

玉山國家公園步道遊憩承載量及經營管理策略之研究

林晏州^{1,2}

(收稿日期：2003年6月11日；接受日期：2003年8月8日)

摘要

國家公園生態保護區係以生態資源保護為經營管理原則與目標，管制遊客進出生態保護區是國家公園經營管理必要的策略之一，本研究透過相關理論研究、現況環境調查，擬訂一套合適且簡便之步道遊憩承載量之評估模式，並分析步道之最適承載量，以作為未來檢討遊客管制措施之依據與參考。本研究應用可接受改變程度之觀念，評估玉山國家公園主要高山步道與遊憩區步道之最適遊憩承載量，利用既成事實調查，分析遊客量與植被覆蓋度減少率之相關性，並針對玉山國家公園的登山者與遊客進行問卷調查，調查受訪者對於各種不同植被覆蓋度之接受度，最後綜合建議高山步道與遊憩區步道之最適遊憩承載量。研究結果發現遊客量與植被覆蓋度高度相關。登山者與遊客對於高山步道與遊憩區步道可接受之覆蓋度減少率為40%以下。綜合分析顯示高山步道之最適遊憩承載量為每年不超過16,962人，遊憩區步道之最適遊憩承載量則為每星期不超過3,290人。依據研究結果，建議對於使用需求大的地區依據可接受的量來管制遊客人數，另外可考慮依環境資源及當地氣候的狀況，彈性調整登山遊客數量，必要時進行短時間的封山計畫，以期在兼顧自然保育下達到最大使用量的目標。

關鍵詞：遊憩承載量，既成事實調查分析，植被覆蓋度，玉山國家公園，步道，遊客管理

一、前言

國家公園設立的目的是在於資源保育、教育研究及休閒遊憩，但環境資源供遊憩使用後多少會造成環境衝擊，甚至導致遊憩品質的惡化與環境不可回復的破壞，然而一味的禁止遊憩使用來保育生態資源的完整性也違反國家公園的設立宗旨，是故管理者所面臨的挑戰，即在既要滿足大眾的遊憩需求，同時又必須維持遊憩環境的生態與景觀資源的完整性；而適當遊憩承載量

1. 國立台灣大學園藝學系。
2. 通訊作者。

的分析，是輔助管理者制定出可兼顧資源保育與遊憩使用的管理措施的方法之一，並能作為遊客數量與行為規範之依據。尤其是規範進出生態保護區的遊客人數，藉由妥善的遊客量限制措施，方能達到資源保育與永續利用，亦可滿足國人對於生態旅遊的需求。

玉山國家公園係屬高山型國家公園，境內百岳名山眾多，且玉山群峰、南二段、博馬橫斷、八通關日據越道、南橫三山等登山路線更是登山客的最愛，尤其玉山主峰線為中外聞名的登山路線，每到周休二日或連續假日更是人滿為患，造成步道與宿營地擁擠而影響登山品質，且過多的人為干擾結果，將對環境造成嚴重的衝擊而影響自然生態平衡。基於玉山國家公園境內多屬生態保護區，對於登山活動甚為敏感，且經營高山步道上，需有一套具科學根據理論之管理模式，以滿足環境保育與登山需求；因此玉山國家公園管理處早在民國七十六年即委託進行各宿營地之遊憩承載量研究（林晏州，1987），更自民國八十六年七月起，依據各宿營地與登山路線之空間承載量，作為生態保護區承載量之控管標準，執行入山申請之管制措施，然部份登山團體建議藉由設施之增建或整建而增加宿營地與登山路線之遊憩承載量，但以可變之設施數量作為遊憩承載量之評估依據，可能無法避免對於環境造成過度之衝擊。

因此本研究以玉山國家公園生態保護區內最主要的玉山主峰步道（塔塔加-玉山主峰-東埔）與塔塔加遊憩區步道（鹿林山、麟趾山、遊客中心步道）為主要之研究範圍，實地調查兩條步道之自然環境衝擊現況，收集各步道之遊客數量，建立遊憩使用量與環境衝擊程度之函數關係，並藉由問卷調查，分析步道使用者可接受之環境衝擊程度，以作為評估遊憩承載量之依據，並擬訂一套合適且簡便之遊憩承載量之評估模式，建議各步道之最適承載量。此外，本研究亦比較遊客對於高山步道與遊憩步道可接受環境衝擊程度之差異，並分析遊客對於各種經營管理措施之接受度，供作未來檢討改善現行遊客管理措施之參考。

二、方 法

（一）遊憩承載量之意義與相關研究

承載量之概念源起於生物學領域，應用於牧場與野生動物之經營管理事宜，其目的在維持自然資源於長期穩定之運作狀況。自 LaPage (1963) 應用此概念於戶外遊憩領域，提出遊憩承載量 (Recreational Carrying Capacity) 後，便陸續有許多學者自許多觀點討論遊憩承載量之意義，及其於遊憩區經營管理上之應用（如 Wagar, 1964; Lime & Stankey, 1971; Stankey, 1973; Veal, 1973; Brown, 1977; Nieman & Futrell, 1979; Stankey & McCool, 1984; Shelby & Heberlein, 1984; Shelby & Heberlein, 1986; 林晏州, 1987; 陳昭明、蘇鴻傑、胡弘道, 1989; 林晏州, 1989; 林晏州, 1998 等）。綜覽為數眾多之相關文獻，Shelby 與 Heberlein (1984) 所定義之遊憩承載量應用範圍最廣，認為遊憩承載量是一種使用水準，當遊憩使用超過此一水準時，各個衝擊參數所受的影響會超過評估標準所能接受的程度。而依衝擊參數的不同，定義出四種遊憩承載量：生態承載量(ecological capacity)、實質承載量(physical capacity)、設施承載量(facility capacity)與社會承載量(social capacity)。

