

玉山國家公園
「中之關暨瓦拉米步道遊客量監測及校正計畫」

期末報告

研究主持人：劉吉川

研究助理員：洪孟杰 林家年 吳梓亘 彭上恩

委託單位：內政部營建署玉山國家公園管理處

執行單位：台灣休閒與遊憩學會

中華民國九十七年十二月

該研究報告非本處立場、僅供參考

目次

表次.....	II
圖次.....	III
第一章 緒論.....	1-1
第一節 前言.....	1-1
第二節 計畫範圍.....	1-4
第三節 計畫目的.....	1-7
第二章 文獻回顧.....	2-1
第一節 前言.....	2-1
第二節 遊客自動計數系統之校正檢測.....	2-4
第三章 資料收集與分析.....	3-1
第一節 中之關步道之自然環境與人文環境.....	3-1
第二節 瓦拉米步道之自然環境與人文環境.....	3-7
第四章 研究方法.....	4-1
第一節 遊客量監測方法 (中之關步道)	4-1
第二節 自動計數系統校正方法 (瓦拉米步道)	4-7
第五章 研究結果.....	5-1
第一節 中之關遊客量監測結果.....	5-1
第二節 瓦拉米遊客量監測結果.....	5-13
第三節 紅外線計數器校正結果.....	5-19
第六章 結論與建議.....	6-1

表次

表 2.1	九種估算遊憩使用量之技術.....	2-1
表 3.1	瓦拉米地區植被類型海拔分布表.....	3-13
表 4.1	人工檢測之取樣天數的分配.....	4-9
表 5.1	中之關端-遊客量總表 (2008/07/20~2008/11/11)	5-3
表 5.2	中之關端-颱風期間之雨量與遊客人數之比較.....	5-4
表 5.3	天池端-遊客量總表 (2008/07/20~2008/11/11)	5-8
表 5.4	晴雨天遊客量比較.....	5-10
表 5.5	天池端-颱風期間之雨量與遊客人數之比較.....	5-10
表 5.6	瓦拉米-遊客量總表 (2007/10/01~2008/09/30)	5-15
表 5.7	瓦拉米-遊客量總表 (2008/01/01~2008/09/30)	5-16
表 5.8	遊客群、目測人數與遊客自動計數系統之人數分布表.....	5-20
表 5.9	取樣日遊客人數之迴歸分析結果.....	5-21
表 5.10	遊客自動計數系統錯誤原因之次數分配表.....	5-22
表 5.11	自動計數系統運作時星期屬性、天氣、錯誤原因與差異類別之卡方分析....	5-23
表 5.12	自動計數系統運作時各個時段與錯誤原因之卡方分析.....	5-25
表 5.13	遊客使用型態與錯誤原因之卡方分析.....	5-26

圖次

圖 1.1	中之關紅外線設置位置圖.....	1-4
圖 1.2	瓦拉米步道調查路線及周邊道路系統.....	1-5
圖 1.3	紅外線設置位置圖.....	1-6
圖 3.1	中之關步道範圍圖.....	3-1
圖 3.2	甲仙測候站月平均溫(2003~2007).....	3-3
圖 3.3	甲仙測候站月降雨量(2003~2007).....	3-3
圖 3.4	區位與鄰近景點關係圖.....	3-7
圖 3.5	地理區位圖.....	3-8
圖 3.6	瓦拉米步道圖.....	3-9
圖 3.7	瓦拉米地區地質圖.....	3-10
圖 3.8	佳心測候站月平均溫(2003~2007).....	3-11
圖 3.9	佳心測候站月平均降雨量(2003~2007).....	3-11
圖 3.10	瓦拉米地區之步道、樣站及植被分布.....	3-12
圖 4.1	天池端第一號棧木橋設置位置.....	4-1
圖 4.2	中之關端第二十號棧木橋設置位置.....	4-1
圖 4.3	主機箱內之設備裝置圖.....	4-2
圖 4.4	主機外觀.....	4-2
圖 4.5	紅外線計數器運作原理圖.....	4-2
圖 4.6	自動計數器位置圖.....	4-7
圖 4.7	計數器安裝實體圖.....	4-8
圖 5.1	基地整地.....	5-1
圖 5.2	架設主機箱.....	5-1
圖 5.3	中之關端主機箱完成圖.....	5-1
圖 5.4	天池端主機箱完成圖.....	5-1
圖 5.5	中之關架設支撐柱.....	5-2
圖 5.6	中之關支撐柱完工圖.....	5-2
圖 5.7	天池端架設支撐圖.....	5-2
圖 5.8	天池端支撐柱完工圖.....	5-2
圖 5.9	中之關-每月遊客人數分布圖 (2008/07/20~2008/11/11)	5-6
圖 5.10	中之關-一週遊客人數分布圖 (2008/07/20~2008/11/11)	5-6

圖 5.11 中之關-每小時遊客人數分布圖 (2008/07/20~2008/11/11)	5-7
圖 5.12 中之關-假日與非假日遊客人數分布圖 (2008/07/20~2008/11/11)	5-7
圖 5.13 天池-每月遊客人數分布圖 (2008/07/20~2008/11/11)	5-11
圖 5.14 天池-一週遊客人數分布圖 (2008/07/20~2008/11/11)	5-12
圖 5.15 天池-每小時遊客人數分布圖 (2008/07/20~2008/11/11)	5-12
圖 5.16 天池-假日與非假日遊客人數分布圖 (2008/07/20~2008/11/11)	5-12
圖 5.17 瓦拉米每月遊客人數分布圖 (2007/10/01~2008/09/30)	5-14
圖 5.18 瓦拉米一週遊客人數分布圖 (2007/10/01~2008/09/30)	5-14
圖 5.19 瓦拉米每小時遊客人數分布圖 (2007/10/01~2008/09/30)	5-15
圖 5.20 瓦拉米假日與非假日每小時遊客人數分布圖 (2007/10/01~2008/09/30)	5-13
圖 5.21 瓦拉米每月遊客人數分布圖 (2008/01/01~2008/09/30)	5-17
圖 5.22 瓦拉米一週遊客人數分布圖 (2008/01/01~2008/09/30)	5-17
圖 5.23 瓦拉米每小時遊客人數分布圖 (2008/01/01~2008/09/30)	5-17
圖 5.24 瓦拉米假日與非假日每小時遊客人數分布圖 (2008/01/01~2008/09/30)	5-18
圖 5.25 校正期間自動計數系統紀錄人數與目測人數之散佈圖	5-20
圖 5.26 上山群體遊客自動計數系統與人員觀察之差異統計	5-23

第一節 前言

近幾年生態旅遊已蔚為風潮，玉山國家公園具豐富的生態旅遊資源，尤其園區的「天池--中之關步道」及「南安--瓦拉米步道」，更是重要的生態旅遊路線與示範地區。

(一) 中之關步道

天池--中之關步道則位處於高雄縣桃源鄉、南橫公路 130K 到 135K 上方，全長約 3.5 公里。此步道是整修自日據關山越嶺道之部份路段，是關山越嶺古道全線保持最完整的一段，沿途景緻優美，生態豐富，也一向是健行旅遊的熱門古道。此外，玉管處從 86 年起就已在遊憩安全及古道維護前提下進行古道整修，將日治中之關舊警址整理作為解說休憩平台，並於步道沿線規劃設置解說牌誌，目前設備完善，而教育部也已將此步道列為適合高中生攀登之十條生態旅遊登山路線之一。

「天池-中之關」步道位處偏遠地帶，卻擁有豐富的自然與人文資源，近年來政府極力推動國民走入自然步道，從事生態旅遊。中之關步道部分平緩，陡坡處玉山國家公園管理處也都有架設枕木棧道，非常適合健行，困難度低。沿途之特殊景觀路段有三處，一為天池段生長在山崖邊的檜木群，二為接近中之關段的紅楓小徑，三為日據時代木炭窯遺址，除此之外，古道林木參天，生態豐富，除了高海拔植物與花卉外，偶爾還會見到成群台灣獼猴或黑熊、山羌、山羊足跡。此步道蘊藏著豐富的自然生態資源和人文史蹟，沿途雖較少有壯麗的溪谷，但山岳景觀和天池附近經過森林火災後之森林再生之特殊景觀，也讓本步道成為台灣旅遊資源中最具生態觀光發展潛力的旅遊路線。

因此隨著遊客進入步道的機會日益增加，遊憩使用機率攀高，遊客調查成為遊憩區規劃與經營時例常性的基本資料蒐集工作，但通常就遊憩使用型態與遊憩特徵作為調查重點，至於精確的遊客量調查方法常為研究者與經營者所忽略。若遊憩區有收費制度或是採取使用許可管制措施，遊憩區的使用則有遊客量紀錄，否則一般遊憩區是難以掌握精確的遊憩使用量。若派員看守入口計數遊客量，也將付出非常高的人事成本（每個入口至少需有 4-5 位工作人員輪班執勤，尚不包括監管人力）。

事實上遊憩使用量及其在時間上的分布(每天廿四小時、每星期七日、每年十二個月份)數據在規劃與經營措施上具有多種功能,也能使經營管理制度之擬定有堅強的科學數據基礎。例如決定所需的設施數量、設施的尺度與規模大小、設施維護與環境清潔頻率的決策、擬定遊客管制策略、訂定行銷與反行銷策略、甚至容納量的決定,均需要詳實的遊憩使用量數據作為基礎。此外,若想要探討社會容納量、接觸的社會規範與客觀的遊憩使用量之關係,亦需要有精確的遊客量資料。

目前有關步道的遊憩使用量的監測以自動化計數系統在經濟效率與計數效用二者兼顧的最佳方案。在自動化計數系統中以紅外線計數系統是在美國被廣泛使用,目前也被應用在北大武登山步道與浸水營古道,系統運作順暢且運作的經濟成本尚稱低廉。雖然紅外線計數系統是屬非侵擾性觀察,但因計數器的設置仍會被遊客所發現,遊客對此設施會因好奇或遊客管理策略利益考量而加以干擾,通常在設置紅外線計數系統時皆應考量此類的干擾因子,以降低不準確度。

依照過去的經驗,在一個步道上設置紅外線計數系統遊客通常需要半年至一年的適應期,過往遊客就不再對該設施產生好奇,而視為步道基本設施之一。屆時計數系統運作就會相當順暢。中之關步道則有兩個入口,所以在中之關步道之起訖點二端,需各設置紅外線計數器一套,主要紀錄兩邊遊客上山人數,以便管理單位推估中之關步道之遊憩使用量。將現場蒐集的資料加以整理、分析並提出遊客數在不同時間型態上的分布結果。中之關步道遊憩使用有逐年增加趨勢,為維持天池-中之關步道高水準的旅遊品質和管理單位有效扮演經營者角色,實有必要針對此步道的遊憩使用量做長期的監測,提供未來各種規劃與經營管理應用之可能。

(二) 瓦拉米步道

南安--瓦拉米步道,是一條沿著拉庫拉庫溪之溪谷南岸由海拔 600 公尺緩慢盤繞溪谷上升至 1060 公尺,蜿蜒穿梭於茂密森林的步道。該步道根據「日據八通關越嶺道」東段遺址修建而成。步道起點是位於台 30 線 0 公里處(以前台 18 線 192 公里處),即柏油道路盡頭,沿途經山風瀑布、佳心、黃麻一號橋、黃麻二號橋至瓦拉米等景點,全長約 14 公里。由於步道蘊藏著豐富的自然生態資源,人文史蹟和布農族舊聚落,以及壯麗的溪谷與山岳景觀;本步道已成為東台灣旅遊資源中最具生態觀光發展潛力的旅遊路線。

隨著政府相關單位推動生態旅遊,瓦拉米步道的遊客日益增多,遊憩使用增加,難免

會對當地自然與實質環境產生負面的影響；沿途的景點與各種設施，以及步道本體也會逐漸耗損，因而降低此地的遊憩品質，甚至影響到遊客安全。除非遊客欲進入佳心以後之地區，否則進入該步道是無須申請入園許可證，因此目前管理單位無法實際掌控此步道的遊客量。

瓦拉米步道已於 95 年 5 月 20 日設置完成，開始運作至今效果良好。本年度在瓦拉米步道上的自動計數系統之工作，仍然代為維護與操作此遊客自動計數系統。然而此遊客自動計數系統所記錄之遊客人次是否就是等於實際通過之人次，這二者之間是否有差異？這是管理單位進一步想要釐清的。自動計數系統之人次與實際通過之人次就是代表此計數系統的所產生的誤差，誤差愈小則代表此計數系統之計數功能愈優越。因此本研究團隊將於瓦拉米步道所設置之遊客自動計數系統建置中檢測此誤差的量與發生之原因。

第二節 計畫範圍

一、中之關步道

中之關步道處於高雄縣桃源鄉、南橫公路 130K 到 135K 的上方，全長約 3.5 公里。此步道是整修自日據關山越嶺道之部份路段，是關山越嶺古道全線保持最完整的一段，沿途景緻優美，生態豐富，也一向是健行旅遊的熱門古道。遊客自動計數系統建置於中之關步道之起訖點二端，需各設置紅外線計數器一套，主要紀錄兩邊遊客上山人數，以便管理單位推估中之關步道之遊憩使用量。

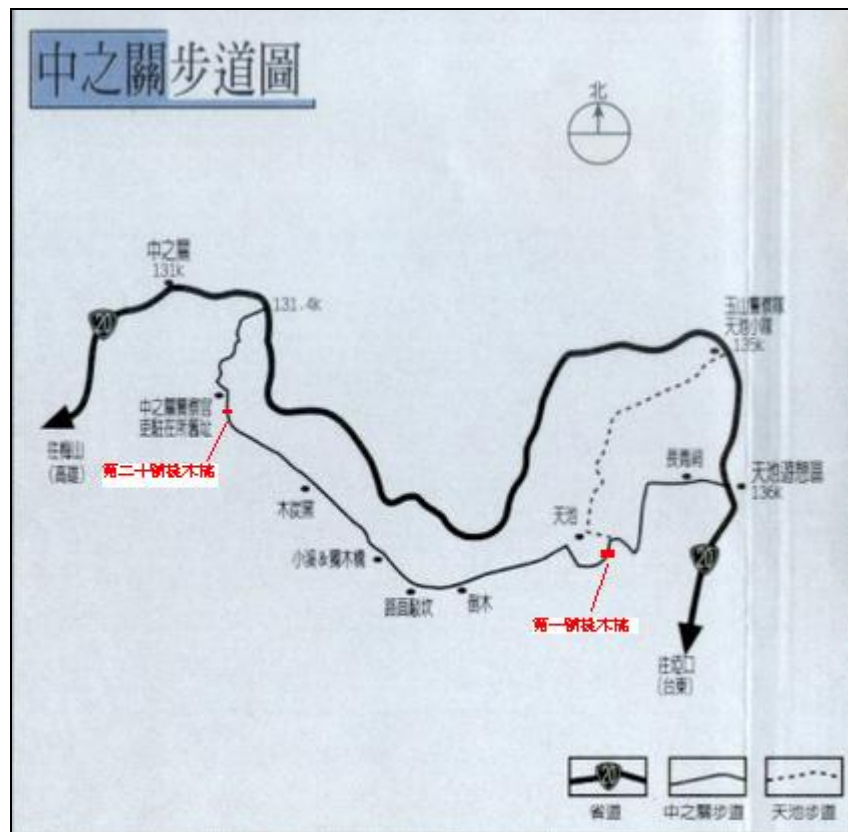


圖 1.1 中之關紅外線設置位置圖

二、瓦拉米步道

瓦拉米步道起點位於台 18 線 192 公里處 (柏油道路盡頭)，沿途經山風、山風一號吊橋、山風瀑布、山風二號吊橋、佳心、黃麻、喀西帕南事件紀念碑、黃麻一號吊橋與二號吊橋至瓦拉米等景點，全長約 14 公里，可見圖 3.3。本計劃範圍 (即紅外線計數器設置位置) 位於山風瀑布二號吊橋後 300 公尺處 (約位在 2K 處)，見圖 1.3、圖 1.4。

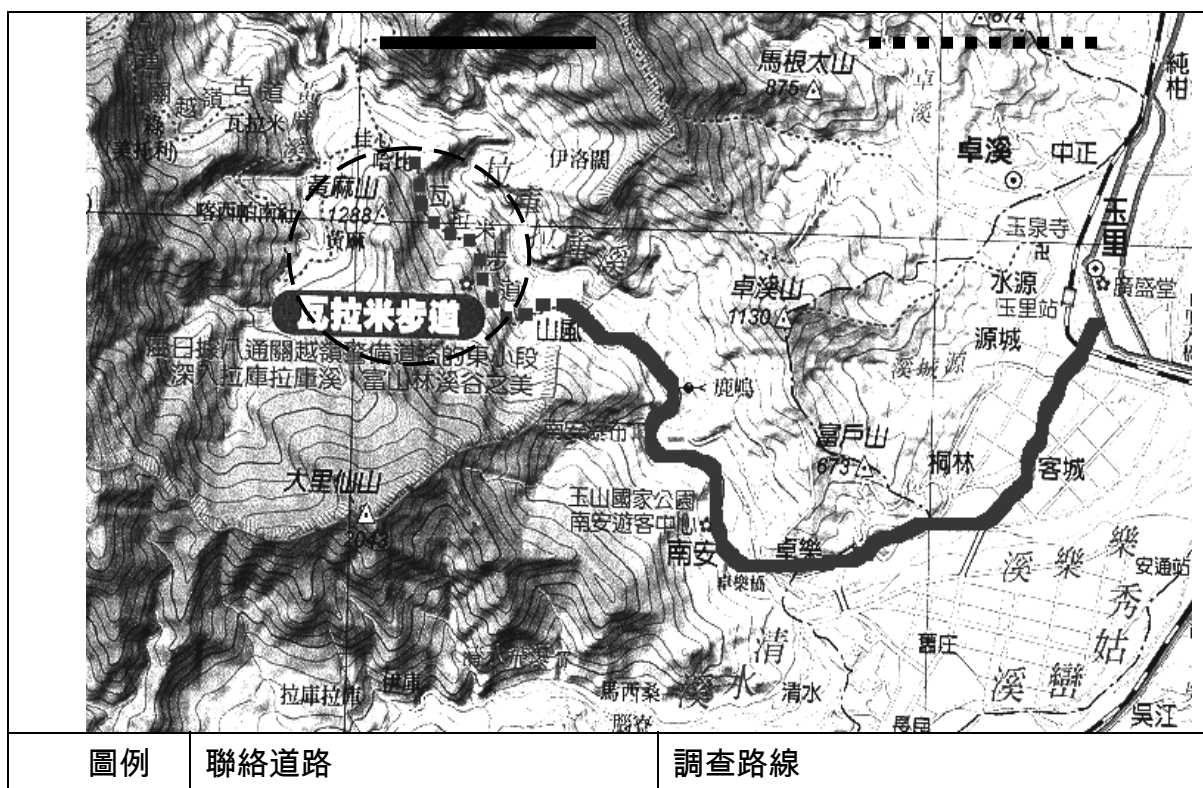


圖 1.2 瓦拉米步道調查路線及周邊道路系統

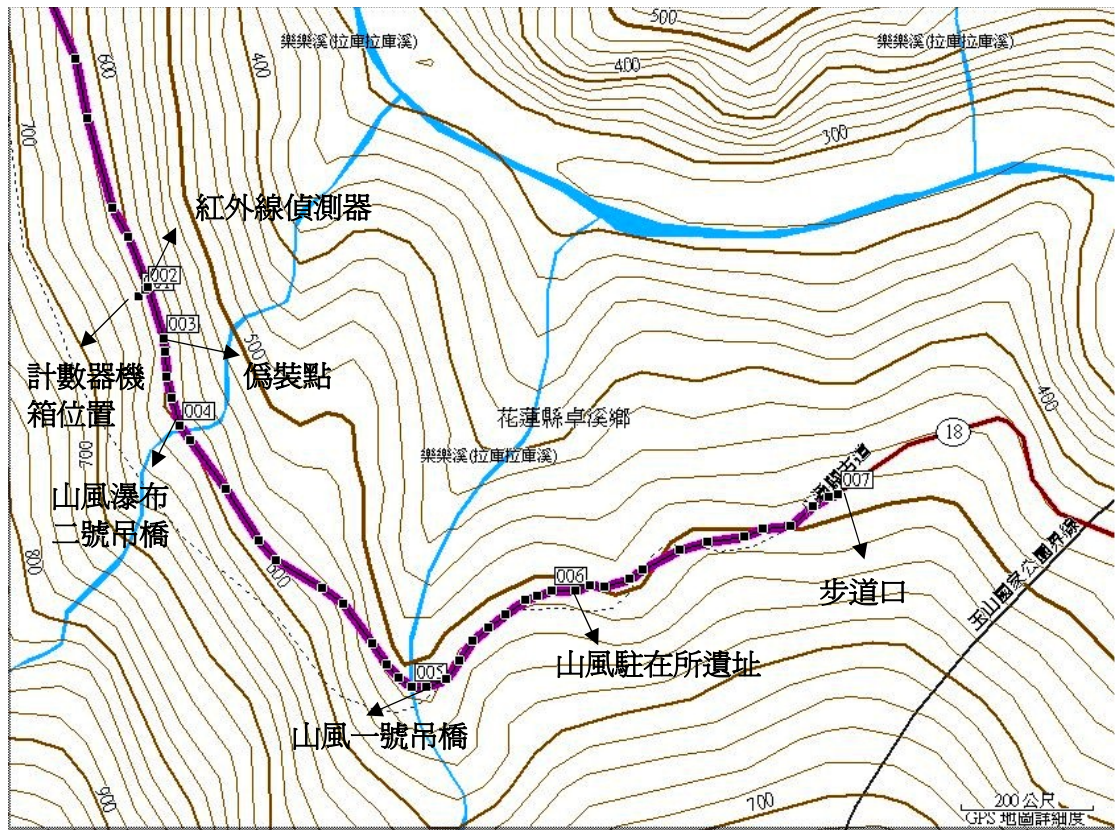


圖 1.3 紅外線設置位置

第三節 計畫目的

隨著生態旅遊之推廣，瓦拉米步道及中之關步道吸引越來越多的遊客前來，遊憩體驗品質的維持成為經營者的挑戰。為維持滿意的遊憩體驗，針對瓦拉米步道及中之關步道必須擬定有效的經營措施與建立合理的管理制度。然而要建立一套合理的經營者管理制度，是需要有精確與完整的基礎資料。

