眠月線內臺灣一葉蘭自然保留區承載量評估

賴秉圻[*]、王昶欣[†]、黃秀緞[‡]

摘　　要

臺灣一葉蘭自然保留區於民國 81 年 3 月 12 日依據文化資產保存法指定公告，劃設主要目的為保存臺灣一葉蘭的野生種源，維護其生育地及生態體系之完整，並提供科學研究與環境教育目的。眠月線鐵道第 5 至第 10 號隧道間經過臺灣一葉蘭自然保留區，原每日核准進入人數管制為 500 人，因政府推動開放山林政策及網路社群媒體宣傳，109 至 110 年臺灣一葉蘭自然保留區遊憩人數增加，109 年 7 月起每日平均進入人數逐步由低於 250 人上升至 400 人，遊客產生的廢棄物已對環境造成負面影響；另近年眠月線山域事故案件呈現增加趨勢，109 至 110 年共發生 7 件事故，造成 1 死 6 傷，其中 4 件位於自然保留區範圍內。嘉義林管處因應遊憩人數增加積極增設生態廁所改善環境清潔問題，舉辦淨山活動推廣無痕山林守則，於眠月線沿線設置告示牌並安排國家森林志工於眠月線入口處加強登山安全宣導。本論文為探討近年來臺灣一葉蘭自然保留區遊憩人數增加對於生態環境及遊憩品質產生的影響，透過盤點監測資料，以現地營宿空間、環境清潔、遊憩承載量、遊憩安全等綜合因素評估，於 111 年 6 月 1 日起調整每日核准人數為 350 人，以維護環境及遊憩品質，達到臺灣一葉蘭自然保留區與眠月線之永續經營管理目標。

關鍵字

臺灣一葉蘭自然保留區、眠月線鐵道、承載量、遊憩品質

[*] 行政院農業委員會林務局 嘉義林區管理處育樂課 技佐
[†] 行政院農業委員會林務局 嘉義林區管理處育樂課 技士
[‡] 行政院農業委員會林務局 嘉義林區管理處育樂課 課長

眠月線內臺灣一葉蘭自然保留區承載量評估

賴秉圻、王昶欣、黃秀緞

一、臺灣一葉蘭自然保留區與眠月線簡介

「臺灣一葉蘭自然保留區」於民國 81 年 3 月 12 日依據文化資產保存法指定公告，面積 51.89 公頃，範圍為阿里山事業區第 30 林班（嘉義縣阿里山鄉石夢谷段 30 地號），劃設主要目的為保存臺灣一葉蘭（Pleione formosana Hayata）的野生種源，維護其生育地及生態體系之完整，故指定為自然保留區以保存原有自然狀態，並提供科學研究與環境教育目的（嘉義林區管理處，2013）。

「眠月線」原為 1913 年日治時期開闢的阿里山林業鐵路支線，又名塔山線，自阿里山新站至石猴站全長 9.26 公里，沿途有橋樑 24 座、隧道 12 座，第 5 至第 10 號隧道間經過臺灣一葉蘭自然保留區。全線鐵道蜿蜒於海拔二千公尺以上的山嶺間，塔山車站海拔 2344 公尺為日治時期全臺鐵道最高點，終點站石猴車站海拔 2318 公尺，最大坡度達千分之 33，鐵道沿線多為紅檜林與柳杉林，是一條路線崎嶇、風景迷人的森林鐵道（蘇昭旭，2019）。

眠月線鐵道於民國 68 年結束伐木運輸，經重新整修後，於民國 72 年 2 月 11 日舉行眠月線通車典禮，並以蒸汽火車開始遊憩營運，民國 85 年啟用新型客車廂，蔚為觀光風潮。民國 88 年因 921 大地震使得鐵路坍方而停駛，而後經過修復曾經短暫恢復通車，於民國 98 年又遭遇八八風災再度損毀，至今未再復駛（蘇昭旭，2019）。

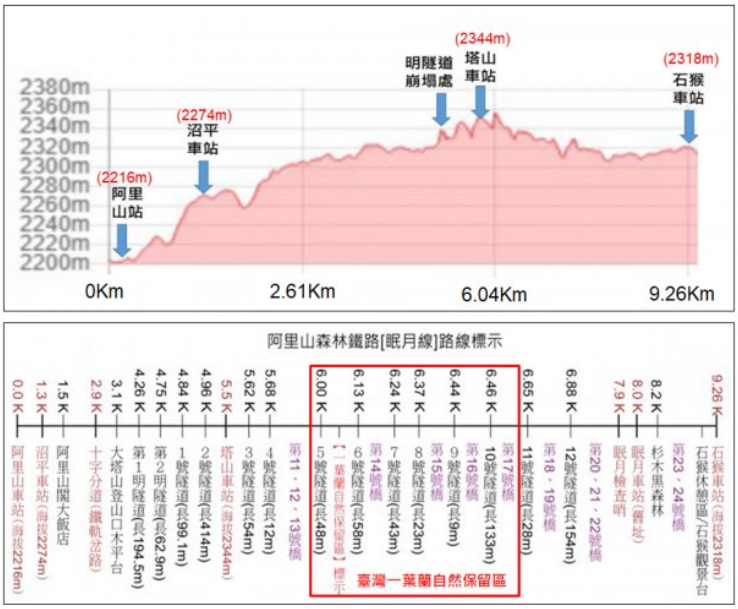

圖 1、眠月線路線與高程圖

二、臺灣一葉蘭自然保留區自然資源

(一) 地理環境概述

臺灣一葉蘭自然保留區位於嘉義縣阿里山鄉石夢谷段 30 地號，屬林務局嘉義林區管理處轄管阿里山事業區第 30 林班，面積 51.89 公頃，海拔分布自 2075 至 2650 公尺。臺灣一葉蘭自然保留區東側之分水嶺起源於南投縣鳳凰山，為阿里山山脈之北伸支脈，西與塔山野生動物重要棲息環境相鄰，東南以大塔山為界，西北方為石鼓盤溪上游起源，與阿里山溪匯集為清水溪。長期年均溫為 11.2℃，長期年雨量為 3932 mm，長期年平均相對溼度為 86.2%（嘉義林區管理處，2013）。

