

玉山箭竹節蟬在各地區種類組成及幾何形態變異 與環境因子的關係

文·圖／黃坤煒

摘要

玉山箭竹分布在臺灣約 1,200 公尺以上的山區，經過數十年的調查及分類學研究，發現有 10 屬、15 種節蟬各在不同地區的箭竹上取食、棲息。其中 *Abacarus panticis* Keifer, 1977 年出現在全臺各地的箭竹上，而 *Aculops yushanus* (Huang, 2001) comb. nov. 及 *Tetra yushania* Huang, 2001 年也幾乎分布全臺，各只在碧綠及北大武山沒有被發現，其他種類的節蟬就侷限在少數幾個地區，或只在一個地區出現，甚至呈現南、北跳躍式分布。在這 15 種取食玉山箭竹的節蟬中，*Aceria*、*Abacarus* 及 *Tetra* 這 3 屬各有 2 種以上的種類被發現。生活在玉山箭竹上的節蟬，其地理分布似乎無一定的模式，可能是因偶發的森林大火之後，當玉山箭竹進入新的棲地，在臨近的節蟬藉由風力的幫助，擴散至新的箭竹林。隨著時間的演替，各地的節蟬也因風力而被動的遷移進入新的箭竹林，再與先前遷入的節蟬競爭，其結果可能是某種被排除或數種共同存在，最後形成今日分布的模式。當然，競爭的結果除取決於物種本身的特性，例如，生殖率、生長速率、行為模式等，外在環境條件更是種類發展的因子，其他還有天敵的因子。本文想要瞭解環境因子與種類間的關係，及同屬不同種節蟬在適應不同的環境因子時其形態上的改變。利用典型對應分析(canonical correspondence analysis) 的結果將 15 種節蟬依環境因子的軸分為高溫型、低溫型、乾燥型及中間型等 4 群，利用重疊法得到的物種共同結構圖形，發現在低溫地區的種類個體較寬廣。

關鍵詞：玉山箭竹、節蟬、種類組成、幾何形態、環境因子。

前言

玉山箭竹(*Yushania niitakayamensis* (Hayata) Keng f. (Yushan cane)), 屬於禾本科 (Poaceae) 竹亞科 (Bambusoideae), 廣泛分布在亞洲東南一帶 (包含臺灣、中國南方及菲律賓北部)。在臺灣是分布在北部 1,200 m、中部在 1,400 m 及南部在 1,800 m 以上的山區, 分布北界在北插天山 (1,670 m, N24°47'33"; E121°27'11") 而南界在衣丁山 (2,035m, N22°30'41"; E120°45'12")。玉山箭竹長在空曠的草原時其高度約 20cm, 而分布在針葉林的底層時高度可達 5m。玉山箭竹利用地下莖拓展生長範圍, 很少開花, 自民國以來只在 1918 年及 1969 年有開花紀錄。玉山箭竹會形成草原狀主要是受森林火災所致, 如果不受干擾, 最後會形成冷杉林。Hsiao & Lee (1999) 利用 RAPD 方法探討玉山箭竹在臺灣各山區及族群內的遺傳地理變異, 結果顯示族群內的遺傳變異度高, 但各地區的不同族群間遺傳變異並沒有顯著差異; 而黃生 (2002 年, 國科會報告) 以葉綠體的 DNA 片段來探討臺灣與福建的玉山箭竹的族群變異, 結果與 Hsiao & Lee (1999) 相同, 臺灣不同山脈間的玉山箭竹並沒有因隔離而產生分化。