因此，本研究主要的研究目的有三：

1. 在中之關步道之起訖處兩端各設置一套紅外線計數器，主要紀錄遊客上山人數，以便測量中之關步道之遊憩使用量。將現場蒐集資料加以整理、分析並提出遊客數在不同時間型態上的分佈結果。
2. 持續監測及維護瓦拉米步道上的遊客使用量及其在時間上的分佈。
3. 進行瓦拉米紅外線計數器的校正工作，檢測遊客自動計數系統所記錄之遊客人次是否就是等於實際通過之人次。

第一節 自動化計數系統在遊憩使用監測上之運用

在美國原野地提供遊憩使用是一項重要的傳統，然而遊憩使用與維持自然真實度二者確有其矛盾之處，因此對原野地的監測是必須的；因此美國林務署長期以來致力於原野地與遊憩使用監測工作。Watson, et.al., (2000) 指出原野地的監測目的有三：(1) 改善原野地經營工作；(2) 改善有關原野地之知識的累積與使用；(3) 改善原野地現況與趨勢之評估。

最恰當的遊憩使用資訊蒐集的技术是能夠提供完整而精確的資料，同時能兼顧所需投入的成本，以及對遊客較少的干擾。由於遊憩使用的資訊要能精確反應事實狀況，就必須長期的持續監控，因此長期在現地所需投入的人力及物力將累積成為巨大需求。此外監測通常會對遊客正常行為有所影響，當影響遊客行為模式多時，監測本身所累積之資料就會有偏誤的可能。

美國林務署所出版的原野地遊憩使用估算手冊提出九類估算遊憩使用量之技術 (Watson, et.al.,2000)，其特性整理如表 2.1。其中對遊客不致造成干擾的是區外觀察與區內走動式觀察，干擾程度低者有自動化計數；就所需投入的成本而言，以區內走動式觀察 (但是只限於原來就有巡邏的制度而言)，中度的投入成本是自動化計數，其餘均須投入大量的成本；就精確性而言，只有自動化計數與申請允許制是最好的。就資料精確性、所需投入的成本、干擾遊客整體三者而言，似乎只有自動化計數系統，是最佳的選擇，但其最大的缺點是所蒐集的資料項目是較有限且屬於量化的。

表2.1 九種估算遊憩使用量之技術

技術	特性 ^a	干擾遊客	投入成本	精確性
區外觀察	1, 2, 3, 5	無	高	不一定
區內固定點觀察	1, 2, 3, 5, 6	無	不一定	不一定

區內走動式觀察	1, 2, 3, 5, 6	無	低	低
自動化計數	1, 6	無	高	高
登記	全部	低	中等	不一定
申請 允許制	全部	中~高	不一定	高
遊客調查	全部	中等	高	不一定
間接估算	1, 5	高→低	高→低	不一定
空中拍照	1, 2, 3, 5, 6	高	高	?

註 a：特性

1=個人/群體計數，2=群體大小，3=交通方式，4=停留時間，5=活動型態，
6=使用型態

來源：Watson et al. (2000)

單純就遊客計數方面而言，遊憩使用量之調查可採用普查或取樣推估兩種方式。前者即是全時派員在入口處計數，持續一整年，即可得整年的遊客量及其時間上的分佈；後者則是選定具有代表性的日子，派員在入口處實際計數該段時間內之遊客人數，再乘以相當權重以推估全部的遊客量。前者在執行上是有相當困難度，而後者則是常見的遊客計數方式，但是推估之準確度是不可知的。如果能設計一套具有相當穩定性的儀器，運用儀器計數以代替人員普查則是可行的。

應用自動儀器協助計算遊客數早在 1970 年代就已被英、美兩國的遊客調查者所開發與利用 (Leonard,et.al.,1980 ; Tourism and Reaeution Research Unit,1983)。早期的自動化計數器主要有三種型態 (1) 機械式：主要應用在超市、圖書館；(2) 電子式：開關是屬電子感應，再連接至機械式的計數器；(3) 光電式：應用光波被阻斷而發送訊號至計數器，以啟動計數功能。自動化計數系統各有其優、缺點，概述於後。

優點：

1. 簡單容易裝設與使用。
2. 設置及維護成本低。
3. 提供 24 小時全天候、長時間的計數功能。
4. 維護的人力需求少。

缺點：

1. 有可能產生機械故障，需定期檢測。
2. 計數器只計算通過之次數而不算人，因此校正是必要的，仍需人工計數以提供校正公式。
3. 有可能遭受破壞與玩弄。
4. 累計的計數器必須定期被讀取。

另外，合適的設置地點是計數功能正常與否的關鍵。計數器適當的設置地點必須是為數不多的入口點，並且是線狀通道至計數點是最容易被度量。它的維護人力需求，至少有 2 人一組的維護人力；一人通過偵測器，另一人檢測主機與記錄人數。自動化計數系統可提供一個基地上遊客移動的情形，此計數系統已被廣泛的應用且效果良好。

最近幾年在美國，較常使用自動化儀器計數遊客量則有三種：(1) 光電式：應用紅外線或雷達發射波被阻斷的原理，以偵測人員通過與否；(2) 震動式：運用感應踏板以偵測人員通過；(3) 迴路式：運用一個埋在步道路面下的電子回路以偵測過往的遊客，這是最新的一種儀器 (Watson, et.al.,2000)。

第二節 遊客自動計數系統之校正檢測

早在 1970 年代，英美兩國已經開始使用遊客自動技術系統，然而遊客自動計數系統所記錄之遊客人次是否就是等於實際通過之人次，這二者之間的差異就是代表此計數系統所產生的誤差，誤差愈小則代表此計數系統之計數功能愈優越。

遊客自動計數系統之檢測過程需要就原有的計數系統操作的同時，另外執行不同的遊客量度量方式（例如，使用攝影機或人工觀察），以校對二者之間差異，並應用取樣的方式求出實際計數系統之遊客數的信賴區間（Watson et al., 2000）。檢測的樣本大小是視要求的精確度（90%、95%或是 99%），多少經費與人物力可提供給檢測研究工作，以及遊憩使用型態的變異情形而定。

以遊客自動計數系統的遊客使用量度量的檢測至少有二種：攝影檢測與人工檢測。攝影檢測的進行是使用隱藏式的攝影機裝置在緊臨被檢測的遊客計數系統之地點，記錄遊客通過的情形。此種檢測方式會依取樣策略不同而有兩種不同的型式的檢測：（1）固定間隔的監測，攝影機被預先設定在特定時間啟動以記錄遊客通過情形；（2）計數系統啟動的監測，攝影機是與計數系統連結，當計數器記錄遊客通過時，同時啟動攝影機記錄遊客通過的情形（Watson et al., 2000）。在第二種方式，若計數系統無法偵測通過之遊客時，則監測程序也無法進行，這是它的缺點。人工檢測是比攝影檢測更耗費人力，但是比較精確的一種檢測方式。在檢測過程中，觀察者必須儘量接近計數系統，並且必須不為通過之遊客所發現，才能讓人為觀察檢測成程序在自然未干擾下進行。人工觀察時段必須事先安排，取樣時段須能反映該地之遊憩使用型態。此外，每一次人工觀察時間不能夠太長，以免觀察人員疲乏或無聊（當很少人經過時）而從事其他行為，而造成記錄時有誤差，降低檢測程序的準確度。

透過遊客自動計數系統以外的第二種計數方式所得的數據才使得計數系統的校正成為可能。在校正的過程研究者可以檢測遊客自動計數系統之可信度。在本研究中計數系統的效度是指遊客自動計數系統在一個時段內，在某一個特定分析單位（可依年、月、日、時、遊客群）下所得的測量值（此值即是代表為使用步道之使用量的指標）與同一時段內真正進入步道之遊客數之相似程度。至於信度則是指依照遊客自動計數系統之邏輯判定所能紀錄之遊客數與實際通過之遊客數的誤差程度，誤差愈小，信度就愈高。

第一節 中之關步道之自然環境與人文環境

(一) 地理區位

中之關步道，位於玉山國家公園溪南園區內梅山和啞口之間，也就是南橫公路（省道台20線）130.5K~136K路段的公路上方，為山地經常管制區。行政區隸屬於高雄縣桃源鄉轄區，但因兩端分別連結高雄縣及台東縣，可分別聯絡兩縣的遊憩據點，如寶來溫泉、池上、知本溫泉等地，形成遊憩聯絡網的通道，見中之關步道範圍圖3.1。



圖 3.1 中之關步道範圍圖

(二) 步道概況

中之關步道，是關山越嶺古道較完整的一段，沿途林相優美，伴隨著布農族抗日的史詩故事，看見日警駐在所、木炭窯等遺跡，全長3.5公里，途中經過中之關駐在所遺址、天池、長青祠至天池遊憩區，海拔高度在1,900~2,350公尺間。

整條步道除了木製的公里數指示牌之外，還設置有：關山越嶺古道、天池、火災跡地、檜木、木炭窯、駁坎路面、柳杉造林地、台灣赤楊、霧社櫻及拉荷阿雷等解說牌或解說亭。另外為使整條中之關步道動線更加流暢並以遊客安全，不危及當地動植物生態為主要考量，在行走不便的路段除非必要才搭建作為串連之用的棧橋，一共設有20座（內政部營建署，2001）。

(三) 地形與地質

南橫路段的陡坡較大加上此地的地質本是屬於脆弱的砂、頁岩層，經過變質作用而形成板岩（變質砂岩）、硬頁岩等岩層，因此若是加上颱風、豪雨或坍方，經常會造成落石甚至嚴重坍方，公路被阻斷而無法通行的情況發生（內政部營建署，2001）。

1. 地形

「天池-中之關步道」因海拔高度及地質關係，天池崩積層地形長時間被雨水沖蝕而形成淺谷集水區，再加上經年下來匯聚了附近地表與地下的大量積水，遂發展出高山湖泊地形，為南橫公路梅山至埡口著名的高山湖地形景觀。天池之本池位於海拔 2,290 公尺處，湖面呈寬約 50 公尺的心形狀，湖水雖淺但淤泥甚深，處於狹長的山谷窪地中，縱列成北 20 度東的方向，另一池面則範圍較小（玉山國家公園網站）。

2. 地質

南橫公路由梅山村（110K）至埡口（146.5K）大關山隧道為止，全長36.5K，沿線地質狀況複雜，為第三紀亞變質岩區，受到構造運動作用及變質作用影響，全線岩層岩體破碎，地形陡峭，地質構造極多。其基本架構是在最近三百萬年間，由台灣運動（又稱蓬萊運動）作用所造成的結果，地形發育階段屬壯年期的早期。於此一路段間的地層，均屬於中央脊樑山脈的泥質沈積岩層，主要岩性為經過變質作用的變質砂岩、硬頁岩、板岩和千枚岩構成，間夾有凸鏡狀石灰岩體和火成岩體。

根據其所含岩性和化石的不同，本區又可分為三個地層單位：中新世早至晚期的梅山層、漸新世晚期至中新世早期的禮觀層、以及始新世早中期至漸新世早期的畢祿山層。梅山層主要岩層為灰黑色硬頁岩，禮觀層為中至細粒砂岩，畢祿山層則為板岩、綠色岩、變質砂岩及千枚岩等（賴典章，1988）。

(四) 氣候

中之關步道的海拔高度從步道的入口處約1930公尺上升至步道的另一端的天池的本池上方最高點2350公尺，再降至2290公尺的公路路面，屬於中高海拔高度，在此區域鄰近有梅山測候站，根據過去中央氣象局在甲仙測候站（海拔860m）所測得的年平均溫度為

22°C (中央氣象局, 2003-2007), 全年最低溫出現於一月, 平均溫約17°C, 七月均溫約26.5°C; 天池地區數年偶會降雪, 最近一次降雪的紀錄為94年3月。年平均雨量為282.5mm, 降雨量集中在5月~8月 (中央氣象局, 2003-2007), 參考圖3.2、圖3.3, 可得知中之關步道的氣候受到熱帶型氣候影響, 降雨期集中在5月到9月之間, 以7、8月為甚, 年雨量介於600公釐-800公釐之間, 11、12月屬乾季期間, 每月降雨量僅為8月雨量的1/8。

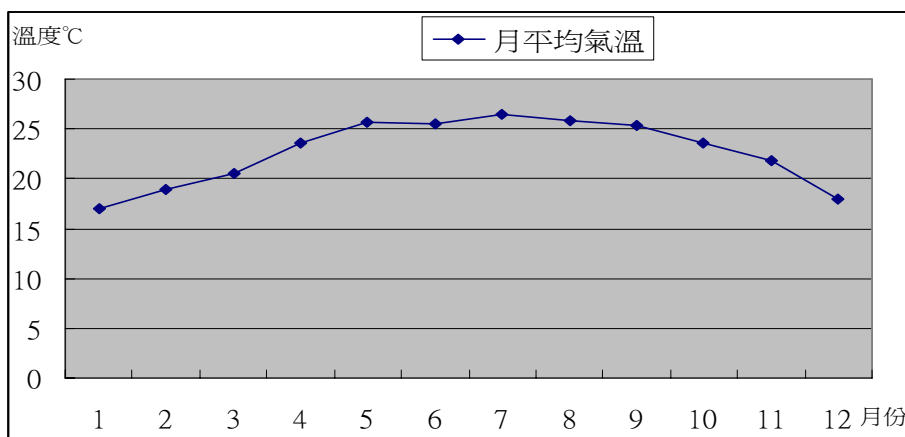


圖 3.2 甲仙測候站月平均氣溫(2003~2007) (資料來源：中央氣象局)

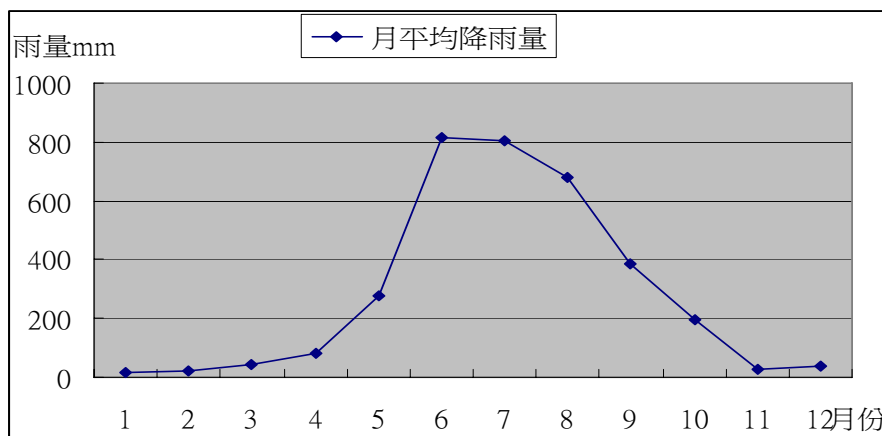


圖 3.3 甲仙測候站月平均降雨量(2003~2007) (資料來源：中央氣象局)

(五) 動、植物

針對中之關步道所做的鳥類調查可發現的鳥類約有75種。動物方面的調查至少發現有23種爬蟲類、12種兩棲類與228種蝴蝶 (陳宗承, 2006)。植物方面, 因地勢及海拔高度

關係，發現許多珍貴稀有種及特有種，檜木、台灣雲杉及殼斗科植物皆列在其中。

1. 植物景觀資源

因中之關步道位處於針闊葉林混合林帶中，包括海拔從1800公尺到2400公尺的暖溫帶森林，此段步道的針葉林樹種是以檜木、台灣鐵杉、台灣雲杉及台灣華山松為主；闊葉樹種則是以山茶科、忍冬科、欄樹科、樟科、殼斗科為優勢植物，例如莢迷屬的種類就非常豐富（內政部營建署，2001），且中之關步道的蕨類種類多達80種以上，植被呈現豐富多樣性。

天池地區之植被情形，林務局人工造林地已取代原有的自然林，中之關步道沿途的植被仍保持完好的狀態，未多受破壞。由天池前往中之關，步道兩側可發現的植物包括：毛地黃、台灣馬醉木、山油點草、玉山懸鉤子、白花香青、玉山小米草、玉山石竹、阿里山薊、一枝黃花、進入中之關古道濃密的森林後，可見的植物包括：昆欄樹、台灣鐵杉、台灣澤蘭、紅檜、台灣野蘋果、高山七葉一支花、台灣蠟子草、咬人貓、裡白、長春藤等植物。中之關駐在所則有數株日治時期所栽植的霧社櫻（陳宗承，2006）。

2. 動物資源

哺乳動物資源以天池附近及埡口林道的種類最多，除常見之台灣獼猴、赤腹松鼠與白面鼯鼠外，偶而可見台灣山豬、台灣長鬃山羊、山羌、台灣黑熊、穿山甲、南華鼯鼠、鼯獾等動物出沒。在鳥類方面，中之關步道可發現的特有種鳥類有帝雉、藍腹鷓、藪鳥、白耳畫眉、冠羽畫眉；特有亞種則有繡眼畫眉、山紅頭及青背山雀。特有種爬蟲類則有菊池氏龜殼花、標蛇、台灣赤練蛇。外來動物則多由於放生或棄養，放生的動物以天池內的鳥類及魚類為主，棄養動物主要為家犬。

二、人文環境

（一）、歷史沿革

1914年第一波的「五年理蕃計畫」的實施，日軍沒收布農族重要維生工具「獵槍」後，引發1915年的「大分事件」，原住民的槍枝來自早期與荷蘭人的貿易，是原住民賴以為生的狩獵工具，一般認為，布農族抗日的的原因，肇始於日本沒收他們的槍枝。此後多次交戰，拉荷阿雷與弟阿里曼西肯至玉穗山南稜建立抗日基地，直到1933年投降歸順，結束18年的

抗日行動，因此，日本為徹底壓制番社的反抗行動，開始研議「關山越警備線」的開鑿計劃，這條路線即是今日所慣稱「關山越嶺古道」、「關山越」或「關山古道」（陳宗承，2006；玉山國家公園南橫解說手冊，1997）。