其中社會遊憩承載量指不致造成遊客遊憩體驗品質下降所容許之遊憩使用量，主要是從遊

客觀點分析遊憩體驗品質與遊憩使用量之關係，以遊憩體驗品質作為衝擊參數，指不致造成遊客遊憩體驗品質顯著下降所容許的遊憩使用量。而衡量遊憩體驗品質之衝擊參數，主要包括遊客滿意度、擁擠認知、與遊客量等關係之探討(Heberlein & Shelby, 1977; Schreyer & Roggenbuck, 1978; McClelland & Auslander, 1978; Westover & Collins, 1987; Westover, 1989; 林晏州, 1988; 林晏州、吳義隆, 1989; 林晏州, 1990; 陳沛悌、林晏州, 1997a; 陳沛悌、林晏州, 1997b; 林晏州, 2000)。至於生態承載量是從資源觀點分析生態環境品質與遊憩使用量之關係，主要是針對各種生態環境因素，如動物、植物、土壤、水源、噪音等，分析遊憩利用不致對其造成永久性破壞或不可接受之破壞時之最大遊憩使用量 (Ittner, et al. 1978; Lucas, 1986; Cole, 1987; 吳孟娟、林晏州, 2002)，分析資源改變程度與遊憩使用量間之關係。綜言之，遊憩承載量主要是以遊憩利用是否對實質生態環境或遊憩體驗造成破壞或影響為討論之基礎。因此，雖然在用辭及研究方法有差異，然遊憩承載量之主要探討對象可概分成兩個層面：實質生態承載量及社會心理承載量。

在玉山國家公園遊憩承載量之相關研究方面，林晏州(1987)曾分別從社會心理承載量及實質生態承載量兩方面來評定玉山國家公園區內各宿營地點之遊憩承載量。其中，社會心理承載量是以遊客個人之擁擠感受與感覺擁擠之遊客比例為指標，建立擁擠感或感覺擁擠之比例與遊客數量及遊客團體數之函數關係，並以遊客個人感覺擁擠之機率不超過 0.5 或感覺擁擠之遊客不超過 50% 為評定社會心理承載量之標準。實質生態承載量則因研究時程之限制，無法長期調查遊憩對環境之衝擊，因此採專家法，針對 28 位對玉山國家公園遊憩資源甚為了解之專家學者及經營管理者進行訪談，分析宿營活動對各項生態環境之相對影響程度，並調查受訪者所能接受之宿營承載量，並依訪談分析結果，配合各宿營地之各項環境資源狀況，分別評定其最適實質生態承載量。由於各宿營地之社會心理承載量大多高於實質生態承載量，因此該研究建議位於生態保護區、特別景觀區、史蹟保存區之宿營地採實質生態承載量，若社會心理承載量低於實質生態承載量，則以社會心理承載量為該宿營地之承載量，遊憩區與一般管制區則採社會心理承載量。鍾銘山等(1998)則根據遊客人數及遊憩活動對玉山國家公園區內設施承載量進行相關分析；林文和(1999)的研究中，依玉山國家公園區內各條登山路線之狀況及行程，規劃可供宿營之地點，並實地現場調查紀錄各宿營地有關評定承載量之各項因子，再經由相關人員訪談後，參考林晏州(1987)專家調查所得之結果，以所有專家建議最適承載量之中位數——每位登山者 27.5 平方公尺為標準，評定各宿營地之最適承載量，並以四人帳所能容納之人數為最大承載量。

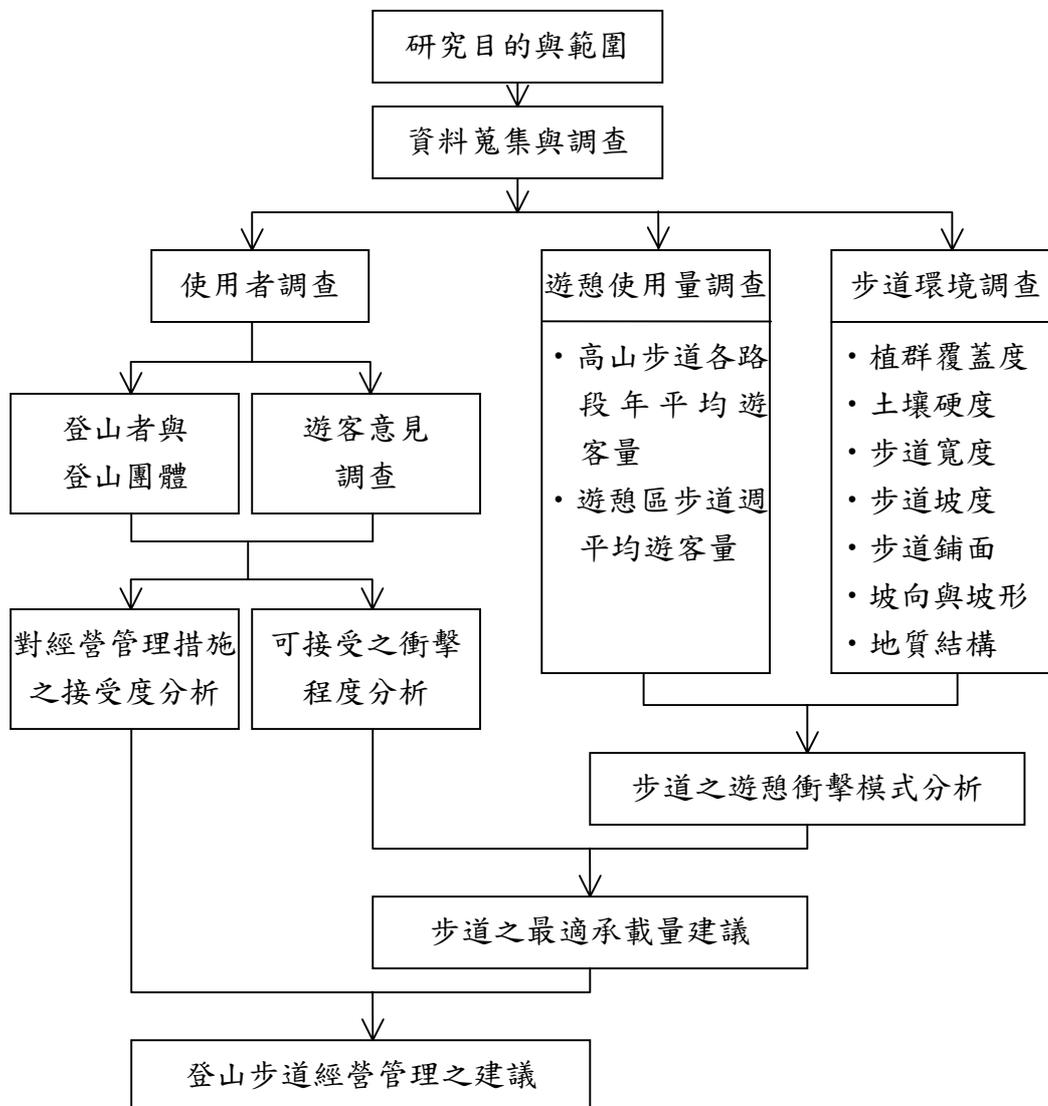
以上的這些研究皆未對遊憩利用對實質生態環境的影響進行調查與監測，然而考量玉山國家公園生態資源的豐富度與敏感度，或許必須思考以這些生態資源的忍耐力來評斷遊憩利用是否過度。因此本研究將生態資源受衝擊狀況加入承載量的評定考量因素之中，調查遊憩使用對環境資源之衝擊，據以評定玉山國家公園步道之實質生態遊憩承載量。

