



台灣地區玉山圓柏分類地位及族群分布

文、圖 ■ 王志強 ■ 國立澎湖科技大學觀光休閒系助理教授

林志銓 ■ 林務局東勢林區管理處林政課技正（通訊作者）

一、前言

台灣島歷經地質年代冰河期、間冰期之氣候作用，台灣海峽的反覆形成及海退，提供了島上植物由中國大陸及南方遷移至台灣的途徑及歷程，加以高山林立，為生育於高山地區的植物提供了棲息繁衍、演化的場所；由於間冰期氣候變暖，這些植物便往上遷移，蟄居於台灣的各個山峰上，形成了各自孤立的族群，甚而演化成新種、亞種、變種等新分類群，而此等植物的遷移、演化史，正好演示了台灣島的地質、氣候在時間尺度上的變化與歷程。

玉山圓柏 (*Juniperus morrisonicola* Hayata) 是特產於台灣地區海拔位置最高之樹木。往昔多將玉山圓柏視為與產於大陸之香柏 (*Juniperus squamata* Buch. -Ham.) 同一種，分類學家Adams (2000) 利用葉內揮發性精油 (Leaf Essential Oils) 和RAPD (Random Amplified Polymorphic DNAs) 針對東半球單一種子的圓柏屬植物進行系統分類的研究報告中，發現以葉片內所含之精油分析及在DNA結構方面都顯示，台灣地區之玉山圓柏與大陸地區之香柏具有明顯的區別，充分顯示出其地理與生殖隔離，故而主張將玉山圓柏處理為台灣

之特有裸子植物，並採用早田文藏在1908年所命名之學名 (*J. morrisonicola* Hay.)。若依此主張，玉山圓柏即可視為台灣特有種 (Endemic Species) 植物，且為台灣高山林木界線之主要林木，在生物學、物種保育及環境變遷上的研究更顯其重要性，因此對於此物種之特性及研究便極具急迫及重要性，尤其玉山圓柏呈分散狀區塊分布於3,000 m以上山地，其族群間之遺傳多樣性更是擬訂保育策略之基礎參考資訊。

本文就筆者近年來針對玉山圓柏之各項調查研究中，將其分類地位及其在台灣分布之特性及概況作一介紹，另刻正進行玉山圓柏林生物學特性及其族群遺傳多樣性、生物地理學上之分布式樣及狀態進行調查及研究，了解此一珍貴特有樹種在台灣之族群遷徙歷史、生育現況及其在全球氣候變遷下未來之可能發展趨勢，提供保育策略及各項經營管理措施之參考。

二、玉山圓柏分類地位主張與變革

柏科 (Cupressaceae) 植物分為3亞科，

15屬，約130種，分布於南北兩半球（劉業經等，1994）；為一個分布區域不斷縮小的植物類群，單種屬及寡種屬佔很高的比例，其明顯的旱生型態，與中生代時對乾旱氣候的適應及後來對寒冷氣候或高山氣候的適應有關，但在第三紀時期種類數目及分布區域均較現在廣泛。圓柏屬（*Juniperus* L.）植物，全世界約有60種，是裸子植物中多樣性相當高的分類群（Šoljan, 1991），而玉山圓柏（*J. morrisonicola* Hay.）或稱作香柏（*J. squamata* Buch-Ham. ex D. Don），植株形態上分成2型，分別為喬木型（照片1）和灌木型或稱矮盤灌叢型（照片2），葉為針刺狀，長3~5 mm，寬約1 mm，先端尖銳，嫩葉內側稍粉白，三葉交叉輪生，玉山圓柏為雌雄異株，偶而會有雌雄同株出現（照片3），毬果卵圓形（照片4），成熟時呈紫黑色，毬果單一，長6~8 mm。

台灣地區之圓柏屬植物，自20世紀初之分類研究以來，計有玉山圓柏、清水圓柏（*J. chinensis* L. var. *tsukusiensis* Masamune）（照片5）及刺柏（*J. formosana* Hay.）（照片6）等3種（Li and Keng, 1994）。早田文藏（Hayata）在1908年將玉山圓柏命名為 *J. morrisonicola* Hay.，也就是以採集地玉山作為種小名所命名之新種（陳玉峰，1997）。金平亮三（1936）在其所著之台灣樹木志一書中，認為玉山圓柏與喜馬拉亞山系及中國大陸的香柏 *J. squamata* Buch. -Ham. 是同一種植物。另外Li 和Keng在1954年認為玉山圓柏應視為香柏之一變種，故而將其植物



