中無脊椎動物群聚之生物多樣性【研究報告】

Jeng-Tze Yang, Ming-Yih Chen and Ying-Yu Jiang
楊正澤* 陳明義、江英煜

*通訊作者E-mail: jtyang@dragon.nchu.edu.tw

Received: 2000/01/19 Accepted: 2000/04/10 Available online: 2001/06/01

Abstract

The biodiversity of the invertebrate community in 16 substrates of *Asplenium nidus* and 15 substrates of *Pseudodrynaria coronans* from the Guandaushi Forest ecosystem in central Taiwan was investigated. Water contents of the 31 substrate samples ranged from 20.2% to 585.7%. The pH values of all epiphytic substrates were less than 5.89. The content of organic matter was higher than 74%. The main nutrients, including P, K, Ca, and Mg, were higher than those of the ground soil. Totally 21,941 individual invertebrates including 2 phyla, 6 classes, and 24 orders were collected by using a Berlese funnel. The Insecta accounted for 79.70% of all invertebrates and was comprised of 16 orders. The order Collembola with individual numbers accounting for 31.5% was the largest Insecta group. Non-insect invertebrates were represented by 5 classes, among which Arachnida was the largest group. Individuals of the Arachnida in substrates of *A. nidus* and *P. coronans* accounted for 54.46% and 29.50% of the total, respectively. The Shannon and Simpson indices were used to compare the invertebrate fauna in substrates between these two dominant epiphytes in separate habitats, i.e., natural stands, secondary stands, artificial plantations, and burned forest at the Guandaushi long-term ecological research (LTER) site.

摘要

本研究探討台灣中部關刀溪森林生態系優勢著生植物基質之無脊椎動物群聚生物多樣性。來自不同林型，如天然林、次生林、人工林及火燒跡地等共計31件基質樣品，包含16件台灣山蘇花及15件崖薑蕨，分析其pH值、有機質等基質成分，分析結果，含水量變異範圍為20.2%至585.7%。一般而言，著生植物基質之pH值低於5.89，有機質含量高於74%。主要養分包括磷、鉀、鈣及鎂，均高於著生植物所在地土壤之養分含量。以柏氏漏斗法處理基質，採得無脊椎動物共21,941隻，包括2動物門共6綱24目，其中昆蟲綱16目占無脊椎動物總個體數之79.70%，而以彈尾目之個體數百分比最高，占昆蟲綱之31.50%。非昆蟲無脊椎動物5綱，其中蛛形綱之個體數最多，在台灣山蘇花及崖薑蕨基質分別占54.46%及29.50%。無脊椎動物數量與基質重量呈正相關，而與基質所在位置之離地高度不相關。另以歸群分析及夏農與辛浦森歧異度指數比較不同棲所之兩種著生植物基質樣品特性與無脊椎動物組成之相關性。

Key words: Taiwan, Guandaushi Forest, epiphytic substrates, invertebrates, insects.

關鍵詞: 台灣、關刀溪森林、著生植物基質、無脊椎動物、昆蟲

Full Text: [PDF \(0.2 MB\)](#)

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

關刀溪森林生態系著生植物基質中無脊椎動物群聚之生物多樣性

楊正澤^{*} 國立中興大學昆蟲學系

陳明義 江英煜 國立中興大學植物學系

摘 要

本研究探討台灣中部關刀溪森林生態系優勢著生植物基質之無脊椎動物群聚生物多樣性。來自不同林型，如天然林、次生林、人工林及火燒跡地等共計 31 件基質樣品，包含 16 件台灣山蘇花及 15 件崖薑蕨，分析其 pH 值、有機質等基質成分，分析結果，含水量變異範圍為 20.2%至 585.7%。一般而言，著生植物基質之 pH 值低於 5.89，有機質含量高於 74%。主要養分包括磷、鉀、鈣及鎂，均高於著生植物所在地土壤之養分含量。以柏氏漏斗法處理基質，採得無脊椎動物共 21,941 隻，包括 2 動物門共 6 綱 24 目，其中昆蟲綱 16 目占無脊椎動物總個體數之 79.70%，而以彈尾目之個體數百分比最高，占昆蟲綱之 31.50%。非昆蟲無脊椎動物 5 綱，其中蛛形綱之個體數最多，在台灣山蘇花及崖薑蕨基質分別占 54.46%及 29.50%。無脊椎動物數量與基質重量呈正相關，而與基質所在位置之離地高度不相關。另以歸群分析及夏農與辛浦森歧異度指數比較不同棲所之兩種著生植物基質樣品特性與無脊椎動物組成之相關性。

關鍵詞：台灣、關刀溪森林、著生植物基質、無脊椎動物、昆蟲

前 言

關刀溪森林生態系位於中興大學惠蓀實驗林場第三林班，海拔高 700-1,700 m，區內之植群主要為闊葉樹天然林、次生林及杉木、日本扁柏等造林地。本區年平均溫約為 21℃，年雨量約為 2,685 mm，平均相對溼度 83% (Lu *et al.*, 1994)。根據 Holdridge 生態區分類方法之雨量標準，關刀溪森林生態系為冷

溫帶低山潮濕林 (lower mountain wet forest) (Feng and Kao, 2000)。本區森林層次構造複雜，著生植物繁多，其著生植物的分布與組成已另文發表(Chen *et al.*, 1998)。

依植物體基部收集腐植質之能力，Benzing (1990) 將著生植物分為二類，第一類是特化成具有收集能力者，可收集落葉等有機質當作營養來源，植物體基部常膨大成團狀；第二類是對落葉等有機質不具收集及

*論文聯繫人
e-mail: jtyang@dragon.nchu.edu.tw

截留能力者，其養分需求多源自腐朽的木材及來自蟻巢等，較常見者多是附著在宿主樹皮上的一層薄薄的腐植質上。在關刀溪森林生態系之優勢著生植物中，屬於第一類即具有積聚腐植質現象者有台灣山蘇花 (*Asplenium nidus* L.) 及崖薑蕨 (*Pseudodrynaria coronans* (Wall.) Ching)。此二種植物生長排列方式皆呈圓形鳥巢狀，基部環抱宿主樹幹，崖薑蕨葉基部常膨大擴張且轉變成棕色之腐植質接收葉，而台灣山蘇花的葉片則是乾枯後的葉片基部宿存，形成收集腐植質之構造。此二者之葉片皆寬大 (Kabakov, 1967)，可有效的收集落葉、腐植質及雨水當作營養來源，提供基質 (substrate) 之發育 (Singh and Roy, 1977)。

本研究探討著生植物基質的性質及生活於其中之無脊椎動物群聚組成，供森林生態系環境變遷之另一類監測指標，並提供亞熱帶森林生態系群聚結構生物多樣性之基本資料。Sergeeva *et al.* (1990) 在越南南方熱帶森林的研究報告，將山蘇花葉基部積聚的有機基質特稱為「高位土壤」(perched soil)，本文稱為基質。此種有機基質之積聚，多發生於樹上或岩石上，與一般地面的土壤有所區別，因此形成一獨特的微棲所 (microhabitat) 或甚至形成微生態系 (microecosystem)。在空間及資源有限又隔離的著生植物基質內部棲息的無脊椎動物群聚之生物多樣性有多高？生物之間彼此的關係又如何？這些都是值得深入研究的課題，而這些群聚結構特性是否因森林類型不同而異？又是否會隨森林演替在不同生態過程而改變，也將是長期生態研究的重點項目之一。

材料與方法

一、調查樣區概述

著生植物基質樣品取樣區以台灣長期生態研究網 (TERN) 之關刀溪長期生態研究區 (Guandaushi LTER Site) 為主，包括下列各樣區，其植物社會概況及樣品代號如下：

1. 天然林樣區：海拔高 1,030-1,100 m 之水源頭 (Ca) 及其上游之木馬道 (Tt)，溪澗穿過，十分潮溼，林相為未遭破壞之天然闊葉林，優勢樹種為台灣山龍眼、紅楠、台灣黃杞；下層植物以冷清草、廣葉鋸齒雙蓋蕨及黃藤為主；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。
2. 次生林樣區包括：
 - a. 海拔 1,030 m 之木荷次生林樣區 (Pa)，優勢樹種除了木荷外，另有山紅柿、台灣黃杞；下層植物以柏拉木、倒卵葉山龍眼、變葉新木薑子、生芽鐵角蕨為主；著生植物以崖薑蕨較優勢。1 個樣品，代號為 EP17。
 - b. 海拔高 1,250 m，為湯公碑 (Tm) 附近之次生闊葉林，優勢樹種為長葉木薑子、香楠；下層植物以柏拉木、琉球雞屎樹為主；著生植物以崖薑蕨為優勢。5 個樣品，代號為 EP1-3 及 EP14-15。
 - c. 海拔高 1,500-1,650 m，屬於小出山 (Hm) 附近次生闊葉林，喬木以香桂、南投石櫟、紅花八角最優勢；著生植物主要為台灣山蘇花；下層植物以芒萁、倒葉瘤足蕨為主。4 個樣品，代號為 EP29-32。
3. 火燒跡地樣區 (Ba)：海拔高 1,030 m，主要樹種為台灣杜鵑及台灣二葉松，但於 1992 年發生火燒，樣區多為枯木，林冠不鬱閉，已有破空 (gap)，林下為火燒後自然更新之植物社會；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 及 EP22-24。

4. 溪岸樣區：海拔高 850 m，在關刀溪岸 (Gb)，非常潮溼，喬木以厚殼桂、瓊楠為主；下層植物以山柑、長梗紫苧麻為優勢；著生植物以台灣山蘇花為主。3 個樣品，代號為 EP11-13。