全世界已知會危害竹類的節蟬約有 59 種, 而臺灣過去紀錄上有 8 種, 其中 3 種危害玉山箭竹, 自 1989 至 2011 年對臺灣玉山箭竹的採集及分類學研究, 共發現有 15 種節蟬危害玉山箭竹 (Wang & Huang, 2011), 其中 *Abacarus panticis* Keifer, 1977 年危害全臺的玉山箭竹。這 15 種節蟬在臺灣山區呈現隨機型的分布 (表 1), 可能原因除偶發的森林火災造成新棲地的出現, 使鄰近的節蟬有先侵入新棲地的機會, 隨後再與其他後侵入的種類競爭資源; 其他可能的原因在於高度與緯度的雙重效應。但為何會有數種節蟬同時出現在同一地區的玉山箭竹? 作者提出 2 種假設: 第一、可能資源充裕 (食物及棲所), 容許數種節蟬共存, 但其中只有一種為優勢種; 第二、不同種的節蟬彼此競爭排除, 各自棲息在不同的葉片上, 造成同一地區有數種節蟬共存的假象, 以上假設都須進一步的研究來證實。危害最烈的 *Abacarus panticis* 分布在全臺山區的玉山箭竹上, 但在各地區所佔節蟬種類的比率各不同, 在中部地區比率最高 (0.85), 並往四周遞減 (東部 0.6、北部 0.57、南部 0.54) (表 2)。在比率低的地區, 往往會有特有種類出現, 例如, 在雪山的 *Abacarus panticis* 比率只佔 0.39, 此地區就有 3 種只出現在雪山的特有種類, *Phytoptus formosanus*、*Tetra syuesis*、及 *Tetra niitakayamensis*; 在碧綠的比率為 0.60, 有 1 特有種類 *Abacarus niitakayamensis*; 而太平山的比率為 0.5, 有 1 特有

種類 *Apodiptacus taipingshansus* °

表 1. 本文於 19 地點採集所得節蟬標本數量及種類

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Sum
C1	0	0	0	63	0	1	3	36	0	0	2	0	0	0	0	105
C2	0	0	0	25	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	27
C3	2	0	0	459	0	41	18	0	0	0	0	0	0	0	0	520
C4	0	0	0	48	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	55
C5	0	1	0	162	0	31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	195
C6	0	0	0	182	0	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0	187
E1	0	0	0	51	21	2	1	0	0	0	10	0	0	0	0	85
N1	0	0	0	26	0	0	3	0	0	0	0	7	0	0	0	36
N2	0	4	0	29	0	9	7	0	0	0	0	2	0	6	0	57
N3	6	0	44	99	0	3	43	0	12	7	0	34	2	0	8	258
N4	0	5	0	46	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	58
N5	0	1	0	31	0	0	5	0	0	0	5	0	5	0	0	47
N6	0	3	0	3	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	12
S1	2	0	0	44	0	10	10	0	0	0	6	0	0	0	0	72
S2	0	5	1	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	17
S3	0	0	0	20	0	19	5	0	0	0	0	0	0	0	0	44
S4	0	0	0	63	0	17	13	0	0	0	0	12	2	0	0	107
S5	0	0	7	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	14
S6	0	0	0	10	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Sum	10	19	52	1374	21	140	135	36	12	7	23	57	9	6	8	1909

A: *Aceria tosichella* Keifer, 1969; B: *Aceria niitakayamensis* sp. nov.; C: *Eriophyes magnus* sp. nov.; D: *Abacarus panticis* Keifer, 1977; E: *Abacarus niitakaymensis* sp. nov.; F: *Aculops yushanus* (Huang, 2001) comb. nov.; G: *Tetra yushania* Huang, 2001; H: *Tetra paikoutashansis* sp. nov.; I: *Tetra syuesis* sp. nov.; J: *Tetra niitakayamensis* sp. nov.; K: *Epitrimerus niitakayamensis* sp. nov.; L: *Neopentamerus deciensus* sp. nov.; M: *Tegolophus bashaniae* Xue et al., 2006; N: *Apodiptacus taipingshansus* sp. nov.; O: *Phytoptus formosanus* sp. nov.

C1: 白姑大山; C2: 畢祿; C3: 武嶺; C4: 雲海; C5: 大禹嶺; C6: 鳶峰; E1: 碧綠;
 N1: 鴛鴦湖; N2: 太平山; N3: 雪山; N4: Ssuyuan; N5: 多加屯山; N6: 關霧; S1: 塔
 塔加; S2: 八通關; S3: 石山; S4: 關山; S5: 庫哈諾辛山; S6: 北大武山