(二) 研究方法與步驟

Shelby 及 Heberlein (1984)依據可接受改變程度之觀念，認為承載量之評定包括兩部份；描述性部份 (Descriptive component) 與評估性部份 (Evaluative component)。其中描述性部份是經營管理參數 (Management parameter) 與衝擊參數 (Impact parameter) 兩者間關係之客觀描

述。在描述性部份之經營管理參數必須是經營者能直接控制或改變之因素，而衝擊參數必須是因經營管理參數所可能導致改變之因素，且必須是對體驗類型較敏感之因素。評估性部份需要依據社會對衝擊水準之判斷，以便獲得評估標準。本研究即參考此架構，評定步道之實質生態遊憩承載量。

過去相關研究分析實質生態承載量常依下列三種方法進行：(1) 在遊憩活動對環境影響達平衡狀態之系統中，選擇遊憩使用量不同之地區，對遊憩活動之影響程度進行事後之調查、比較與分析；(2) 從資源開始提供遊憩利用時便長期監視環境因子之改變狀況，以分析遊憩使用量逐年增加時自然環境因子受影響程度之變動關係；(3) 模擬實驗法，如利用人工控制之踐踏，以分析各種踐踏程度對於土壤所造成之影響。本計畫因研究期程之限制，採用事後調查分析法，對於遊客使用量不同之步道路段，現地調查自然資源受衝擊或改變程度，並進一步分析資源受衝擊程度與遊客數量間之函數關係。



圖一 研究流程圖

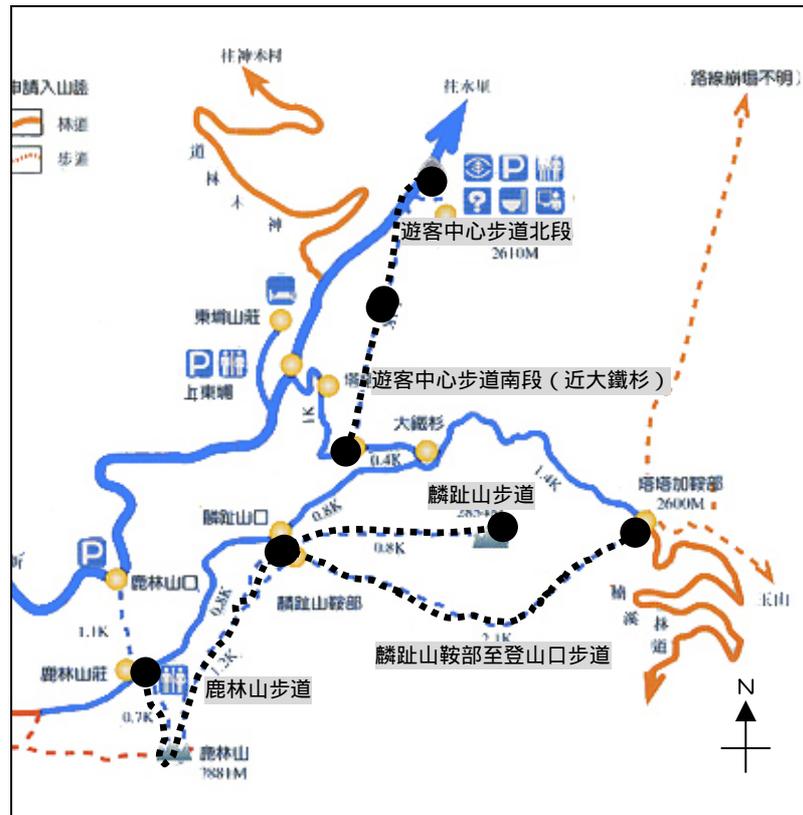
本研究架構與流程如圖一所示，主要研究項目與步驟包括：1.自然環境衝擊調查：針對研究範圍之不同遊客量路段，進行自然環境衝擊之調查，並拍攝記錄衝擊狀況，調查項目主要包括步道兩旁的植群覆蓋度、土壤硬度與其他相關環境因素。2.步道遊客量蒐集與調查：分為高山步道與遊憩區步道兩部分，高山步道部份主要是收集整理研究範圍內高山登山步道過去的遊客量資料，遊憩區的部份因無二手資料，因此是利用現地計數方式進而推測遊客量。3.遊憩衝擊之分析：綜合前兩項調查資料，分析不同遊客量與自然環境衝擊之函數關係。4.可接受衝擊程度調查：利用問卷來收集資料，包括一般遊客之現地訪談、高山登山者與登山團體意見領袖之郵寄問卷調查，並依據問卷調查結果，分析比較各相關團體可接受之環境衝擊程度。5.綜合分析結果，分別建議主要高山步道與遊憩區步道之最適遊憩承載量。6.分析受訪者對於各項經營管理措施之接受程度。7.依據研究結果，建議高山步道與遊憩區步道遊憩承載量之長期監測模式。

