

## 台灣中部能高越嶺道五種不同植被類型蜘蛛多樣性之比較

楊典諺 陳世煌\*

國立臺灣師範大學生命科學系

(收稿日期: 2012.3.15, 接受日期: 2012.8.8)

### 摘 要

能高越嶺道橫跨中央山脈, 海拔約 1600~2900 m, 全線具有多樣的植被類型, 可作為探討中、高海拔山區不同植被類型蜘蛛組成與多樣性之比較, 及其可能形成原因。本研究選取松-闊葉樹混淆林 (PH)、松林 (P)、鐵杉-闊葉樹混淆林 (HH)、鐵杉-冷杉混淆林 (HF) 及草原 (G) 五種植被類型作為研究區域。每種植被類型各設置 8 個 5 m × 5 m 的樣區, 總共有 40 個樣區, 再以掉落式陷阱及掃網兩種方法, 分別調查樣區內地表及灌叢活動的蜘蛛。本研究從 2010 年 3 月起至 2011 年 3 月止, 除了 2010 年 7 月及 2011 年 2 月因氣象因素外, 每月調查一次, 合計共紀錄蜘蛛 28 科 159 種 9155 隻, 包括成蛛 2847 隻, 若蛛 6308 隻。其中掃網調查共紀錄 112 種 6565 隻蜘蛛, 掉落式陷阱為 65 種 2590 隻。ANOVA 分析結果顯示不同植被類型間蜘蛛群落結構有顯著差異: P、PH 及 HH 的 Shannon index 顯著高於 G 及 HF; HF 的 Simpson index 則顯著高於 PH、P 及 HH; HH 的 Evenness index 顯著高於 HF。各植被類型蜘蛛群落結構的差異似乎可反映彼此間植被結構與覆蓋度的差異。利用兩兩樣區間之 Euclidean distance 進行的群聚分析, 顯示所有樣區可區分為三群, 分別是森林群 (Forest group)、草原群 (Grassland group) 與混合群 (Mixed group), 屬於同一群的樣區通常有相似的環境與蜘蛛物種組成。本研究結果可作為日後環境監測的參考。

**關鍵詞:** 生物多樣性、蜘蛛、植被類型、能高越嶺道、台灣

### 緒 言

蜘蛛是陸域生態系中種類與數量豐富的掠食性無脊椎動物 (Wise, 1993), 全世界目前約有 42000 種 (Platnick, 2012)。蜘蛛主要以昆蟲和其他節肢動物為食 (Wise, 1993; Foelix, 1996), 在塑造陸域節肢動物群落上扮演重要的角色, 因此有學者認為蜘蛛具有控制農田害蟲族群的潛力 (Marc *et al.*, 1999; Nyffeler and Sunderland, 2003)。此外, 蜘蛛種類、數量或多樣性會受到棲地結構 (Balfour and Rypstra, 1998; Halaj *et al.*, 2000; Borges and Brown, 2001; Jiménez-Valverde and Lobo, 2007; Ziesche and Roth, 2008) 或是濕度、雨量、光線和火 (Churchill, 1998; Langlands *et al.*, 2006; Ziesche and Roth, 2008; Muff *et al.*, 2009) 等環境因子的影響而變動, 例如: Churchill (1998) 的研究發現隨著地區年降雨量減少, 狼蛛科 (Lycosidae) 的蜘蛛數量跟著減少, 但擬平腹蛛科 (Zodariidae) 的數量卻有增加的趨勢; Halaj *et al.* (2000) 發現 Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) 在移除針葉及減少枝條後樹冠層蜘蛛

數量顯著減少, 而在捆住兩相鄰枝條的頂端 (1 m 長) 後蜘蛛數量則顯著增加。由於蜘蛛易受外力或環境的影響, 因此適合作為指標生物, 可用來評估干擾或環境變動對蜘蛛群落結構的衝擊 (Maelfait and Hendrickx, 1998; Laeser *et al.*, 2005; Warui *et al.*, 2005; Petillon *et al.*, 2006; Haddad *et al.*, 2009), 例如: Laeser *et al.* (2005) 調查四種類型溪流 (未受干擾、溪岸植被遭移除、溪流截彎取直但已長出植被、以及溪流截彎取直且植被遭移除) 的溪岸結網蜘蛛數量, 結果發現在受到單一或雙重干擾的棲地, 蜘蛛數量減少了 70% 以上, 蜘蛛科數也減少。

目前有關蜘蛛多樣性的研究, 大多在低海拔地區進行, 其中有許多是研究農田生態系的蜘蛛多樣性 (Draney, 1997; Downie *et al.*, 1999; Schmidt *et al.*, 2005; Öberg *et al.*, 2007; Drapela *et al.*, 2008), 例如: Öberg *et al.* (2007) 的研究發現農地邊緣 (相較於農地內部) 狼蛛活動密度較高、皿蛛物種數較多, 而在較複雜的地景中皿蛛活動密度較高、狼蛛物種數較多。中、高海拔地區的研究相對較少, 較近期的研

\*通信作者: 陳世煌 (Shyh-Hwang Chen); FAX: 886-2-29312904; E-mail: alchen@ntnu.edu.tw

究例如：Muff *et al.* (2009)發現瑞士高山森林線交界(海拔 1950 m)有較多樣的蜘蛛群落，可能與具有較多樣的棲地類型有關；Negro *et al.* (2010)發現蜘蛛的數量及種數從天然的草地到阿爾卑斯山的滑雪道(海拔 2500~2900 m)有顯著的減少，顯示阿爾卑斯山的滑雪道對蜘蛛群落有明顯的衝擊。國內也有學者研究蜘蛛多樣性，不過主要在台灣南部低海拔地區，例如：Hsieh *et al.* (2003)研究墾丁高位珊瑚礁森林不同干擾程度棲地(原始林、有遊客活動的原始林、次生林、有遊客活動的草原及廢棄的草原)的地表蜘蛛多樣性，發現 Shannon-Weaver function、Simpson index 及 Evenness 在這些棲地間都沒有顯著差異；Chen and Tso (2004)研究蘭嶼不同干擾程度棲地(原始林、低度干擾的耕林地、中度干擾的人造林、森林砍伐殆盡後形成的草原)的蜘蛛多樣性，發現四種棲地的 Margalef species richness、Shannon-Weaver function 或 Simpson index 都沒有顯著差異，但原始林的 Evenness 顯著較低；Tsai *et al.* (2006)亦研究蘭嶼這四種棲地的蜘蛛多樣性，發現耕林地的蜘蛛密度、Margalef species richness 及 Shannon-Wiener function 都顯著高於其他三種棲地；相較於原始林，耕林地受到原住民較多干擾，灌叢植被密度較低，但蜘蛛多樣性較高，顯示蘭嶼原住民的棲地經營似乎能維持當地較高的蜘蛛多樣性。

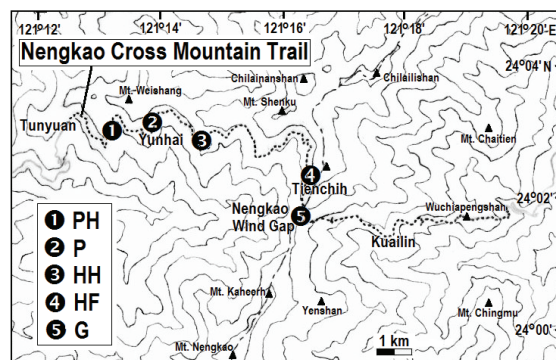
由於國內缺乏中高海拔地區的蜘蛛多樣性研究，且由前人研究得知蜘蛛對棲地結構或其他環境因子的變動較敏感，而位於台灣中部、跨越中央山脈的能高越嶺道，具有多樣的植被類型，分別具有不同的棲地結構及覆蓋度等可能影響蜘蛛群落的環境因子，適合作為中高海拔不同植被類型的蜘蛛多樣性之研究。本研究主要目的是：1. 了解能高越嶺道不同植被類型間的蜘蛛組成與多樣性是否有差異；2. 藉由各植被類型蜘蛛組成的分群，探討棲地結構等環境因子如何影響其蜘蛛組成；3. 研究結果將可作為日後環境監測的參考。

## 材料與方法

### 研究地區

#### 一、能高越嶺道環境概況

從南投縣仁愛鄉屯原登山口至花蓮縣秀林鄉奇萊登山口，全長約 26 km。橫跨中央山脈，沿線海拔約在 1600~2900 m 之間(圖一)。根據能高越嶺道上雲海保線所氣象站(海拔



圖一、能高越嶺道五種植被類型樣區之位置。1，松-闊葉樹混淆林 (PH)；2，松林 (P)；3，鐵杉-闊葉樹混淆林 (HH)；4，鐵杉-冷杉混淆林 (HF)；5，草原 (G)。

**Figure 1.** The locations of sampling plots of five vegetation types along the Nengkao Cross Mountain Trail. 1, Mixed pine-hardwood forest (PH); 2, Pine forest (P); 3, Mixed hemlock-hardwood forest (HH); 4, Mixed hemlock-fir forest (HF); 5, Grassland (G).