二、著生植物概述

基質係採自關刀溪長期生態研究區之著生植物：台灣山蘇花及崖薑蕨。台灣山蘇花又名鳥巢蕨，屬於鐵角蕨科 (Aspleniaceae)，為大型之著生植物，根莖粗短，直立，著生一大團之氣根，其葉狀體寬大，自圓形基座長出，葉柄很短，多分布於較潮濕的天然林中，著生之高度在各垂直層次皆有發現，但以下層 0-5 m 之著生密度較高。崖薑蕨屬於水龍骨科 (Polypodiaceae)，其根莖肉質粗大，常環繞宿主樹幹成一圈生長，密被褐色鱗片及大量的根；具大型葉片、革質、強韌，無葉柄。次生林之著生密度較高，且常在離地面 5-10 m 處生長 (Chen *et al.*, 1998)。

三、研究方法

攀岩設備，以普魯士攀登法 (Heck and Hanson, 1996) 爬樹，或是在選定的樹幹上釘爬釘以便採得高處之基質。採樣時在各樣區選擇同一株宿主之著生植物基質樣品。將整個基質採下，裝入塑膠袋，攜回實驗室，分別秤量基質之含葉鮮重與去葉鮮重。

1. 著生植物基質之成分分析

(1) 含水量之測定

去葉基質在收集無脊椎動物後，以 70 烘烤 48 小時後稱得基質之乾重。

$$\text{基質含水量} = \frac{\text{鮮重} - \text{乾重}}{\text{乾重}} \times 100\%$$

(2) 成分分析

基質磨成粉 (約 0.5 mm)，分別測定其 pH 值、有機質含量、全氮含量及主要養分 (磷、鉀、鈣、鎂) 之含量，測定方法依中華土壤與肥料學會之手冊 (Chinese Society of Soil and Fertilizer, 1995)，簡要列出如下：

pH 值：以玻璃電極法測之，水與基質比為 3:1 (V/W)。

有機質含量：利用 Walkley-Black method，以重鉻酸鉀氧化基質測之。

全氮含量：樣品加入硫酸與催化劑分解後，以 Kjeldahl 蒸餾法測定之。

磷：以酸萃取後，利用鉬黃比色法測定之。

鉀：以酸萃取後，用火焰分光譜儀測定之。

鈣、鎂：用酸萃取後，以原子吸光光譜儀測定之。

2. 著生植物基質群聚之生物多樣性分析

(1) 基質置於柏氏漏斗 (Berlese funnel) 內，每次約 500 g，以 60 瓦燭光之燈泡烘烤 2-3 天，使基質內的無脊椎動物掉入漏斗下之酒精收集瓶中。

(2) 無脊椎動物之鑑定及分類

昆蟲成蟲主要依據 CSIRO (1970) 及 Borror *et al.* (1989) 兩份檢索表鑑定至科。膜翅目的蟻科 (Formicidae) 由台灣大學林宗岐博士協助鑑定。部分的鞘翅目隱翅蟲科 (Staphylinidae) 由加拿大農業部 Dr. A. Smetana 鑑定。蟻塚蟲科 (Pselaphidae) 由義大利 Dr. R. Pace 協助鑑定至種。其它無脊椎動物則依 Yin *et al.* (1992) 所編「中國亞熱帶土壤動物」書中之檢索表 (Xie and Zhao, 1992) 鑑定至科 (family)。並計算各科無脊椎動物之個體數。

(3) 昆蟲歧異度分析

在昆蟲歧異度指數方面，以科為單位計算之 (Magurran, 1988 ; Yang, 1995)，列

出如下：

I. 辛浦森歧異度指數 (Simpson diversity index) 之公式

$$D = 1 - \sum \frac{ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

II. 夏農歧異度指數 (Shannon diversity index) 之公式

$$H = -\sum pi \times \ln(pi) \quad pi = ni/N$$

ni : 某科昆蟲之個體數

N : 所有昆蟲個體數

3. 歸群及相關性分析

利用 Rohlf (1993) 的 NTSYS-pc 統計軟體，進行不同樣區間著生植物基質之歸群分析。利用 1993 年版的 SAS 統計軟體，進行著生植物基質各種統計參數之迴歸分析。

結 果

1. 著生植物基質之成分特性

採得之16個台灣山蘇花基質樣品 (表一A) 及15個崖薑蕨基質樣品 (表一B)，除極少部分採自地面者外，大部分來自離地不同高度，最高達到7.7 m及6.9 m。以含葉鮮重代表樣品大小，台灣山蘇花基質樣品之含葉平均鮮重為1,018.38 g，變異範圍自16 g至3,460 g，最重的樣品之去葉鮮重為2,418 g (表一A)；崖薑蕨基質樣品之含葉平均鮮重為1,951.07 g，變異範圍自73 g至4,730 g (表一B)。基質成分分析結果分別列於表二A及表二B，含水量介於20.20% (台灣山蘇花EP32樣品) 至585.71% (崖薑蕨EP19樣品) 之間，其中EP32係無葉片之樣品。所有基質之pH值在3.10至5.89之間，偏酸性；有機質含量很高，皆在74%以上 (EP12之49.74%除外)，而崖薑蕨基質之平均有機質含量為84.16%，比台灣山蘇花基

質之平均有機質含量76.08%為高。

2. 著生植物基質群聚之生物多樣性

(1) 無脊椎動物群聚

由台灣山蘇花及崖薑蕨著生植物基質樣品所採集到的21,941隻無脊椎動物，包括節肢動物及軟體動物2個動物門，計有線蟲綱 (Nematoda)、蛛形綱 (Arachnida)、唇足綱 (Chilopoda)、倍足綱 (Diplopoda)、等足綱 (Isopoda) 及昆蟲綱 (Insecta) 等6綱，共計24目的動物，其中昆蟲綱有16個目，其餘為非昆蟲無脊椎動物 (non-insect invertebrates)，共計5綱，其個體數及百分比如表三。非昆蟲無脊椎動物以蛛形綱的個體數最多，在台灣山蘇花及崖薑蕨分別占54.46%及29.50%，蛛形綱總個體數占所有非昆蟲無脊椎動物之83.96%，約為第二多的唇足綱之7倍以上，唇足綱則占11.93%，唇足綱在兩種基質所採得的個數百分比多出倍足綱 (2.09%) 約有10% (不包括極少數的蚰蜒目)。就百分比而言，兩種著生植物基質之非昆蟲無脊椎動物群聚組成並無明顯不同，5綱之中以蛛形綱為優勢，唇足綱在崖薑蕨之中稍高 (9.51%)，然而在台灣山蘇花之基質中唇足綱和倍足綱個體數相近，分別為2.42%及2.02% (表三)。

(2) 昆蟲群聚

昆蟲綱16目加上所有未鑑定到科之幼蟲，共計17,483隻 (表三)。由表三可見兩種基質之昆蟲個體數總和分別遠較其他非昆蟲無脊椎動物高，在台灣山蘇花高達3.3倍，在崖薑蕨約高出4倍。然而就昆蟲之總個體數而言，崖薑蕨基質中之昆蟲約為台灣山蘇花的1倍以上。昆蟲群聚中以彈尾目 (Collembola) 個體數最多，其總個體數占全部無脊椎動物之31.50% (圖一)，僅次於膜

表一 關刀溪森林生態系台灣山蘇花基質(A)及崖薑蕨基質(B)之樣品特性

Table 1. The property of the substrates of *Asplenium nidus* (A) and *Pseudodrynaria coronans* (B) substrates in GDS forest ecosystem

(A)

Sample	Location	Altitude (m)	Type of forest in the site	Host plant	Distance above ground(m)	Fresh weight with leaves (g)	Fresh weight without leaves(g)
EP5	Tt	1030	Natural stand	Staphyleaceae (a)	1.5	3460	2418
EP6	Tt	1030	Natural stand	Staphyleaceae (a)	1.5	16	3
EP7	Tt	1030	Natural stand	Staphyleaceae (a)	2.25	1490	877
EP8	Tt	1030	Natural stand	Staphyleaceae (a)	2.5	440	178
EP9	Tt	1030	Natural stand	Staphyleaceae (a)	2.6	1290	677
EP10	Tt	1030	Natural stand	Staphyleaceae (a)	3	165	63
EP11	Gb	850	Natural stand	Staphyleaceae (a)	1.5	1540	—
EP12	Gb	850	Natural stand	On rocks	1.5	3080	—
EP13	Gb	850	Natural stand	On ground	0	1780	—
EP25	Ca	1100	Natural stand	Fagaceae (b)	2	1420	810
EP26	Ca	1100	Natural stand	Fagaceae (b)	3.9	34	—
EP27	Ca	1100	Natural stand	Fagaceae (b)	8	575	450
EP29	Hm	1650	Second stand	Juglandaceae (c)	7.7	493	—
EP30	Hm	1650	Second stand	Juglandaceae (c)	6.2	290	—
EP31	Hm	1650	Second stand	Juglandaceae (c)	4.3	128	—
EP32	Hm	1650	Second stand	Juglandaceae (c)	2.5	93	93
Average					3.18	1018.38	348.06

(B)