(三) 研究範圍

由於主要研究內容為瞭解不同遊憩使用量、環境衝擊、與可接受程度間之關係，以訂定步道之最適承載量，故本研究選擇高級登山路線之玉山主峰步道（塔塔加-玉山主峰-東埔）與大眾登山路線之塔塔加遊憩區步道（鹿林山、麟趾山、遊客中心步道）進行研究（如圖二、三）。



圖二 高山步道研究範圍圖



圖三 遊憩區步道研究範圍圖

(四) 研究設計

實質環境與衝擊之調查

1. 研究變項

(1) 經營管理參數

由於玉山國家公園高山步道多深入環境較敏感的生態保護區內，區內地質多較敏感與不穩定，常因地震或颱風影響而有坍方現象並導致步道中斷，因此高山步道經營要比一般遊憩區更重視步道之邊坡穩定管理，方能確保提供遊客一安全無虞的活動環境。因此本研究有關經營管理參數則分別由邊坡穩定方面與步道設計方面來選擇。

A. 邊坡穩定方面

基於考量玉山高山步道的環境與監測之難易度，因此在邊坡穩定因子上所選出的經營管理參數係以具有代表性且監測容易之評估指標為主，各選定參數之理由與測量方式，分述如下。

(a) 地質及地質結構：由於地質組成狀況會影響其是否容易受到風化侵蝕、滑動、崩塌，

而此等為評估穩定性的基礎依據，故本研究以二手資料來調查步道沿線之地質組成狀況與各路段之地層穩定性。

- (b) 坡度：王智仁(2001)利用類神經網絡分析公路岩石邊坡穩定性之因素，得知坡度是所有穩定因子中最敏感的因素，並可藉由坡度大小來預測道路邊坡土石崩塌的可能性，且莊光澤(1994)亦指出，當坡度為 $>40^\circ$ 為非常不安定、坡度為 $30\sim 40^\circ$ 度為不安定、當坡度 $<30^\circ$ 則表安定，又因為道路本身的陡峭程度會影響遊客攀登的難易度與停留休息之需求度，因此本研究除步道邊坡外，亦將道路本身的坡度一併調查，即收集各調查路段的橫坡（道路邊坡）與縱坡（道路本身）。
- (c) 坡形：莊光澤(1994)指出，由於凹型坡容易積聚地表水並產生逕流集中，因此較不穩定，其次為平面坡、凸型坡，因此本研究亦就步道邊坡之凹型坡、平面坡與凸型坡三種坡形進行調查；(d)坡向：由於不同坡向所受到的日照時間與風吹強度等氣候因素而有不同的侵蝕程度，會間接影響地質的穩定性(莊光澤，1994)，故亦納入本研究之調查參數內。

B. 步道設計與使用方面

遊憩衝擊會因為步道本身的設計情況與使用人數的不同而造成衝擊的差異，因此本研究在步道設計上所選定之經營管理參數包括：

- (a) 步道寬度：步道的寬度會影響兩旁的土壤裸露，步道越窄，當遊客與其他遊客擦肩而過時，越容易超出步道範圍之外而踐踏到周圍的土壤，而步道越寬，則受衝擊的機會則相對減少，因此步道寬度的設定會影響步道兩旁的衝擊程度。
- (b) 步道鋪面種類：一個規劃良好的遊憩區須有良好的步道來引導遊客，將遊客之活動規範在步道上，藉以保護步道外的自然資源，如果規劃不當，則遊客容易任意漫遊，而造成植群的衝擊。不同的鋪面種類可能影響步道規範遊客動線的感受，而使遊憩衝擊有所不同。
- (c) 遊客人數：許多的研究結果顯示遊憩活動會造成植群的破壞，然而使用量與衝擊程度並非絕對有直線關係，在許多的植群類型中，即使極輕度的使用亦會造成嚴重的破壞。

(2) 衝擊參數

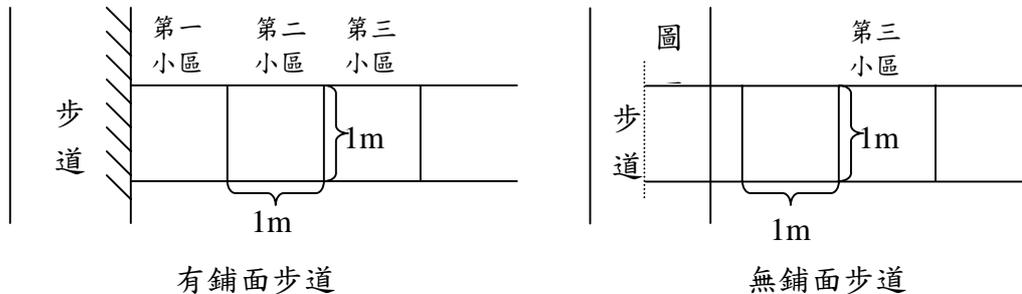
由於遊憩活動的踐踏行為，首當其衝的影響即為地表土壤與植群，最常見的衝擊特徵，即為土壤裸露所導致的植群覆蓋度減少與土壤密實度增加，而此二參數亦為研究遊憩衝擊最常使用的指標之一。因此本研究亦選定此二指標作為衝擊參數：

- A. 植群覆蓋度 (vegetation cover)：係指遊憩環境所顯示出的植群覆蓋數量，可藉由同一環境不同時段、或不同干擾與使用量的環境來比較植群數量與差異，進而瞭解與界定該環境所遭受的遊憩衝突程度。
- B. 土壤硬度：有關遊憩區測定土壤的變數大多以土壤硬度或容重作為指標（劉儒淵，

1993；謝思怡，1999)，因此本研究以土壤硬度做為指標，以比較不同遊憩量對土壤硬度之影響。

2. 樣區選擇

高山步道調查有塔塔加主峰段、西峰段、南二段與主峰東埔段等四路段，並於每半公里設一觀測樣區；遊憩區步道調查有鹿林山、麟趾山、近大鐵杉、近遊客中心段與麟趾山鞍部段等五路段，並每 10 分鐘步程設一觀測樣區。若上述觀測點環境過於陡峭則不予以調查。於各樣區依其步道鋪面有無，分別選取小區。遊憩區步道多有步道鋪面，其於步道邊緣往下邊坡每一公尺設定一 1m^2 小區，以連續選取三區為原則，第一小區為最靠近步道者，連續小區中離步道最遠者作為對照組；而高山步道或少數遊憩步道則為無鋪面步道，因步道邊緣難以界定，故以步道中央往下邊坡每一公尺設定一 1m^2 小區，連續選取三區。