2360 m) 測得 2008 年氣象資料(該氣象站在 2010~2011 年研究期間故障)顯示，該地之年均溫為 12.1°C，最低溫月份為 2 月 5.8°C，最高溫月份為 8 月 16.1°C，年降雨量為 4194 mm，最高月降雨量為 9 月 1978 mm。全線具有多樣的植被類型，從西部的崩塌地草坡、半落葉林、松-闊葉樹混淆林、松-鐵杉混淆林、松林、鐵杉-闊葉樹混淆林、松-鐵杉-芒疏林、鐵杉-冷杉混淆林，到東部的草原、松林、檜木-闊葉樹混淆林、常綠闊葉林(王等，2008)。由於 2008 年 9 月風災的影響，能高越嶺道 18.6 km 附近嚴重坍方，難以通行，故 18.6 km 之後的路段難以進行研究。因此本研究集中在能高越嶺道 0~18 km 的路段。

#### 二、研究樣區位置及各植被類型概況

根據植被的範圍、樣區設置難易度及地質穩定度等因素，本研究選擇五種較適合設置樣區的植被類型，分別是松-闊葉樹混淆林、松林、鐵杉-闊葉樹混淆林、鐵杉-冷杉混淆林及草原(王等，2008；圖一、二)。各植被類型概況(王等，2008)分述如下：

1. 松-闊葉樹混淆林 (Mixed pine-hardwood forest; PH) (圖二 A)：約位於步道 1.5~3.5 km，海拔 2100~2300 m，主要由台灣二葉松 *Pinus taiwanensis*、華山松 *Pinus armandii* var. *mastersiana* 及闊葉樹組成。樣區位於步道 1.8~3.2 km。
2. 松林 (Pine forest; P) (圖二 B)：約位於步道 4.5~7.7 km，海拔 2300~2600 m，以台灣二葉松、華山松及台灣鐵杉 *Tsuga chinensis*

var. *formosana* 為主，下層草本植物以五節芒 *Miscanthus floridulus* 或玉山箭竹 *Yushania nitakayamensis* 較為優勢。樣區位於步道 4.5~5.1 km，植被主要由台灣二葉松及五節芒組成。

3. 鐵杉-闊葉樹混淆林 (Mixed hemlock-hardwood forest; HH) (圖二 C)：約位於步道 7.7~11 km，海拔 2600~2800 m，以台灣鐵杉為優勢樹種，約佔森林覆蓋面積 60%，其餘以闊葉樹為主。樣區位於步道 7.7~9.1 km。
4. 鐵杉-冷杉混淆林 (Mixed hemlock-fir forest; HF) (圖二 D)：約位於步道 13.2~15.2 km，海拔 2800~2900 m，上層以台灣鐵杉、台灣冷杉 *Abies kawakamii* 為主，下層草本植物多為玉山箭竹。樣區位於步道 13.4~14.1 km。
5. 草原 (Grassland; G) (圖二 E)：約位於步道 15.2~17.4 km，海拔 2600~2900 m，以玉山箭竹較為優勢，但在向陽裸露草坡主要為高山芒，有少數玉山小蘗 *Berberis morrisonensis* 或玉山杜鵑 *Rhododendron pseudochrysanthum* 等小灌木分布其中。樣區 1~3 位於步道 15.7~15.8 km，樣區 4~8 位於步道的分支路線(往南華山的小徑)。

### 三、樣區設置

每種植被類型設置 8 個大小為 5 m × 5 m 的樣區，共 40 個樣區。樣區間距 20 m 以上。各植被類型樣區的概況如下：

1. 松-闊葉樹混淆林樣區 (Mixed pine-hardwood forest; PH)：樣區 1~8 的灌木層都有闊葉樹，地表含有二葉松針及闊葉樹枯葉形成的落葉堆。樣區 3、5、7 的闊葉樹較茂密；樣區 1 有許多糾纏的枝條；樣區 6 有五節芒且地表植被較豐盛；樣區 7 有許多低矮的蕨類。
2. 松林樣區 (Pine forest; P)：樣區 1~8 的灌木層都有二葉松和茂密的五節芒，地表含有二葉松針落葉堆，但落葉堆覆蓋度較低。
3. 鐵杉-闊葉樹混淆林樣區 (Mixed hemlock-hardwood forest; HH)：樣區 1~8 的灌木層都有闊葉樹，但密度較松-闊葉樹混淆林樣區者為低，地表含有二葉松針和枯樹枝形成的落葉堆。樣區 1、3、7、8 有五節芒，但後三者的五節芒較低矮；樣區 5 的植被非常稀疏。
4. 鐵杉-冷杉混淆林樣區 (Mixed hemlock-fir forest; HF)：樣區 1~8 的灌木層都有玉山箭



圖二、能高越嶺道五種植被類型樣區之生態環境。A，松-闊葉樹混淆林；B，松林；C，鐵杉-闊葉樹混淆林；D，鐵杉-冷杉混淆林；E，草原。

**Figure 2.** Habitats of five representative sampling areas along the Nengkao Cross Mountain Trail. A, mixed pine-hardwood forest (PH); B, pine forest (P); C, mixed hemlock-hardwood forest (HH); D, mixed hemlock-fir forest (HF); E, grassland (G).

竹，樣區 1~7 的地表有箭竹枯葉形成的落葉堆，有苔蘚局部分布。樣區 1、2、4、5、6、7 的箭竹較茂密；樣區 3 較開闊，箭竹分布在樣區邊緣；樣區 8 的箭竹稀疏，但有較高的闊葉樹，地表有許多枯樹枝。

5. 草原樣區 (Grassland; G)：樣區 1~8 都有玉山箭竹，地表有箭竹枯葉形成的落葉堆。樣區 1、3、6 分別有 1~3 棵矮灌木在其角落或邊緣；樣區 2 為長草，有高山芒分布；樣區 7 為短草。

### 研究方法

掉落式陷阱 (Pitfall trap) (Draney, 1997; Schmidt *et al.*, 2005; Warui *et al.*, 2005; Ziesche and Roth, 2008; Muff *et al.*, 2009) 和掃網法 (Sweep-netting) (Chen and Tso, 2004; Warui *et al.*, 2005; Jiménez-Valverde and Lobo, 2007) 皆為研究蜘蛛多樣性和生態監測常用的調查方法，本研究亦將使用這兩種方法並做若干修正，以進行蜘蛛採樣調查，調查時間和詳細方法分述如下：

#### 一、研究時間

掉落式陷阱及掃網調查皆從 2010 年 3 月至 2011 年 3 月，每個月調查一次。但因當地氣象因素影響，實際完成陷阱及掃網調查的月

份為 2010 年 3~5 月、8 月、10 月~2011 年 1 月、3 月。2010 年 6 月及 9 月僅完成掃網調查。2010 年 7 月未調查。2011 年 2 月僅完成松-闊葉樹混淆林、松林、鐵杉-闊葉樹混淆林三種植被類型的陷阱調查。此外，松林樣區 6 的植被在 2010 年 8 月因步道整修被怪手剷除，只有 2010 年 3~6 月的調查資料，將不納入資料分析。

## 二、掉落式陷阱(Pitfall trap)

主要採樣地表活動的蜘蛛。在每個樣區設置一組掉落式陷阱，由 5 個 50 ml-塑膠離心管組成，分別位於四個角落及中央；離心管管口直徑 3 cm，內裝 20 ml 的 3% 甘油酒精(配方為 1400 ml 水+ 500 ml 95% 酒精+ 60 ml 甘油)，埋入地下使管口與地面齊平；上方有遮蔽的裝置，由直徑 15.8 cm 的塑膠盤及 3 根支撐的鐵絲組成(圖三)。每月調查期間開啟 7 天收集掉落的蜘蛛。挑出蜘蛛和其他動物，分別保存在 70% 酒精內。非調查期間陷阱管口加蓋，以免動物掉入。

## 三、掃網法(Sweep-netting method)

主要採樣灌叢活動或結網的蜘蛛。白天使用網面直徑 45 cm 的昆蟲網在各樣區的植被(高度 3 m 以下)不重複地掃動 30 次，每次揮掃的圓弧長度約 1.5 m，收集網內的蜘蛛並保存在 70% 酒精內。

## 四、蜘蛛鑑定

成蛛鑑定至種，若蛛至少鑑定至科。科別和學名依據 Platnick (2011)，鑑定主要參考陳(2001)、Chikuni (1989)、Song *et al.* (1999)和 Shinkai (2006)等圖鑑。未能鑑定至種者，則以形態種(Morphospecies)方式處理，並分別給予物種編碼。除了成蛛，能鑑定至種或形態種的若蛛亦納入資料分析，因為只使用成蛛會低估蜘蛛群落，包含若蛛會較接近實際的蜘蛛群落(Jiménez-Valverde and Lobo, 2006)。本研究所獲之標本存放於國立台灣師範大學生命科學系。

## 資料分析

### 一、各植被類型蜘蛛群落結構之比較

將地表與灌叢的蜘蛛合併，各植被類型各樣區所有月份的資料整合，分別進行 Shannon-Wiener index ( $H'$ )、Simpson index ( $D$ ) 及 Evenness index ( $J$ ) 等多樣性指數分析。再以 one-way ANOVA 及 Tukey's post hoc test，比較各植被類型的蜘蛛多樣性指數是否有差異。分析軟體為 JMP 5 (SAS Institute Inc., 2002)。



圖三、掉落式陷阱裝置。A，開啟管口的陷阱；B，陷阱的遮蔽裝置。

Figure 3. Device of a pitfall trap. A, a trap with open mouth; B, shelter of the trap.

