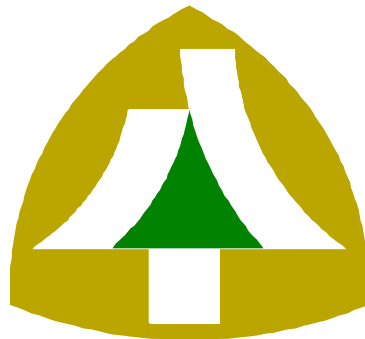


行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列

# 向陽地區玉山圓柏族群遺傳多樣性調查及保育策略研究

The Genetic Diversity and Conservation Strategy for *Juniperus morrisonicola* Hayata  
in Siangyang Area



受託單位：國立澎湖科技大學 觀光休閒學系

計畫主持人：王志強 助理教授

行政院農業委員會林務局臺東林區管理處委託研究報告  
中華民國九十八年三月

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列

# 向陽地區玉山圓柏族群遺傳多樣性調查及保育策略研究

The Genetic Diversity and Conservation Strategy for *Juniperus morrisonicola* Hayata  
in Siangyang Area



受 託 單 位：國立澎湖科技大學 觀光休閒學系

計 畫 主 持 人：王志強 助理教授

行政院農業委員會林務局臺東林區管理處委託研究報告  
中華民國九十八年三月

# 目 錄

摘要.....	5
ABSTRACT.....	6
壹、前言.....	7
貳、前人研究.....	8
一、玉山圓柏之分類地位.....	8
二、圓柏屬植物之各分類群.....	12
三、地理分布.....	15
四、玉山圓柏群落.....	17
五、天然更新.....	20
六、利用分子生物技術探討植物族群變異及親緣地理學之研究.....	21
七、利用分子生物技術探討圓柏屬植物之相關研究.....	23
參、研究區域概況.....	25
一、地理位置.....	25
二、氣候.....	27
三、地質與土壤.....	27
四、植群概況.....	28
肆、研究方法與步驟.....	30
一、玉山圓柏物候調查與記錄.....	30
二、玉山圓柏族群遺傳變異之研究.....	30
伍、結果與討論.....	45
一、向陽地區玉山圓柏物候調查與記錄.....	45
二、葉綠體 DNA 分析結果.....	49
三、細胞核 DNA(ITS)分析結果.....	55

四、玉山圓柏之保育策略芻議.....	60
陸、結論與建議.....	65
柒、參考文獻.....	67
附錄一、玉山圓柏樣本葉綠體 DNA 之序列.....	75
附錄二、玉山圓柏樣本 DNA 之 ITS 片段序列.....	94
附錄三、期中及期末審查紀錄及修正意見.....	103
附錄四、圖說.....	A

## 表 次

表 2-1. 臺灣中部山地植群之帶狀分化及溫度範圍 .....	20
表 2-2. 玉山圓柏 POPGENE 分析結果表 .....	24
表 3-1. 向陽山地區鄰近氣象站資料 .....	27
表 4-1. 向陽山地區玉山圓柏物候觀察樣株及族群遺傳變異採樣樣木資料表 .....	33
表 4-2. 玉山圓柏族群遺傳變異採樣樣木資料表-關山 .....	34
表 4-3. 玉山圓柏族群遺傳變異採樣樣木資料表-合歡山 .....	35
表 4-4. 玉山圓柏族群遺傳變異採樣樣木資料表-關山嶺山 .....	36
表 4-5. 玉山圓柏族群遺傳變異採樣樣木資料表-雪山 .....	36
表 4-6. 本研究所使用之引子 .....	38
表 4-7. PCR 反應溶液配方 .....	38
表 4-8. PCR program .....	39
表 4-9. T-A cloning 的反應配方 .....	40
表 4-10. Eco RI 限制酵素切割反應配方 .....	43
表 5-1. 玉山圓柏物候觀察樣株之開花結實紀錄表(2008 年 4 月~2009 年 3 月) .....	45
表 5-2. 玉山圓柏葉綠體 DNA 各核苷酸百分比 .....	51
表 5-3. 玉山圓柏 DNA(ITS 序列)各核苷酸百分比 .....	56

## 圖 次

圖 2-1. 玉山圓柏形態圖 .....	9
圖 2-2. 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歸群圖(minimum spanning network) .....	10
圖 2-3. 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歸群圖(minimum spanning network) .....	10
圖 2-4. 香柏種內變種及型等各分類群葉及果實形態 .....	11
圖 2-5. 玉山圓柏於臺灣地區分布地點 .....	16
圖 2-6. 香柏(玉山圓柏)群落之演替階段 .....	18
圖 3-1. 向陽地區、合歡山地區及雪山地區玉山圓柏樣木研究位置圖 .....	26
圖 3-2. 向陽山-關山嶺山-關山之玉山圓柏樣木研究位置圖 .....	26
圖 4-1. 玉山圓柏族群遺傳變異之研究樣木採集地點-向陽山地區 .....	31
圖 4-2. 玉山圓柏族群遺傳變異之研究樣木採集地點-合歡山地區 .....	32
圖 4-3. 玉山圓柏族群遺傳變異之研究樣木採集地點-雪山地區 .....	32
圖 4-4. pGEM-T Easy Vector 之質體圖譜 .....	41
圖 5-1. 向陽山地區玉山圓柏物候期(2008 年 4 月~2009 年 3 月) .....	46
圖 5-2. 向陽山地區玉山圓柏雄毬花發育數量圖(2008 年 4 月~2009 年 3 月) .....	46
圖 5-3. 向陽山地區玉山圓柏毬果數量變化圖(2008 年 4 月~2009 年 3 月) .....	46
圖 5-4. 向陽山地區玉山圓柏雌毬花數量變化圖(2008 年 4 月~2009 年 3 月) .....	47
圖 5-5. 關山地區玉山圓柏兩樣本(K4、K5)之序列與其他物種之比較 .....	50
圖 5-6. 關山地區玉山圓柏兩樣本(K4、K5)之序列與其他物種之相似度 .....	50
圖 5-7. 玉山圓柏樣本葉綠體 DNA 之突變點遺傳距離矩陣 .....	54
圖 5-8. 玉山圓柏樣本 DNA(ITS 序列) 之突變點遺傳距離矩陣 .....	58
圖 5-9. 玉山圓柏 15 個樣本 ITS 序列鄰接法(Neighbor-joining, NJ)繪製之歸群圖 .....	59

## 摘要

玉山圓柏(*Juniperus morrisonicola* Hayata)是特產於臺灣地區海拔位置最高之樹木。就玉山圓柏生存而言，目前並未有立即受害之威脅，然在全球環境變遷議題下，氣候的異常可能對高山地區的玉山圓柏形成生存壓力，建立族群遺傳資料、監測系統及現有生育地之保護和遊憩管理是優先可行的保育策略。

本研究之目的為調查分析玉山圓柏在臺灣南部高山一向陽地區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，此外另參酌前人研究資訊及本研究成果，比較臺灣中北部山區及南部山區玉山圓柏之族群差異，提供經營管理單位保育策略及各項經營管理措施之參考。

本研究計畫共計採取 5 個地區(向陽山、關山、關山嶺山、合歡山、雪山)玉山圓柏族群計 109 個單株進行遺傳多樣性分析；並標定 32 個物候觀察樣株(其中 12 個為永久觀察樣株)。研究結果顯示，利用葉綠體 DNA 之分析法所得結果，上述 5 個地區間遺傳變異並無顯著差異，利用細胞核 DNA 定序之結果，其結果亦同，顯示各地之族群間並無明顯之差異。

**關鍵字：**生物地理學、族群遺傳、玉山圓柏、向陽地區。

## ABSTRACT

In Taiwan, *Juniperus morrisonicola* Hayata distribution on the highest elevation area . For the survival of *J. morrisonicola*, there was no immediate threat so far. However, the disordered climate under the changing global environment might form the living pressure to *J. morrisonicola* on the high mountains. Consequently, the first feasible conservation strategy is to set the population genetic data, the monitoring system and the present habitat protection.

The distribution and population genetic diversity of *J. morrisonicola* in the area of Siangyang, the mountain in southern Taiwan were investigated mainly in this study. The pattern and status of the biogeographical distribution of *J. morrisonicola* were also discussed. We recorded the phenology and identified the genetic characteristics of the trees from those of the shrubs. It was referred to the related information and the result of this study to compare the population differences between *J. morrisonicola* in mid-northern and in southern Taiwan. It could be a reference of the conservation strategy and the management for the authority.

There were 109 individuals of *J. morrisonicola* from five areas including Siangyang Mountain, Guanshan, Guanshanlin Mountain, Hehuanshan and Snow Mountain applied in the genetic diversity analysis. There were 32 ones marked into the phenologically observing samples (12 ones were permanent). The result showed that there was no significant difference on the genetic diversity among the 5 areas by the chloroplast DNA analysis. Neither was by the nuclear DNA analysis. It revealed that there was no significant difference among the populations in different areas.

Keywords: **Biogeography, *Juniperus morrisonicola*, Population genetics, Siangyang area**



## 壹、前言

玉山圓柏(*Juniperus morrisonicola* Hayata)是特產於臺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，發現以葉片所含之精油分析及 DNA 結構方面都顯示，臺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臺灣之特有裸子植物，並採用早田文藏在 1908 年所命名之學名(*J. morrisonicola* Hayata)，若依此主張，玉山圓柏即可視為臺灣特有種(endemic species)植物，且為臺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 3,000m 以上山地，其族群間之遺傳多樣性更是擬定保育策略之基礎參考資訊。

關於玉山圓柏之各項調查研究，林務局曾於 1996 年委託國立臺灣大學蘇鴻傑教授進行雪山地區香柏林之植群調查；東勢林區管理處則於 2005 及 2006 年委託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。為更進一步瞭解此一特有物種在臺灣地區各山塊之生物學特性及往昔調查資料之整合，因而進行臺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。

本研究擬調查分析玉山圓柏在臺灣各高山地區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，初步在臺東林區管理處之協助下，先針對臺灣南部向陽山地區之玉山圓柏進行研究分析，並調查記錄其開花物候狀況，並參酌前人研究資料及本研究成果，了解此一珍貴特有樹種在臺灣的族群遷徙歷史、生育現況及其在全球氣候變遷下未來之可能發展趨勢，提供管理單位擬定保育策略及各項經營管理措施之參考。

## 貳、前人研究

### 一、玉山圓柏之分類地位

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)，而玉山圓柏或稱作香柏(*J. squamata* Buch-Ham. ex D. Don)，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，毬果卵圓形，成熟時呈紫黑色，毬果單一，長 6-8 mm。

臺灣地區之圓柏屬植物，自二十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)及刺柏(*J. formosana* Hayata)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* Hayata，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)在其所著之臺灣樹木志一書中，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，故而將其植物學名重新組合為玉山變種 *J. squamata* var. *morrisonicola* (Hayata) Li & Keng，在 1975 年第一版臺灣植物誌(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)。柳楨(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 年第二版臺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。

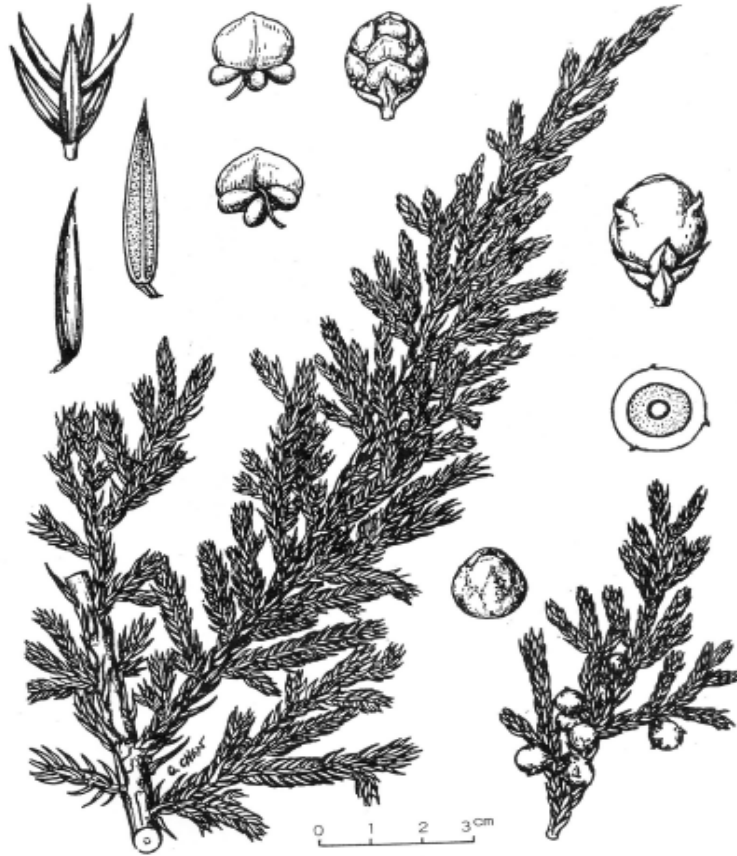


圖 2-1. 玉山圓柏形態圖

資料來源：(Li and Keng, 1994)。

Adams(2000)利用葉片內揮發性精油(圖 2-2)和 RAPD(Random Amplified Polymorphic DNAs)(圖 2-3)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-萜烯(terpenes)，以及在 DNA 方面都顯示，臺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，進而採用由早田文藏在 1908 年所命名之植物學名 *J. morrisonicola* Hayata 根據此一處理，則玉山圓柏應為特產於臺灣之特有種(endemic species)。

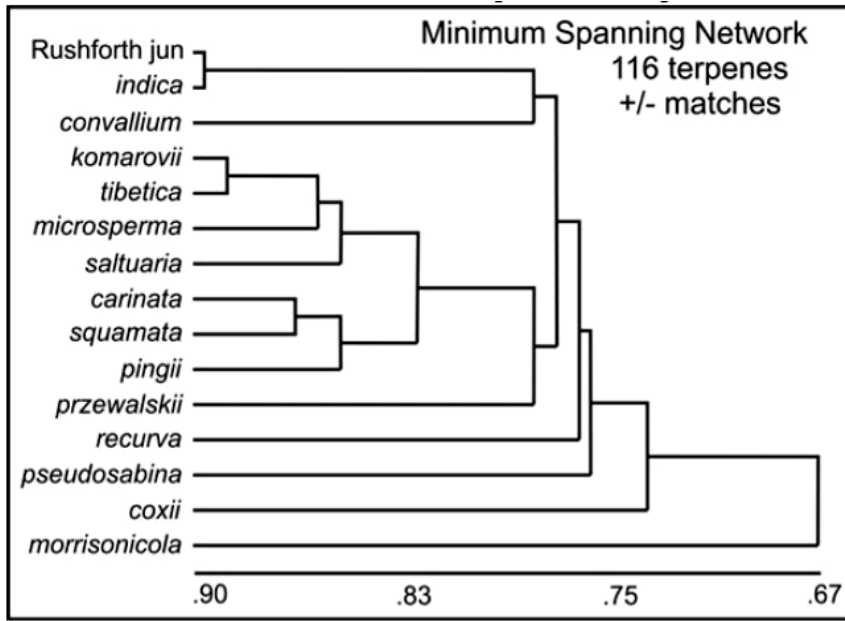


圖 2-2. 利用萜烯(terpenes)成分分析所建構的全世界東半球單種子類圓柏屬植物之歸群圖(minimum spanning network)

資料來源：Adams, 2000

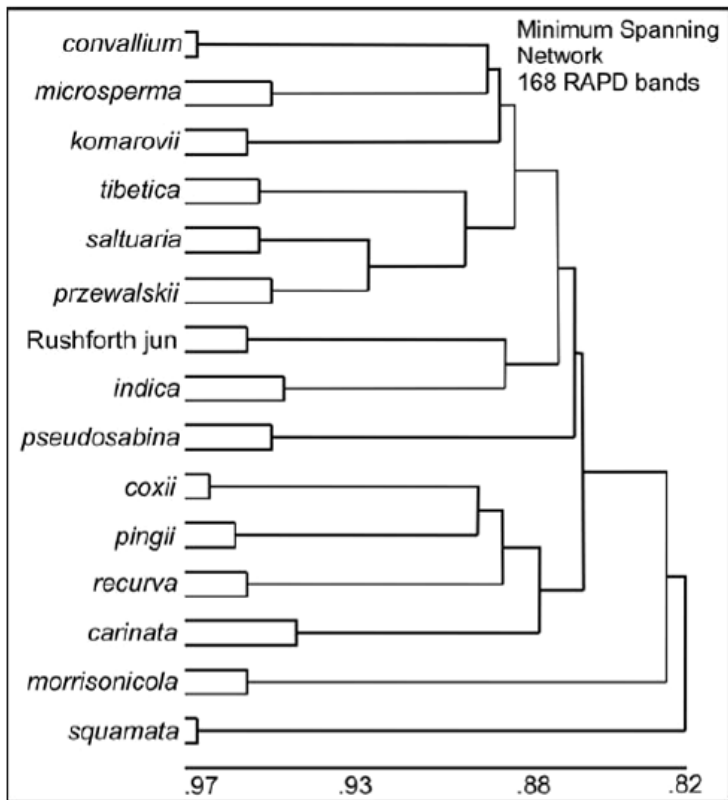


圖 2-3. 利用 RAPDs 分析結果所建構的全世界東半球單種子類圓柏屬植物之歸群圖 (minimum spanning network)

資料來源：Adams, 2000

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 研究臺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，在臺灣雪山等 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(傅慧雯，2002)。



圖 2-4. 香柏種內變種及型等各分類群葉及果實形態  
(*J. squamata* D. Don in Lambert f. *squamata*, *J. squamata* D. Don var. *fargesii* Rehder & Wils., *J. squamata* D. Don)

資料來源：Adams, 2004



圖 2-5. 玉山圓柏之葉及果實形態

(*J. morrisonicola* Hayata)

資料來源：Adams, 2004

## 二、圓柏屬植物之各分類群

依據 Farjon, A., 2001 年之著作 *World Checklist and Bibliography of Conifers* 中，記載有 52 種圓柏屬植物；2005 年在 *Monograph of Cupressaceae and Sciadopitys* 中描述了圓柏屬所有的種類。Robert P. Adams, 2004 年之著作 *Junipers of the world: The genus Juniperus* 中，將圓柏屬之植物處理如下：其中產於臺灣者計有 *J. formosana* Hayata var. *formosana* (刺柏)、*J. morrisonicola* Hayata(玉山圓柏)及 *J. chinensis* L. var. *taiwanensis* R. P. Adams and C-F. Hsieh(清水圓柏)，其中玉山圓柏及清水圓柏皆為特有種。

### 圓柏屬(*Juniperus*) – 包含 67 種(species), 28 變種 (varieties), 7 型 (formas)

#### 節(Section) *Caryocedrus* (1 species)

*J. drupacea* Labill.

#### 節(Section) *Juniperus* (= *Oxycedrus*): (11 species, 7 varieties, 18 taxa)

*J. brevifolia* (Seub.) Ant.

*J. cedrus* Webb & Berthol.

*J. communis* L. var. *communis*

var. *depressa* Pursh

var. *megistocarpa* Fernald & H. St. John

var. *nipponica* (Maxim.) E. H. Wilson

var. *saxatilis* Pall.

var. *jackii* Rehder

*J. deltoidea* R. P. Adams

***J. formosana* Hayata var. *formosana* 刺柏**

var. *mairei* (Lemee & Lev.) R. P. Adams & C-F. Hsieh

*J. lutchuensis* Koidz.

*J. macrocarpa* Sibth. & Sm.

*J. navicularis* Grand (= *J. oxycedrus* var. *transtagana*)

*J. oxycedrus* L. var. *oxycedrus*

var. *badia* H. Gay

*J. rigida* Mig. in Sieb. var. *rigida*

var. *conferta* (Parl.) Patschka

*J. taxifolia* Hook. & Arn.

#### 節(Section) *Sabina*: (55 species)

葉邊緣具鋸齒，產於西半球(18 species, 5 varieties, 5 formas = 28 taxa)

*J. angosturana* R. P. Adams

*J. arizonica* R. P. Adams

*J. ashei* Buchholz

*J. ashei* var. *ovata* R. P. Adams

*J. californica* Carriere

*J. coahuilensis* Martinez

*J. comitana* Martinez

*J. deppeana* Steudel var. *deppeana*

forma *elongata* R. P. Adams

forma *sperryi* (Correll) R. P. Adams  
 forma *zacatacensis* (Mart.) R. P. Adams  
 var. *gamboana* (Mart.) R. P. Adams  
 var. *patoniana* (Martinez) Zanoni  
 var. *robusta* Martinez  
*J. durangensis* Martinez  
*J. flaccida* Schlecht.  
*J. grandis* R. P. Adams  
*J. jaliscana* Martinez  
*J. martinezii* Perez de la Rosa  
*J. monosperma* (Engelm.) Sarg.  
*J. monticola* Martinez forma *monticola*  
 forma *compacta* Martinez  
 forma *orizabensis* Martinez  
*J. occidentalis* Hook.  
*J. osteosperma* (Torr.) Little  
*J. pinchotii* Sudworth  
*J. poblana* Martinez  
*J. saltillensis* M. T. Hall  
*J. standleyi* Steyermark

葉邊緣光滑[含 *J. phoenicea*, 具不明顯小齒牙]

毬果倒圓錐形或橢圓形，內具種子 1 枚 (15 species, 1 varieties, 2 forms)

*J. carinata* (Y. K. Yu & L. K. Fu) R. P. Adams  
*J. convallium* Rehder & Wilson  
*J. coxii* A.B. Jacks  
*J. indica* Bertol.  
*J. komarovii* Florin  
*J. microsperma* (Cheng & L. K. Fu) R. P. Adams  
***J. morrisonicola* Hayata** 玉山圓柏  
*J. pingii* Cheng & Ferre.  
*J. przewalskii* Kom.  
 f. *pendula* (Cheng & L. K. Fu) R. P. Adams & Chu Ge-lin  
*J. pseudosabina* Fisch., Mey. & Ave-Lall.  
*J. recurva* Buch.-Ham. ex D. Don.  
*J. saltuaria* Rehder & Wils.  
*J. squamata* D. Don in Lambert f. *squamata*  
 f. *wilsonii* Rehder  
 var. *fargesii* Rehder & Wils.  
*J. tibetica* Kom.  
*J. wallichiana* Hook F. & Thomson ex Brandis

毬果卵圓形，種子多枚(每個毬果具 2 – 6 枚種子，稀 1 枚) 僅產於東半球 (5 species, 3 varieties)

*J. excelsa* M.-Bieb.  
*J. foetidissima* Willd.  
*J. polycarpus* K. Koch var. *polycarpus*  
 var. *seravschanica* Kom.  
 var. *turcomanica* (B. Fedtsch.) R. P. Adams  
*J. procera* Hochst. ex. Endl.  
*J. thurifera* L. var. *thurifera*  
 var. *africana* Maire

每個毬果具種子 1 至多枚，併產於東半球及西半球

產於東半球 (7 species, 8 varieties)

***J. chinensis* L. var. *chinensis***  
 var. *sargentii* Henry  
**var. *taiwanensis* R. P. Adams and C-F. Hsieh** 清水圓柏  
 var. *tsukusiensis* (Masam.) Masam.