3. 變項測量

(1) 植群覆蓋度：

估測腰部以下的植群覆蓋度，以廣角相機正對每一小區進行拍攝，再以方格法計算覆蓋度，進而求得該觀測點的植群覆蓋度減少率。植群覆蓋度減少率 (cover reduction, CR, Cole, 1978) 之計算為 $CR\% = (C2 - C1) * 100 / C2$ 。式中之 $C2$ 為未受干擾之對照樣區植群覆蓋度， $C1$ 為受衝擊樣區之植群覆蓋度。

(2) 土壤硬度：

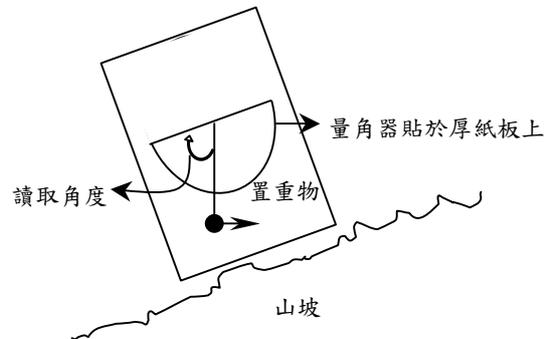
使用山中式土壤硬度計 (Yamanaka's soil hardness tester) 測量，每一小區隨機選取六個點，記錄硬度計上的刻度 (單位 mm)，直接讀取硬度計上的刻度，之後再換算為 kg/cm^2 ，將各樣區所得的數值平均即可得該樣區之平均土壤硬度。土壤硬度增加率之計算為 $SHI\% = (SH1 - SH2) \times 100 / SH2$ 。式中 $SH1$ 為受衝擊樣區平均土壤硬度， $SH2$ 為未受衝擊樣區平均土壤硬度。

(3) 步道寬度：

利用皮尺測量，同樣的步道，可能因為受衝擊的程度不同而呈現不同的寬度，因此調查各觀測樣區的步道寬度，並分別以 100cm 以下、100~150cm、150cm 以上三級記錄之。

(4) 坡度 (步道坡度、邊坡坡度)：

利用一個簡易的半圓量角器，在量角器半圓的圓心處用圖釘和一根小細綫懸一重物，站在山坡的一側，雙手握住量角器，使量角器的底邊與山坡保持平行一致，讀取細綫經過量角器的刻度數，再從該刻度數中減去 90° 則為山坡的坡度，並以 40 度以上（穩定性低）、30-40 度（穩定性中）、30 度以下（穩定性高）三級記錄之。



(5) 坡向：

利用指北針定出觀測點坡面的方位。本研究將坡面的傾斜方向分為八項進行調查，包括：N($337.5^\circ\sim 22.5^\circ$)；NE($22.5^\circ\sim 67.5^\circ$)；E($67.5^\circ\sim 112.5^\circ$)；SE($112.5^\circ\sim 157.5^\circ$)；S($157.5^\circ\sim 202.5^\circ$)；SW($202.5^\circ\sim 247.5^\circ$)；W($247.5^\circ\sim 292.5^\circ$)；NW($292.5^\circ\sim 337.5^\circ$)，並依穩定性分為三級，其中 S、SE、SW 坡面易受盛行風的侵蝕與破壞屬穩定性較低者，W 坡面屬穩定度中者，其餘則為穩定度較高者。

(6) 坡形：

直接觀察，並依穩定性高低分為凸型坡、平面坡、凹型坡三級記錄之。

(7) 地質及地質結構：

本研究範圍共包含有六種地質，並依穩定性分為高低兩級，其中十八重溪層、達見砂層的穩定性較低，而南莊層、玉山主山層、佳陽層、廬山層的穩定性較高。而在地質結構方面，則直接觀察，亦依穩定性高低分別以逆向坡、斜交坡、順向坡三級記錄之。

可接受衝擊程度之調查

1. 訪談方式

可接受衝擊程度是以問卷方式進行意見收集，調查對象包括有登山團體之意見領袖、一般登山者與一般遊客；由於登山者於玉山高山步道內多身背重裝備，加上步道沿線可供停留的休憩點並不多，有現地訪談的困難度，因此本研究考量以郵寄問卷方式來收集登山者（意見領袖與一般登山者）意見，以克服本研究礙於經費、時間、天候變化、調查難度及回收率等問題。其中一般登山者之訪談對象係民國 91 年 8 月登過玉山，且循入山入園申請資料以電話訪談取得郵寄問卷訪談之同意者，寄發一份問卷訪談之，而登山團體領袖則依據「社團法人中華民國山難救助協會第六屆第一次會員代表名冊」，每一會員團體寄發三份問卷訪談之。另一般遊客因無上述訪談之問題，故採現地一對一訪談方式。

2. 問卷內容

為結構式問卷，內容包括個人基本資料、旅遊特性與可接受衝擊程度之評定；可接受衝擊程度之評定是藉由步道兩側不同衝擊程度所模擬出 6 種不同植栽覆蓋度（100%、80%、60%、40%、20%與 0%）的模擬相片測之。現地受訪者須分別評估高山與遊憩區步道兩側植被覆蓋度之可接受度，而郵寄訪談者僅評估高山步道兩側植被覆蓋度之可接受度。此外，郵寄問卷內容還包括高山步道經營管理措施之問項，共計 14 題分別以 5 級 Likert scale 測量受訪者對各項經營管理措施的同意程度。