(二) 植物資源概述

嘉義林管處 109-110 年度委託國立嘉義大學執行「塔山野生動物重要棲息環境及臺灣一葉蘭自然保留區植物資源調查計畫」，盤點臺灣一葉蘭自然保留區歷年植物調查資料及設置永久樣區進行植物資源調查，總計臺灣一葉蘭自然保留區有 64 科 116 屬 165 種維管束植物分布，包含石松類植物 2 科 3 屬 5 種，而蕨類植物有 11 科 21 屬 40 種，裸子植物有 2 科 5 屬 6 種皆為造林樹種。而被子植物則有 49 科 87 屬 114 種，約佔 70%的植物種類（詳見表 1）。本區依據 106 年臺灣維管束植物紅皮書名錄評定的稀有植物共有 5 種，嚴重瀕臨滅絕(CR)物種有眠月小檗、瀕臨滅絕(EN)物種有阿里山十大功勞，易受害(VU)物種有華東瘤足蕨、華參與高山肺形草（趙偉村，2021）。

表 1、臺灣一葉蘭自然保留區植物種類之科屬種統計表

物種類別	科	屬	種
石松類植物	2	3	5
蕨類植物	11	21	40
裸子植物	2	5	6
單子葉植物	42	75	98
雙子葉植物	7	12	16
總計	64	116	165

(三) 臺灣一葉蘭簡介

臺灣一葉蘭為本自然保留區的主要保育標的物種，亦是嘉義林管處 FSC 指認之第一類高保育價值類型。臺灣一葉蘭是原生於臺灣中高海拔落葉性多年生蘭花，1911 年由東京帝國大學植物分類學者早田文藏博士命名。植物體由一顆假球莖及一枚葉子構成，故名「一葉蘭」。花多為單生，唇瓣上有黃褐或紫紅斑，前端邊緣碎裂為鬚狀，花色多變，有紅色、粉紅及淡

紫，甚少為白色。每年三、四月開花，除依靠球莖進行無性繁殖外，亦可透過開花結果的方式，以種子進行傳播。臺灣一葉蘭主要生長於於海拔 1500-2500 公尺森林蒼鬱山區的潮濕岩壁或樹幹上。眠月線森林鐵路開闢時，沿線開挖岩壁，出現大面積的裸岩及峭壁，加上岩壁上方林木遮阻陽光直射，苔蘚植物堆積成適當生長基質，無意中提供臺灣一葉蘭極佳的生育地。目前在臺灣的太平山、拉拉山及大武山皆有分布，但族群數量稀少又分散，僅阿里山有大面積且集中之群落出現（嘉義林區管理處，2013）。

(四) 動物資源概述

根據特有生物研究保育中心 97 年 1-6 月份於區內調查共發現哺乳類 8 科 17 種，分別為蝙蝠 7 種，臺灣獼猴、條紋松鼠、白面鼯鼠、臺灣森鼠、高山白腹鼠、臺灣田鼠、黃鼠狼、鼬獾、山羌、臺灣野山羊等。鳥類資源共記錄 16 科 40 種，其中藍腹鷴、大赤啄木、大冠鷲為第二級保育類野生動物，而煤山雀、黃腹琉璃為第三級保育類野生動物。保留區內亦曾發現第二級保育類阿里山山椒魚棲息（嘉義林區管理處，2013）。

三、臺灣一葉蘭自然保留區遊憩管理現況

(一) 每日核准進入人數管制

自然保留區依據「文化資產保存法」第 86 條第 2 項及「申請進入自然保留區許可辦法」第 2 條訂定申請進入規定，申請核准進入目的有：(1)原住民族為傳統文化、祭儀之需要、(2)研究機構或大專院校為學術研究之需要、(3)民眾為環境教育之需要、(4)其他經主管機關認可之特殊需要等四種類型，其中以「民眾為環境教育之需要」為申請目的最大宗。現行臺灣一葉蘭自然保留區申請進入皆透過林務局「自然保護區域進入申請系統」網路申辦受理及審核。

林務局轄管自然保留區大部分每日申請進入核准人數上限為 100 人。眠月線第 5 至第 10 號隧道間經過臺灣一葉蘭自然保留區，108 年 9 月嘉義林管處考量遊客行走眠月線主要為行走鐵道上，且非長時間在保留區有遊憩行為，對環境衝擊較小，故訂定每日管制人數 500 人。

(二) 臺灣一葉蘭自然保留區近年申請人數及違規開罰統計

依據自然保護區域進入申請系統統計資料顯示，臺灣一葉蘭自然保留區 108 年申請人數為 2033 人、109 年申請人數為 14 萬 2094 人，110 年申請人數為 13 萬 3719 人；108 年核准進入人數為 1623 人、109 年核准進入人數為 8 萬 6518 人，110 年核准進入人數為 5 萬 1079 人；核准進入人數比例 108 年為 79.83%、109 年為 60.88%、110 年為 38.19%；109 年及 110 年統計資料顯示申請需求及核准人數提升，核准進入人數比例下降（詳見表 2、表 3）。

另統計 108-110 全年度每日平均進入人數，108 年核准進入人數為 1623 人、總核可天數 77 天、每日平均進入人數 21.07 人次；109 年核准進入人數為 8 萬 6518 人、總核可天數 364 天、每日平均進入人數 237.68 人次；110 年核准進入人數為 5 萬 1079 人、總核可天數 147 天、每日平均進入人數 347.47 人次，109 年及 110 年統計資料顯示每日平均進入人數大幅提升（詳見表 4）。

根據 108-110 年度每月每日平均核准進入統計資料顯示，109 年 6 月以前臺灣一葉蘭自然保留區每日平均進入人數未達 250 人，並未有嚴重的環境問題產生。因政府推動開放山林政策及網路社群媒體宣傳，自 109 年 7 月以降，每日平均進入人數逐步上升至 400 人，遊客增多開始對環境產生負面衝擊（詳見表 5）。

110 年 1 月 4 日起因塔山步道整修及新冠肺炎疫情影響，臺灣一葉蘭自然保留區及眠月線暫時封閉，但自 110 年 8 月 10 日開放民眾申請進入後，隨著國內疫情趨緩，遊憩人數明顯增加，110 年 10 月起每日平均進入人數超過 300 人，尤其 11 月份有 26 天超過 400 人申請，每日平均進入人數達 450 人，為歷年中整月份資料最高的數值。

