

九九峰自然保留區森林植群及稀有植物 資源調查

成果報告



委託單位：農業部林業及自然保育署南投分署

執行單位：國立嘉義大學

計畫主持人：張坤城副教授

協同主持人：呂福原名譽教授

調查人員：龐嘉慧、鄭巧筠、盧雅恩、張博任

曾茹憶、蘇漢霖、曾祖親、賴梓杰、賴采妍、安慶瑜

中華民國 113 年 9 月

摘要

本計畫共設置 32 個 10×25 m² 調查樣區，植物資源共計調查到維管束植物 131 科 361 屬 523 種，含蕨類植物 68 種、裸子植物 3 種、被子植物 452 種，維管束植物種類以禾本科及菊科最多，各有 29 種；稀有植物 22 種，臺灣特有種計有 69 種，歸化種與栽培種植物分別為 63 種與 14 種。歸化植物以菊科 15 種最多，禾本科 7 種次之，其中屬於世界百大入侵種植物，共計有 6 種。區域內歸化植物覆蓋面積共紀錄約 32,420.55 m²，以大花咸豐草(*Bidens alba* var. *radiata*)及香澤蘭(*Chromolaena odorata*)之危害最為嚴重。影響木本植群分布顯著環境因子為干擾程度、全天光空域、地形位置、水分梯度、土壤含石率及海拔高；本研究木本植物樣區經矩陣群團分析(matrix cluster analysis, MCA)，分為江某型(*Schefflera octophylla* type)、月橘-血桐型(*Murraya paniculata* - *Macaranga tanarius* type)、水雞油型(*Pouzolzia elegans* type)、白匏仔型(*Mallotus paniculatus* type)、長梗紫麻型(*Oreocnide pedunculata* type)等 5 個植群型；均勻度指數為 0.46-0.87，Shannon-Wiener 多樣性指數為 0.51-2.1，Simpson 多樣性指數為 0.26-0.82。將本研究結果綜合過去 1992 年之研究，本區之植群型於中、下坡、溪谷等地，因受到落石崩塌等干擾，目前大多為演替初期至中期之次生林組成，其植物社會為江某型、月橘-血桐型、水雞油型、白匏仔型、長梗紫麻型，而陡峭山壁則以落葉樹種占優勢之落葉闊葉樹林及臺灣蘆竹(*Arundo formosana*)為主，稜線則保留過去遺留之植物社會如臺灣櫟型(*Zelkova serrata* type)、臺灣二葉松-臺灣紅豆-大頭茶型(*Pinus taiwanensis*-*Ormosia formosana*-*Gordonia axillaris* type)、圓果青剛櫟-小西氏石櫟型(*Cyclobalanopsis globosa*-*Pasania konishii* type)、白柏-小西氏石櫟型(*Sapium discolor*-*Pasania konishii* type)。

【關鍵詞】九九峰自然保留區、崩塌地、矩陣群團分析、植群生態

Abstract

This study established 32 investigating plots, each 10×25 m², and a total of 523 species of vascular plants from 131 families and 361 genera recorded. These plant species included 68 species of ferns, 3 species of gymnosperms, 452 species of angiosperms. The most abundant families were Poaceae and Asteraceae, with 29 species each. The study also identified 22 rare plant species, 69 endemic species to Taiwan, 63 naturalized species, and 14 cultivated species. Among the naturalized species, Asteraceae had the highest representation with 15 species, followed by Poaceae with 7 species. Notably, 6 of these naturalized species are listed among the world's top 100 invasive species. The total area covered by naturalized species within the region was recorded as approximately 32,420.55 m², with *Bidens alba* var. *radiata* and *Chromolaena odorata* causing the most severe impacts.

The environmental factors significantly influencing the distribution of woody plant communities were the degree of disturbance, whole light sky space, topographic position, moisture gradient, stoniness, and altitude. Through Matrix Cluster Analysis (MCA), the woody plant plots were categorized into five community types: *Schefflera octophylla* type, *Murraya paniculata* - *Macaranga tanarius* type, *Pouzolzia elegans* type, *Mallotus paniculatus* type, and *Oreocnide pedunculata* type. The evenness index ranged from 0.46 to 0.87, the Shannon-Wiener diversity index ranged from 0.51 to 2.1, and the Simpson diversity index ranged from 0.26 to 0.82.

By integrating these results with a previous study from 1992, the plant communities in this area, particularly on mid to lower slopes and valleys, were mostly early to mid-successional secondary forests due to disturbances such as rockfalls. The main plant communities in these areas are the *Schefflera octophylla* type, *Murraya paniculata* - *Macaranga tanarius* type, *Pouzolzia elegans* type, *Mallotus paniculatus* type, and *Oreocnide pedunculata* type. Steeper cliffs are dominated by deciduous broad-leaved forests, with *Arundo formosana* prevalent, while ridge lines preserve remnant plant communities such as the *Zelkova serrata* type, *Pinus taiwanensis* - *Ormosia formosana* - *Gordonia axillaris* type, *Cyclobalanopsis globosa* - *Pasania konishii* type, and *Sapium discolor* - *Pasania konishii* type.

【Keywords】Jiujiu Peaks Nature Reserve · Landslide Area · Matrix Cluster Analysis · Plant Community Ecology

一、 計畫緣起

九九峰地區是國內著名頭嵙山層之火燄山地形，其特殊地質地貌，深具科學研究價值。本區因九二一地震，造成大規模崩塌，為保存其地震崩塌斷崖之特殊地景，農業部(原行政院農業委員會)於 2000 年 5 月 22 日依照文化資產保存法公告成立「九九峰自然保留區」，該地劃設為自然保留區已逾 20 年，長久以來人為擾動少。林業及自然保育署(以下簡稱林業保育署)南投分署擬定九九峰自然保留區管理維護計畫，將此區作為自然災變後生態演替的觀察記錄場域，透過長期監測本區生物資源動態，並建置各類生態資源及地質之基本資料庫，以達成生態保育、學術研究、環境教育等目標。經長期監測，目前全區植被覆蓋率已超過 9 成。

本計畫為瞭解九九峰自然保留區在無人為干擾之原始自然狀態下，崩塌地植生復原情形及森林植群演替變遷狀況，擬進行該區植群及稀有植物資源調查，並提出稀有植物解說文案及復育規劃，建立區內維管束植物名錄以及外來種植物名錄，並提出相關經營管理建議，另外亦辦理工作站人員調查訓練及周邊社區環境教育推廣，調查研究成果可作為管理單位擬訂各項措施及經營管理之參考。