Sample	Location	Altitude (m)	Type of forest in the site	Host plant	Distance above ground(m)	Fresh weight with leaves (g)	Fresh weight without leaves(g)
EP1	Tm	1250	Second stand	Ebenaceae (d)	2.7	2290	—
EP2	Tm	1250	Second stand	Ebenaceae (d)	4.9	4000	—
EP3	Tm	1250	Second stand	Ebenaceae (d)	6.9	4730	—
EP14	Tm	1250	Second stand	Ebenaceae (d)	0	965	965
EP15	Tm	1250	Second stand	Ebenaceae (d)	6.5	4695	4645
EP17	Pa	1030	Second stand	On rocks	0.8	920	856
EP18	Ca	1100	Natural stand	Euphorbiaceae (e)	3.3	73	—
EP19	Ca	1100	Natural stand	Euphorbiaceae (e)	3.5	120	—
EP20	Ca	1100	Natural stand	Euphorbiaceae (e)	4	825	—
EP28	Ca	1100	Natural stand	Fagaceae (b)	15	3970	3320
EP4	Ba	1030	Gap	On snag	1.5	625	625
EP16	Ba	1030	Gap	On rocks	0.3	468	433
EP22	Ba	1030	Gap	Fagaceae (f)	3	2270	1994
EP23	Ba	1030	Gap	On snag	0.5	2800	2565
EP24	Ba	1030	Gap	Euphorbiaceae (g)	0.5	515	449
Average					3.56	1951.07	1056.8

— : data absent

(a): *Turpinia formosana* Nakai; (b) *Castanopsis kawakamii* Hayata; (c) *Engelhardtia roxburghiana* Wall.; (d) *Diospyros morrisiana* Hance; (e) *Mallotus paniculatus* (Lam.) Muell. - Arg.; (f) *Cyclobalanopsis globosa* Lin & Liu; (g) *Glochidion rubrum* Blume

表二 關刀溪森林生態系台灣山蘇花基質(A)及崖薑蕨基質(B)之成分分析

Table 2. The composition of *Asplenium nidus* (A) and *Pseudodrynaria coronans* (B) substrates in GDS forest ecosystem

(A)

Sample	Dried weight(g)	Water content(%)	pH	Percent of components (%)							
				OM	C	N	P	K	Ca	Mg	C/N
EP5	684.08	252.59	4.17	84.43	49.03	2.17	0.14	0.28	0.64	0.17	22.35
EP6	1.60	87.50	—	83.26	48.41	2.58	0.21	0.27	1.15	0.27	18.76
EP7	233.04	274.61	4.73	80.33	46.70	2.06	0.16	0.42	1.53	0.27	22.67
EP8	55.45	221.01	4.52	80.33	46.70	2.38	0.16	0.48	1.19	0.23	19.62
EP9	211.27	220.44	4.50	83.92	48.79	2.14	0.15	0.43	1.03	0.26	22.80
EP10	15.70	301.27	—	87.44	50.84	2.24	0.16	0.44	1.13	0.21	22.70
EP11	328.30	—	3.99	81.95	47.65	1.93	0.14	0.32	0.48	0.17	24.69
EP12	736.00	—	3.94	49.74	28.92	1.82	0.18	0.22	0.10	0.12	15.89
EP13	424.80	—	4.40	74.16	43.12	1.92	0.09	0.14	0.77	0.18	22.46
EP25	356.48	127.22	4.13	83.59	48.60	1.92	0.14	0.32	0.69	0.17	25.31
EP26	10.05	238.31	4.44	93.73	54.49	2.26	0.22	0.75	0.62	0.18	24.11
EP27	149.47	201.06	3.76	89.67	52.13	2.01	0.14	0.22	0.52	0.10	25.94
EP29	202.35	143.63	3.69	82.02	47.69	1.58	0.12	0.31	0.53	0.16	30.18
EP30	171.92	68.68	3.80	87.98	51.15	1.47	0.09	0.18	0.58	0.15	34.80
EP31	48.46	164.14	4.35	92.05	53.52	1.50	0.09	0.55	1.27	0.25	35.68
EP32	77.37	20.20	4.61	81.96	47.65	1.62	0.09	0.10	1.49	0.26	29.41
Average	231.65	193.33	—	76.08	44.23	1.93	0.14	0.28	0.64	0.17	22.92

(B)

Sample	Dried weight(g)	Water content(%)	pH	Percent of components (%)							
				OM	C	N	P	K	Ca	Mg	C/N
EP1	845.10	—	3.10	78.55	45.67	1.51	0.12	0.14	0.29	0.11	30.25
EP2	959.70	—	3.87	83.01	48.26	1.79	0.17	0.30	0.26	0.12	26.96
EP3	947.00	—	4.00	83.50	48.55	1.98	0.18	0.40	0.34	0.17	24.52
EP14	266.10	262.65	3.22	83.01	48.26	1.96	0.17	0.06	0.19	0.15	24.62
EP15	1976.00	135.07	3.13	84.82	49.31	1.61	0.18	0.06	0.12	0.09	30.63
EP17	235.70	263.17	3.59	79.38	46.15	2.08	0.20	0.25	0.02	0.15	22.19
EP18	13.22	452.19	5.72	83.26	48.41	2.14	0.21	1.04	0.80	0.22	22.62
EP19	17.50	585.71	5.54	84.57	49.17	2.28	0.19	1.02	0.95	0.26	21.57
EP20	171.15	382.03	5.89	85.65	49.80	1.89	0.25	1.07	1.41	0.28	26.35
EP28	1220.00	172.13	4.00	88.13	51.24	1.58	0.13	0.19	0.58	0.11	32.43
EP4	427.53	46.19	3.34	82.51	47.97	1.49	0.21	0.14	0.02	0.08	32.19
EP16	115.59	274.60	3.96	79.54	46.24	1.89	0.19	0.34	0.07	0.12	24.47
EP22	796.59	150.32	4.18	88.15	51.25	2.17	0.16	0.20	0.39	0.11	23.62
EP23	1139.80	125.04	4.30	83.83	48.74	1.78	0.20	0.20	0.59	0.13	27.38
EP24	131.97	240.23	4.87	83.01	48.26	1.79	0.20	0.44	0.44	0.34	26.96
Average	617.46	159.12	—	84.16	48.93	1.75	0.17	0.21	0.34	0.12	27.96

— : data absent

表三 關刀溪森林生態系著生植物台灣山蘇花及崖薑蕨基質之昆蟲綱各目與非昆蟲無脊椎動物各綱個體數及百分組成
 Table 3. The individual and composition of insect and non-insect invertebrates in the epiphytic substrates of *Asplenium nidus* and *Pseudodrynaria coronans* in GDS forest ecosystem

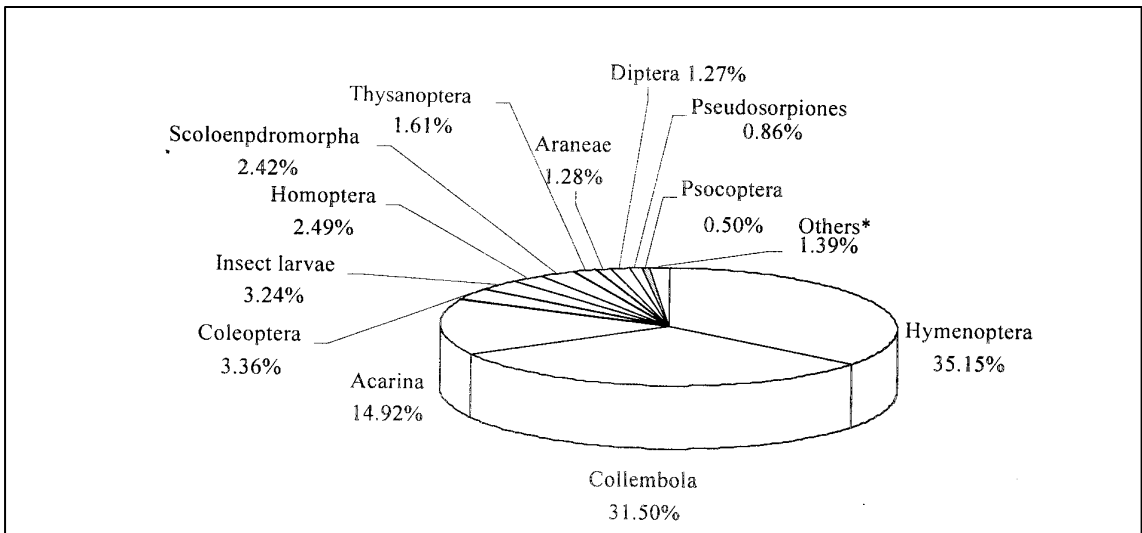
Composition	<i>Asplenium nidus</i>		<i>Pseudodrynaria coronans</i>		Total	
	Individuals	Percentage (%)	Individuals	Percentage (%)	Individuals	Percentage (%)
<i>Insecta</i>						
Blattaria	17	0.33	3	0.02	20	0.12
Coleoptera	362	7.03	375	3.04	737	4.21
Collembola	896	17.40	6016	48.77	6912	39.53
Dermaptera	6	0.12	0	0	6	0.03
Diptera	98	1.90	181	1.47	279	1.60
Embiidina	0	0	5	0.04	5	0.03
Hemiptera	19	0.37	40	0.32	59	0.34
Homoptera	20	0.39	527	4.27	547	3.12
Hymenoptera	3193	62.02	4520	36.64	7713	44.11
Lepidoptera	7	0.14	8	0.06	15	0.09
Mantodea	0	0	1	0.008	1	0.006
Neuroptera	1	0.02	0	0	1	0.006
Orthoptera	4	0.08	10	0.08	14	0.08
Psocoptera	49	0.95	61	0.49	110	0.63
Thysanoptera	111	2.16	242	1.96	353	2.01
Trichoptera	0	0	1	0.008	1	0.006
Insect larvae	365	7.09	345	2.80	710	4.06
Sub-total	5148	100	12335	99.976	17483	99.978
<i>Non-insect Invertebrate</i>						
Arachnida	1315	29.50	2428	54.46	3743	83.96
Chilopoda	108	2.42	424	9.51	532	11.93
Diplopoda	90	2.02	3	0.07	93	2.09
Isopoda	32	0.72	44	0.99	76	1.71
Nematoda	12	0.27	2	0.04	14	0.31
Sub-total	1557	34.93	2901	65.07	4458	100