表 2、108-110 年度臺灣一葉蘭自然保留區全年申請與核准統計表

年度	申請件數	核准件數	申請人數	核准人數	案件核准比例(核准案件/申請案件)	人數進入比例(核准案件/申請案件)
108-110 年度綜合	75294	25836	277846	139220	34.31%	50.10%
108 年度	544	286	2033	1623	52.57%	79.83%
109 年度	39553	15975	142094	86518	40.38%	60.88%
110 年度	35197	9575	133719	51079	27.20%	38.19%

表 3、108-110 年度臺灣一葉蘭自然保留區每月申請與核准統計表

年度	申請件數	核准件數	申請人數	核准人數	案件核准比例(核准案件/申請案件)	人數進入比例(核准案件/申請案件)
108 年 1 月	0	0	0	0	0%	0%
108 年 2 月	2	1	5	4	50%	80%
108 年 3 月	0	0	0	0	0%	0%
108 年 4 月	0	0	0	0	0%	0%
108 年 5 月	3	2	7	6	66.67%	85.71%

108 年 6 月	4	4	44	44	100%	100%
108 年 7 月	2	2	2	2	100%	100%
108 年 8 月	1	0	1	0	0%	0%
108 年 9 月	15	8	70	61	53.33%	87.14%
108 年 10 月	51	28	217	185	54.90%	85.25%
108 年 11 月	157	85	558	454	54.14%	81.36%
108 年 12 月	309	156	1129	867	50.49%	76.79%
109 年 1 月	413	214	1211	942	51.82%	77.79%
109 年 2 月	912	471	3515	2758	51.64%	78.46%
109 年 3 月	1236	611	4507	3445	49.43%	76.44%
109 年 4 月	1703	807	5911	4268	47.39%	72.20%
109 年 5 月	2683	1077	9281	5749	40.14%	61.94%
109 年 6 月	3286	1342	12156	7517	40.84%	61.84%
109 年 7 月	3649	1576	13849	9012	43.19%	65.07%
109 年 8 月	4300	1802	15964	9927	41.91%	62.18%
109 年 9 月	4073	1606	14400	8802	39.43%	61.13%
109 年 10 月	5318	1999	18287	10621	37.59%	58.08%
109 年 11 月	5520	2048	20088	11046	37.10%	54.99%
109 年 12 月	6460	2422	22925	12431	37.49%	54.22%
110 年 1 月	2323	299	8677	1462	12.87%	16.85%
110 年 2 月	108	0	444	0	0%	0%
110 年 3 月	2	0	2	0	0%	0%
110 年 4 月	436	0	1524	0	0%	0%
110 年 5 月	0	0	0	0	0%	0%
110 年 6 月	0	0	0	0	0%	0%
110 年 7 月	2263	0	9213	0	0%	0%
110 年 8 月	2092	817	8269	4002	39.05%	48.40%
110 年 9 月	3663	1443	13546	7818	39.39%	57.71%
110 年 10 月	7049	2208	25481	11990	31.32%	47.05%
110 年 11 月	9686	2467	36998	13497	25.47%	36.48%
110 年 12 月	7575	2341	29565	12310	30.90%	41.64%

表 4、108-110 年度全年每日核准進入人數統計表

年度	總進入人數	總核可天數	每日平均進入人數
108-110 年度綜合	139220	588	236.76
108 年度	1623	77	21.07
109 年度	86518	364	237.68
110 年度	51079	147	347.47

表 5、108-110 年度每月每日平均核准進入人數統計表

年度	總進入人數	總核可天數	每日平均進入人數
108 年 1 月	0	0	0 人次/每日
108 年 2 月	4	1	4 人次/每日
108 年 3 月	0	0	0 人次/每日
108 年 4 月	0	0	0 人次/每日
108 年 5 月	6	2	3 人次/每日
108 年 6 月	44	3	15 人次/每日
108 年 7 月	2	2	1 人次/每日
108 年 8 月	0	0	0 人次/每日
108 年 9 月	61	7	9 人次/每日
108 年 10 月	185	16	12 人次/每日
108 年 11 月	454	21	22 人次/每日
108 年 12 月	867	25	35 人次/每日
109 年 1 月	942	29	32 人次/每日
109 年 2 月	2758	29	95 人次/每日
109 年 3 月	3445	31	111 人次/每日
109 年 4 月	4268	30	142 人次/每日
109 年 5 月	5749	31	185 人次/每日
109 年 6 月	7517	30	251 人次/每日
109 年 7 月	9012	31	291 人次/每日
109 年 8 月	9927	31	320 人次/每日
109 年 9 月	8802	30	293 人次/每日
109 年 10 月	10621	31	343 人次/每日
109 年 11 月	11046	30	368 人次/每日
109 年 12 月	12431	31	401 人次/每日
110 年 1 月	1462	3	487 人次/每日
110 年 2 月	0	0	0 人次/每日

110 年 3 月	0	0	0 人次/每日
110 年 4 月	0	0	0 人次/每日
110 年 5 月	0	0	0 人次/每日
110 年 6 月	0	0	0 人次/每日
110 年 7 月	0	0	0 人次/每日
110 年 8 月	4002	22	182 人次/每日
110 年 9 月	7818	30	261 人次/每日
110 年 10 月	11990	31	387 人次/每日
110 年 11 月	13497	30	450 人次/每日
110 年 12 月	12310	31	397 人次/每日

(三) 臺灣一葉蘭自然保留區違規開罰統計

隨著遊憩人數增加，民眾未經申請許可逕入臺灣一葉蘭自然保留區的案件數也增加，依據文化資產保存法第 86 條第 2 項及第 108 條規定，未經主管機關許可，任意進入自然保留區，可處新臺幣三萬元以上十五萬元以下罰鍰。歷年嘉義林管處依違反文化資產保存法開罰案件總計 67 人次，109 年共計 12 團 41 人次，110 年共計 4 團 26 人次，顯現一般民眾對於自然保留區的管制規定認知仍有待加強宣導，提升民眾對於文化資產保存法與自然保護區域進入申請系統申請流程的認知當前具有迫切性與重要性。

嘉義林管處查驗遊客進入臺灣一葉蘭自然保留區的許可證分為區外及區內查驗，區外查驗地點主要在阿里山事業區第 29、30 林班邊界，如發現民眾未申請許可會進行勸離，以免遊客逕入保留區遭開罰。區內查驗地點則在保留區內，如經查驗未申請核准將開立查報書開罰。109 年查驗執行情形共開罰 12 團 41 人次（詳見表 6），110 年查驗執行情形共開罰 3 團 21 人次，另 1 團 5 人次則是由內政部警政署保安警察第七總隊第七大隊查緝（詳見表 7)。