- J. erectopatens* (Cheng & L. K. Fu) R. P. Adams  
*J. jarkendensis* Kom.  
*J. phoenicea* L. var. *phoenicea*  
var. *turbinata* (Guss.) Parl.  
*J. procumbens* (Sieb.ex Endl.) Miq. in Seib. & Zucc.  
*J. sabina* L. var. *sabina*  
var. *arenaria* (E. H. Wilson) Farjon  
var. *davurica* (Pall.) Farjon  
var. *mongolensis* R. P. Adams  
*J. semiglobosa* Regel var. *semiglobosa*  
var. *talassica* (Lipsky) Silba  
產於西半球 (10 species, 4 varieties)  
*J. barbadensis* L.  
*J. bermudiana* L.  
*J. blancoi* Martinez var. *blancoi*  
var. *huehuentensis* R. P. Adams, S. Gonzalez, and M. G. Elizondo  
*J. gracilior* Pilger var. *gracilior*  
var. *ekmanii* (Florin) R. P. Adams  
var. *urbaniana* (Pilger & Ekman) R. P. Adams  
*J. horizontalis* Moench  
*J. lucayana* Britton  
*J. mucronata* R. P. Adams  
*J. saxicola* Britt & P. Wilson  
*J. scopulorum* Sarg.  
*J. virginiana* L. var. *virginiana*  
var. *silicicola* (Small) E. Murray



### 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), 玉山圓柏若姑且以臺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)綜述臺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)一帶, 雪山西稜由雪山主峰經翠池, 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)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(3,703m)、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)、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、轉入奇萊山(3,560 m), 接著經能高山(3,262 m)、門山(3,668 m)、秀姑巒山(3,825 m)、大水窟山(3,642 m)、達芬尖山(3,208 m)、三叉山(3,496 m)、向陽山北峰(3,435m)、向陽山(3,602 m), 下經南部橫貫公路關山嶺山(3,176m)至塔關山(3,222m)、關山北峰(3,429m)後轉上關山(3,668 m), 止於卑南主山(3,295 m)。

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臺灣高山稜脊之分布，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论，應有助於釐清玉山圓柏在臺灣地區之族群分布及其傳播途徑與歷程。

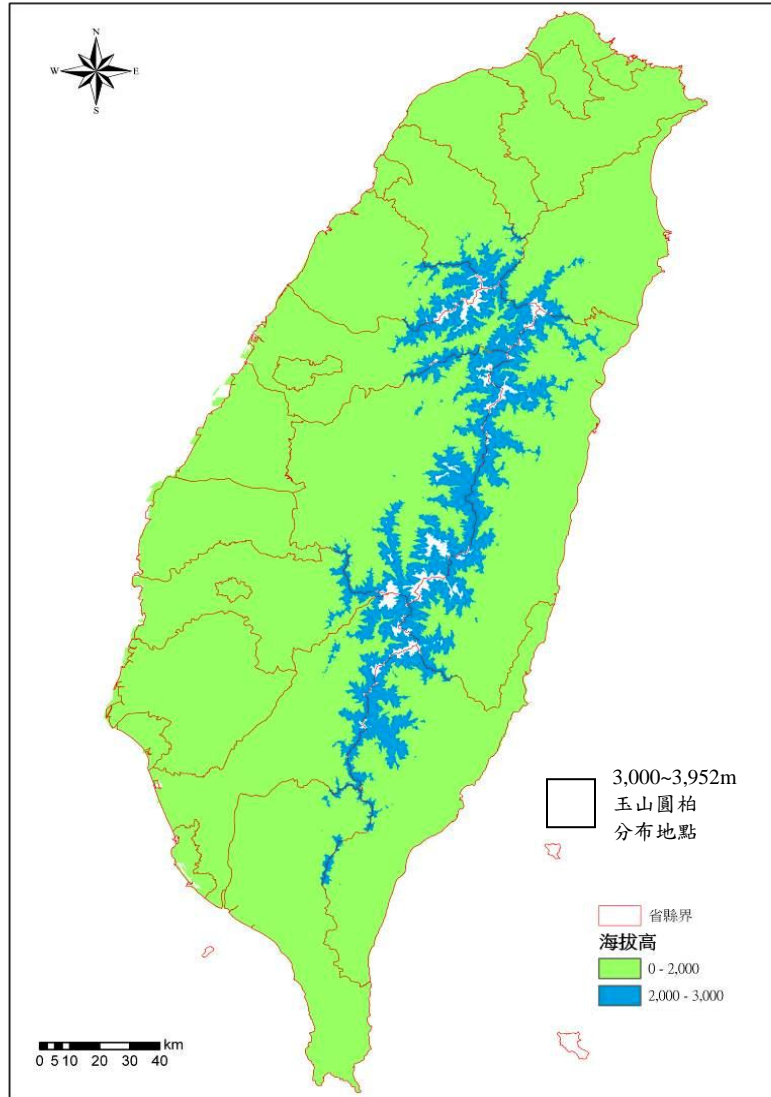


圖 2-5. 玉山圓柏於臺灣地區分布地點

#### 四、玉山圓柏群落

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 1935~36 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)，在柳楮(1968) 論述臺灣植物群落時，將玉山圓柏劃入寒原(tundra)及針葉樹林(coniferous forest)兩種群系(formation)；在臺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(柳楮，1971)。

國內學者對於臺灣高山地區玉山圓柏群落的專論研究報告，始自蘇鴻傑(1974)針對臺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 2-6)。

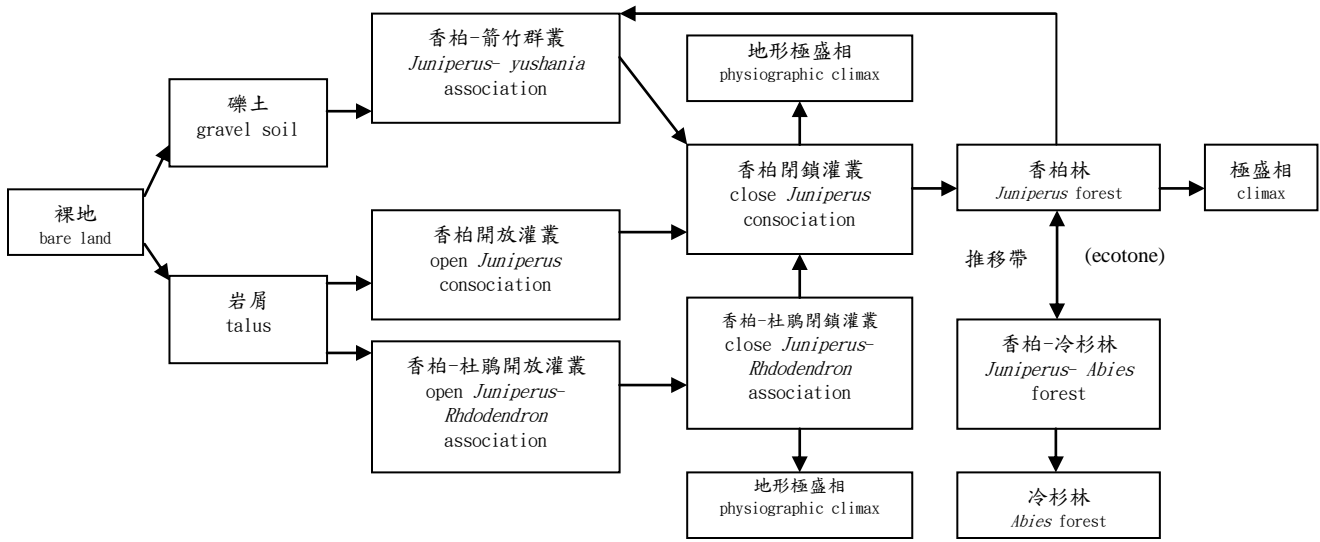


圖 2-6. 香柏(玉山圓柏)群落之演替階段

資料來源：(蘇鴻傑，1974)

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。玉山圓柏林下尚有玉山圓柏與臺灣冷杉之幼齡木、玉山杜鵑及玉山小蘗(*Berberis 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。另一植群型為臺灣冷杉(*Abies kawakamii* (Hayata) Ito)—玉山圓柏型，分布於翠池至下翠池，海拔約為 3,400~3,500 m，此植群型以臺灣冷杉為最優勢樹種，重要值所佔比率約為 75%，其次為玉山圓柏，約為 25%。除了臺灣冷杉與玉山圓柏在上層林冠佔絕對優勢外，林下的植物在木本植物方面包括了臺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，組成有所不同，草本植物包含玉山鬼督郵(*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.)、臺灣鹿藥(*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臺灣冷杉及臺灣鐵杉(*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)對於臺灣中部地區山地植群帶分布的劃分看法，認為氣候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 2-1)，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 Zone)和冷杉林帶(*Abies* zone)，其植物社會特徵分述如下：

#### 1. 亞寒帶—高山植群帶

位於海拔 3,600 m 林木界線以上，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.)、臺灣茶藨子(*Ribes formosanum* Hayata)、巒大花楸等(*Sorbus randaiensis* (Hayata) 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。

## 2. 冷溫帶—冷杉植群帶

分布於海拔 3,100~3,600m 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。代表性植物以臺灣冷杉、玉山圓柏及玉山箭竹最具特色，其中臺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。

表 2-1. 臺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 Climate 相當氣候帶
Alpine 高山帶	Alpine vegetation zone 高山植群帶	>3600	<5	<12	Subarctic 亞寒帶
Subalpine 亞高山帶	Abies zone 冷杉林帶	3100~3600	5~8	12~36	Cold-temperate 冷溫帶
Upper montane 山地上層帶	Tsuga-Picea zone 鐵杉冷杉林帶	2500~3100	8~11	36~72	Cool-temperate 涼溫帶
Montane 山地帶	Quercus (upper) zone 櫟林帶(上層)	2000~2500	11~14	72~108	Temperate 溫帶
	Quercus (lower) zone 櫟林帶(下層)	1500~2000	14~17	108~144	Warm-temperate 暖溫帶
Submontane 山地下層帶	Machilus-Castanopsis zone 楠櫟林帶	500~1500	17~23	144~216	Subtropical 亞熱帶
Foothill 山麓帶	Ficus-Machilus zone 榕楠林帶	<500	>23	>216	Tropical 熱帶

資料來源：Su, 1984

## 五、天然更新

呂金誠、王志強(2008)年針對雪霸自然保護區翠池地區進行玉山圓柏之更新研究，分別記錄小苗之地徑或胸徑及植株高等屬性資料，繪製成林木分布圖，並進行徑級分析、生長空間的計算、物候調查、種子庫及種實雨調查。初步研究結果：在林木分布圖及生長空間的計算上，以小苗而言，矮盤灌叢樣區及交會帶樣區所佔之平均生長空間較低，喬木型之樣區，小苗個體間之生長空間較大，顯示以水平空間而言，矮盤灌叢樣區及交會帶樣區之小苗，在生長空間上有較高的潛在壓力。種實雨自 2007 年 8 月至 2008 年 5 月止調查結果顯示，此 3 種不同群落之種實雨，以矮盤灌叢型所收集到之平均毬果數最高，其次是喬木型。種子庫方面，結果顯示：喬木型樣區之種子庫有較高的種子量，

種子庫主要分布於表層，越往下層土，種子量越少。玉山圓柏小苗在萌芽後第二年存活率達 88% 以上。

## 六、利用分子生物技術探討植物族群變異及親緣地理學之研究

分子技術的發展提供親緣地理學研究良好的方法和工具，尤其是胞器 DNA(organelle DNA)單親遺傳的特性，用於研究親緣地理或是探討族群遷徙，是非常好的 marker(Avise)(鄭育斌 2006)。植物的胞器 DNA 包括葉綠體 DNA(cpDNA)和粒線體 DNA(mtDNA)，二者可能為同一遺傳機制或來自不同遺傳方式，它反應的是透過種子的基因流傳，成為進行族群遷徙路徑探討或確認的良好工具，其次葉綠體 DNA，不似核 DNA 般容易發生重組(recombination)(Clegg *et al.* 1994)，也具有較低的突變率(Wolfe *et al.* 1997)，可以回推到古老或原始的基因型，而且還能有一些種內鑑別出多種單倍型(haplotype)(Tremblay & Schoen, 1999)，因此葉綠體 DNA 的多型性或變異，被普遍用於植物親緣地理研究或是近緣種間親緣關係研究，並適合用於探討物種遺傳變異的空間變化、分布和討論親緣地理問題，最重要的是可用於追蹤後冰河期族群拓殖路徑(Dumolin *et al.* 1997; Ferris *et al.* 1998; Matyas & Sperisen 2001)。

植物葉綠體 DNA(cp DNA)在一些非編碼區域存在相對較高的核苷酸置換率(Taberlet *et al.*, 1998)，從而使之在種間和種內都擁有較高的遺傳變異 (Newton *et al.*, 1999)，是迄今用於分子系統學和譜系地理學研究最多的一類基因組。種內葉綠體單倍型的地理分散式樣與親緣關係，已成功地用於多種植物的親緣地理學研究中，被廣泛用來探討物種族群的形成歷史、族群間的基因流狀況、氣候變化所導致植物族群破碎化的時空模式和遷移路線(Newton *et al.*, 1999； Caron *et al.*, 2000； Petit *et al.*, 2003)。

臺灣地區為位於歐亞大陸板塊邊緣之島嶼，島上的高山地形及歷經冰河時期的影響，植物經多次的拓殖、分布與隔離。許多的研究報告也針對這樣的分布式樣進行調查研究，Lin(2001)討論烏心石(*Michelia formosana*)的遺傳變異，並整合其他樹種，如楊梅(*Myrica rubra*)(Cheng *et al.*)、牛樟(*Cinnamomun kanehirae*)(Lin *et al.* 1997)、臺灣杉(*Taiwania crypterioides*)(Lin *et al.* 1993)、紅檜(*Chamaecyparis formosensis*)(Lin *et*

al.1993,1994)和香杉(*Cunninghamia konishii*)(Lin et al. 1998)等樹種，Huang et al.(2002)研究青剛櫟(*Cyclobalanopsis glauca*)，利用葉綠體 DNA 非編碼區序列的多型性和核苷酸歧異度等指標，推測臺灣東南部為青剛櫟在冰河時期的避難所，Huang et al.(2004) 利用葉綠體 DNA 非編碼區序列，認為昆欄樹(*Trochodendron aralioides*)之避難所則位於中央山脈西側的中北部山區。

洪茂森(2003)以 4-coumarate CoA ligase 基因進行臺灣冷杉族群親緣地理關係研究，結果指出各族群正往高海拔退縮，同時歷經瓶頸效應與基因漂變力量的作用，導致混合的基因型很可能是避難族群的特色。而以雪山、玉山與雪山、北二段、奇萊可能是主要的避難族群所在。

賴杰治(2004)針對臺灣冷杉族群遺傳變異為主題進行研究，利用 ISSR 指紋分析方法，探討臺灣冷杉族群之遺傳變異。結果顯示，此一臺灣特有之冰河子遺針葉樹種，其多數鄰近山系分布的族群，彼此間遺傳關係較為相近，由歸群分析與主座標分析結果顯示，以(1)南湖大山與審馬陣山、(2)關山與向陽山及(3)合歡山、雪山、干卓萬山與奇萊山三個群組之遺傳及地理關係最為明顯，僅大霸尖山與其他族群的遺傳關係不具地理分布相關性。且其族群間已有明顯的遺傳分化現象( $G_{st}$  為 0.3237)；並且有明顯的族群間基因流( $N_m$  為 1.0445)。其族群分化可能肇因於山岳地形與距離對於族群的區隔，而基因流的發生應為藉風力運送的花粉與種子所驅動之。族群遺傳分析結果建議臺灣冷杉族群保育生物學的 Hotspot 應為審馬陣山及合歡山等族群，對於維護這些族群生育地的完整性，以及與其他族群間的連續性，應是主要重點。

最近的研究則見於鄭育斌(2006)利用母系遺傳的葉綠體 DNA(cpDNA)非編碼區(noncoding region)序列和同功酵素電泳分析(allozyme electrophoresis analysis)，選擇原生並且廣泛分布於臺灣亞熱帶至溫帶的殼斗科植物長尾栲(*Castanopsis carlesii*) 為材料，研究其遺傳變異和探討親緣地理關係。長尾栲在臺灣地區有 3 個歧異度較高的族群，分別為北部的福山、中部蓮華池和東南部的利嘉一帶。而族群間具有高度的分化( $G_{st}$  為 0.723)，由葉綠體基因型的分布情形顯示，中央山脈對臺灣東、西部族群間的基因交流造成明顯阻礙，族群遷徙和基因交流僅能在中央山脈東西二側進行南北向的遷徙，在中



央山脈的二側族群間並沒有明顯的親緣地理結構。在臺灣北部雪山山脈北端和東南部各有一個冰河時期植物的可能避難所(potential refugia)，且長尾栲族群正處於族群擴張(demographic expansion)的階段(鄭育斌 2006)。

## 七、利用分子生物技術探討圓柏屬植物之相關研究

對於研究物種的親緣地理學，母系遺傳的分子標記比其他標記具有更為明顯的優勢(Hewitt, 1996)，這也是 cpDNA 廣泛用於研究被子植物族群遺傳結構的主要原因，因為在絕大多數被子植物中，多數植物的葉綠體為母系遺傳(Mogensen, 1996)。但是，葉綠體和粒線體在柏科 Cupressaceae 中均為父系遺傳(Neale *et al.*, 1991; Mogensen, 1996)。儘管如此，葉綠體 DNA 的變異仍較能好反應柏科中物種族群在歷史氣候變遷中的族群遺傳結構變化(Hwang *et al.*, 2003)。張茜、楊瑞、王欽、劉建全等人對大果圓柏(*Juniperus tibetica* Kom.)的傳粉觀察發現，65%以上的花粉直接落在母樹周圍，只有不到 10%的花粉能傳播到 100 m 以外，傳播到 2 km 以外的花粉不到 2.5%；由於高原上強紫外線的照射，長距離傳播後的花粉生活力下降了 80%以上(Schlütz *et al.*, 未發表；引用自張茜、楊瑞、王欽、劉建全 2005)。

關於圓柏屬(*Juniperus*)之研究，主要見於 Adams *et al.* (2002, 2006, 2007, 2008)，而以玉山圓柏(*Juniperus morrisonicola*)為研究對象的報告，則見於傅慧雯(2002)，以 13 個 ISSR 引子研究玉山圓柏 10 個族群 160 個個體，其結果如下：共得到 173 個條帶，其中 83 個為多型性條帶(48.98%)。AMOVA 分析顯示，地理區域間變方成分佔 3.85%( $p=0.0933$ )，地區內族群間佔 9.06%( $p < 0.001$ )，族群內個體間變方成分佔 87.09%( $p < 0.001$ )。POPGENE 的分析結果顯示，各族群內之基因歧異度值由 0.294~0.372，總的 Nei's 基因歧異度(Ht)為 0.384，遺傳分化係數(Gst)為 0.117，基因流(Nm)為 3.765。由這些結果看來，玉山圓柏族群基因流暢通，族群間分化程度與一般針葉樹相近。比較關山族群喬木與灌木兩種不同生長型個體，發現同一地區兩種生長型間無顯著遺傳差異。南湖大山地區的南湖池直立喬木族群與南湖大山北峰匍伏灌木族群間，有顯著的遺傳分化。

表 2-2. 玉山圓柏 POPGENE 分析結果表

地點	N	na	ne	H	np	pp(%)	Gst	Nm
合歡主峰	21	1.9383	1.6644	0.3719	78	93.98		
玉山西峰	13	1.8434	1.5571	0.3179	70	84.34		
玉山主峰	16	1.8916	1.5902	0.3325	74	89.16		
關山	14	1.8916	1.6778	0.3722	74	89.16		
大霸尖山	18	1.9036	1.6256	0.3554	75	90.36		
牧山	14	1.8795	1.5172	0.3033	73	87.95		
南湖池	16	1.8434	1.5349	0.3061	70	84.34		
南湖大山北峰	18	1.8675	1.4992	0.2941	72	86.75		
向陽山	15	1.8434	1.5256	0.3023	70	84.34		
雪山	15	1.8795	1.5737	0.3281	73	87.95		
族群間總計	160	2.0000	1.6770	0.3841	83	100.00	0.01172	3.7653

資料來源：傅慧雯，2002

N = 樣本數

na = 等位基因觀測值

ne = 有效等位基因數

H = Nei's 基因歧異度

np = 多型性基因座數

pp = 多型性基因座比例

Gst = 族群間分化指數

Nm = 基因流

與本研究計畫相關的文獻報告見於張茜等人(2005)於植物分類學報中利用葉綠體 DNA trnT-trnF 序列研究祁連圓柏的譜系地理學，對該地區特有分布物種祁連圓柏 (*Juniperus przewalskii* Kom.) 整個分布區內 20 個族群 392 個個體的 trnT-trnF 序列變化進行了研究；共發現 3 種單倍型(haplotype)，構成兩種地理區域，研究結果指出祁連圓柏在冰期可能存在多個避難所，瓶頸效應(Bottleneck effect)和奠基者效應(founder effect)造成了這些族群現在的遺傳多樣性分散式樣。

註：1.瓶頸效應(Bottleneck effect)：指一族群原本數量繁多，但因種種因素(如天災人禍，出生率突然下降)、導致族群數量大量減少，之後該族群的數量雖逐漸回復，但基因組成卻十分相似，此種情況稱之為「瓶頸效應」。

2.奠基者效應(創始者效應)( founder effect)：一個新棲息地意外地被少數生物建立，於是僅此先民之基因傳到子代，此隔離族群，可能與其原種有不同之基因頻率，這種差別可能是隨機的，而非適應的結果，這種由有限的祖先所傳遞下來之不成比例的影響族群效果稱為奠基者效應(the founder effect)，與遺傳漂變一樣，即使沒有天擇，其基因頻率已產生很大變動。此種效應在島嶼上及其他地理隔離地區最明顯。

## 參、研究區域概況

### 一、地理位置

本研究調查範圍概可區分為二部分一為向陽山(3,602m)-三叉山-嘉明湖之中央山脈嶺線，並向南經關山埡口延伸至關山(3,668m)；二為作為對照地區之合歡山山區。其地理位置概述如下：

**1.向陽山地區：**屬於中央山脈脊樑國家步道系統之秀姑巒段，部份位於玉山國家公園範圍內，在行政隸屬上本區位於臺東縣海端鄉及高雄縣桃源鄉之交界，屬於登山界所俗稱之中央山脈“南二段”之一部分，以中央山脈之三叉山(3,496m)沿向陽山北峰(3,435m)、向陽山(3,602m)至向陽大崩壁。其走向在稜線上大致以東北—西南走向，沿途大體上以稜線為主，過向陽山後向西南往魔保來山(3,295m)、溪頭山(3,272m)、關山嶺山(3,176m)至塔關山(3,222m)、關山北峰(3,429m)及關山(3,666m)等。

**2.合歡山：**合歡山位在臺灣花蓮縣與南投縣的交界處，是臺灣主要河流大甲溪、濁水溪和立霧溪的分水嶺，共串連七座山峰組成合歡群峰。

**3.雪山地區：**橫跨新竹、苗栗、臺中三縣，為雪山與大霸尖山之主稜以西之大面積林地，區內超過 3,000m 的山峰，多達數十座，其間並多有圈谷，是為臺灣冰河遺跡最多的地方。

上述之調查及研究採樣地區海拔高度約介於 2,700~3,668m，除了向陽山地區之南橫埡口上方嶺線約海拔 2,900m 之風衝嶺線谷地可見玉山圓柏分布生長外，其餘地區大抵高於海拔 3,000m 處方可見玉山圓柏生長。

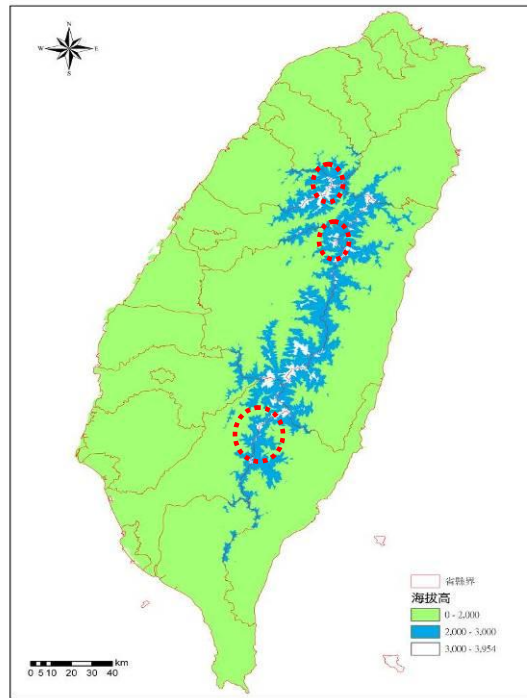


圖 3-1. 向陽地區、合歡山地區及雪山地區玉山圓柏樣木研究位置圖

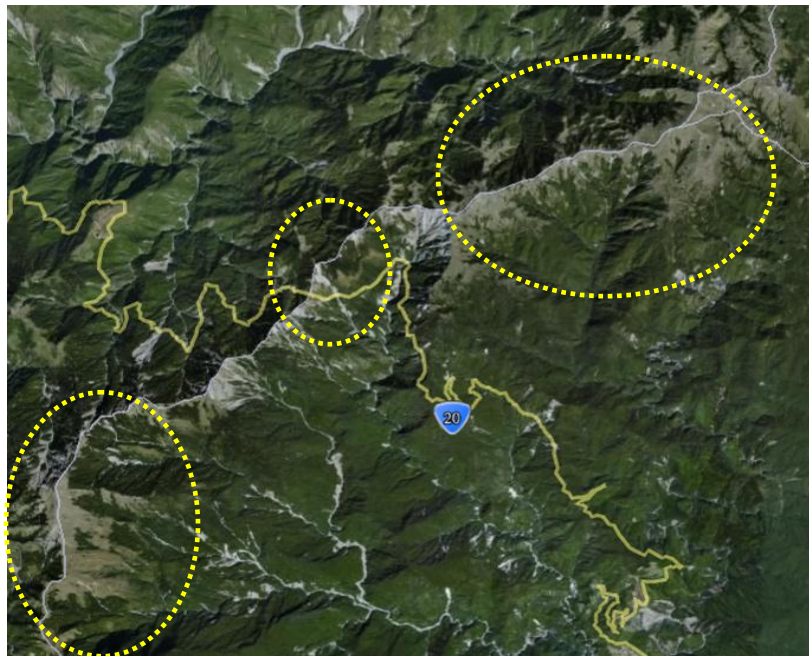


圖 3-2. 向陽山-關山嶺山-關山之玉山圓柏樣木研究位置圖

## 二、氣候

玉山圓柏生長環境介於 3,000~3,900m 之間。依陳正祥氏(1957)採桑士偉氏氣候分類標準對臺灣氣候之分類，中央山脈地區海拔 3,000m 以上高山為 AC'1ra'，冷而多濕，冬季寒而有積雪；而海拔 2,000~3,000m 之山區為 AC'2ra'，氣候涼而多濕，全年不缺水。

使用附近之玉山及阿里山氣象站資料供氣候狀態之評估(表 2-1)。依玉山(3,850m)、阿里山(2,413m)等鄰近氣象站資料，一月最低月均溫約在-1.60~3.98°C，七月最高月均溫約在 7.60~11.50°C，年均溫約在 3.80~7.12°C，年雨量推估介於玉山及阿里山之 3,054~3,910mm 間。