二、 計畫目標與工作項目

- (一) 九九峰自然保留區植物資源調查：蒐集及彙整本區植物調查文獻資料，進行森林植群、稀有植物資源及外來入侵種植物調查，並更新保留區植物名錄。
- (二) 針對既有永久樣區及新設置之樣區進行植群調查，並且對於植群資料進行分析，包含植群組成、植群分類、多樣性分析及優勢樹種族群結構等，並盤點具代表性及易到達之樣區，擬定標準作業程序及調查規劃建議供機關後續執行參考。
- (三) 辦理工作站人員調查訓練及周邊社區生態環境教育推廣。
- (四) 進行區內稀有植物之調查並針對稀有物種撰擬介紹文案並提出復育規劃建議。
- (五) 依據調查結果，針對本區植物演替情況提出經營管理檢討及建議。
- (六) 提供九九峰自然保留區調查研究、棲地環境及植物照片至少 50 張（相片規格至少 1,000 萬畫素以上），以供機關後續進行相關宣導使用。

三、 調查區域概況

(一) 地理位置

九九峰自然保留區位於大肚溪中游之烏溪北岸，埔里事業區第 8 到 13 林班，15 到 20 林班(部份小班)範圍，行政區分屬南投縣草屯鎮、國姓鄉以及臺中市霧峰區及太平區境內(圖 1)，保留區面積為 1,212.81 ha，海拔高度介於 200-780 m 之間。九二一地震造成九九峰地區崩塌，形成地形地質上極為特殊的景觀(圖 2)，依據文化資產保存法第四十九條暨同法施行細則第七十二條，奉 2000 年 5 月 22 日行政院農業委員會(八九)農林字第 890020495 號公告為自然保留區。

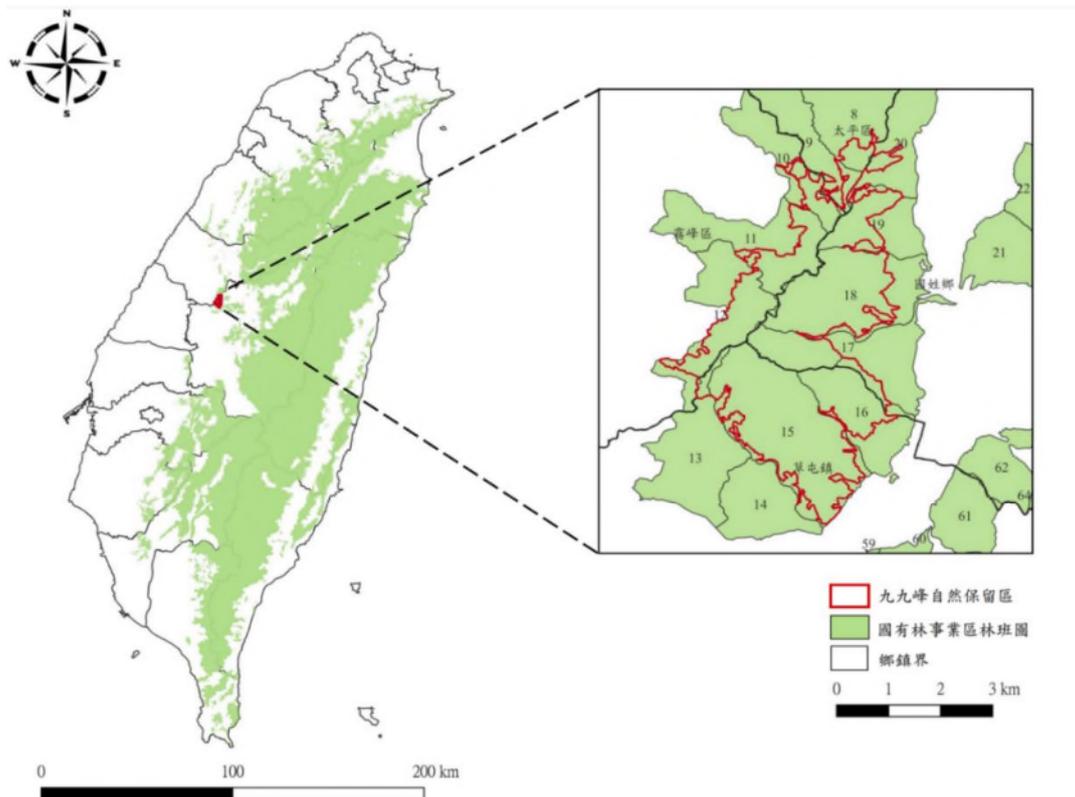


圖 1 九九峰自然保留區位置



圖 2 九九峰自然保留區景緻

(二) 地質與地形

根據臺灣地質圖的資料九九峰的地質屬於臺灣西部第四紀更新世的頭嵙山層(圖 3)。頭嵙山層可分為上中下三部：下部岩層厚 900 m，大部分由砂岩和頁岩夾礫石薄層所組成，中部岩層主要由砂、粘土和礫石的互層組成，厚度約 50-100 m 之間，上部以塊狀礫岩為主，夾有薄層砂岩，厚度在數百公尺以上；本岩層的主要出露地區在地形上常發育成為鋸齒狀的山峯和比較高的臺地；頭嵙山層一般可以分為兩個岩相，彼此間是漸變的，一為礫岩相，一為砂岩和頁岩相；巨厚塊狀的礫岩在頭嵙山層的上部比較發達，常形成峻峭懸崖和鋸齒狀的山嶺；礫岩厚度在數百公尺到一千公尺之間，礫石以沉積岩為主，其中石英岩和堅硬的砂岩約佔 50%；礫石的形狀為圓形到次圓形，直徑大小在數公分到一公尺之間；礫岩的膠結物大多為細砂(何春蓀，1975)。

礫岩為卵礫石和其間的砂礫基質經過膠結和或壓密等成岩作用所形成；九九峰礫岩層中的卵礫石包含碟狀、球狀、板狀及柱狀等四種，其中碟狀約佔 40%，球狀約 35%左右。九九峰外型似一倒過來的飯碗，坡度介於 50°至 85°之間(圖 4)，有超過 50%的邊坡坡度介於 60°至 70°之間，每個山巒的坡度都相當陡峭，加上區域的侵蝕溝密佈，剖面大都呈現明顯的 V 字型樣貌。現地有乾溪、油車坑溪、田尾坑溪以及仙洞指坑溪等四條溪谷發育並貫穿其中(圖 5)，溪谷平常沒有水流，只有在大雨過後才有水流跡象(李俊宏等，2003；林務局，2019)。