昭和4年(1929)，道路的工事自高雄州與里壠支廳同時向中央山脈開鑿，歷時2年後，終於連結了自高雄六龜至台東關山，當時這條路線的正式名稱為「關山越警備線」。中之關段（馬舒霍爾-檜谷駐在所）的完工時間為昭和4年4月，算是在初期就完成的路段。日治時期的中之關段曾設有中之關警察官吏駐在所，除派有全線最高階警官「警部補」外，並另派駐砲隊，主要為鎮壓玉穗社的番人，是「關山越警備道」極重要的軍事據點。

中之關步道的歷史，與玉穗社的原住民交織著錯綜複雜的關係，玉穗社的頭目拉荷阿雷對日方勢力的抗爭與中之關駐在所新盛警部補的居中斡旋，使中之關駐在所成為一個弭兵之地。日人在台灣廣闢警備道以求有效控制山區原住民，加強理藩的機動性，而這些警備道路大多數都沿襲原住民的遷移路線或狩獵山徑，少數則是重修清代開通的山區道路。

位在中之關駐在所與檜谷駐在所中間的步道，全長7.85公里，但由於天池至檜谷駐在所之間的步道有多處崩塌且修復困難，故玉山國家公園目前僅開放中之關駐在所至天池間的3.5公里，也就是位於玉山國家公園西南園區內梅山到埡口之間，南橫公路（省道台20線）130.5K~136K路段的公路上方。當初南橫公路的開通對這段步道所造成的衝擊並不嚴重，因此是關山越嶺古道全線較為完整的一段（陳宗承，2006）。

（二）原住民部落

目前南橫路段多是以鄒族、魯凱族及布農族三大原住民族群為主，其中「天池-中之關步道」是以布農族聚落為主體。

布農族人的口傳，布農族有二次大遷徙行動，第一次是在十七世紀初開始在中央山脈移動，距今約兩百五十年前，丹社群越過中央山脈，往北因有邵、鄒、泰雅族之抵擋，而轉東達花蓮（現萬榮鄉馬遠）、臺東縣境（長濱鄉南溪），第二次在距今約二百年前左右，巒社、郡社大舉越過中央山脈，向南至大武山，因有排灣、魯凱族之阻擋，往東到臺東縣海端、延平鄉，部份往西到高雄縣三民、桃源、茂林三鄉。至今分布於中央山脈中段，中之關步道路段及鄰近地區就是布農族的衍生族群：郡社群『Isi Bukun』。以下介紹接近中之關步道路段所聚集等原住民部落：

1. 梅山聚落

梅山聚落的形成約是在距今七十幾年前，現在的梅山地區包含兩個部份，南橫公路的 109.6K ~ 110K 之間的梅山口與北邊 2K 的梅山村。目前梅山地區有救國團的梅山青年活動中心及梅山遊客中心，是南橫公路上重要的遊憩指標(玉山國家公園南橫解說手冊,1997)。

2. 玉穗社

玉穗社 (Tamaho) 的部落位於玉穗山西南方，由於玉穗社位於急坡險要地，並無明顯通道可進，1921 年日軍著手開闢八通關越嶺警備線和關山越嶺警備線 (1931 年完工)，打算南北夾擊玉穗社。在關山越嶺道開通前，日警束手無策，但道路開通後已無險可守。昭和 8 年 (1933) 年布農族的抗日英雄拉荷阿雷見大勢已去，亦怕日人危及族人，因此前往受降，結束了 18 年的抗日活動，玉穗社成為全台最後歸順的部落。玉穗社歸順後被日本、國民政府經多次遷移，最後至復興和勤和兩地之間的南橫公路邊，以便管理 (中之關鄉土教材網站資料)。

第二節 瓦拉米步道之自然環境與人文環境

一、自然環境

(一) 地理區位

瓦拉米地區位於玉山國家公園東南隅、本島的東部稍偏南，行政區域屬花蓮縣卓溪鄉，距玉里鎮約 14.6 公里，約需 30 分鐘車程，自玉里取道台十八線公路經客城、卓樂、南安至公路終點即為本區監測起點山風--步道口。

本區因介於花蓮縣與台東縣之間，可分別連絡兩縣之遊憩據點，如富源森林遊樂區、秀姑巒溪、赤柯山金針休閒農業區、瑞穗溫泉、六十石山、南橫公路等景點，形成一多樣的觀光遊憩系統網；在一百公里範圍內更可到達花蓮及台東兩大都市，車程約需一至二小時，道路交通甚為方便。區位關係圖參考圖 3.4、3.5。



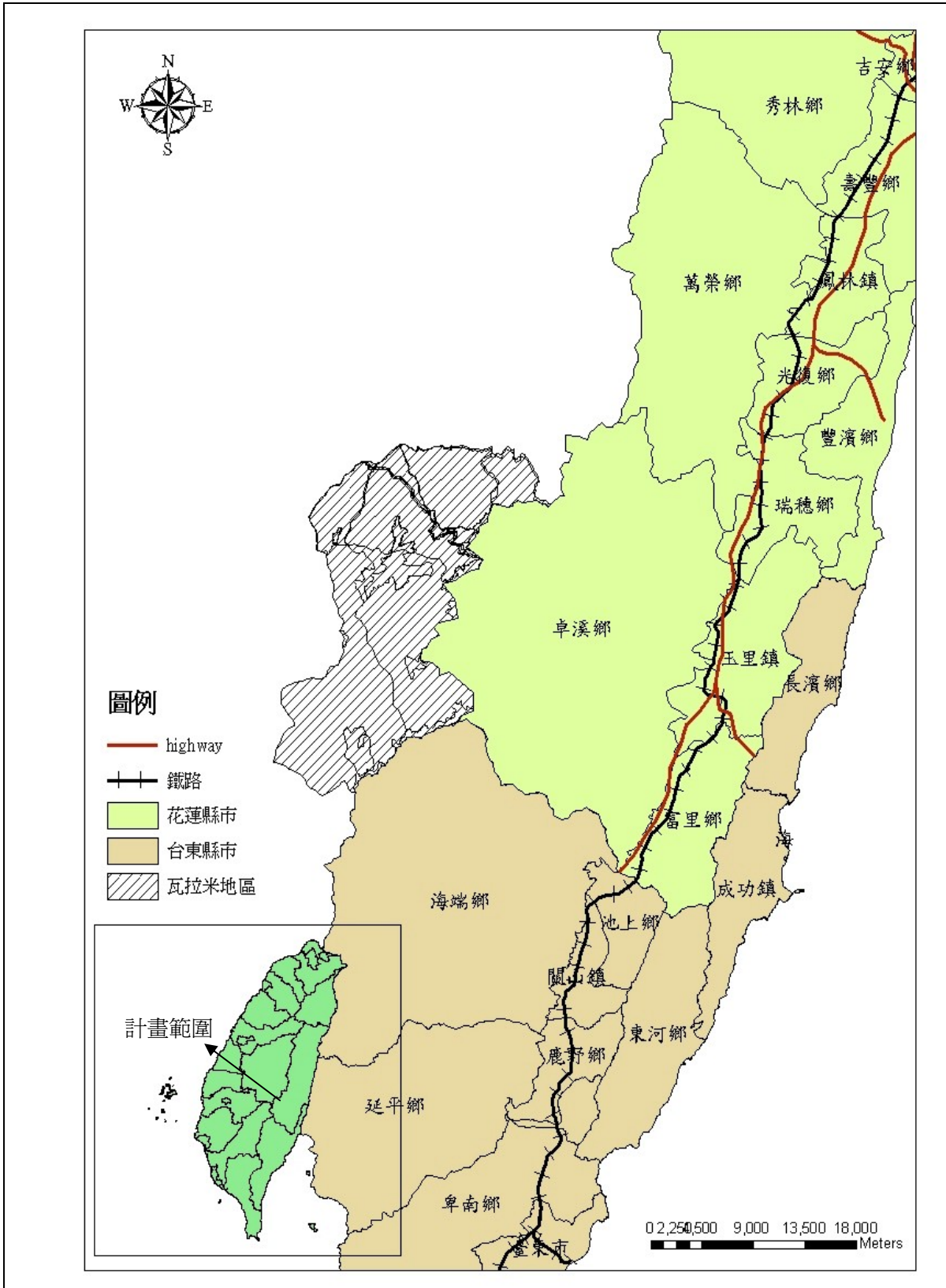


圖 3.5 地理區位圖

(二)、步道概況

南安～瓦拉米步道乃屬玉山國家公園東部園區，為八通關越嶺道東段的一部份，位處偏僻，大致沿著秀姑巒溪的上游拉庫拉庫溪所形成的河谷南側而行。

步道全長約 14 公里，見圖 3.6，沿線相關據點為：步道口→山風→山風一號吊橋→山風二號吊橋（山風瀑布）→佳心→黃麻一號橋→黃麻二號橋→瓦拉米（林青，2005）。



圖 3.6 瓦拉米步道圖 (資料來源：林青 2005 年玉山國家公園：「南安～瓦拉米步道」生態旅遊地推薦遴選簡報)

(三)、地形與地質

瓦拉米地區以豐富的生態資源聞名，地勢呈朝北下傾地形，全屬於拉庫拉庫河流域，溪流侵蝕作用強烈，峽谷地形豐富，瀑布頗多，全區地形大多屬於陡坡。地質岩層為古生代晚期之變質雜岩，地層單元屬於大南澳片岩的太魯閣段，為海相岩層。

1. 地形

瓦拉米地區以拉庫拉庫溪為北界，也是本區最低處，海拔高度在 250 公尺至 700 公尺間。可可爾博山至大里仙山一線連稜為南界，亦為本區最高處，海拔高度在 1500 至 3000 公尺間，東邊以山風一號吊橋所在拉庫拉庫溪支流（山嵐溪）為界，伊霍霍爾溪則為西邊的邊限。全區呈現北低南高之北傾地形，主要由兩條北延之稜脊構成，西邊之稜脊為可可爾博山之北支稜，為伊霍霍爾溪與黃麻溪之分水嶺；東邊之稜脊為大理仙山的北支稜，為黃麻溪與拉庫拉溪下游之分水嶺。全區最高為 3006 公尺，獨立的山峰僅有可可爾博山（2926m）及大里仙山（2043m）兩座（郭城孟，1999）。

2. 地質

本區之岩層為古生代晚期之變質雜岩，地層單元屬大南澳片岩的太魯閣帶段，是由變質石灰岩、綠色片岩、矽質片岩與黑色片岩所構成（圖 3.7）。太魯閣層為海相岩層，在中央山脈東翼具有廣大分布，故其沉積環境應為開闊之海洋。岩層層序中之三層大理岩具有蜓科與珊瑚類化石，可以稱為蜓科或珊瑚石灰岩，所以在本區岩層沉積過程，海水面時有變動，珊瑚便是在海水下降時期的淺海環境形成。綠色片岩之母岩為基性火山岩流或凝灰岩，其則代表本區在岩層沉積過程中有規模不一的海底火山活動（張石角，1989）。

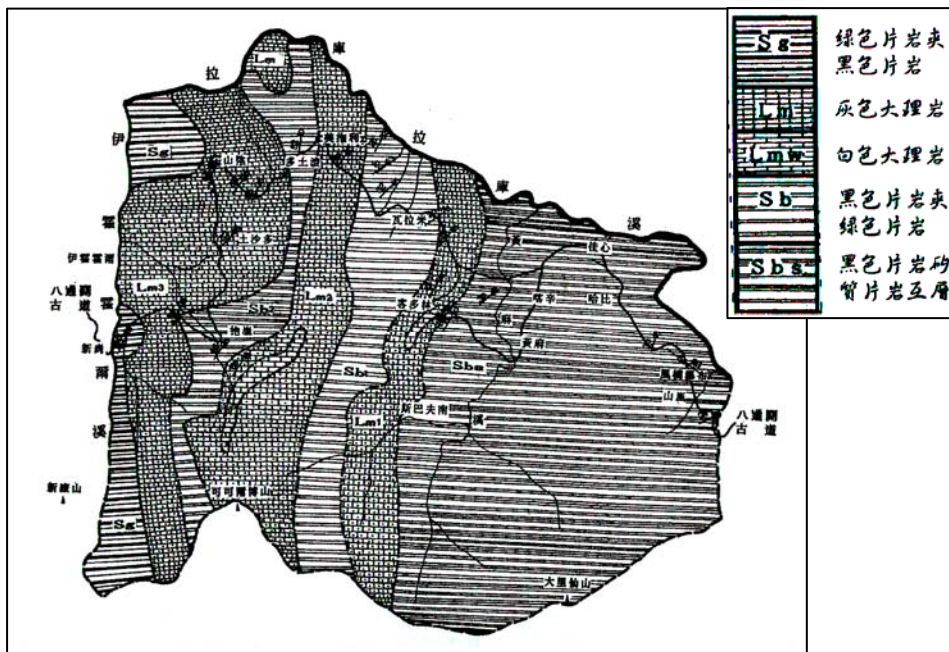


圖 3.7 瓦拉米地區地質圖（資料來源：張石角 1989 年報告圖 3-1）

(四)、氣候

瓦拉米步道海拔介於 250m~3000m 之間，在此區域鄰近有玉里和佳心兩個測候站，為配合本計畫的調查位置的關係，故以佳心測候站的資料為主。根據過去中央氣象局在佳心測候站（海拔 820m）所測得的年平均溫度為 18.5℃（中央氣象局，2003-2007），年平均雨量為 161.02mm，降雨量集中在 5 月~9 月（中央氣象局，2003-2007），參考圖 3.8、圖 3.9。可得知瓦拉米地區的氣候類型為夏雨型，夏季為雨季，雨量多集中在 7、8、9 三月，但雨量多寡隨颱風是否來襲有密切的關係；冬季雨量較少，但尚無乾旱缺水的現象，1 月~4 月為本區雨水較少的月份。

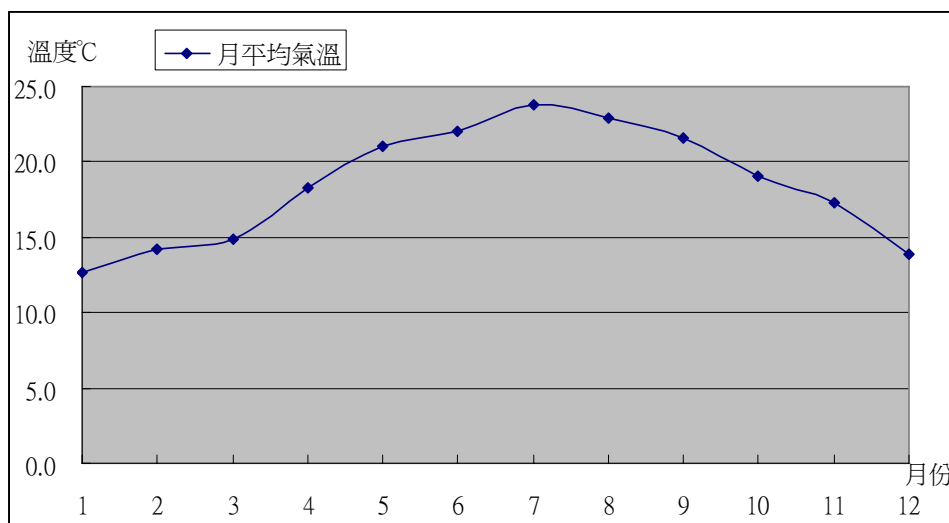


圖 3.8 佳心測候站月平均溫度圖 (2003-2007) (資料來源：中央氣象局)

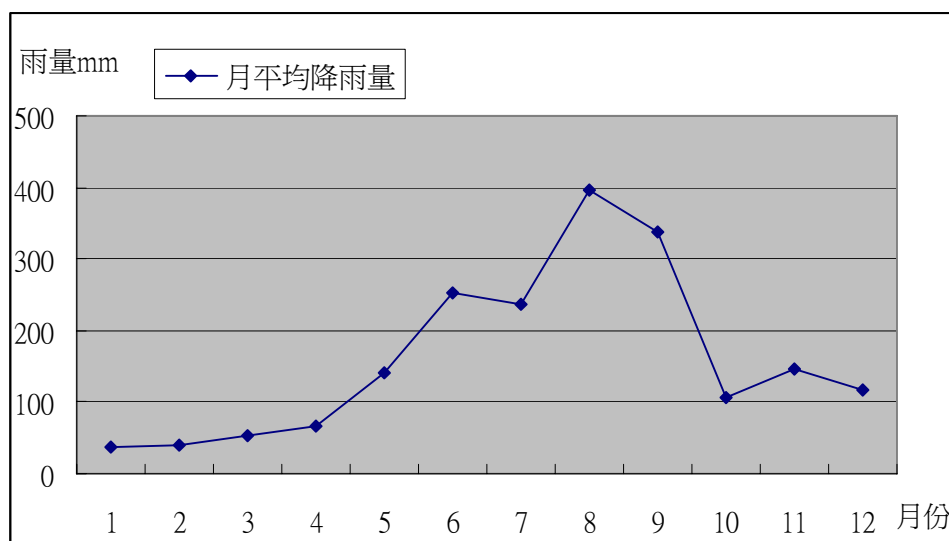


圖 3.9 佳心測候站月平均雨量圖 (2003-2007) (資料來源：中央氣象局)

(五)、動、植物

依據玉管處歷年研究報告顯示，瓦拉米地區計有維管束植物 125 科 360 屬 527 種，其中有 13 種為珍貴稀有植物，13 種中大型哺乳動物，陸生昆蟲 293 種，兩生類 6 種，鳥類 40 種，魚類 11 種，淡水蝦蟹 4 種，水生昆蟲 8 目 39 科 (玉山國家公園，網站資料)。

1. 植被資源

本區沿線多為針闊葉造林地、演替次生林及在稜線或溪谷地區的原始闊葉林。自登山口至山風吊橋之間主要喬木為台灣胡桃、華八角楓及台灣櫟等，灌木為通條木和杜虹花，草本兩耳草及魚腥草等；在山風吊橋附近多為構樹、細葉饅頭果等喬木，尚有冷水麻、水鴨腳、冷清草等潮濕植物；山風到佳心沿線為楓香、台灣檫等闊葉造林地及巒大杉造林地和在佳心上方的竹林地；自佳心往黃麻方向，前段屬於巒大杉造林地，後段則為小梗木薑子、青剛櫟、九芎、赤皮、厚殼桂、軟毛柿、紅楠、大葉楠、台灣雅楠等樟科及殼斗科植物；由黃麻一號吊橋到黃麻二號吊橋多為台灣胡桃、華八角楓、台灣檫及白袍子等闊葉林；由黃麻二號吊橋到瓦拉米多為以九芎、紅楠和厚殼桂為主之天然闊葉林及以巒大杉和柳杉為主之人工針葉林 (林文和，1995) (圖 3.10)。