### 1. Shannon-Wiener index ( $H'$ )

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

其中  $p_i$  為第  $i$  物種的個體數佔總個體數的百分比。

### 2. Simpson index ( $D$ )

$$D = \sum n_i(n_i-1) / N(N-1)$$

其中  $n_i$  為第  $i$  物種的個體數， $N$  為總個體數。

### 3. Evenness index ( $J$ )

$$J = H' / \ln S$$

其中  $H'$  為 Shannon-Wiener index， $S$  為物種數。

### 二、各科蜘蛛數量組成之比較

亦可作為檢視不同棲地蜘蛛群落結構的方法。以 Chi-square test of homogeneity 比較各植被類型間，以及灌叢與地表間各科蜘蛛數量比例是否有差異。

### 三、群聚分析(Cluster analysis)

首先藉由比較兩兩樣區的物種組成及數量以評估相似度，使用 Euclidean distance (Krebs, 1989)：

$$\Delta JK = \sqrt{\sum (X_{ij} - X_{ik})^2}$$

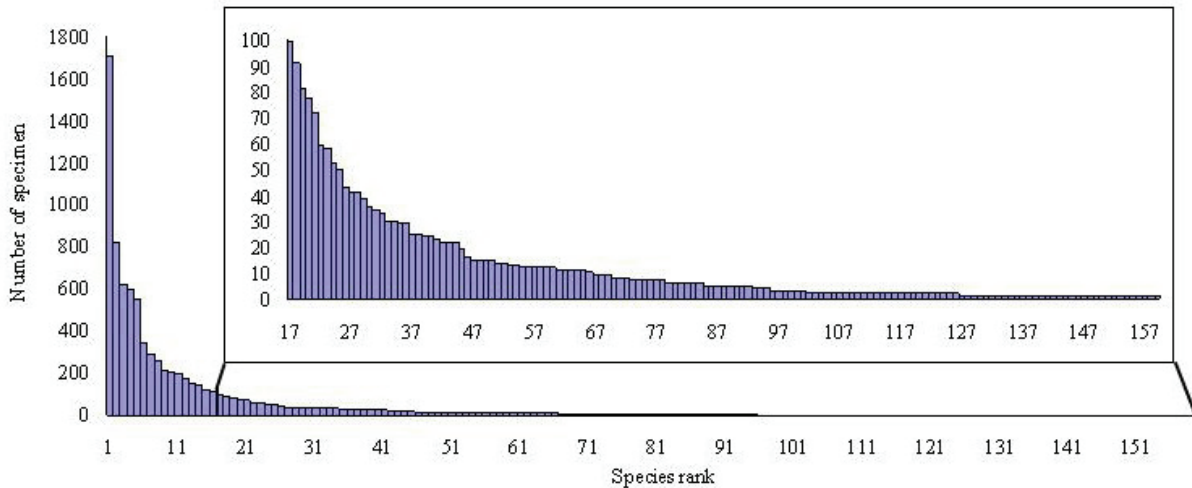
其中  $\Delta JK$  為樣區  $J$  與樣區  $K$  的相似度； $X_{ij}$  為物種  $i$  在樣區  $J$  的數量，而  $X_{ik}$  為物種  $i$  在樣區  $K$  的數量。

接著利用 Ward's method (Ward, 1963) 將兩兩樣區的相似度進行分群。分析軟體為 SPSS Statistics 19 (SPSS Inc., 2010)。

## 結果

### 能高越嶺道的蜘蛛相

綜合掃網與掉落式陷阱調查，2010 年 3 月至 2011 年 3 月(2010 年 7 月及 2011 年 2 月除外)能高越嶺道五種植被類型共紀錄蜘蛛 28 科 159 種 9155 隻，其中成蛛 2847 隻，若蛛 6308 隻。掃網捕捉 112 種 6565 隻蜘蛛，掉落式陷阱捕捉 65 種 2590 隻蜘蛛；兩種調查方法



圖四、能高越嶺道樣區內 159 種蜘蛛之調查數量排序柱狀圖，其中 33 種蜘蛛(序號 127~159)僅紀錄 1 隻個體，25 種(序號 102~126)僅紀錄 2 隻個體。

Figure 4. Histogram of all 159 species of spiders ranked by the number collected in the present study. Among them, a total of 33 species (ranked 127~159) were represented by only one individual and 25 species (ranked 102~126) were by two individuals.

皆捕捉的物種有 18 種。在蜘蛛種類方面，皿蛛科(Linyphiidae)紀錄 37 種最多，其次為姬蛛科(Theridiidae) 24 種和金蛛科(Araneidae) 21 種，三者佔全部物種數的 51.6%；數量方面，皿蛛科紀錄 4307 隻為最多，其次為長腳蛛科(Tetragnathidae) 1451 隻和姬蛛科 815 隻，三者佔總數量的 71.8%。結果顯示(圖四)能高越嶺道的蜘蛛相是由與少數的優勢種與多數的罕見種組成。在全部 159 種蜘蛛中有 33 種僅紀錄 1 隻個體(20.8%)，25 種僅紀錄 2 隻個體(15.7%)。所有蜘蛛物種及數量在各植被類型之分布詳見附錄一。

#### 各植被類型蜘蛛群落結構之比較

五種植被類型樣區內調查到蜘蛛之物種數、數量及多樣性指數如表一。松-闊葉樹混淆林的蜘蛛物種數及數量皆為最多，而鐵杉-冷杉混淆林的物種數及數量皆為最少。Shannon index、Simpson index 及 Evenness index 在五種植被類型間皆有顯著差異。松林、松-闊葉樹混淆林及鐵杉-闊葉樹混淆林的 Shannon index 顯著高於草原及鐵杉-冷杉混淆林，顯示前三者的蜘蛛多樣性較高；鐵杉-冷杉混淆林的 Simpson index 則顯著高於松-闊葉樹混淆林、松林及鐵杉-闊葉樹混淆林，顯示鐵杉-冷杉混淆林有明顯的優勢種；鐵杉-闊葉樹混淆林的 Evenness index 顯著高於鐵杉-冷杉混淆林，顯示鐵杉-闊葉樹混淆林的蜘蛛均勻度較高。草原與鐵杉-冷杉混淆林的三種多樣性指數都沒有顯著差異，但草原的

Simpson index 顯著高於松林及鐵杉-闊葉樹混淆林。

#### 各科蜘蛛數量組成之比較

以  $\chi^2$  檢測兩兩植被類型間各科蜘蛛數量組成之差異，結果如表二，顯示各植被類型間均有顯著差異( $p < 0.001$ )。松-闊葉樹混淆林的蜘蛛科組成與鐵杉-闊葉樹混淆林的差異最小(同質性最高)，而草原的蜘蛛科組成與松-闊葉樹混淆林的差異最大(同質性最低)。此外，地表與灌叢的各科蜘蛛數量組成也有顯著差異( $\chi^2 = 3479.37, p < 0.001$ )。

#### 樣區群聚分析

能高越嶺道沿線 39 個蜘蛛樣區之群聚分析結果如圖五，若以 distance 10 為界可分為三群，分別是森林群(Forest group)、草原群(Grassland group)與混合群(Mixed group)。森林群包括 5 個鐵杉-冷杉混淆林、4 個鐵杉-闊葉樹混淆林與 8 個松-闊葉樹混淆林樣區；草原群包括 6 個草原樣區；混合群包括鐵杉-闊葉樹混淆林、鐵杉-冷杉混淆林與草原的其餘樣區以及 7 個松林樣區。

#### 討論

歷經近一年的調查，能高越嶺道五種植被類型共紀錄蜘蛛 28 科 159 種，在高山環境屬於非常多樣的蜘蛛資源。不過 159 種蜘蛛中只有 48 種(約 30%)能夠鑑定學名，其餘 70%

表一、能高越嶺道五種植被類型樣區之蜘蛛物種數、數量、多樣性指數及 ANOVA 檢定之結果。植被類型：G 草原，HF 鐵杉-冷杉混淆林，HH 鐵杉-闊葉樹混淆林，P 松林，PH 松-闊葉樹混淆林。

**Table 1.** Spider species richness, abundance and diversity indices (mean ± SD) of five types of vegetation sampled and results of ANOVA tests for diversity indices among vegetation types in the Nengkao Cross Mountain Trail. Abbreviations for vegetation types: G, grassland; HF, mixed hemlock-fir forest; HH, mixed hemlock-hardwood forest; P, pine forest; PH, mixed pine-hardwood forest.