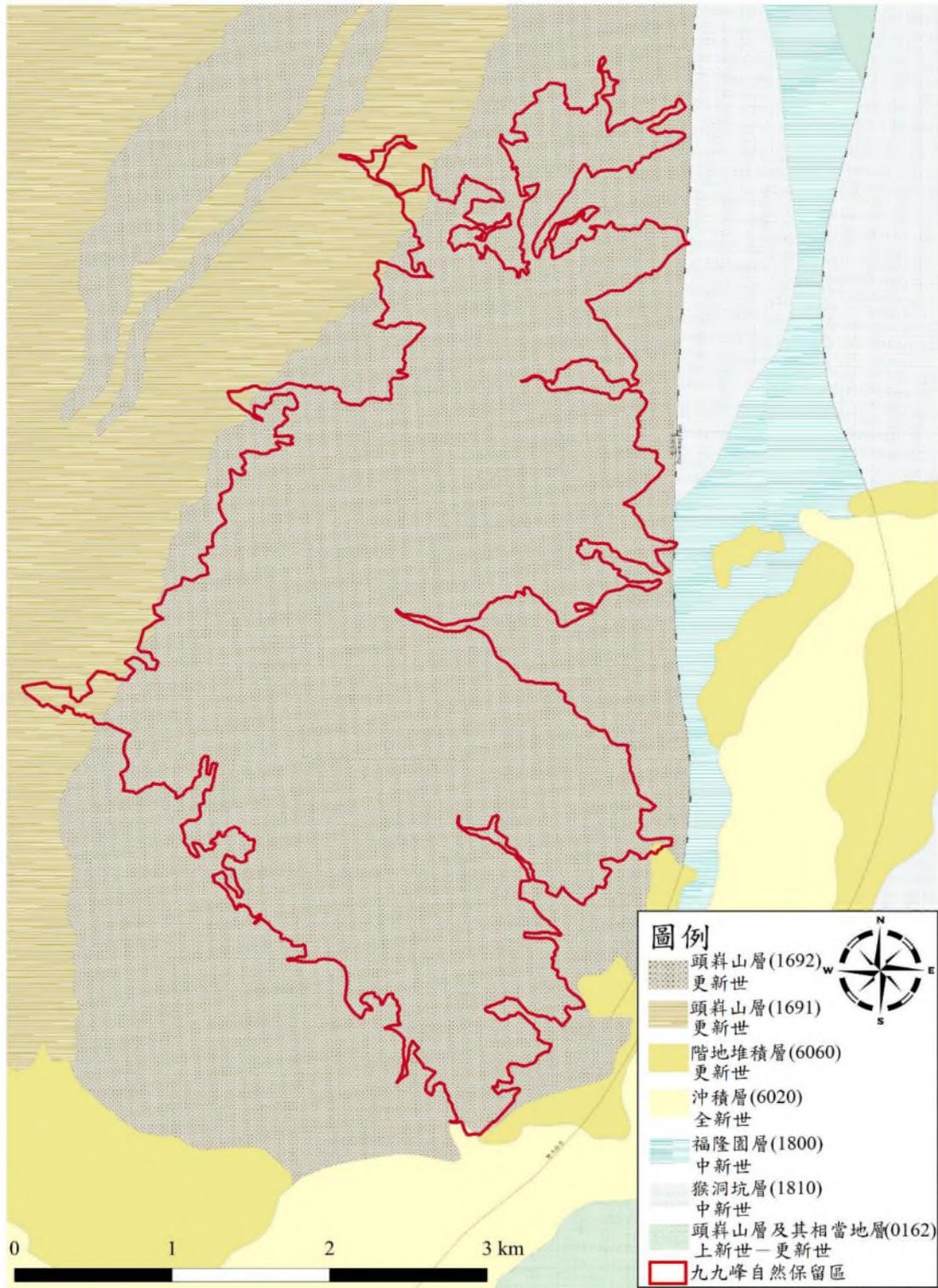


圖 3 九九峰自然保留區地質圖
(底圖取自中央地質調查所地質圖圖磚(五萬分之一))

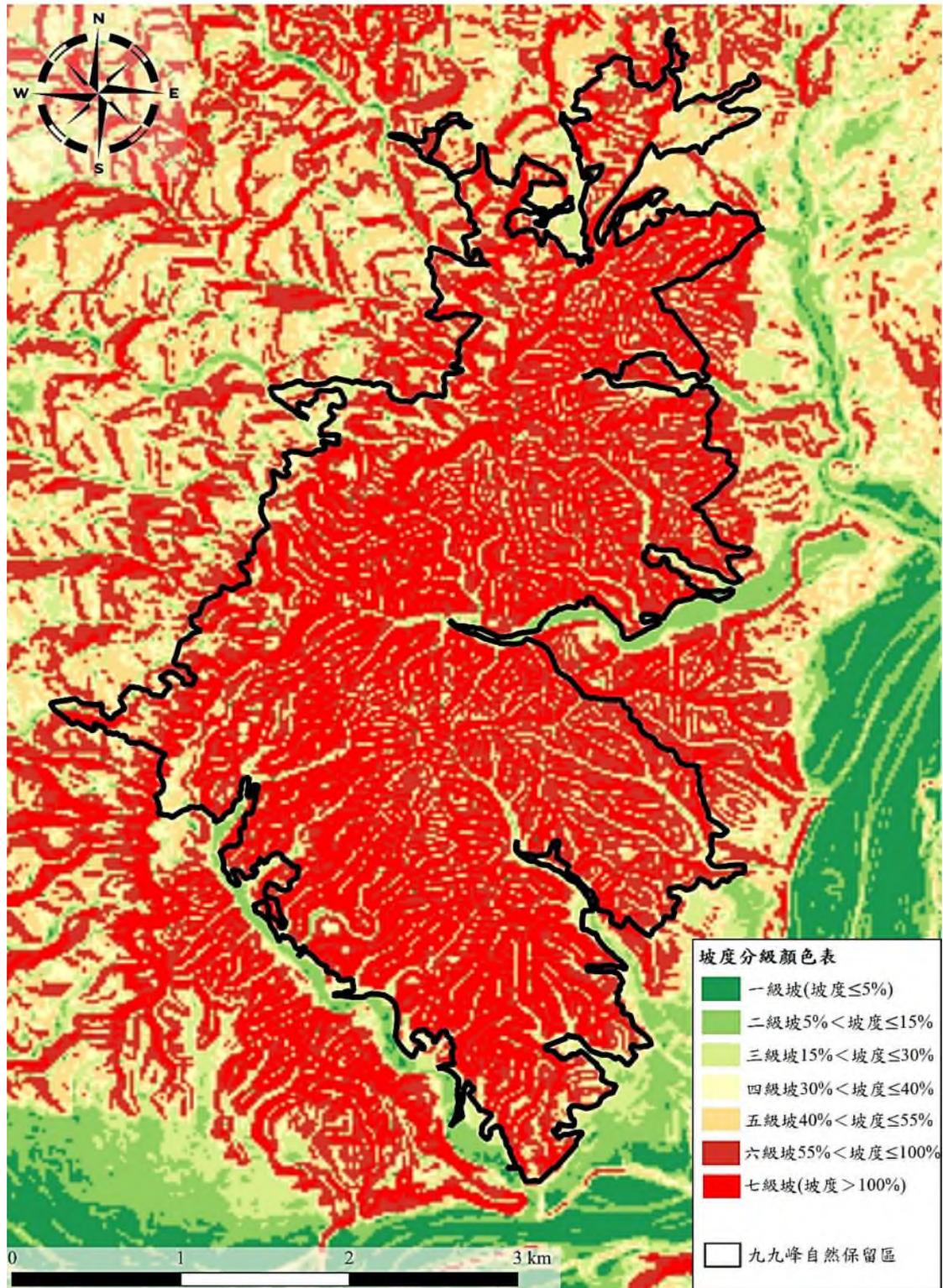


圖 4 九九峰地區坡度圖
 (底圖取自內政部國土測繪中心圖資坡度圖-7 級)