▲照片1 玉山圓柏喬木型植株。（攝影／王志強）



▲照片2 玉山圓柏矮盤灌叢型植株。（攝影／王志強）



▲照片3 玉山圓柏偶而有雌雄同株出現。（攝影／王志強）

學名重新組合為玉山變種 *J. squamata* var. *morrisonicola* (Hay.) Li & Keng，在1975年第一版台灣植物誌（Flora of Taiwan）中，即引用其所發表之學名，將玉山圓柏視為香柏之一變種（Li and Keng, 1975）。柳檜



▲照片4 玉山圓柏之成熟毬果。(攝影/林志銓)



▲照片5 清水圓柏。(攝影/朱恩良)



▲照片6 刺柏。(攝影/林志銓)

(1961a) 以玉山圓柏存在之生育地環境單純，屬於高山之極地，分布地區環境因子變異極小，亦即其適應性較弱，因其對生育地環境要求之嚴格，極少有變異之可能，故而認定玉山圓柏與大陸地區之香柏為同種植物。而在

1994年第二版台灣植物誌中又將其恢復為香柏之原種名 *J. squamata* (Li and Keng, 1994)，但並未註明採用此一學名之原由。

Adams (2000) 利用葉片內揮發性精油 (圖1) 和RAPD (圖2) 針對北半球單一種子的圓柏屬植物系統分類的研究報告中，發現以葉所含之精油一萜烯 (Terpenes)，以及在DNA方面都顯示，台灣地區之玉山圓柏與大陸地區之香柏有明顯的區別，充分顯示出其地理與生殖隔離，故而認為其應為一獨立之種，進而恢復由早田文藏於1908年所命名之植物學名 *J. morrisonicola* Hay. 根據此一處理，則玉山圓柏應為特產於台灣之特有種。惟最近專論 (Farjon, 2005)，仍將其與香青合併。

玉山圓柏之植株形態概分為喬木型及灌木型 (金平亮三, 1936; 劉業經等, 1994; Li and Keng, 1975、1994)，其植株形態之差異亦為玉山圓柏分類地位之爭論點，隨著分子生物技術的演進，傅慧雯 (2002) 應用ISSR研究台灣地區玉山圓柏之遺傳變異，以AMOVA (Analysis of Molecular Variance) 分析結果發現：玉山圓柏族群之外部形態上無明顯之差異，在台灣雪山等8個地區間遺傳變異並無顯著差異，喬木及灌木間之遺傳分化上在不同地區呈現不同的差異，若要更進一步瞭解喬木及灌木族群間的DNA訊息，可以DNA定序來加以研究。

三、地理分布

圓柏屬植物廣泛分布於非洲、歐洲、亞洲及北美洲 (江澤平、王豁然, 1997)，

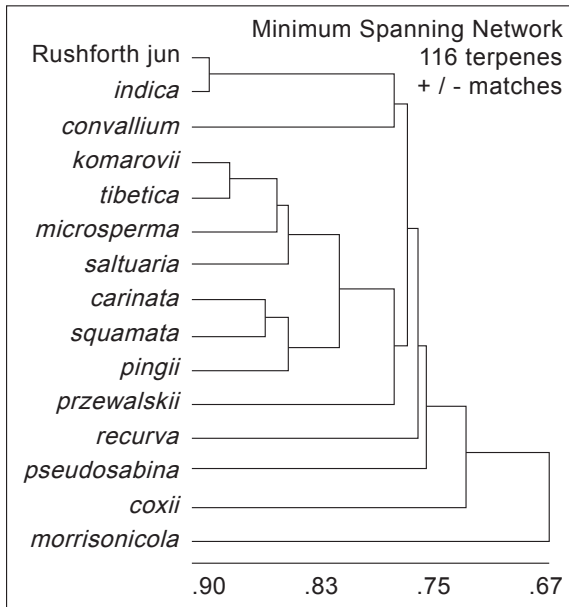


圖1 利用萜烯 (Terpenes) 成分分析所建構的全世界東半球單種子類圓柏屬植物之網狀親緣關係圖 (Minimum Spanning Network)，資料來源：(Adams, 2000)。