表 6、109 年度臺灣一葉蘭自然保留區查驗許可證統計表

項目	核准人數	保留區內查驗				保留區外查驗			
		有申請核准		未申請核准 (開出查報書)		有申請核准		未申請核准 (勸離)	
		團數	人數	團數	人數	團數	人數	團數	人數
109 年 9 月	4408	149	905	6	14	231	1224	13	33
109 年 10 月	4740	151	675	2	8	239	1434	16	41
109 年 11 月	5410	367	1994	2	6	167	816	26	111
109 年 12 月	5724	430	2289	2	13	190	941	31	168

表 7、110 年度臺灣一葉蘭自然保留區查驗許可證統計表

項目	核准人數	保留區內查驗				保留區外查驗			
		有申請核准		未申請核准(開出查報書)		有申請核准		未申請核准(勸離)	
		團數	人數	團數	人數	團數	人數	團數	人數
110 年 1 月	1462	35	170	2	6	12	59	2	5
110 年 8 月	4002	17	71	0	0	112	508	3	9
110 年 9 月	7818	94	515	1	15	163	861	7	24
110 年 10 月	11990	246	1391	0	0	251	1229	7	21
110 年 11 月	13497	179	1019	0	0	286	1489	3	14
110 年 12 月	12310	111	561	0	0	313	1806	2	3

四、眠月線近年山域事故統計

隨著近年眠月線遊憩人數增加，山域事故案件數也有增加趨勢。由於眠月線為架高鐵道，部分橋樑與地面高度落差達 10 公尺以上，且因鐵道中間供行走的木板部分長青苔，濕滑腐朽，增加眠月線的安全疑慮。經統計眠月線 109-110 年度共發生 7 件山域意外事故，109 年發生 3 件、110 年發生 4 件，造成 1 死 6 傷，其中有 4 件位於臺灣一葉蘭自然保留區內。7 件意外事故中，有 6 件是登山客行走鐵道時跌落橋下，1 件為通行崩塌地不慎摔傷。眠月線事故發生時通常由嘉義林管處阿里山工作站、阿里山派出所、阿里山消防隊前往救援，部分案件由阿里山監工區、民間團體、山青增加人力協助救援，因眠月線現場環境難以透過機械或其他交通工具運輸救援，通常以人力搬運傷患，至第一明隧道前鐵道改以簡易鐵道板車運送傷者至救護車停放地點，再後送至嘉義市區醫院治療。

表 8、眠月線近年山域事故統計表

時間	地點	保留區	事故情形
109 年 1 月 30 日	眠月線第 15 號橋(阿里山事業區第 30 林班；X：229678、Y：2604158)	○	1 名女性登山客行走 15 號橋樑時跌落，開放性骨折，由阿里山工作站 1 人、阿里山派出所員警 1 人、阿里山消防隊員 3 人、阿里山監工區 1 人前往救援，以人力搬運傷者，後送至聖馬爾定醫院治療。
109 年 3 月 20 日	眠月線第 20 號橋(阿里山事業區第 32 林班；X：230004；Y：2604651)		1 名年約 58 歲女性登山客，行走 20 號橋樑時，不慎跌落深約 30 公尺的邊坡，發現受傷的女登山客肢體擦傷、頭暈想吐、疑有腦震盪，意識清楚，但下半身無知覺、無法行走，由阿里山工作站 1 人、阿里山派出所員警 1 人、阿里山消防隊員 6

			人、阿里山監工區 1 人、山青 1 人前往救援，以接駁方式搬運傷者。嘉義縣消防局指出，因途經一處崩塌處，人力無法搬運，救援人員便在崩塌處兩端架設繩索吊掛傷者，協助脫困，由救護車送往嘉義基督教醫院治療。
109 年 5 月 31 日	眠月線第 15 號橋(阿里山事業區第 30 林班；X：229678、Y：2604158)	○	1 名年約 52 歲女性登山客，行走 15 號橋樑時跌落，頭部撞傷。由阿里山工作站 11 人、阿里山派出所員警 3 人、阿里山消防隊員 4 人、民間單位 2 人前往救援，以人力搬運傷者，後送至聖馬爾定醫院治療。
110 年 10 月 25 日	眠月線第 17 號橋(阿里山事業區第 30 林班；X：229709、Y：2604304)	○	1 名 42 歲男性登山客在 17 號橋上欲禮讓他人先行，不慎摔落 20 公尺深山谷，送醫不治死亡。由阿里山工作站 1 人、阿里山派出所員警 1 人、阿里山消防隊員 3 人、阿里山監工區 1 人前往救援。
110 年 11 月 8 日	眠月線第 15 號橋(阿里山事業區第 30 林班；X：229615、Y：2604164)	○	1 名年約 53 歲女性登山客，行走 15 號橋樑時跌落，意識清楚、臀部及肋骨受傷。由阿里山工作站 2 人、阿里山派出所員警 1 人、阿里山消防隊員 4 人前往救援。
110 年 11 月 17 日	眠月線第 2 號隧道崩塌處(阿里山事業區第 20 林班；X：230138、Y：2603303)		1 名 42 歲女性登山客不慎摔傷，造成右腳踝骨折送醫。由阿里山工作站 3 人、阿里山派出所員警 1 人、阿里山消防隊員 5 人前往救援，以簡易鐵道板車運送傷者至救護車停放地點後送醫。
110 年 11 月 22 日	眠月線第 11 號橋(阿里山事業區第 29 林班；X：229347、Y：2603708)		1 名 60 歲男性登山客與 24 人登山隊登爬眠月線，疑不慎摔傷導致左膝疑疼痛、無法行走。由阿里山工作站 2 人、阿里山派出所員警 1 人、阿里山消防隊員 4 人前往救援，後送至聖馬爾定醫院治療。