圖 5 九九峰自然保留區內溪流

(三) 氣候

氣候根據中央氣象局草屯測站(COH960)近 10 年(2013-2022)的氣候資料作為參考(表 1)，本地區之年平均氣溫約為 24.0°C，每月平均最低溫為一月的 17.4°C，平均每月最高溫為 7 月的 29.0°C；而年平均降雨量為 1606.7 mm，降雨主要集中在 5-8 月，月平均降雨最高之月份為 8 月之 337.3 mm，10 月至翌年 2 月降雨量稀少，以 10 月之 14.3 mm 為最少，顯示該地區主要為夏雨型氣候，降雨受颱風影響較大，而在秋冬則有明顯之乾旱發生(圖 6)。

表 1 鄰近九九峰地區氣候資料

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
雨量(mm)	42.9	26.9	67.0	80.9	282.4	395.4	217.5	337.3	90.0	14.3	16.7	35.7	1606.7
氣溫(°C)	17.4	18.1	20.7	23.6	26.6	28.3	29.0	28.5	28.3	26.0	23.3	18.7	24.0

註：資料來源草屯測站，2013-2022 年。

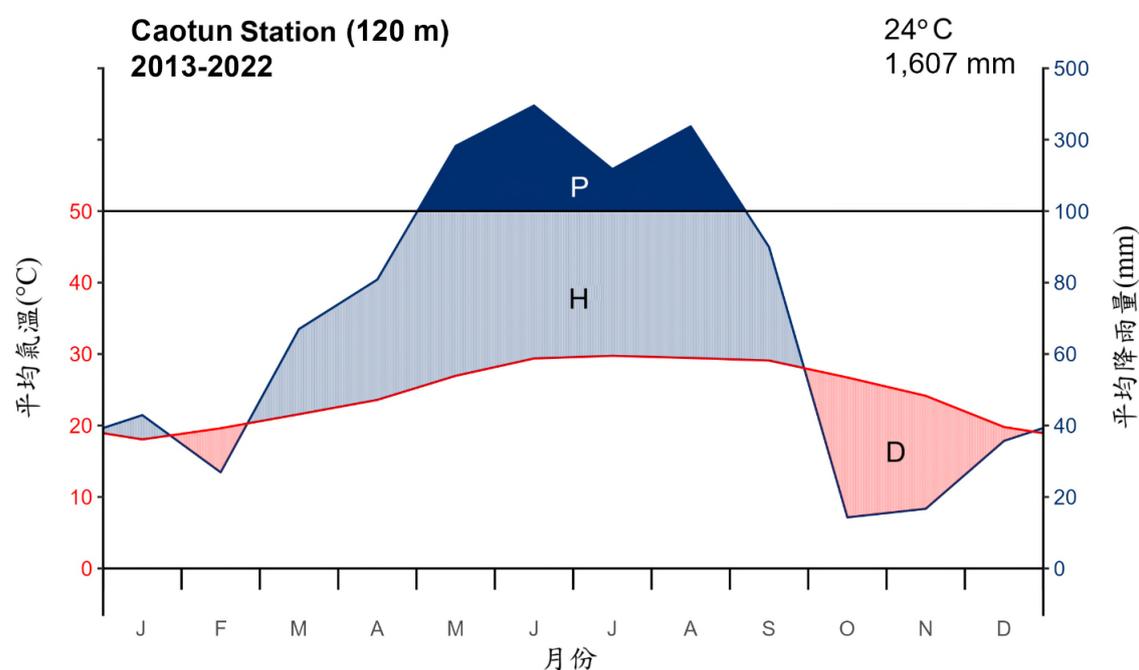


圖 6 鄰近九九峰地區生態氣候圖。P：重濕期；H：相對潮濕期；D：相對乾燥期

(四) 植群概況

依據 Su (1984)對臺灣中部山地植群帶之劃分，本研究區屬於榕楠林帶(*Ficus-Machilus zone*)與亞熱帶氣候之楠櫛林帶(*Machilus-Castanopsis zone*)，原生樹種主要為楠木類(*Machilus spp.*)、榕屬(*Ficus spp.*)植物及殼斗科(Fagaceae)植物。

邱祈榮等(2009)出版臺灣現生天然植群圖集之劃分，本區屬於下部山地-低地次生常綠闊葉林群系，此型群系分布於平均海拔 696 m 左右，在木本植物優勢科方面，主要為樟科(Lauraceae)、殼斗科、五加科(Araliaceae)、茶科(Theaceae)、茜草科(Rubiaceae)等；物種組成上，主要優勢物種為江某(*Schefflera octophylla*)、豬腳楠(*Machilus thunbergia*)、大葉楠(*M. japonica* var. *kusanoi*)、黃杞(*Engelhardia roxburghiana*)、長尾尖葉櫛(*Castanopsis cuspidata* var. *carlesii*)等；在地被植物優勢科方面，以蕁麻科(Urticaceae)為最優勢。

四、 前人研究

(一) 九九峰自然保留區土地利用類型

九九峰地區於九二一地震前土地利用類型多為天然植被，人為開墾區域多位於鄰近村落或溪谷較平緩之處，其中以天然闊葉混淆林面積最大，除溪床植被易遭豪雨洪水沖刷裸露外，幾乎為植物所覆蓋，地震後多數山頭崩落之土石大量堆積於局部溪谷坡腳，部分溪床植被猶存(陳添水，2005)。

蔡正一、馮豐隆(2014)利用 1998(地震前)、1999(地震後)以及 2009 年三個時期的正射影像分析探討九九峰自然保留區地景現況與變遷，結果顯示，1998 年時，森林為主要地覆，占全區面積 71.81%，而臺灣蘆竹(*Arundo formosana*)草生地與裸露地分別為 3.34%與 0.36%；921 地震後，1999 年的主要地覆為森林佔全區面積 29.71%，臺灣蘆竹草生地 21.39%，裸露地 17.28%；2009 年隨植生自然恢復，土石堆積區域常由森林覆蓋，約 30.52%，陡峭坡地則以臺灣蘆竹草生地為主要地覆，共 38.92%，而裸露地約 1.09%。由此可知於地震發生後，部分的森林轉變為臺灣蘆竹草生地與裸露地，而於地震發生 10 年後(2009 年)隨植生恢復，部分裸露地發育成臺灣蘆竹草生地。