玉山圓柏若姑且以台灣植物誌第二版中之分類處理來定其分類上之位階，則玉山圓柏廣泛分布於中國大陸四川、湖北、陝西及康藏一帶，其中植株形態為矮盤灌叢 (Krummholz) 族群，廣泛分布於大陸地區海拔高2,000~4,600 m之間，而喬木型族群僅見於海拔高1,600~2,500 m之間 (柳楮，1961b)。蘇鴻傑 (1974) 綜述台灣地區玉山圓柏林之分布狀況，以中央山系為主軸，而此山系主要由雪山山脈、玉山山脈及中央山脈所組成，玉山圓柏以不同植株型態出現於海拔高3,000 m之山脊 (蘇鴻傑，1974、1988；應紹舜，1976；楊國禎，1988)，至海拔高3,500 m以上可見大面積之玉山圓柏灌叢，例如雪山圈谷、南湖大山 (3,740 m)，而大

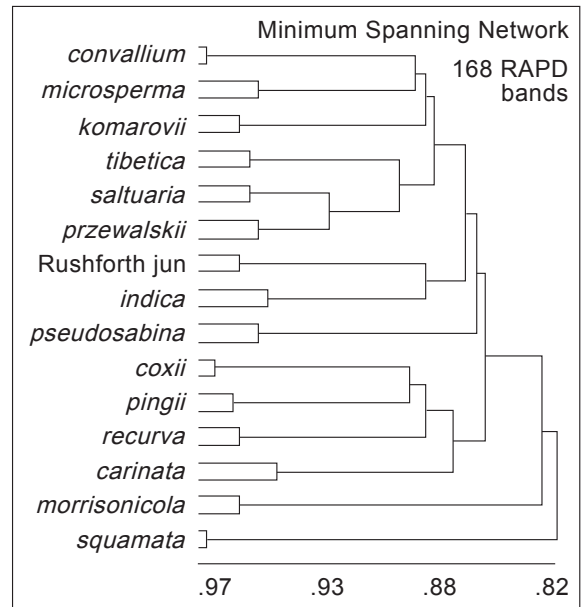


圖2 利用RAPDs分析結果所建構的全世界東半球單種子類圓柏屬植物之網狀親緣關係圖 (Minimum Spanning Network)，資料來源：(Adams, 2000)。

面積喬木型森林，僅出現於雪山北峰、翠池至下翠池地區、南湖大山東南稜、南湖池畔、秀姑巒山至馬博拉斯之間鞍部及玉山北峰東側鞍部，另外歐辰雄 (2002) 對大雪山地區植群生態調查研究中指出奇峻山附近亦有一處大面積玉山圓柏喬木純林。

蘇鴻傑 (1974) 綜述台灣地區玉山圓柏林之分布狀況，以中央山系為主軸，而此山系主要由雪山山脈、玉山山脈及中央山脈所組成，分布在主脊海拔高3,000 m以上之區域，惟中央山脈南端之北大武山 (3,092 m) 雖已達海拔高3,000 m以上，但未見有玉山圓柏之群落。玉山圓柏於雪山山脈地區主要分布於3,000 m以上之稜脊，雪山山脈東稜由雪山主峰 (3,886 m) 至雪山東峰 (3,201 m)



▲照片7 雪山翠池之玉山圓柏群落。(攝影/王志強)



▲照片8 雪山下翠池之玉山圓柏群落。(攝影/蔡家銘)

一帶，雪山西稜由雪山主峰經翠池（照片7），經下翠池（照片8），往博可爾山（3,265 m）、火石山（3,310 m）、頭鷹山（3,510 m）、奇峻山（3,519 m）至大雪山（3,530 m）一帶（歐辰雄，2002）；雪山北稜（含武陵四秀）自大霸尖山（3,492 m）（照片9）開始，包括喀拉業山（3,133 m）、桃山（3,325 m）、池有山（3,303 m）及品田山（3,524 m），再由素密達山（3,517 m），經雪山北峰（3,703 m）、凱蘭特崑山（3,713 m）抵雪山主峰，其中以雪山北峰至雪山主峰為主要分布帶，以及雪山南稜由雪山主峰往翠池及翠池三叉山（3,565 m）後轉為