翅目 (Hymenoptera)，而膜翅目 35.15%中，大部分為蟻總科之螞蟻。

就個別著生植物之基質而言，台灣山蘇花基質中以膜翅目蟻科占該基質 62.02%及崖薑蕨之彈尾目占該基質中昆蟲群聚之 48.77%分別為優勢及次優勢昆蟲類群；彈尾目在崖薑蕨基質 6,016 隻，豐富度顯然高於台灣山蘇花基質之 896 隻，前者之個體數，約為後者的 6.7 倍 (表三)。

比較台灣山蘇花及崖薑蕨兩種基質之昆蟲群聚組成，大致極為相似，就台灣山蘇花

之昆蟲群聚而言，基質中沒有出現紡足目 (Embiidina)、螳螂目 (Mantodea)與毛翅目 (Trichoptera)，相對的，崖薑蕨基質中完全沒有出現的有革翅目 (Dermaptera) 及脈翅目 (Neuroptera)，其中崖薑蕨基質中有毛翅目成蟲紀錄，此一差異可能和 EP4 是火燒跡地又是林相覆蓋破空，而關刀溪谷之毛翅目成蟲可能因群飛 (swarming)，進入此區因而被採得。以各目昆蟲組成百分比而言，兩種基質之間頗為相似 (表三)，大部分分類群之個體數百分比均小於 5% (圖二)。又據圖二



圖一 台灣山蘇花及崖薑蕨兩種著生植物基質之無脊椎動物組成及其數量百分比。

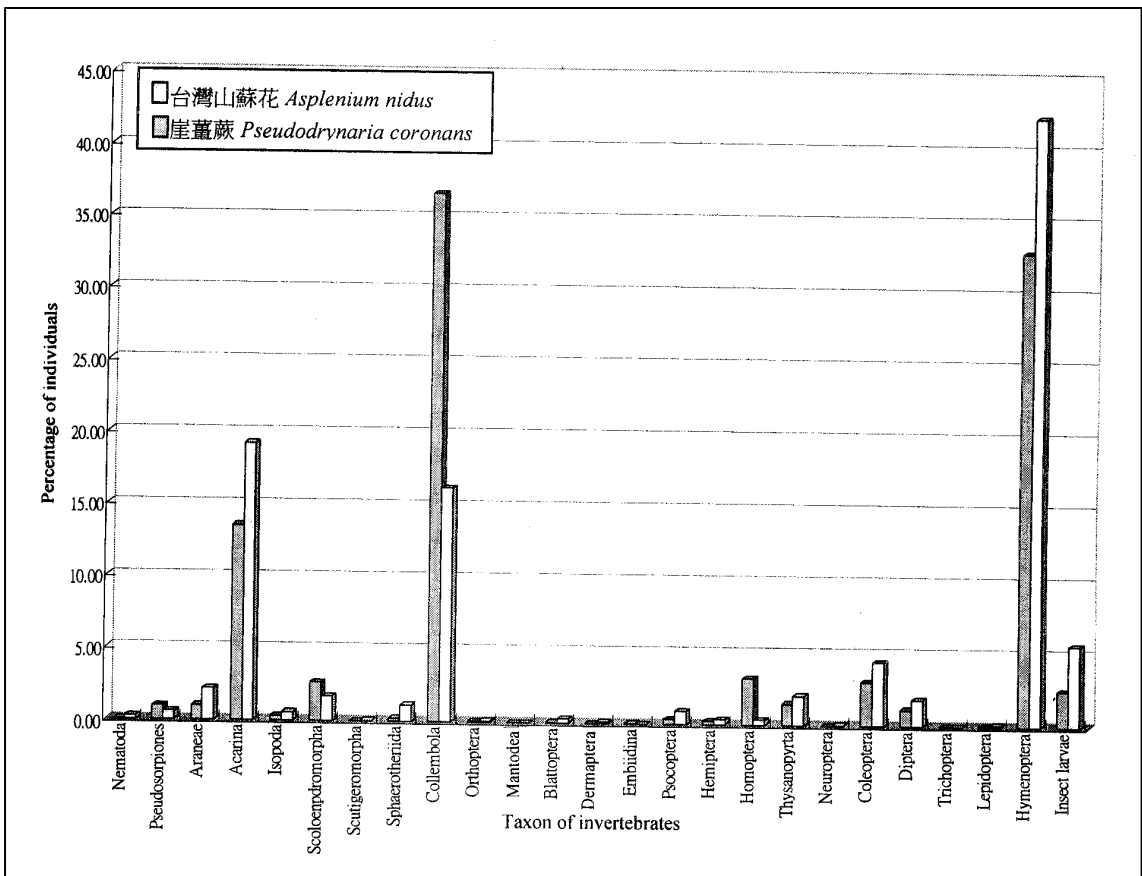
Fig. 1. Percentage of the individual of invertebrates in epiphytic substrates of *Asplenium nidus* and *Pseudodrynaria coronans*. (*): Sphaerotheriida, Isopoda, Hemiptera, Blattoptera, Lepidoptera, Nematoda, Orthoptera, Demaptera, Embiidina, Scutigromorpha, Mantodea, Neuroptera, Trichoptera.

之柱形圖，明顯可見彈尾目在崖薑蕨基質之百分比約為其在台灣山蘇花基質之 2 倍，同翅目 (Homoptera) 雖小於 5%，但也有相同趨勢。除此之外，大部分昆蟲各目百分比，如膜翅目、鞘翅目 (Coleoptera)、雙翅目 (Diptera)、纓翅目 (Thysanoptera) 及昆蟲幼蟲等，在台灣山蘇花基質中均較其在崖薑蕨之中為高 (圖二)。由此可見，昆蟲群聚在台灣山蘇花基質中之個體數雖然較少，但其組成各目之百分比相對豐度而言，均較其在崖薑蕨中為高。以表三之昆蟲綱各目百分比排序，膜翅目與彈尾目為最優勢之兩目，然而在膜翅目中，則只以蟻總科之螞蟻為主。第三優勢者之鞘翅目總和百分比只占 4.21%，和第一名之膜翅目 (44.11%) 及第二名之彈尾目 (39.53%) 之百分比相差甚遠 (表三)。由表三顯示在台灣山蘇花或崖薑蕨基質中之鞘翅目個體數相近，但在各該著生植物基質之百分比分別為 7.03% 及 3.04%。台灣山蘇花

基質以膜翅目為優勢類群，而以螞蟻為主之昆蟲群聚中又以鞘翅目為多。

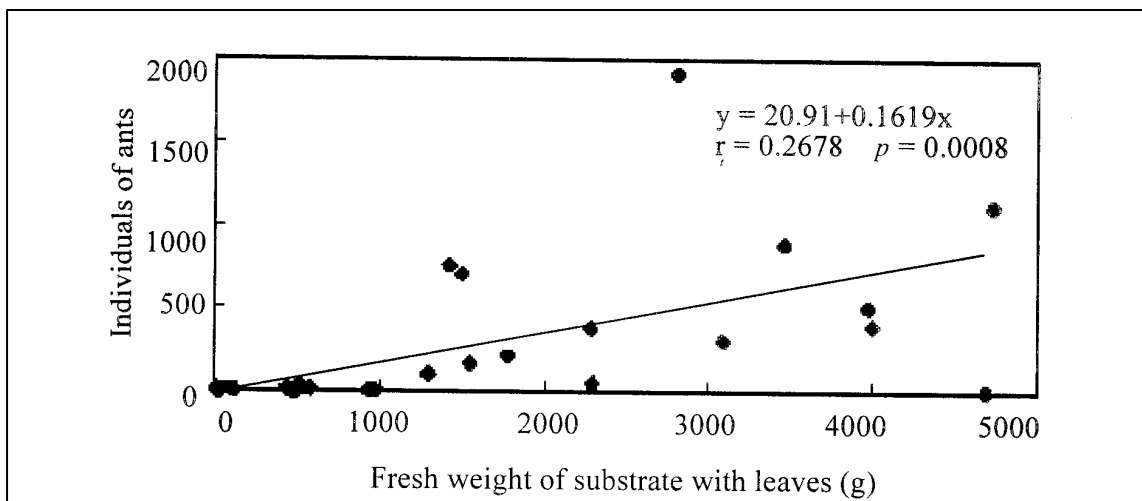
(3) 螞蟻優勢之蟻客昆蟲群聚

據圖三之基質重與螞蟻個體數分析結果， $r = 0.2678$ ， $p = 0.0008$ ，顯示基質重量與螞蟻之個體數相關，可能是基質積存越久，越大，而蟻巢之數目及蟻群之個體數也越多。本調查之基質中鞘翅目共 18 科 (表四)，總個體數最多的鞘翅目為隱翅蟲科 (Staphylinidae) 占 42.92%，第二多的為蟻塚蟲科 (Pselaphidae) 占 33.94%。崖薑蕨基質之鞘翅目昆蟲數量約為台灣山蘇花之 2.4 倍，主要也是此兩科之大量個體造成。但鞘翅目之中有一和膜翅目之螞蟻相關的特殊昆蟲相—蟻客 (myrmecoxenes)，本調查結果屬於蟻客之鞘翅目，以隱翅蟲科最多，占 42.92%；其次為蟻塚蟲科占 33.94%；再其次為蕈虻甲科 (Ptiliidae) 占 6.85%，為第二多的蟻塚蟲科的六分之一 (圖四)。主要的蟻客



圖二 台灣山蘇花及崖薑蕨兩種著生植物基質之無脊椎動物組成之比較。

Fig. 2. Comparison of percentage of the individual of invertebrates between epiphytic substrates of *Asplenium nidus* and *Pseudodrynaria coronans*.