林務局(2023 年 8 月 14 日改制為林業及自然保育署)(2019)的資料本區於設立前曾在此種植烏心石(*Michelia compressa*)、光蠟樹(*Fraxinus griffithii*)與臺灣欒(*Zelkova serrata*)等 3 種造林樹種，地震後大量快速生長的木本植物以山黃麻(*Trema orientalis*)、白匏仔(*Mallotus paniculatus*)、血桐(*Macaranga tanarius*)、羅氏鹽膚木(*Rhus javanica* var. *roxburghiana*)等陽性樹種為主；且至今九九峰山頂上尚偶有土石鬆落至山腰及崩塌嚴重的山腳下，目前植物社會尚未穩定，組成以天然草生地 49.97%及闊葉樹林型 39.36%為主。

(二) 九九峰地區及相似地形之植群研究

1. 九九峰地區植群研究

廖秋成(1992)進行南投雙冬地區火炎山地形植群生態與植物區系之研究，森林植群之調查取樣採單一樣區法，設置 15×20 m² 之長方形樣區，調查樣區內 1.5 m 以上木本植物的樹種、胸高直徑、株數、紀錄伴生之灌木、地被植物，岩生植群則僅由望遠鏡觀察記錄其樹種，共調查維管束植物 112 科 295 屬 393 種，共調查 28 個森林植群樣區，依矩陣群團分析(Matrix cluster analysis, MCA)法進行植群分類，可分為 4 個主要植群型，分別為臺灣櫟型(*Zelkova serrata* type)、臺灣二葉松－臺灣紅豆－大頭茶型(*Pinus taiwanensis*－*Ormosia formosana*－*Gordonia axillaris* type)、圓果青剛櫟－小西氏石櫟型(*Cyclobalanopsis globosa*－*Pasania konishii* type)、白柏－小西氏石櫟型(*Sapium discolor*－*Pasania konishii* type)。

林業保育署南投分署臺中工作站過去對九九峰自然保留區植物進行長期監測，包含了定點植被覆蓋率、植物永久樣區調查以及稀有植物臺灣梭羅木(*Reevesia formosana*)、秀柱花(*Eustigma oblongifolium*)及九九峰秋海棠(*Begonia bouffordii*)物候調查等，根據南投分署臺中工作站於 2010 年九九峰自然保留區動植物監測成果報告中結果顯示，於樣區內共計調查到 47 科 83 種維管束植物，稀有植物有九九峰秋海棠、臺灣梭羅木、岩生秋海棠(*Begonia ravenii*)等，並以九九峰自然保留區範圍及週邊，選定林相較豐富及人員可及之地點，陸續設立 10×25 m² 植物永久樣區共 5 處，並以該樣區重要值指數(Importance value index, IVI)較高者作為樣區林型(forest type)命名依據，5 個永久樣區林型為樣區 1101-B 屬香楠－江某林型(*Machilus zuihoensis*－*Schefflera octophylla* type)，優勢樹種為銳葉山柑(*Capparis acutifolia*)相對密度約占 19.4%，其次為黑星紫金牛(*Ardisia virens*)相對密度約占 15.1%，種豐富度指數 $d=0.2$ ；樣區 0901 屬荔枝－香楠林型(*Litchi chinensis*－*Machilus zuihoensis* type)，優勢樹種為九節木(*Psychotria rubra*)相對密度約占 42.7%，其次為荔枝(*Litchi chinensis*)相對密度約占 17.3%，種豐

富度指數 $d=0.2$ ；樣區 1002-A 屬香楠—江某林型，優勢樹種為小梗木薑子(*Litsea hypophaea*)相對密度約占 19.3%，其次為小西氏石櫟(*Pasania konishii*)相對密度約占 18.1%，種豐富度指數 $d=0.2$ ；樣區 1002-B 屬山黃麻—白柏林型(*Trema orientalis*—*Sapium discolor* type)，優勢樹種為九節木相對密度約占 13.3%，其次為江某及小梗木薑子相對密度約占 10%，種豐富度指數 $d=0.2$ ；樣區 1101-C 優勢樹種為山黃麻相對密度約 90.2%，其次為杜虹花(*Callicarpa formosana*)相對密度約 4.2%，種豐富度指數 $d=0.03$ ；礫石陡坡植被優勢物種以禾本科(Poaceae)的臺灣蘆竹及五節芒(*Miscanthus floridulus*)為主。

2. 相似地形之植群調查

九九峰自然保留區之地質屬更新世頭嵙山層上部的火炎山礫石層，地形呈現鋸齒狀的山峰，由於礫石層的透水性良好，乾燥時膠結緊密堅硬，雨季則易受雨水侵蝕，植物不易定著生長，故長期處於裸露狀態。

裸岩之演替，為時甚久，即使在溫暖潮濕之氣候下，仍需若干世紀才能完成(劉崇瑞、蘇鴻傑，1983)。

劉崇瑞、廖秋成(1979)進行清水山石灰岩地區植群生態之研究中提到在山頂和山脊之地區，因受地形及東北季風影響，植群仍將長久停留在演替初期，而此等演替初期的植群，才是由代表適生於石灰岩之岩生植物組成，成為代表之石灰岩岩生群叢。

廖秋成等(1987)頭嵙山地區植群生態與植物區系之研究，共記錄維管束植物 112 科 245 屬 308 種，並將植物社會依其形相分為森林植群及岩生灌叢 2 種，其中森林植群沿步道每隔海拔升高 50 m，分別就嶺線上及嶺線兩側不同坡向設置 $15 \times 10 \text{ m}^2$ 之長方形樣區共計 29 個，分成 3 個群叢(association)、2 個中途群叢(associates)、3 個簡叢(faciation)及 2 個中途單叢(consociates)，分別為臺灣黃杞—紅皮—臺灣紅豆中途群叢(*Engelhardtia roxburghiana*—*Styrax suberifolia*—*Ormosia formosana* associates)、江某—軟毛柿—樹杞—山紅柿群叢(*Schefflera octophylla*—*Diospyros eriantha*—*Ardisia sieboldii*—*D. morrisiana* association)、九芎

—無患子/圓果青剛櫟中途群叢 (*Lagerstroemia subcostata*—*Sapindus mukorossi*/*Cyclobalanopsis globosa* associates)、小西氏石櫟—馬禮氏杜鵑群叢 (*Pasania konishii*—*Rhododendron mariesii* association)、青剛櫟群叢 (*Cyclobalanopsis glauca* association)、香楠—山豬肉—青剛櫟簡叢 (*Machilus zuihoensis*—*Meliosma rhoifolia*—*Cyclobalanopsis glauca* faciation)、青剛櫟—墨點櫻桃—小西氏石櫟簡叢 (*Cyclobalanopsis glauca*—*Prunus phaeosticta*—*Pasania konishii* faciation)、青剛櫟—臺灣赤楠簡叢 (*Cyclobalanopsis glauca*—*Syzygium formosanum* faciation)、臺灣櫟中途單叢 (*Zelkova serrata* consociates)、石櫟中途單叢 (*Pasania glabra* consociates)；而岩生灌叢則以線截法(line intercept)調查各種不同植物之覆蓋度，共設立 7 個樣區，分成 3 個群叢，分別為野牡丹—大青—石櫟中途群叢 (*Melastoma candidum*—*Clerodendron cyrtophyllum*—*Pasania glabra* associates)、大頭茶—領垂豆—中國柃木中途群叢 (*Gordonia axillaries*—*Pithecollobium lucidum*—*Eurya chinensis* associates)、臺灣懸鈎子—月桃—波葉山螞蝗中途群叢 (*Rubus formosensis*—*Alpinia speciosa*—*Desmodium sequax* associates)。