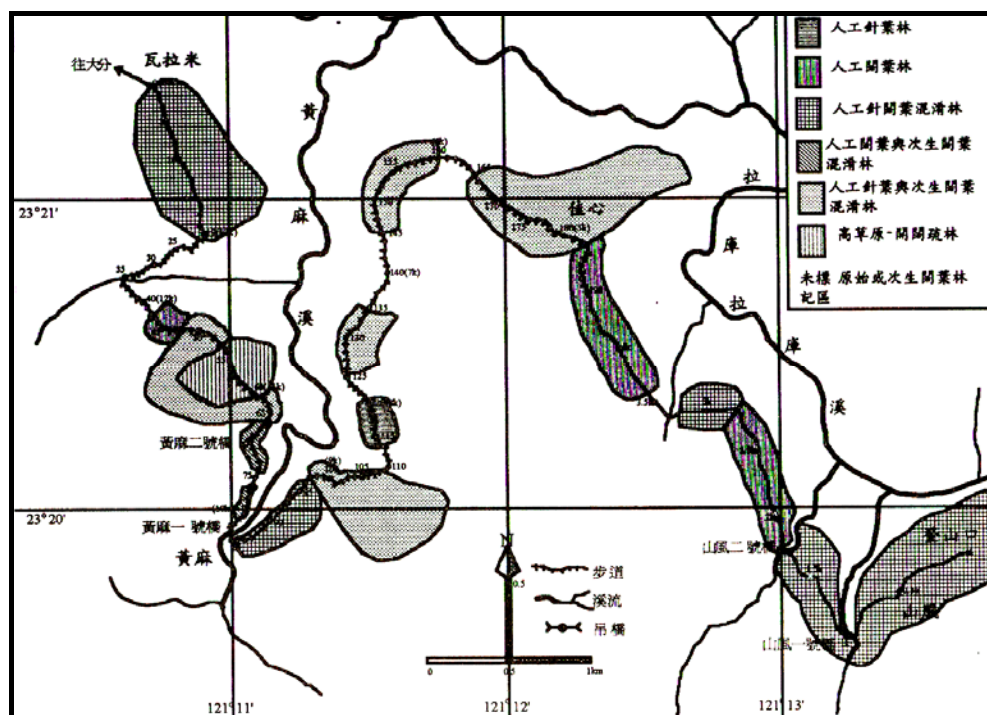


圖 3.10 瓦拉米地區之步道、樣站及植被分布 (資料來源：王穎 1993 年瓦拉米

2. 植物景觀資源

本區植物景觀由闊葉原始林、闊葉造林、針闊葉造林至之針闊葉原始混合林，呈垂直分布，林相變化非常豐富 (表 3.1)。尤其山風至佳心間沿途有成片海棠花及山杜鵑；佳心至黃麻間有山蘇及蛇木林。瓦拉米地區則有成片之紫色通泉草花及淺紅色的小蒼蘭花，於 4~8 月開花季節，形成紫、紅、綠等彩色繽紛景觀。佳心附近有孟宗竹林及柳杉人工林景觀；黃麻吊橋附近有原始闊葉林景觀；在沿線溪瀑山澗附近有濕生植物景觀；瓦拉米附近則有柳杉及台灣胡桃人工林景觀。

表3.1 瓦拉米地區植被類型海拔分布表

植被帶	亞熱帶常綠闊葉林	暖溫帶常綠闊葉林	帶常綠闊葉林下帶	溫帶針闊葉混淆林
海拔高度範圍 (m)	250-700	700-900	900-1800	1650-2500
主要成熟植被類型	青剛櫟 - 菲律賓楠群叢	青剛櫟 - 台灣雅楠群叢	大葉柯 - 假長葉楠群叢	紅檜 - 大葉柯群叢
其他演替階段植被類型	山黃麻 - 白匏子先鋒群叢	台灣胡桃先鋒群叢	台灣赤楊 - 五節芒先鋒群叢	台灣赤楊 - 五節芒先鋒群叢
		台灣胡桃 - 台灣雅楠過度群叢	台灣胡桃 - 假長葉楠過度群叢	台灣五葉松 - 山肉桂過度群叢

(資料來源：郭城孟 1999 年瓦拉米地區生態資源與經營管理之研究，p7)

3. 動物資源

瓦拉米地區由於林相原始完整，人煙稀少，野生動物相當豐富。中大型哺乳動物包括台灣長鬚山羊、水鹿、台灣山羌、白鼻心、台灣黑熊、台灣獼猴等。鳥類、陸生昆蟲、兩生類、水棲生物如淡水魚類、淡水蝦蟹類、水生昆蟲等物種亦相當豐富。

本區由於大部份地區為原始森林，步道所經地區因為人煙稀少之森林地區，再加上沿線水系發達，地形及氣候之變化，使本區擁有相當豐富的動物景觀資源 (林文和, 1995)。就各類動物中重要且值得加強保育的種類如百步蛇、朱鷄、林雕、帝雉、藍腹鷗、白喉笑

鵝、台灣黑熊等，另有溪蟹、蛙類與蝴蝶、蜻蜓等種類繁多的昆蟲類(王穎，1993)。規劃區內拉庫拉庫溪流域也曾發現台灣特有種魚類台東間爬岩鰍及高生鏟頰魚(玉山國家公園管理處，1994)，極具觀賞與教育價值。

二、人文環境

(一)、歷史沿革

瓦拉米步道乃日據八通關越嶺道東段之一部份。日人在據台初期因要對抗台民的抗日，無暇顧及山地番人事務，直到大正8年(西元1919年)，日人開始大力實行其理番政策，控制山地各番社，重新測繪路線以重修此大道，並利用整修道路來達到控制原住民的目的，所選路線以最接近高山部落為佳。拉庫拉庫溪南岸沿途山坡地較緩，原住民多集中於南岸，日據古道因此以南線為主要修築道路。大正13年(西元1924年)，施工完成並定名為「八通關越道路」，又稱理番道路。道路分為東西兩段，並以大水窟為分界點，西段自東埔起迄點經樂樂、八通關至大水窟，長33公里40公尺，東段自玉里經卓麓、山風、黃麻、瓦拉米、山陰、托馬斯、米亞桑至大水窟，長82公里145公尺，全長115公里(陳仲玉，1984)。

八通關越嶺道開闢至今已具有82年歷史，玉山國家公園因基於區內蘊藏豐富的自然生態資源，並配合礦業禁採區之劃定及完成補償作業，且區內整體環境相當完整，並於民國八十九年四月十九日內政部國家公園計畫委員會同意變更本區域為生態保護區，八通關日據越嶺道步道兩側各二十五公尺為特別景觀區，有八通關日據越嶺古道及其駐在所為較著名之人文景觀。

(二)、原住民部落

拉庫拉庫溪流域之原住民皆屬於布農族，約在250至200年前自中央山脈西側之郡大溪、巒大溪與丹大溪流域遷徙至此，拉庫拉庫溪下游與新武呂溪下游之布農族原本分布於巒大溪流域，遷徙至此地後稱為Vanuan群(楊南郡，1996)。現介紹喀西帕南、佳心、黃麻、瓦拉米等部落如下：

1. 喀西帕南

喀西帕南部農族語意為「山陰之斷崖」，其位於大里仙山北方，標高870公尺至930

公尺之傾斜地，族人來自巒大溪流域之巒大社（楊南郡及王素娥，1988）。日據政府於黃麻溪東岸設立喀西帕南駐在所，用以監視與控制黃麻河流域的布農族住民。

2. 佳心

佳心布農族語意為「風景絕佳」之意，因其地勢高、展望良好而得名。佳心位於大里仙山北稜尾東側，海拔高約 820 公尺。日據時期在稜脊上建有佳心駐在所，並設有「蕃童教育所」。光復後，台灣省林產管理局接管，在此建立造林工寮，後為颱風吹毀。民國八十六年起中央氣象局在此設立氣象站，收集此地區氣象資料（郭城孟，1999）。

3. 黃麻

黃麻音似布農族語「Guguma」，語意不明。此地為喀西帕南事件之古戰場，海拔高約 920m，部落屬喀西帕南社。黃麻駐在所位於訴巴拉南溪東側，建於高台之上，相當宏偉（楊南郡與王素娥，1988）。

4. 瓦拉米

瓦拉米海拔高約 1060m，布農地名為「Maravi」，意思為「一起來」、「跟著來」。日本人以諧音轉為「Warami」，與「蕨」同音，故現今地名採日語音譯為「瓦拉米」。日治時期瓦拉米部落亦屬喀西帕南社，住民多屬巒氏族。1920 年曾設日警駐在所，並設有招待所、教育所、醫療所等，於 1944 年撤除（陳寬祐，2003）。瓦拉米駐在所曾是越嶺道上的重要驛站，並設有補給倉庫（黃俊銘，1999）。今瓦拉米山屋即是利用駐在所舊址地基所建置。

第四章 研究方法

第一節 遊客量監測方法(中之關步道)

一、計數器位置

在整個遊客量的監測計畫中，首要工作便是計數器的設置，而計數器的裝設技術中，又以安裝位置的選擇最為重要。安裝位置不僅會影響到日後所得資料的可信度，而且一旦裝設後就很難再做改變，所以研究者對於安裝位置的選擇極為重視。在選擇地點不僅要考慮是否會因為新設的裝置物而誘發遊客的異常行為，更要顧及既有環境條件，盡可能使計數系統之外露部分融入週遭環境。

本研究團隊於民國 97 年 7 月中旬已於天池端進入約 1km 之第一號棧木橋上(圖 4.1)及中之關端進入約 0.6km 之第二十號棧木橋上(圖 4.2)兩處設置二處紅外線計數系統並採取地下管線方式連接主機箱，主機箱將離鐵柱有一段距離使過往遊客不易發覺主機箱，以及未來校正時對工作人員的行蹤。

每處之主機箱內電源控制盒一個、訊號控制機盒一個、12V/7A 之電池八顆、五位數可歸覆之機械式計數器一個、多重功能資料紀錄器一個(圖 4.3、圖 4.4)。本研究團隊將視系統運作狀況定期(約 2 周/次)前往檢視基地狀況及測試系統是否運作正常，以確保蒐集資料之完整性。



圖 4.1 天池端第一號棧木橋設置位置



圖 4.2 中之關端第二十號棧木橋設置位置



圖 4.3 主機箱內之設備裝置圖



圖 4.4 主機外觀

二、計數器運作原理

本計畫擬採用紅外線自動計數系統持續監測遊客進入本步道人數。紅外線計數器是利用一組整合二個紅外線偵測器（每一個包括紅外線發射器與接受器），再經過一組邏輯運算主機板，就能只記錄上山的遊客人數，而不記錄下山的遊客人數，其運作原理如下圖：

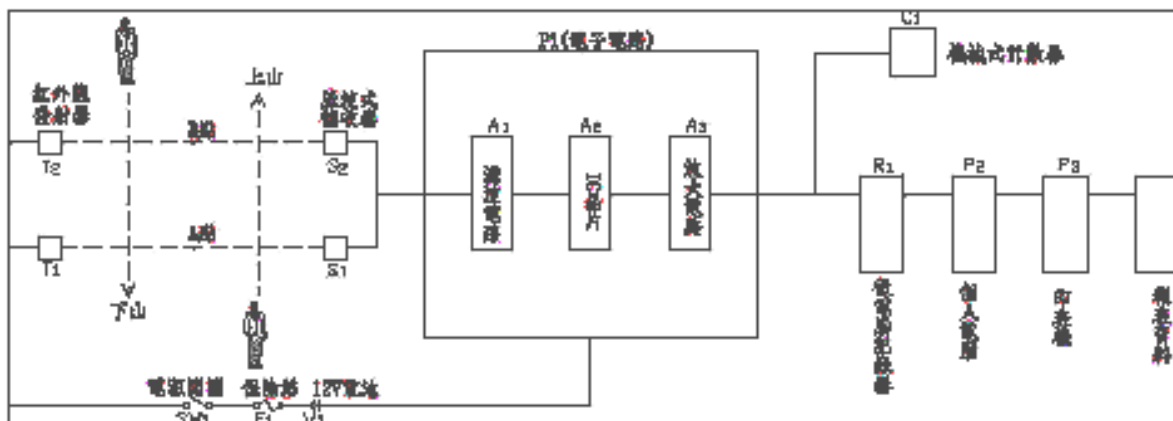


圖 4.5 紅外線計數器運作原理圖

在研究現場設置的紅外線計數系統的運作概念呈現在圖 4.5 中，其運作原理詳述於下：

1. 沒有遊客通過時：將 SW1 選 ON，則 12V 電壓，經 F1、SW1 提供 T1、T2 及 P1，一個穩定的工作電壓，此時計數器處於待命狀態。
2. 有遊客上山時：當遊客通過 A 點時 S1 即產生一個脈波送到 P1 的 A1 過濾雜訊，

再到 A2 作程式的有效輸入，若遊客在設定的時間 (1.5 秒) 內通過 B 點，則 S2 同理產生一個脈波送到 A2，作程式的第二有效輸入，若符合這種串極條件則，A2 產生一個信號輸入到 A3 放大，再推動 C1 並同步送給 R1 記錄時間。

3. 有遊客下山時：因為下山的遊客，必先經過 B 點，而 S2 所產生的信號因為不符合程式串極，所以是個無效輸入，故 P1 不會輸出 C1，R1 不動作。
4. 因為 C1、R1 可提供至少 8000 筆的記錄，所以安裝後一段時間視使用者的需要，可將 R1 拆下或將 P2 帶到現場，做資料下載，再由 P3 列印出所需資料，而進行遊客數或通過之時間分析 (劉吉川，2005)。

三、計數器之特性

本計數器係使用精密電子元件，配合邏輯運算程式，所組成的全自動計數系統，其功能及特性說明如下：

- (1) 低暴露性：因系統是採取主機與偵測器分離的安裝方式，只有偵測器會暴露於步道上，且在安裝時又將偵測器隱藏於硬體設施之中，以避免遊客因發現而產生異常的通過行為或遭破壞。
- (2) 高防水性：由於偵測器採 IP65 防水等級的產品，所以即使遇到風雨濃霧也不會影響其原有功能。
- (3) 全自動及全天候：本計數器的內載程式為自動循環模式，無執行死角，所以只要電源穩定，一經啟動後即 24 小時自動偵測，且每隔 0.5 秒搜尋一次，遇有遊客通過時，即紀錄通過的時間點並存於紀錄器內。
- (4) 可辨認方向性：在多數計數系統中，對方向性的辨認是一項挑戰，本計數器使用自行設計的運算程式，可依所需的方向篩選輸入信號，藉以達到單純的計數功能。
- (5) 多樣性的電源選擇：工作電源是維持計數器運作的動力，為了保證供電的穩定性，不能只靠一種電源，尤其在偏遠的山區更要做適當的供電選擇。本計數器可同時搭配三種電源 (電池、台電、太陽能) 並聯使用，自動選擇優勢的電源做供電，如此方能克服特殊的環境需求。目前本計數器只採用電池供應電力。
- (6) 操作維護簡單：為了盡可能降低人力成本，本計數器經多次改進已達到最佳的效能。每次的維護只需 2 人一組便可完成且方法簡單，已成為一個標準化的維護模式。
- (7) 多重資料處理：對於記錄器 (Logger) 所儲存的資料，可利用專用軟體直接線上讀取，或轉為 Excel 檔做成各式的運算分析或製程成報表 (劉吉川，2006)。

四、計數器之維護

(一) 維護時機

計數器的維護時機通常可分為三種：

1. 旱季時的維護：因旱季時草木生長較慢，且較無不良天候影響，故環境相對較穩定。此時，使用者可安排一個月上山維護一次。
2. 雨季時的維護：因雨季時，草木生長迅速天候變化很大，環境極不穩定，此時約二週要上山維護一次。但若遇颱風過後，在人員可安全上山的情形下，最好能調整排程儘早做維護工作，較能保證計數器運作的正常。
3. 當發現計數器有異常發生時，應立即將故障排除。此時不應受到排定的時間限制，以能安全排除故障為重點，當然這種情形並不常見，但仍有可能發生。

(二) 維護內容

計數器的維護內容主要以硬體部分為主，其內容可分為下列幾項：

1. 偵測器附近的環境維護
2. 偵測器的維護
3. 控制線路的維護
4. 主機箱內外的維護
5. 功能測試

(三) 維護方法

1. 偵測器附近的環境維護：計數器的準確性與遊客的通過行為有密切的關係，而此行為又受到當地的環境所影響，所以環境的維護是一項重要的維護工作，其做法如下：
 - (1) 在步道兩側種植草本植物，只保留步道約 60 公分寬的踏面，使遊客排成一列通過計數器，避免發生並列或錯身的機會。
 - (2) 保持步道踏面的舒適性，讓遊客正常的行走通過，避免發生暫停或跳躍的異常行為。
 - (3) 除去附近的告示牌，避免遊客因觀看告示牌而停留。
 - (4) 設法使偵測器與當地環境或設施形成一體，勿因突兀而引發遊客好奇。

- (5) 避免偵測點成為觀光景點或解說點。
- (6) 每次維護時都要砍除偵測器射線間的雜草，避免因雜草干擾產生錯誤動作。
- (7) 隨時記錄遊客曾發生異常行為，以作為改善的依據。

2. 偵測器的維護

偵測器是由兩對紅外線光電開關所組成，它負責將遊客通過的信號送到控制中心來處理，它更是整套系統中唯一會和遊客見面的元件，所以每次都要仔細的檢查有無受損，其方法如下：

- (1) 檢查光電開關的燈號是否正常。
- (2) 檢查透明板內是否有霧氣，若有則應拆下清理。
- (3) 檢查螺絲和鐵柱是否有被破壞。

3. 控制線路的維護

控制線路是偵測器送信號到控制中心的通道，它直接與地面接觸，所以退化得很快，一般的維護如下：

- (1) 檢查線路接頭膠布是否有退化，一段時間後應重新包紮，以免發生漏電。
- (2) 檢查露出的導線是否有破壞或被拉出。
- (3) 檢查接地線是否穩固。

4. 主機箱內外的維護

主機箱內裝有重要的精密電子元件及電源切換系統，所以它必須由較熟悉的人員負責。其方法如下：

- (1) 保持主機箱的防水防潮性。
- (2) 主機箱要確實上鎖。
- (3) 主機箱內的元件和線路要保持整齊。
- (4) 在做主機維護前後，都要填寫記錄表。

5. 功能測試

在做完維護工作後，必須做一次功能測試。

第二節 自動計數系統校正方法(瓦拉米步道)

本研究團隊已於 95 年 5 月 20 日架設之紅外線計數器位於山風二號吊橋後 300 公尺附近 (約位於步道 2K 處), 參考圖 4.6、4.7。設置位置主要考慮因素乃因一般大眾遊客前往山風瀑布的人數較多, 為了排除計數只到瀑布遊玩的一般遊客, 故將計數器設置於山風二號吊橋後, 作為統計前往佳心、瓦拉米等地之登山與生態旅遊遊客量為主。該處行政管轄隸屬於花蓮縣卓溪鄉, 從玉里鎮前往距離約 14.6 公里, 自玉里取道台三十線公路經客城、卓樂、南安至公路終點即為步道口; 到達登山口後, 必須再步行約三十分鐘, 方能抵達進行檢測之工作處。

執行計畫團隊將於山風二號吊橋附近設置二處外觀相似的方形鐵柱於步道二側, 其中一處真正有設置紅外線計數系統並採取地下管線方式連接至主機箱, 主機箱遠離鐵柱有一段距離使過往遊客不易發覺主機鐵箱, 以及未來校正時對工作人員的行蹤。主機鐵箱內將安置主機板與 12V 電池。執行團隊將視系統運作狀況定期前往檢視系統, 以確保系統持續運作。





圖 4.7 計數器安裝實體圖

由於檢測時無法在全程進行人工觀測，唯有運用取樣技巧以減少監測人力的投入。在此研究中取樣單位為「日」，並且監測的對象是前來使用登山步道的遊客，而遊客之遊憩使用型態會影響取樣的比例。因此，時段層級取樣法被應用來引導在何時必須進行人工觀測。根據 Watson et al. (2000) 的研究發現在 actual data plot (即遊客歷史趨勢圖) 中有明顯二個群聚的情形(週末與平常日)，這結果建議瓦拉米的取樣日應以週末或平常日(星期一至星期五) 分為二個層級才不致會擴大取樣偏誤。因事前的準備工作與資料蒐集後的後續分析工作均需花費不少的工作天，加上瓦拉米地區夏雨型氣候的關係，雨量多集中在七月、八月和九月，因此擇定將 25 天的取樣日集中於三月、四月、五月、六月完成。但未料在經費審核的過程中遭遇延遲，致四月份的取樣日必須取消並挪至七月份。因此校正工作的 25 天取樣日最終安排於九十七年三月、五月、六月和七月、八月等五個月份來進行。

依據瓦拉米步道紅外線計數系統於去年 (九十六年) 所下載的遊客量資料之三月、五月、六月和七月的遊客量分布情形為分析基準，來推算此次校正的日期，4 個月共取樣 25 天，其中三月佔 25%，五月佔 19%，六月佔 22%，七月佔 34%；星期方面，星期一佔 9%，星期二佔 12%，星期三佔 9%，星期四佔 8%，星期五佔 9%，星期六與星期日共佔

53%。本研究之 25 個取樣日的分配如下表 4.1，取樣期間為九十七年三月四日至九十七年七月二十九日之間（四月除外）：

表4.1 人工檢測之取樣天數的分配

取樣總天數	25 天						
星期	一	二	三	四	五	六	日
取樣天數	2 天	3 天	3 天	2 天	2 天	7 天	6 天
總計	12 天					13 天	