表 3-1. 向陽山地區鄰近氣象站資料

測站	經度	緯度	海拔 (m)	一月均 溫(°C)	七月均 溫(°C)	年均溫 (°C)	年雨量 (mm)
玉山	121°36'17"	23°58'37"	3850.0	-1.5	7.7	3.90	3054.4
阿里山	120°48'18"	23°30'37"	2413.4	5.7	14.2	9.35	3910.1

(資料來源：中央氣象局，統計期間 1971~2007 年)

## 三、地質與土壤

(一)地質：研究區內的地質屬中央山脈地質區之脊樑及東側亞區上，其概況分述如下：

中央山脈地質區之脊樑山嶺，主要由第三紀堅硬輕度的亞變質沉積岩層所組成，第三紀始新世中期至漸新世初期西村層、新高層所形成之頁岩、砂岩，受到漸新世晚期造山運動之變質作用，輕微變成粘板岩岩類，形成中央山脈的脊嶺，山脊因受地層劇烈擠壓，岩層常見直立，質雖堅硬、節理明顯，但在陡坡上易導致崩塌現象(何春蓀，1986)。

(二)地層：研究區地層屬於中央脊樑山脈帶地層，由經過變質作用的變質砂岩、硬頁岩、板岩和千枚岩構成，根據岩性的不同，區分為畢祿山層的大關山段、埡口段。埡口段分布於關山隧道以東，主要由黑色劈理發達的板岩或千枚岩構成。研究區西側有大

關山斷層通過，全區岩層層理的位態，均傾向東南 30~40 度，屬單斜構造，其地質極不穩定，岩層破碎，易於風化，常有崩塌現象發生，故向陽地區至埡口段仍見不斷崩塌，其上方即為向陽大崩壁。

(三)土壤：研究區內之土壤母岩有硬頁岩、板岩、千枚岩等，在母岩堅硬、地形陡峭不易風化之處，崩蝕較嚴重，其不安定之頁岩導致土壤淺薄或基岩裸露所形成的暗色崩積土，主要為石質土，在母岩較軟的地區，則風化速度較快，化育時間較短，形成較穩定且較深厚的土壤，以形成紅色或黃棕色的黃壤為主，本區地勢較陡，土壤不安定，化育時間較短，森林植被穩定者以形成化育程度低的黃壤為主，裸露地則以化育程度更低的崩積土及石質土所組成。

在本區的土壤分布情形，概述如下：在中央山脈嶺線上之各稜頂山峰，多為高山淺層石質土，風化作用劇烈，岩石裸露，土壤化育不良；於較為平緩的草坡，則土壤類型多為灰壤，其上多為草類植群。

#### 四、植群概況

關於本研究區之植生概況，劉炯錫(2002)記錄了玉山圓柏植群類型如下：

**玉山圓柏-玉山杜鵑-臺灣馬醉木-玉山箭竹社會：**分布於海拔 2,935~3,140m。

**玉山箭竹-玉山圓柏社會：**分布於海拔 3,140~3,370m，位於稜線風勢較大地區，以玉山圓柏矮灌叢及玉山圓柏短草坡為主。

**玉山箭竹優勢社會：**分布於海拔 3,370~3,631m (應為 3,602m)，為山頂稜線主要植物社會，以玉山箭竹為優勢，其中間雜有少量之玉山圓柏。

王志強(2007)針對向陽地區之植物資源及植群進行調查，與玉山圓柏相關之植群型概述如下：

沿向陽山-三叉山-嘉明湖國家步道登山口往上，及至 3,200m 以上，則見以玉山圓柏灌叢及玉山箭竹為主的高山植物社會，向陽山稜線海拔盡在 3,200m 以上，除臨向陽大崩壁一側為近乎垂直的斷崖崩壁外，其他多為平緩的玉山箭竹草坡，各山頭稜線上以裸岩或碎石等岩屑地為主，土壤層化育淺薄。植群大致以玉山箭竹草原為主體植被覆蓋，

森林植群多依附岩壁或山谷低地而生，在岩石崩壁者以玉山圓柏較為常見，迎風坡面或岩屑地則為玉山杜鵑、玉山圓柏或刺柏等矮盤灌叢，臺灣冷杉林大致分布於山腹谷地，向陽坡面或稜頂則常見玉山杜鵑及玉山圓柏灌叢。

玉山圓柏喬木林型以玉山圓柏為構成主體，在本區之玉山圓柏可區分為矮盤灌叢及喬木型兩類，矮盤灌叢類型之玉山圓柏多分布在含石率略多之山頂稜線或山坡，而喬木型之玉山圓柏則見其生長分布在巨岩分布之岩礫地上，尤其在向陽山四週由岩石崩落堆積之山坳內，呈現由山頂至山體基部之帶狀分布，這樣的分布式樣和雪山地區玉山圓柏在林木界線分布的狀況不同，雪山地區之喬木型玉山圓柏多分布於土壤化育較佳之土壤，矮盤灌叢類型之玉山圓柏則見於海拔較高之岩石崩落堆積坡面上，兩地之玉山圓柏習性及生長狀況，應具有不同的環境應力作用與反應。

而依據群團分析及歸群的結果，屬於草坡及灌叢植物社會，可將草坡及灌叢植物社會區分為玉山箭竹及玉山圓柏 2 型，並將玉山箭竹草坡或灌叢植物社會區分為 3 種亞型，分別為玉山箭竹-玉山圓柏亞型、玉山箭竹-刺柏亞型、玉山箭竹亞型，再加上玉山圓柏-玉山針蘭型共計 4 種類型。

玉山箭竹型之草坡灌叢植物社會為本區最常見之植物社會，主要分布在向陽山麓至三叉山、嘉明湖稜線兩側，伴生的木本植物可見玉山圓柏、刺柏、臺灣馬醉木、玉山杜鵑等，伴生的草本植物則常見玉山金絲桃、玉山石松、假石松(*Lycopodium pseudoclavatum* Ching)、高山白珠樹、阿里山龍膽等。

玉山圓柏-玉山針蘭型為本區特殊的草坡或灌叢植物社會類型，本樣區位於三叉山前峰，基質概為碎石，土壤淺薄，位於風衝地帶，植被覆蓋度僅約 15%，主要植物種類除了低矮玉山圓柏灌叢外，主要為曲芒髮草、玉山金梅、玉山針蘭、尼泊爾籟蕭等。

另關山地區之玉山圓柏，依海拔高度之區分，在 3,500m 以下則散生於臺灣冷杉林下之石礫地，3,500m 以上之開闊地則可見玉山圓柏灌叢，而部分蔽風之山坳處，則有玉山圓柏喬木純林，及至關山頂峰，則為單株匍匐狀之玉山圓柏。

## 肆、研究方法與步驟

### 一、玉山圓柏物候調查與記錄

本研究於向陽山-嘉明湖地區進行玉山圓柏物候調查及記錄，共計選擇了 32 株玉山圓柏進行觀察記錄，其中標定 12(A1~A12)樣株作為永久觀察樣株。

#### (一) 調查時間

自 2008 年 4 月至 2009 年 3 月，每月記錄 1 次。

#### (二) 物候特徵的判斷

葉候：展葉期，為抽芽到展葉期間。

花候：記錄雄花、雌花花芽出現及花開之時間及數量。

果候：果實最早成熟到所有果實最晚成熟為果實成熟期。

### 二、玉山圓柏族群遺傳變異之研究

#### (一) 研究材料

本研究所使用實驗試材之採集基本資料如表 4-1,4-2,4-3,4-4 所示，所有試材皆為 2008 年於向陽山(A1~A32)、關山嶺山(L1~L12)、關山(K1~K30)(圖 4-1)，另採集中部合歡山(H1~H30)(圖 4-2)、雪山地區(圖 4-3)等 5 地區野外所採集之新鮮葉片，除了關山嶺山外(L1~L12)，其餘地區樣本量為 30~32 個，每個個體至少間隔 50 m，並盡量平均分布於採集地沿線及各海拔，快速用矽膠乾燥後帶回實驗室，再以液態氮冷凍，在進行分析實驗之前先置於-80°C 冷凍櫃予以保存。引證標本則存於國立中興大學森林學系臘葉標本館內(TCF)。



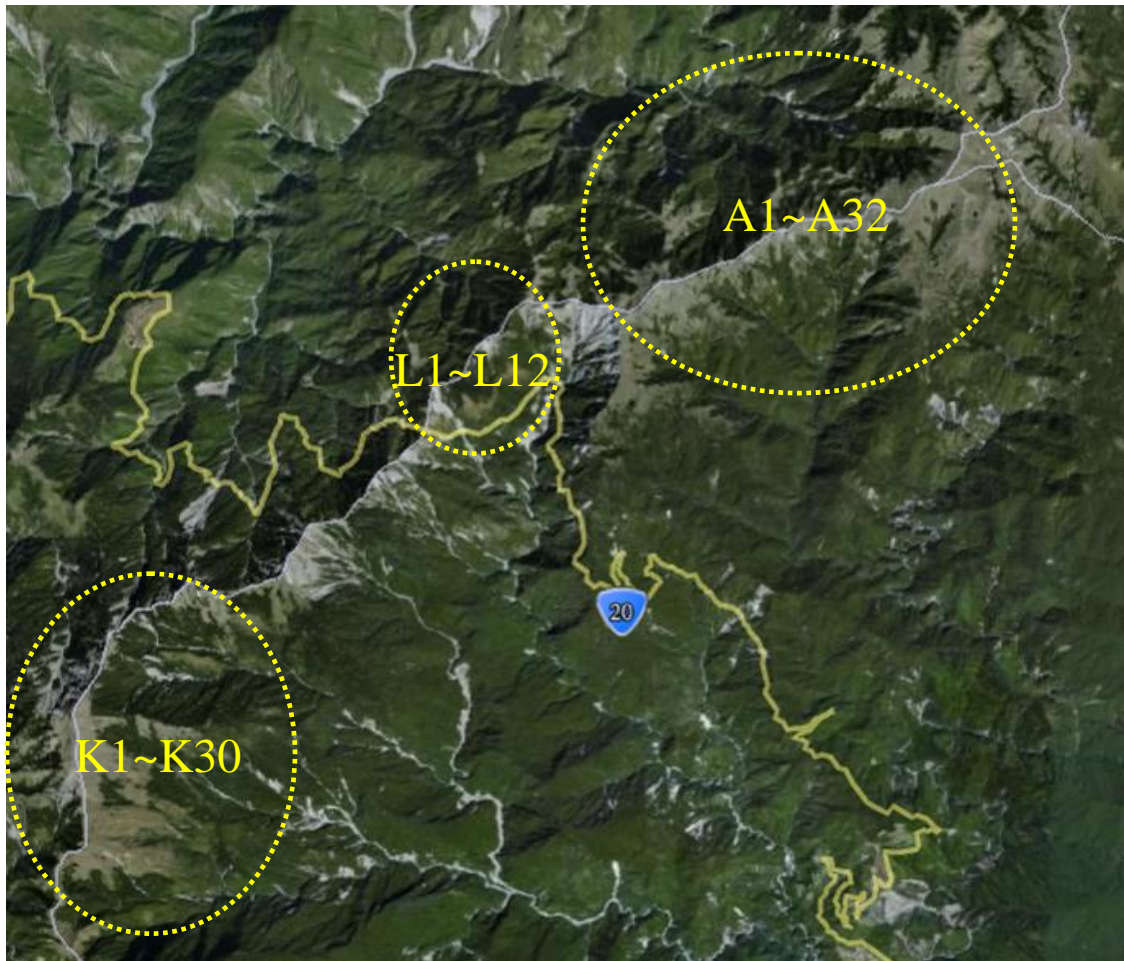


圖 4-1. 玉山圓柏族群遺傳變異之研究樣木採集地點-向陽山地區

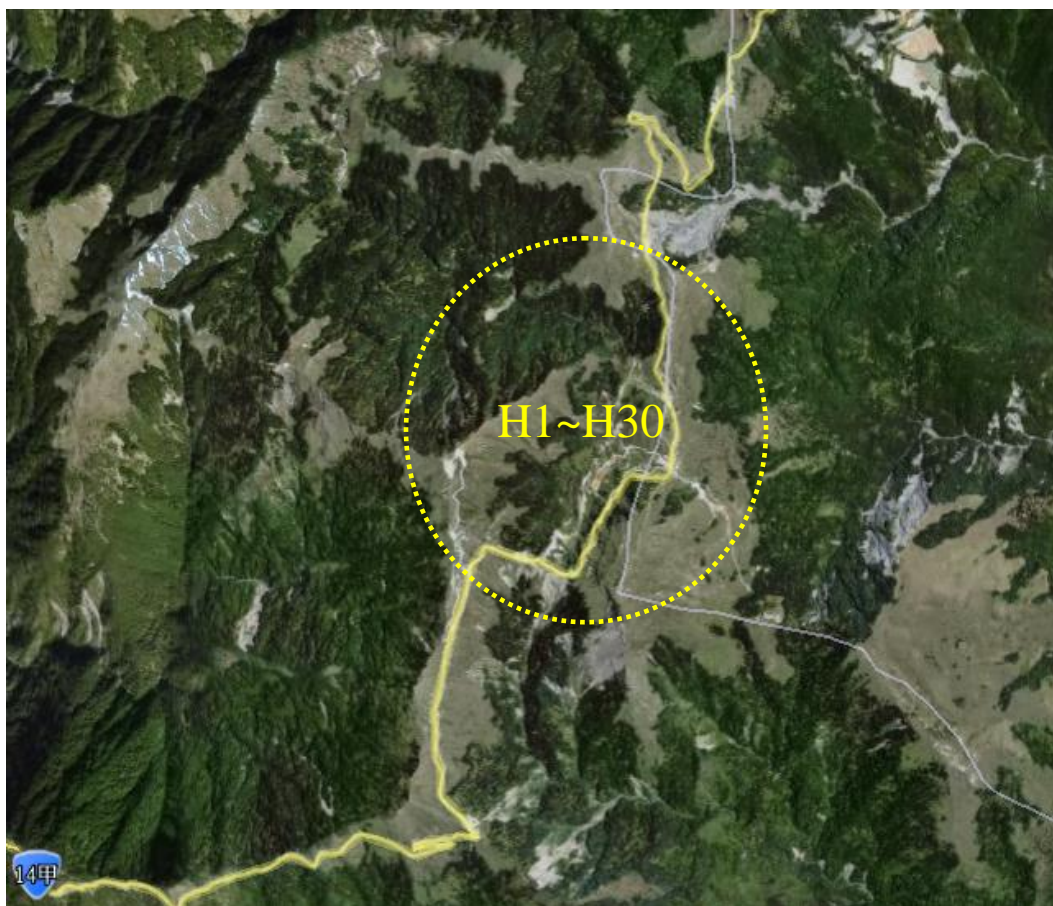


圖 4-2. 玉山圓柏族群遺傳變異之研究樣木採集地點-合歡山地區

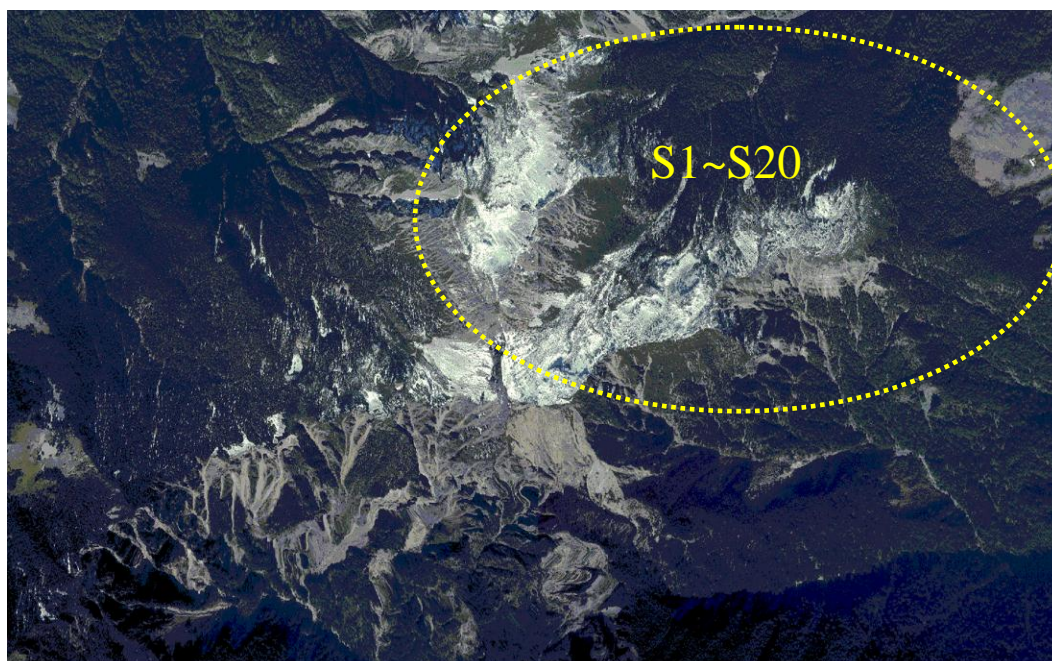


圖 4-3. 玉山圓柏族群遺傳變異之研究樣木採集地點-雪山地區

表 4-1. 向陽山地區玉山圓柏物候觀察樣株及族群遺傳變異採樣樣木資料表

樣株 編號	習 性	雌雄	海拔 (m)	緯度	經度	樹高 (m)	地徑 (cm)	樣枝徑 (cm)	樣枝長 (cm)
A1	T	♂	3137	N23° 16.045'	E120° 59.208'	2.0	27.0	0.3	10.8
A2	M	♂	3214	N23° 16.170'	E120° 59.225'	1.8	5.3	0.4	10.9
A3	S	♀	3242	N23° 16.207'	E120° 59.241'	1.4	9.0	0.5	11.8
A4	S	♀	3288	N23° 16.270'	E120° 59.251'	1.5	5.0	0.4	11.9
A5	S	♂	3333	N23° 16.360'	E120° 59.183'	1.5	4.5	0.5	13.7
A6	S	♂	3663	N23° 16.468'	E120° 59.167'	1.7	5.0	0.7	12.1
A7	S	♀	3363	N23° 16.507'	E120° 59.146'	1.4	8.0	0.5	14.3
A8	S	♂	3363	N23° 16.567'	E120° 59.146'	1.7	5.5	0.6	20.0
A9	T	♀	3374	N23° 16.608'	E120° 59.163'	2.7	19.0	0.6	9.6
A10	T	♀	3385	N23° 16.635'	E120° 59.143'	2.6	23.0	0.5	11.1
A11	T	♀	3401	N23° 16.664'	E120° 59.133'	2.0	27.0	0.4	10.8
A12	S	♂	3416	N23° 16.697'	E120° 59.134'	1.5	12.0	0.3	12.0
A13	S	♀	3448	N23° 16.721'	E120° 59.147'	1.4	11.0	0.3	11.2
A14	S	♀	3462	N23° 16.744'	E120° 59.143'	1.4	8.0	0.6	14.2
A15	S	♀	3484	N23° 16.826'	E120° 59.189'	1.3	7.2	0.5	10.3
A16	S	♂	3489	N23° 16.898'	E120° 59.335'	1.3	5.4	0.4	12.2
A17	T	♀	3464	N23° 16.947'	E120° 59.550'	2.8	27.0	0.6	11.2
A18	S	♂	3450	N23° 16.916'	E120° 59.624'	1.6	8.2	0.7	10.5
A19	T	♀	3441	N23° 16.961'	E120° 59.723'	2.7	32.1	0.6	10.2
A20	M	♀	3419	N23° 16.973'	E120° 59.749'	1.9	15.0	0.6	12.0
A21	S	♀	3407	N23° 17.050'	E120° 59.829'	1.4	12.0	0.5	11.2
A22	S	♂	3407	N23° 17.181'	E120° 59.996'	1.3	5.4	0.6	10.5
A23	S	♀ ♂	3374	N23° 17.346'	E121° 00.201'	1.4	13.0	0.5	11.8
A24	M	♂	3405	N23° 17.386'	E121° 00.275'	1.9	15.2	0.5	13.2
A25	S	♂	3424	N23° 17.496'	E121° 00.407'	1.4	10.0	0.6	12.0
A26	S	♀	3448	N23° 17.505'	E121° 00.543'	1.3	10.0	0.6	13.6
A27	M	♀	3298	N23° 17.580'	E121° 00.859'	1.9	14.3	0.6	9.1
A28	M	♂	3331	N23° 17.613'	E121° 01.169'	1.9	15.3	0.5	11.1
A29	S	♂	3389	N23° 17.651'	E121° 01.359'	1.2	8.5	0.5	12.1
A30	S	♂	3500	N23° 17.799'	E121° 01.607'	0.8	11.2	0.6	13.1
A31	S	♀	3505	N23° 17.828'	E121° 01.709'	0.8	9.2	0.5	9.8
A32	T	♀	3302	N23° 16.284'	E120° 59.214'	2.1	43.4	0.5	10.1

(註：習性 T：喬木型 M：中間型 S：灌木型)

表 4-2. 玉山圓柏族群遺傳變異採樣樣木資料表-關山

樣株 編號	習 性	雌雄	海拔 (m)	緯度	經度	樹高 (m)	地徑 (cm)
K1	T	♂	3026	N23° 14.861'	E120° 54.787'	3.2	37.0
K2	S	♂	3228	N23° 14.621'	E120° 54.859'	1.4	8.4
K3	M	♂	3298	N23° 14.581'	E120° 54.866'	1.9	19.0
K4	T	♂	3311	N23° 14.565'	E120° 54.877'	3.2	35.0
K5	T	♀	3342	N23° 14.529'	E120° 54.894'	2.8	44.5
K6	T	♂	3384	N23° 14.453'	E120° 54.904'	2.5	35.0
K7	T	♀	3414	N23° 14.350'	E120° 54.926'	3.1	38.0
K8	T	♀	3434	N23° 14.317'	E120° 54.943'	4.5	35.8
K9	S	♀	3444	N23° 14.298'	E120° 54.934'	1.3	14.0
K10	M	♂	3444	N23° 14.264'	E120° 54.919'	1.7	20.0
K11	M	♂	3451	N23° 14.221'	E120° 54.926'	1.8	21.0
K12	S	♂	3465	N23° 14.159'	E120° 54.918'	0.8	12.0
K13	T	♂	3485	N23° 14.131'	E120° 54.900'	2.6	31.0
K14	M	♀	3494	N23° 14.107'	E120° 54.885'	1.7	18.0
K15	S	♂	3486	N23° 14.052'	E120° 54.883'	1.3	7.2
K16	M	♀	3486	N23° 14.014'	E120° 54.891'	1.9	25.4
K17	S	♀	3491	N23° 13.982'	E120° 54.868'	0.8	24.0
K18	T	♀	3502	N23° 13.953'	E120° 54.849'	3.6	28.2
K19	T	♀	3505	N23° 13.935'	E120° 54.842'	2.7	32.1
K20	T	♀	3522	N23° 13.913'	E120° 54.829'	2.3	25.0
K21	T	♂	3517	N23° 13.869'	E120° 54.837'	5.8	42.0
K22	T	♀	3518	N23° 13.858'	E120° 54.840'	4.4	35.4
K23	M	♀	3570	N23° 13.842'	E120° 54.795'	1.8	14.3
K24	M	♀	3577	N23° 13.834'	E120° 54.788'	1.9	15.1
K25	S	♂	3594	N23° 13.804'	E120° 54.768'	1.4	10.0
K26	S	♀	3608	N23° 13.790'	E120° 54.758'	1.3	9.0
K27	S	♂	3629	N23° 13.754'	E120° 54.738'	1.6	10.3
K28	M	♂	3640	N23° 13.740'	E120° 54.739'	1.9	15.3
K29	M	♀	3653	N23° 13.715'	E120° 54.722'	1.8	12.5
K30	S	♂	3665	N23° 13.692'	E120° 54.703'	0.6	7.2