Vegetation types	Species	Abundance	Shannon Index	Simpson Index	Evenness Index
PH	87	2906	2.64 ± 0.30	0.14 ± 0.06	0.71 ± 0.06
P <sup>Note 1</sup>	79	1906	2.67 ± 0.18	0.12 ± 0.03	0.76 ± 0.05
HH	71	1954	2.63 ± 0.11	0.11 ± 0.02	0.76 ± 0.03
HF	36	1085	1.79 ± 0.32	0.31 ± 0.11	0.63 ± 0.11
G	55	1216	2.02 ± 0.39	0.24 ± 0.13	0.68 ± 0.13
Significance level <sup>Note 2</sup> (ANOVA)			***	***	*
Tukey test			P <sup>a</sup> Note 3, PH <sup>a</sup> , HH <sup>a</sup> , G <sup>b</sup> , HF <sup>b</sup>	HF <sup>a</sup> , G <sup>ab</sup> , PH <sup>bc</sup> , P <sup>c</sup> , HH <sup>c</sup>	HH <sup>a</sup> , P <sup>ab</sup> , PH <sup>ab</sup> , G <sup>ab</sup> , HF <sup>b</sup>

Note 1: The Plot 6 of pine forest was destroyed and its data were not included in the present study.

Note 2: \*: 0.05 ≤ p < 0.01; \*\*: 0.01 ≤ p < 0.001; \*\*\*: p ≤ 0.001; NS: nonsignificant

Note 3: Vegetation types with different superscripts mean having significant difference, e.g., a is significantly larger than b, b is significantly larger than c, but a is not significantly different from ab, b is not significantly different from ab or bc, and ab is not significantly different from bc.

表二、能高越嶺道兩兩植被類型間各科蜘蛛數量組成之同質性。植被類型：G 草原，HF 鐵杉-冷杉混淆林，HH 鐵杉-闊葉樹混淆林，P 松林，PH 松-闊葉樹混淆林。

**Table 2.** Homogeneity of spider abundance by family between each pair of vegetation types. Abbreviations for vegetation types: G, grassland; HF, mixed hemlock-fir forest; HH, mixed hemlock-hardwood forest; P, pine forest; PH, mixed pine-hardwood forest.

Vegetation types	PH	P	HH	HF	G
PH					
P	1037.70***				
HH	243.99***	745.48***			
HF	450.17***	1006.60***	333.50***		
G	1626.25***	1037.28***	1198.06***	796.46***	

Chi-square tests, \*: 0.05 ≤ p < 0.01; \*\*: 0.01 ≤ p < 0.001; \*\*\*: p ≤ 0.001; NS: nonsignificant

的物種扣除無法鑑定的若蛛，成蛛仍有 87 種尚無法鑑定學名，他們可能是未發表的新種或新紀錄種，又已鑑定學名者至少有 10 種新紀錄種，顯示能高越嶺道的蜘蛛新種與新紀錄種可能非常豐富。陳(2002)研究蘭嶼的蜘蛛多樣性，紀錄 150 種蜘蛛，其中 107 種可能是新種或新紀錄種。Hsieh *et al.* (2003)研究墾丁高位珊瑚礁森林的地表蜘蛛多樣性，紀錄 110 種地表型蜘蛛，其中 86 種(78.2%)為新種或新紀錄種。以上結果顯示台灣的蜘蛛多樣性很豐富，但蜘蛛新種或新紀錄種也很多，有待未來深入研究、鑑定並發表。

### 各植被類型蜘蛛群落結構之比較

檢視各植被類型的蜘蛛群落結構，鐵杉-冷杉混淆林的最優勢種 Linyphiidae L 就佔蜘蛛群落的 55%，其他物種都在 10%以下；草原的最優勢種 *Pardosa laura* 與次優勢種

Linyphiidae D 分別佔蜘蛛群落的 43%與 15.9%，其他物種都在 5%以下；松-闊葉樹混淆林的最優勢種 Linyphiidae L 佔蜘蛛群落的 30%，較優勢種包括 *Turinyphia yunohamensis* 佔 9.6%、*Okileucauge* sp. A 佔 9.1%、Linyphiidae A 佔 7%、*Leucauge subblanda* 佔 6.5%，其他物種都在 5%以下；松林的最優勢種 *Leucauge subblanda* 佔 22.9%，較優勢種包括 Araneidae C 佔 10.1%、*Turinyphia yunohamensis* 佔 9.6%、*Yaginumaella striatipes* 佔 7.6%、Linyphiidae N 佔 7.24%，其他物種都在 5%以下；鐵杉-闊葉樹混淆林的最優勢種 Linyphiidae L 佔蜘蛛群落的 20%，而佔 5%以上的物種包括 *Leucauge subblanda* (13.5%)、Linyphiidae A (12.3%)、*Diphya taiwanica* (9.7%)、*Turinyphia yunohamensis* (6.6%)、*Iwogumoa ensifer* (5.7%) 及 *Neriene* sp. A (5.4%)。

蜘蛛群落結構在不同植被類型間有顯著

差異(表一)。就優勢度而言,鐵杉-冷杉混淆林與草原的蜘蛛優勢種比例明顯較高,兩者的 Simpson index 明顯高於松-闊葉樹混淆林、松林與鐵杉-闊葉樹混淆林。就均勻度而言,鐵杉-闊葉樹混淆林 > 松林 > 松-闊葉樹混淆林 > 草原 > 鐵杉-冷杉混淆林,但鐵杉-冷杉混淆林與草原的 Evenness index 變異大,故只有鐵杉-闊葉樹混淆林的 Evenness index 顯著高於鐵杉-冷杉混淆林。就物種歧異度而言,松-闊葉樹混淆林、松林及鐵杉-闊葉樹混淆林的蜘蛛物種數較多且均勻度較高,因此三者的 Shannon index 明顯高於草原及鐵杉-冷杉混淆林。

### 影響各植被類型蜘蛛群落的可能原因

五種植被類型的蜘蛛群落差異可能與它們的植被結構等因子有關。鐵杉-冷杉混淆林的灌木層主要由玉山箭竹組成,箭竹高度 2.5 m 以上,而較適合蜘蛛結網的枝葉空隙通常位在高處,箭竹莖佔據 2 m 以下大部分範圍,植被非常單調。因此鐵杉-冷杉混淆林的結網型蜘蛛種類與數量都不多,只有少數能在箭竹上結網的物種形成優勢種,造成蜘蛛多樣性偏低。草原的植被也是以玉山箭竹佔優勢。由於草原地處風口,風勢經常較強,箭竹高度通常在 1 m 以下。雖然結網型蜘蛛可藉由調整網的方位或大小,以減少強風對網的破壞 (Hieber, 1984; Vollrath *et al.*, 1997),但草原植被低矮,且經常颶風下雨,對結網型蜘蛛而言可能不是理想的結網環境,因此蜘蛛數量較少。但開闊的草原是一些地表徘徊或結網蜘蛛物種偏好的環境,經常形成明顯的優勢種,例如: *Pardosa laura* 等。其他研究也發現草原環境的蜘蛛群落以地表徘徊或結網物種佔優勢 (Hsieh *et al.*, 2003; Tsai *et al.*, 2006)。整體而言,草原環境的蜘蛛群落由少數明顯的優勢種與多數的罕見種組成,因此蜘蛛多樣性也較低。

松-闊葉樹混淆林的灌木層植被豐富,闊葉樹的枝條能提供蜘蛛結網的空間與附著點 (Greenstone, 1984),因此蜘蛛種類與數量都很豐富。地表被二葉松針落葉堆覆蓋,且環境較遮蔭,生存的蜘蛛物種與數量較少,但不乏偏好這種環境的物種形成明顯的優勢種。整體而言,松-闊葉樹混淆林的蜘蛛種類豐富,優勢種的優勢度不如鐵杉-冷杉混淆林與草原來的高,因此其蜘蛛多樣性明顯較後兩者豐富。鐵杉-闊葉樹混淆林的環境與松-闊葉樹混淆林相似,但其灌木層植被不如後者豐富,因此蜘蛛