以時段層級取樣法，選定特定取樣日（總數以 25 日為上限），派員前往遊客自動技術系統設置之處所，進行人工目測通過之遊客人次加以記錄，紀錄內容包括遊客數、通過時間、使用形態（輕裝/重裝）、異常通過行為等。事後比對目測紀錄與遊客自動技術系統之紀錄並分析造成誤差之原因。在取樣時，人工觀察員必須在七點之前到達遊客自動計數系統設置處，七點三十分起開始進行人工計數之工作，持續進行 8 小時，至十五點三十分為止。根據過去一年的記錄，下午三點以後很少遊客會進入此步道，因此擇定此期間進行人工觀測是較有取樣效率，且人力的投入是在可接納的範圍。其詳細檢測步驟如下：

1. 從登山口步行至計數系統設置處，檢查遊客自動計數系統是否正常運作。
2. 記錄主機箱的機械式計數器之數值及時間（日/時/分/秒）。
3. 人工觀察員在預先擇定的人工觀察位置（必須足以觀察到遊客通過紅外線發射與接收的鐵柱處，但又不被過往的遊客所發現），每當遊客通過時即記錄在預先設計的表格上，記錄內容包括遊客數、通過時間、使用型態（輕裝/重裝）、異常通過之行為。
4. 觀察終止時，在主機處記錄機械式計數器之數值，以求得檢測期間的遊客總人數，並記錄在先前的表格中，以利比較實際通過之人次與計數系統之人數。
5. 紀錄表攜回研究室後與下載自遊客自動計數系統之電子記錄器的數據做比對。

第五章 研究結果

第一節 中之關遊客量監測結果

本執行團隊已於民國 97 年 7 月 19 日於天池端及中之關端兩處各設置一組紅外線遊客自動計數器設備，為了不讓新架設之設備與當地景觀產生極大差異性，造成視覺景觀上的衝擊，此次紅外線偵測器並非以瓦拉米步道上架設之方式設置，而是以將設備之支撐柱偽裝為棧木橋之護欄之方式施行架設，並於完成後將支撐柱漆成與棧木橋相似之顏色，以其和當地自然環境相融合，減少遊客對新置設備的好奇心。

本研究團隊於 97 年 7 月 19 日完成架設並經過測試後系統正常運作。施工過程之如下：



圖 5.1、基地整地



圖 5.2、架設主機箱



圖 5.3、中之關端主機箱完成圖



圖 5.4、天池端主機箱完成圖



圖 5.5、中之關端架設支撐柱



圖 5.6、中之關端支撐柱完工圖



圖 5.7、天池端架設支撐柱



圖 5.8、天池端支撐柱完工圖

本研究團隊於 97 年 7 月 19 日完成架設並經過測試，目前運作正常，但是經由維護人員發現，紅外線支撐柱容易因登山健行通過時被遊客當成行進中的支撐柱拉扯，有造成變形風險，且經維護人員通報，天池端之紅外線偵測器之擋板有被破壞的跡象，目前已修復，未來將密切注意紅外線的維護情況。以下將紅外線計數器紀錄遊客人數做詳細分析：

一、中之關端遊客量監測結果

在遊客量監測部份，本團隊在九十七年七月二十日起記錄遊客量，此一計數系統設置至目前為止，皆穩定運作。以下將本團隊截至十一月十一日為止所蒐集到的資料(2008/07/20~2008/11/11) 遊客人數分布統計。詳細資料呈現於下表 5.1。

1. 九十七年七月二十日至九十七年十一月十一日

表5.1 遊客量總表 (2008/07/20~2008/11/11)

年	月	假日數	非假日數	合計日數	假日人數	非假日人數	合計人數
2008	7/20	3	9	12	62	73	135
	8	10	21	31	368	218	586
	9	8	22	30	256	128	384
	10	9	22	31	384	45	429
	11/11	4	7	11	96	8	104
合計		34	81	115	1167	472	1638
百分比 (%)		29.57	70.43	100	71.18	28.82	100

自九十七年七月二十日至九十七年十一月十一日止(約5個月)，進入中之關步道之遊客數量為1638人。平均每月遊客人數約327.6人，每日遊客人數約14.24人，每週遊客人數約96.35人。假日期間前往者平均每日有34.32人，非假日期間前往者平均每日有5.43人，假日遊客人數約為非假日的6.32倍。

在儀器架設完成開始紀錄後，鳳凰颱風(07/26~07/29)來襲期間，7/27降雨量並不多，仍有上山遊客，7/29~7/30因雨勢過大影響步道的遊客人數(只有四人上山)。5個月中則以8月份的遊客量最多，有586人，推測可能是八月份的颱風較少(只有一個如麗颱風，08/19~08/21)且屬於暑假期間而遊客量較多，而在颱風期間的遊客人數並沒有太大的影響，探究原因可能因為此颱風並沒有對南部山區造成豪雨效應有關。而九月的遊客量突然降低的原因，經推測應該是颱風密集襲台(辛樂克，09/11~09/16;哈格比，09/21~09/23;薔蜜，09/26~09/29，共12天)，導致遊客上山的意願降低或是步道因安全考量而關閉。觀察颱風生成與雨量的關係發現，辛樂克颱風期間的發生最多雨量日則無遊客上山，而哈格比颱風期間的雨量雖不多，共有32人進入山區，薔蜜颱風所帶來的雨量較豐沛，因此

最多降雨量的兩天並無遊客上山，在九月的颱風期間的上山遊客人數共有 74 人次。而十一月的遊客量最少，推測與紀錄時間未滿一個月及氣溫開始降低，導致遊客上山的意願降低有關。單日遊客人數最多為 108 人，發生在九月六日。最少則無人前往，共計 18 天。在此 5 個月期間有 1 天，遊客人數超過 100 人，與單日遊客量最多者為同日。整天沒有人前往最多次的月份發生在十月（共有 7 天，三年見表 5.2）。

根據交通部中央氣象局最新修訂之大雨指的是二十四小時累積雨量達五十毫米以上，且其中至少有一小時雨量達十五毫米以上之降雨現象。因此將天數分為晴天和雨天比較遊客量，七月份的雨量超過 50mm 有兩天，共有 4 人通過，晴天則有六天，共有 71 人通過；八月份的雨量超過 50mm 有五天，共有 29 人通過，晴天則有十四天，共有 443 人通過；九月份的雨量超過 50mm 有六天，只有 12 人通過，晴天則有六天，共有 148 人通過，其中一天是無人通過；十月份的雨量超過 50mm 有一天，沒有人通過，晴天則有二十一天，共有 228 人通過，但卻包含有四天是無人通過；十一月的雨量則無大於 50mm 的雨量，晴天則有七天，共有 104 人通過，卻包含有三天是無人通過。晴天與雨天的遊客量比較可看出，晴天人數雖然佔的比例較多（共 994 人），有八天是無人通過，雨天的人數共 45 人，有七天是無人前往。

每小時遊客人數分析方面，以上午 10 時~12 時為通過人數最多的高峰期，其中又以 11 時人數最高，有 325 人。在夜間進入的遊客方面，以 20 時~23 時為通過人數最多的高峰期，其中又以 23 時人數最高，有 20 人。

假日與非假日遊客方面，假日遊客數明顯高於非假日，但假日最多遊客與非假日最多遊客通過時間相同，皆以上午 10 時~12 時最多。一週遊客人數方面，星期六和星期日明顯高出許多，又以星期日為最多，詳見下圖 5.9 至圖 5.12。

表 5.2 中之關端-颱風期間之雨量與遊客人數之比較

測站地點：甲仙

日\月	7		8		9		10		11	
	雨量	人數	雨量	人數	雨量	人數	雨量	人數	雨量	人數
1	1.0	×	-	6	-	12	2.0	2	-	11
2	-	×	-	22	-	14	-	3	-	15
3	-	×	-	44	5.5	2	-	1	-	1
4	-	×	3.0	5	9.0	37	3.5	13	-	2

5	10.0	×	6.5	7	47.0	8	4.0	52	1.0	2
6	65.5	×	64.5	2	44.0	108	-	12	-	0
7	16.0	×	63.5	0	-	75	28.5	0	-	0
8	12.5	×	66.0	0	53.5	9	-	0	4.5	16
9	115.5	×	4.0	12	3.5	8	1.5	1	27.5	54
10	49.5	×	19.5	20	-	5	6.5	90	1.5	3
11	-	×	0.5	1	39.5	4	-	94	-	0
12	10.5	×	-	1	33.0	1	3.5	40	-	×
13	0.5	×	18.5	8	95.5	1	-	2	-	×
14	-	×	56.0	9	406.0	0	-	3	-	×
15	2.0	×	35.0	6	49.5	1	-	1	-	×
16	2.5	×	-	29	4.0	1	-	0	-	×
17	629.5	×	-	35	1.5	4	8.0	0	-	×
18	267.0	×	13.0	9	85.0	2	50.0	0	-	×
19	90.5	×	77.5	18	1.5	1	-	11	-	×
20	-	25	-	8	-	12	-	1	-	×
21	-	6	2.5	16	-	27	-	6	-	×
22	-	5	8.5	5	1.0	2	-	1	-	×
23	-	1	-	16	-	3	-	1	-	×
24	-	9	-	74	25.0	2	-	1	-	×
25	3.5	11	-	82	1.0	0	-	45	0.5	×
26	34.0	5	-	6	13.0	1	-	39	6.5	×
27	0.5	32	-	12	0.5	33	-	4	-	×
28	260.5	4	9.5	8	240.0	0	1.0	3		×
29	148.0	0	18.0	9	173.0	0	-	0		×
30	4.5	12	-	77	2.0	11	-	0		×
31	-	25	-	39	-	0	-	3		×
合計	1723.5	135	466.0	586	1333.5	384	108.5	429	41.5	104

註：顏色部分為颱風期間之雨量，-表示無雨量，×則為非紀錄期間。

資料來源：中央氣象局

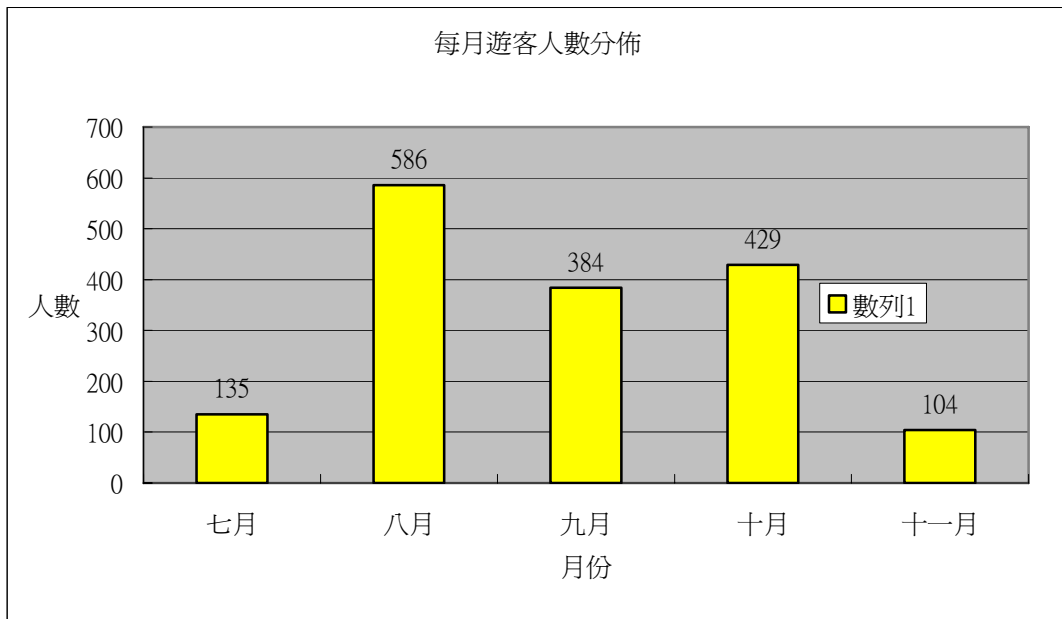


圖 5.9 中之關-每月遊客人數分布圖 (2008/07/20~2008/11/11)

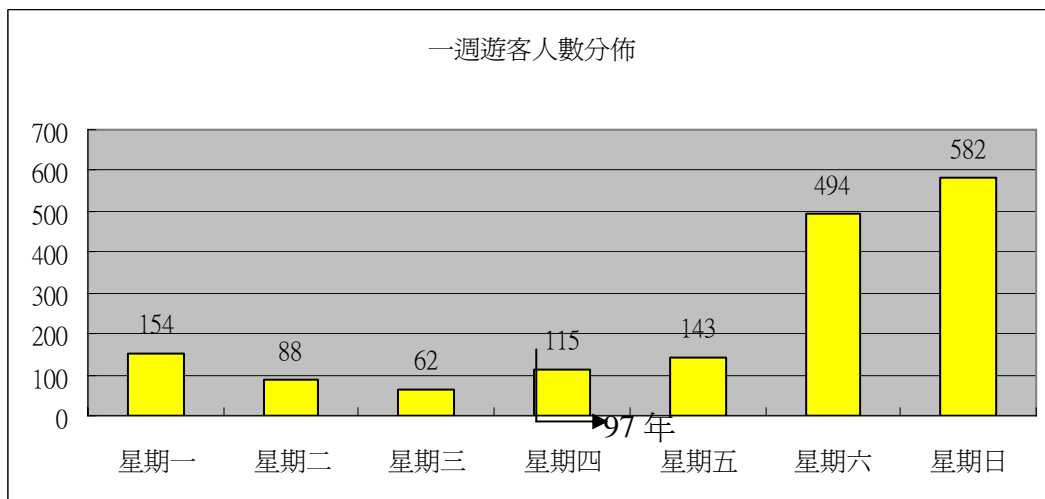


圖 5.10 中之關-一週遊客人數分布圖 (2008/07/20~2008/11/11)

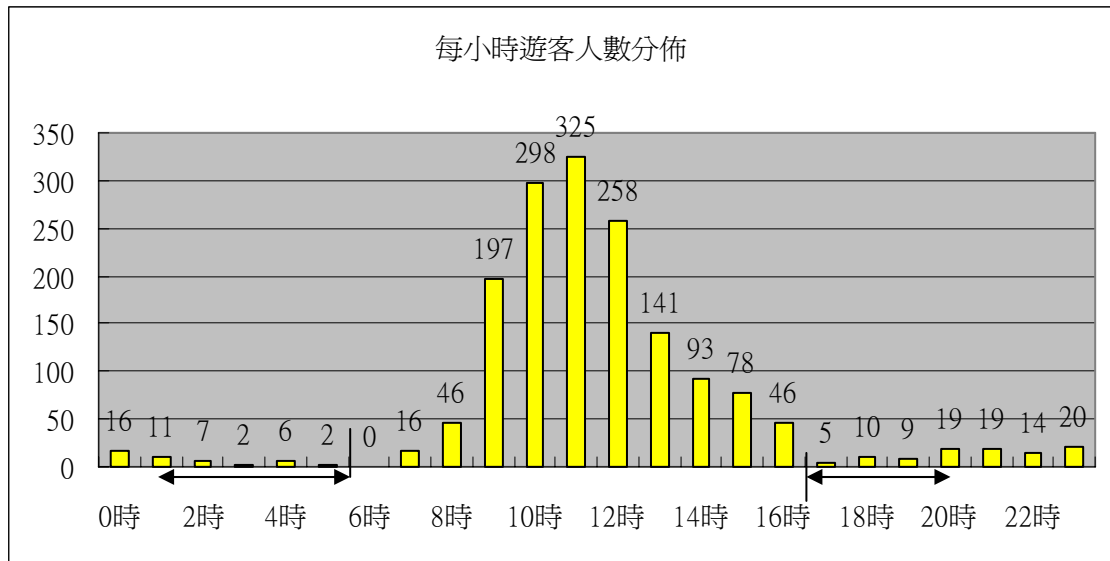


圖 5.11 中之關-每小時遊客人數分布圖 (2008/07/20~2008/11/11)

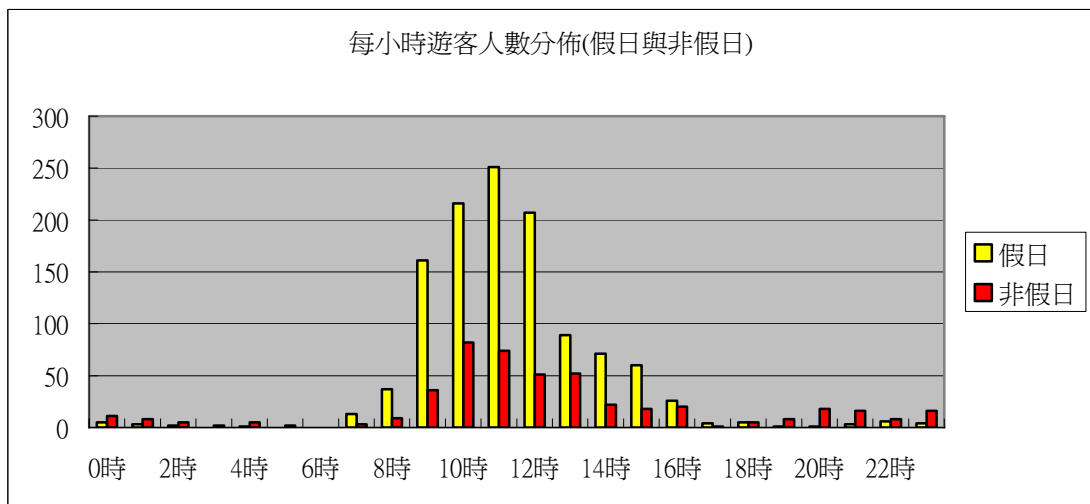


圖 5.12 中之關-假日與非假日每小時遊客人數分布圖
(2008/07/20~2008/11/11)

二、天池端遊客量監測結果

在遊客量監測部份，本團隊在九十七年七月二十日起記錄遊客量，此一計數系統設置至目前為止，皆穩定運作。以下將本團隊截至十一月十一日為止所蒐集到的資料 (2008/07/20~2008/11/11) 遊客人數分布統計。詳細資料呈現於下表 5.3。

1. 九十七年七月二十日至九十七年十一月十一日

表5.3 遊客量總表 (2008/07/20~2008/11/20)

年	月	假日數	非假日數	合計日數	假日 人數	非假日 人數	合計 人數
2008	7月20日	3	9	12	115	48	163
	8	10	21	31	372	211	583
	9	8	22	30	205	79	284
	10	9	22	31	476	52	528
	11月11日	4	7	11	94	6	100
合計		34	81	115	1262	396	1658
百分比		29.57	70.43	100	76.12	23.88	100

自九十七年七月二十日至九十七年十一月二十日止 (共 5 個月)，進入天池步道之遊客數量為 1658 人。平均每月遊客人數約 331.6 人，每日遊客人數約 14.42 人，每週遊客人數約 97.53 人。假日期間前往者平均每日有 37.12 人，非假日期間前往者平均每日有 4.89 人，假日遊客人數約為非假日的 7.59 倍。

根據交通部中央氣象局最新修訂之大雨指的是二十四小時累積雨量達五十毫米以上，且其中至少有一小時雨量達十五毫米以上之降雨現象，因此將天數分為晴天和雨天比較遊客量，七月份的雨量超過 50mm 有兩天，共有 4 人通過，晴天則有六天，共有 56 人通過；八月份的雨量超過 50mm 有五天，共有 31 人通過，晴天則有十四天，共有 417 人通過；九月份的雨量超過 50mm 有六天，只有 6 人通過，晴天則有六天，共有 105 人通過；十月份的雨量超過 50mm 有一天，只有 1 人通過，晴天則有二十一天，共有 226 人通過，但卻包含有三天是無人通過；十一月的雨量則無大於 50mm 的雨量，晴天則有七天，共有 31 人通過，卻包含有三天是無人通過。晴天與雨天的遊客量比較可看出，晴天人數雖然佔的比例較多 (共 835 人)，雨天的人數共 42 人，各有三天是無人前往。

而單日遊客人數最多為 108 人，發生在十月十一日。最少則無人前往，共計 15 天。

在此 5 個月期間只有 1 天，遊客人數超過 100 人，與單日遊客量最多者為同日。整天沒有人前往最多次的月份發生在九月（共有 8 天）。

每小時遊客人數分析方面，以上午 10 時~12 時為通過人數最多的高峰期，其中又以 10 時人數最高，有 302 人。在夜間進入的遊客方面，以 23 時~凌晨 1 時為通過人數最多的高峰期，其中又以 1 時人數最高，有 17 人。