表 2. 本文於 19 地點採集所得節蟬標本在各地點所佔比例 (代碼參考表一)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
C1	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.01	0.03	0.34	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
C2	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
C3	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C4	0.00	0.00	0.00	0.87	0.00	0.04	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C5	0.00	0.01	0.00	0.83	0.00	0.16	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C6	0.00	0.00	0.00	0.97	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
E1	0.00	0.00	0.00	0.60	0.25	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
N1	0.00	0.00	0.00	0.72	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00
N2	0.00	0.07	0.00	0.50	0.00	0.16	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.10	0.02
N3	0.02	0.00	0.17	0.39	0.00	0.01	0.17	0.00	0.05	0.02	0.00	0.13	0.00	0.00	0.02
N4	0.00	0.09	0.00	0.79	0.00	0.02	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N5	0.00	0.03	0.00	0.78	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
N6	0.00	0.25	0.00	0.25	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S1	0.03	0.00	0.00	0.61	0.00	0.14	0.14	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
S2	0.00	0.29	0.06	0.59	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S3	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.43	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S4	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00	0.16	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.01	0.00	0.00
S5	0.00	0.00	0.50	0.20	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S6	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

調查及採集樣區

自 1991 至 2008 於全臺 19 個地點採集玉山箭竹上的節蟬，採集高度自 1,650 公尺至 3,400 公尺間，這 19 個地點依據 Su (1985)的植物氣候系統區分成北 (N)、中 (C)、東 (E) 及南 (S) 四區 (圖 1)，採回標本共製作成 1,909 片玻片，經