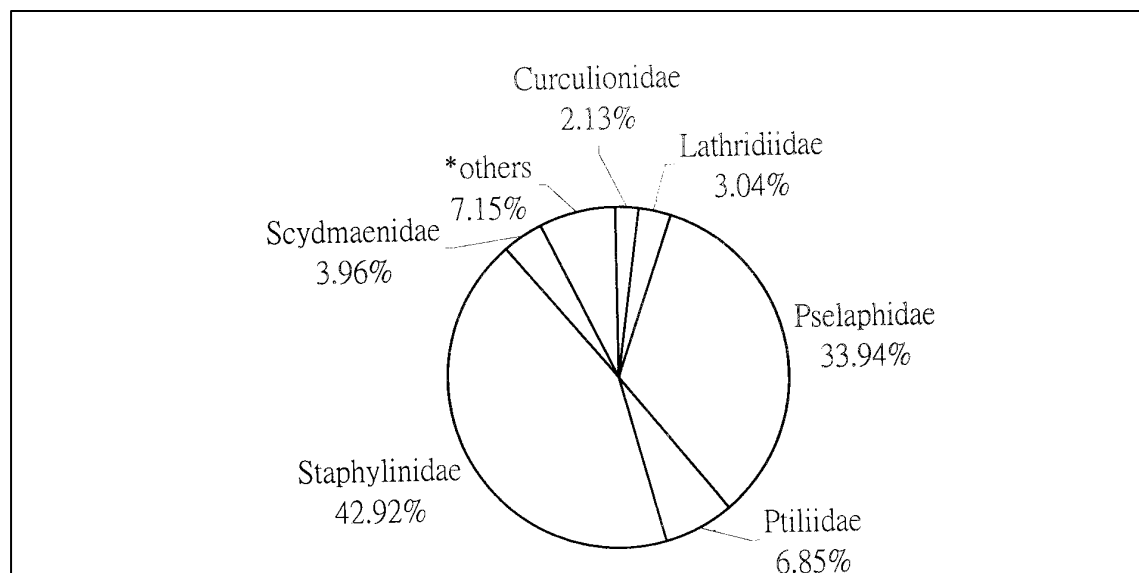
圖三 著生植物基質含葉鮮重與螞蟻個體數之關係圖。

Fig. 3. The number of ants in relation to the fresh weight of epiphytic substrate with leaves.

表四 關刀溪森林生態系著生植物台灣山蘇花及崖薑蕨基質鞘翅目各科個體數

Table 4. The individual numbers of different families of Coleoptera insects in the epiphytic substrates of *Asplenium nidus* and *Pseudodrynaria coronans* from GDS forest ecosystem

Family	<i>Asplenium nidus</i>		<i>Pseudodrynaria coronans</i>		Total	
	Individuals	Percentage (%)	Individuals	Percentage (%)	Individuals	Percentage (%)
Alleculidae	0	0	7	1.52	7	1.07
Anthricidae	0	0	2	0.43	2	0.3
Carabidae	3	1.53	6	1.3	9	1.37
Chrysomelidae	3	1.53	2	0.43	5	0.76
Coccinellidae	0	0	2	0.43	2	0.3
Cucujidae	1	0.51	7	1.52	8	1.22
Curculionidae	2	1.02	12	2.6	14	2.13
Elateridae	1	0.51	2	0.43	3	0.46
Endomxhidae	1	0.51	0	0	1	0.15
Histeridae	1	0.51	0	0	1	0.15
Lathridiidae	19	9.69	1	0.22	20	3.04
Nitidulidae	1	0.51	0	0	1	0.15
Pselaphidae	32	16.33	191	41.43	223	33.94
Ptiliidae	31	15.82	14	3.04	45	6.85
Scarabaeidae	1	0.51	4	0.87	5	0.76
Staphylinidae	90	45.92	192	41.65	282	42.92
Scydmaenidae	9	4.59	17	3.69	26	3.96
Tenebrionidae	1	0.51	2	0.43	3	0.46
Sub-total	196	100	461	99.99	657	99.99



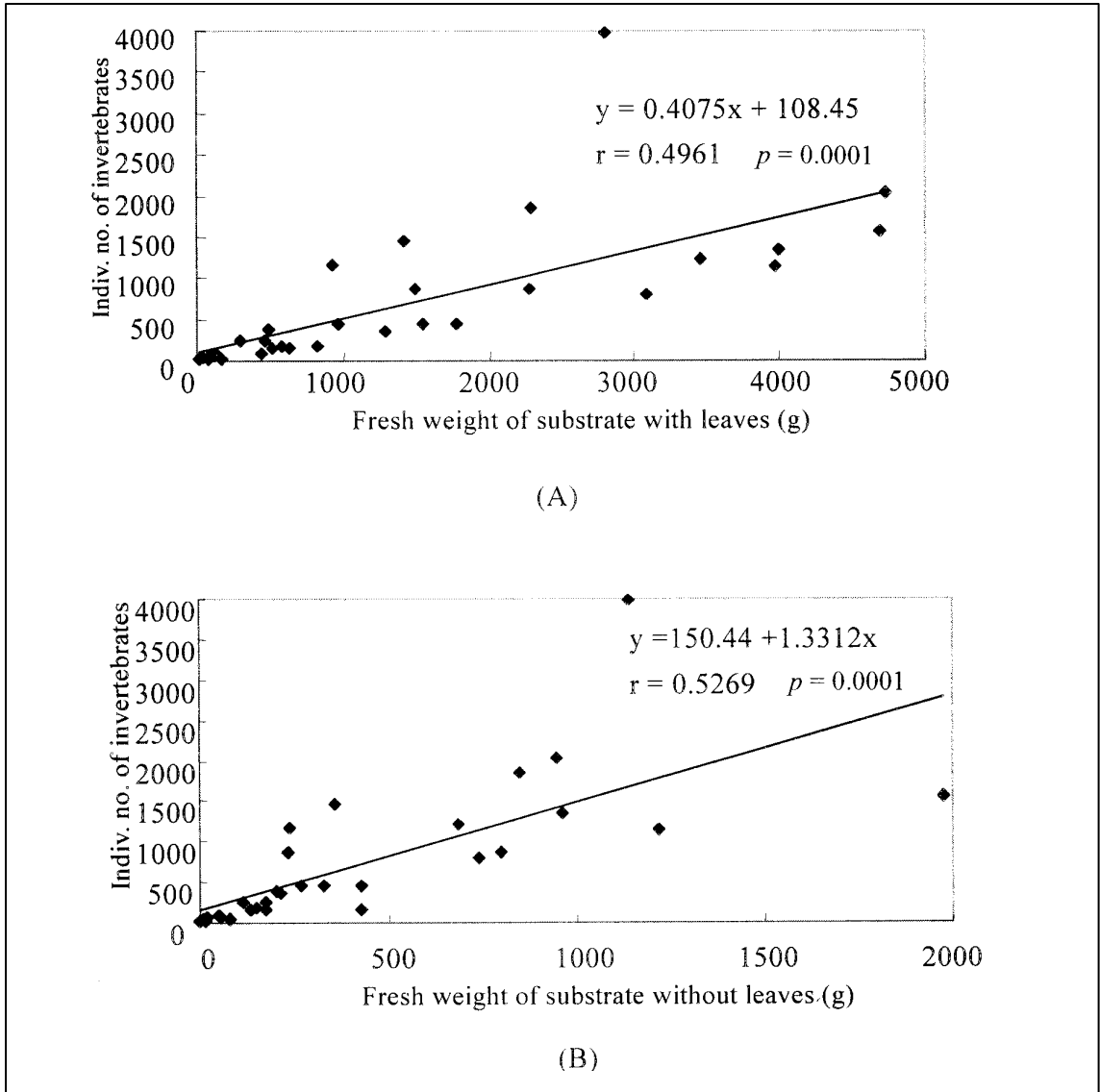
圖四 著生植物基質中鞘翅目蟻客各科及個體數百分比。

Fig. 4. Percentage of individuals of myrmecophilous coleopteran insects including taxa and individuals in the epiphytic substrates. *: Alleculidae, Anthricidae, Carabidae, Chrysomelidae, Coccinellidae, Cucujidae, Elateridae, Endomxhidae, Histeridae, Nitidulidae, Scarabaeidae, Tenebrionidae.