假日與非假日遊客方面，假日遊客數明顯高於非假日，但假日最多遊客與非假日最多遊客通過時間相同，皆以上午 10 時~12 時最多。一週遊客人數方面，星期六和星期日明顯高出許多，又以星期日為最多，詳見下圖 5.13 至圖 5.16。

四、遊客量綜合比較（中之關 vs 天池關）

因中之關步道有兩個入口，登山口進入的選擇不同會影響步道的使用程度，自九十七年七月二十一日至九十七年十一月十一日止的數據分析，兩端的入口的遊客量綜合比較有以下幾項發現：

1. 總遊客量比較：

兩端進入的遊客量相距不多（中之關遊客量為 1638 人，天池遊客數量為 1658 人）；並以假日進入的比例較高，但以天池端進入的遊客量稍為較多（中之關假日平均遊客數量為 34.32 人，天池假日平均遊客數量為 37.12 人）。

2. 颱風期間的雨量分析遊客量：

在五個月的調查期間，先以晴天而言，皆以中之關端進入的遊客較多，並以十一月份的遊客量相差最多，共相差 73 人（中之關端遊客量有 104 人，天池端遊客量則為 31 人），雨天則以九月份的人數稍微有差距，中之關端的遊客較天池端的遊客多六人；由晴天雨天兩天的遊客量比較可看出，兩端的遊客量皆是晴天人數佔的比例較多，但總數仍以中之關端人數較多，見表 5.4。

3. 以時間分析遊客量

兩端的遊客進入的時間皆以上午 10 時~12 時為通過人數最多的高峰期。在夜間進入方面，中之關端的遊客以 20 時~23 時為通過人數最多的尖峰期，天池端的遊客則以

23 時~凌晨 1 時為通過人數最多的尖峰期。

4. 以假日及非假日分析遊客量

在假日與非假日方面，兩端的遊客皆以假日較多，且遊客通過時間相同，皆以上午 10 時~12 時最多。一週遊客人數方面，皆以星期六和星期日明顯高出許多，又以星期日为最多。

表 5.4 晴雨天遊客量比較

	中之關		天池端	
	晴天	雨天	晴天	雨天
七月	71	4	56	4
八月	443	29	417	31
九月	148	12	105	6
十月	228	0	226	1
十一月	104	X	31	X
總和	994	45	835	42

註：X為無雨天記錄

表 5.5 天池端-颱風期間之雨量與遊客人數之比較

測站地點：甲仙

日\月	7		8		9		10		11	
	雨量	天池 人數	雨量	天池 人數	雨量	天池 人數	雨量	天池 人數	雨量	天池 人數
1	1.0	×	-	7	-	3	2.0	5	-	15
2	-	×	-	46	-	11	-	4	-	14
3	-	×	-	35	5.5	2	-	5	-	1
4	-	×	3.0	6	9.0	21	3.5	61	-	1
5	10.0	×	6.5	13	47.0	7	4.0	79	1.0	3
6	65.5	×	64.5	7	44.0	74	-	12	-	0
7	16.0	×	63.5	1	-	72	28.5	1	-	0
8	12.5	×	66.0	11	53.5	4	-	0	4.5	49
9	115.5	×	4.0	12	3.5	2	1.5	1	27.5	16
10	49.5	×	19.5	23	-	1	6.5	83	1.5	1

11	-	×	0.5	2	39.5	2	-	108	-	0
12	10.5	×	-	15	33.0	0	3.5	68	-	×
13	0.5	×	18.5	10	95.5	0	-	2	-	×
14	-	×	56.0	3	406.0	0	-	4	-	×
15	2.0	×	35.0	4	49.5	0	-	0	-	×
16	2.5	×	-	32	4.0	0	-	0	-	×
17	629.5	×	-	45	1.5	1	8.0	0	-	×
18	267.0	×	13.0	19	85.0	1	50.0	1	-	×
19	90.5	×	77.5	9	1.5	0	-	2	-	×
20	-	34	-	3	-	15	-	1	-	×
21	-	4	2.5	19	-	9	-	2	-	×
22	-	1	8.5	3	1.0	4	-	1	-	×
23	-	1	-	33	-	2	-	1	-	×
24	-	9	-	47	25.0	1	-	1	-	×
25	3.5	9	-	45	1.0	0	-	42	0.5	×
26	34.0	5	-	5	13.0	2	-	32	6.5	×
27	0.5	76	-	5	0.5	35	-	4	-	×
28	260.5	1	9.5	13	240.0	0	1.0	3		×
29	148.0	3	18.0	11	173.0	1	-	1		×
30	4.5	13	-	58	2.0	10	-	1		×
31	-	7	-	41		4	-	3		×
總合	1723.5	163	466.0	583	1333.5	284	108.5	528	41.5	100

註:顏色部分為颱風期間之雨量，-表示無雨量紀錄，×則為非紀錄期間。

資料來源:中央氣象局

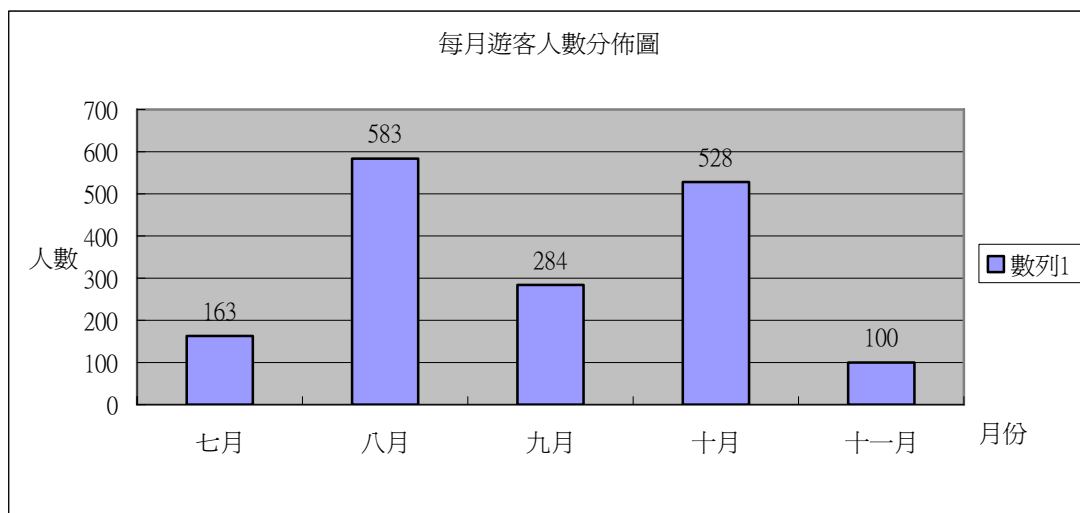


圖 5.13 天池-每月遊客人數分布圖 (2008/07/20~2008/11/11)

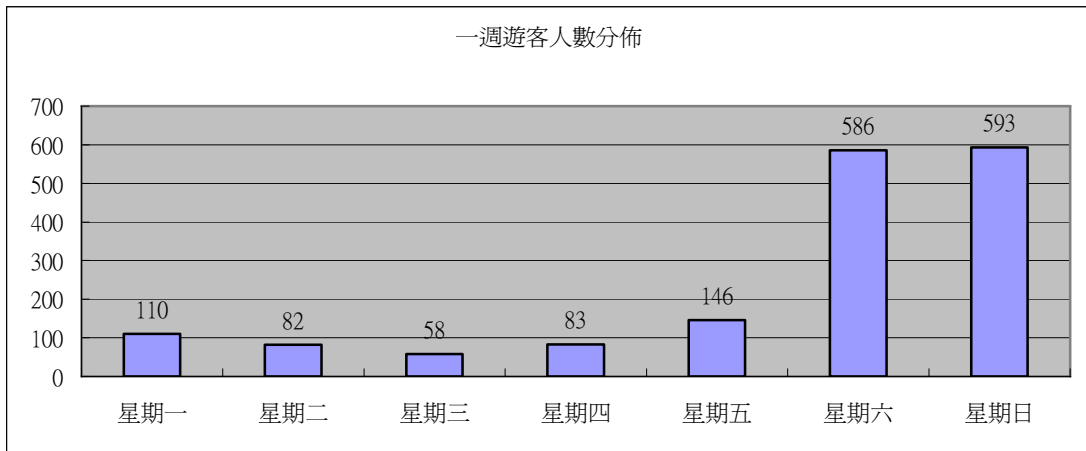


圖 5.14 天池-一週遊客人數分布圖 (2008/07/20~2008/11/11)

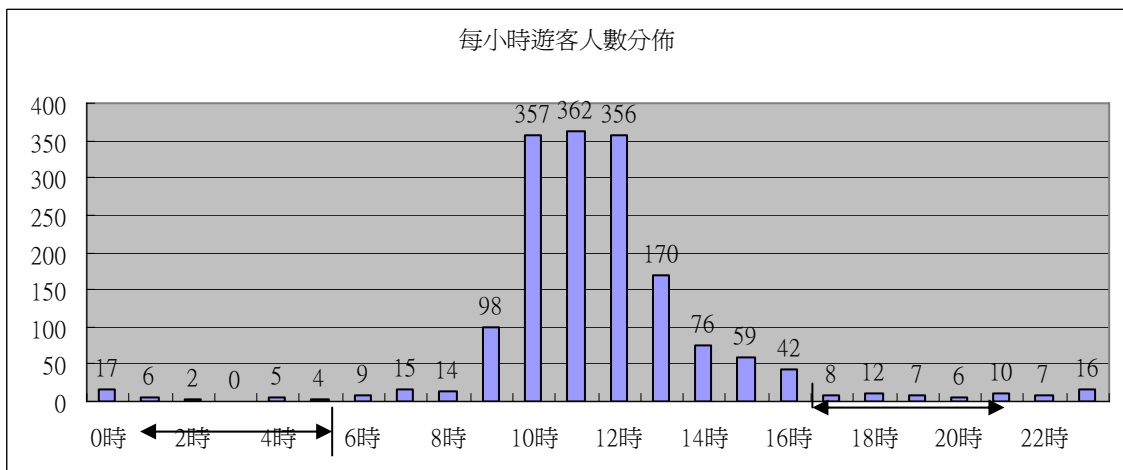


圖 5.15 天池-每小時遊客人數分布圖 (2008/07/20~2008/11/11)

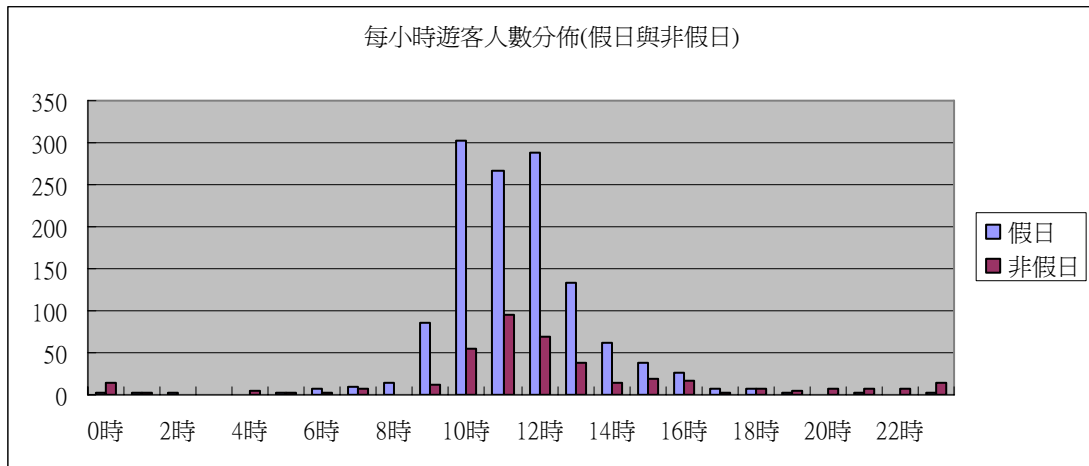


圖 5.16 天池-假日與非假日每小時遊客人數分布圖 (2008/07/20~2008/11/11)

第二節 瓦拉米遊客量監測結果

在遊客量監測部份，本團隊在瓦拉米步道之山風瀑布二號吊橋後方 300 公尺（約位在 2k 處）架設紅外線計數器，電力供給採用 12V 乾式蓄電池，於九十五年五月二十日完成施工、測試。遊客量監測分析結果以九十六年九月一日至九十七年九月三十日止為推估每日每週遊客量之基礎，詳細資料呈現於表 5.6。

表 5.6 遊客量表 (2007/10/01~2008/09/30)

年	項目	假日	非假日	總計	假日	平均 數	標準 差	非假日	平均 數	標準 差	總計
2007	十月	9	22	31	397	44.11	33.6	442	20.09	26.24	839
	十一月	8	22	30	703	87.88	76.80	258	11.73	17.18	961
	十二月	10	21	31	715	71.50	26.79	450	21.43	16.79	1165
2008	一月	9	22	31	501	55.67	26.08	341	15.50	13.49	842
	二月	12	17	29	1189	92.50	83.22	338	24.94	24.60	1527
	三月	10	21	31	537	55.78	28.27	305	14.52	14.24	842
	四月	9	21	30	627	69.67	61.74	228	10.86	10.63	855
	五月	10	21	31	526	52.60	40.50	269	12.81	15.33	795
	六月	9	21	30	229	25.44	20.22	236	11.24	10.89	465
	七月	8	23	31	335	41.88	24.07	388	16.87	15.63	723
	八月	10	21	31	866	86.60	48.86	449	21.95	20.90	1315
	九月	8	22	30	314	39.25	42.91	226	10.27	13.12	540
總合計		112	254	366	6939			3930			10869
百分比		30.60%	69.40%	100.00%	63.84%			36.16%			100%

根據從紅外線計數器下載的資料紀錄顯示，自九十六年十月一日至九十七年九月三十日止（共 12 個月），進入瓦拉米步道之遊客數量為 10869 人。平均每月遊客人數約 905.8 人，平均每日遊客約 29.7 人，每週遊客人數約 209 人，假日期間前往者平均每日約 62 人，非假日前往者平均每日有 15.5 人，假日遊客人數約為非假日的 4 倍。總覽 12 個月中，以九十七年二月（1527 人）以及九十七年八月（1315）的遊客量最多，其原因為八月適逢暑假的關係，二月則和過年形成的連假有關(2/2~2/10，共 9 天有 838 人)。九十七年六月

(465人)的遊客量最少，應和瓦拉米的夏雨型氣候有關，因降雨量偏多，導致遊客人數偏低的現象。單日遊客人數最多為280人，發生在九十七年二月八日，因和過年期間的連續假期有關。最少則無人前往，共計36天。在此12個月期間，共有16天的遊客人數超過100人，大多發生在週末假日或連續假日，其中星期六有7次，星期日有6次，星期一有1次，星期五有1次。而每小時遊客人數分析方面，以8時~11時為通過人數高峰期，其中又以9時最高，共有2055人(18.91%)，假日以非假日遊客方面，假日遊客數明顯高於非假日，一週遊客人數方面，星期六和星期日明顯高出許多，又以星期六為最多，詳見圖5.17。

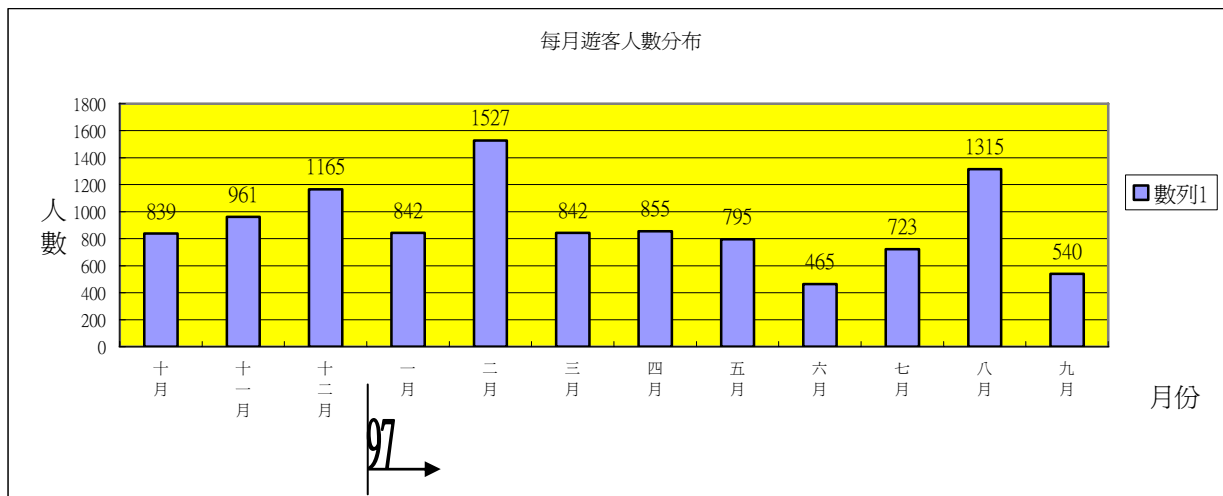


圖 5.17 每月遊客人數分布圖 (2007/10/01~2008/09/30)

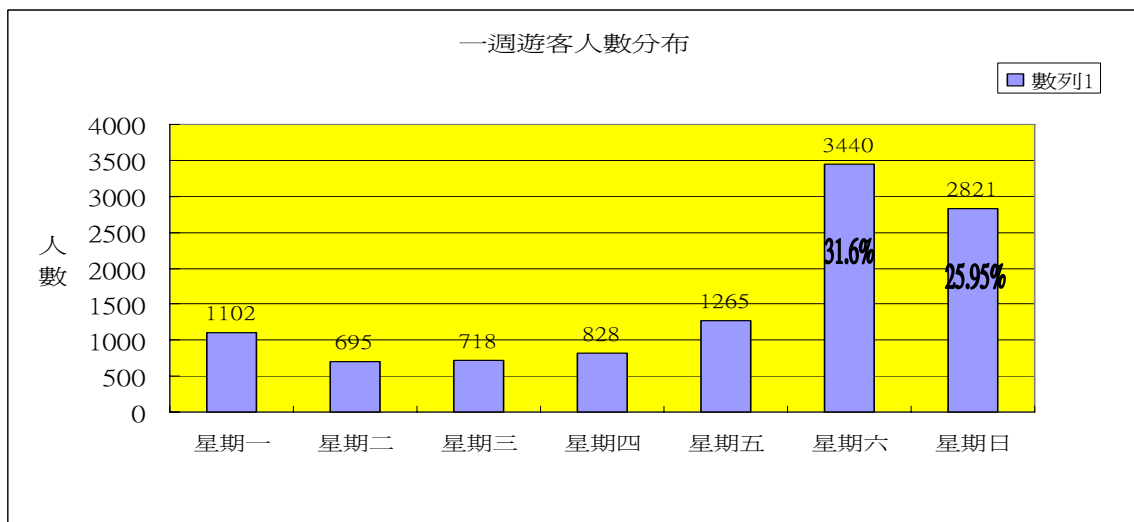


圖 5.18 一週遊客人數分布圖 (2007/10/01~2008/09/30)