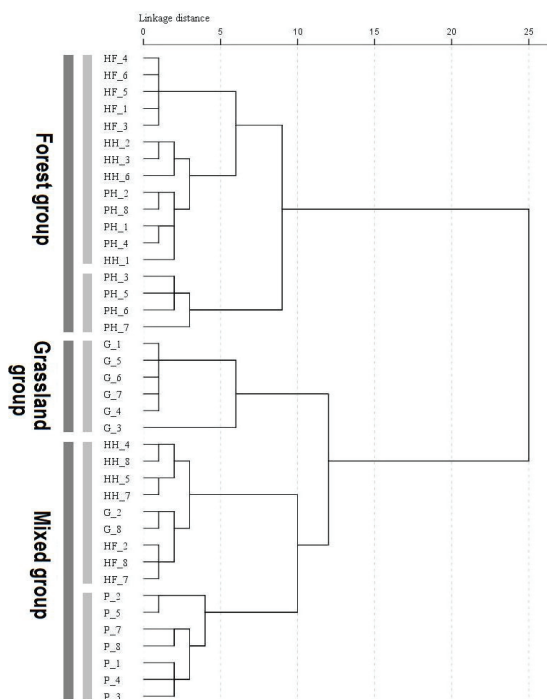
種類與數量較少,但優勢度不如松-闊葉樹混淆林的蜘蛛群落明顯,換言之均勻度較高,故鐵杉-闊葉樹混淆林的蜘蛛多樣性較松-闊葉樹混淆林豐富,雖然兩者的差異並不顯著。Tsai *et al.* (2006)在蘭嶼的研究亦發現耕林地 (cultivated woodland) 灌木層的植被密度較原始林低,但其蜘蛛多樣性,包括 Margalef species richness 與 Shannon-Wiener function, 顯著較原始林高。松林屬於較開闊的環境,灌木層以五節芒佔優勢,地表亦含有二葉松針落葉堆。在松林灌木層結網或活動的蜘蛛物種,通常會利用五節芒的莖葉或二葉松的枝條;地表活動蜘蛛物種以偏好開闊環境者為主,因此有些獨特物種,例如: Araneidae C、*Eniellenie acaroides* 等(附錄一)。整體而言,松林的蜘蛛群落含有多數的獨特種與罕見種,又物種數僅次於松-闊葉樹混淆林,因此松林的蜘蛛多樣性也很高。

### 群聚分析結果之探討

能高越嶺道 39 個樣區依據其物種及數量相似度可分為森林群 (Forest group)、草原群 (Grassland group) 和混合群 (Mixed group) 三群 (圖五)。

森林群 (Forest group) 包括 5 個鐵杉-冷杉混淆林、4 個鐵杉-闊葉樹混淆林與 8 個松-闊葉樹混淆林樣區。這些樣區的共通性為具有明顯的樹冠層、環境較遮蔭,其蜘蛛群落以皿蛛科的 Linyphiidae L 最優勢 (45~155 隻)。但森林群又可分為二亞群(圖五): 5 個鐵杉-冷杉混淆林、4 個鐵杉-闊葉樹混淆林與 4 個松-闊葉樹混淆林樣區形成一個亞群,另 4 個松-闊葉樹混淆林樣區則形成另一個亞群。這兩個亞群的主要差異是後者的 4 個松-闊葉樹混淆林樣區的灌木層植被密度較前者更高,皿蛛科、長腳蛛科與姬蛛科等結網型蜘蛛的數量更多,且最優勢種 Linyphiidae L (119~155 隻) 和次優勢種 *Okileucauge* sp. A (27~81 隻) 的數量明顯較多,因此可區分這兩個亞群。Borges and Brown (2001) 發現在植被結構較複雜的牧場,單位面積的結網型蜘蛛數量較多。Corcuera *et al.* (2008) 發現葉片及枝條較多的樹種,能支持較多個體的植被活動蜘蛛。而後者的 4 個松-闊葉樹混淆林樣區所形成的亞群聚有更豐富的植被,似乎能提供更多結網型蜘蛛個體的棲息,呼應前人的研究結果。

草原群 (Grassland group) 包括 6 個草原樣區。草原屬於開闊的環境,地表被箭竹枯葉落



圖五、以 Ward 法連結之樣區群聚分析樹狀圖，顯示能高越嶺道上之 39 個樣區可分為森林群、草原群和混合群三群。植被類型：G 草原，HF 鐵杉-冷杉混淆林，HH 鐵杉-闊葉樹混淆林，P 松林，PH 松-闊葉樹混淆林。

Figure 5. Dendrogram of cluster analysis using Ward's method estimated from 39 sampling plots in the Nengkao Cross Mountain Trail shown three main clusters, the forest group, the grassland group and the mixed group. Abbreviations for the vegetation type of each sampling plot: G, grassland; HF, mixed hemlock-fir forest; HH, mixed hemlock-hardwood forest; P, pine forest; PH, mixed pine-hardwood forest.

葉堆覆蓋。這 6 個樣區的蜘蛛群落以地表徘徊的 *Pardosa laura* 最為優勢(43~165 隻)，地表結網的 Linyphiidae D 次優勢(13~34 隻)；其他結網型蜘蛛的數量則較少(附錄一)。草原中密生的箭竹與底層的落葉堆可能提供地表活動蜘蛛棲息和避難的場所，有利於地表活動的蜘蛛，而低矮的植被和劇烈的天氣變化，可能不利於蜘蛛結網，因此草原群樣區中地表活動的蜘蛛數量較多，結網型蜘蛛的數量明顯較少。

混合群(Mixed group)包括 4 個鐵杉-闊葉樹混淆林、3 個鐵杉-冷杉混淆林、2 個草原與 7 個松林樣區。混合群樣區的環境沒有明顯的共通性。相較於森林群，混合群樣區的 Linyphiidae L 較少(0~53 隻)，但各樣區的優勢種並不一致。混合群又可分為二亞群(圖五)：鐵杉-闊葉樹混淆林、鐵杉-冷杉混淆林與部分

草原樣區形成一個亞群，而 7 個松林樣區形成另一亞群。相較於其他三種植被類型，七個松林樣區的蜘蛛群落有較多的 *Leucauge subblanda* (15~103 隻)、Linyphiidae N (0~63 隻)、Araneidae C (0~48 隻)、*Yaginumaella striatipes* (9~27 隻)與 *Neriene radiata* (0~20 隻)，但幾乎無 Linyphiidae L 的分布，因此它們形成獨立的一個亞群。松林灌木層的五節芒，其莖葉間或葉片上均能適合上述物種結網或活動(Linyphiidae L 除外)，因此具有較多的數量。至於另一亞群，四個鐵杉-闊葉樹混淆林樣區的灌木層植被較稀疏，結網型蜘蛛數量較森林群的樣區為少，蜘蛛群落以地表結網的 Linyphiidae A (27~36 隻)與在植被上結網的 Linyphiidae L (11~37 隻)較為優勢。三個鐵杉-冷杉混淆林樣區的蜘蛛群落以 Linyphiidae L 為主(23~53 隻)，但明顯少於另 5 個鐵杉-冷杉混淆林樣區的 75~110 隻，因此兩者可區分。而在兩個草原樣區方面，草原樣區 2 的植被高約 2 m，環境較遮蔭，蜘蛛群落以 Linyphiidae D 較優勢(23 隻)；草原樣區 8 則風勢最強，蜘蛛群落以 Linyphiidae A 及 Linyphiidae N 較優勢，皆為 17 隻；但這兩個樣區的 *Pardosa laura* 都很少，因此可與草原群中的其他草原樣區區分。上述的三種植被類型 9 個樣區的環境與蜘蛛群落都不甚相似，但被分在同一亞群，可能是因為這些樣區的蜘蛛群落都可與其他群或亞群區分，而它們分在同一亞群可使整體的 Error sum of square 最小 (Ward, 1963)。

## 結 論

能高越嶺道五種植被類型的蜘蛛多樣性有顯著差異。各植被類型蜘蛛群落結構的差異似乎可反映彼此間植被結構與覆蓋度的差異。利用兩兩樣區間之 Euclidean distance 進行的群聚分析顯示，能高越嶺道所有調查樣區可分為三群，分別是森林群、草原群與混合群。屬於同一群的樣區通常有相似的環境與蜘蛛物種組成。本研究結果也顯示森林與草原的蜘蛛群落差異很大，而松林則是較特殊的一群，持續調查蜘蛛群落的變化，可了解植被結構細部的變遷，將可作為政府單位將來規劃執行能高越嶺道環境監測時之參考。