五、臺灣一葉蘭自然保留區生態環境影響評估與遊憩管理措施

(一) 臺灣一葉蘭族群監測結果

為監測了解自然保留區內的臺灣一葉蘭族群數量，嘉義林管處阿里山工作站於自然保留區內設置永久樣區，每年進行一次臺灣一葉蘭球莖數、開花數與生育地環境監測調查；另嘉

義林管處歷年來委託國立嘉義大學森林暨自然資源學系執行多項委託研究計畫，包含 101 年「阿里山臺灣一葉蘭族群與微棲地關係調查」、108 年「臺灣一葉蘭開花調查及傳粉生物學試驗計畫」、109 年「臺灣一葉蘭自然保留區範圍調整及管理維護計畫」、109-110 年「塔山野生動物重要棲息環境及臺灣一葉蘭自然保留區植物資源調查計畫」，透過研究計畫長期監測累積臺灣一葉蘭的基礎生態資料，探討適宜的經營管理與保育策略。

嘉義林管處阿里山工作站於臺灣一葉蘭自然保留區設置 20 個永久樣區，其中 18 個樣區為調查組，2 個樣區為對照組，每年進行一次臺灣一葉蘭球莖數、開花數與生育地環境監測調查。臺灣一葉蘭球莖監測調查依據球莖直徑大小區分三個等級，Bul. Ⅰ class （直徑＜0.6 公分）、Bul. Ⅱ class （直徑 0.6-1.2 公分）、Bul. Ⅲ class （直徑＞1.2 公分），另進行開花數、一年生頂芽、兩年生頂芽、萎縮球莖、死亡球莖數量調查。

表 9、阿里山工作站歷年臺灣一葉蘭球莖數、開花數監測調查統計表

年度	Bul. Ⅰ class	Bul. Ⅱ class	Bul. Ⅲ class	球莖總數	開花數	一年生頂芽	兩年生頂芽	萎縮球莖	死亡球莖
101 年	137	102	27	266	0	52	3	5	2
102 年	92	93	10	195	0	52	3	5	2
103 年	121	58	8	187	0	42	3	5	2
104 年	95	73	25	193	0	38	3	5	2
105 年	91	81	23	195	0	23	3	4	2
106 年	93	67	22	182	0	22	3	4	2
107 年	88	47	27	162	0	22	3	4	2
109 年	93	88	22	203	0	26	0	5	2
110 年	95	58	17	170	0	9	0	4	2
111 年	115	25	17	157	1	16	0	4	2
101-110 年平均	102	69.2	19.8	191	0.1	30.2	2.1	4.5	2

註：108 年無臺灣一葉蘭調查監測資料。

彙整阿里山工作站 101 年至 111 年臺灣一葉蘭族群監測調查資料，歷年平均球莖總數約為 191 個，Bul. Ⅰ class 歷年平均約為 102 個，Bul. Ⅱ class 歷年平均約為 69 個，Bul. Ⅲ class 歷年平均約為 20 個。透過臺灣一葉蘭球莖總數標準差分析，標準差約為 30，正負一個標準差（68%信賴區間）範圍為 161-221 個球莖，調查資料顯示大部分年度的球莖總數落在正負一個標準差範圍內；而 101 年數量最多達到 266 個，111 年數量最少為 157 個。

依據阿里山工作站歷年調查資料顯示，樣區內植物物種多樣性有增加趨勢，但臺灣一葉蘭保留區因冠層林木茂密，地表地衣苔蘚腐植層生長強勢，以致樣區內臺灣一葉蘭有減少趨

勢，樣區內臺灣一葉蘭球莖總數由 109 年 203 個減少為 110 年 170 個，樣區外臺灣一葉蘭往山谷岩壁方向生長。110 年度受上半年度乾旱影響，樣區內棲地環境水分級乾燥，保留區外 9 號隧道石壁臺灣一葉蘭開花數量明顯減少。

另嘉義林管處委託國立嘉義大學執行「塔山野生動物重要棲息環境及臺灣一葉蘭自然保留區植物資源調查計畫」，盤點臺灣一葉蘭自然保留區植物資源及臺灣一葉蘭植株調查。監測結果顯示，臺灣一葉蘭的族群容易受到極端氣候的影響，如 105 年的春季兩次寒害，造成大塔山頂附近臺灣一葉蘭假球莖凍損潰爛，直到 109 年才又開始有族群開花。110 年上半年的乾旱事件也造成眠月線臺灣一葉蘭族群數量的大量減少，所幸到 5 月份降雨後，後續監測族群數量已恢復正常。政府間氣候變化專門委員會(IPCC) 2021 年明確指出目前氣候變遷與極端化現象與人類有高度關係，因此在霧林帶中的植物種類，如臺灣一葉蘭與喜普鞋蘭等在面對氣候變遷下其生存則更需要加強監測管理。

臺灣一葉蘭自然保留區內主要為人工林，但仍有不少區域有森林演替情況發生。臺灣一葉蘭之族群數量會受到上方開闊度以及草本覆蓋度的影響，臺灣一葉蘭多生長在演替中的闊葉樹下方，其小苗較喜好生存在上方開闊度 13-21 %的環境下，而草本植物與苔蘚植物的崩落易使得其球莖一起掉落，造成植株數量減少。現今的臺灣一葉蘭樣區可能因眠月線鐵路停駛，造成現在鐵軌上生長大量的五節芒，造成樣區上方遮蔽度增加，影響岩壁上臺灣一葉蘭植株生長，若要維持臺灣一葉蘭的族群在保留區內，定期的清理上方樹冠遮蔽以及清除林下雜草是必要的棲地管理策略。

研究結果顯示，臺灣一葉蘭族群量的波動主要是受到極端氣候與植被鬱閉度影響。另開放山林政策及眠月線遊憩人數增加，保留區內鐵道沿線部分臺灣一葉蘭樣區、植株仍是遊客觸手可及之處，若於開花期更為明顯，遊憩行為仍可能對臺灣一葉蘭造成影響。目前保留區內已產生的環境衝擊包括踩踏邊坡路徑，排遺及丟棄垃圾等，可能的宿營空間也有林地裸露的現象。為增進民眾的環境教育與生態認知，後續可以於臺灣一葉蘭開花之時安排解說人力或於現場設置解說牌等方式，介紹臺灣一葉蘭的生態與保育，使民眾得以了解保育之過程及其重要性。