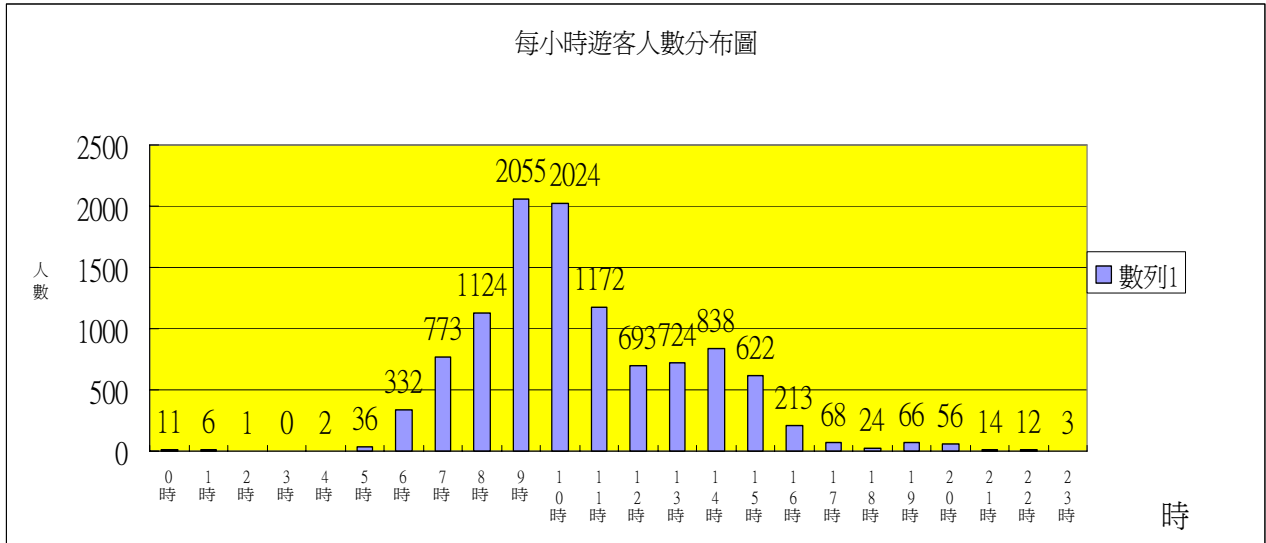


圖 5.19 每小時遊客人數分布圖 (2007/10/01~2008/09/30)

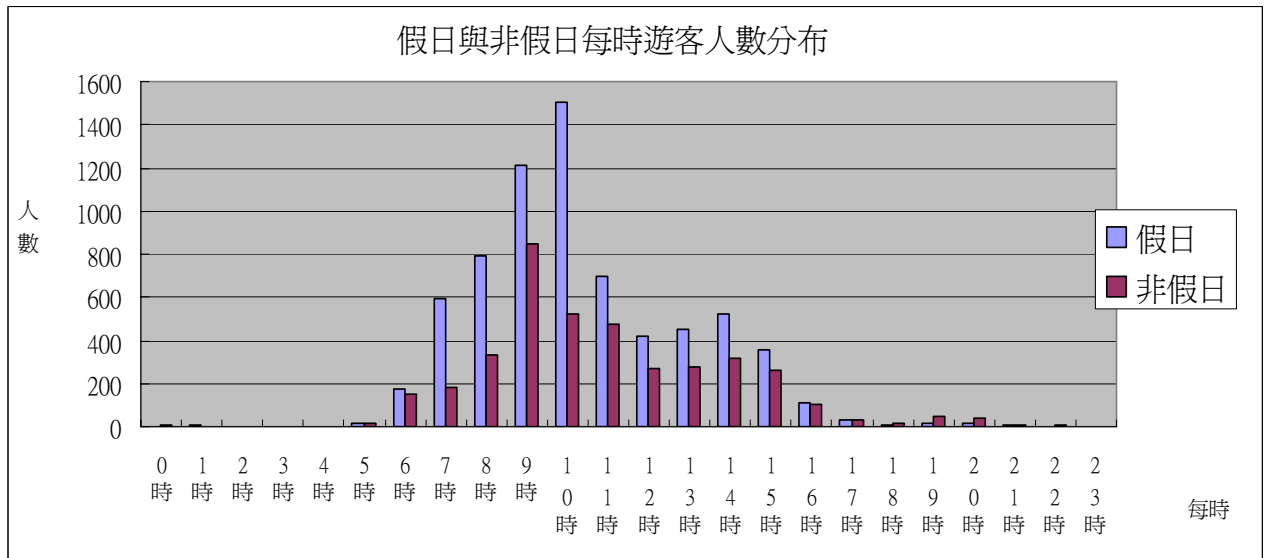


圖 5.20 假日與非假日每小時遊客人數分布圖 (2007/10/01~2008/09/30)

以下將今年度於瓦拉米進行監測的九個月之紀錄加以分析。

表 5.7 遊客量總表 (2008/01/01~2008/09/30)

年	項目	假日	非假日	總計	假日	平均數	標準差	非假日	平均數	標準差	總計
2008	一月	9	22	31	501	55.67	26.08	341	15.50	13.49	842
	二月	12	17	29	1189	92.50	83.22	338	24.94	24.60	1527
	三月	10	21	31	537	55.78	28.27	305	14.52	14.24	842
	四月	9	21	30	627	69.67	61.74	228	10.86	10.63	855
	五月	10	21	31	526	52.60	40.50	269	12.81	15.33	795
	六月	9	21	30	229	25.44	20.22	236	11.24	10.89	465
	七月	8	23	31	335	41.88	24.07	388	16.87	15.63	723
	八月	10	21	31	866	86.60	48.86	449	21.95	20.90	1315
	九月	8	22	30	314	39.25	42.91	226	10.27	13.12	540
總合計		85	189	274	5124			2780			7904
百分比		31.02%	68.98%	100.00%	64.83%			35.17%			100.00%

根據從紅外線計數器下載的資料紀錄顯示，自九十七年一月一日至九十七年九月三十日止(共9個月)，進入瓦拉米步道之遊客數量為7904人。平均每月遊客人數約878.2人，平均每日遊客約28.8人，每週遊客人數約202.7人，假日期間前往者平均每日約60.2人，非假日前往者平均每日有14.7人，假日遊客人數約為非假日的4倍。總覽九個月中，以九十七年二月(1527人)以及九十七年八月(1315)的遊客量最多，其原因為八月適逢暑假的關係，二月則和過年形成的連假有關(2/2~2/10，共9天有838人)。九十七年六月(465人)的遊客量最少，應和瓦拉米的夏雨型氣候有關，因降雨量偏多，導致遊客人數偏低的現象。單日遊客人數最多為280人，發生在九十七年二月八日，因和過年期間的連續假期有關。最少則無人前往，共計15天。在此九個月期間，共有11天的遊客人數超過100人，大多發生在週末假日或連續假日，其中星期六有5次，星期日有4次，星期五有1次。而每小時遊客人數分析方面，以8時~11時為通過人數高峰期，其中又以9時最高，共有1541(19.50%)人，假日以非假日遊客方面，假日遊客數明顯高於非假日，一週遊客人數方面，星期六和星期日明顯高出許多，又以星期六為最多，詳見圖5.22。

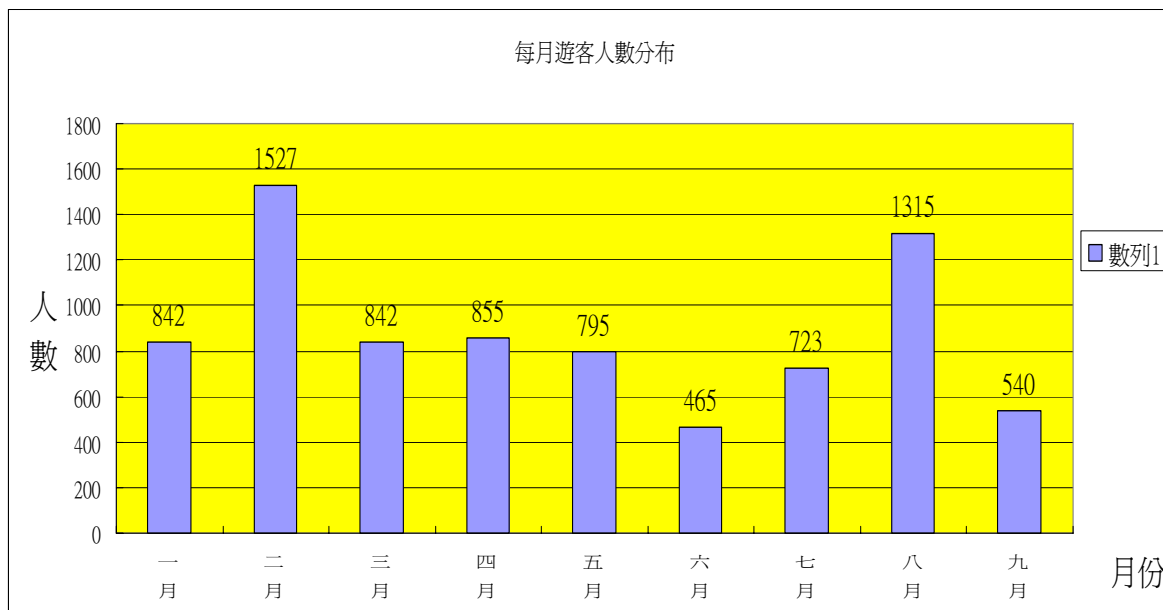


圖 5.21 每月遊客人數分布圖 (2008/01/01~2008/09/30)

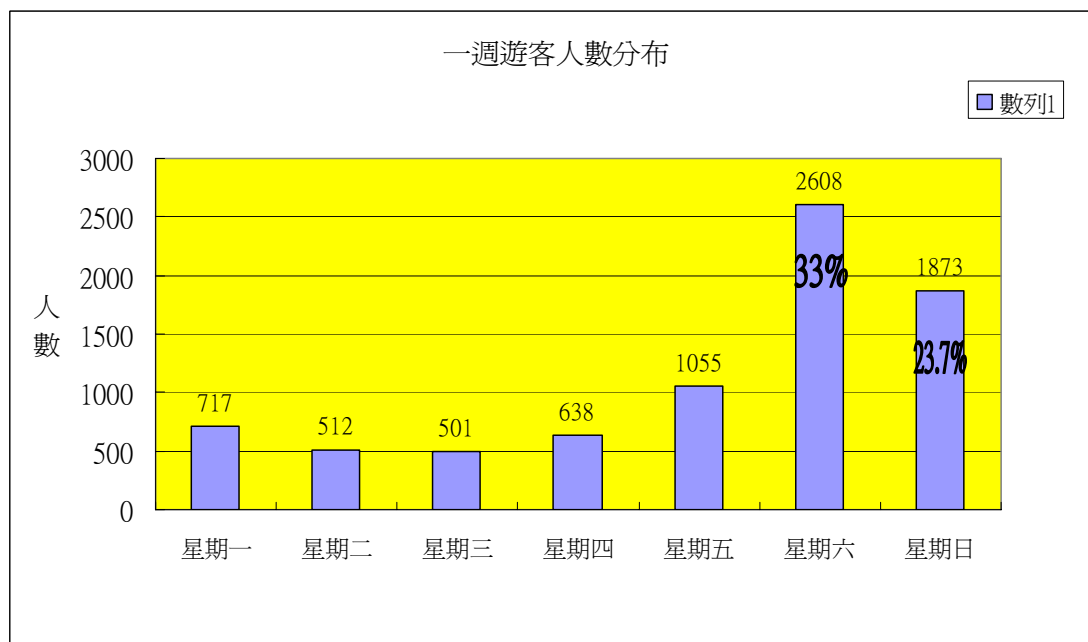


圖 5.22 一週遊客人數分布圖 (2008/01/01~2008/09/30)

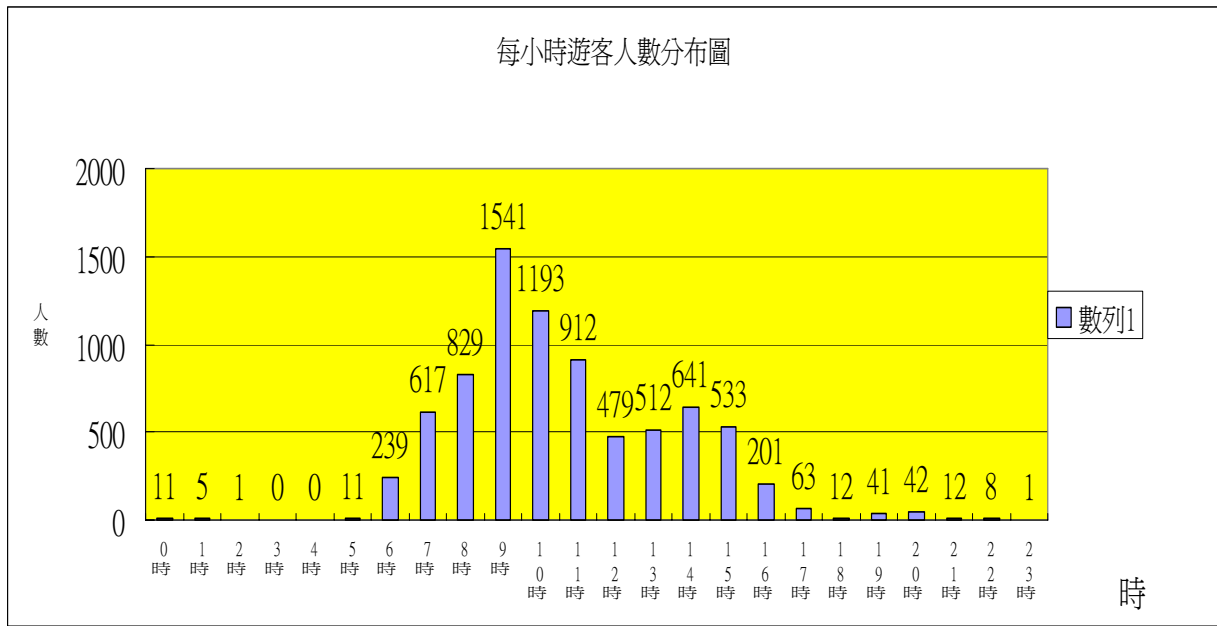


圖 5.23 每小時遊客人數分布圖 (2008/01/01~2008/09/30)

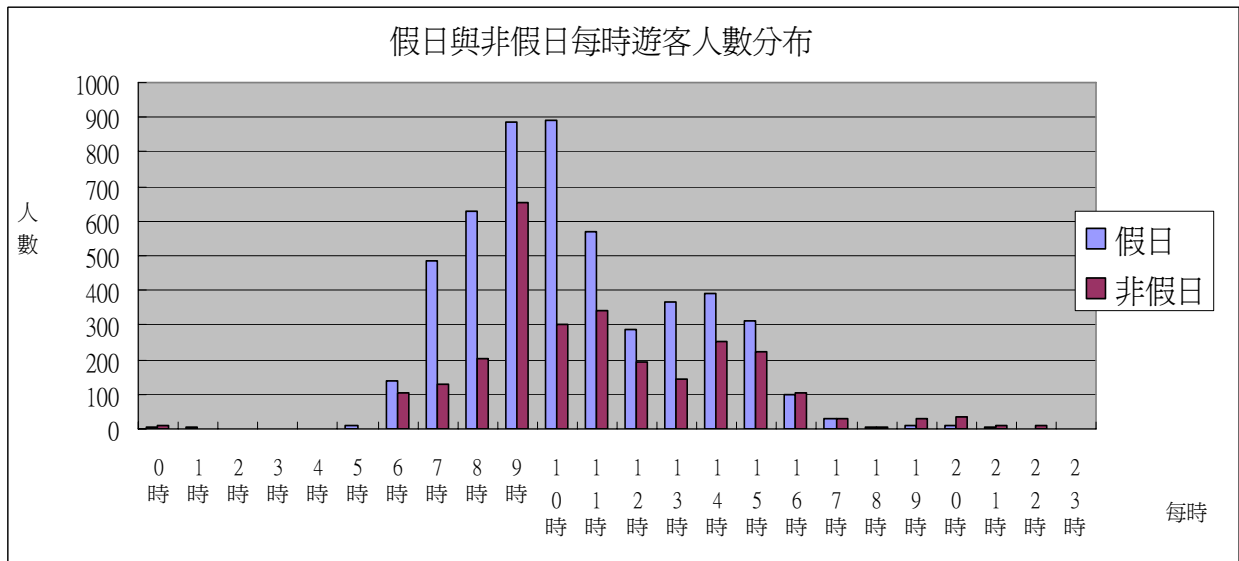


圖 5.24 假日與非假日每小時遊客人數分布圖 (2008/01/01~2008/09/30)

第三節 紅外線計數器校正結果

本研究係屬遊客調查層面的方法論研究，嘗試在台灣的環境下建立一套自動化的遊客計數系統，累積有效而精確的記錄供遊憩或自然資源經營決策之用。自動化計數系統的檢測是確認此遊客量調查方法在統計上實屬達成一定的效用水準。同時結果在定性的分析亦可提供了解造成自動化計數系統計數之偏誤的原因（劉吉川，2007）。

一、人數推估

因為遊客自動計數系統人數與目測人數有高度相關（ $r=0.998$ ）（見圖 5.25），因此選用簡單的迴歸分析作為推估與分析的方法。由取樣期間所求得之目測人數與遊客自動計數系統之遊客數，應用這些配對資料，可求得使用遊客自動計數系統之遊客數，獲得預測目測之遊客數的迴歸式，由該迴歸式即可推估全年度實際遊客總人數（劉吉川，2007）：

$$Y_e = \beta_0 + \beta_1 X + e \quad (\text{公式 1})$$

Y ：目測人數

Y_e ：目測人數的期望值

X ：遊客自動計數系統之人數

95%之信賴區間的推估方式為

$$Y_{new} \pm 2 \sqrt{MSE \left[1 + \frac{1}{n} + \frac{(X_{new} - \bar{X})^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \right]} \quad (\text{公式 2})$$

X_i ：取樣期間目測之每日遊客人數

\bar{X} ：取樣期間遊客自動計數系統之平均每日遊客人數

X_{new} ：該年度遊客自動計數系統之平均每日遊客人數

Y_{new} ：該年度推估的實際平均每日遊客人數

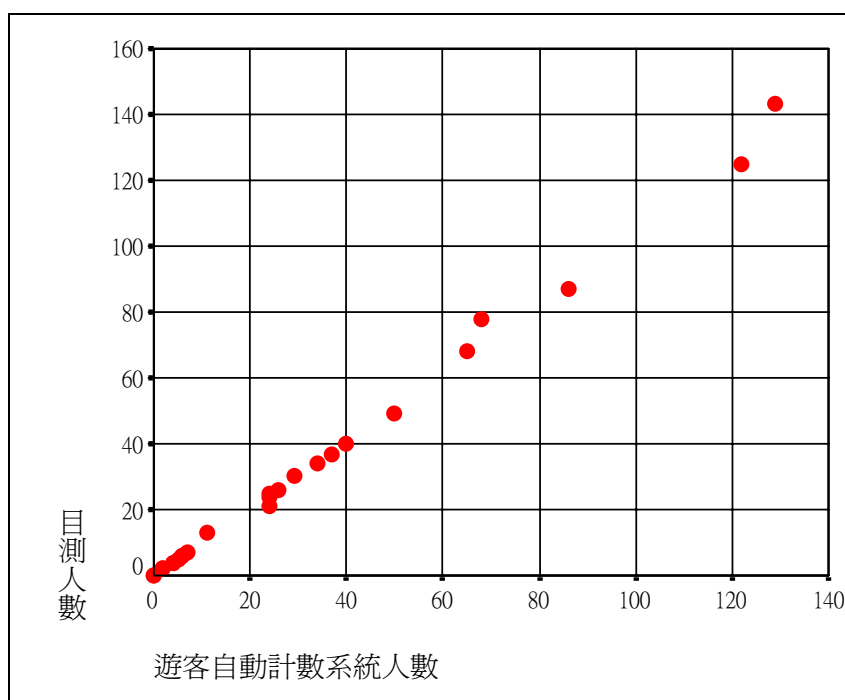


圖 5.25 校正期間自動計數系統紀錄人數與目測人數之散佈圖

截至目前為止，校正共 25 天之取樣日，已全部進行完畢（自九十七年三月四日至九十七年八月十七日止），現將取樣期間所記錄到的目測人數與遊客自動計數系統之人數整理如下表 5.8：

表5.8 遊客群、目測人數與遊客自動計數系統之人數分布表

WK day WK end	12 天					13 天		合計
	一	二	三	四	五	六	日	
星期								
記錄到上山 遊客群	10	3	6	10	12	105	104	250
目測人數	27	6	17	54	30	347	355	836
自動計數系 統之人數	26	6	17	55	30	330	341	805

以 25 個日取樣的資料作為簡單迴歸模式的推估，結果如下表 5.9：

表5.9 取樣日遊客數之迴歸分析結果

模式	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
迴歸	36337.705	1	36337.705	5341.912	.000 (a)
殘差	156.455	23	6.802		
總和	36494.160	24			