三、結果與討論

（一）步道環境之衝擊調查

1. 高山步道之衝擊

由於九二一震災使得主峰以北的八通關、觀高、南二段路段，因坍方甚多而封山，因此玉山主峰步道各路段的使用強度稍有不同，故本研究將其分為五個路段調查之，分別為塔塔加主峰段、西峰段、南二段、主峰八通關段與八通關東埔段。其中遊客量最多且最頻繁的是塔塔加至主峰路段，沿線路跡明顯，地表土壤密而實，少許路段仍有小碎石崩落，顯示步道本身使用量可能已超過其生態承載量，另一方面由於沿線路幅不寬，邊坡大多為陡峭的山壁，故僅收集到第一小區的衝擊資料；而西峰段的使用量較低，因此植被較為豐盛，許多路段多被玉山箭竹林覆蓋到僅容一人通過而已；而主峰以北路段，由於使用量甚少，因此步道沿線之植群生態多已恢復生息，唯少數崩塌地仍隨時有碎石崩落的情形，另本路段須途經針葉林、河道、玉山箭竹林、草原與闊葉林，路跡模糊不甚明顯，須依賴有經驗的領隊帶路與辨識方能前進。

高山步道之五個路段，總計調查有 23 個觀測樣區與 44 個小區，各路段之植栽覆蓋度減少率與土壤硬度增加率平均值詳如表一；在植栽覆蓋度減少率部份，以塔塔加主峰段的衝擊量最高（52.44%），次為西峰段（39.32%），而主峰以北因封山已久，生機多已恢復，故衝擊量最低的是主峰八通關段（16.83%）與南二段（16.92%），但八通關以北因鄰近東埔入口，因此衝擊程度又有增高的趨勢。而在土壤硬度增加率部分，以塔塔加主峰段的增加率最高（69.87%），次為西峰段（62.95%），再次則為主峰八通關段、八通關東埔段，土壤衝擊程度對低的則為南二段（29.01%）。

表一 高山步道各路段的覆蓋度減少率與土壤硬度增加率平均值

	覆蓋度%	覆蓋度減少率%	土壤硬度 mm	硬度增加率%
塔塔加段	47.57	52.44	15.05	69.87
西峰段	59.66	39.32	8.49	62.95
八通關段	83.18	16.83	9.77	60.16
南二段	82.33	16.92	15.25	29.01
東埔段	72.73	27.27	8.78	52.49

2. 遊憩步道之衝擊

塔塔加遊憩區內的步道包括遊客中心旁的步道與鹿林山麟趾山區步道；其中遊客中心旁步道緊臨新中橫公路，且無管制，因此使用量遠高於其他步道，但步道途經地勢起伏且抵大鐵杉終點所需時間長，故遊客量多集中在遊客中心至休憩廣場一段，而休憩廣場以南路段的遊客量較少，而鹿林山麟趾山區步道位於車輛管制區內，且離新中橫公路約需步行 20 分鐘，因此使用量較低，且區內共有三條各自獨立的步道，使用量亦不同，故本研究亦將遊憩區步道分為五個路段調查之，分別為遊客中心步道北段、遊客中心步道南段（近大鐵杉）、鹿林山段、麟趾山段、麟趾山鞍部段。整體而言，以遊客中心步道北段的使用量最高，但步道地形起伏，遊客逗留機會少，因此步道衝擊不致擴散；而鹿林山與麟趾山部份先前並未執行車輛管制，因此步道仍可見到先前大量遊憩使用之痕跡，但管制後生態已有稍微恢復的跡象，而麟趾山鞍部步道為先前的玉山主峰步道的一部份，但改道後的使用量不高，使步道兩側植栽恢復良好。

遊憩區步道之五個路段，總計調查有 45 個觀測樣區與 113 個小區，各路段之植栽覆蓋度減少率與土壤硬度增加率平均值詳如表二；在植栽覆蓋度減少率部份，以遊客中心步道北段的衝擊量最高（30.13%），次為遊客中心步道南段（18.18%），再次為麟趾山鞍部段（16.08%），而鹿林山麟趾山區因車輛管制，以及遊憩步道多有鋪面，故生機多已恢復且衝擊範圍有限，其中麟趾山段僅 0.73%，而鹿林山段亦僅有 4.79%。而在土壤硬度增加率部分，以遊客中心步道南段的增加率最高（87.70%），次為鹿林山段（56.21%），再次則為麟趾山鞍部段（53.41%），土壤衝擊程度相對較低的則為麟趾山段（24.42%）。其中遊客中心步道南段土壤衝擊程度較高的原因可能是因為本路段坡度沒有北段的陡而直，步行起來輕鬆愉快，因此遊客踐踏到兩旁的機會大增，且此段有較多的解說牌，使遊客容易駐足逗留，因此相對於遊客量較多的北段，其土壤硬度增加率較高。

表二 遊憩區步道各路段的覆蓋度減少率與土壤硬度增加率平均值

	覆蓋度%	覆蓋度減少率%	土壤硬度 mm	土壤硬度增加率%
遊客中心步道北段	68.19	30.13	21.31	48.30
遊客中心步道南段	81.82	18.18	16.56	87.70
麟趾山鞍部段	80.50	16.08	17.54	53.41
鹿林山段	94.88	4.79	17.28	56.21
麟趾山段	98.93	0.73	15.22	24.42

（二）步道遊客量之調查

1. 高山步道之遊客量

為使高山步道均能在相同背景下來比較衝擊情況，因此需要各路段相同期間的遊客量，故本研究即以民國 87-90 年林務局排雲山莊之住宿登記與玉管處之入山入園登記，統計出各路段之平均遊客量：塔塔加主峰段為 23,891 人/年、西峰段為 11,946 人/年、主峰八通關段及八通關東埔段則為 11,071 人/年，而南二段資料則由塔塔加主峰段的 1/4 計之為 5,972 人/年。

2. 遊憩步道之遊客量

遊憩區步道部份，因缺乏遊客量統計資料，故本研究利用非假日與假日，上午七時至下午四時，於各步道出口約 50m 處記錄遊客進出人次，進而推估週遊客量。結果遊客中心步道北段之遊客量為 2,476 人/週、遊客中心步道南段之遊客量為 986 人/週、鹿林山段為 276 人/週、麟趾山段為 78 人/週、麟趾鞍部至登山口段為 60 人/週。