群叢：乃群系(formation)下之大規模極盛相單位，具有較均勻之優勢種及從屬種，且表現與群系一致之均勻形相。所謂群叢乃指極盛相而言者，如為演替中之植群，則另以中途群叢或過渡群叢稱之；單叢(consociation)：指單純之群叢片段，而具有單一優勢種(single dominant)者。一群叢可包括若干單叢。單叢亦指極盛相而言，如為演替中之單叢，則以中途單叢或過渡單叢稱之；簡叢：為群叢之地理性變異，與植物之分布範圍有關，其優勢度在分佈範圍之兩極端呈現明顯之差異者(劉崇瑞、蘇鴻傑，1983)。

王俊閔等(2010)臺中大坑地區植群調查研究，其採用多樣區法(multiple plot method)之集落樣區設置法(contagious quadrant method)，共設置 97 個 25×10 m² 樣區進行調查，共記錄維管束植物 125 科 331 屬 501 種，依據外觀形相(physiognomy)將 97 個樣區劃分成森林植物社會與灌叢草本植物社會，森林植物社會劃分成 9 個型，分別為石櫟—柏拉木型 (*Pasania glabra*—*Blastus*

cochinchinensis type)、桂竹-麻竹型(*Phyllostachys makinoi* - *Dendrocalamus latiflorus* type)、小西氏石櫟-山紅柿型(*Pasania konishii* - *Diospyros morrisiana* type)、臺灣櫟-月橘型(*Zelkova serrata* - *Murraya paniculata* type)、楓香-燈稱花型(*Liquidambar formosana* - *Ilex asprell* type)、大葉桃花心木-柑橘型(*Swietenia macrophylla* - *Citrus ponki* type)、山黃麻-長梗紫芋麻型(*Trema orientalis* - *Oreocnide pedunculata* type)、血桐-構樹型(*Macaranga tanarius* - *Broussonetia papyrifera* type)、相思樹-龍眼型(*Acacia confusa* - *Euphoria longana* type)；灌叢草本植物社會為五節芒型(*Miscanthus floridulus* type)。

王偉等(2016)苗栗火炎山地區植群分類之研究，其採多樣區法之集落樣區，設置 52 個 10×25 m² 的長方型樣區，共紀錄維管束植物 109 科 295 屬 433 種，將植物社會依外觀形態大致區分為森林及灌叢-草本等 2 類植物社會，其中森林植物社會樣區劃分為 5 個植群型，分別為相思樹型(*Acacia confusa* type)、千年桐型(*Aleurites montana* type)、橢圓葉赤楠-大頭茶型(*Syzygium elliptifolium* - *Gordonia axillaris* type)、山黃麻-小梗木薑子型(*Trema orientalis* - *Litsea hypophaea* type)、銀合歡型(*Leucaena leucocephala* type)，灌叢-草本植物社會可區分成田菁型(*Sesbania cannabiana* type)及甜根子草型(*Saccharum spontaneum* type)等 2 種植群型。

(三) 演替

演替(succession)是研究生態系發展與制訂保育策略的基礎，不同學者提出許多相關的理論。Clements (1928)認為植物群落會隨著時間發展，經過一系列的階段，最終達到一個穩定的極盛相(climax community)。Odum (1969)則將生態系統的發展視為一個動態過程，這個過程包括能量流動、物質循環和群落結構的變化。這些變化遵循一定的規律，從而導致生態系統逐漸達到穩定狀態。Odum & Barrett (2005)定義演替是指「一個社會或演替序列時期被另一個社會或演替序列時期取代之連續階段過程」。

1. 生態系統演替的階段

Clements (1928)首先將演替分為初級演替(primary succession)及次級演替(secondary succession)兩大類，初級演替發生在原先沒有土壤和生物的新生地，如火山岩、沙漠沙丘、冰川退去後的裸露地面等；次級演替則發生在原有植被遭受破壞但土壤仍然存在的區域，如火災後的森林。

Odum (1969)認為生態系統演替可以分為三個主要階段：

- (1) 早期階段(pioneer stage)：以快速生長的先驅物種(pioneer species)為主，這些物種能夠在貧瘠的環境中生存並開始改變環境條件。
- (2) 中期階段(intermediate stage)：群落結構變得更加複雜，物種多樣性增加，能量流動和物質循環逐漸穩定。
- (3) 穩定階段(climax stage)：群落達到相對穩定的狀態，物種組成和生態功能穩定下來。

Connell and Slatyer (1977)對自然群落的演替提出三種主要的演替模式：

- (1) 促進(facilitation)：固有的植群能改善地位，促進其他物種的拓殖，導致演替的促進與物種組成的改變。例如：苔蘚和地衣在裸露的岩石上定居，形成土壤，使得其他植物能夠生長。
- (2) 耐受(tolerance)：該地位容許任何的物種入侵，但早期演替物種僅迅速的進入且拓殖，將於演替晚期遭耐陰性物種排除。例如：一些耐陰樹種可以在其

他樹種的冠層下生長，不受早期物種的影響。

- (3) 抑制(inhibition)：早期的植群由演替早期或晚期物種之幼苗所建立，物種的轉換與拓殖僅於干擾發生後產生。例如：一些快速生長的草本植物可以通過密集生長抑制其他物種的入侵。而此不同的演替模式可能導致不同的植物社會和物種多樣性。

Clements (1936)強調了極盛相在生態系統中的重要性及其特徵。極盛相是演替過程中的最終階段，代表著一種穩定的植物社會。在這一階段，物種之間的相互作用達到平衡，形成了一個持久的生態系統，能夠在不受外部干擾的情況下持續存在。雖然極盛相在自然狀態下顯示出高度的穩定性，但人類活動(如農業、城市化等)可以顯著改變植物社會的結構和功能，導致生態系統的破壞或退化。

2. 干擾

干擾(disturbance)被定義為一個獨立的事件下造成生態系統、群落或族群結構產生變化且改變原本當地生物可利用資源(White & Pickett, 1985 ; Begon et al., 2014)。Pulsford et al. (2014)在探討森林的演替階段，其強調嚴重干擾後的演替是森林生態系統中重要的關鍵部分。而干擾(如火災、風暴或人類活動)的發生常誘導次級演替之進行，干擾的類型、頻率和強度顯著影響演替的方向，例如，小規模的干擾可能只影響植物社會的一部分，恢復時間較短，而大規模的干擾則可能將演替重置到較早的階段(Turner, et al., 2003 ; Burton et al., 2020)。在干擾較少之地，演替之階段大多為演替成熟之極盛相，反之，在干擾繁多之地區，植群各處於不同之演替階段，真正之極盛相很少(劉崇瑞、蘇鴻傑，1983)。