## 誌 謝

我們感謝國立台北教育大學陳順其博士

和本系王穎博士提供許多寶貴的意見，使本文能更趨完整與嚴謹。感謝鍾珺璿和林雅惠小姐與劉錫軒、廖家宏、郭明哲和江政輝先生在野外工作上提供許多協助；黃文俊先生協助蜘蛛標本鑑定。感謝林務局李正一先生夫人、李清雄先生及烏幹先生對第一作者在山上研究期間的照顧，以及台灣電力公司雲海保線所提供住宿，方便野外研究工作。第一作者特別感謝雙親在研究期間經濟上的支持和野外工作的協助。本研究經費部分來自王穎博士主持的林務局計畫「能高越嶺道生態環境及遊憩行為監測計畫」，特別感謝。

### 參考文獻

- Balfour RA and Rypstra AL. 1998. The influence of habitat structure on spider density in a no-till soybean agroecosystem. *J. Arachnol.* 26: 221-226.
- Borges PAV and Brown VK. 2001. Phytophagous insects and web-building spiders in relation to pasture vegetation complexity. *Ecography* 24: 68-82.
- Chen KC. 2002. Spider diversity on Orchid Island, Taiwan: a comparison between habitats receiving different aboriginal activities. Master Thesis, Tunghai University. (In Chinese.)
- Chen KC and Tso IM. 2004. Spider diversity on Orchid Island, Taiwan: a comparison between habitats receiving different degrees of human disturbance. *Zool. Stud.* 43: 598-611.
- Chen SH. 2001. A Guide to Common Spiders of Taiwan. Council of Agriculture, Executive Yuan, Taipei City. 318 pp. (In Chinese.)
- Chikuni Y. 1989. Pictorial Encyclopedia of Spiders in Japan. Kaisei-Sha Publishing Co., Tokyo. 310 pp.
- Churchill TB. 1998. Spiders as ecological indicators in the Australian tropics: family distribution patterns along rainfall and grazing gradients. In: Selden PA (ed.), *Proceedings of the 17<sup>th</sup> European Colloquium of Arachnology*, Edinburgh 1997, pp: 325-330. British Arachnological Society.
- Corcuera P, Jiménez ML and Valverde PL. 2008. Does the microarchitecture of Mexican dry forest foliage influence spider distribution? *J. Arachnol.* 36: 552-556.
- Downie IS, Wilson WL, Abernethy VJ, McCracken DI, Foster GN, Ribera I, Murphy KJ and Waterhouse A. 1999. The impact of different agricultural land-uses on epigeal spider diversity in Scotland. *J. Insect Conserv.* 3: 273-286.
- Draney ML. 1997. Ground layer spiders (Araneae) of a Georgia piedmont floodplain agroecosystem: species list, phenology and habitat selection. *J. Arachnol.* 25: 333-351.
- Drapela T, Moser D, Zaller JG and Frank T. 2008. Spider assemblages in winter oilseed rape affected by landscape and site factors. *Ecography* 31: 254-262.
- Foelix RF. 1996. *Biology of Spiders*, 2<sup>nd</sup> edition. Oxford University Press, New York. 330 pp.
- Greenstone MH. 1984. Determinants of web spider species diversity: vegetation structural diversity vs. prey availability. *Oecologia* 62: 299-304.
- Halaj J, Ross DW and Moldenke AR. 2000. Importance of habitat structure to the arthropod food-web in Douglas-fir canopies. *OIKOS* 90: 139-152.
- Hieber CS. 1984. Orb-web orientation and modification by the spiders *Araneus diadematus* and *Araneus gemmoides* (Araneae: Araneidae) in response to wind and light. *Zeitschrift Für Tierpsychologie* 65: 250-260.
- Hsieh YL, Lin YS and Tso IM. 2003. Ground spider diversity in the Kenting uplifted coral reef forest, Taiwan: a comparison between habitats receiving various disturbances. *Biodivers. Conserv.* 12: 2173-2194.
- Jiménez-Valverde A and Lobo JM. 2006. Establishing reliable spider (Araneae, Araneidae and Thomisidae) assemblage sampling protocols: estimation of species richness, seasonal coverage and contribution of juvenile data to species richness and composition. *Acta Oecol.* 30: 21-32.
- Jiménez-Valverde A and Lobo JM. 2007. Determinants of local spider (Araneidae and Thomisidae) species richness on a regional scale: climate and altitude vs. habitat structure. *Ecol. Entomol.* 32: 113-122.
- Krebs CJ. 1989. *Ecological Methodology*. Harper and Row Publishers, New York. 654 pp.

- Laeser SR, Baxter CV and Fausch KD. 2005. Riparian vegetation loss, stream channelization, and web-weaving spiders in northern Japan. *Ecol. Res.* 20: 646-651.
- Langlands PR, Brennan KEC and Pearson DJ. 2006. Spiders, spinifex, rainfall and fire: Long-term changes in an arid spider assemblage. *J. Arid Environ.* 67: 36-59.
- Maelfait JP and Hendrickx F. 1998. Spiders as bio-indicators of anthropogenic stress in natural and semi-natural habitats in Flanders (Belgium): some recent developments. In: Selden PA (ed.), *Proceedings of the 17<sup>th</sup> European Colloquium of Arachnology*, Edinburgh 1997, pp: 293-300. British Arachnological Society.
- Marc P, Canard A and Ysnel F. 1999. Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. *Agr. Ecosyst. Environ.* 74: 229-273.
- Muff P, Kropf C, Frick H, Nentwig W and Schmidt-Entling MH. 2009. Co-existence of divergent communities at natural boundaries: spider (Arachnida: Araneae) diversity across an alpine timberline. *Insect Conserv. Diver.* 2: 36-44.
- Negro M, Isaia M, Palestrini C, Schoenhofer A and Rolando A. 2010. The impact of high-altitude ski pistes on ground-dwelling arthropods in the Alps. *Biodivers. Conserv.* 19: 1853-1870.
- Nyffeler M and Sunderland KD. 2003. Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystems: a comparison of European and US studies. *Agr. Ecosyst. Environ.* 95: 579-612.
- Öberg S, Ekblom B and Bommarco R. 2007. Influence of habitat type and surrounding landscape on spider diversity in Swedish agroecosystems. *Agr. Ecosyst. Environ.* 122: 211-219.
- Petillon J, Canard A and Ysnel F. 2006. Spiders as indicators of microhabitat changes after a grass invasion in salt-marshes: synthetic results from a case study in the Mont-Saint-Michel Bay. *Cah. Biol. Mar.* 47: 11-18.
- Platnick NI. 2012. *The World Spider Catalog, Version 12.5*. American Museum of Natural History. (<http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog/>)
- SAS Institute Inc. 2002. *JMP 5 for Windows*. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- Schmidt MH, Roschewitz I, Thies C and Tschardt T. 2005. Differential effects of landscape and management on diversity and density of ground-dwelling farmland spiders. *J. Appl. Ecol.* 42: 281-287.
- Shinkai E. 2006. *Spiders of Japan*. Bun-ichi Sogo Shuppan Co. Ltd., Tokyo. 336 pp.
- Song DX, Zhu MS and Chen J. 1999. *The Spiders of China*. Hebei Science and Technology Publishing House, Shijiazhuang. 640 pp.
- SPSS Inc. 2010. *IBM SPSS Statistics 19 for Windows*. SPSS Inc., Chicago, Illinois.
- Tsai ZI, Huang PS and Tso IM. 2006. Habitat management by aboriginals promotes high spider diversity on an Asian tropical island. *Ecography* 29: 84-94.
- Vollrath F, Downes M and Krackow S. 1997. Design variability in web geometry of an orb-weaving spider. *Physiol. Behav.* 62: 735-743.
- Warui CM, Villet MH, Young TP and Jocqué R. 2005. Influence of grazing by large mammals on the spider community of a Kenyan savanna biome. *J. Arachnol.* 33: 269-279.
- Ward JH, Jr. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Am. Stat. Assoc.* 58: 236-244.
- Wang Y, Wang CC, Chen SH, Hsu YF, Wang CP and Lin SH. 2008. *A Monitoring on Ecological Environmental Resources and Recreation Behavior in the Nengkao Cross Mountain Trail*. Entrusted Research of Forestry Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan. (In Chinese.)
- Wise DH. 1993. *Spiders in Ecological Webs*. Cambridge University Press, Cambridge. xii+328 pp.
- Ziesche TM and Roth M. 2008. Influence of environmental parameters on small-scale distribution of soil-dwelling spiders in forests: What makes the difference, tree species or microhabitat? *Forest Ecol. Manag.* 255: 738-752.

附錄一、能高越嶺道各植被類型蜘蛛物種名錄與數量(成蛛/若蛛)。植被類型：G 草原，HF 鐵杉-冷杉混淆林，HH 鐵杉-闊葉樹混淆林，P 松林，PH 松-闊葉樹混淆林。Juvenile 為未能鑑定至種或形態種的若蛛。

**Appendix I.** Spider taxa and their abundance (adults/juveniles) investigated in the sampling plots of each vegetation type along the Nengkao Cross Mountain Trail. Abbreviations for vegetation types: G, grassland; HF, mixed hemlock-fir forest; HH, mixed hemlock-hardwood forest; P, pine forest; PH, mixed pine-hardwood forest. The 'Juvenile' indicates any immature spider that cannot be accurately identified to any species or morphospecies.