(二) 保留區外環境清潔與營宿空間影響評估

109 年起眠月線漸成為熱門登山路徑，遊客人數增加所產生的廢棄垃圾及排遺漸對環境清潔產生負面影響。嘉義林管處為解決遊客排遺問題，於塔山及石猴車站旁山徑各搭建男、女大型貓坑（生態廁所）共 4 座，惟經 109 至 110 年觀察，眠月線沿線環境仍有多處遊客排遺地點造成棲地踩踏、環境髒亂，顯示遊客人數太多對環境造成衝擊。

嘉義林管處為改善眠月線環境清潔問題，除了阿里山工作站僱工進行眠月線環境清潔外，另 110 年 4 月 1 日至 110 年 12 月 31 日委託布農卡里布灣企業社協助清潔認養，每週 3 天至眠月線清潔。

110 年 9 月 17 日嘉義林管處辦理「眠月線淨山活動」，由嘉義林管處、阿里山林業鐵路及文化資產管理處、布農登山隊、嘉義、新竹、南投、屏東、臺東、花蓮等各林管處國家森林志工及熱心參與民眾等近 90 人參與，於石猴車站周邊環境清出約 400 公斤垃圾，積極推廣無痕山林守則。

嘉義林管處 109 年清查眠月線沿線較空曠、遊客可能宿營地點，盤點約有 250 人宿營空間，因石猴車站呈現傾斜狀態，阿里山林業鐵路及文化資產管理處已於 110 年 10 月封閉該車站，目前宿營空間約 205 人（詳見表 10）。因第一明隧道及第二明隧道宿營處無水源，並不適合宿營，如扣除此兩處宿營空間，眠月線沿線較適合的宿營空間約可容納 103 人。統計 110 年度 8-12 月遊客申請連續兩天的比例（詳見表 11），平均來看約有 23.94%的遊客會有過夜的需求，以原核准申請人數 500 人推估保留區外的宿營人數約為每日 120 人，略為超出 103 人的設施容納量，故降載遊客人數有其必要性。

經由近兩年的環境清潔與營宿空間清查盤點，現行每日核准申請人數 500 人已對於保留區外環境產生負擔與負面衝擊，後續亦可能影響保留區範圍。為維護眠月線沿線環境與遊憩品質，預先規劃保留區內經營管理作為，調降每日核准申請人數對於環境永續是較理想的經營管理方式。

表 10、眠月線沿線宿營地統計表

編號	座標 (TWD97)	長 (公尺)	寬 (公尺)	照片	容納人數	備註
1	X：230107 Y：2603289	135.2 公尺	3.5 公尺		68 人	崩塌地之後第一明隧道
2	X：229712 Y：2603249	67.2 公尺	3.5 公尺		34 人	崩塌地之後第二明隧道

3	X：229174 Y：2603522	50 公尺	3 公尺		25 人	塔山車站平台
4	X：229184 Y：2603738	11 公尺	4 公尺		6 人	3 號隧道旁
5	X：229276 Y：2603707	4.4 公尺	3.2 公尺		3 人	4 號隧道之後
6	X：229404 Y：2603799	5.6 公尺	3 公尺		4 人	13 號橋之前
7	X：229414 Y：2603925	11.4 公尺	8 公尺		臺灣一葉蘭自然保留區內禁止露營	臺灣一葉蘭自然保留區內
8	X：229407 Y：2603949	9.3 公尺	4.7 公尺		臺灣一葉蘭自然保留區內禁止露營	臺灣一葉蘭自然保留區內

9	X：230070 Y：2604731	5 公尺	2 公尺		4 人	21 號橋之後
10	X：230231 Y：2604768	6.6 公尺	3 公尺		4 人	22 號橋之後
11	X：230575 Y：2605213	9.2 公尺	3 公尺		8 人	鐵路里程 8K 處
12	X：230609 Y：2605416	12 公尺	3 公尺		10 人	23 號橋之前
13	X：230642 Y：2605480	6 公尺	2.7 公尺		4 人	23 號橋之後
14	X：230682 Y：2605732	3.6 公尺	2.8 公尺		3 人	24 號橋之後

15	X：230619 Y：2605783	13 公尺	3 公尺		10 人	石猴觀景台之前
16	X：230604 Y：2605784	14.7 公尺	3 公尺		12 人	石猴觀景台
17	X：230719 Y：2605959	12 公尺	4.5 公尺		10 人	石猴車站之後

表 11、110 年度臺灣一葉蘭自然保留區連續 2 天申請統計表

年度	總進入人數	連續 2 天申請人數	連續 2 天申請比例
110 年 8 月	4002	1413	35.31%
110 年 9 月	7818	2696	34.48%
110 年 10 月	11990	2875	23.98%
110 年 11 月	13497	2562	18.98%
110 年 12 月	12310	2331	18.94%
110 年 8-12 月	49617	11877	23.94%

(三) 遊憩安全宣導

近兩年隨著政府推動開放山林政策與網路社群媒體宣傳，並伴隨新冠肺炎疫情促進國內旅遊發展，臺灣一葉蘭自然保留區與眠月線遊憩人數增加，山域事故案件數也有增加趨勢。部分登山隊伍為趕行程，橋樑上常有遊客雙向通行問題，造成安全疑慮。109-110 年眠月線已發生 7 件山域事故，6 件為民眾墜橋事故，造成 1 死 6 傷，其中 4 件位於保留區內。另嘉義林管處為巡護需求於崩塌地架設臨時性攀爬設施，該處亦僅能供單向通行，目前現況為假日常有遊客大排長龍，影響遊客遊憩品質。

為加強宣導眠月線的遊憩安全，嘉義林管處於眠月線沿線共設置 15 面告示牌，於眠月線入口處塔山步道木平台旁(X：231099、Y：2602735)及臺灣一葉蘭自然保留區前(X：229409、Y：2603795)設置告示牌，告知遊客眠月線存在一定風險。眠月線入口處塔山步道木平台旁設置之牌誌包含：1.遊樂區範圍、2.安全風險告知、3.墜橋件數警示牌誌。

於自然保留保護區域進入申請系統的網站頁面中，民眾申請臺灣一葉蘭自然保留區也需閱讀「入出眠月線山區參考指引」並予以確認會向團員宣達。參考指引內容包含登山活動應注意事項、路線定位及路況概要、申請法規等，使民眾能了解進入眠月線潛在風險較高的路段及安全注意事項，本於自我行為責任審慎評估，以減少意外發生。