▲照片9 大霸尖山。(攝影/王志強)



▲照片10 南湖大山之玉山圓柏群落。(攝影/王志強)

向南延伸，再經雪山西南峰（3,471 m）至大劍山（3,594 m）等地區（歐辰雄等，1997；呂金誠，1999；歐辰雄，2002、2004）。

在玉山山脈地區之分布，北自巒大山（3,468 m）起，經郡大山（3,619 m）、玉山北峰（3,858 m）、玉山主峰（3,952 m），南至玉山南峰（3,844 m）；中央山脈為東北至西南走向，北端分布始自南湖北山（3,536 m）（照片10）、中央尖山（3,705 m）、無名山（3,451 m）、畢祿山（3,371 m）、合歡主峰（3,417 m）群峰（照片11）、轉入奇萊山（3,560 m），接著經能高山（3,262 m）、閃山（3,668 m）、秀姑巒



▲照片11 合歡群峰中之石門山。(攝影/王志強)



▲照片12 南湖大山玉山圓柏。(攝影/王志強)



▲照片13 向陽山之玉山圓柏群落。(攝影/王志強)

山(3,825 m)、大水窟山(3,642 m)(照片12)、達芬尖山(3,208 m)、三叉山(3,496 m)、向陽山北峰(3,435 m)、向陽山(3,602 m)(照片13),下經南部橫貫公路關山嶺山(3,176 m)至塔關山



▲照片14 關山之玉山圓柏群落。(攝影/王志強)

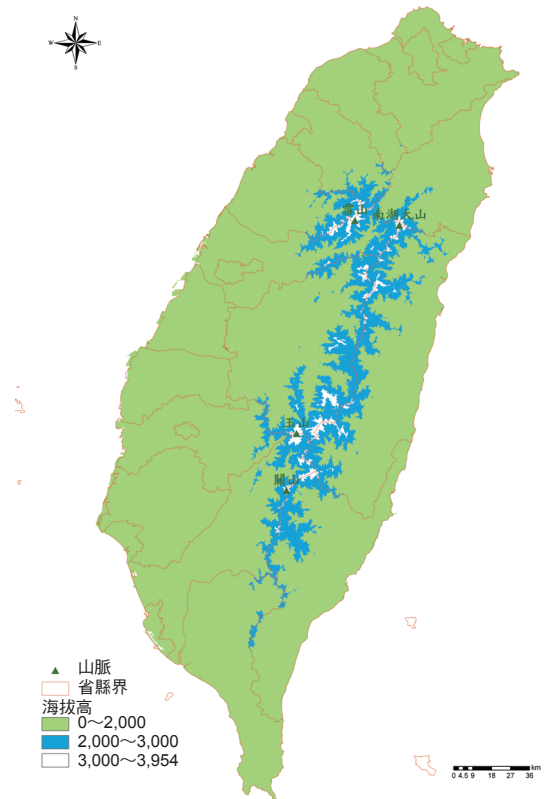


圖3 玉山圓柏於台灣地區分布地點(白色部分)。

(3,222 m)、關山北峰(3,429 m)後轉上關山(3,668 m)(照片14),止於卑南主山(3,295 m)。綜而觀之,台灣地區3,000公尺以上之地區可視為玉山圓柏於台灣地區之分布地點(圖3)。



從島嶼生物學 (Island Biogeography) 的觀點，高山山頂因空間的隔離，可視為高山棲地島嶼 (Mountain Habitat Island) (邱祈榮，2001)，而玉山圓柏的分布範圍實際上就是台灣高山稜脊之分布，研究玉山圓柏之生態學及族群遺傳特性，佐以島嶼生態學的理論，應有助於釐清玉山圓柏在台灣地區之族群分布及其傳播途徑與歷程。