Taxa	vegetation types					Total
	PH	P	HH	HF	G	
<b>Amaurobiidae</b>						
<i>Coelotes</i> sp. A	0/0	0/0	18/5	1/0	4/2	30
<i>Coelotes</i> sp. B	0/0	0/0	0/0	2/0	0/0	2
<i>Iwogumoa ensifer</i>	30/9	61/2	76/23	35/12	41/4	293
<i>Pireneitega</i> sp. A	4/0	11/0	0/0	0/0	0/0	15
Juvenile <sup>Note</sup>	2	6	6	4	5	23
<b>Anapidae</b>						
Anapidae A	0/0	0/0	0/1	1/3	0/0	5
<i>Enielkenie acaroides</i>	0/0	12/0	0/0	0/0	0/0	12
<b>Anyphaenidae</b>						
<i>Anyphaena wuyi</i>	1/3	1/0	0/0	0/0	0/0	5
Juvenile	2	0	0	0	0	2
<b>Araneidae</b>						
Araneidae A	0/2	0/18	0/11	0/0	0/2	33
Araneidae B	0/0	1/0	0/0	0/0	0/1	2
Araneidae C	0/0	27/150	0/0	0/0	0/0	177
Araneidae D	0/5	0/52	0/0	0/1	0/33	91
Araneidae E	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0	1
Araneidae F	0/0	0/0	0/1	0/0	0/0	1
Araneidae G	0/0	0/0	0/0	0/1	0/1	2
Araneidae H	0/0	0/0	0/0	0/0	1/0	1
Araneidae I	0/0	0/0	0/1	0/0	0/0	1
<i>Araneus ejusmodi</i>	0/2	0/39	0/0	0/0	0/0	41
<i>Araneus pentagrammicus</i>	0/2	0/0	0/0	0/0	0/0	2
<i>Araneus viperifer</i>	0/2	0/1	0/0	0/0	0/0	3
<i>Araniella</i> sp. A	0/0	0/0	0/0	0/0	0/1	1
<i>Cyclosa argenteoalba</i>	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0	1
<i>Cyclosa ginnaga</i>	0/6	0/1	1/6	0/0	0/0	14
<i>Cyclosa shinoharai</i>	3/6	0/0	0/0	0/0	0/0	9
<i>Cyclosa</i> sp. A	2/0	0/0	4/0	0/0	0/0	6
<i>Eriophora</i> sp. A	0/10	0/0	0/7	0/5	0/0	22
<i>Lariniaria</i> sp. A	0/0	0/7	0/0	0/0	0/0	7
<i>Neoscona</i> sp. A	1/1	0/0	1/0	0/0	0/0	3
<i>Pronoides</i> sp. A	1/21	0/13	1/8	0/1	1/12	58
Juvenile	17	39	32	3	13	104
<b>Clubionidae</b>						
<i>Anaclubiona tanikawai</i>	1/0	0/0	3/0	0/0	0/0	4
<i>Clubiona asrevida</i>	0/0	2/0	0/0	0/0	0/0	2
<i>Clubiona insulana</i>	0/0	0/0	0/0	0/0	1/0	1
<i>Clubiona kurosawai</i>	0/0	1/0	1/0	0/0	0/0	2
<i>Clubiona taiwanica</i>	3/0	0/0	0/0	1/0	2/0	6
<i>Clubiona yangmingensis</i>	0/0	2/0	0/0	0/0	0/0	2
Juvenile	30	42	3	8	7	90
<b>Corinnidae</b>						
<i>Otacilia</i> sp. A	3/3	2/3	1/0	0/0	0/0	12
<i>Otacilia taiwanica</i>	8/2	2/2	7/9	7/4	10/1	52
<i>Utivarachna taiwanica</i>	0/5	0/0	0/0	0/0	0/0	5
Juvenile	1	1	1	0	1	4

<b>Ctenizidae</b>						
<i>Latouchia formosensis</i>	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1
<b>Cybaeidae</b>						
<i>Cybaeus</i> sp. A	1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	2
<b>Dictynidae</b>						
<i>Cicurina</i> sp. A	7/0	1/0	11/0	0/0	3/0	22
<i>Dictyna</i> sp. A	2/2	0/0	2/0	0/0	0/0	6
Dictynidae A	0/0	0/0	1/0	0/0	0/0	1
Dictynidae B	0/0	0/0	0/0	0/0	1/0	1
Dictynidae C	0/0	0/0	0/0	3/0	0/0	3
Juvenile	0	0	0	1	0	1
<b>Gnaphosidae</b>						
<i>Gnaphosa kompirensis</i>	0/0	0/2	0/0	0/0	0/0	2
Gnaphosidae A	0/0	0/0	0/0	0/0	1/0	1
<i>Zelotes asiaticus</i>	0/0	15/5	0/0	0/0	2/0	22
<i>Zelotes nishikawai</i>	0/0	2/0	0/0	0/0	0/0	2
<i>Zelotes</i> sp. A	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1
Juvenile	0	2	0	0	0	2
<b>Hahniidae</b>						
<i>Hahnia corticicola</i>	0/0	2/0	0/0	0/0	0/0	2
<i>Hahnia</i> sp. A	2/0	3/0	1/0	0/0	9/0	15
<i>Hahnia</i> sp. B	0/0	0/0	0/0	2/0	33/0	35
Hahniidae A	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0	1
Juvenile	0	0	0	1	1	2
<b>Hexathelidae</b>						
<i>Macrothela</i> sp. A	0/2	0/0	0/0	0/0	0/0	2
<b>Leptonetidae</b>						
<i>Leptoneta</i> sp. A	3/0	0/0	0/0	24/3	0/0	30
<i>Leptoneta</i> sp. B	0/0	2/0	0/0	0/0	0/0	2
Juvenile	1	1	0	1	0	3
<b>Linyphiidae</b>						
<i>Erigone prominens</i>	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0	1
<i>Himalaphantes azumiensis</i>	0/18	0/2	4/7	2/27	5/16	81
<i>Lepthyphantes</i> sp. A	5/29	0/1	0/3	0/1	0/2	41
Linyphiidae A	192/0	36/0	212/0	95/0	80/2	617
Linyphiidae B	15/1	0/0	8/0	0/0	0/0	24
Linyphiidae C	2/0	0/0	10/0	0/0	1/0	13
Linyphiidae D	8/0	39/0	14/1	29/0	167/1	259
Linyphiidae E	0/0	2/0	0/0	0/0	0/0	2
Linyphiidae F	0/0	4/0	0/0	0/0	0/0	4
Linyphiidae G	1/0	0/0	1/0	0/0	0/0	2
Linyphiidae H	0/0	0/0	1/0	0/0	0/0	1
Linyphiidae I	0/0	0/0	5/0	2/0	0/0	7
Linyphiidae J	0/0	0/0	0/0	1/0	0/0	1
Linyphiidae K	0/0	0/0	1/1	0/0	2/3	7
Linyphiidae L	138/677	0/1	54/290	61/489	0/2	1712
Linyphiidae M	5/0	0/0	0/0	0/0	0/0	5
Linyphiidae N	0/0	65/71	0/3	5/8	23/28	203
Linyphiidae O	0/0	0/0	3/19	0/0	0/3	25
Linyphiidae P	0/0	0/0	1/2	1/5	2/1	12
Linyphiidae Q	2/0	1/0	0/0	0/0	0/0	3
Linyphiidae R	6/0	1/0	2/0	0/0	0/0	9
Linyphiidae S	0/0	0/0	4/0	3/0	0/0	7
Linyphiidae T	0/0	0/0	1/0	0/0	0/1	2
Linyphiidae U	0/0	1/0	0/0	1/0	0/0	2
Linyphiidae V	0/0	0/0	2/5	0/0	0/0	7
Linyphiidae W	8/0	0/0	0/0	0/0	0/0	8
Linyphiidae X	0/0	0/0	1/0	0/0	0/0	1
Linyphiidae Y	0/0	0/0	1/0	0/0	0/0	1
Linyphiidae Z	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0	1