嘉義林管處為提升遊客的遊憩安全認知，安排國家森林志工假日於眠月線入口處宣導安全注意事項，於 110 年 11 月 13 日開始執行。

為提升眠月線行走安全性及維護整體景觀，阿里山林業鐵路及文化資產管理處於 111 年 1 月 17 日起至 111 年 4 月 30 日止於眠月線第 8-21 號橋樑鐵軌間進行設施改善施工，更換、加寬既有鐵道間的木板，增加止滑效果，臺灣一葉蘭自然保留區因應眠月線設施改善施工，配合暫時性封閉。

六、臺灣一葉蘭自然保留區與眠月線承載量評估

(一) 承載量定義

承載量(carry capacity)意指在某種開發程度下及一段時間內，仍能維持一定水準，且不致對環境或遊客的體驗造成過度的傷害(Lime & Stankey, 1971)。承載量依所關切的參數類型可區分為生態承載量、實質承載量、設施承載量及社會承載量等四大類；其中生態承載量關切的是對生態系之衝擊，實質承載量關切的是可供使用之空間數量，設施承載量關切的是人為設施之物理特性的限制，社會承載量關切的是損害或改變人性體驗所造成的衝擊(Shelby & Heberlein, 1984)。

(1) 生態承載量(ecological capacity)：以生態因素當作主要衝擊參數，分析使用水準對植物、動物、土壤、水質、空氣品質之影響程度，進而決定遊憩承載量。

(2) 實質承載量(physical capacity)：以空間因素當作主要衝擊參數，主要依據尚未發展之自然地區之空間分析其容許之遊憩使用量。

(3) 設施承載量(facility capacity)：以發展因素當作主要衝擊參數，利用停車場、露營區等人為設施之物理特性限制分析遊憩承載量。

(4) 社會承載量(social capacity)：以體驗參數當作衝擊參數，主要依據遊憩使用量對於遊客體驗之影響或改變程度評定遊憩承載量。

(二) 承載量評估方法

承載量可區分為生態、實質、設施及社會等四類；其中，生態承載量需由生態學者根據生態指標（如植栽覆蓋度、土壤硬度）的特性來設定可受衝擊的程度；實質及設施承載量則可根據設施的物理性質或空間大小來評估其可受衝擊的程度；而社會承載量可透過訪談或問卷調查使用者的擁擠感或體驗感受進行評估。林晏州（1987、1989）以專家層級分析法(AHP)同時考量生態、空間設施及社會心理因子綜合評估玉山國家公園及太魯閣國家公園之承載量。劉儒淵根據大雪山森林遊樂區步道特性（如步道寬度/長度及生態環境）評估大雪山森林遊樂區之承載量。福山植物園及龜山島等區之承載量管理標準則是透過專家座談考量承載量因子綜合討論而得。社會心理承載量則有研究根據擁擠常模(crowding norms)並透過受訪者對假設性數據（如人數）或相片模擬情形的反應評估而得（王正平，2014）。

(三) 眠月線承載量評估計算

本報告參考 2019 年「插天山自然保留區路線評估調查暨土壤衝擊監測與承載量之研究」的承載量計算方式，對眠月線進行承載量評估，根據評估結果綜合考量並建議適宜的承載量管制標準。其計算方式首先透過步道之寬度、坡度、可及性將步道區分大承載量、中承載量及小承載量等三類。並依遊客群體平均以 4 人基準，4 人行進間佔有 6 公尺之長度，大承載量步道以客群間距 25 公尺為間隔，中承載量步道客群間距 50 公尺及小承載量步道客群間距 500 公尺計算，周轉率為 1 天 1 循環。

計算公式：步道全長/(6＋客群間距)公尺* 4 人 * 周轉率=步道承載量

眠月線的承載量評估範圍自塔山步道木平台至石猴車站，總長共 6160 公尺，以大承載量計算每日約可容納 795 人，以中承載量計算每日約可容納 440 人，以小承載量計算每日約可容納 49 人。

表 12、眠月線承載量評估表
（依插天山自然保留區承載量計算標準，周轉率=1）

長度(公尺)	群體間隔(公尺)		總承載量(人)
6160 公尺	大承載量	25	795
	中承載量	50	440
	小承載量	500	49

表 13、眠月線承載量評估表
（依插天山自然保留區承載量計算標準，周轉率=0.8）

長度(公尺)	群體間隔(公尺)		總承載量(人)
6160 公尺	大承載量	25	636
	中承載量	50	352
	小承載量	500	39

因目前眠月線有遊客宿營需求，經統計 110 年度 8-12 月申請連續兩天的遊客比例，平均來看約有 23.94%的遊客會有過夜的需求。故周轉率如調整為 1 天 0.8 循環，所計算出的大承載量約 636 人，中承載量 352 人，小承載量 39 人。考量眠月線通過臺灣一葉蘭自然保留區，且臺灣一葉蘭自然保留區之設立目的以自然資源保護為宗旨，如以表 11 及表 12 的中承載量為標準，評估結果每日核准人數以 350 至 440 人較符合永續經營管理目標。

另本報告參考林晏州(2003)玉山國家公園步道遊憩承載量及經營管理策略之研究的遊憩區步道衝擊模式計算承載量，

計算公式：$Y=11.720+0.003X+0.0000017X^2$

Y 即步道兩旁的植群覆蓋度減少率，X 則為步道每週的遊客人數。如植被覆蓋減少率以 40%計算，可得出每週可承載人數為 3,290 人，即每日可承載量約 470 人。依據林晏州(2003)研究報告顯示，一般登山者與意見領袖對高山步道植栽覆蓋度的接受結果得知，有一半以上受訪者可接受高山步道兩側植栽之覆蓋度為 60%（40%的植被覆蓋減少率），因此建議以此標準作為高山步道的評估標準。

臺灣一葉蘭自然保留區可區分為兩個細部區域，分別為「眠月線鐵道分區」（鐵道中心向左右兩側各 1.5 公尺）及「其他區域」（眠月線鐵道外之區域）。一般民眾申請進入臺灣一葉蘭自然保留區，為登山及環境教育需要，行走眠月線鐵道穿越保留區，非長時間在保留區內有遊憩行為；「其他區域」無明顯山徑，定位為生態保育區域，主要為學術研究需要申請進入。考量一般民眾進入臺灣一葉蘭自然保留區為短時間內穿越通過，透過上述兩種承載量計算方式進行評估，獲得的承載量範圍區間為 350 至 470 人，較符合臺灣一葉蘭自然保留區與眠月線之管理維護現況。