5 個科及次要數個科等之個體數合計 657 隻，占所採得鞘翅目總個體數之 89.15%，由此可見，以著生基質中之螞蟻為中心，其蟻客組成在基質之無脊椎動物之多樣性中占極重要的優勢度。

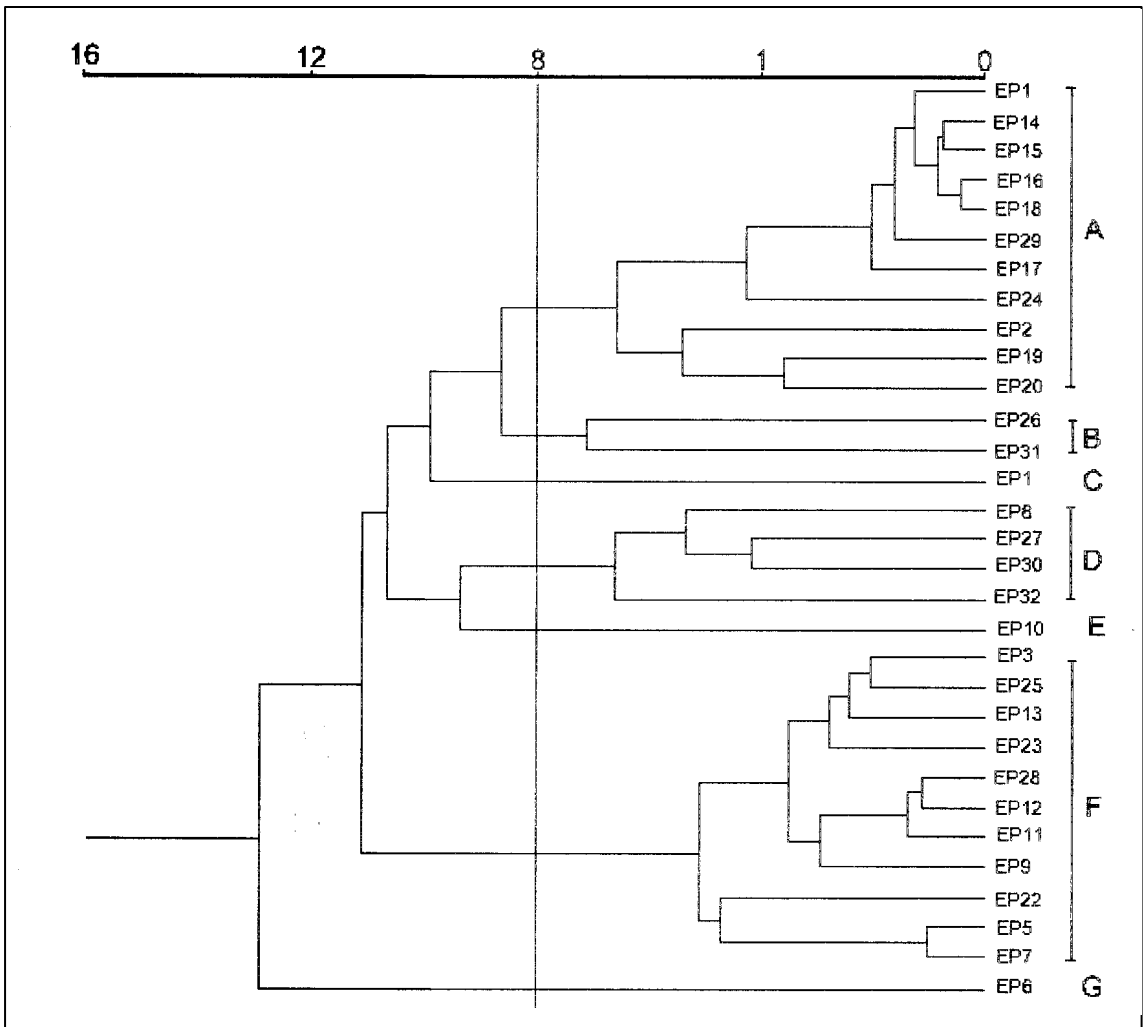
3. 著生植物基質與生物多樣性之關係

就無脊椎動物總數與基質含葉鮮重及去葉乾重進行相關分析，所得 r 值分別為 0.4961 及 0.5269 (呈顯著相關， $p = 0.0001$)，無脊椎動物數量有隨基質重量增加而提昇之趨勢 (圖五 A；圖五 B)。利用 Euclidean 距離係數與 UPGMA 之歸群方法，以 31 個基質之



圖五 著生植物基質含葉鮮重(A)及去葉乾重(B)與無脊椎動物總個體數之關係。

Fig. 5. The individual numbers of invertebrate community in relation to the fresh weight of with leaves (A) and the dried weight without leaves (B) of epiphytic substrates.



圖六 不同林型樣區著生植物基質無脊椎動物個體數之歸群圖。利用 Euclidean 距離係數 UPGMA 之歸群方法。EP5-10：木馬道天然闊葉林；EP11-13：關刀溪岸天然闊葉林；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. 6. The phenogram of invertebrates in the epiphytic substrates from different stands based upon the clustering analysis of Euclidean coefficient and UPGMA. The sample numbering EP1 to EP32 are the substrate samples, please see text for details.

無脊椎動物個體數作歸群分析結果（圖六），若以相異度值為 8，即相異度約在 50%時，可將 31 個基質分為 7 群，其中之 A 群除 EP29 為台灣山蘇花基質外，其餘皆為崖薑蕨基質樣品，顯示基質內無脊椎動物組成和著生植物種類有一定相關性；B 群為 EP26 及

EP31，皆為重量較小之樣品，分別為 34 g 及 128 g（表一 A；表一 B），可能基質發育尚未完全或已衰退，無脊椎動物組成較少，歸群時另成一群；基質 EP4 為已死亡之著生植物，歸群分析時其樣品亦成單獨一群，由此顯示無脊椎動物組成在樣品間極為不同；D

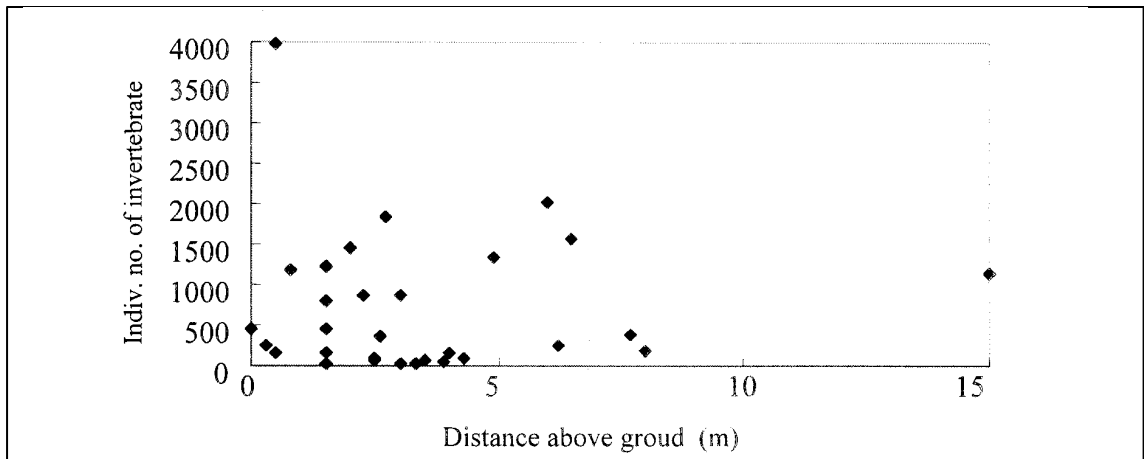
群之中除 EP32 樣品之重量較輕外，其餘重量在 290 g 到 575 g 之間；F 群包括 11 個基質，其中 8 個為台灣山蘇花基質，重量皆在 1,290 g 以上，均屬重量較重者；另外 G 群之 EP6 及 E 群之 EP10 可能亦因重量較小而成單獨一群，無脊椎動物組成有異而各自獨立一群 (表一 A)。基質離地距離與無脊椎動物個體數量並無明顯相關性 (圖七)。另外，以基質重量對應辛浦森及夏農歧異度指數作圖，二者呈不規則的波動，辛浦森歧異度指數均小於夏農歧異度指數，無法顯示和基質重量之相關性，顯然和著生植物之大小無相關性 (圖八 A；圖八 B)，而基質離地距離與歧異度指數間相關性亦低 (圖八 C)，此結果和圖七所顯示相關。由台灣山蘇花基質及崖薑蕨基質分別與無脊椎動物組成分析之歸群圖 (圖九；圖十) 結果顯示，本研究之 31 個基質樣品中，台灣山蘇花 15 件基質可歸為 7 群，崖薑蕨 16 件基質可歸為 6 群，由樣品歸群情形推測，二者之歸群結果，受著生植物所在棲地特性影響較大。各不同林型之基質內之無脊椎動物組成之歸群結果，同一林型歸為同群之現象以台灣山蘇花較為明顯 (圖九)，顯示在相似度 0.48 時，各林型之無脊