表 4-3. 玉山圓柏族群遺傳變異採樣樣木資料表-合歡山

樣株 編號	習 性	雌雄	海拔 (m)	緯度	經度	樹高 (m)	地徑 (cm)
H1	S	♂	3124	N24° 08.283'	E121° 17.019'	0.7	7.0
H2	S	♂	3197	N24° 08.244'	E121° 16.591'	1.2	10.3
H3	S	♀	3238	N24° 08.222'	E121° 16.585'	1.3	9.0
H4	S	♀	3271	N24° 08.197'	E121° 16.579'	1.5	15.0
H5	M	♂	3304	N24° 08.179'	E121° 16.570'	1.9	14.5
H6	S	♀	3322	N24° 08.161'	E121° 16.566'	1.4	9.0
H7	S	♀	3339	N24° 08.156'	E121° 16.557'	1.4	8.0
H8	S	♂	3346	N24° 08.138'	E121° 16.552'	1.5	15.5
H9	S	♂	3366	N24° 08.126'	E121° 16.550'	1.3	14.0
H10	S	♀	3383	N24° 08.122'	E121° 16.541'	1.4	13.0
H11	S	♂	3395	N24° 08.105'	E121° 16.535'	1.5	20.0
H12	S	♀	3403	N24° 08.102'	E121° 16.529'	1.5	12.0
H13	S	♂	3414	N24° 08.094'	E121° 16.525'	1.4	14.3
H14	T	♀	3411	N24° 08.091'	E121° 16.522'	2.4	28.0
H15	S	♀	3418	N24° 08.086'	E121° 16.520'	1.3	7.2
H16	S	♂	3415	N24° 08.065'	E121° 16.524'	1.3	9.4
H17	S	♀	3415	N24° 08.089'	E121° 16.510'	1.8	7.0
H18	S	♂	3364	N24° 08.122'	E121° 16.565'	1.6	8.2
H19	S	♂	3320	N24° 08.151'	E121° 16.591'	1.7	12.1
H20	T	♂ ♀	3310	N24° 08.184'	E121° 16.585'	2.3	25.0
H21	M	♂	3300	N24° 08.194'	E121° 16.585'	1.9	12.0
H22	M	♀	3271	N24° 08.222'	E121° 17.000'	1.8	22.4
H23	M	♂	3164	N24° 08.345'	E121° 17.037'	1.9	18.0
H24	S	♂	3212	N24° 09.130'	E121° 16.599'	1.4	15.2
H25	T	♀	3215	N24° 09.121'	E121° 17.016'	2.8	30.0
H26	S	♀	3226	N24° 09.112'	E121° 17.024'	1.3	10.0
H27	S	♂	3236	N24° 09.100'	E121° 17.037'	1.4	9.3
H28	S	♀	3244	N24° 09.089'	E121° 17.044'	0.8	9.3
H29	S	♂	3239	N24° 09.074'	E121° 17.054'	0.4	8.5
H30	M	♂	3200	N24° 09.163'	E121° 16.579'	1.8	11.3

表 4-4. 玉山圓柏族群遺傳變異採樣樣木資料表-關山嶺山

樣株 編號	習 性	雌雄	海拔 (m)	緯度	經度	樹高 (m)	地徑 (cm)
L1	T	♂	2915	N23° 15.870'	E120° 57.465'	2.6	24.5
L2	T	♂	2983	N23° 15.961'	E120° 57.485'	3.8	35.3
L3	T	♀	2993	N23° 15.999'	E120° 57.495'	4.4	39.4
L4	T	♂	3018	N23° 16.033'	E120° 57.531'	3.5	35.0
L5	M	♂	3030	N23° 16.041'	E120° 57.531'	1.9	24.5
L6	M	♀	3066	N23° 16.087'	E120° 57.532'	1.8	15.0
L7	T	♀	3074	N23° 16.109'	E120° 57.533'	4.4	28.0
L8	M	♀	3111	N23° 16.134'	E120° 57.551'	1.9	15.4
L9	S	♂	3123	N23° 16.138'	E120° 57.555'	0.7	14.0
L10	M	♂	3132	N23° 16.160'	E120° 57.560'	1.8	23.0
L11	S	♀	3152	N23° 16.218'	E120° 57.567'	0.8	20.0
L12	S	♂	3183	N23° 16.259'	E120° 57.567'	0.9	12.0

表 4-5. 玉山圓柏族群遺傳變異採樣樣木資料表-雪山

樣株 編號	習 性	雌雄	海拔 (m)	緯度	經度	樹高 (m)	地徑 (cm)
S1	S	♂	3623	N24° 23.229'	E121° 14.134'	0.7	7.0
S2	S	♀	3614	N24° 23.252'	E121° 14.151'	1.2	10.3
S3	S	♀	3610	N24° 23.263'	E121° 14.158'	1.3	9.0
S4	S	♂	3601	N24° 23.264'	E121° 14.157'	1.2	5.0
S5	S	♀♂	3591	N24° 23.272'	E121° 14.170'	1.1	4.5
S6	M	♂	3586	N24° 23.312'	E121° 14.174'	1.9	9.0
S7	M	♀	3590	N24° 23.303'	E121° 14.191'	1.6	8.0
S8	M	♀	3550	N24° 23.342'	E121° 14.254'	1.7	15.5
S9	T	♂	3576	N24° 23.333'	E121° 14.304'	3.3	14.0
S10	T	♂	3545	N24° 23.345'	E121° 14.273'	4.4	53.0
S11	T	♀	3534	N24° 23.367'	E121° 14.286'	3.5	20.0
S12	T	♂	3531	N24° 23.365'	E121° 14.288'	4.5	42.0
S13	S	♀	3531	N24° 23.390'	E121° 14.303'	1.3	14.3
S14	M	♀	3506	N24° 23.387'	E121° 14.351'	2.4	12.0
S15	T	♀	3469	N24° 23.462'	E121° 14.410'	3.3	27.2
S16	T	♂	3468	N24° 23.464'	E121° 14.410'	5.3	39.4
S17	T	♂	3453	N24° 23.536'	E121° 14.470'	3.8	37.0
S18	T	♀	3311	N24° 23.435'	E121° 14.341'	2.6	28.2
S19	S	♂	3219	N24° 23.422'	E121° 14.415'	1.3	12.1
S20	T	♀	3161	N24° 23.376'	E121° 15.779'	4.3	25.0

## (二)實驗步驟

### 1.DNA 萃取

(使用 VIOGENE Plant Genomic DNA Extraction Miniprep System )

- (1)從-80°C 冷凍櫃中取出試材葉片放入研鉢中，立即加入液態氮將葉片磨成粉末狀。
- (2)取 100 mg 葉粉放入 1.5 ml eppendorf 中。
- (3)加入 400 µl PX1 buffer 及 4 µl RNase A solution，加完後 vortex 5-10s。
- (4)混合均勻後放入 65°C 之水浴鍋中，加熱 10 min。
- (5)水浴完後再加入 130 µl PX2 buffer，並左右搖晃數下。
- (6)冰浴 5min。
- (7)冰浴完後放入離心機中以 10000 rpm 離心 5 min。
- (8)吸取上清液 450 µl 放入 Shearing tube，再以 10000 rpm 離心 2 min。
- (9)取過濾液 400 µl 放入一新的 1.5 ml eppendorf 中。
- (10)加入 0.5 倍體積(200 µl)的 PX3 buffer 及 1 倍體積(400 µl)的 98-100% ethanol，並左右搖晃數下使其混合均勻。
- (11)取 500 µl 混合液放入 Plant Genomic DNA Mini Column，再以 10000 rpm 離心 1 min。
- (12)將過濾液體倒掉，再將剩餘 500 µl 混合液重複上一步驟。
- (13)加入 700 µl 之 Washing Solution1 (存放於室溫)並以 10000 rpm 離心 1 min，離心完倒去過濾廢液。
- (14)重覆上一步驟。
- (15)最後不加任何藥劑以 10000 rpm 空離心 4 min，使其去除所有殘留藥劑。
- (16)離心完將 Plant Genomic DNA Mini Column 下方換上一新的 1.5 ml eppendorf，再加入 200 µl 的 ddH<sub>2</sub>O (需以 65°C 事先預熱)。
- (17)靜置 2 min 後，以 10000 rpm 離心 2 min，離心完後將過濾液即為 Genomic DNA，存放於-20 °C 之冷凍櫃備用。

## 2.PCR 反應

(1)首先在 National Center for Biotechnology Information (NCBI)基因資料庫及發表 paper 中去收集許多已發表之圓柏屬植物之葉綠體序列及 ITS 序列，以設計出專一性之引子，本實驗所使用引子詳見表 4-6。

表 4-6. 本研究所使用之引子

Name	Primer sequence (5' to 3')
Forward primer	
<i>trnT</i>	5'-CAT TAC AAA TGC GAT GCT CT-3'
Reverse primer	
<i>trnF</i>	5'-ATT TGA ACT GGT GAC ACG AG-3'
Forward primer	
ITS5	5'-GGA AGT AAA AGT CGT AAC AAG G-3'
Reverse primer	
ITS4	5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3'

### (2)專一性序列之 PCR 增殖

利用核酸增幅器，以抽取出來之 DNA 為材料，進行 PCR 反應。PCR 反應溶液配方如下表 4-7。

表 4-7. PCR 反應溶液配方

10X Ex taq buffer	5 $\mu$ l
MgCl <sub>2</sub>	1.5 $\mu$ l
10 m M dNTP	1 $\mu$ l
F primer ( 10 mM )	1 $\mu$ l
R primer ( 10 mM )	1 $\mu$ l
Ex taq	0.5 $\mu$ l
dsDNA	2.5 $\mu$ l
dH <sub>2</sub> O	37.5 $\mu$ l
tatol volume	50 $\mu$ l

### (3)PCR program

將上述溶液均勻混合後，利用核酸增幅器以下列程式進行 PCR，反應程式如表 4-8 所示。



表 4-8. PCR program

<i>trnT-trnF</i>			ITS		
temperature	time	cycle	temperature	time	cycle
94°C	3min	1	94°C	3min	1
94°C	1min	35	94°C	1min	35
47~58°C	1min		45~55°C	1min	
72°C	1.75min		72°C	1.75min	
72°C	7min	1	72°C	7min	1
4°C	pause		4°C	pause	

### 3. 洋菜膠電泳(Argrose Gel electrophoresis)

首先將洋菜膠粉末加上 1X TAE buffer 製備成 2% 洋菜膠體，放入微波爐中加熱，直到所有粉末完全溶解，待洋菜膠溶液冷卻到約 55°C 時，倒入模具中，並插上齒梳，等到洋菜膠完全凝固之後，即可放入電泳儀器中使用。

電泳時，將 PCR 反應之產物加上 6X teacking dye，混合均勻後加到洋菜膠體之齒梳孔中，以 50V 或 100V 之電壓進行電泳，電泳結束後，將洋菜膠體放入 EtBr 溶液中染色 30sec，放入清水中褪去多餘的 EtBr 溶液，之後將洋菜膠體放進 UV 顯影機中進行觀察記錄。

### 4. PCR 產物之純化(使用 GeneMark DNA Clean / Extraction Kit)

(1)首先在 UV 顯影台上用刀片將欲得之條帶膠體切下放入 1.5 ml eppendrof 中。

(2)加入 750  $\mu$ l Binding Solution，放入乾浴鍋中，以 65°C 溫度加熱。

(3)待膠體完全溶解於 Binding Solution 後，吸取至 Spin Column 中離心 1 min(13000 rpm)，之後倒除過濾液。

(4)再加入 500  $\mu$ l Binding Solution 在離心 1 min (13000rpm)，離心完倒掉過濾液。

(5)加入 700  $\mu$ l 之 Washing Solution1 並以 13000 rpm 離心 1 min，離心完倒去過濾廢液。

(6)重複上一步驟。

(7)不加任何藥劑以 13000 rpm 空離心 4 min，使其去除所有殘留藥劑。

(8)離心完將 Spin Column 下方換上一新的 1.5 ml eppendorf，再加入 50 $\mu$ l (依條帶濃度體積可做調整)的 Elution Solution (需以 60-70 °C 事先預熱)。

(9)靜置 2 min 後，以 13000 rpm 離心 2 min，離心完後之過濾液即為純化後的 DNA 產物，存放於-20 °C 之冷凍櫃備用。

#### 5.核酸接合作用(DNA ligation)

將 DNA 片段(DNA fragments)和適合的線形選殖載體(linearized cloning vector)，在緩衝溶液(buffer)和 T4 DNA ligase 存在下，進行接合作用(DNA ligation)，而接合成功的選殖載體，可供轉形作用實驗之用。

因為在進行 PCR 反應時，Taq 酵素會在 DNA 片段上的 3'端加上一個鹼基 A，再將純化後的 PCR 產物與 pGEM-T Easy Vector (購自 Promega)上鎖以對應的 5'端上的單一鹼基 T 進行 T-A cloning 的接合反應，接合的比例依照濃度、片段大小等條件調整「插入片段」與「載體」之間的莫耳數比，而一般接合反應之莫耳數比介於 1:1~7:1 之間具有最佳的接合效率。

本實驗所使用「插入片段」與「載體」的莫耳數比為 5:1。將下列表 4-9 敘述之溶液混合均勻後，24°C 水浴 1 小時，進行 T-A cloning 反應。

表 4-9. T-A cloning 的反應配方

	5 : 1
2X Rapid Ligation Buffer, T4 DNA Ligase	5 $\mu$ l
pGEM-T Easy Vector (50 ng)	0.5 $\mu$ l
PCR production	2.5 $\mu$ l
T4 DNA Ligase	1 $\mu$ l
dH <sub>2</sub> O	1 $\mu$ l
tatol volume	10 $\mu$ l

本實驗所使用之 pGEM-T Easy Vector 為全長 3015bp 之質體圖譜如圖 4-4，此載體具有 T7 與 SP6 promoter，可以將 PCR 所得之產物利用 T-A cloning 反應的方式黏合到載體之中，之後可轉型至 Competent cell 中，以進行質體增殖，而在 pGEM-T Easy Vector 中

含有多種限制酵素的接合區(Multiple Cloning Site)的序列，可用於最後利用限制酵素切割確認片段時使用。

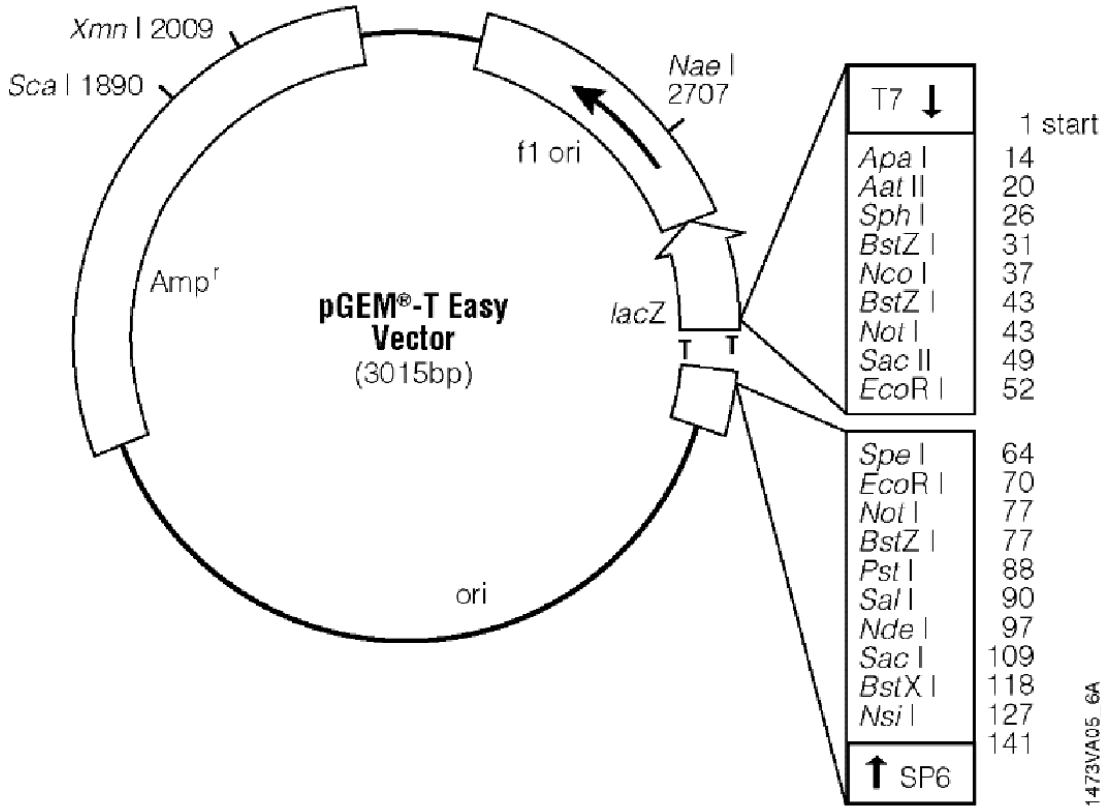


圖 4-4. pGEM-T Easy Vector 之質體圖譜

## 6. 大腸桿菌 Competent cell 轉型作用(Transformation)

主要是利用質體做為載體(vector)將 DNA 分子送入一細菌細胞中，而使得此細菌細胞的遺傳性狀發生改變，再藉由寄主細菌的系統來達成複製或進行基因表現的目的，就菌體而言，則是從環境中得到游離之 DNA，該段之 DNA 可能只是一部份 DNA 片段，也就是說將帶有外來 DNA 的質體轉入 Competent cells 中，所謂 Competent cells 現在被定義為可吸收 DNA 者之細胞。

本實驗使用 T-A cloning 完成接合反應的載體，利用 heatshock transformation 的方式轉入 High Efficiency DH5α Competent cell (購自 GeneMark)中，實驗步驟如下：

(1)從-80°C 冷凍櫃中取出 DH5α Competent cell 放置於冰中，等待其慢慢回溫溶解。

(2)溶解之 Competent cell 溶液加入 5 μl 完成接合反應的載體，vortex 5-10s，再冰浴 15min。

(3)冰浴完後放入 42°C 水浴鍋中，水浴 45 sec，vortex 5-10s，隨即迅速冰浴 15min。

(4)將所有的菌液均勻塗抹在含有 Ampicillin 的 LB 固態培養基中。

固體培養基在塗抹菌液之前需事先塗 IPTG(Isopropyl-β-D-thiogalactoside) 與 X-Gal (5-bromo-4-chloro-3-indolyl-β-D-galactoside)，並冷藏於 4°C 中。

(5)等到菌液微乾後，再將含有菌液之培養基倒扣放置於 37°C 之生長箱中，靜置過夜培養(約 16 小時)。

## 7.大腸桿菌之快速篩選

pGEM-T Easy 載體再插入片段的接合區帶有 lacZ operon 的序列，所以一旦有 DNA 片段成功的插入載體之中，則會破壞了 lacZ operon 此序列的完整性，因此使得大腸桿菌在生長時無法代謝 LB 固體培養基上面的 X-Gal，所以其呈現之菌落呈現白色，反之，若沒有片段插入載體之中，沒有遭破壞而正常表現的 lacZ operon 會將 X-Gal 水解產生藍綠色沉澱物，而使大腸桿菌呈現藍色，此藍白篩的分析方法可以對大腸桿菌進行初步的篩選。

## 8.大腸桿菌之培養

挑選先前經過快速篩選之白色菌落數點，培養在 5 ml 含有抗生素 Ampicillin (100 mg/ml)之 LB 液體培養基中，放入生長箱中，以 37°C 225rpm 轉速震盪培養 12-16 h。

## 9.抽取質體 DNA (Plasmid miniprepation)

使用 GeneMark Plasmid Miniprep Purification Kit 來進行大腸桿菌體內大量質體之抽取，其實驗步驟如下：

(1)將所有菌液分次倒入 2 ml eppendorf 中放入離心機，以 13000 rpm 離心 1min，將上清液丟棄，以收集菌體。

(2)加入 200 μl Solution I，使用 vortex 充分混合均勻，使菌體重新懸浮。

(3)加入 200 μl Solution II，輕輕左右搖晃數下，此時菌液會呈現澄清狀。

(4)加入 200 μl Solution III，同樣輕輕左右搖晃數下，此時菌液會出現白色絲狀物體。

(5)加完上述三種 Solution 後，放入離心機中，以 13000 rpm 離心 5 min。

(6)將上清液吸取到 Spin Column 中，離心 1 min (13000 rpm)，離心完將過濾液移除。

(7)加入 700  $\mu\text{l}$  之 Washing Solution1 (存放於室溫)並以 13000 rpm 離心 1 min，離心完倒去過濾廢液。

(8)重複上一步驟，

(9)之後不加任何藥劑，以 13000 rpm 空離心 4 min，使其去除所有殘留藥劑。

(10)將 Spin Column 下方換上一新的 1.5 ml eppendorf，再加入 50  $\mu\text{l}$  的 Elution Solution (需以 60-70  $^{\circ}\text{C}$  事先預熱)。

(11)靜置 2 min 後，以 13000 rpm 離心 2 min，離心完收取下層溶液即為經過大腸桿菌大量增殖之質體(Plasmid DNA)，保存於-20  $^{\circ}\text{C}$  之冷凍櫃中。

## 10. 定序

將抽取完成的 Plasmid DNA 進行 Eco RI 的限制酵素切割，進一步去確認接合上的 DNA 序列片段是否符合預期，Eco RI 限制酵素切割反應配方如下表 4-10。

表 4-10. Eco RI 限制酵素切割反應配方

Eco RI 10X buffer	1 $\mu\text{l}$
Eco RI	0.3 $\mu\text{l}$
Plasmid DNA	0.7 $\mu\text{l}$
dH <sub>2</sub> O	8 $\mu\text{l}$
total volume	10 $\mu\text{l}$

將上述溶液加進一個 1.5 ml eppendorf 中，混合均勻後，放進水浴鍋中以 37  $^{\circ}\text{C}$  反應 90 min 至 3 h，水浴完後用 2% 之洋菜膠體電泳分析檢視，用 UV 顯影機確認出所接合之序列片段是否符合預期之長度大小的 Sample，將此 Sample 之 Plasmid DNA 送至定序公司定序。

基因定序委託源資國際生物科技股份有限公司，以 ABI 3730 XL DNA Analyzer (Applied Biosystem CA, USA)自動定序儀(Perkin Elmer)依照 T7 或是 SP6 引子為定序起始點來進行基因定序。

## 11. DNA 資料分析

### (1) 序列分析

a. 將定序回來的 DNA 序列與 NCBI(National Center for Biotechnology Information)之資料庫中的序列比較，以確定為圓柏屬或同科不同屬之 trnT-F 及 ITS DNA 片段，再將各樹種之序列排列整齊為 FASTA 格式，然後利用 CLUSTAL W 軟體(Thompson et al., 1994)及 BioEdit(Hall, 1999)進行排序，並加以轉檔。

b. 經排序後的 DNA 以 MEGA 軟體 3.1 版(Kumar *et al.*, 2003 進行演算，估算出核苷酸百分比組成、核苷酸變異數目及遺傳距離，而遺傳距離矩陣是採 Kimura's two-parameter 模式估算(Kimura, 1980)，去除 gap 將序列進行兩兩比較，計算序列間發生鹼基取代變異的比例，以比例之不同加以演算遺傳距離。

## (2) 親緣關係歸群圖

排序後，將分子資料之距離矩陣及各分子資料利用 MEGA 軟體 3.1 版進行演算，加以分析物種間之親緣關係。本研究採用鄰接法(Neighbor-joining, NJ)來建立歸群圖。

NJ 法使將所有試驗物種的 DNA 序列兩兩之間的序列置換情形(gap 不加入計算)，以 Kimura's two-parameter 模式估算，獲得遺傳距離矩陣後，在計算相近序列之間的平均分歧程度，以獲得的樹長最短的親緣樹狀圖，因不假設演化速率相等來演算，故親緣樹狀圖為不齊頭式(Saitou and Nei, 1987)。

## 伍、結果與討論

### 一、向陽地區玉山圓柏物候調查與記錄

本研究於向陽山-嘉明湖進行玉山圓柏物候調查及記錄，共計選擇了 32 株玉山圓柏 (17 雌株、14 雄株及 1 株雌雄同株) 進行觀察記錄，其中標定了 12(A1~A12) 樣株作為永久觀察樣株。樣株資料如表 4-1。

表 5-1. 玉山圓柏物候觀察樣株之開花結實紀錄表(2008 年 4 月~2009 年 3 月)

樣株 編號	習 性	雌 雄	海拔 (m)	雄毬花數/果(黑/綠/雌毬花)					
				4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
A1	T	♂	3137	38/0	12/0	2/0	1/0	40/0	43/0
A2	M	♂	3214	54/0	20/0	1/0	0/0	38/0	38/0
A3	S	♀	3242	0/(1/67/42)	0/(3/56/3)	0/(8/48/0)	(20/32/0)	(20/10/54)	(12/10/62)
A4	S	♀	3288	0/(0/5/23)	0/(1/4/0)	0/(2/3/0)	(1/1/0)	(0/0/0)	(0/0/0)
A5	S	♂	3333	27/0	10/0	2/0	0/0	56/0	62/0
A6	S	♂	3663	17/0	6/0	0/0	0/0	23/0	23/0
A7	S	♀	3363	0/(1/7/10)	0/(2/5/3)	0/(2/4/0)	0/(2/2/0)	(2/1/14)	(1/0/16)
A8	S	♂	3363	58/0	30/0	2/0	0/0	65/0	66/0
A9	T	♀	3374	0/(2/20/12)	0/(4/18/5)	0/(6/15/1)	0/(8/10/0)	0/(6/5/25)	0/(1/2/25)
A10	T	♂	3385	14/0	3/0	2/0	1/0	40/0	41/0
A11	T	♀	3401	0/(1/14/20)	0/(3/11/3)	0/(5/8/0)	0/(5/5/0)	0/(4/2/23)	0/(0/0/30)
A12	S	♂	3416	38/0	12/0	0/0	0/0	32/0	37/0

表 5-1.(續) 玉山圓柏物候觀察樣株之開花結實紀錄表(2008 年 4 月~2009 年 3 月)