四、玉山圓柏族群及群落生態

自1908年早田文藏命名發表玉山圓柏以後，即陸續有日本學者對其分類地位及其群落特徵作描述或論見。有關玉山圓柏群落的報告，早由日本學者鈴木時夫於1935~1936年在秀姑巒山之東南鞍部發現有關玉山圓柏之4種群落 (引自蘇鴻傑，1974)，在柳樞 (1968) 論述台灣植物群落時，將玉山圓柏劃入寒原 (Tundra) 及針葉樹林 (Coniferous Forest) 兩種群系 (Formation)；在台灣植物群落之分類研究中，探討高山寒原及針葉樹林群系，論及雪山主峰翠池地區玉山圓柏純林，調查結果顯示：胸高直徑介於25~60 cm之間，平均樹高約12 m，樹冠密度約40%，平均每公頃約250株，最大胸高直徑有180 cm，惟大部分大徑木之老樹幹多呈空洞，由於此等空洞老木枯死後，林下常有幼苗出現，故此一植物群落將為安定之植物群落 (柳樞，1971)。

國內學者對於台灣高山地區玉山圓柏群落的專論研究報告，始自蘇鴻傑 (1974) 針對台灣高山地區之香柏群落詳盡的論述其調查

結果，不論群落是否達極盛相 (Climax)，概分為7種群落類型，分別為香柏喬木單叢 (Consociation of Trees of *Juniperus squamata*)、香柏—冷杉喬木群叢 (Association of Trees of *Juniperus squamata* and *Abies kawakamii*)、閉鎖式香柏灌木單叢 (Close Consociation of Shrubs of *Juniperus squamata*)、開放式香柏灌木單叢 (Open Consociation of Shrubs of *Juniperus squamata*)、香柏—箭竹灌木群叢 (Association of Shrubs of *Juniperus squamata* and *Yushania niitakayamensis*)、閉鎖式香柏—玉山杜鵑灌木群叢 (Close Association of Shrubs of *Juniperus squamata* and *Rhododendron pseudochrysanthum*) 及開放式香柏—玉山杜鵑灌木群叢 (Open Association of Shrubs of *Juniperus squamata* and *Rhododendron pseudochrysanthum*)，並推測其群落之演替 (Succession) (圖4)。

歐辰雄等 (1997) 在觀霧地區植群生態調查及植栽應用之研究中，論及玉山圓柏主要以灌木型態分布於大霸尖山附近。呂金誠 (1999) 武陵地區雪山主峰線植群與植栽應用之研究中，其研究結果顯示雪山主峰至下翠池地區為雪山地區玉山圓柏林之最大宗，主要林型有玉山圓柏植群型，分布於翠池至下翠池沿線區域、黑森林上部近圈谷附近及雪北山屋附近，海拔約3,400~3,600 m，此植群型以玉山圓柏佔絕對優勢，為玉山圓柏純林。玉山圓柏林冠下尚有玉山圓柏與台灣冷杉之幼齡木、玉山杜鵑及玉山小蘗 (*Berberis*