椎動物組成，可歸為同一群；但崖薑蕨之歸群則不如上述明顯 (圖十)，此顯示崖薑蕨基質之無脊椎動物組成和著生植物棲地特性之相關性較低。

討 論

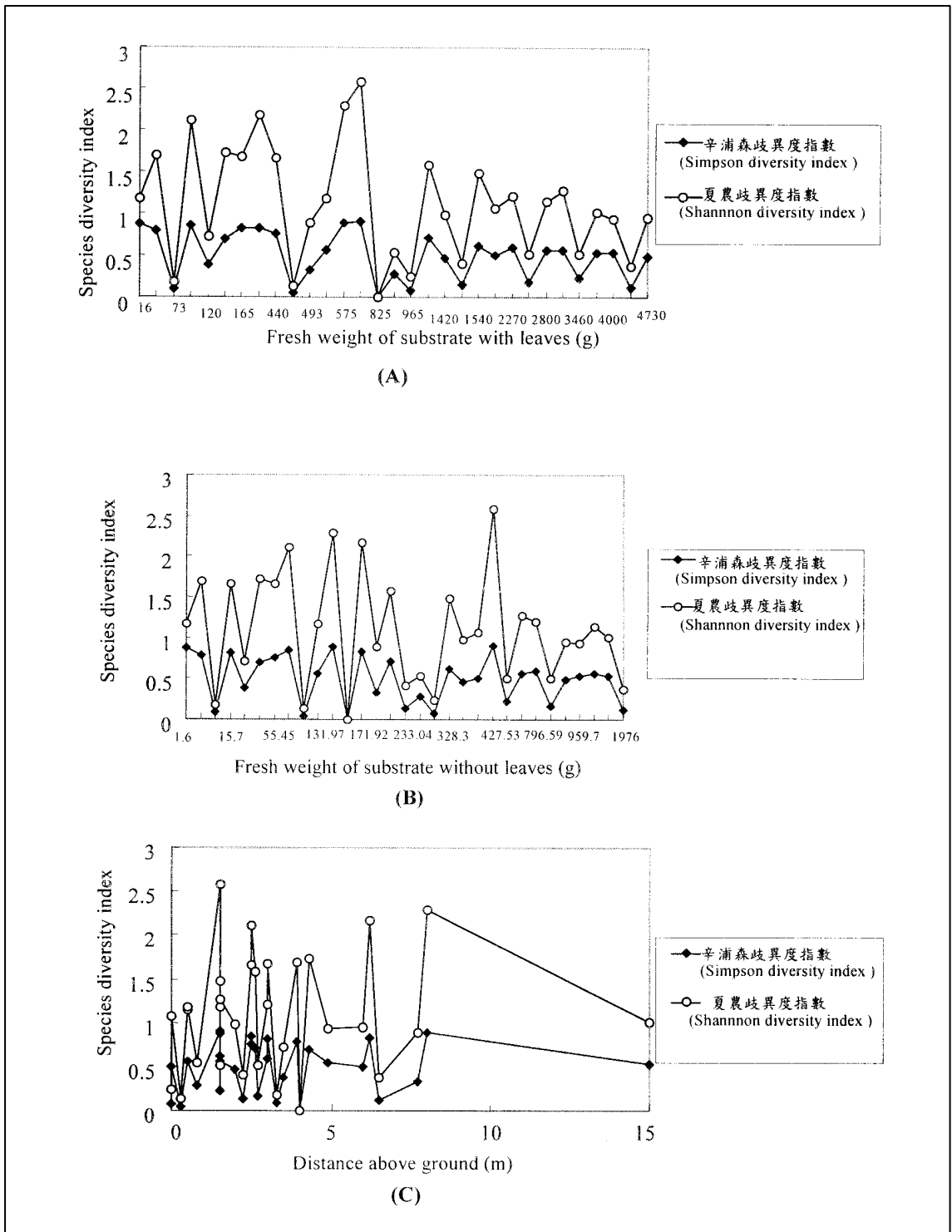
台灣山蘇花基質之平均含水量為 193.33%，較崖薑蕨之 159.12% 為高，可能是因為台灣山蘇花基質約有 75% 樣品是採自森林覆蓋度大，且相對濕度較高之木馬道及水源地天然林 (EP5-13 及 EP25-27)。據 Tan *et al.* (1998) 以關刀溪集水區土壤之氮素研究結果，生物固氮作用量一般約為 0-232 $\mu\text{mole C}_2\text{H}_4/\text{day}/10\text{g soil}$ ，其有機質含量最高可達 32.51% (譚鎮中，個人通訊)。本研究所有著生基質之有機質含量約為同一樣區之森林土壤之 2 倍。

依 Sergeeva *et al.* (1990) 研究著生植物之生態學，將森林生態系以島嶼生物學觀點分為二種島嶼類型，其一為離地面枯枝落葉層較近的岩石上，積聚落葉、腐植質而生長地衣及蘚苔者，其微小動物相，稱為石棲型 (saxicole)；其二為著生在樹幹上者，稱



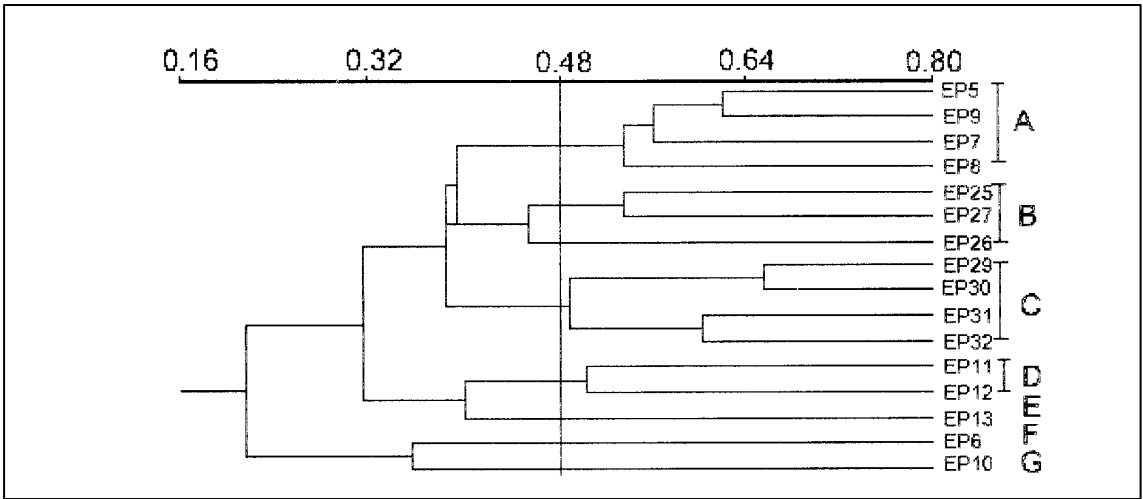
圖七 基質離地距離與無脊椎動物總個體數之關係。

Fig. 7. The individual numbers of invertebrate community in relation to the distance of substrate above the forest floor.



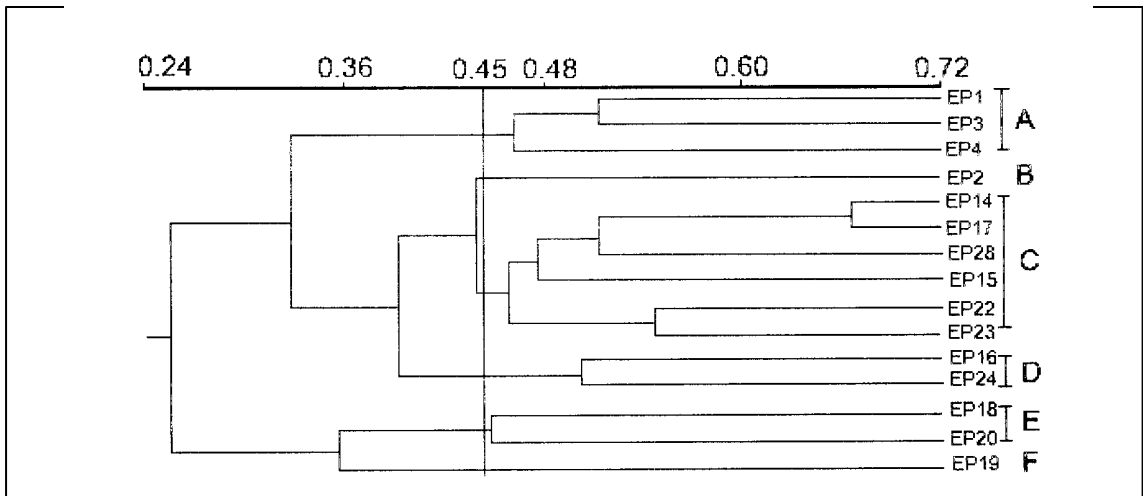
圖八 辛浦森及夏農歧異度指數與基質含葉鮮重(A)、去葉乾重(B)及基質離地距離(C)之關係。

Fig. 8. The Simpson and Shannon diversity indices in relation to the fresh weight of substrates with leaves (A); the dried weight of substrates excluding leaves (B); the distance of substrates above the forest floor (C).



圖九 不同林型樣區台灣山蘇花基質無脊椎動物組成之歸群樹狀圖。利用 Jaccard 係數與 UPGMA 歸群方法。EP5-10：木馬道天然闊葉林；EP11-13：關刀溪岸天然闊葉林；EP25-27：水源地天然闊葉林；EP29-32：小出山次生闊葉林。

Fig. 9. The phenogram of the substrates of *Asplenium nidus* from different stands based upon the clustering analysis of Jaccard coefficients and UPGMA. The sample numbers EP1-EP32 are the sampling sites, please see text for detail.



圖十 不同林型樣區崖薑蕨基質無脊椎動物組成之歸群樹狀圖。利用 Jaccard 係數與 UPGMA 之歸群方法。EP18-20、EP28：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；EP4、EP16、EP22-24：火燒跡地。

Fig. 10. The phenogram of substrates of *Pseudodrynaria coronans*, from different stands based upon the clustering analysis of Jaccard coefficients and UPGMA. The sample numbers EP1-32 are the sampling sites, please see text for detail.