係數

模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配		
常數項	-.859	.702		-1.224	.233
LOG人數	1.065	.015	.998	73.088	.000

$$\hat{Y} = -0.859 + 1.065X$$

校正迴歸公式：

根據 2007 年遊客自動計數系統之平均每日遊客人數為 29.6 人，代入校正迴歸公式求得該年之實際平均每日遊客人數為 30.7 人，95%之信賴區間為 30.7±2.04 人，介於 29 人至 33 人之間。

二、誤差原因分析

首先取樣點目的基本描述。在 25 天的取樣日內共取得 442 個群體 (通過遊客自動計數系統間隔超過 30 秒以上即視為不同群體)，其中上山者 (進入步道者) 紀錄到 250 群，下山者 (離開步道者) 紀錄到 192 群。星期一至星期五的群體共有 81 個(18.3%)，星期六的群有 168 個(38%)，星期日有 193 個(43.7%)。群體通過遊客自動計數系統時，天候是晴天的情形有 383 個(86.2%)，陰天有 42 個(9.5%)，下雨有 19 個(4.2%)。在 442 個通過群體中，自動計數系統紀錄正確無誤的群體有 411 個(93%)，有誤算的情形有 31 個(7%)。其中歸因於遊客人為因子有 18 個(58%)，歸因於系統因子有 7 個(23%)，不知原因者有 6 個(19%)。其中系統所造成的誤差來自於兩種情形，一為連續性的下山遊客被誤判為上山遊客，另一種為大群體通過時，因遊客彼此緊跟通過，造成自動計數系統有多算或少算的情形發生 (見下表 5.10)。就沒有可疑的原因 (佔 26%)，和先前本團隊在北大武登山步道的相似檢驗研究相比，本次檢測在沒有可疑的原因的比例遠低於北大武的研究結果 (48.7%)。至於系統所產生的誤差，本研究是 23%略高於北大武的結果 (20.5%)，但

差異不大。

表5.10 遊客自動計數系統錯誤原因之次數分配表

	次數	百分比	小計
遊客行為			58%
在S1與S2中間停留	11	35%	
小孩通過	3	10%	
手牽手	1	3%	
再回頭	2	6%	
其他異常行為	1	3%	
系統			23%
前後緊跟(團體)	3	10%	
下山誤動作	4	13%	
沒有可疑原因	6	19%	19%
總計	31	100%	100%

所有取樣的群體中，有6個群體因其通過自動計數系統時，有兩種(以上)的錯誤原因出現，為了實際統計出所有的錯誤原因，因此將這4個群體分別拆成二個以上的不同群體，以便統計。第1個群體發生在九十七年五月四日上午9點20分，共有14人上山，產生「再回頭」、「在S1與S2中間停留」兩種錯誤原因，因此將此群體拆成三個不同群體。第2個群體發生在九十七年五月四日上午9點27分，共有59人上山，產生「手牽手」、「小孩通過」、「前後緊跟(團體)」、「在S1與S2中間停留」和「再回頭」等五種錯誤原因，因此將此群體拆成五個不同群體。第3個群體發生在九十七年六月二十一日下午13點41分，共有14人上山，產生「在S1與S2前停留」和「再回頭」兩種錯誤原因，因此將此群體拆成兩個不同群體。第4個群體發生在九十七年七月二十一日上午10點43分，共有6人上山，產生「手牽手」和「小孩通過」兩種錯誤原因，因此將此群體拆成兩個不同的群體。最後一個群體發生在九十七年八月十七日，共有3人上山，產生「小孩通過」的錯誤原因。

上山的群體共250個，其中星期一至星期五進入者共有41個群體(16.4%)，星期六有105個(42%)，星期日有104個(41.6%)。有13個群體(佔5.2%)通過時是下著雨的，21個群體(佔8.4%)通過時是陰天，216個群體(佔86.4%)通過時是晴天。其中遊客自動計數系統之計數與人員觀察人數相減後的差異類別有三種：(1)一致而無差異(即0)；(2)遊客自

動計數系統之計數比人員觀察之計數為少；(3) 遊客自動計數系統之計數比人員觀察計數為多。第一種代表正確無誤的計數，第2與第3種則是代表有誤差的計數。在250個上山群體當中，正確無誤的計數有223個群體(佔89.2%)，兩者不一致的計數有27個群體(佔10.8%)。遊客自動計數系統比人員目測多算的有5個群體，遊客自動計數系統比人員目測少算的有22個群體(見下圖5.26)

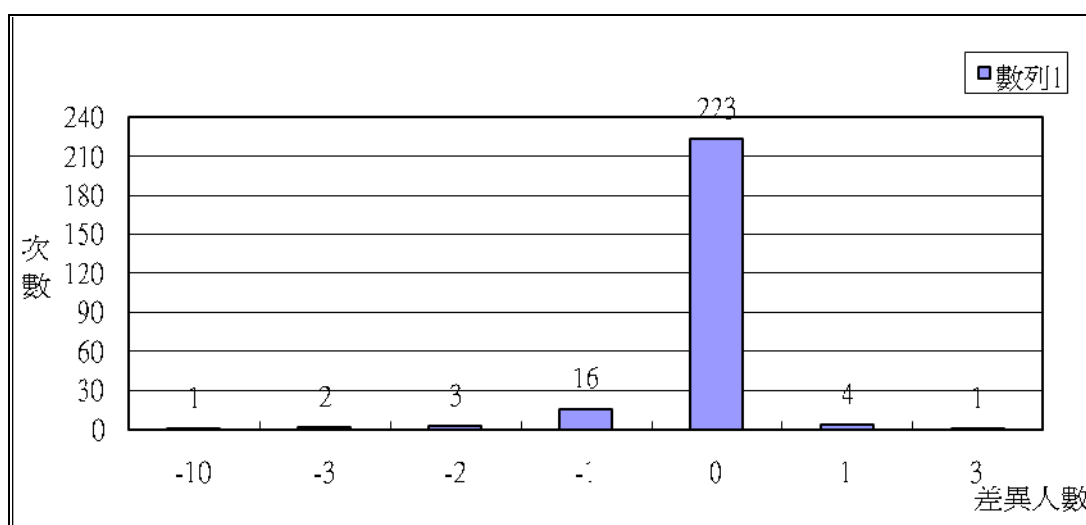


圖 5.26 上山群體遊客自動計數系統與人員觀察之差異統計

在250個上山群體中，遊客自動計數系統紀錄了805人次，但人為目測為836人次，遊客自動計數系統少算了31人次。在31個計數誤差的群體中，歸因於遊客行為的有18個，佔58%；歸因於系統的有7個，佔22.6%；不明原因者有6個，佔19.3%。

經過卡方分析後，差異類別與週日/週末呈現獨立關係，差異類別與天氣也是呈現獨立關係，錯誤原因與差異類別亦為獨立關係(見下表5.11)。

表5.11自動計數系統運作時星期屬性、天氣、錯誤原因與差異類別之卡方分析

			差異類別			總和
			無增減	減少	增加	
星期	非假日	個數	39	1	1	41
		星期屬性內的%	95.1%	2.4%	2.4%	100%

屬性	星期六	個數	96	8	1	107
		星期屬性內的%	91.4%	7.6%	1.0%	100%
	星期日	個數	88	13	3	104
		星期屬性內的%	89.2%	8.8%	2.0%	100%
總和		個數	223	22	5	250
$\chi^2=5.157$, $df=4$, $p=.272$						
天氣	晴	個數	190	21	5	216
		天氣內的%	88%	9.7%	2.3%	100%
	陰	個數	21	0	0	21
		天氣內的%	100%	0%	0%	100%
	雨	個數	12	1	0	13
		天氣內的%	100%	7.7%	0%	100%
總和		個數	223	22	5	250
$\chi^2=3.188$, $df=4$, $p=.527$						
錯誤原因	遊客行為	個數	不適用	12	3	15
		錯誤原因內的%		80%	20%	100%
	系統	個數	不適用	2	1	3
		錯誤原因內的%		66.7%	33.3%	100%
	不知原因	個數	不適用	8	1	9
		錯誤原因內的%		88.9%	11.1%	100%
總和		個數		19	4	23
$\chi^2=0.785$, $df=2$, $p=.675$						

下山的群體共192個，其中星期一至星期五進入者共有40個群體(20.8%)，星期六有63個(32.8%)，星期日有89個(46.4%)。在天候狀況方面，有4個群體(佔2%)通過時是下著雨的，21個群體(佔11%)通過時是陰天，167個群體(佔87%)通過時是晴天。在下山的群體當中，遊客自動計數系統發生了有四次紀錄上山的情形(佔2.1%)。其中兩次是發生在九十七年五月四日，當天共有49個群體上山或下山。第一次是發生在有七人下山，其中有人

撐傘，整個群體通過時，紀錄為1人上山。第二次是有12人下山，因為是連續緊密相隨下山，造成最後2人被紀錄為上山。第三次是發生在九十七年七月三日，有3人下山，但紀錄到1人上山，第四次是發生在九十七年七月二十一日，有7人下山，其中有1人在兩個

鐵柱中間暫停，造成紀錄1人上山的情形。在這192個下山群體當中，紅外線計數系統共紀錄了5人上山。

在 250 個上山群體中，早上 (07:00~12:00) 進入步道的遊客有 182 人 (佔 72.8%)，下午 (12:00~16:00) 進入的有 68 人 (佔 27.2%)。使用型態 (輕裝、重裝) 方面，輕裝有 221 人 (88.4%)，重裝有 26 人 (10.4%)，輕裝交替有 3 人 (1.2%)。另外，將遊客前往之時間區分成早上、下午兩個時段，與錯誤原因進行卡方分析，發現遊客自不同時段前往步道與錯誤原因是呈現獨立的關係 (見下表 5.12)。再將遊客的使用型態與錯誤原因進行卡方分析，得知遊客的使用型態與錯誤原因亦呈現獨立的關係(見下表 5.13)。

表 5.12 自動計數系統運作時各個時段與錯誤原因之卡方分析

			時段分類		
			早上	下午	總和
錯誤原因分類	遊客行為	個數	11	4	15
		錯誤原因內的%	73.3%	26.7%	100%
	系統	個數	5	2	7
		錯誤原因內的%	71.4%	28.6%	100%
	不知原因	個數	8	1	9
		錯誤原因內的%	88.9%	11.1%	100%
總和		個數	24	7	31
$\chi^2=0.694, df=2, p=.617$					

表 5.13 遊客使用型態與錯誤原因之卡方分析

			使用型態			
			輕裝	重裝	輕重交錯	總和
錯誤原因分類	遊客行為	個數	10	5	0	15
		錯誤原因內的%	66.7%	33.3%	0%	100%
	系統	個數	6	1	0	7
		錯誤原因內的%	85.7%	14.3%	0%	100%
	不知原因	個數	7	1	1	9
		錯誤原因內的%	77.8%	11.1%	11.1%	100%
總和		個數	23	7	1	31
$\chi^2=4.205, df=4, p=.379$						

第一節 結論

本研究團隊自九十七年七月十九日在中之關端及天池端完成紅外線計數器的安裝及測試，七月二十日經測試完成後正式啟用，即開始進行遊客量的監測工作。截至九十七年十一月十一日止，蒐集約五個月的遊客量記錄。現將所有遊客量紀錄呈現，則可看出目前遊客量分布情形：

1. 九十七年七月二十日至九十七年十一月十一日（全部遊客量）

在此 5 個月期間，前往者中之關端的總數有 1638 人通過紅外線計數器，天池端的總人數有 1658 人通過紅外線計數器。平均每日中之關端的遊客量約 14.24 人，天池端的遊客量約 14.42 人；平均每週中，中之關端的遊客量約 96.35 人，天池端的遊客量約 97.53 人；每小時裡，中之關端的遊客量約 0.59 人通過，天池端的遊客量約 0.60 人通過。

2. 假日與非假日遊客量比較

在此 5 個月中，假日期間前往者中之關端的平均每日有 34.32 人，天池端的假日平均人數有 37.12；非假日期間前往中之關端的平均每日有 5.43 人，天池端的假日平均人數有 4.89 人。假日遊客人數與非假日人數比較部份，中之關端的人數比為 6.32 倍，天池端的人數比為 7.59 倍。

3. 颱風影響與雨量影響

自九十七年七月至九十七年十一月，影響台灣地區的颱風共有五個，進入天池端和中之關端步道的遊客人數仍然有增加現象：

鳳凰颱風（07/26~07/29），7/27 的雨量減少，上山遊客人數增加，7/29~7/30 雨勢過大影響步道的遊客人數（中之關端只有四人上山），此三日中之關端的計數器紀錄共 41 人，天池端上山遊客人數在 7/27 突增至 76 人，7/29~7/30 只有零星人數，此三日的計數器紀錄共 85 人；如麗颱風，（08/19~08/21）期間的遊客人數並沒有太大的影響，探究原

因可能為此颱風並沒有對南部山區造成豪雨有關，此三日中之關端的計數器紀錄共 42 人，天池端的計數器紀錄共 31 人；辛樂克 (09/11 ~ 09/16)，此五日的最多雨量日則無遊客上山，中之關端的計數器紀錄共 8 人，但在辛樂克颱風期間，天池端共有五日沒有遊客上山，天池端的計數器紀錄共 2 人；哈格比 (09/21 ~ 09/23)，此三日的雨量雖不多，中之關端的計數器紀錄共 32 人，天池端的計數器紀錄共 15 人；薔蜜 (09/26 ~ 09/29) 所帶來的雨量較豐沛，因此最多降雨日裡中之關端並無遊客上山，此四日中之關端的計數器紀錄共 34 人，天池端的計數器紀錄共 38 人。【參考資料】颱風資料庫 <http://rdc28.cwb.gov.tw/data.php/>

4. 雖然九月十四日辛克樂颱風期間，發生甲仙大橋坍塌60多公尺之緊急事件。甲仙大橋位於高雄縣甲仙鄉為通往南橫公路之重要道路，但由另一替代道路台20線由荖濃也方可進入，另外台東縣海端端未受颱風影響道路暢通，所以由資料顯示中之關及天池之遊客數量並未受此因素影響而減少。

第二節 建議

研究團隊於今年度在天池-中之關步道上進行遊客量監測，有鑒於此步道在遊憩使用上有逐漸增加的趨勢，該步道的維護維護工作更需要管理單位投入，以減少遊憩使用量所帶來的衝擊。以下為研究團隊針對目前的調查結果所提出的建議事項：

1. 鐵道需架設圍欄：

在中之關步道上有很多的鐵橋設置，因地勢陡坡加上某些通過段比較狹窄且天雨路滑，如果沒有護欄保護措施，對於登山健行者來說有安全上的疑慮，建議有關單位可以經實際踏勘過後在鐵橋上增設護欄等安全設施以保障登山健行者的安全。

2. 步道長期監測

天池-中之關步道近年來已成為國人大眾喜愛的登山步道之一，隨著遊客量的增加，相對造成的衝擊與破壞也會隨之而升。本計劃在目前遊客量監測中發現，此步道每月的遊客數呈現不均的情況，因此建議管理單位有必要對天池-中之關步道持續進行長期監測，較能看出遊客量長期的規律性變化，以提供完整的資訊分析，作為日後步道經營管理上的方針，且因調查遊客人數需以三年的調查量及一次校正方式，才能完整了解中之關步道的遊客量增長情形對於步道的影響為何，期望管理單位能延續此計劃之目的。

3. 紅外線計數器設置地點環境維護

紅外線計數系統是否能夠產生精確的紀錄，是受到遊客通過時是否有異常行為所影響。若能保持計數器外露在步道上的設施不被遊客視為干擾設施，並且行經此點時均能成一路縱隊通過，則本計數系統將能發揮最高的效能。在設置紅外線技術之初，曾遭遊客破壞，但至目前為止已沒有再發生同樣情況，顯示遊客可能已經習慣計數器的存在，本團隊建議巡視人員可協助於不時查看在天池-中之關步道的計數器是否順利運作，另外整修與維護工作儘可能不要干擾到設置地點，步道進行割草時不宜過分整修，應保留設置地點周遭環境的自然度。

4. 此步道夜間進入之人數有其規律性之時段，至於是否為遊客或是特定目的者由目前數據無法得知，該步道有豐富的動物資源，是否為經常性的違法狩獵行為，建議需請國家公園警察與相關持法人員不定期巡邏以達嚇阻之作用。

附 件

附件一 遊客量統計表

附件二 計數器工作紀錄表

附件三 工作紀錄日誌

附件四 工作內容表

附件五 校正工作紀錄表

附件六 機側人員記錄表

附件七 目測人員紀錄表

參考書目

1. Watson, A.E., Cole, D.N., Turner, D.L. & Reynolds, P.S. (2000) . *Wilderness recreation use estimation : A handbook of methods and systems*. USDA Forest Service RMRS-GTR-56 Ogden, UT. : Rocky Mountain Research Station.
2. Leonard, R.E., Echelberger, N.E., Plumley, H.J., & van Meter, L.W. (1980). *Management guidelines for monitoring use on backcountry trails*. USDA Forest Service research paper NE-428. Northeastern Forest Experiment Station.
3. Tourism & Recreation Research Unit(1983). *Recreation site survey manual : methods and techniques for conducting visitor surveys*. London : E. & P.N. Spon Ltd.
4. 林文和與陳鴻助，1995，玉山國家公園東部園區（山風～瓦拉米）實質規劃研究，內政部營建署玉山國家公園管理處。
5. 郭城孟，1999，玉山國家公園瓦拉米地區生態資源與經營管理之研究，內政部營建署玉山國家公園管理處。
6. 張石角，1989，玉山國家公園新康山區地質調查，內政部營建署玉山國家公園管理處。
7. 王鑫，1982，玉山國家公園地理、地質景觀資源調查，內政部營建署。
8. 林青，2005，玉山國家公園：「南安～瓦拉米步道」生態旅遊地推薦遴選簡報，玉山國家公園管理處。
9. 王穎，1993，玉山國家公園瓦拉米地區中大型哺乳動物之棲地、習性及族群動態之調查（一），玉山國家公園管理處。
10. 玉山國家公園管理處，1994，玉山國家公園（第一次通盤檢討）計畫，內政部營建署。
11. 玉山國家公園管理處，1997，玉山國家公園南橫解說手冊，內政部營建署玉山國家公園管理處。
12. 玉山國家公園管理處，2001，中之關步道解說手冊，內政部營建署玉山國家公園管理處。
13. 陳仲玉，1984，玉山國家公園人文史蹟調查，內政部營建署。
14. 陳宗承，2006，玉山國家公園關山越嶺古道解說系統規劃之研究-以中之關路段為例，屏東科技大學農村規劃系研究所論文。
15. 楊南郡，1996，探險台灣—鳥居龍藏的台灣人類學之旅，遠流出版社。

16. 楊南郡與王素娥，1988，玉山國家公園八通關古道東段調查研究報告，內政部營建署玉山國家公園管理處。
17. 劉吉川，2005，北大武國家步道遊客計數與遊憩行為調查計畫，行政院農委會林務局委託研究計畫系列(93)屏育研第01號。
18. 劉吉川，2006，浸水營古道遊憩衝擊監測研究計畫，行政院農委會林務局委託研究計畫系列94東育(限監)字第01號。
19. 黃俊銘，1999，玉山國家公園拉庫拉庫溪布農族舊部落調查研究，內政部營建署。
20. 陳寬祐，2003，綠色屏息：瓦拉米步道解說手冊，內政部營建署玉山國家公園管理處。
21. 黃德雄，2004，臺灣長程遊憩山徑環境特質之研究，國立臺灣大學地理環境資源研究所碩士論文。
22. 賴典章，1988，玉山國家公園關山地區地質調查~南橫公路地質潛在危險區的研究分析，玉山國家公園管理處。
23. 網站來源：玉山國家公園 <http://www.ysnp.com.tw>
24. 網站來源：氣候統計，佳心氣象站及甲仙氣象站逐月降水量、逐月氣溫資料，中央氣象局 <http://e-service.cwb.gov.tw/i-sales-web2/>
25. 網站來源：國家步道系統，八通關古道日據時代段，行政院農委會林務局 http://trail.forest.gov.tw/NationalTrailSystem/TR_L_03.htm
26. 網站來源：中之關鄉土教材 http://content.ks.edu.tw/33k/006_historictrail/002_learning.html