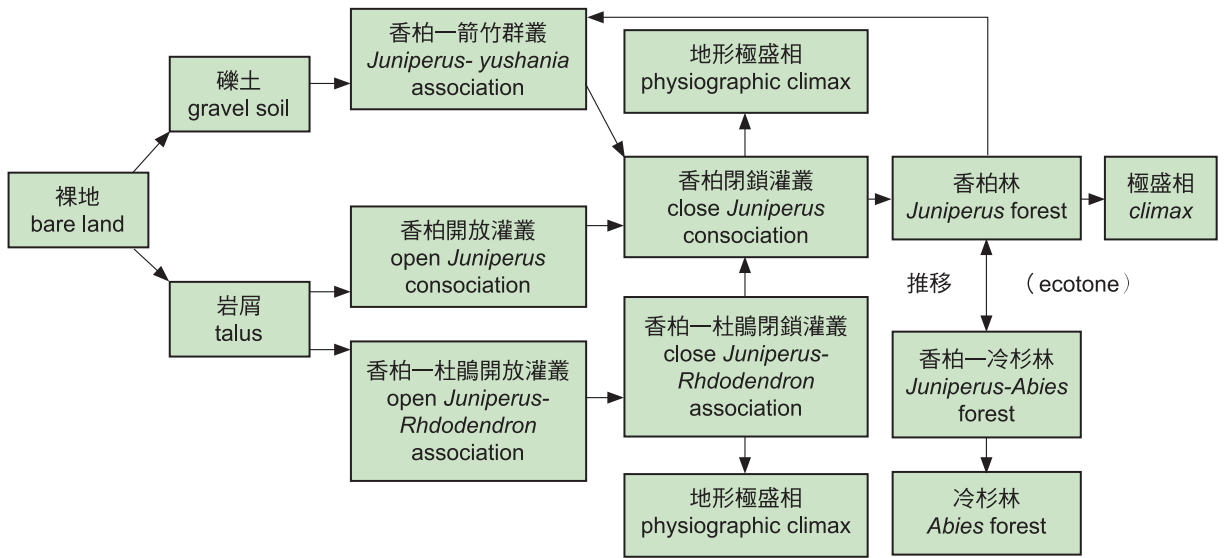


圖4 香柏群落之演替階段，資料來源：（蘇鴻傑，1974）。

morrisonensis Hayata) 等；地被層有高山珠蕨 (*Cryptogramma brunoniana* Wall.)、雪山翻白草 (*Potentilla tugitakensis* Masamune)、玉山卷耳 (*Cerastium trigynum* Vill. var. *morrisonense* Hayata)、冷蕨 (*Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.)、傅氏唐松草 (*Thalictrum urbaini* Hayata var. *urbaini*) 等植物為其主要組成。另一植群型為台灣冷杉 (*Abies kawakamii* (Hay.) Ito) 一玉山圓柏型，分布於翠池至下翠池，海拔約為3,400~3,500 m，此植群型以台灣冷杉為最優勢樹種，重要值所佔的比率約為75%，其次為玉山圓柏，約為25%。除了台灣冷杉與玉山圓柏在上層林冠佔盡絕對優勢外，林下的植物在木本植物方面包括了台灣冷杉與玉山圓柏的幼齡木、玉山杜鵑及高山白珠樹等，地被層植物因各樣區之地理環境及微氣候等之差異，其組成有所不同，草本植物包含了玉山鬼督郵 (*Ainsliaea reflexa* Merr. var.

nimborum Hand. -Mazz.)、大霸尖山酢醬草 (*Oxalis acetocella* L. ssp. *taimoni* (Yamamoto) Huang & Huang)、曲芒髮草 (*Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.)、台灣鹿藥 (*Smilacina formosana* Hayata) 等。歐辰雄 (2002) 於大雪山地區執行植群生態調查研究中，發現奇峻山附近尚有一處大面積玉山圓柏純林。歐辰雄、呂金誠 (2003) 於尖石地區執行植群生態調查研究中，其研究結果顯示：該區域之玉山圓柏林主要散布於台灣冷杉及台灣鐵杉 (*Tsuga chinensis* (Franch.) Pritz. ex Diels var. *formosana* (Hayata) Li & Keng) 林型內，主要以灌木狀態生長。歐辰雄 (2004) 於大小劍地區執行植群生態調查研究，其研究結果顯示上開區域玉山圓柏林之天然更新情形不佳。呂金誠、王志強 (2006) 針對此區域之玉山圓柏林族群結構進行調查分析，結果顯示：玉山圓柏在不同



表1 台灣中部山地植群之帶狀分化及溫度範圍

Altitude zone 高度帶	Vegetation zone 植群帶	Alt. (m) 海拔高度	Tm (°C) 年均溫	WI (°C) 溫量指數	Equivalent Climat 相當氣候帶
Alpine 高山帶	Alpine vegetation 高山植群帶	>3,600	<5	<12	Subarctic 亞寒帶
Subalpine 亞高山帶	<i>Abies</i> zone 冷杉林帶	3,100~3,600	5~8	12~36	Cold-temperate 冷溫帶
Upper montane 山地上層帶	<i>Tsuga-Picea</i> zone 鐵杉冷杉林帶	2,500~3,100	8~11	36~72	Cool-temperate 涼溫帶
Montane 山地帶	<i>Quercus</i> (upper) zone 櫟林帶 (上層)	2,000~2,500	11~14	72~108	Temperate 溫帶
	<i>Quercus</i> (lower) zone 櫟林帶 (下層)	1,500~2,000	14~17	108~144	Warm-temperate 暖溫帶
Submontane 山地下層帶	<i>Machilus-Castanopsis</i> zone 楠櫟林帶	500~1,500	17~23	144~216	Subtropical 亞熱帶
Foothill 山麓帶	<i>Ficus-Machilus</i> zone 榕楠林帶	<500	>23	>216	Tropical 熱帶