樣株 編號	習 性	雌 雄	海拔 (m)	雄毬花數/果(黑/綠/雌毬花)					
				10 月	11 月	12 月	2009/1 月	2 月	3/5
A1	T	♂	3137	43/0	43/0	42/0	42/0	42/0	40/0
A2	M	♂	3214	38/0	37/0	35/0	35/0	34/0	34/0
A3	S	♀	3242	(10/8/62)	(6/1/62)	(0/0/62)	(0/0/61)	(0/0/60)	(0/0/58)
A4	S	♀	3288	(0/0/0)	(0/0/0)	(0/0/0)	(0/0/0)	(0/0/0)	(0/0/0)
A5	S	♂	3333	62/0	62/0	62/0	61/0	60/0	60/0
A6	S	♂	3663	23/0	22/0	20/0	20/0	18/0	18/0
A7	S	♀	3363	(0/0/16)	(0/0/16)	(0/0/16)	(0/0/17)	(1/0/17)	(1/0/17)
A8	S	♂	3363	66/0	64/0	64/0	60/0	60/0	60/0
A9	T	♀	3374	0/(1/1/25)	0/(1/0/25)	0/(0/0/26)	0/(0/0/25)	0/(0/0/25)	0/(0/0/25)
A10	T	♂	3385	41/0	40/0	40/0	38/0	38/0	38/0
A11	T	♀	3401	0/(0/0/30)	0/(0/0/31)	0/(0/0/31)	0/(0/0/30)	0/(0/0/30)	0/(0/0/30)
A12	S	♂	3416	37/0	36/0	36/0	36/0	36/0	35/0

月份	2008 年												2009 年				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
展葉				█	█	█											
雄花				█	█	█		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
雌花				█	█	█		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
果熟						█	█	█	█	█							

註：.....表示花苞

圖 5-1. 向陽山地區玉山圓柏物候期(2008 年 4 月~2009 年 3 月)

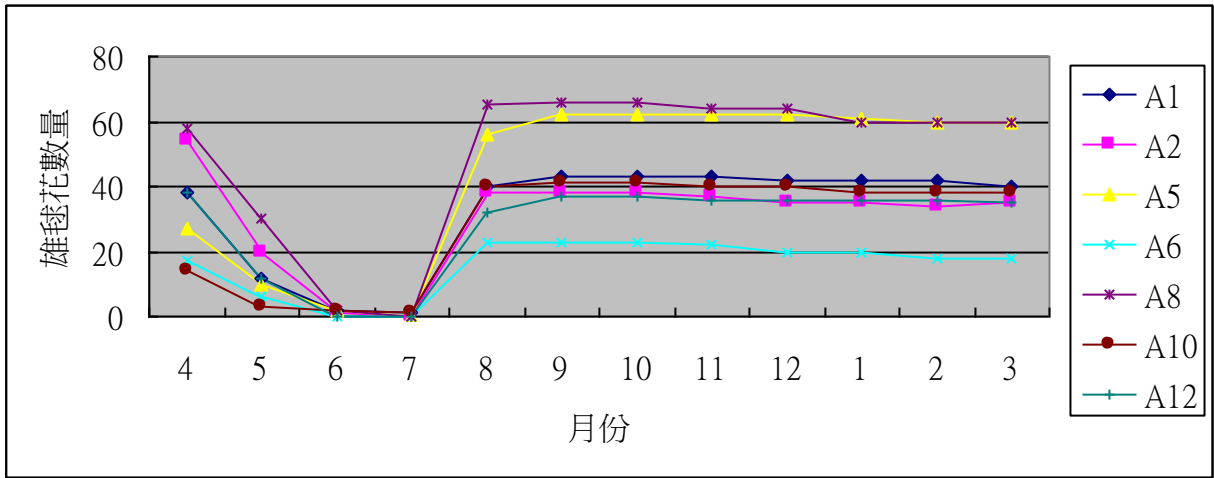


圖 5-2. 向陽山地區玉山圓柏雄毬花發育數量圖(2008 年 4 月~2009 年 3 月)

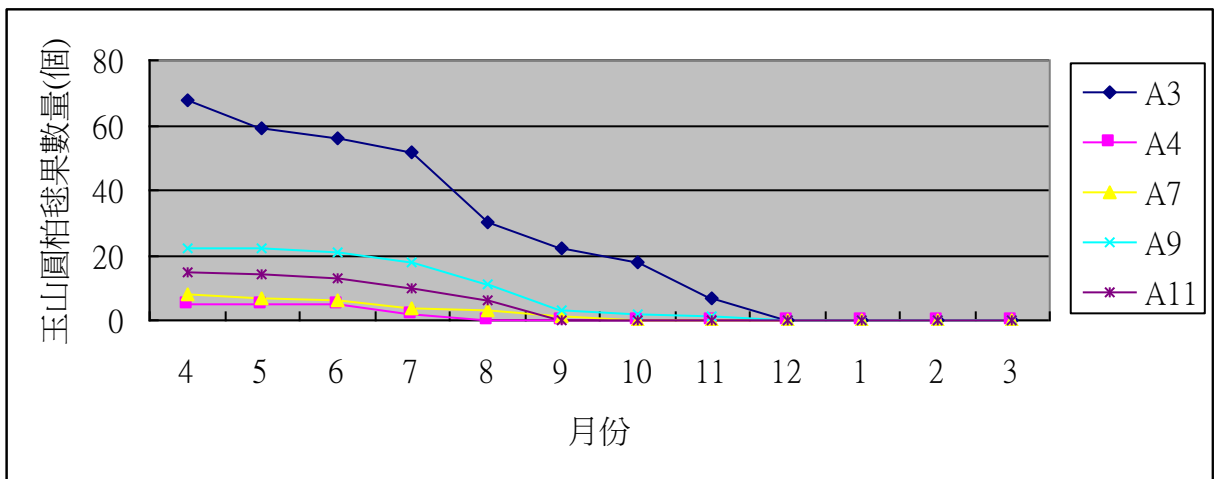


圖 5-3. 向陽山地區玉山圓柏毬果數量變化圖(2008 年 4 月~2009 年 3 月)



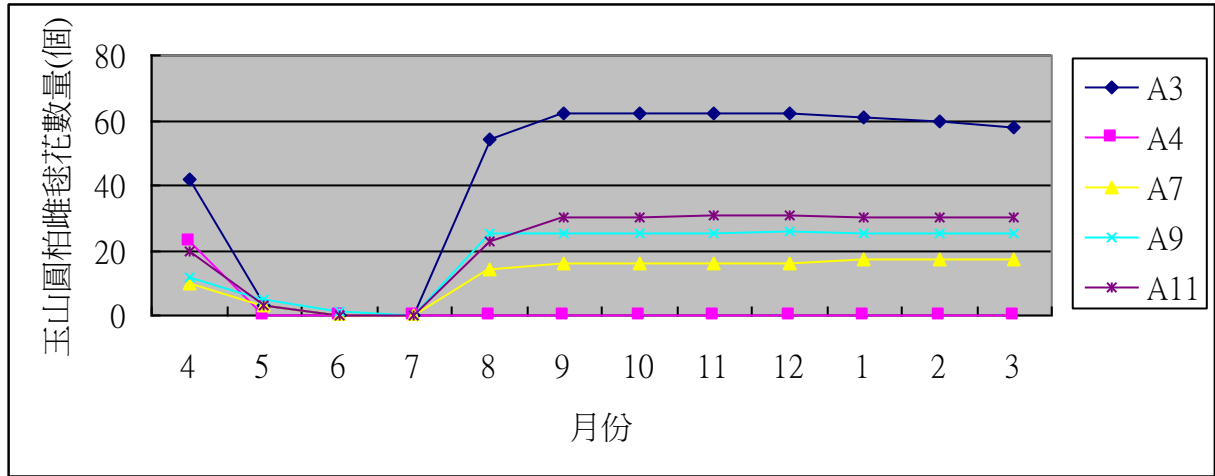


圖 5-4. 向陽山地區玉山圓柏雌毬花數量變化圖(2008 年 4 月~2009 年 3 月)

自 2008 年 4 月至 2009 年 3 月調查結果顯示(圖 5-2,5-3,5-4)：向陽地區之玉山圓柏，主要展葉期在 3~7 月間；花芽於 9 月開始出現至翌年 4 月，隨即陸續開花，主要花期為 3~9 月，其中 3~7 月開花者，隨即進入果實生長期，毬果於當年 10 月後陸續成熟，8~9 月開花者其雄毬花則至翌年 3 月方陸續開放，即玉山圓柏之雄毬花會以花苞的方式渡冬，而雌花苞則於 11 月方略成形而肉眼可辨識記錄，於 2~3 月間迅速發育膨大。

臺灣地區大部分的植物會在 3~4 月氣溫回暖之後，進行抽芽展葉。植物葉子的生長模式大略可分成兩型，第一為連續性(succesive)，是一個接著一個的展葉，例如赤楊屬(*Alnus*)、樺木屬(*Betula*)；第二為同步性(simultance)，即短時間內同時展葉(Kikuzawa, 1983)，例如青楓(*Acer oliverianum* var. *nakaharai*)、川上氏鵝耳櫪(*Carpinus kawakamii*)等，玉山圓柏之展葉型式屬於連續性展葉，玉山圓柏生長於高海拔地區，雖然於 3~4 月間有較為明顯之展葉現象，但在其他時間會有零星植株進行展葉。

Bawa(1983)將花候的開花形式分成兩型，一種為同時集中開花(同步性)；另一種為花期拉長(連續性)，在此期間零星開花。玉山圓柏應屬於同步型，雌、雄花別於集中於 3~6 月間開花。向陽地區之玉山圓柏於 8 月至 9 月開始出現花苞，此一時期生長之花苞，將會渡冬至翌年 3~6 月間開放。樣株 A.23 為雌雄同株，植株上於 2008 年 3~9 月尚留存前一年生長之果實，惟 2008 年 8~9 月於枝條上僅見雄花苞，而未見雌花苞出現，這樣的結果與呂金誠、王志強(2006)於雪山地區所觀察記錄者相同。

而雌雄同株之現象，據筆者之觀察紀錄，雪山地區、合歡山區、南湖大山山區、向陽山地區皆可見其分布。

在果實成熟方面，一般的針葉樹果實成熟大都是翌年成熟(王子定等，1969a、b；楊金昌等，1998)。而闊葉樹大約 3~6 個月或更長的時間來進行果實發育，果實成熟後，種子會很快的飄散，但有的則會留在母樹長達數個月到 1 年(李明佳、王鑄豪，1984)。於雪山地區調查結果顯示，玉山圓柏當年 3~6 月所開的雌花會於當年 10 月即開始果熟，平均結實率為 70.6%(呂金誠、王志強 2006)。

## 二、葉綠體 DNA 分析結果

所有之 109 份玉山圓柏 DNA 樣本萃取、PCR、定序及分析過程之結果如下：

1. 利用 trnT(5'-CAT TAC AAA TGC GAT GCT CT-3')及 trnF(F5'-ATT TGA ACT GGT GAC ACG AG-3')，夾取的玉山圓柏葉綠體 DNA 序列計 1124bp。
2. 經上網比對其他經研究而序列資料已登載上網物種之葉綠體 DNA 序列資料庫，序列最相似的種類為祁連圓柏(*Juniperus przewalskii* Kom.)、印度圓柏(*Juniperus indica* Bertol.)等(圖 5-5,5-6)。
3. 由所有 109 個玉山圓柏樣本之葉綠體 DNA 分析結果，1124bp 的序列差異中，其中計有 80 個樣本具有同樣之序列，應可視為玉山圓柏之祖先型序列，其餘之 29 個樣本各自在不同的鹼基對上產生變異(附錄一)，而這 29 個樣本則分散於各別的地點，以此一分析方法所得之結果顯示玉山圓柏在各個地區間之個體差異並不對應於地理分布情形，這樣的結果，與張茜等人(2005)利用葉綠體 DNA trnT-trnF 序列研究祁連圓柏的譜系地理學，整個分布區內 20 個族群 392 個個體共發現 3 種單倍型(haplotype)，構成兩種地理區域的研究結果不同，其原因可能來自於玉山圓柏在臺灣高山地區之生育地環境距離尚不足以構成彼此間基因流之障礙，因此未呈現不同地域間之分化類型，此一結果與傅慧雯(2002)以 13 個 ISSR 引子研究玉山圓柏 10 個族群 160 個個體後結果描述：玉山圓柏族群內個體變方成分佔總變方成分 87.09%，遠大於地區內族群的 9.06%及地區間的 3.85%，由此可知玉山圓柏在 8 個地區間遺傳變異無顯著差異，在族群間則有少許差異，但大部分的變異主要存在於個體間。並獲得玉山圓柏族群基因流(Nm)=3.7653，顯示玉山圓柏的基因流暢通，並高於清水圓柏的基因流(Nm)0.193(黃朝慶、孫于卿，1995)和粗榧的基因流(Nm)2.4490(黃士元，2002)的結果吻合，而利用葉綠體 DNA 分析之方法，對於分布區域尺度相對較小之玉山圓柏，並非研究其親緣地分布的適切方法。

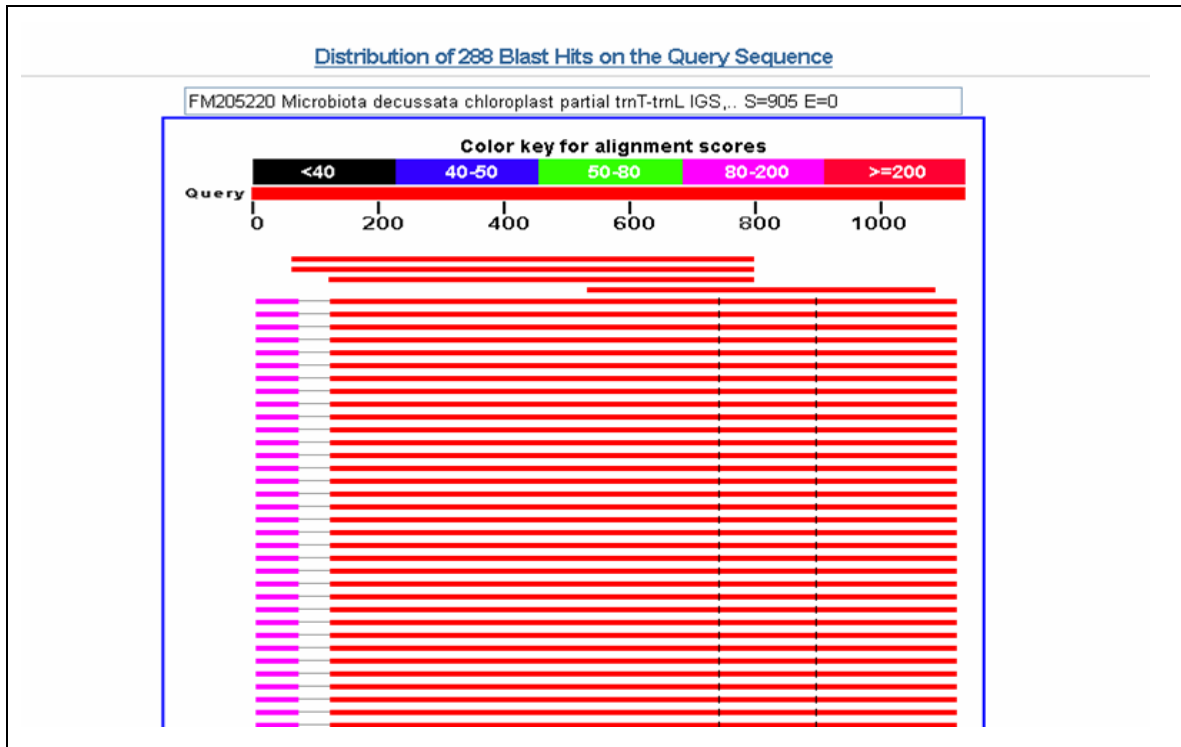


圖 5-5. 關山地區玉山圓柏兩樣本(K4、K5)之序列與其他物種之比較

Sequences producing significant alignments:  
(Click headers to sort columns)

Accession	Description	Max score	Total score	Query coverage	E value	Max ident	Links
<a href="#">AY730343.1</a>	Juniperus przewalskii voucher J.O. Liu 1909 trnT-trnL intergenic s	1345	1345	64%	0.0	100%	
<a href="#">AY730345.1</a>	Juniperus przewalskii voucher J.O. Liu 1499 trnT-trnL intergenic s	1339	1339	64%	0.0	99%	
<a href="#">AY730342.1</a>	Juniperus przewalskii voucher J.O. Liu 0801 trnT-trnL intergenic s	1232	1232	59%	0.0	99%	
<a href="#">AY988222.1</a>	Juniperus indica tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; trnL-trn	994	994	48%	0.0	99%	
<a href="#">FM205235.1</a>	Microbiota decussata chloroplast partial trnT-trnL IGS, tRNA-Leu	905	1546	93%	0.0	97%	
<a href="#">FM205234.1</a>	Microbiota decussata chloroplast partial trnT-trnL IGS, tRNA-Leu	905	1546	93%	0.0	97%	
<a href="#">FM205233.1</a>	Microbiota decussata chloroplast partial trnT-trnL IGS, tRNA-Leu	905	1546	93%	0.0	97%	
<a href="#">AY988182.1</a>	Cupressus atlantica tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; trnL	680	964	50%	0.0	98%	
<a href="#">AY988214.1</a>	Cupressus tonkinensis tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; t	676	951	47%	0.0	99%	
<a href="#">AY988218.1</a>	Juniperus coahuilensis var. arizonica tRNA-Leu (trnL) gene, parti	658	949	46%	0.0	100%	
<a href="#">AY988220.1</a>	Juniperus deppeana tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; trnL	651	951	46%	0.0	99%	
<a href="#">AY988183.1</a>	Cupressus austrotibetica tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence;	649	907	48%	0.0	99%	
<a href="#">AY988207.1</a>	Callitropsis nootkatensis tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence;	640	936	46%	6e-180	99%	
<a href="#">AY988200.1</a>	Cupressus lusitanica var. lusitanica tRNA-Leu (trnL) gene, partial	638	966	48%	2e-179	98%	
<a href="#">AY988181.1</a>	Cupressus arizonica var. arizonica tRNA-Leu (trnL) gene, partial	638	966	48%	2e-179	98%	
<a href="#">AY988229.1</a>	Callitropsis vietnamensis tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence	634	927	47%	3e-178	98%	
<a href="#">AY988221.1</a>	Juniperus drupacea tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; trnL	634	931	46%	3e-178	98%	
<a href="#">AY988219.1</a>	Juniperus conferta tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; trnL-t	634	931	46%	3e-178	98%	
<a href="#">AY988209.1</a>	Cupressus pygmaea tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; trnL	634	921	46%	3e-178	98%	
<a href="#">AY988195.1</a>	Cupressus qiantea tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; trnL	617	1003	50%	3e-173	99%	
<a href="#">AY988217.1</a>	Juniperus californica tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; trnL	610	931	45%	4e-171	99%	
<a href="#">AY988223.1</a>	Juniperus procera tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; trnL-t	606	879	46%	6e-170	97%	
<a href="#">AY988188.1</a>	Cupressus chengiana tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; tr	604	920	46%	2e-169	99%	
<a href="#">AY988213.1</a>	Cupressus stephensonii tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence;	603	914	46%	7e-169	98%	
<a href="#">AY988196.1</a>	Cupressus alabra tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; trnL-tr	592	908	45%	2e-165	98%	
<a href="#">AY988191.1</a>	Cupressus dupreziana tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; tr	590	862	45%	6e-165	98%	
<a href="#">AY988185.1</a>	Cupressus benthamii tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; trn	582	901	45%	1e-162	99%	
<a href="#">AY988199.1</a>	Cupressus iianqeeensis tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; t	580	934	47%	3e-162	99%	
<a href="#">AY988201.1</a>	Cupressus lusitanica var. lusitanica tRNA-Leu (trnL) gene, partial	566	849	42%	1e-157	99%	
<a href="#">AF211526.1</a>	Juniperus osteosperma tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; (	560	560	26%	5e-156	100%	
<a href="#">AF211525.1</a>	Juniperus osteosperma tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; (	560	560	26%	5e-156	100%	
<a href="#">AF211524.1</a>	Juniperus osteosperma tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; (	560	560	26%	5e-156	100%	
<a href="#">AF211523.1</a>	Juniperus osteosperma isolate 3 tRNA-Leu (trnL) gene, partial se	560	560	26%	5e-156	100%	
<a href="#">AF211520.1</a>	Juniperus pinchotii tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; chl	560	560	26%	5e-156	100%	
<a href="#">AF211511.1</a>	Juniperus osteosperma tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; (	560	560	26%	5e-156	100%	
<a href="#">AF211510.1</a>	Juniperus osteosperma tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence; (	560	560	26%	5e-156	100%	

圖 5-6. 關山地區玉山圓柏兩樣本(K4、K5)之序列與其他物種之相似度

表 5-2. 玉山圓柏葉綠體 DNA 各核苷酸百分比

	Complete sequence				The 1 <sup>st</sup> site of the codon			
	T(U)	C	A	G	T-1	C-1	A-1	G-1
ancestry	30.2	15.8	32.5	21.4	28.3	18.4	34.4	18.9
A9	30.1	16.0	32.5	21.4	28.3	18.4	34.4	18.9
S13	30.2	15.9	32.5	21.4	28.3	18.4	34.4	18.9
S20	30.2	15.8	32.6	21.4	28.3	18.4	34.4	18.9
L9	30.2	15.9	32.5	21.4	28.3	18.7	34.4	18.7
L6	30.2	15.8	32.4	21.5	28.3	18.4	34.4	18.9
L1	30.2	15.9	32.5	21.4	28.0	18.7	34.4	18.9
K26	30.2	15.8	32.5	21.5	28.3	18.4	34.4	18.9
K8	30.2	15.8	32.5	21.5	28.3	18.4	34.4	18.9
K7	30.2	15.9	32.5	21.4	28.3	18.4	34.4	18.9
K5	30.2	15.9	32.5	21.4	28.3	18.4	34.4	18.9
H28	30.2	15.8	32.4	21.5	28.3	18.4	34.1	19.2
H26	30.2	15.8	32.4	21.5	28.3	18.4	34.1	19.2
H25	30.2	15.9	32.5	21.4	28.3	18.4	34.4	18.9
H14	30.2	15.8	32.6	21.4	28.3	18.4	34.4	18.9
H8	30.3	15.8	32.4	21.4	28.5	18.4	34.1	18.9
H5	30.3	15.8	32.4	21.4	28.3	18.4	34.4	18.9
A29	30.2	15.9	32.5	21.4	28.3	18.4	34.4	18.9
A27	30.2	15.9	32.5	21.4	28.3	18.4	34.4	18.9
A16	30.2	15.8	32.6	21.4	28.3	18.4	34.4	18.9
A14	30.2	15.8	32.6	21.4	28.3	18.4	34.4	18.9
A13	30.2	15.9	32.5	21.4	28.3	18.7	34.4	18.7
A12	30.2	15.8	32.4	21.5	28.3	18.4	34.4	18.9
A5	30.2	15.9	32.5	21.4	28.3	18.4	34.4	18.9
A15	30.3	15.9	32.3	21.4	28.3	18.4	34.1	19.2
H16	30.2	15.9	32.3	21.6	28.3	18.4	34.4	18.9
H27	30.3	15.7	32.3	21.6	28.3	18.4	34.4	18.9
S17	30.2	15.9	32.3	21.5	28.3	18.4	34.1	19.2
A11	30.2	15.9	32.4	21.5	28.3	18.4	34.1	19.2
S14	30.6	15.6	32.7	21.2	29.1	17.6	34.7	18.7
Avg.	30.2	15.9	32.4	21.5	28.3	18.4	34.4	19.0

表 5-2.(續) 玉山圓柏葉綠體 DNA 各核苷酸百分比

	The 2 <sup>nd</sup> site of the codon				The 3 <sup>rd</sup> site of the codon			
	T-2	C-2	A-2	G-2	T-3	C-3	A-3	G-3
ancestry	32.3	14.4	32.8	20.5	30.2	14.7	30.2	24.9
A9	32.0	14.7	32.8	20.5	29.9	15.0	30.2	24.9
S13	32.3	14.4	32.8	20.5	29.9	15.0	30.2	24.9
S20	32.3	14.4	33.1	20.3	30.2	14.7	30.2	24.9
L9	32.3	14.4	32.8	20.5	30.2	14.7	30.2	24.9
L6	32.3	14.4	32.8	20.5	30.2	14.7	29.9	25.1
L1	32.3	14.4	32.8	20.5	30.2	14.7	30.2	24.9
K26	32.3	14.4	32.8	20.5	29.9	14.7	30.2	25.1
K8	32.0	14.4	32.8	20.8	30.2	14.7	30.2	24.9
4.K7	32.3	14.4	32.8	20.5	29.9	15.0	30.2	24.9
K5	32.0	14.7	32.8	20.5	30.2	14.7	30.2	24.9
H28	32.3	14.4	32.8	20.5	30.2	14.7	30.2	24.9
H26	32.3	14.4	32.8	20.5	30.2	14.7	30.2	24.9
H25	32.3	14.4	32.8	20.5	29.9	15.0	30.2	24.9
H14	32.3	14.4	32.8	20.5	29.9	14.7	30.5	24.9
H8	32.3	14.4	32.8	20.5	30.2	14.7	30.2	24.9
H5	32.3	14.4	32.8	20.5	30.5	14.7	29.9	24.9
A29	32.3	14.4	32.8	20.5	29.9	15.0	30.2	24.9
A27	32.0	14.7	32.8	20.5	30.2	14.7	30.2	24.9
A16	32.3	14.4	32.8	20.5	30.2	14.7	30.5	24.6
A14	32.0	14.4	33.1	20.5	30.2	14.7	30.2	24.9
A13	32.3	14.4	32.8	20.5	30.2	14.7	30.2	24.9
A12	32.3	14.4	32.8	20.5	30.2	14.7	29.9	25.1
A5	32.3	14.4	32.8	20.5	30.2	15.0	30.2	24.6
A15	32.3	14.4	32.8	20.5	30.5	15.0	29.9	24.6
H16	32.3	14.4	32.5	20.8	29.9	15.0	29.9	25.1
H27	32.3	14.4	32.5	20.8	30.5	14.4	29.9	25.1
S17	32.3	14.4	32.8	20.5	30.2	15.0	29.9	24.9
A11	32.0	14.7	32.8	20.5	30.2	14.7	30.2	24.9
S14	32.5	14.1	33.1	20.3	30.2	15.0	30.2	24.6
Avg.	32.2	14.4	32.8	20.5	30.2	14.8	30.2	24.9