分類學研究後得 15 種節蟬（表 1）。

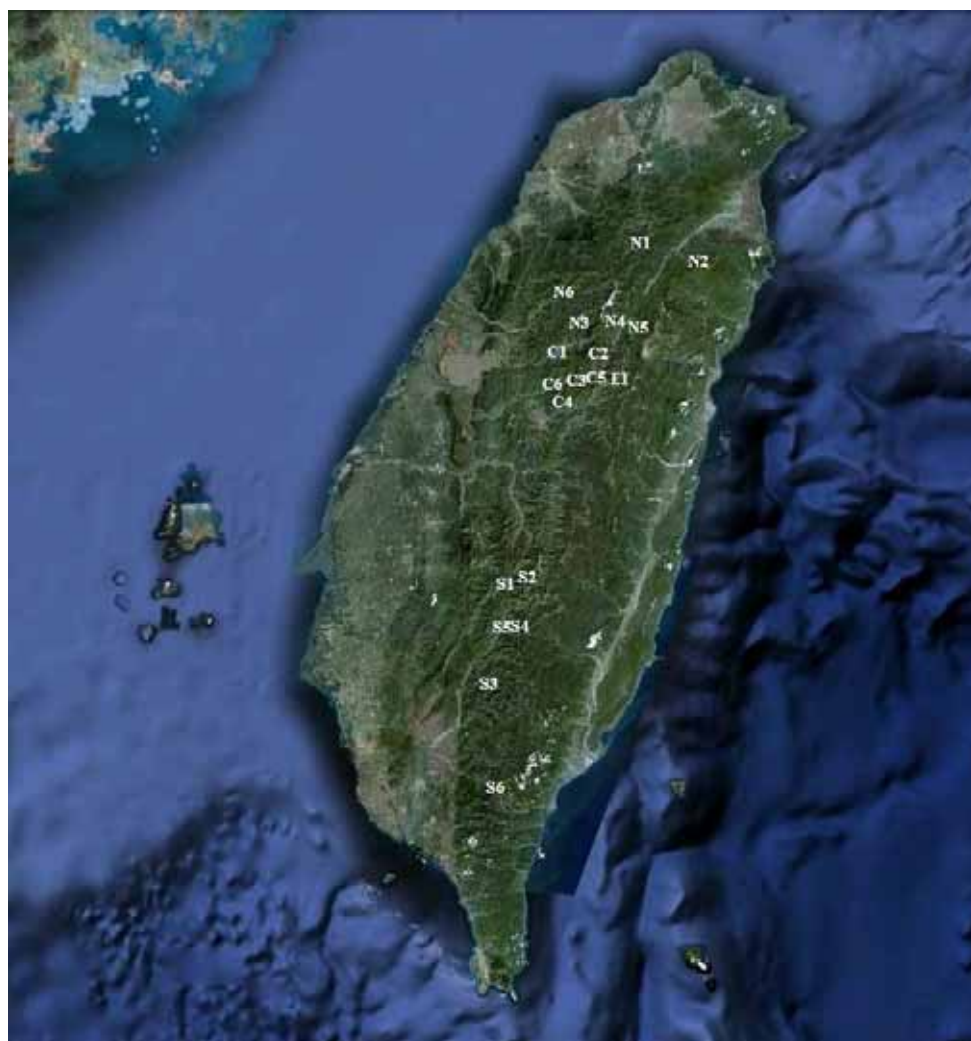


圖 1. 本文採集玉山箭竹節蟬的 19 個地點（代碼參考表 1）（地圖截取自 Google Earth）

環境因子選取及種類組成與環境因子相對應分析

經由中興大學森林調查分析暨空間資訊研究室，利用 26 個氣象站、818 個雨量站、40m×40m 網格 DEM 及 1791 個土壤樣點資料，以地理資訊系統空間分析的功能，推估 19 個地點的氣象資料，包含：年均溫(MT)、1 月（最低均溫）(LT)、7 月（最高均溫）(HT)、年總雨量(TR)、事件日月最高雨量(DHT)、相對濕度(RH)、1 月最低雨量(LT)及 8 月最高雨量(HT)共 8 個氣象因子，經初步相關分析，只選取年均溫(MT)、年總雨量(TR)及相對濕度(RH)三個獨立氣象因子，另外以 19 個地區隨機取樣 30 片葉片，測量葉片長度，做為食物資源(P)資料，共 4 個環境因子、19 個地點及 15 種節蟬進行排序分析（典型對應分析）。

地標點選取、影像截取及幾何形態分析方法

選取節蟬腹面 16 個微瘤做為同源地標點（圖 2），利用影像系統截取影像，再以 TpsDig ver. 2.16 軟體紀錄座標值。原始座標數據經由最小平方和法則重疊法轉換，再使用 Tpsrelw ver. 1.49 (Rohlf, 2010) 軟體得到一個共同結構圖形(consensus configuration)，來代表每一種類的形狀。



圖 2. 幾何形態測量分析所採用的 16 個腹面微瘤地標點

種類組成與環境因子的關係

經由典型對應分析的結果，顯示 15 種節蟬在環境因子軸上可歸為 4 群（圖 3）：中間型：*Abacarus panticis* Keifer, 1977 (Ab sp1)、*Tetra yushania* Huang, 2001 (Tetra sp1)；高溫型：*Aceria niitakayamensis* Wang & Huang, 2011 (Aceria sp2)、*Neopentamerus deciensus* Wang & Huang, 2011、*Apodiptacus taipingshansus* Wang & Huang, 2011；低溫型：*Aceria tosichella* Keifer (Aceria sp1)、*Eriophyes magnus* Wang & Huang, 2011、*Tetra syuesis* Wang & Huang, 2011 (Tetra sp4)、*Tetra niitakayamensis* Wang & Huang, 2011 (Tetra sp3)、*Phytoptus formosanus* Wang & Huang, 2011 及 乾燥型：*Aculops yushanus* (Huang, 2001)、*Abacarus niitakayamensis* Wang & Huang, 2011 (Ab sp2)、*Tetra paikoutashansis* Wang & Huang, 2011 (Tetra sp2)、*Epitrimerus niitakayamensis* Wang & Huang, 2011、*Tegolophus bashaniae* Xue et al., 2006。