考量臺灣一葉蘭自然保留區與眠月線之生態環境、現地營宿空間、環境清潔、遊憩承載量、遊憩安全等綜合因素，現行每日核准人數上限 500 人已經對環境與遊憩品質產生負面影響，因眠月線目前遊憩需求旺盛，評估每日核准人數降載並滾動式調整每日核准人數較能滿足遊憩需求與兼顧維護環境品質，達到環境資源永續經營管理目標。

表 14、臺灣一葉蘭自然保留區與眠月線承載量綜合評估表

	承載量評估指標	評估結果
1	插天山自然保留區承載量計算標準(周轉率=1)	小承載量 49 人-中承載量 440 人
2	插天山自然保留區承載量計算標準(周轉率=0.8)	小承載量 39 人-中承載量 352 人
3	玉山國家公園遊憩區步道衝擊模式承載量評估	植被覆蓋減少率以 40%計算，每日可承載人數約 470 人
4	臺灣一葉蘭族群監測評估	臺灣一葉蘭族群數量變化主要受到極端氣候、植被鬱閉度影響，保留區內鐵道沿線部分臺灣一葉蘭樣區、植株仍是遊客觸手可及之處，若於開花期更為明顯，遊憩行為仍可能對臺灣一葉蘭造成影響。
5	營宿空間評估	眠月線沿線約 103 人
6	環境清潔評估	設置 4 座生態廁所後現場仍有環境髒亂問題
7	遊憩安全評估	山域事故案件數增加，109-110 年眠月線已發生 7 件山域事故，6 件為民眾墜橋事故，造成 1 死 6 傷

七、臺灣一葉蘭自然保留區與眠月線精進管理策略

(一) 滾動式調整每日核准申請人數

隨著近年眠月線遊憩人數增加，遊客產生的廢棄物、排遺漸對環境產生負面影響，山域事故案件亦有增加趨勢。透過營宿空間、環境清潔、遊憩承載量、遊憩安全與環境監測等綜合因素考量，降載並滾動式調整每日核准申請人數，較有助於臺灣一葉蘭保留區的永續經營管理。

(二) 持續進行自然環境與遊憩資源監測

嘉義林管處持續透過定期的自然環境與遊憩監測，了解臺灣一葉蘭保留區與眠月線的環境與遊憩品質，例如每年進行臺灣一葉蘭球莖數、花數與生育地環境監測，定期的步道及林野巡視，定期委託學術單位進行動植物資源調查與遊憩資源監測，以科學化數據修正檢討眠月線與臺灣一葉蘭保留區之經營管理策略。

(三) 改善眠月線鐵道設施

阿里山林業鐵路及文化資產管理處後續將維修改善眠月線橋樑鐵軌間的木板，更換、加寬既有木板，增加止滑效果，提升遊憩安全性。

(四) 推廣無痕山林守則

嘉義林管處將持續向遊客加強宣導無痕山林守則，設置告示牌、辦理淨山活動，並透過網路社群媒體及發布新聞稿提升民眾的認知，維護眠月線的清潔與環境永續。

(五) 加強眠月線安全宣導

嘉義林管處將持續安排國家森林志工於眠月線現場進行安全教育宣導，並透過網路社群媒體及發布新聞稿提升民眾對眠月線的安全認知。

(六) 持續宣導民眾依規定申請進入自然保留區

配合臺灣一葉蘭自然保留區每日核准人數調降，嘉義林管處將在林務局「自然保護區域進入申請系統」公告，並透過新聞稿的發布及網路社群媒體宣導，讓民眾確知申請進入臺灣一葉蘭自然保留區的人數限制改變，加強民眾對於保留區管制規定的認知，同時加強許可證的現場查驗。

八、結論：每日核准申請人數降載評估

臺灣一葉蘭自然保留區每日核准申請人數原為 500 人，因近兩年眠月線成為熱門登山路線，遊憩人數增加產生的廢棄物已經對環境造成負面影響，另因舊鐵道橋樑上常有登山客雙向交會，造成安全疑慮，109 至 110 年已發生 7 件山域事故，其中 4 件位於保留區內，造成 1 死 6 傷，所以嘉義林管處評估降載每日核准人數。根據現地營宿空間、環境清潔、遊憩承載量、遊憩安全等綜合因素評估，降載並滾動式調整每日核准人數較能符合臺灣一葉蘭自然保留區的永續經營管理目標，以提升自然環境與遊憩服務品質之長期效益。

九、參考文獻

1. Lime, D.W., & Stankey, G. H. (1971). Carrying Capacity: Maintaining Outdoor Recreation Quality. USDA Forest Service.
2. Shelby, B., & Heberlein, T. A. (1984).A conceptual framework for carrying capacity determination. Leisure Science, 6, 433-451.
3. 王正平 (2014)。插天山自然保留區遊客承載量及管制措施研究。新竹林區管理處。
4. 林晏州 (1987)。玉山國家公園遊憩承載量及遊憩需求調查研究報告。內政部營建署玉山國家公園管理處委託研究報告。
5. 林晏州 (1989)。太魯閣國家公園遊憩資源分析及遊憩承載量之研究。內政部營建署太魯閣國家公園管理處委託研究報告。
6. 林晏州 (2003)。玉山國家公園步道遊憩承載量及經營管理策略之研究。內政部營建署玉山國家公園管理處委託研究報告。
7. 新竹林區管理處 (2019)。插天山自然保留區路線評估調查暨土壤衝擊監測與承載量之研究。行政院農業委員會林務局新竹林區管理處。
8. 趙偉村 (2012)。阿里山臺灣一葉蘭族群與微棲地關係調查。行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處。
9. 趙偉村 (2019)。一葉蘭開花調查及傳粉生物學試驗計畫。行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處。
10. 趙偉村 (2020)。臺灣一葉蘭自然保留區範圍調整及管理維護計畫。行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處。
11. 趙偉村 (2021)。塔山野生動物重要棲息環境及臺灣一葉蘭自然保留區植物資源調查計畫。行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處。
12. 嘉義林區管理處 (2013)。102-106 年臺灣一葉蘭自然保留區管理維護計畫。行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處。
13. 蘇昭旭 (2019)。阿里山森林鐵路與臺灣林業鐵路傳奇。