Si=轉換鹼基對數(transitional pairs) , Sv=顛換鹼基對數(transversional pairs)

	A-G	C-T	Si	A-C	G-T	A-T	G-C	Sv
Complete sequence	1	1	2	0	0	0	1	1

表 5-2.(續) 玉山圓柏葉綠體 DNA 各核苷酸百分比

Complete sequence							
	T(U)	C	A	G			
ancestry	30.2	15.8	32.5	21.4			
A9	30.1	16.0	32.5	21.4			
S13	30.2	15.9	32.5	21.4			
S20	30.2	15.8	32.6	21.4			
L9	30.2	15.9	32.5	21.4			
L6	30.2	15.8	32.4	21.5			
L1	30.2	15.9	32.5	21.4			
K26	30.2	15.8	32.5	21.5			
K8	30.2	15.8	32.5	21.5			
K7	30.2	15.9	32.5	21.4			
K5	30.2	15.9	32.5	21.4			
H28	30.2	15.8	32.4	21.5			
H26	30.2	15.8	32.4	21.5			
H25	30.2	15.9	32.5	21.4			
H14	30.2	15.8	32.6	21.4			
H8	30.3	15.8	32.4	21.4			
H5	30.3	15.8	32.4	21.4			
A29	30.2	15.9	32.5	21.4			
A27	30.2	15.9	32.5	21.4			
A16	30.2	15.8	32.6	21.4			
A14	30.2	15.8	32.6	21.4			
A13	30.2	15.9	32.5	21.4			
A12	30.2	15.8	32.4	21.5			
A5	30.2	15.9	32.5	21.4			
A15	30.3	15.9	32.3	21.4			
H16	30.2	15.9	32.3	21.6			
H27	30.3	15.7	32.3	21.6			
S17	30.2	15.9	32.3	21.5			
A11	30.2	15.9	32.4	21.5			
S14	30.6	15.6	32.7	21.2			
Avg.	30.2	15.9	32.4	21.5			

祖先型	A9	S13	S20	L9	L6	L1	K26	K8	K7	K5	H28	H26	H25	H14	H8	H5	A29	A27	A16	A14	A13	A12	A5	A15	H16	H27	S17	A11
祖先型																												
A9	0.002																											
S13	0.001	0.003																										
S20	0.001	0.003	0.002																									
L9	0.001	0.003	0.002	0.002																								
L6	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002																							
L1	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002																						
K26	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002																					
K8	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002																				
K7	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002																			
K5	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002																		
H28	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002																	
H26	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002																
H25	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002															
H14	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002														
H8	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002													
H5	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002												
A29	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002											
A27	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002										
A16	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002									
A14	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002								
A13	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002							
A12	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002						
A5	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002					
A15	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
H16	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005
H27	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005
S17	0.002	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004
A11	0.002	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004
S14	0.006	0.008	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.009

圖 5-7. 玉山圓柏樣本葉綠體 DNA 之突變點遺傳距離矩陣



### 三、細胞核 DNA(ITS)分析結果

1. 利用 ITS5 (Forward primer=5'-GGA AGT AAA AGT CGT AAC AAG G-3')及 ITS4( Reverse primer=5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3')對玉山圓柏的 15 個樣本(每一地區選取 3 個樣本)進行細胞核 DNA 序列之比較,檢測出 980bp 個序列,由 15 個玉山圓柏樣本及 3 種圓柏屬種類(*J. maritime*,*J. scopulorum*,*J. ashei*=外群)之 ITS 片段序列,利用鄰接法(NJ)建立其親緣關係樹,其 bootstrap 值為重複 1,000 次計算後之百分比,其關係之樹枝圖如圖 5-9。
2. 就 ITS 片段序列之比較結果,15 個玉山圓柏樣本中,計有 11 個樣本具有同樣之序列,其餘 4 個樣本為雪山(S2)、關山(K1,K3)、關山嶺山(L2)分別在(第 891,893,895,897bp= S2)、(第 124,125bp= K1)、(第 290bp= K3)、(第 43,799bp= L2)的鹼基對位置上有不同之序列,其結果見附錄二。

表 5-3. 玉山圓柏 DNA(ITS 序列)各核苷酸百分比

	Complete sequence				The 1 <sup>st</sup> site of the codon				The 2 <sup>nd</sup> site of the codon				The 3 <sup>rd</sup> site of the codon			
	T(U)	C	A	G	T-1	C-1	A-1	G-1	T-2	C-2	A-2	G-2	T-3	C-3	A-3	G-3
H1	18.8	30.2	19.5	31.5	17.4	28.7	19.5	34.5	21.2	29.1	21.2	28.5	17.8	32.8	17.8	31.6
K1	18.8	30.2	19.7	31.3	17.4	28.7	19.8	34.1	21.2	29.1	21.5	28.2	17.8	32.8	17.8	31.6
S3	18.8	30.2	19.5	31.5	17.4	28.7	19.5	34.5	21.2	29.1	21.2	28.5	17.8	32.8	17.8	31.6
K2	18.8	30.2	19.5	31.5	17.4	28.7	19.5	34.5	21.2	29.1	21.2	28.5	17.8	32.8	17.8	31.6
L2	18.9	30.0	19.5	31.6	17.7	28.4	19.5	34.5	21.2	29.1	21.2	28.5	17.8	32.5	17.8	31.9
A1	18.8	30.2	19.5	31.5	17.4	28.7	19.5	34.5	21.2	29.1	21.2	28.5	17.8	32.8	17.8	31.6
L1	18.8	30.2	19.5	31.5	17.4	28.7	19.5	34.5	21.2	29.1	21.2	28.5	17.8	32.8	17.8	31.6
S1	18.8	30.2	19.5	31.5	17.4	28.7	19.5	34.5	21.2	29.1	21.2	28.5	17.8	32.8	17.8	31.6
L3	18.8	30.2	19.5	31.5	17.4	28.7	19.5	34.5	21.2	29.1	21.2	28.5	17.8	32.8	17.8	31.6
S2	19.0	30.1	19.5	31.4	17.7	28.7	19.5	34.1	21.5	29.1	20.9	28.5	17.8	32.5	18.1	31.6
H2	18.8	30.2	19.5	31.5	17.4	28.7	19.5	34.5	21.2	29.1	21.2	28.5	17.8	32.8	17.8	31.6
H3	18.8	30.2	19.5	31.5	17.4	28.7	19.5	34.5	21.2	29.1	21.2	28.5	17.8	32.8	17.8	31.6
A3	18.8	30.2	19.5	31.5	17.4	28.7	19.5	34.5	21.2	29.1	21.2	28.5	17.8	32.8	17.8	31.6
A2	18.8	30.2	19.5	31.5	17.4	28.7	19.5	34.5	21.2	29.1	21.2	28.5	17.8	32.8	17.8	31.6
K3	18.7	30.2	19.5	31.6	17.4	28.7	19.5	34.5	20.9	29.1	21.2	28.8	17.8	32.8	17.8	31.6
maritime	18.5	30.6	19.4	31.6	16.8	29.3	19.5	34.5	20.8	29.4	21.1	28.7	17.8	33.1	17.5	31.6
ashei	18.7	30.4	19.4	31.5	16.8	29.3	19.5	34.5	21.2	29.1	20.9	28.8	18.1	32.8	17.8	31.3
scopulorum	18.9	30.4	19.5	31.2	17.4	29.3	19.5	33.8	21.2	28.8	21.5	28.5	18.1	33.1	17.5	31.3
Avg.	18.8	30.2	19.5	31.5	17.3	28.7	19.5	34.4	21.1	29.1	21.2	28.6	17.8	32.8	17.8	31.6

表 5-3.(續) 玉山圓柏 DNA(ITS 序列)各核苷酸百分比

Si=轉換鹼基對數(transitional pairs), Sv=顛換鹼基對數(transversional pairs)

	A-G	C-T	Si	A-C	G-T	A-T	G-C	Sv
Complete sequence	2	2	4	0	1	1	1	3

Complete sequence							
	T(U)	C	A	G			
H1	18.8	30.2	19.5	31.5			
K1	18.8	30.2	19.7	31.3			
S3	18.8	30.2	19.5	31.5			
K2	18.8	30.2	19.5	31.5			
L2	18.9	30.0	19.5	31.6			
A1	18.8	30.2	19.5	31.5			
L1	18.8	30.2	19.5	31.5			
S1	18.8	30.2	19.5	31.5			
L3	18.8	30.2	19.5	31.5			
S2	19.0	30.1	19.5	31.4			
H2	18.8	30.2	19.5	31.5			
H3	18.8	30.2	19.5	31.5			
A3	18.8	30.2	19.5	31.5			
A2	18.8	30.2	19.5	31.5			
K3	18.7	30.2	19.5	31.6			
maritime	18.5	30.6	19.4	31.6			
ashei	18.7	30.4	19.4	31.5			
scopulorum	18.9	30.4	19.5	31.2			
Avg.	18.8	30.2	19.5	31.5			

	H1	K1	S3	K2	L2	A1	L1	S1	L3	S2	H2	H3	A3	A2	K3	mar	ash	sco
H1																		
K1	0.002																	
S3	0.000	0.002																
K2	0.000	0.002	0.000															
L2	0.002	0.004	0.002	0.002														
A1	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002													
L1	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000												
S1	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000											
L3	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000										
S2	0.007	0.009	0.007	0.007	0.009	0.007	0.007	0.007	0.007									
H2	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007								
H3	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000							
A3	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000						
A2	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000					
K3	0.001	0.003	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.008	0.001	0.001	0.001	0.001				
mar	0.014	0.017	0.014	0.014	0.017	0.014	0.014	0.014	0.014	0.022	0.014	0.014	0.014	0.014	0.013			
ash	0.020	0.022	0.020	0.020	0.022	0.020	0.020	0.020	0.020	0.027	0.020	0.020	0.020	0.020	0.019	0.005		
sco	0.019	0.021	0.019	0.019	0.021	0.019	0.019	0.019	0.019	0.026	0.019	0.019	0.019	0.019	0.018	0.006	0.011	

圖 5-8. 玉山圓柏樣本 DNA(ITS 序列) 之突變點遺傳距離矩陣

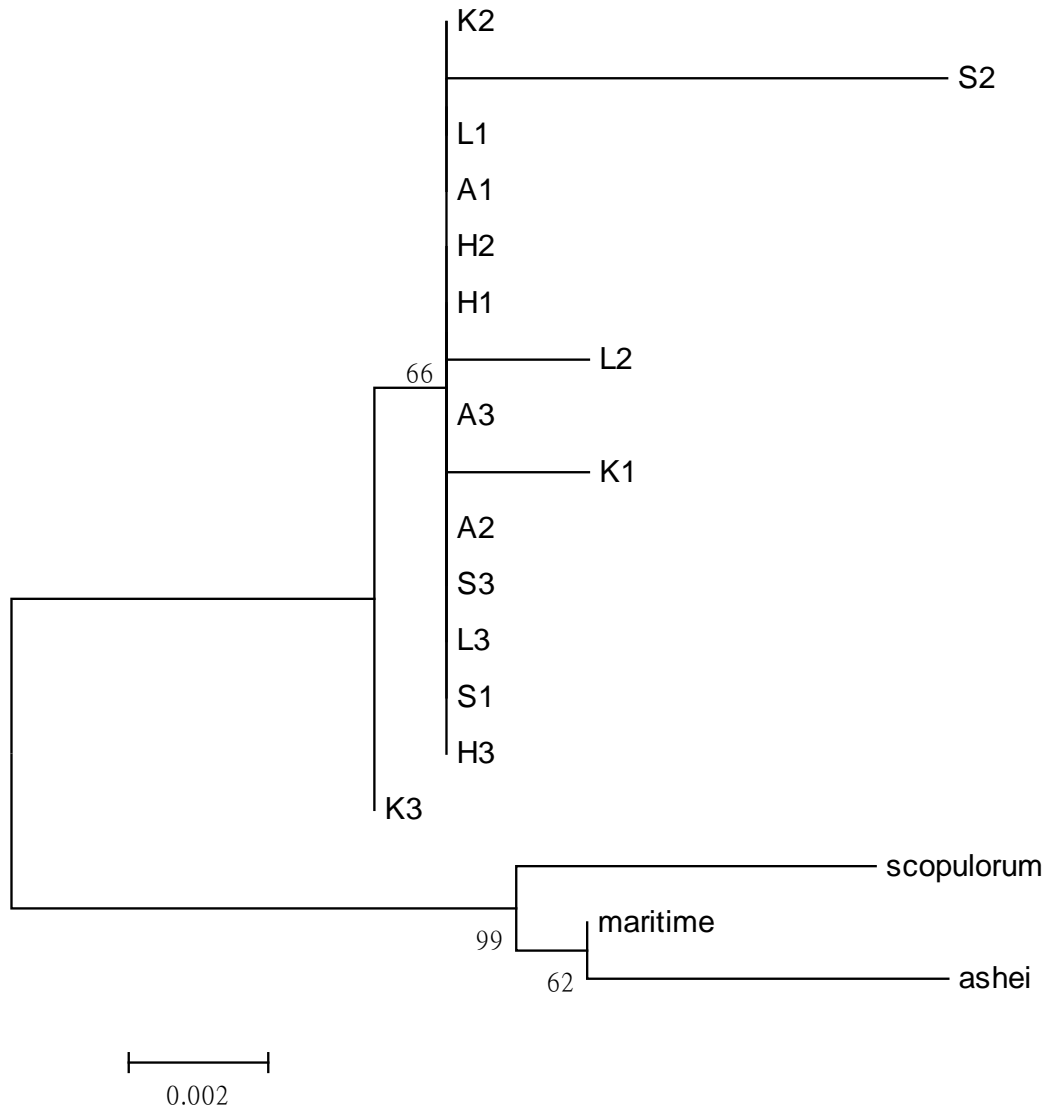


圖 5-9. 玉山圓柏 15 個樣本 ITS 序列鄰接法(Neighbor-joining, NJ)繪製之歸群圖

#### 四、玉山圓柏之保育策略芻議

根據 Adams (2000,2002,2004)之研究，玉山圓柏應視為僅產於臺灣高山地區之特有樹木，而其特殊、狹隘而破碎化的生長分布及特有物種的地位，則為物種保育的目標，早在 20 世紀初，一些學者曾指出稀有或特有種(這些種類很多皆為瀕危種)往往出現遺傳上的衰退，即遺傳變異下降，後來的許多研究也證實了這種現象(洪德元等，1995, Falk *et al.* 1991)。

物種走向瀕危及至滅絕是多種因素所造成，包括確定性因素和隨機性因素綜合作用的結果(Frankham *et al.* 2002)。確定性因素包括生育地喪失、過度利用、污染、外來物種以及滅絕的串聯效應(cascades of extinction)，這些因素大都直接與人類活動相關；隨機性因素包括族群統計學波動、環境波動、災害事件以及遺傳學上的隨機性(遺傳漂變、近交衰退、雜交衰退等)。其中物種瀕危的首要原因是確定性因素的作用，尤其是生育地喪失、破壞以及過度利用對物種生存威脅最為嚴重。遺傳學因素在生物瀕危及至滅絕過程中的影響相對較小(Lande 1988)，但是對一些特定的類群，近交衰退、遺傳多樣性的喪失、雜交衰退以及遺傳漂變等遺傳學因素在生物瀕危及至滅絕過程中的作用仍然是不可忽視的(李典謨等，2005)。

因此，根據玉山圓柏現存的狀況、前人研究和遺傳結構上的資料，提出玉山圓柏在物種保育的經營管理和保育策略上的初步想法。

##### (一)玉山圓柏的特有種地位

制定物種保育策略和措施最重要的一步是確定需要優先保護的類群或物種，將有限的人力與經費投注在優先的物種上是保育生物學當中很重要的關鍵，1986 年，Ryder 首次提出了“演化顯著單元”(evolutionary significant unit, ESU)的概念，用來代表根據不同技術檢測確定的、具有明顯適應性的一組類群(Ryder 1986)，由於其在物種演化上的獨特性而需要加以優先保護。ESU 的概念已經廣泛應用在動物的遺傳和保護的措施上(Crandall *et al.* 2000, 胡志昂等，1997)。

實際上，根據遺傳學上的獨特性來確定保護類群對象主要是基於類群的分類學地位和種間關係，亦即利用分類學和系統發育方面的資料來確定必須優先保護類群的順序(胡志昂等，1997)。例如，特有的單型屬或科應給予最優先的保護，因為它們在分類或遺傳上最為獨特而不可替代(Falk *et al.* 1991)。在植物中，對分類群研究的不足和偏差常常導致物種瀕危的錯誤判斷(洪德元等，1995)。因此，利用遺傳學資料和數據進行分類處理，以澄清物種間關係的方法在生物保育研究上是重要的輔助手段。

由上述 ESU 的概念觀之，玉山圓柏是臺灣地區針葉樹種分布海拔最高者，根據 1999~2001 年 Adams 發表的一系列以 RAPD 研究全球圓柏屬植物的系統分類研究報告以及葉片精油成分的分析比較結果，都顯示臺灣產的玉山圓柏(*J. morrisonicola*) 與中國大陸的香柏(*J. squamata*)應屬不同的物種，另對於其外觀形態的比較上，*J. morrisonicola* 的葉片較 *J. squamata* 為長，寬度較窄而更平貼(appressed)；雌毬果成熟時紫黑色較 *J. squamata* 的棕黑色為深；果長度則約 4-5mm，短於 *J. squamata* 的 8-9mm。其中葉精油中的主要成分為 diterpene alcohol, nezukol(8- $\beta$ -hydroxyisopimarene)以及數種未知的 diterpenoids；及利用分析 DNA 所獲致的資料製成的歸群樹形圖顯示，*J. morrisonicola* 皆是單獨後期加入歸群中，這樣的結果，支持 *J. morrisonicola* 與 *J. squamata* 是兩個不同的種群，而前者是特產於臺灣地區的樹種。

## (二)玉山圓柏的生物學調查監測研究及生育地調查

就上述觀點而言，玉山圓柏為僅產於臺灣地區，且生育於 3,000m 以上山地之樹種，其生長速度緩慢，族群演替時間長，生育地環境特殊，是為該地生態系之優勢植物，對生態系的穩定扮演關鍵性的角色，其重要性自不待言，又以生物多樣性保育觀點觀之，對於特有、珍貴稀有或具特殊生態性之物種應加以保護，而其最基礎先決工作即為對該物種詳細的了解，其內容包含：生物學特性，如繁殖、散播機制、族群結構與演替、分布變動歷程、林分更新及競爭等，另外尚有外在環境之變化、衝擊的耐受性及適應機制等。

引起物種瀕危的原因很多，例如：棲息地的喪失，破碎化，或者棲息地質量的改變：種群的過度開發和捕獵、自然災害等。然而在這些原因中最重要的是棲息地破壞(李典謨等，2000)，因此針對此一珍貴樹種、林分及其所代表的高山生態系的詳細了解則為基礎而重要的工作。其建立的調查資料，除作為經營、管理及保護的措施依據外，更是往後監測的基準。

### (三)玉山圓柏的族群遺傳結構現況

Meffe 等(1994)在其編著的 *Principles of Conservation Biology* 一書中從三方面概括了遺傳多樣性的重要意義，首先，根據天擇的基本原理，種群的演化速率與其遺傳多樣性成比例，換言之，一個族群中遺傳多樣性的下降意味著其適應環境變化的能力下降；其次，族群遺傳學中族群的遺傳結構變異的程度，和其適合度呈正相關；第三，全球的遺傳多樣性蘊藏了所有生命過程的信息，任何遺傳多樣性的失去，都會導致有機體對環境變化的適應能力降低，同時也使人類喪失了具有潛在應用價值的生物信息和資源。

廣義的遺傳多樣性可泛指地球上所有生物攜帶的遺傳信息，包括不同物種的不同基因庫所呈現出來的物種多樣性，但在生物遺傳多樣性的層級上，遺傳多樣性所指的主要是物種內的遺傳變異(葛頌等，1994, 施立明等，1993, WRI *et al.* 1992)。

本研究從玉山圓柏在南部高山地區分布族群探討其遺傳結構及多樣性，並擴及中北部合歡山及雪山的族群分析，參酌前人對此一議題的研究成果，獲致玉山圓柏在遺傳結構上的情況如下：

1. 玉山圓柏在臺灣高山地區之生育地環境距離尚不足以構成彼此間基因流之障礙，因此未呈現不同地域間之分化類型。
2. 玉山圓柏族群內個體變方成分佔總變方成分 87.09%，遠大於地區內族群的 9.06% 及地區間的 3.85%，大部分的變異主要存在於個體間。
3. 玉山圓柏族群基因流( $Nm$ )=3.7653，顯示玉山圓柏的基因流暢通。
4. 玉山圓柏之多型性基因座數( $np$ )平均值 72.9 佔 87.83%(傅慧雯，2002)，高於紅檜的 55.2%，具有較高之遺傳變異。



基因流或個體遷移及其隨之而來的種間基因的遷移，對於物種的保育極為重要 (Frankel *et al.* 1981)。種群間中等頻率至高頻率的基因流動有助於防止種群隔離，進而維持遺傳變異和防止近交衰退 (Frankel *et al.* 1981, Franklin 1980)。生育地的破碎化會限制基因流，會導致遺傳多樣性的喪失，近交機率增加及遺傳漂變而產生種群分化等，因此物種保育的策略中通常包括了不同種群間個體的相互遷移，即加強種群間的基因流動 (Avise 1994)，即基因流的暢通在物種保育上會維持種群物種遺傳上的變異程度。而基因流在瀕危物種的保護中，其作用是複雜的，種群間隔離時間的長短、種群間的距離、種群的適應分化、種群大小以及所受到的天擇壓力等都對基因流產生影響，進而對物種的生存與演化產生影響 (李典謨等，2005)。

#### (四)玉山圓柏的潛在威脅及壓力

由上述觀點而言，若環境未產生劇變，以目前玉山圓柏之族群數量及開花物候狀態，短期並無立即瀕危的威脅壓力。唯長期而言，全球環境變遷下之氣候暖化現象，勢必使得生長於山巔之上的玉山圓柏，遭受更大的生存壓力及競爭，除了生育地的退縮之外，現有的族群被孤立於破碎而狹小的生態島嶼上，族群變小後，會受到遺傳漂變的影響，逢機的增加和減少基因頻率，長時間而言，族群內的遺傳變異必會降低，除了造成分化的結果外，對於環境的耐性及適應可能性，亦會降低。

除了上述氣候及環境變遷的長期影響因子外，高山地區的可達性增加及國民旅遊風氣的盛行，造成了高山生態系的遊憩衝擊，除了人為的物理傷害外，踐踏所造成的土壤環境改變皆是影響生態系物種生存的壓力，對於脆弱而恢復緩慢的高山生態系影響甚鉅，其中對於玉山圓柏而言，火燒的發生是干擾族群生長最大的因素，短時間數小時的祝融發生後，大面積的焚燒及大量族群的死亡，往往須要數百年的時間演替，方能恢復原來的狀態，秀姑坪、雪山主峰、雪山東峰、三六九山莊等地由人為不慎引起的火燒，玉山圓柏皆為受害的主角。

由於遺傳結構的變異與分化在玉山圓柏各地之族群間並無地理上之明顯隔離，在所分析的玉山圓柏個體中，各地具有相同 DNA 序列的祖先型佔了 73%，另一潛在的威脅

來自於外來生物或病源的危害，一旦發生上述的現象，其流傳感染的隔離阻礙則可能非常微弱，而個體之間相似的基因序列，應會發生大規模感病的可能性，因此對於外來物種或致病源之管制與監控，應是另一項須注意的課題。除了人類有意或無意的將外來物種引入外，棲息地受到干擾會增加外來種入侵的機會(DeFerrii *et al.* 1994, Williamson 1995)。因此控制人為的開發也是避免外來種入侵的方法之一。