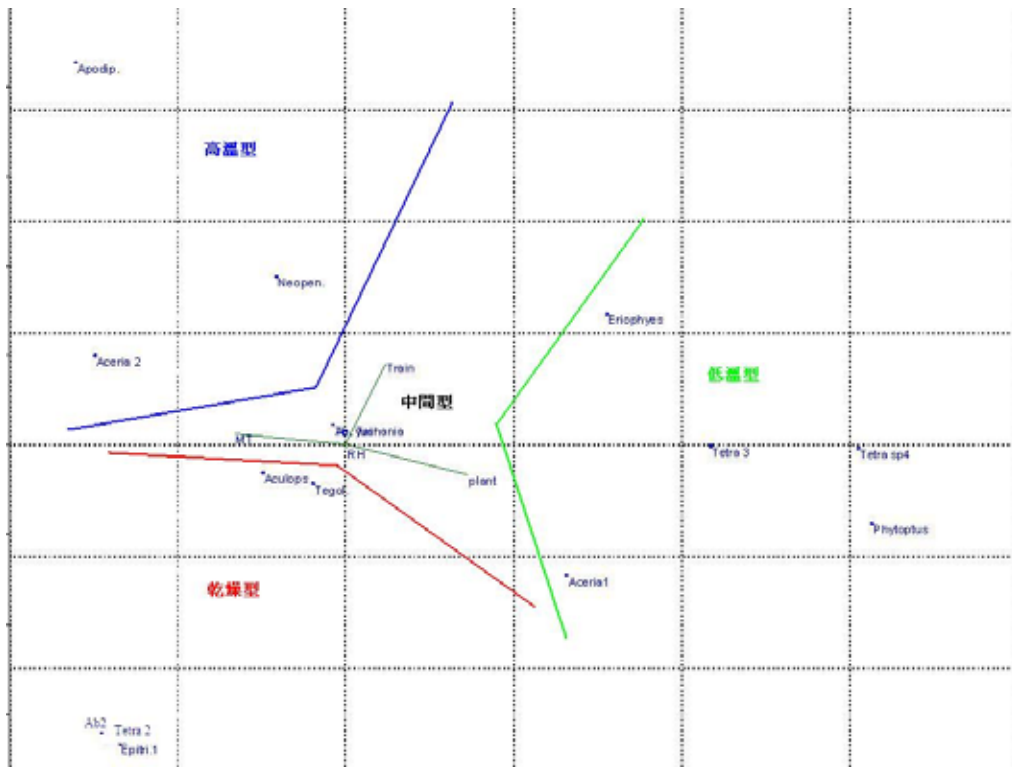


圖 3. 4 個環境因子及 15 種節蟬分類在第一、第二軸的排序圖

相近種在環境適應上的形態改變

由圖 3 的結果可見，同屬不同種在棲所環境上會互相排斥，同時在形狀上也會因適應不同的環境因子而有所區別。Ab sp1 足基較 Ab sp2 短（座標 1, 2, 3, 4），相對應身體背面的頭胸部也較短，而 Ab sp2 在體型上較 Ab sp1 寬廣（座標 7, 8 距離）（圖 4）。Aceria sp1 體形較 Aceria sp2 寬廣，正符合博氏規則 (Bergmann's rule)（圖 5），即同一分類群的種類在寒冷地區較溫暖地區的種類體形大；Tetra sp2 較 Tetra sp1 體形寬廣，而且側毛的位置趨向前端（座標 7, 8），在 Tetra 的 4 種中，sp3, sp4 出現在同一低溫的地點，但 sp4 傾向更冷的海拔高度，2 種在形狀上最大的差異為側毛的位置，sp4 位置趨向前端，而 sp3 與生殖毛（座標 9, 10）趨近同一水平（圖 6）。