(三) 步道衝擊模式之分析

為瞭解遊憩衝擊程度與步道環境之相關性與影響程度，因此本研究分別以覆蓋度減少率與土壤硬度增加率為應變項，遊客人數、路寬、邊坡坡度及邊坡穩定度（地質、地質結構、坡形、坡向）為自變項，進行高山步道與遊憩區步道之迴歸分析，以瞭解影響步道之主要衝擊因素，進而建立衝擊模式。由於相關研究均指出坡度對步道衝擊的影響甚大，因此將其獨立出邊坡穩定性因子來分析，而其餘的邊坡穩定因子則合併為邊坡穩定度一變項來考量。

在進行迴歸分析時，邊坡穩定度、邊坡坡度、路寬、步道形式為序位尺度或類別尺度，因此均以虛擬變項 (dummy variable) 方式處理。其中邊坡穩定度是將地質、地質結構、坡形、坡向等四項因子依穩定度高低三級以 1-3 配分後累加，最低分為 4 分（穩定性最高），最高分 11 分（穩定性最低），其中分數為 4~5 分屬第 1 級穩定度、6~8 分者屬第 2 級穩定度、9~11 分者屬第 3 級穩定度，並以第 1 級穩定度為參考類別。坡度分成 30 度以下、30~40 度、40 度以上三級，以坡度 30 度以下為參考類別。步道寬度分成 100cm 以下、100~150cm、150cm 以上三級，以寬度 100cm 以下為參考類別。步道形式則分成木棧道與非木棧道兩類，並以非木棧道為參考類別。

1. 高山步道之主要衝擊因素

以步道兩側植被覆蓋減少率為應變項，進行迴歸分析結果顯示，各自變項均會影響植被覆蓋度之減少率，其中又以遊客人數對植被覆蓋度減少率的影響最大 ($R^2=0.444$, $p \leq 0.001$)，並呈正相關，即遊客量越多，則植被覆蓋減少率越高；其次為步道邊坡坡度 ($R^2=0.441$, $p \leq 0.01$)，且邊坡越陡，由於沖蝕量越大，其植被覆蓋度減少率高於邊坡較緩者；而路寬與邊坡穩定度對植被覆蓋減少率的影響程度則較前兩者低，其中邊坡穩定度達第 3 級較穩定度達 1 級者顯著增加步道兩側植被覆蓋度減少率，而路寬 1.5m 以上及路寬 1-1.5m 者，其步道兩側植被覆蓋度減少率顯著高於路寬 1m 以下者，且步道寬度愈寬者兩側植被覆蓋度減少率愈高（詳見表三）。

若以步道兩側土壤硬度增加率為應變項，進行迴歸分析。結果顯示除邊坡坡度與步道寬度外，遊客人數及邊坡穩定度均與土壤硬度增加率無關。而邊坡坡度中僅坡度達 40 度以上 ($p \leq 0.05$)，方才對土壤硬度增加率有顯著影響，即坡度達 40 度以上時，步道兩側之土壤硬度增加率顯著大於坡度 40 度以下者。此外，步道寬度 1.5m 以上之步道兩側之土壤硬度增加率顯著大於步道寬度 1.5m 以下之步道（詳見表四）。

表三 高山步道覆蓋度減少率與個別衝擊影響因素迴歸分析

應變項	自變項	迴歸係數	t 值	
覆蓋度 減少率 (%)	遊客人數	(常數)	8.494	1.185
		人數	0.022	4.092***
		R=0.666 R ² =0.444	F=16.749***	
	邊坡坡度	(常數)	24.749	5.755***
		坡度 30~40 度	18.477	1.754*
		坡度 40 度以上	33.101	3.849***
		R=0.664 R ² =0.441	F=7.895**	
	邊坡 穩定度	(常數)	15.120	0.784
		穩定度 2 級	15.492	0.782
		穩定度 3 級	40.888	1.897*
		R=0.502 R ² =0.252	F=3.361*	
	路寬	(常數)	27.345	5.399***
		路寬 1~1.5m	18.729	2.086*
		路寬 1.5m 以上	30.125	1.487*
		R=0.474 R ² =0.225	F=2.901*	

註：*表 $p \leq 0.05$ ；**表 $p \leq 0.01$ ；***表 $p \leq 0.001$

表四 高山步道土壤硬度增加率與個別衝擊影響因素迴歸分析

應變項	自變項	迴歸係數	t 值	
土壤硬度 增加率 (%)	遊客人數	(常數)	40.915	2.168
		人數	0.015	1.071
		R=0.228 R ² =0.052	F=1.148	
	邊坡坡度	(常數)	54.610	5.651
		坡度 30~40 度	-37.330	-1.577
		坡度 40 度以上	41.380	2.141*
		R=0.553 R ² =0.306	F=4.408*	
	邊坡 穩定度	(常數)	40.700	1.053
		穩定度 2 級	8.744	0.220
		穩定度 3 級	64.363	1.489
		R=0.509 R ² =0.259	F=3.499*	
	路寬	(常數)	50.017	4.942
		路寬 1~1.5m	14.408	0.803
		路寬 1.5m 以上	99.683	2.462*
		R=0.489 R ² =0.239	F=3.137	

註：*表 $P \leq 0.05$

2. 遊憩區步道之主要衝擊因素

以步道兩側植被覆蓋度減少率為應變項進行迴歸分析，結果顯示僅遊客人數與步道形式對植被覆蓋度減少率有顯著影響。其中遊客人數與植被覆蓋度減少率呈正相關，即遊客量越多，植被覆蓋度減少率越高。步道形式是否為木棧道亦影響植被覆蓋度減少率，由分析結果可知當步道為木棧道形式時，步道兩側植被覆蓋度減少率顯著低於非木棧道鋪面之步道（詳見表五）。