樹棲型 (arboricole)。樹棲型動物相可分為二大類：(1) 具活動性，有遷移能力者；(2) 大部分的時間待在基質內者。後者較符合島嶼生物相之特性，因其散佈的能力降低，且移動反而對其生存不利。這二種微棲所之生物相與地面之土壤界限明顯，對於著生植物基質而言，在空間與高度上的分布並非連續性，因而形成一獨特的棲位。Kabakov (1967) 研究報告中亦論及此一觀點，視著生植物基質有如地理學上隔離的生物島。

著生植物基質中螞蟻優勢度之現象特質雖然和螞蟻植物 (ant plants) 定義有些差異，不一定直接且完全和植物互利共生，但螞蟻在著生植物基質的重要性及其特有的群聚結構特性，亦可稱之為螞蟻與植物交互作用之微生態系。據日本 Iwata and Naomi (1998) 之報告，白蟻巢內之甲蟲，即屬於白蟻客之鞘翅目有 4 科，類棘角金龜科 (Ceratocanthidae)、金龜子科 (Scarabaeidae)、象鼻蟲科 (Curculionidae) 及步行象鼻蟲科 (Rhynchophoridae)，和本研究結果之螞蟻巢中的蟻客大不相同。因此，著生植物之螞蟻巢為中心之蟻客生物多樣性和白蟻巢有所不同，也是基質微生態系之一大特色。

據此推論著生植物基質之無脊椎動物和 Lou (1992) 所示之土棲者分布之相關性可能不明顯，但顯然樣品來源和著生植物之高度和無脊椎動物之個體數量上的差異並無相關性。

如果視著生植物之基質為一微生態系，則每一生態系中無脊椎動物之群聚多樣性和著生植物所在之土壤中土棲昆蟲群聚應最相似。就本研究結果和中國 (Lou, 1992) 或日本 (Aoki, 1973) 的土棲昆蟲相報告比較，兩者並未發現有直接相關性。以同為亞熱帶之中國大陸岳麓山土壤動物群聚組成一年期

調查結果 (Zhang and Wang, 1992)，4 個動物門，10 個綱中以蛛形綱數量最多，占 55.72%，其中以甲蟎占最多，為所有 36,206 隻之 55.25%，幾乎是所有蛛形綱之數目；昆蟲綱占 21.52% 為次多的一群，其中以彈尾目最多，占全部 36,206 隻之 18.18%。此結果和本研究上述結果相似。若以 Sergeeva *et al.* (1990) 生物島之觀點而言，則著生植物基質內之無脊椎動物群聚最可能受同一樣區之當地土棲昆蟲群聚之影響。關刀溪樣區之土棲昆蟲尚無研究報告，故無從比較，然而，以 Swift *et al.* (1979) 土棲無脊椎動物分級之標準，體寬在 10 μ m 至 2 mm 之間的物種稱為中型動物相 (mesofauna)，如昆蟲中的原尾目 (Protura)、雙尾目 (Diplura) 及等翅目 (Isoptera) 等，Swift *et al.* 所指雖然上列三目昆蟲在調查著生植物基質中並未發現。但同屬於中型動物的彈尾目個體數在此次調查中占有無脊椎動物之 31.50%。另外，膜翅目數量之多，使得個體數居昆蟲綱各目之冠 (44.11%) (表三)。膜翅目蟻科以 Swift *et al.* (1979) 之標準，螞蟻也可以稱得上是中型蟲相；其他與螞蟻巢相關的鞘翅目是蟻客群聚，主要的有 6 科 (圖四)，這些科和日本 Sawada *et al.* (1999) 報告之土壤中甲蟲群聚之報告所列鞘翅目相近，甚至表四所列各科也近於土棲昆蟲常見種類 (Aoki, 1973; Lou, 1992)。又以群聚生態學之觀點，一棲所一群聚，則本研究之著生植物基質內之昆蟲群聚應和當地之土壤昆蟲有一定的相關性。此類小型或微生態系及其所具有的生物多樣性，包括生態系及物種兩層次，除了本文所討論的無脊椎動物生物多樣性之外，其他物種多樣性及此類微生態系之多樣性均為生物多樣性保育不容忽視的一環。

誌 謝

感謝中興大學土壤環境科學系譚鎮中教授指導基質之成分分析並提供部分寶貴資料；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，謹致謝忱。本文承林試所趙榮台博士及未具名審查委員斧正，部分經費由國科會計劃補助 (NSC 86-2621-B-005-002-A07及NSC 86-2621-B-005-008-A07)，謹此誌謝。梁立明及陳采如小姐協助資料整理，特此感謝。

引用文獻

- Aoki, J. I.** 1973. Soil Zoology, an Introduction to Classification and Ecology of Soil Animals. Hokuryu-Kan Publ. Comp., Tokyo. 814 pp. (in Japanese)
- Benzing, D. H.** 1990. Vascular Epiphytes: General Biology and Related Biota. Cambridge University Press, Cambridge. 354 pp.
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn, and N. F. Johnson.** 1989. An Introduction to the Study of Insects (sixth ed.). Saunders College Publishing, San Francisco. 875 pp.
- Chen, M. Y., Y. Y. Jiang, and J. T. Yang.** 1998. Dependent plants in Guandashu forest ecosystem. J. Expt. Forest NCHU 20: 93-104. (in Chinese)
- Chinese Society of Soil and Fertilizer.** 1995. Handbook for Soil Analysis. Taipei.
- CSIRO.** 1970. The Insects of Australia. Melbourne University Press, Canberra. 1029 pp.
- Feng, F. L., and J. T. Kao.** 2000. Application and simulation in eco-region of Taiwan by Holdridge method. Proceeding of Y2000 ESRI/EROAS. Hitron Tech. Taipei. <http://www.gis.net.tw> (in Chinese)
- Heck, D., and K. Hanson.** 1996. Mountaineering: The Freedom of the Hills. Mountaineer Society. 528 pp.
- Iwata, R., and S. I. Naomi.** 1998. Coleopterous fauna of the Japan termites' nests. Jpn. J. Entomol. (N. S.) 1: 69-82.
- Kabakov, O. N.** 1967. The Coleoptera of epiphytes in the tropical forests of Vietnam. Entomol. Obozr. 46: 690-698.
- Lou, J. Y.** 1992. Chapter 3. Ecology of soil animals. pp. 21-68. In: W. Yin *et al.*, eds. Subtropical Soil Animals of China. Science Press, Beijing, China. (in Chinese)
- Lu, K. C., M. Y. Li, and C. H. Ou.** 1994. Study on phytosociology of secondary forest in *Machilus-Castanopsis* zone at Hue-Sun Experimental Forest Station. Bull. Expt. Forest NCHU 16: 1-28. (in Chinese)
- Magurran, A. E.** 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton.
- Rohlf, F. J.** 1993. NTSYS-pc, numerical taxonomy and multivariate analysis system. Applied Biostatistics Inc.

- Sawada, Y., T. Hirowatari, and M. Ishi.** 1999. Species diversity of edaphic beetle communities in the coppice of Mt. Mikusayama, Central Japan. *Jpn. J. Entomol. (N. S.)*. 2: 161-178.
- 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 J. Ecol.* 20: 284-293.
- Singh, V. P., and S. K. Roy.** 1977. Mating systems and distribution in some tropical ferns. *Ann. Bot.* 41: 1055-1060.
- Swift, M. J., O. W. Heal, and J. M. Anderson.** 1979. Decomposition in terrestrial ecosystems. University of California Press, Berkeley, California, U.S.A.
- Tan, C. C., S. C. Huang, and C. C. Lee.** 1998. Mineralization and denitrogen fixation in Guandaushi watershed soils. *Soil and Environ.* 1: 371-379. (in Chinese)
- Xie, R., and L. Zhao.** 1992. Techniques and methods. pp. 75-220. *In: W. Yin et al., eds. Subtropical Soil Animals of China.* Science Press, Beijing, China. (in Chinese)
- Yang, J. T.** 1995. Studying the insect resources of the third compartment of Hue-Sun experimental forest station using yellow sticky papers. *Bull. Expt. Forest NCHU* 17: 77-91. (in Chinese)
- Yin, W., F. Yang, and Z. Wang.** 1992. Soil fauna in relation to subtropical natural environment. pp. 7-19. *In: W. Yin et al., eds. Subtropical Soil Animals of China.* Science Press, Beijing, China. (in Chinese)
- Zhang, Y., and Z. Wang.** 1992. The community structure of soil animals in forest of Yuelushan mountain. pp. 68-74. *In: W. Yin et al., eds. Subtropical Soil Animals of China.* Science Press, Beijing, China. (in Chinese)

收件日期：2000年1月19日

接受日期：2001年4月10日

Biodiversity of the Invertebrate Community in Epiphytic Substrates of the Guandaushi Forest Ecosystem, Central Taiwan

Jeng-Tze Yang* Department of Entomology, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

Ming-Yih Chen and Ying-Yu Jiang Department of Botany, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

The biodiversity of the invertebrate community in 16 substrates of *Asplenium nidus* and 15 substrates of *Pseudodrynaria coronans* from the Guandaushi Forest ecosystem in central Taiwan was investigated. Water contents of the 31 substrate samples ranged from 20.2% to 585.7%. The pH values of all epiphytic substrates were less than 5.89. The content of organic matter was higher than 74%. The main nutrients, including P, K, Ca, and Mg, were higher than those of the ground soil. Totally 21,941 individual invertebrates including 2 phyla, 6 classes, and 24 orders were collected by using a Berlese funnel. The Insecta accounted for 79.70% of all invertebrates and was comprised of 16 orders. The order Collembola with individual numbers accounting for 31.5% was the largest Insecta group. Non-insect invertebrates were represented by 5 classes, among which Arachnida was the largest group. Individuals of the Arachnida in substrates of *A. nidus* and *P. coronans* accounted for 54.46% and 29.50% of the total, respectively. The Shannon and Simpson indices were used to compare the invertebrate fauna in substrates between these two dominant epiphytes in separate habitats, i.e., natural stands, secondary stands, artificial plantations, and burned forest at the Guandaushi long-term ecological research (LTER) site.

Key words: Taiwan, Guandaushi Forest, epiphytic substrates, invertebrates, insects.