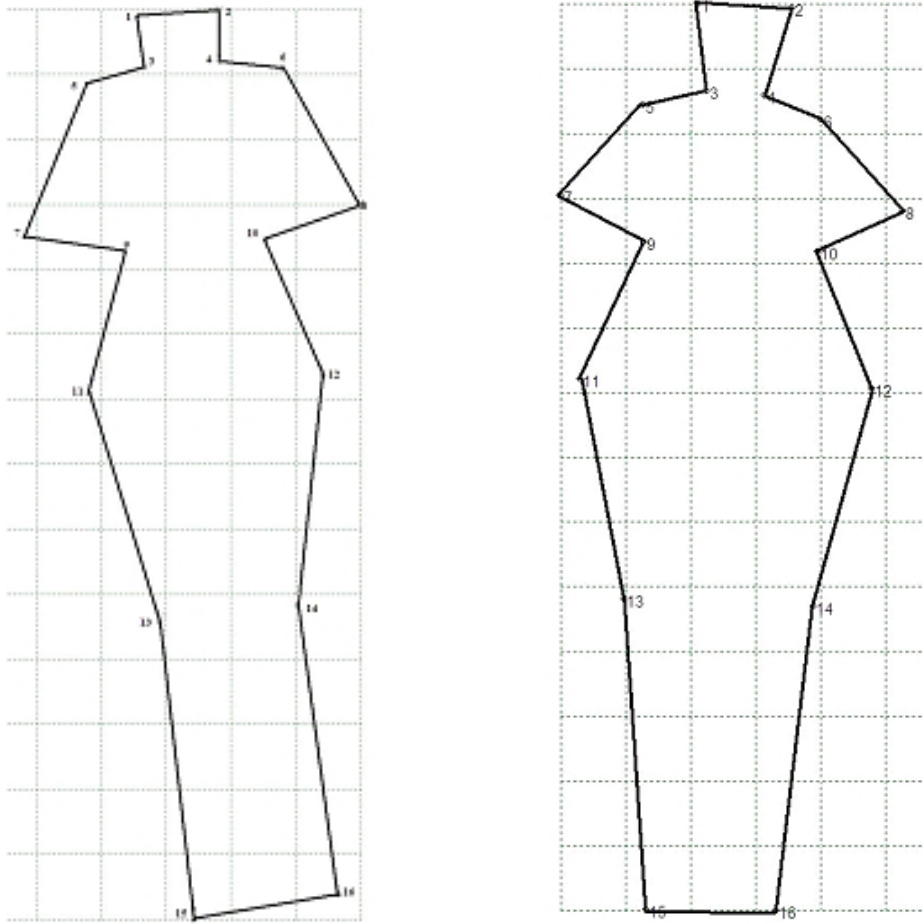


圖 4. Ab_sp1 (左圖，中間型) 及 Ab_sp2 (右圖，乾燥型) 的
 共同結構圖

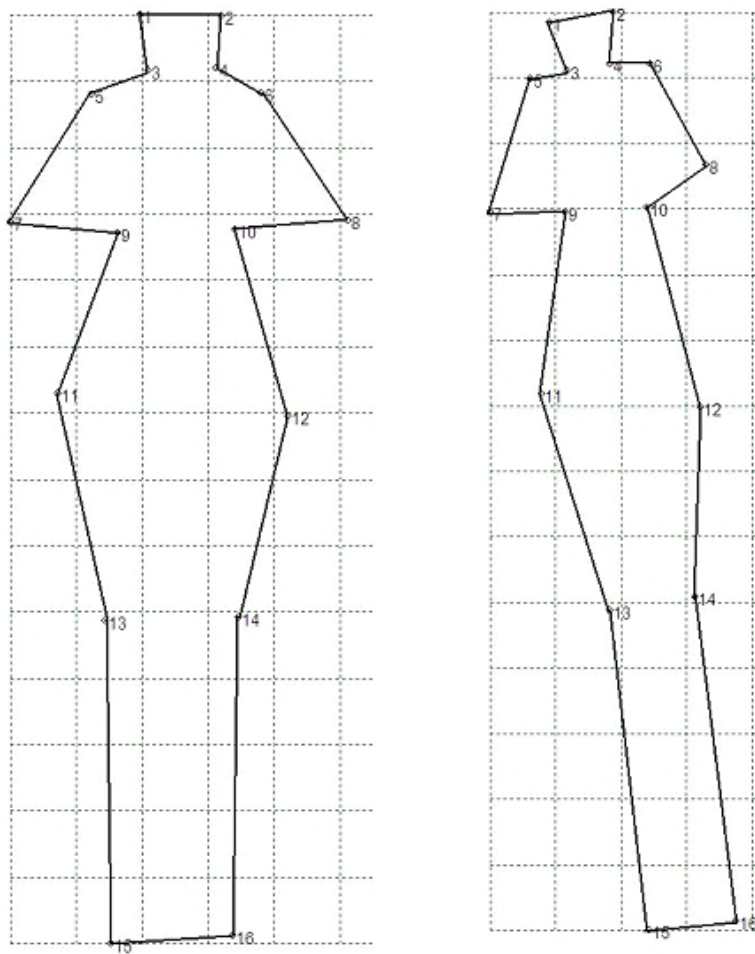


圖 5. *Aceria_sp1* (左圖，低溫型) 及 *Aceria_sp2* (右圖，
高溫型) 的共同結構圖

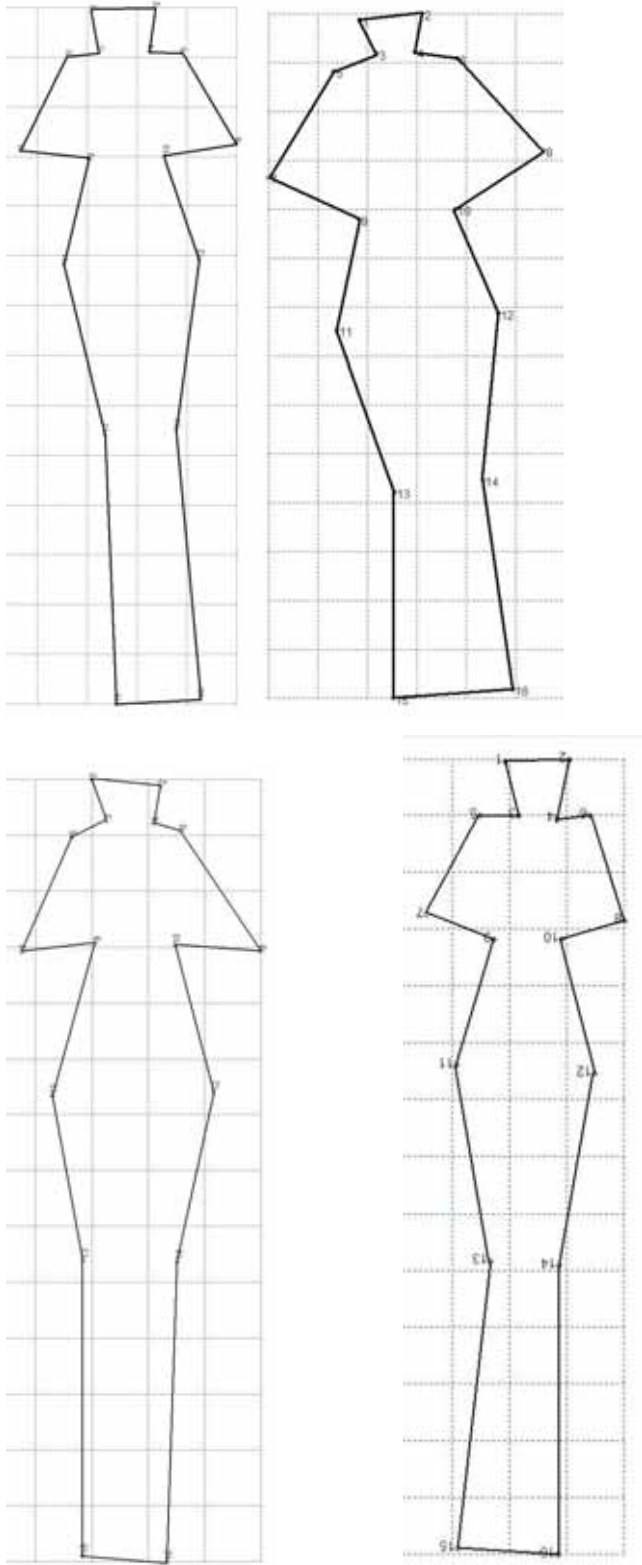


圖 6. Tetra_sp1 (上左圖，中間型)、Tetra_sp2 (上右圖，乾燥型)、Tetra_sp3 (下左圖，低溫型) 及 Tetra_sp4 (下右圖，低溫型) 的共同結構圖

參考文獻

- 高堅泰、馮豐隆，2001。森林生育地因子之空間推估與生育地分類。中華林學季刊，34: 167-184.
- 蕭旭峰、吳文哲，1998。生物形狀的科學－淺談幾何形態測量學之發展與應用。科學月刊，29: 624-633。
- Hsiao, J. Y. and Lee, S. M., 1999. Genetic diversity and microgeographic differentiation of Yushan cane (*Yushania niitakayamensis*; Poaceae) in Taiwan. *Mol. Ecol.*, 8: 263-270.
- Su, H. J., 1985. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan. (III). A scheme of geographical climatic regions. *Quart. Jour. Chin. Forest*, 18: 33-44.
- Wang, C.-F. and Huang, K.-W., 2011. Taxonomy of Eriophyoid Mites (Acari: Trombidiformes) Infesting *Yushania niitakayamensis* (Poaceae: Bambuseae) in Taiwan. *Formosan Entomol*, 31:157-188.