(四) 稀有植物復育

近年自然環境的破壞、氣候劇烈的變遷，使當地生態平衡受影響，人為採集、外來入侵種的危害等，更使物種面臨滅絕危機(陳嘉吉、陳世賢，1995；劉彥彬、郭耀綸，2011；張麗慧，2015)。面對全球生物多樣性的流失，對生態系統的演化及物種數量造成不可逆的負面影響(黃朝卿，2015)。為避免瀕危物種滅絕，了解物種習性、保存並蒐集種原並進行保育，乃做為保育工作之重要核心與基礎(張麗慧，2015)。

世界自然保護聯盟(The International Union for Conservation of Nature, IUCN)，將物種評估分為 11 等級，其中易危(Vulnerable, VU)等級以上之物種即顯示該物種可能正處於族群數量稀少、分布面積狹隘或分布雖廣但占有面積不大、族群處於衰退狀態、正面臨嚴重的干擾問題等情形，需給予特別關注及適度保育。農業部出版的 2017 臺灣維管束植物紅皮書的資料，在臺灣原生約 4000 多種維管束植物中，屬於易危(VU)以上之野生維管束植物共有 989 分類群。

一般原生植物之繁殖通常以種子繁殖較為普遍，但也有運用扦插等無性繁殖方法，組織培養技術可用來繁殖種子較不易成活的植物，及珍貴稀有的植物種類，用來作為人工復育的方法，可大量的繁殖，不過要先克服有些種類組織培養不易及培養基配方等問題(花炳榮，1993)。

植物的繁殖方法大致可分為無性繁殖以及有性繁殖兩種，有性繁殖主要為利用種子進行繁殖之方法，有性繁殖可保留較多的遺傳基因組合，增加物種的遺傳多樣性，使物種較能適應惡劣之環境；而無性繁殖主要為利用營養器官進行繁殖之方法，常見有扦插、嫁接、壓條、走莖、分芽、組織培養等方法，無性繁殖可保留母樹優良的性狀。

無性繁殖不僅是對以種子培育困難或雜交無種子的樹種來說非常重要，在對大量繁殖優良基因上更是個關鍵，如能以優良品系插穗大量無性繁殖，使苗木的遺傳性狀與原來母樹相同，經過密集栽培，所得的收益會比隨意栽植苗木的收益高上許多。在無性繁殖中，扦插法是一種比嫁接、微體繁殖更為普遍且直

接有效的方法(莊雅惠，2008)。

根據過去資料顯示九九峰地區稀有植物包含九九峰秋海棠、臺灣梭羅木、岩生秋海棠等。其中九九峰秋海棠僅分布於臺灣中部九九峰自然保留區海拔350-470 m 的陡峭峽谷中，生長環境於略潮濕、遮陰之礫石坡上(Peng et al., 2005)。2017 年臺灣維管束植物紅皮書稀有植物評估等級為瀕危等級(endangered, EN)，為急需保育之物種。在秋海棠屬(*Begonia*)植物的培育上，多以葉、塊莖等部位進行無性繁殖(Bowes and Curtis, 1991; Hvoslef-Eide and Munster, 2006)，臺灣原生秋海棠喜好之生育環境為略陰暗潮濕之區域(賴國祥，2008)。

五、 執行方法

(一) 植物資源調查

本研究除了記錄樣區內所有維管束植物名錄，亦利用沿線取樣調查之方式，紀錄研究區域內沿線所見之植物種類及其稀有植物分布情況，植物學名使用主要依照臺灣植物誌第2版第6卷及其補遺為準(Boufford et al., 2003; Wang and Lu, 2012)，部分樹種學名使用則以臺灣樹木圖誌1-3卷(呂福原等，2000;2006;2010)、臺灣樹木誌(呂福原等，2017)為參考依據。植物名錄之排序方式依照 angiosperm phylogeny group IV (APGIV)系統。

(二) 稀有植物調查

1. 稀有植物評估

天然族群的個體數少或其族群分布區域狹隘之物種多稱為稀有植物，狹義的稀有植物指在分布範圍內極少，目前雖無滅絕危機，但如環境惡化則可能有滅絕危機之物種；廣義的稀有植物則指數量稀少或分布侷限不常見之植物種類或植物天然族群之個體數目稀少或族群之分布地區狹隘。

2017 年農委會特有生物研究保育中心(2024 年起改制為農業部生物多樣性研究所)及臺灣植物分類學會邀請許多專家學者依據 IUCN 於 2001 年對物種保育等級之評估為基準(表 2)，出版的臺灣維管束植物紅皮書名錄(臺灣植物紅皮書編輯委員會，2017)。物種評估等級分為滅絕(extinct, EX)、野外絕滅(extinct in the wild, EW)、區域滅絕 (regional extinct, RE)、極危(critically endangered, CR)、瀕危(EN)、易危(VU)、接近受脅(near threatened, NT)、暫無危機(least concern, LC)、資料缺乏(data deficient, DD)、不適用(not applicable, NA)及未評估(not evaluated, NE)等 11 級(圖 7)，其中易危(VU)等級以上之物種即顯示該物種可能正處於族群數量稀少、分布面積狹隘或分布雖廣但占有面積不大、族群處於衰退狀態、正面臨嚴重的干擾問題等情形，需給予特別關注及適度保育；至於接近受脅(NT)類別，雖無法符合極危、瀕危及易危的類別，但已很接近或未來可能達到易危類別時則列入。

本計畫參考 2017 年出版之臺灣維管束植物紅皮書名錄及 IUCN 名錄，將紅皮書名錄評定接近受脅(NT)、易危(VU)、瀕危(EN)、極危(CR)類別及資料缺乏(DD)等級之物種列為本研究之稀有植物種類參考依據，並調查區域內是否有稀有植物之分布，若遇到稀有植物，則以 GPS 衛星定位儀定位座標並記錄。