台灣中部能高越嶺道五種不同植被類型蜘蛛多樣性之比較

Linyphiidae AA	0/0	0/0	1/0	0/0	0/0	1
Linyphiidae AB	0/0	0/0	0/0	1/0	0/0	1
Linyphiidae AC	0/0	0/0	0/0	0/0	0/8	8
Linyphiidae AD	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0	1
Linyphiidae AE	0/0	2/0	4/0	0/0	0/0	6
<i>Neriene radiata</i>	0/0	19/40	0/0	0/0	0/0	59
<i>Neriene</i> sp. A	14/50	0/0	26/67	0/0	0/0	157
<i>Turinyphia yunohamensis</i>	35/228	7/159	17/96	7/53	0/1	603
Juvenile	76	37	136	51	113	413
<b>Lycosidae</b>						
<i>Pardosa laura</i>	1/0	70/29	0/0	0/0	368/86	554
<i>Pirata clercki</i>	0/0	0/0	0/0	0/0	1/0	1
<b>Mimetidae</b>						
<i>Ero</i> sp. A	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0	2
<b>Mysmenidae</b>						
Mysmenidae A	2/9	3/15	0/0	0/0	0/0	29
Mysmenidae B	0/0	4/11	0/0	0/0	0/0	15
Mysmenidae C	0/0	0/1	0/0	0/0	0/0	1
<b>Nesticidae</b>						
Nesticidae A	0/0	0/0	1/0	1/0	0/0	2
Nesticidae B	1/0	0/1	0/0	0/0	0/0	2
<b>Oonopidae</b>						
<i>Ischnothyreus</i> sp. A	2/0	18/0	7/1	0/0	1/0	29
Oonopidae A	0/1	1/1	5/0	0/0	0/0	8
Oonopidae B	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0	1
Juvenile	0	2	2	4	2	10
<b>Philodromidae</b>						
<i>Philodromus</i> sp. A	0/0	0/5	0/0	0/0	0/0	5
<b>Pholcidae</b>						
Pholcidae A	1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	2
<b>Salticidae</b>						
<i>Euophrys kataokai</i>	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0	1
<i>Myrmarachne</i> sp. A	0/0	3/19	0/0	0/0	1/1	24
Salticidae A	0/0	0/0	0/0	0/0	3/9	12
Salticidae B	2/0	1/0	0/0	0/0	0/0	3
<i>Yaginumaella</i> sp. A	10/1	0/0	0/0	0/0	0/0	11
<i>Yaginumaella striatipes</i>	6/13	22/117	8/18	1/0	8/14	207
Juvenile	27	24	0	1	0	52
<b>Sparassidae</b>						
<i>Pseudopoda</i> sp. A	0/6	0/0	0/0	0/0	0/0	6
<b>Tetragnathidae</b>						
<i>Diphya taiwanica</i>	3/40	1/3	44/124	0/1	0/0	216
<i>Leucauge</i> sp. A	0/6	0/3	0/0	0/0	0/0	9
<i>Leucauge subblanda</i>	2/176	3/393	1/232	0/11	0/1	819
<i>Menosira ornata</i>	2/14	0/0	0/0	0/0	0/0	16
<i>Mesida gemmea</i>	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1
<i>Meta</i> sp. A	0/0	0/0	0/1	0/10	0/0	11
<i>Metleucauge davidi</i>	0/0	0/0	0/2	0/8	0/1	11
<i>Okileucauge</i> sp. A	40/207	2/2	7/41	0/41	0/1	341
<i>Tetragnatha</i> sp. A	1/3	0/2	0/4	0/0	0/0	10
<i>Tetragnatha</i> sp. B	4/1	0/1	0/0	0/0	0/0	6
Juvenile	4	4	2	0	1	11
<b>Theridiidae</b>						
<i>Chryso nigra</i>	0/2	0/0	0/1	0/0	0/0	3
<i>Chryso viridiventris</i>	1/21	0/0	0/0	0/0	0/1	23
<i>Episinus punctisparsus</i>	6/0	2/0	2/0	0/0	1/0	11
<i>Episinus yoshidai</i>	2/16	0/0	5/16	0/0	0/0	39
<i>Moneta spinigera</i>	9/66	0/0	15/9	0/0	0/0	99
<i>Phoroncidia alishanensis</i>	1/1	0/0	3/2	0/0	0/0	7
<i>Phoroncidia ryukyensis</i>	10/2	0/0	0/0	0/0	0/0	12

<i>Phycosoma japonicum</i>	10/5	0/0	0/0	0/0	0/0	15
<i>Phycosoma mustelinum</i>	2/28	4/15	1/0	3/17	0/2	72
<i>Rhomphaea</i> sp. A	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0	1
<i>Takayus</i> sp. A	0/2	7/35	0/4	0/0	1/1	50
Theridiidae A	2/117	1/7	1/16	0/0	0/0	144
Theridiidae B	3/24	0/1	1/13	0/0	0/1	43
Theridiidae C	0/68	0/8	0/26	0/3	0/3	108
Theridiidae D	0/0	1/24	0/0	0/0	0/0	25
Theridiidae E	8/3	0/0	0/0	0/0	1/0	12
Theridiidae F	2/5	0/0	0/5	0/0	0/1	13
Theridiidae G	0/4	0/0	0/4	0/5	0/6	19
Theridiidae H	0/1	3/0	0/0	0/0	0/0	4
Theridiidae I	0/0	0/0	1/0	0/0	0/0	1
Theridiidae J	0/0	0/0	0/0	0/0	2/0	2
Theridiidae K	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1
Theridiidae L	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1
Theridiidae M	0/0	0/4	0/1	0/0	0/0	5
Juvenile	15	25	45	12	8	105
<b>Thomisidae</b>						
<i>Diaea subdola</i>	0/29	1/26	0/13	0/0	0/8	77
<i>Ebelingia</i> sp. A	0/0	0/0	0/1	0/0	0/1	2
<i>Lysiteles silvanus</i>	20/85	0/3	2/10	0/0	0/0	120
<i>Lysiteles</i> sp. A	2/0	0/0	0/0	0/0	0/0	2
Thomisidae A	0/0	0/0	0/0	0/0	0/1	1
Thomisidae B	0/0	0/0	0/0	0/0	0/2	2
<i>Xysticus chui</i>	0/1	4/13	0/0	0/0	11/5	34
Juvenile	3	8	3	1	8	23
<b>Uloboridae</b>						
<i>Hyptiotes affinis</i>	1/4	0/0	1/8	0/0	0/0	14
<i>Miagrammopes</i> sp. A	0/5	0/0	0/0	0/0	0/0	5
<i>Octonoba</i> sp. A	0/0	0/1	0/0	0/0	0/0	1
<b>Zodariidae</b>						
<i>Mallinella</i> sp. A	8/0	3/0	0/0	0/0	0/0	11
<i>Mallinella</i> sp. B	0/0	5/0	0/0	0/0	0/0	5
Juvenile	0	1	0	0	0	1
<b>Unidentified Family</b>						
Juvenile	0	1	0	0	0	1
<b>TOTAL adult</b>	673	492	606	289	787	2847
<b>TOTAL juvenile</b>	2233	1502	1348	796	429	6308
<b>TOTAL</b>	2906	1994	1954	1085	1216	9155

# **A Comparison on the Spider Diversity among Five Different Types of Vegetation along the Nengkao Cross Mountain Trail, Central Taiwan**

Tien-Yen Yang, Shyh-Hwang Chen\*

Department of Life Science, National Taiwan Normal University  
Taipei, Taiwan

(Received: 15 March 2012, accepted: 8 August 2012)

## **ABSTRACT**

The Nengkao Cross Mountain Trail (NCMT) is a part of the high mountain hiking trail system of Taiwan that connects Hualien and Nantou Counties by crossing the Central Mountain Range at elevation ranged about 1600-2900 m above the sea level. The environment along the NCMT includes many sorts of vegetation types that provide a chance for us to study the spider biodiversity among different types of vegetation.

We chose five different vegetation types along the NCMT for sampling, including the mixed pine-hardwood forest (PH), pine forest (P), mixed hemlock-hardwood forest (HH), mixed hemlock-fir forest (HF), and grassland (G). Eight 5×5 m sampling plots in each vegetation type were settled, and both the pitfall trap and sweeping net methods were used for sampling spiders from March 2010 to March 2011 (except for July 2010 and February 2011) once per month. A total of 9155 spiders belonging to 159 species in 28 families were caught, including 2847 adults and 6308 juveniles. Among them, 6565 spiders belonging to 112 species were captured by sweeping, and 2590 spiders belonging to 65 species were captured by pitfall traps. The structure of spider communities was significantly different among vegetation types. The Shannon index of P, PH and HH are significantly higher than those of G and HF. Contrarily, the Simpson index of HF is significantly higher than those of PH, P and HH. The Evenness index of HH is significantly higher than that of HF. The result of cluster analysis by using the pair-wised Euclidean distance shows that all the sampling plots can be divided into three main clusters, i.e., the forest, grassland and mixed groups. Plots of the same cluster always share a similar environment and the spider composition. Results of the present study can be used for further environmental monitoring in the higher mountains of Taiwan.

**Key words:** biodiversity, spider, vegetation type, Nengkao Cross Mountain Trail, Taiwan

---

\*Corresponding author: Shyh-Hwang Chen; FAX: 886-2-29312904; E-mail: alchen@ntnu.edu.tw