資料來源：Su, 1984。

尺度及不同森林層次上之空間分布均為聚集分布，推測其可能原因與玉山圓柏之種子散布與利用森林孔隙更新有關。

關於玉山圓柏群落之分布與氣候之關係，依據Su (1984) 對於台灣中部地區山地植群帶分布的劃分看法，認為氣候上主要與年均溫及溫量指數有顯著的相關性，可大致以海拔、年均溫、溫量指數對植群帶作初步的劃分 (表1)，藉此可用以了解本研究區及玉山圓柏族群目前可能的植群分布，大致上可區分為：高山植群帶 (Alpine Vegetation) 和冷杉林帶 (*Abies* Zone)，其植物社會特徵分述如下：

(一) 亞寒帶—高山植群帶

位於海拔3,600 m林木界限以上，年雨量約2,800 mm，年均溫概在5°C以下，生育地多為不良之裸岩或岩床，土壤乾燥、風力強大、日照強烈，冬季有積雪，在此惡劣環境之下，

已無喬木生長，僅有矮性之灌木或草甸，灌木以玉山圓柏、玉山小蘗、玉山杜鵑最常見。其餘偶見的木本植物尚有刺柏、玉山薔薇 (*Rosa sericea* Lindl. var. *morrisonensis* (Hayata) Masam.)、台灣茶藨子 (*Ribes formosanum* Hay.)、巒大花楸等 (*Sorbus randaiensis* (Hay.) Kidzumi)；地被層植物除由玉山箭竹 (*Yushania niitakayamensis* (Hayata) Keng) 所組成的小面積草甸外，以阿里山龍膽 (*Gentiana arisanensis* Hayata)、玉山佛甲草 (*Sedum morrisonense* Hayata)、玉山薄雪草 (*Leontopodium microphyllum* Hayata) 等最具代表性。

(二) 冷溫帶—冷杉植群帶

分布於海拔3,100~3,600 m之間，冬季乾燥而寒冷，年均溫在5~8°C之間，多為向陽之乾燥山坡或岩礫密布之處，土壤化育仍不完整。代表性植物以台灣冷杉、玉山圓柏

及玉山箭竹最具特色，其中台灣冷杉偏向北向背陽的谷地，玉山箭竹則在陽光極強的南向山坡或山頂形成草甸。

五、未來研究發展

在林務局的支援下，往年對玉山圓柏 (*Juniperus morrisonicola* Hayata) 進行研究者如下：1996年國立台灣大學蘇鴻傑教授進行雪山地區香柏林之植群調查；於2005及2006年國立中興大學森林系呂金誠教授及國立澎湖科技大學王志強助理教授執行雪霸自然保護區玉山圓柏林族群結構調查及雪霸自然保護區玉山圓柏林天然更新調查二項研究計畫。

為了更進一步瞭解此一特有物種在台灣地區各山塊之生物學特性及往昔調查資料之整合，筆者2008年起進行台灣地區各高山玉山圓柏族群遺傳多樣性之調查分析並針對其保育策略進行研究，在台灣高山之分布及其族群遺傳多樣性、探討玉山圓柏在生物地理學上之分布式樣及狀態，以及記錄其物候資料，並探討

玉山圓柏喬木與灌木在遺傳形質上的差異，另在全球環境變遷議題下，氣候的異常可能對於高山地區的玉山圓柏形成生存壓力，有必要建立族群遺傳資料，作為監測及物種保育策略中的參考。

六、結語

就筆者目前所蒐集的資料及紀錄，玉山圓柏當屬僅產於台灣高山之特有樹木，與中國大陸之香柏在演化的歷史上已經具有長時間之隔離，致使其在基因及化學成分之組成上，與同屬圓柏屬之類群，已產生相當的差異，而此一分布在台灣各絕頂山峰上的特有樹木，不僅堪稱是台灣最具代表性及古老的樹種，其生存史，也演示了台灣島的地質、氣候在時間尺度上的變化與歷程，因此持續調查研究玉山圓柏的各項生物學資訊，在科學研究及人文感性上，都具有重要的角色及貢獻。🌲



(圖片／高遠文化 攝影／林文集)