表 2 世界自然保護聯盟(IUCN)紅色名錄等級及標準

絕滅 extinct (EX)	如果沒有理由懷疑一分類單元的最後一個個體已經死亡，即認為該分類單元已經絕滅。于適當時間(日、季、年)，對已知和可能的棲息地進行徹底調查，如果沒有發現任何一個個體，即認為該分類單元屬於絕滅。但必須根據該分類單元的生活史和生活形式來選擇適當的調查時間。
野外絕滅 extinct in the wild (EW)	如果已知一分類單元只生活在栽培、圈養條件下或者只作為自然化種群(或種群)生活在遠離其過去的棲息地時，即認為該分類單元屬於野外絕滅。于適當時間(日、季、年)，對已知的和可能的棲息地進行徹底調查，如果沒有發現任何一個個體，即認為該分類單元屬於野外絕滅。但必須根據該分類單元的生活史和生活形式來選擇適當的調查時間。
區域滅絕 regional extinct (RE)	當一物種在某特定區域內最後一個有繁殖能力的個體死亡或從該區域消失，並且再無理由懷疑此情況時，或者在該區域內是一個曾經存在但最後一個個體已經在野外死亡或消失的曾經出現的物種時，此物種會被歸類為「區域滅絕」的類別。對於此類的物種，有關該區域滅絕的時間限制取決於當地紅色名錄機構的裁量權，但一般來說不應早於西元 1500 年。
極危 critically endangered (CR)	當一分類單元的野生種群面臨即將絕滅的機率非常高，即符合極危標準中的任何一條標準(A-E)時(見第 V 部分)，該分類單元即列為極危。
瀕危 endangered (EN)	當一分類單元未達到極危標準，但是其野生種群在不久的將來面臨絕滅的機率很高，即符合瀕危標準中的任何一條標準(A-E)時(見第 V 部分)，該分類單元即列為瀕危。
易危 vulnerable (VU)	當一分類單元未達到極危或者瀕危標準，但是在未來一段時間後，其野生種群面臨絕滅的機率較高，即符合易危標準中的任何一條標準(A-E)時(見第 V 部分)，該分類單元即列為易危。
近危 near threatened (NT)	當一分類單元未達到極危、瀕危或者易危標準，但是在未來一段時間後，接近符合或可能符合受威脅等級，該分類單元即列為近危。
安全 least concern (LC)	當一分類單元被評估未達到極危、瀕危、易危或者近危標準，該分類單元即列為無危。廣泛分布和種類豐富的分類單元都屬於該等級。
缺乏資料 data deficient (DD)	<p>如果沒有足夠的資料來直接或者間接地根據一分類單元的分布或種群狀況來評估其絕滅的危險程度時，即認為該分類單元屬於資料缺乏。屬於該等級的分類單元也可能已經作過大量研究，有關生物學資料比較豐富，但有關其豐富度和/或分布的資料卻很缺乏。因此，資料缺乏不屬於受威脅等級。</p> <p>列在該等級的分類單元需要更多的資訊資料，而且通過進一步的研究，可以將其劃分到適當的等級中。重要的是能夠正確地使用可以使用的所有資料資料。多數情況下，確定一分類單元屬於資料缺乏還是受威脅狀態時應當十分謹慎。如果推測一分類單元的生活範圍相對地受到限制，或者對一分類單元的最後一次記錄發生在很長時間以前，那麼可以認為該分類單元處於受威脅狀態。</p>
未評估 not evaluated (NE)	如果一分類單元未經應用本標準進行評估，則可將該分類單元列為未予評估。

註：修改自(IUCN, 2001)。

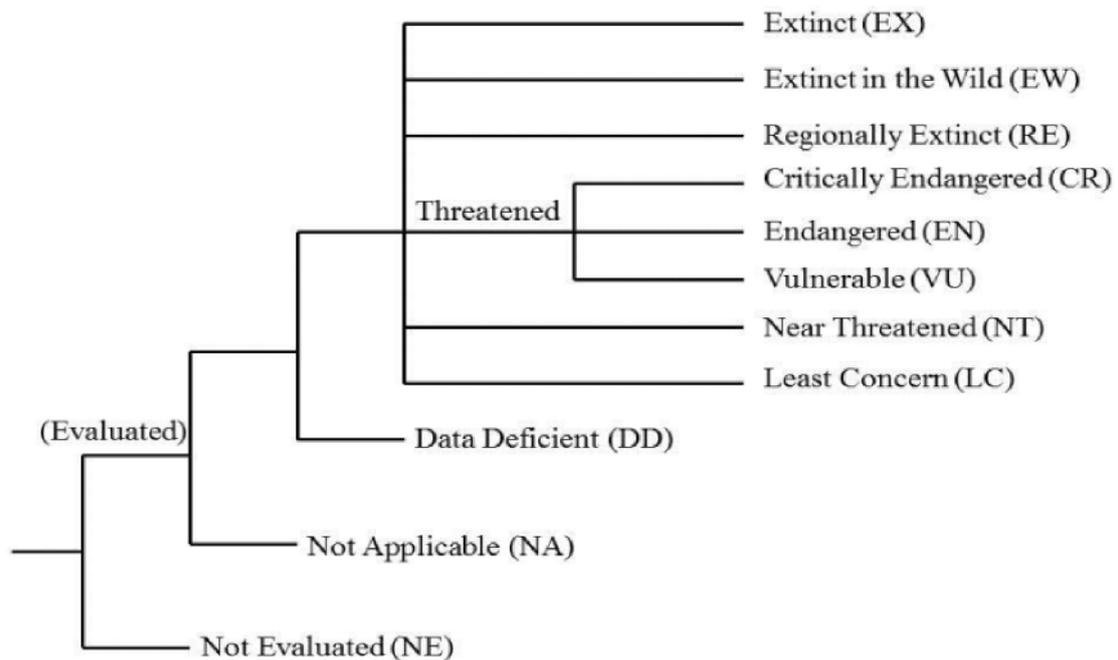


圖 7 IUCN 物種保育等級評估 (IUCN, 2003)

2. 稀有植物復育規劃

將區內調查到的珍稀植物進行培育，並提出至少 4 種稀有植物復育規劃建議，種原的採集以植物原生地進行採集，本案已向管理單位南投分署提出申請進入九九峰自然保留區採集(附錄一)，已通過審核，於採集時記錄物種之採集地點、GPS 座標、花候及果候、照片等資訊，培育地點選定為國立嘉義大學森林暨自然資源學系苗圃，培育方法主要可分為種子繁殖以及無性繁殖之方式，因各物種生長物候、習性及最適繁殖方法各異，預定的實施方法將以廣泛收集相關資料，作為操作的參考依據。在培育本計畫之珍稀植物時，詳細紀錄各項處理步驟及時間，並拍攝紀錄照片，將培育成功者的相關數據及其歷程以文字及圖像詳實呈現，以作為未來復育規劃建議之參考。

(三) 外來植物調查

棲地的減少、破碎化會使生物多樣性嚴重受損，而僅次於此使生物多樣性嚴重受損的便是外來物種的入侵及擴散(Wilcove et al., 1998)，外來物種的入侵對本土生態系統的組成、結構、功能及生態功能產生危害，甚至是與本土物種雜交而改變基因庫、取代本土物種等(Cronk and Fuller, 1995)。因此對於外來種植物之調查與監測有其必要性。

本研究參考周富三等(2013)出版之南部歸化植物圖鑑及最新臺灣歸化植物名錄(Chang-Yang et al., 2022)，對照並整理出研究區域範圍內調查到之外來植物名錄，並將歸化植物記錄其覆蓋面積，使用 QGIS3.38.1 軟體內建之 heat map，利用分布點位及面積加權繪製全區歸化植物熱點圖，以呈現歸化植物於空間上的變化，並建立歸化植物基礎資料。另外亦參考全球入侵種資料庫(global invasive species database, GISD)比對區域內之入侵種，以提供防治管理建議，並針對區內分布情況進行討論。