另玉山圓柏之樹姿具觀賞價值，在區外保育的觀點中，除了種原(種子、標本樹)之保種保育外，試驗性的栽培是另一種有效的作法。在對瀕危物種進行保護計畫過程中，區內保護地點和區外保護的採用策略都必須根據遺傳學資料作為基礎(Hogbin *et al.* 1999, Falk *et al.* 1991)。對於遺傳變異主要存在於種群之內的物種(大多數風媒異花授粉的裸子植物)和遺傳變異主要分布於種群之間的物種(許多自花授粉的一年生草本植物)，應具有完全不同的取樣和保育策略(鄒喻革等，2001)。在區外保育的計畫中，如果是遺傳變異主要存在於種群間的物種，必須考慮以下的因素：1.任何一個種群的滅絕都會造成遺傳變異上很大的損失，2.區外保育必須考慮範圍內的所有種群，3.進一步實施遷移計畫時，可考慮進行種群間混植。

##### (五)玉山圓柏棲息地的保護

如前所述，引起物種瀕危的原因最重要棲息地破壞(李典謨等，2000)，因此除了避免不當的開發並建立調查研究與監測系統外，保護玉山圓柏生育地環境的健全則為經營、管理的主要目的，除了加強管制措施以避免過度的人為干擾與破壞外，野外工作及管理人員的人力增加與培訓是必要的，將可協助與執行環境的調查與監測機制的順利運作；另外利用推廣公眾教育進行生物多樣性保育觀念的傳播與強化，可發揮民族文化知識在生物多樣性保育中的作用(季維智 2000)。

## 陸、結論與建議

本研究於向陽地區之玉山圓柏開花物候、族群遺傳結構進行調查研究，其結論如下：

一、向陽地區玉山圓柏開花物候調查：共計標定了 32 株觀察樣株及 12 株永久觀察樣株，2008 年 4 月至 2009 年 3 月調查結果顯示：向陽地區之玉山圓柏，主要展葉期在 3~7 月間；花芽於 9 月開始出現至翌年 4 月，隨即陸續開花，主要花期為 3~9 月，其中 3~6 月開花者，隨即進入果實生長期，毬果於當年 10 月後陸續成熟，8~9 月開花者則至翌年 3 月方陸續開放，即玉山圓柏之雄毬花會以花苞的方式渡冬；而雌花苞則於 11 月方略成形而肉眼可辨識記錄，於 2~3 月間迅速發育膨大。

二、向陽地區玉山圓柏族群遺傳結構：由 5 個地區所採集 109 個玉山圓柏樣本之葉綠體 DNA 分析結果，1124bp 的序列差異中，其中計有 80 個樣本具有同樣之序列，應可視為玉山圓柏之祖先型序列，其餘之 29 個樣本各自在不同的鹼基對上產生變異，而這 29 個樣本則分散於各別的地點，以此一分析方法所得之結果顯示玉山圓柏在各個地區間之個體並無地理上之差異。其他分子技術所得之玉山圓柏遺傳現況為：

1. 玉山圓柏在臺灣高山地區之生育地環境距離尚不足以構成彼此間基因流之障礙，因此未呈現不同地域間之分化類型。
2. 玉山圓柏族群內個體變方成分佔總變方成分 87.09%，遠大於地區內族群的 9.06% 及地區間的 3.85%，大部分的變異主要存在於個體間。
3. 玉山圓柏族群基因流( $Nm$ )=3.7653，顯示玉山圓柏的基因流暢通。
4. 玉山圓柏之多型性基因座數( $np$ )平均值 72.9 佔 87.83%，具有較高之遺傳變異(傅慧雯 2002)。

就 ITS 片段序列之比較結果，15 個玉山圓柏樣本中，計有 11 個樣本具有同樣之序列，其餘 4 個樣本為雪山(S2)、關山(K1,K3)、關山嶺山(L2)分別在(第 891,893,895,897bp=S2)、(第 124,125bp= K1)、(第 290bp= K3)、(第 43,799bp= L2)的鹼基對位置上有不同之序列。

**三、玉山圓柏的威脅及壓力：**長期來自環境及氣候變遷，短期則來自人為遊憩壓力，影響最大的因子為火燒的發生。

**四、玉山圓柏保育策略及建議：**

**1. 研究方面：**玉山圓柏的生物學調查研究及監測系統之建立、玉山圓柏生育地環境及生態調查、全球環境變遷(氣候變化)對高山生態系的影響。

**2. 經營管理措施：**對於進入高山生態系(向陽山、關山、南橫三山等)之遊客進行遊憩管理，其方法可區分為：

直接管理：限制進入、管制人數及罰則的施行。

間接管理：加強宣導及解說設施、山岳倫理教育、環境維護、義工協助等。另外尚須研擬及編組高山地區災難救助之演練及處理程序，降低人為災害(火燒、遊憩壓力、外來種危害)的強度。

## 柒、參考文獻

- 王子定、孔繁熙、龔政敏 (1969a) 臺灣杉毬花之發育及構造之研究。臺大實驗林研究報告 68 號，第 1-20 頁。
- 王子定、劉家昌、龔政敏 (1969b) 巒大杉毬花之研究。臺大實驗林研究報告 71 號，第 1-33 頁。
- 王志強 (2007) 向陽山-三叉山-嘉明湖國家步道及向陽國家森林遊樂區植物及景觀資源調查。行政院農業委員會林務局委託研究計畫報告。
- 江澤平、王豁然 (1997) 柏科分類和分布：亞科、族和屬。植物分類學報 35(3): 236-248。
- 何春蓀 (1986) 臺灣地質概述與地質區分。經濟部中央地質調查所。
- 呂金誠 (1999) 武陵地區雪山主峰線植群與植栽應用之研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處八十八年度研究報告。
- 呂金誠、王志強 (2006) 雪霸自然保護區翠池地區玉山圓柏林族群結構調查。行政院農業委員會林務局委託研究計畫報告。
- 呂金誠、王志強 (2008) 雪霸自然保護區翠池地區玉山圓柏林天然更新之研究。行政院農業委員會林務局委託研究計畫報告。
- 李典謨、李欣海、郭中傳 (2000) 為什麼種群會滅絕。2000 年海峽兩岸生物多樣性與保育研討會論文集。34-46。國立自然科學博物館。
- 李典謨、徐汝梅、馬祖飛 (2005) 物種瀕危機制和保育原理。科學出版社。
- 李明佳、王鑄豪 (1984) 鼎湖山常見植物的物候--熱帶亞熱帶森林生態系統研究。中國科學院鼎湖山森林生態系統定位研究站編。科學普及出版社廣州分社，第 1-10 頁。
- 季維智 (2000) 雲南野生動物的多樣性及其保育。2000 年海峽兩岸生物多樣性與保育研討會論文集。57-70。國立自然科學博物館。
- 邱祈榮 (2001) 臺灣高山棲地島嶼之研究。中華林學季刊 34(3): 351-361。

- 金平亮三 (1936) 臺灣樹木志。臺灣總督府中央研究所。
- 施立明、賈旭、胡志昂 (1993) 遺傳多樣性。中國的生物多樣性—現狀及其保護對策。北京科學出版社 31~113。
- 柳楮 (1961a) 本省最新發現之一種寒帶林-香柏林。林試所通訊 109：859-862。
- 柳楮 (1961b) 南坑河流域森林植物生態之調查。臺灣大雪山林業公司。
- 柳楮 (1968) 臺灣植物群系之分類。臺灣省林業試驗所報告第 166 號。
- 柳楮 (1971) 臺灣植物群落之分類 II、高山寒原及針葉樹林群系。林試所報告 203：1-24。
- 洪茂森 (2003) 以 4-coumarate CoA ligase 基因進行臺灣冷杉族群親緣地理關係研究。國立臺灣大學植物科學研究所碩士論文。
- 洪德元、葛頌、張大明 (1995) 植物瀕危機制研究的原理和方法。生物多樣性研究進展。中國科學技術出版社。125~133。
- 胡志昂、張亞平 (1997) 中國動植物的遺傳多樣性。浙江科學技術出版社。
- 張茜、楊瑞、王欽、劉建全 (2005) 基於葉綠體 DNA trnT-trnF 序列研究祁連山圓柏的譜系地理學。植物分類學報 43 (6): 503-512。
- 陳正祥 (1957) 氣候的分類與分區。臺大農學院實驗林。
- 陳玉峰 (1997) 臺灣植被誌。晨星出版社 第 208-319 頁。
- 傅慧雯 (2002) 應用 ISSR 研究玉山圓柏之遺傳變異。國立中興大學植物學系碩士論文。
- 黃士元 (2002) 特有植物臺灣粗榧保育資源研究-以族群遺傳變異及生態生理特性觀點。國立中興大學植物學系博士論文。
- 黃朝慶、孫于卿 (1995) 清水圓柏分佈及生育地之調查研究。84 年度試驗研究計畫執行成果(植物組)。臺灣省特有生物研究保育中心印行。
- 楊金昌、王亞男、姜家華、賴裕芳 (1998) 塔塔加地區臺灣雲杉、臺灣鐵杉及玉山箭竹物候學之初步研究。中華林學季刊 31(3)：251-263。
- 楊國禎 (1988) 臺灣冷杉、玉山圓柏—兩種臺灣高海拔優勢植物。科學月刊 19(12):

894-899。

- 葛頌、洪德元 (1994) 遺傳多樣性及其檢測方法。中國科學技術出版社 123~140。
- 鄒喻華、葛頌、王曉東 (2001) 系統與進化植物學中的分子標記。科學出版社 140~149。
- 劉業經、呂福原、歐辰雄 (1994) 臺灣樹木誌。國立中興大學農學院叢書第 70- 80 頁。
- 劉焜錫 2002 向陽森林遊樂區生態資源調查期末報告。行政院農委會林務局臺東林區管理處。
- 歐辰雄 (2002) 雪霸國家公園植群生態調查—大雪山地區。內政部營建署雪霸國家公園管理處。
- 歐辰雄 (2004) 雪霸國家公園植群生態調查-大小劍地區。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 歐辰雄、呂金誠 (2003) 雪霸國家公園植群生態調查-尖石地區。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 鄭育斌 (2006) 長尾栲的親緣地理學研究。國立臺灣大學植物科學研究所博士論文。
- 賴杰治 (2004) 臺灣冷杉族群遺傳變異之研究。國立中興大學生命科學系博士論文
- 應紹舜 (1976) 雪山地區高山植群的研究。中華林學季刊 9(3)：119-135。
- 蘇鴻傑 (1974) 臺灣高山地區之香柏群落。臺大實驗林研究報告 113：101-112。
- 蘇鴻傑 (1988) 雪山香柏保護區植群生態之研究。林務局保育研究系列。
- Adams, R. P. 2000. Systematics of the one seeded *Juniperus* of the eastern hemisphere based on leaf essential oils and random amplified polymorphic DNAs. *Biochem. Syst. Ecol.* 28:529-543.
- Adams, R. P., 2004. *Juniperus* of the World: The genus *Juniperus*. Trafford Publ., Vancouver, B. C.
- Adams, R. P., A. E. Schwarzbach, S. Nguyen, J. A. Morris and J-Q. Liu, 2007. Geographic variation in *Juniperus deppeana*. *Phytologia* 89(2):132-150.

- Adams, R. P., C. Hsieh, J. Murata, R. N. Pandey, 2002. Systematics of *Juniperus* from eastern Asia based on Random Amplified Polymorphic DNAs (RAPDs). *Biochem. Syst. Ecol.* 30: 231-241.
- Adams, R. P., J. A. Morris, and A. E. Schwarzbach, 2008. Taxonomic affinity of Rushforth's Bhutan juniper and *Juniperus indica* using SNPs from nr DNA and cp trnC-trnD, terpenoids and RAPD data. *Phytologia* 90(2): 233-245.
- Adams, R. P., S. Nguyen and N. Achak., 2006. Geographic variation in *Juniperus phoenicea* (Cupressaceae) from the Canary Islands, Morocco and Spain based on RAPDs analysis. *Phytologia* 88(3): 270-278.
- Avise, J. C., 1994. *Molecular markers, Natural History and Evolution*. New York: Chapman & Hall.
- Bawa, K. S., 1983. Patterns of flowering in tropical plant. In Jones C. E., and R. J. Little (eds) *Handbook of Pollination Biology*. Van Nostrand Reinhold Company. pp. 394-410.
- Caron, H., Dumas, S., Marque, G., Messier, C., Bandou, E., Petit, R. J., Kremer, A., 2000. Spatial and temporal distribution of chloroplast DNA polymorphism in a tropical tree species. *Molecular Ecology* 9(8):1089 – 1098. Blackwell Science Ltd.
- Clegg, M. T., Gaut, B. S., Learn, Jr. GH., Morton, B. R., 1994. Rates and patterns of chloroplast DNA evolution. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 91: 6795-6801.
- Crandall, K. A., Bininda-Emonds O. R. P., Mace, G. M. *et al.*, 2000. Considering evolution processes in conservation biology. *Trends in Ecology & Evolution*. 15:290~295.
- DeFerrii, C. M., Naiman, R. J., 1994. A multi-scale assessment of the occurrence of exotic plant on the Olympic Peninsula, Washington. *Journal of Vegetation Science*, 5:247~258.
- Dumolin, S., Pemonge, M. H., Petit, R. J., 1997. An enlarged set of consensus primers



- for the study of organelle DNA in plants. *Molecular Ecology* 6: 393-397.
- Falk, D. A., Holsinger, K. E., 1991. Genetic and conservation of rare plants. New York: Oxford University Press.
- Farjon, A., 2001 World Checklist and Bibliography of Conifers. Kew.
- Farjon, A., 2005 Monograph of Cupressaceae and Sciadopitys. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Ferris, C., King, R. A., Vainola, R., Hewitt, G. M., 1998. Chloroplast DNA recognizes three refugial sources of European oaks and suggests independent eastern and western immigrations to Finland. *Heredity* 80: 584-593.
- Frankel, O. H., Soule, M. E., 1981, Conservation and Evolution. Cambridge: Cambridge University Press.
- Frankham, R., Ballou, J. D., Briscoe, D. A., 2002. Introduction to Conservation Genetic. Cambridge: Cambridge University Press.
- Franklin, I. R. 1980. Evolutionary change in small population. In: Soule, M. E. Wilcox, B. A. Conservation Biology: An Evolution-Ecological Perspective. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. Publisher, 135~150.
- Hewitt, G. M., 1996. Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation. *Biological Journal of the Linnean Society* (1996), 58: 247-276.
- Hogbin, P. M., Peakall, R. 1999. Evaluation of the contribution of genetic research to management of the endangered plant *Zieria prostrata*. *Conservation Biology*, 13:514~522.
- Huang, S. F., Hwang, S. Y., Wang, J. C., Lin, T. P., 2004. Phylogeography of *Trochodendron aralioides* (Trochodendraceae) in Taiwan and its adjacent areas. *Journal of Biogeography* 31: 1291-1239.
- Huang, S. F., Hwang, S. Y., Lin, T. P., 2002. Spatial pattern of chloroplast DNA variation of *Cyclobalanopsis glauca* in Taiwan and East Asia. *Molecular Ecology* 11:

2349-2358.

- Hwang, S. Y., Lin, T. P., Ma, C. S., Lin, C. L., Chung, J. D., Yang, J. C., 2003. Postglacial population growth of *Cunninghamia konishii* (Cupressaceae) inferred from phylogeographical and mismatch analysis of chloroplast DNA variation. *Molecular Ecology* 12: 2689–2695.
- Lande, R., 1988 Genetics and demography in biological conservation. *Science*, 241:1455~1460.
- Li, H. L., H. Keng, 1975 Cupressaceae In Huang, T. C. et al. *Flora of Taiwan* 1<sup>st</sup> ed. Vol. I p.534-544.
- Li, H. L., H. Keng, 1994 Cupressaceae In Huang, T. C. et al. *Flora of Taiwan* 2<sup>nd</sup> ed. Vol. I p.586-595.
- Lin, T. P., 2001. Allozyme variations in *Michelia formosana* (Kanehira) Masamune (Magnoliaceae), and the inference of glacial refugium in Taiwan. *Theoretical and Applied Genetics* 102:450-457.
- Lin, T. P., C. S. Lu, and Y. L. Yang., 1993. Allozyme variation in four populations of *Taiwania cryptomerioides* in Taiwan. *Silvae Genetica* 42 : 278-284.
- Lin, T. P., T. Y. Lee, L. F. Yang, Y. L. Chung, and J. C. Yang. 1994. Comparison of the allozyme diversity in several populations of *Chamaecyparis formosensis* and *Chamaecyparis taiwanensis*. *Can. J. For. Res.* 24 : 2128-2134.
- Lin, T. P., Wang, C. T., Yang, J. C., 1998. Comparison of genetic diversity between *Cunninghamia konishii* and *C. lanceolata*. *Journal of Heredity* 89: 370-373.
- Matyas, G., Sperisen, C., 2001. Chloroplast DNA polymorphism provide evidence for postglacial re-colonisation of oaks (*Quercus* spp.) across the Swiss Alps. *Theoretical and Applied Genetics* 102: 198-202.
- Mogensen, H. L., 1996. The hows and whys of cytoplasmic inheritance in seed plants. *American Journal of Botany* 83:383-404.
- Neale, D. B., Marshall, K. A., Harry, D. E., 1991. Paternal inheritance of chloroplast and

- mitochondrial DNA in incense-cedar (*Calocedrus decurrens*). *Canadian Journal of Forest Research*.21(5):717-720.
- Newton, A. C., Allnot, T. R., Gillies, A. C. M., Lowe, A. J., Ennos, R. A., 1999. Molecular phylogeography, intraspecific variation and conservation of tree species. *Trends in Ecology and Evolution* 14:140-145.
- Petit, R. J., Aguinagalde, I., De Beaulieu, J. L., Bittkau, C., Brewer, S., Cheddadi, R., Ennos, R., Fineschi, S., Grivet, D., Lascoux, M., Monhanty, A., Muller-Starck, G., Demesure-Musch, B., Palme, A., Martin, J. P., Rendell, S., Vendramin, G. G., 2003. Glacial refugia: hotspots but not melting pots of genetic diversity. *Science* 300: 1563-1565.
- Ryder, O. A., 1986 Species conservation and systematic: the dilemma of subspecies. *Trend in Ecology & Evolution*, 1:9~10.
- Šoljan, M., 1991 *Conifers Morphology and Variation*. Grafickizavod Hrvatske.
- Su, H. J., 1984 Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan(II): altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. *Quarterly Journal of Chinese Forestry* 17(4): 57- 73.
- Taberlet, P., Fumagalli, L., Wust-Saucy, A. G., Cossons, F., 1998. Comparative phylogeography and postglacial colonization routes in Europe. *Molecular Ecology* 7: 453–464.
- Tremblay, N. O., Schoen, D. J., 1999. Molecular phylogeography of *Dryas integrifolia*: glacial refugia and postglacial recolonization. *Molecular Ecology* 8:1187-1198.
- Williamson, M. 1995. *Biological invasions*. London: Chapman and Hall.
- Wolfe, P. G., Murray, R. A., Sipes, S. D., 1997. Species-independent, geographical structuring of chloroplast DNA haplotypes in a montane herb *Ipomopsis* (Polemoniaceae). *Molecular Ecology* 6:283-291.
- WRI, IUCN, UNEP. 1992. *Global Biodiversity Strategy: Guidelines for Action to Save*,

Study and Use Earth's Biotic Wealth Sustainability and Equitably.  
Washington D C; WRI.

## 附錄一、玉山圓柏樣本葉綠體 DNA 之序列

樣本	序	列	位置
ancestry(80)	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
A9	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
S13	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
S20	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
L9	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
L6	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
L1	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
K26	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
K8	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
K7	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
K5	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
H28	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
H26	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
H25	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
H14	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
H8	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
H5	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
A29	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
A27	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
A16	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
A14	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
A13	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
A12	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
A5	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
A15	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
H16	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
H27	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
S17	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
A11	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
S14	CATTACAAATGCGATGCTCTCACCTCTGAGCTAAGCAGGCTCATATGCATGCAGTATCAC		60
*****			

樣本	序	列	位置
ancestry	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
A9	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
S13	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAA <b>C</b> CGAATTAGA		120
S20	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
L9	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
L6	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
L1	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
K26	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
K8	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
K7	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
K5	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
H28	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
H26	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
H25	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
H14	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
H8	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCG <b>T</b> ATCGAATTAGA		120
H5	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
A29	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
A27	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
A16	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
A14	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
A13	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
A12	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
A5	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
A15	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
H16	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAAT <b>C</b> ATAGCGAATCGAATTAGA		120
H27	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
S17	<b>G</b> TGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
A11	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
S14	ATGCTTATTGGCTGAAAAGATCTCTTCGAAATCGCTAGAATTATAGCGAATCGAATTAGA		120
***** * *****			

樣本	序	列	位置
ancestry	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
A9	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
S13	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
S20	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
L9	ATAAATTATAGC <b>C</b> AATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
L6	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
L1	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
K26	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
K8	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
K7	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
K5	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
H28	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
H26	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
H25	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
H14	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
H8	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
H5	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
A29	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
A27	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
A16	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
A14	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
A13	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
A12	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
A5	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
A15	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
H16	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
H27	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
S17	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
A11	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
S14	ATAAATTATAGCGAATCGAATTAGAATATAATAATGCAATTCAGACTCAAATGAAACATT		180
*****			

樣本	序	列	位置
ancestry	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
A9	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGCAAG		240
S13	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
S20	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
L9	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
L6	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
L1	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
K26	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
K8	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
K7	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
K5	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
H28	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
H26	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
H25	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
H14	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
H8	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
H5	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
A29	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
A27	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
A16	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
A14	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
A13	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
A12	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCGAGCGGTAAG		240
A5	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGCGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
A15	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
H16	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
H27	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
S17	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
A11	GCATCAATTTATCTTGATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
S14	GCATCAATTTATCTTAATGGATTATTATAAAACAATAATGGGGCGTGGCCAAGCGGTAAG		240
***** **			



樣本	序	列	位置
ancestry	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
A9	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
S13	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
S20	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTCAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
L9	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
L6	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
L1	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
K26	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
K8	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
K7	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
K5	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
H28	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
H26	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
H25	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTCCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
H14	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
H8	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
H5	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
A29	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
A27	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTACTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
A16	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
A14	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
A13	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
A12	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
A5	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
A15	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
H16	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
H27	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
S17	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
A11	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTCGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
S14	GCAGCAGGTTTTGGTCCTGTTATTTTCGAAGGTTTGAATCCTTCCGTCCCAGGTGGAACAG		300
*****			

樣本	序	列	位置
ancestry	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
A9	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
S13	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
S20	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
L9	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
L6	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
L1	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
K26	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
K8	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
K7	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
K5	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
H28	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
H26	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
H25	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
H14	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
H8	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
H5	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
A29	TATTACTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
A27	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
A16	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
A14	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
A13	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
A12	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
A5	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
A15	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
H16	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
H27	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
S17	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
A11	TATTATTGAATTGAAAAAAGACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
S14	TATTATTGAATTGAAAAAAACTTATAGAAGGGAAATATGATTTTCGATAAGATTCTAAAT		360
*****			

樣本	序	列	位置
ancestry	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
A9	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
S13	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
S20	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
L9	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
L6	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
L1	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
K26	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
K8	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
K7	AGAGAAAGGGATATCTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
K5	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
H28	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
H26	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
H25	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
H14	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
H8	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
H5	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACTACATTGCATCAAAAATGC		420
A29	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
A27	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
A16	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
A14	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
A13	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
A12	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
A5	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
A15	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
H16	AGGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
H27	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
S17	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
A11	AGAGAAAGGGATATTTTTGCGGTGTAGGATGGGACGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
S14	AGAGAAAGGGATATTTTTTCGGTGTAGGATGGGATGATAACAACATTGCATCAAAAATGC		420
	** ***** ** ***** ***** ***** *****		

樣本	序	列	位置
ancestry	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
A9	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
S13	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
S20	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
L9	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
L6	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
L1	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
K26	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
K8	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
K7	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
K5	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
H28	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
H26	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
H25	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
H14	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
H8	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
H5	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
A29	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
A27	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
A16	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
A14	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
A13	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
A12	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
A5	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
A15	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
H16	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
H27	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
S17	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
A11	AGAAAGAATATAATGCTCACGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
S14	AGAAAGAATATAATGCTCATGCAAATGAAATAATTGATGGGATGCAATTATTGTTTTATG		480
***** * *****			

樣本	序	列	位置
ancestry	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
A9	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
S13	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
S20	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
L9	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
L6	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
L1	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
K26	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
K8	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
K7	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
K5	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
H28	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
H26	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
H25	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
H14	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
H8	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
H5	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
A29	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
A27	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
A16	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
A14	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
A13	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
A12	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
A5	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
A15	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
H16	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
H27	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
S17	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
A11	ATTTTCGTTCTACAAGAAGGGGATATGGCGGAATCGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
S14	ATTTTCGTTCTACAACAAGGGGATATGGCGGAATTGGTAGACGCTACGGACTTAAATTTTT		540
	*****		

樣本	序	列	位置
ancestry	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
A9	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
S13	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
S20	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
L9	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
L6	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
L1	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
K26	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
K8	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
K7	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
K5	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
H28	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
H26	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCGAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
H25	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
H14	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
H8	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
H5	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
A29	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
A27	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
A16	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
A14	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
A13	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
A12	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
A5	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
A15	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
H16	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
H27	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
S17	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
A11	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
S14	TGAGCCTTGGTATGGAAACTTACCAAGTGATAGCAATCCAAATCCAGGGAACCCTGGGATA		600
*****			

樣本	序	列	位置
ancestry	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
A9	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
S13	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
S20	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
L9	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
L6	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
L1	CTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
K26	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
K8	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
K7	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
K5	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
H28	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
H26	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
H25	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
H14	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
H8	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
H5	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
A29	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
A27	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
A16	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
A14	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
A13	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
A12	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
A5	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
A15	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
H16	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
H27	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
S17	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
A11	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
S14	TTTTGAATGGGCAATCCTGAGCCAAATCCGATTCTAGAGACAATAGTTTCCTTTCCGAG		660
*****			

樣本	序	列	位置
ancestry	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
A9	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
S13	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
S20	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
L9	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
L6	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
L1	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
K26	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
K8	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
K7	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
K5	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
H28	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
H26	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
H25	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
H14	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
H8	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
H5	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
A29	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
A27	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
A16	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
A14	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
A13	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
A12	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
A5	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
A15	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
H16	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
H27	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
S17	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
A11	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
S14	AACGGGATAGGTGCAGAGACTCAACGGAAGCTATTCTAACGAATCAACATAATTTGGATT		720
*****			



樣本	序	列	位置
ancestry	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
A9	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
S13	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
S20	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
L9	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
L6	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
L1	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
K26	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
K8	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
K7	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
K5	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
H28	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
H26	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
H25	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
H14	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
H8	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
H5	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
A29	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
A27	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
A16	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
A14	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
A13	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
A12	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
A5	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
A15	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
H16	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
H27	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
S17	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
A11	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
S14	GGATACAATCCATTTTTGGAAGTAATTAATTGTACGAGGATAAAGATAGAGCCCAATTCT		780
	** *****		

樣本	序	列	位置
ancestry	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
A9	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
S13	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
S20	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
L9	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
L6	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
L1	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
K26	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
K8	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
K7	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
K5	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
H28	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
H26	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
H25	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
H14	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
H8	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
H5	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
A29	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
A27	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
A16	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
A14	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
A13	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
A12	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
A5	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
A15	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
H16	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
H27	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
S17	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
A11	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
S14	ACATGTCAATGTCAACAACAATGAAAATTGGAGTAGGAGGAAAAATCCGTTGGTTTTATAG		840
*****			

樣本	序	列	位置
ancestry	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
A9	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
S13	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
S20	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
L9	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
L6	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
L1	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
K26	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
K8	ATCGTGAGGGTTCGAGG <b>G</b> CCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
K7	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
K5	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
H28	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
H26	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
H25	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
H14	ATCGTGAGGGT <b>A</b> CGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
H8	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
H5	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
A29	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
A27	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
A16	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
A14	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
A13	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
A12	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
A5	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
A15	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
H16	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
H27	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
S17	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
A11	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
S14	ATCGTGAGGGTTCGAGTCCCTCTATCCCCAGGTTATCTGTTTTATTTTCGACTGTATATA		900
	***** **		

樣本	序	列	位置
ancestry	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
A9	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
S13	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
S20	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
L9	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
L6	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
L1	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
K26	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
K8	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
K7	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
K5	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
H28	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
H26	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
H25	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
H14	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
H8	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
H5	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
A29	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
A27	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
A16	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
A14	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
A13	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
A12	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
A5	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
A15	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTCTATAAAATGATGT		960
H16	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
H27	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
S17	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
A11	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
S14	ACATACACAAATAATACACAATATATATATATATTGTGTATTATTTATTGTATAAAATGATGT		960
*****			

樣本	序	列	位置
ancestry	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
A9	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCCCTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
S13	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
S20	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
L9	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
L6	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
L1	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
K26	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
K8	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
K7	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
K5	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
H28	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
H26	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
H25	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
H14	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
H8	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
H5	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
A29	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
A27	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
A16	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
A14	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
A13	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
A12	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
A5	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
A15	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
H16	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
H27	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
S17	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
A11	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
S14	TTTTAGTTGTATCGTTGCTTCTACTCGTTC	CAAATGCTGTCTTTTACCCTTTTTGCTAGTT	1020
*****			

樣本	序	列	位置
ancestry	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
A9	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
S13	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
S20	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
L9	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
L6	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
L1	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
K26	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
K8	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
K7	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
K5	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
H28	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
H26	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
H25	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
H14	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
H8	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
H5	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
A29	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
A27	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
A16	GACAGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
A14	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
A13	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
A12	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
A5	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
A15	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
H16	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
H27	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
S17	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
A11	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
S14	GACAGGAGTTTGGTTACTGTGCTAGTATGATGCACAGGGGAACAGCCGGGATAGCTCAGT		1080
	*****		

樣本	序	列	位置
ancestry	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
A9	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
S13	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
S20	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
L9	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
L6	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
L1	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
K26	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
K8	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
K7	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
K5	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
H28	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
H26	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
H25	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
H14	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
H8	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
H5	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
A29	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
A27	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
A16	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
A14	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
A13	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
A12	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
A5	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
A15	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
H16	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
H27	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
S17	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
A11	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
S14	TGGTAGAGCAGAGGACTGAAAATCCTCGTGTACCCAGTTCAAAT		1124
***** * *****			

## 附錄二、玉山圓柏樣本 DNA 之 ITS 片段序列

樣本	序	列	位置
H1	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
K1	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
S3	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
K2	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
L2	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTTGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
A1	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
L1	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
S1	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
L3	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
S2	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
H2	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
H3	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
A3	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
A2	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
K3	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
maritime	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
ashei	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
scopulorum	CATTGTCGGTTCGAGACCCTGAATCGTGTAGGGGACGGAGCTCGCCTCCCTCCCCGCCCC	60	
*****			
H1	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
K1	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
S3	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
K2	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
L2	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
A1	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
L1	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
S1	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
L3	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
S2	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
H2	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
H3	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
A3	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
A2	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
K3	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
maritime	CAAAACCTCGGCGACGTGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
ashei	CAAAATCTCGGCGACGCGCGGACACTTGGCCTTGCAGCSATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
scopulorum	CAAAACCTCGGCGACGCGCGGACACTTGGCCTTGCAGCGATGCGCTGGAGGGCCAAGCTA	120	
*****			



樣本	序	列	位置
H1	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
K1	AAGAAATCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
S3	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
K2	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
L2	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
A1	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
L1	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
S1	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
L3	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
S2	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
H2	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
H3	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
A3	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
A2	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
K3	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
maritime	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
ashei	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
scopulorum	AAGGGTCCCGCGCCGTCGCGGTCGAGGGTCACATCGAATGCCGCGATCGAAAGCGTGGAT		180
	*** *****		
H1	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
K1	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
S3	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
K2	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
L2	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
A1	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
L1	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
S1	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
L3	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
S2	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
H2	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
H3	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
A3	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
A2	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
K3	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
maritime	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
ashei	TCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
scopulorum	TTCCCCGCGGTGCGAAGAGACTCGGACGCAAAATCTGGATCACAACCTGGTGCCTCCGAAAC		240
	* *****		

樣本	序	列	位置
H1	GACGTCTACGTCGGAGCGAGGGCTCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGATGTCCGGGCC		300
K1	GACGTCTACGTCGGAGCGAGGGCTCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGATGTCCGGGCC		300
S3	GACGTCTACGTCGGAGCGAGGGCTCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGATGTCCGGGCC		300
K2	GACGTCTACGTCGGAGCGAGGGCTCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGATGTCCGGGCC		300
L2	GACGTCTACGTCGGAGCGAGGGCTCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGATGTCCGGGCC		300
A1	GACGTCTACGTCGGAGCGAGGGCTCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGATGTCCGGGCC		300
L1	GACGTCTACGTCGGAGCGAGGGCTCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGATGTCCGGGCC		300
S1	GACGTCTACGTCGGAGCGAGGGCTCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGATGTCCGGGCC		300
L3	GACGTCTACGTCGGAGCGAGGGCTCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGATGTCCGGGCC		300
S2	GACGTCTACGTCGGAGCGAGGGCTCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGATGTCCGGGCC		300
H2	GACGTCTACGTCGGAGCGAGGGCTCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGATGTCCGGGCC		300
H3	GACGTCTACGTCGGAGCGAGGGCTCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGATGTCCGGGCC		300
A3	GACGTCTACGTCGGAGCGAGGGCTCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGATGTCCGGGCC		300
A2	GACGTCTACGTCGGAGCGAGGGCTCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGATGTCCGGGCC		300
K3	GACGTCTACGTCGGAGCGAGGGCTCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGAGGTCCGGGCC		300
maritime	GACGTCTGTGTCGGAGCGAGCGGCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGAGGTCCGGGCC		300
ashei	GACGTCTGTGTCGGAGCGAGCGGCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGAGGTCCGGGCC		300
scopulorum	GACTTTTGTGTCGGAGCGAGCGGCCCTGCTCGGTTGTAGTTCGGAGGAGGTCCGGGCC		300
	*** * * ***** * ***** ***** *****		
H1	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGGTCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
K1	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGGTCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
S3	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGGTCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
K2	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGGTCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
L2	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGGTCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
A1	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGGTCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
L1	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGGTCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
S1	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGGTCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
L3	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGGTCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
S2	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGGTCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
H2	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGGTCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
H3	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGGTCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
A3	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGGTCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
A2	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGGTCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
K3	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGGTCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
maritime	CGTCCCCGTTGAGATT - GCATGGCTCGATCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
ashei	CGTCCCCGTTGAGATT - GCATGGCTCGATCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		360
scopulorum	CGTCCCCGTTGAGATT - TCATGGCTCGATCGTGTGCGCGGCGCTGTGCCAGGGATCCGT		359
	***** ***** ***** ***** *****		

樣本	序	列	位置
H1	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
K1	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
S3	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
K2	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
L2	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
A1	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
L1	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
S1	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
L3	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
S2	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
H2	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
H3	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
A3	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
A2	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
K3	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
maritime	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
ashei	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		420
scopulorum	CGATTCGTCGGCGGCAAGTCGGGACTGCCGCAACCCCCGTTGCGTTTGCTCAGGTGTTA		419
*****			
H1	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTGTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
K1	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTGTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
S3	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTGTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
K2	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTGTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
L2	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTGTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
A1	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTGTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
L1	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTGTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
S1	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTGTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
L3	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTGTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
S2	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTGTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
H2	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTGTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
H3	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTGTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
A3	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTGTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
A2	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTGTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
K3	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTGTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
maritime	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTTTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
ashei	ACTCGCCTCTGGGAGCGTTCTTTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		480
scopulorum	ACTCGCCCCTGGGAGCGTTCTTTGTTTCAGGATGGGTGCACTCGCATGATCTGCGTGGCAG		479
*****			

樣本	序	列	位置
H1	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTTGCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
K1	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTTGCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
S3	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTTGCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
K2	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTTGCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
L2	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTTGCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
A1	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTTGCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
L1	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTTGCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
S1	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTTGCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
L3	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTTGCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
S2	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTTGCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
H2	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTTGCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
H3	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTTGCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
A3	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTTGCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
A2	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTTGCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
K3	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTTGCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
maritime	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTCTCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
ashei	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTCTCGGGGACTCCCCACTTTGCGAGGTGATG		540
scopulorum	GGGCCCCCGTCCGACGACAAGACTCTCCCTCTCGGGGACTCCCACCTTTGCGAGGTGATG		539
	*****	*****	*****
H1	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
K1	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
S3	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
K2	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
L2	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
A1	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
L1	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
S1	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
L3	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
S2	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
H2	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
H3	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
A3	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
A2	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
K3	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
maritime	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCCCTCGGGTCTCGGAGGGCGGGAT		599
ashei	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		599
scopulorum	GGGCGGGGACACACCACAGCGTTCTTCGTTCGCACCCC-TCGGGTGCTCGGAGGGCGGGAT		598
	*****	*****	*****

樣本	序	列	位置
H1	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
K1	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
S3	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
K2	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
L2	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
A1	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
L1	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
S1	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
L3	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
S2	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
H2	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
H3	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
A3	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
A2	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
K3	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
maritime	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		659
ashei	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		659
scopulorum	GTGTCAACACCCAACACACGGGTGCGCACCGCGCACCTTAGAAATCCAAAAGAATGAAGT		658
*****			
H1	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAAAACATAACGAAATCAG		718
K1	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAAAACATAACGAAATCAG		718
S3	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAAAACATAACGAAATCAG		718
K2	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAAAACATAACGAAATCAG		718
L2	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAAAACATAACGAAATCAG		718
A1	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAAAACATAACGAAATCAG		718
L1	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAAAACATAACGAAATCAG		718
S1	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAAAACATAACGAAATCAG		718
L3	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAAAACATAACGAAATCAG		718
S2	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAAAACATAACGAAATCAG		718
H2	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAAAACATAACGAAATCAG		718
H3	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAAAACATAACGAAATCAG		718
A3	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAAAACATAACGAAATCAG		718
A2	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAAAACATAACGAAATCAG		718
K3	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAAAACATAACGAAATCAG		718
maritime	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAACATAACGAAATCAG		719
ashei	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGCCGGACGAAAGAGAAACATAACGAAATCAG		719
scopulorum	GCGATCCAGCGCCTTGTGCGCTTGGGTCGGACGAAAGAGAAACATAACGAAATCAG		718
*****			

樣本	序	列	位置
H1	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
K1	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
S3	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
K2	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
L2	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
A1	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
L1	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
S1	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
L3	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
S2	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
H2	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
H3	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
A3	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
A2	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
K3	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
maritime	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		779
ashei	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		779
scopulorum	ACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCCACGATGAAGAATGTAGCGAAATGCGATAC		778
*****			
H1	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
K1	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
S3	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
K2	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
L2	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
A1	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
L1	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
S1	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
L3	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
S2	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
H2	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
H3	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
A3	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
A2	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
K3	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
maritime	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		839
ashei	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		839
scopulorum	TTAGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAATCATCAAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAG		838
*****			

樣本	序	列	位置
H1	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		898
K1	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		898
S3	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		898
K2	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		898
L2	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		898
A1	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		898
L1	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		898
S1	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		898
L3	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		898
S2	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCTCTCGGA		898
H2	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		898
H3	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		898
A3	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		898
A2	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		898
K3	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		898
maritime	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		899
ashei	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		899
scopulorum	GCCTCGGCCAAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCGCACTCCAAAATTGCCCTCCCCCGCGAG		898
***** *			
H1	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
K1	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
S3	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
K2	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
L2	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
A1	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
L1	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
S1	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
L3	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
S2	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
H2	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
H3	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
A3	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
A2	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
K3	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
maritime	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		959
ashei	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTGGGGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		959
scopulorum	GAGCGTAGATGGCCGTCCGTGTCCGCAAGTACGCGGTCGGCTGAAATGAGCACGAGGTC		958
***** *****			

樣本	序 列	位置
H1	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
K1	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
S3	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
K2	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
L2	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
A1	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
L1	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
S1	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
L3	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
S2	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
H2	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
H3	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
A3	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
A2	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
K3	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
maritime	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	981
ashei	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	981
scopulorum	CGTCGATCCGTCGCGACGAGCG	980
	*****	



## 附錄三、期中及期末審查紀錄及修正意見

行政院農業委員會林務局臺東林區管理處  
向陽地區玉山圓柏族群遺傳多樣性調查及保育策略研究  
期中報告審查會議會議紀錄

壹、開會時間：97年9月17日(星期三)下午15時00分

貳、開會地點：本處C棟三樓簡報室

參、主持人：黃課長群策 紀錄：黃志堅

肆、出席(列)席單位及人員：(詳後附簽到簿)

伍、報告事項：洽悉。

陸、會議紀錄：

一、楊委員遠波：

(一) 進行PCR及cp DNA序列分析時，如果本地區沒有地形變化過大的情形下，所有之玉山圓柏可視同一個族群，因而在DNA序列取樣之樣本可不必很多。但是可否對本區玉山圓柏海拔分布最低和最高處取樣進行PCR分析，研究不同分布海拔高度的樣本是否有差異？作為氣候變遷應對策略的參考。

(二) 對於雌雄同株的玉山圓柏，建議觀察一下，或許此種植株之雄花沒有作用或是雌花為不孕性。

王志強助理教授回應：

(一) 依委員的建議，我們將視初步分析結果來調整樣本數的實驗、統計及分析。

(二) 針對此一問題，蒐集文獻及持續觀察。

二、楊委員勝任：

(一) 能否針對分布式樣及狀態作說明？(P6)。

(二) 何謂奠基者效應？(P24)。能否在文中作敘述？文中此類之專業名詞，建議將英文原文列出，並加註說明。

(三) 能否多談族群遺傳多樣性與保育策略之間的關聯性，或彼此的關係。

(四) (P51)的附錄應放在(P31)，因為分析方法很重要。

(五) 為何會有雌雄同株現象，Adams對此有何看法？

(六) 表5-4量測地徑，與表5-3、5-5胸徑不同？是否為筆誤？或是另有原因？

(七) Adams的分析僅以3個樣本，本文若能循Adams的方法，看看結果是否有不同？

(八) (P29)第三段的3種亞型描述可能有錯，請查明。

(九) (P30)的分析法並未指出引用的文獻！

(十) 為何要量樣枝長與樣枝徑？與分析結果有關嗎？是否有其遺傳多樣性分析的意義？

(十一) (P11)Adams的結果能否充分以Key method將主要差異顯示出？可否以中文敘述之。

(十二) 王老師做了很多研究報告，建議能否將玉山圓柏族群生態發表在相關期刊，以利在文獻上的引用。

(十三) 本研究很多的資料收集與親緣地理學討論，是很好的資料，可作為後續研究基礎。

王志強助理教授回應：

(一) 圖2-3顯示，依據RAPDs分析後的樹形圖，玉山圓柏及香柏存在較大的差異。

(二) 奠基者效應即創始者效應，依委員建議，於期末報告內將對專有名詞及其意義進行說明。

(三) 期末報告中依實驗分析結果進行相關討論。

(四) 依委員意見修正。

(五) Adams教授對於圓柏雌雄同株的現象並未見著墨，將蒐集文獻及資料討論。

- (六) 係為筆誤，應皆為地徑。
- (七) 參酌辦理。
- (八) 依委員意見修正。
- (九) 補充加入文獻。
- (十) 對於花果的量測計算，原以總量計算，加入樣枝長度的參數，以求取單位體積或面積之介量。
- (十一) 依委員意見修改檢索表。
- (十二) 參酌辦理。
- (十三) 感謝委員指教。

### 三、賴委員國祥：

- (一) 圖表的格式宜正確、一致(依正式的論文及報告的格式)，另表次、圖次的內容需再核對整理。
- (二) 表格內容有些需註解、表示方式宜更清楚：例(P16)潛在分布地點、(P32)表 5-1 之習性 T、M、S 何意？、(P34)統計圖格式應一致、各表之經緯度的表示法。
- (三) 參考文獻有缺或格式及內容有誤，如年代前後不一致，建議再核對。
- (四) 遺傳結構的分析部分，如果能和大陸的資料作比對更好，在往後的研究計畫中值得進行這方面的比較。
- (五) (P35)本研究中玉山圓柏為同步開花或連續開花？雄花雌花有差別嗎？請敘明。

### 王志強助理教授回應：

- (一)(二)(三)依委員意見修正。
- (四) 參酌委員意見辦理。
- (五) 玉山圓柏為同一株之不同花苞為同步開花。

### 四、主席總結：

- (一) 期中報告通過，受委託單位可依合約規定申請撥付第 2 期款。
- (二) 請受委託單位依據審查委員意見修正並執行，讓本計畫能夠更完善。
- (三) 有關本案主題遺傳多樣性及保育策略研究，請多著墨。
- (四) 有關島嶼生態學與植物避難所之資料請多增加，應可作為本研究保育策略研擬之參考。

行政院農業委員會林務局臺東林區管理處  
向陽地區玉山圓柏族群遺傳多樣性調查及保育策略研究  
期末報告審查會議會議紀錄

壹、開會時間：98年3月26日(星期四)下午14時00分

貳、開會地點：本處C棟三樓簡報室

參、主持人：張處長彬 紀錄：黃志堅

肆、出(列)席單位及人員：(詳後附簽到簿)

伍、報告事項：洽悉。

陸、會議紀錄：

一、楊委員遠波：

(一) 摘要中提及「生殖隔離」，但內文中從未提及，且亦無證據證明其不具生殖隔離，故建議刪除。

王志強助理教授回應：依委員建議辦理。

(二) 最近幾年國外有文章論及玉山圓柏之種類歸屬，請王博士參考最近文章。

王志強助理教授回應：感謝委員提供資訊，依委員建議參酌辦理，將新近學者之看法加以比較列入。

(三) 第65頁第二行說其基因流暢通，此論說是以DNA差異不大而推論，但非直接證據，故建議刪除「加以基因流暢通」此七字。

王志強助理教授回應：依委員建議辦理。

(四) 第16頁分布圖，是實際分布圖或潛在圖？可否加上實際分布？

王志強助理教授回應：依各委員建議將圖例中之潛在分布圖修改為分布圖。

(五) 本研究中有發現玉山圓柏果實有10月及2月成熟的情形，可有發現其在DNA上有差異嗎？

王志強助理教授回應：依調查研究的資料顯示，並無差異。

二、楊委員勝任：

(一) 雖cpDNA的遺傳變異不高，建議將各地區的遺傳歧異度及各個單型(halotypes)的分布列表說明，如此可比較明確知道哪個地區遺傳歧異度高。

王志強助理教授回應：依委員建議辦理。

(二) 各個地區間的遺傳分化程度(Fst值)以及基因交流(Nm值)列表說明。

王志強助理教授回應：依委員建議辦理。

(三) 建議採用高敏感性的標誌物來偵測遺傳變異，例如微衛星DNA(micro-satellite DNA)可能是一個可利用的方法。

王志強助理教授回應：若未來持續研究，考慮委員建議辦理。

(四) 英文題目建議加入area(即siangyang area)。

王志強助理教授回應：依委員建議辦理。

(五) P.44-P.48應移至P.30(一)研究材料。

王志強助理教授回應：依委員建議辦理。

(六) 初步ITS資料顯示玉山圓柏遺傳變異在核DNA似乎很低，未來若完成全部樣本，可能依然會顯示低度遺傳變異。

王志強助理教授回應：初步ITS資料，呈現述結果，若採用更多之primer作檢測，或許會有其他結果。

(七) 如果可能，花果期應持續觀察紀錄。

王志強助理教授回應：依委員建議辦理，目前本研究團隊仍持續觀察記錄中。

(八) 裸子植物是隔年果熟，但玉山圓柏在43的物候觀察中卻有同年果熟的情形，請說明之。

王志強助理教授回應：部份之裸子植物因繁殖特性(松科植物—花粉管到達胚珠時間長)，因而種實於翌年成熟，而玉山圓柏生長於高海拔山地，生長季短，種實度冬受害較大，故可能於當年度成熟。

(九) 若研究結果與前人(參考)文現有結果不同者，應在本研究結果與討論中提出說明，這是很重要的研

究結果。

**王志強助理教授回應：**依委員建議辦理，於結案報告書內補充說明。

(十)其餘列於紙本，請參考。

**王志強助理教授回應：**感謝委員協助，參酌委員建議辦理。

**(三)賴委員國祥：**

(一)摘要可略敘述玉山圓柏之獨特性與重要性。

**王志強助理教授回應：**依委員建議辦理。

(二)P.31 第一段「DNA 之分析法」刪除。

**王志強助理教授回應：**依委員建議辦理。

(三)P.66 第一段：向陽地區玉山圓柏開花物候調查，宜將雌花加入，或與雄毬花合併敘述。

**王志強助理教授回應：**依委員建議辦理。

(四)表、圖及參考文獻之修正見內文。

**王志強助理教授回應：**感謝委員協助，參酌委員建議辦理。

**(四)林務局陳技士美惠：**

(一)同一地區，不同齡級之 DNA 比較，不支是否可看出玉山圓柏之基因流變化，因本研究都是採喬木樣本。

**王志強助理教授回應：**本研究採樣之樣本，包含灌木、喬木及中間型，並記錄其地際直徑，經比較上述三種習性之樣本，並未顯示在不同地區、不同習性及不同直徑級間有顯著之差異。

**(四)主席總結：**

(一)期末報告通過，受委託單位請於一個月內完成報告修正，並可依合約規定申請撥付第 3 期款。

(二)期中、期末報告之委員意見與回應請列於報告附錄中。

## 附錄四、圖說



1.玉山圓柏雄花苞(2008/11/15)



2.玉山圓柏雌花苞(2008/11/15)



3.向陽山之玉山圓柏生長狀態



4.關山之玉山圓柏灌叢



5.關山之玉山圓柏喬木林



6.向陽山之玉山圓柏單株



7.合歡山之玉山圓柏灌叢



8.雪山地區之玉山圓柏喬木林



9.玉山圓柏於岩屑地上呈矮盤灌叢



10.玉山圓柏毬果熟時黑紫色



11.玉山圓柏喬木單株



12.玉山圓柏喬木胸徑可達 1.8m



13.玉山圓柏雄花苞(2008/11/10)



14.玉山圓柏毬果(2008/08/03)



15.研究人員進行物候觀察及記錄



16.發育中毬果 (2008/05/10)



17.關山山頂之玉山圓柏灌叢



18.關山玉山圓柏喬木單株



19.岩屑地及風衝地帶之玉山圓柏灌叢



20.雌雄同株之玉山圓柏個體