表五 遊憩區步道覆蓋度減少率與個別衝擊影響因素迴歸分析

應變項	自變項	迴歸係數	t 值	
覆蓋度 減少率 (%)	遊客人數	(常數)	10.830	2.973
		人數	0.008	2.415*
		R=0.346 R ² =0.119	F=5.832*	
	邊坡坡度	(常數)	0.950	0.050
		縱坡 1 級橫坡 1 級	17.879	0.930
		縱坡 1 級橫坡 2 級	1.486	0.071
		R=0.295 R ² =0.087	F=2.000	
	邊坡 穩定度	(常數)	5.020	0.254
		穩定度 2 級	13.238	0.652
		穩定度 3 級	10.895	0.541
		R=0.109 R ² =0.012	F=0.251	
	步道形式	(常數)	19.902	6.331
		木棧道	-14.812	-2.221*
		R=0.321 R ² =0.103	F=4.934*	
	路寬	(常數)	8.507E-14	0.000
		路寬 1~1.5m	16.283	0.788
		路寬 1.5m 以上	17.195	0.861
		R=0.132 R ² =0.017	F=0.372	

註：*表 P<0.05

若以步道兩側土壤硬度增加率為應變項進行迴歸分析，結果顯示各自變項均與土壤硬度增加率無顯著相關，因此，在一般遊憩區這些經營管理參數對衝擊的狀況較難預測(詳見表六)。

表六 遊憩區步道土壤硬度增加率與個別衝擊影響因素迴歸分析

應變項	自變項	迴歸係數	t 值	
土壤 硬度 增加率 (%)	遊客人數	(常數)	57.760	5.975
		人數	0.0025	0.298
		R=0.045 R ² =0.002	F=0.089	
	邊坡坡度	(常數)	86.960	1.769
		縱坡 1 級橫坡 1 級	-26.431	-0.531
		縱坡 1 級橫坡 2 級	-39.622	-0.736
		R=0.122 R ² =0.015	F=0.317	
	邊坡 穩定度	(常數)	39.270	0.819
		穩定度 2 級	34.858	0.708
		穩定度 3 級	11.141	0.228
		R=0.249 R ² =0.062	F=0.259	
	步道形式	(常數)	63.148	7.706
		木棧道	-15.740	-0.905
		R=0.137 R ² =0.019	F=0.820	
	路寬	(常數)	25.000	0.509
		路寬 1~1.5m	30.246	0.587
		路寬 1.5m 以上	36.965	0.741
		R=0.124 R ² =0.015	F=0.327	

3. 步道衝擊模式

由高山步道與遊憩區步道之衝擊影響因子分析結果可知，以遊客人數對植被覆蓋度的衝擊程度最為顯著，而植被覆蓋度為最容易且可直接觀測的因子，因此本研究以植被覆蓋度減少率為評定因子建立步道衝擊模式，建立高山步道與遊憩區步道之衝擊函數。

(1) 高山步道衝擊模式

依據表三歸納出高山步道之遊客人數與覆蓋度減少率的關係式為

$$Y=8.494+0.0223X$$

式中 Y 為植群覆蓋度減少率

X 為遊客人數

(2) 遊憩區步道衝擊模式

由現地衝擊結果歸納出遊憩區步道之遊客人數與覆蓋度減少率的關係式為

$$Y=11.720+0.003X+0.0000017X^2$$

式中 Y 為植群覆蓋度減少率

X 為遊客人數

(四) 遊客可接受衝擊程度之分析

登山者之郵寄問卷調查共寄出 350 份問卷，其中一般登山者問卷 228 份、登山團體意見領袖問卷 122 份，經二次電話催收與補寄問卷後，共回收一般登山者問卷 183 份，意見領袖問卷 49 份，回收率各為 80.26% 及 40.16%。而一般遊客的現地問卷數量亦為 350 份。

1. 受訪者基本與旅遊特性分析

受訪之登山者中，男性遠多於女性（71.6%），且有超過半數的受訪者表示經常攀登三千公尺以上的高山（59.5%）；年齡層比例以 35-44 歲居多（32.3%），職業以軍公教人員居多（21.6%）、教育程度以大學程度居多（32.8%）；而在遊程上，以計畫停留在玉山國家公園境內 2-3 天者最多（71.6%），停留 1 天者最少，並多為參加民間登山團體才得以攀登玉山（64.7%），而由旅行社安排者甚少（0.4%），因此同伴人數多以 11-20 人一同申請（32.3%）；而在路線安排上，則有一半以上係由塔塔加鞍部進出（72.0%、61.6%），其次則為東埔入口進出（11.6%、24.6%）。

而在受訪之一般遊客中，亦以男性稍居多數（55.4%），而年齡層比例較登山者年輕，以 25-34

歲為最多數(33.4%)，職業以從商者為最多(23.4%)，教育程度以大學和高中職者居多(30.3%、28.3%)；在遊程方面，以計畫停留一天者占最多(66.9%)，並主要與家人和朋友同學一起旅遊者居多(46.6%、31.1%)，同伴人數方面以2-5人最多(36.3%)；而在路線安排方面，有一半以上從阿里山進入(69.4)，其次則是從水里方向進入(29.1)。

2. 可接受之衝擊程度

(1) 高山步道之可接受度

在高山步道之可接受衝擊程度之調查結果顯示，一般遊客中，以接受步道兩側植栽覆蓋度為80%者最多，其次為覆蓋度60%；整體而言，當植栽覆蓋度為60%，則可接受者僅累積至35.1%而已，但當覆蓋度為80%時，則可接受者已累積至82.1%之多；就一般登山者而言，雖然最多受訪者可接受之植栽覆蓋度為80%的步道環境，但當植栽覆蓋度為60%時，即累積約一半(47.0%)的接受者；在意見領袖方面，對植栽覆蓋度為60%的接受者最多，且也有超過一半以上的人(57.8%)接受60%植被覆蓋度的步道環境，但覆蓋度低於40%以下則並無接受者。因此綜合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，有一半以上受訪者均可接受步道兩側植栽之覆蓋度為60%(40%的植被覆蓋減少率)，因此未來可將以此標準作為高山步道的評估標準，分析結果如表七所示。

(2) 遊憩步道之可接受度

本區步道之受訪者為一般遊客，其對於步道兩側之植栽覆蓋度為60%的接受者最多，且有一半以上受訪者(69.1%)均可接受有60%的植被覆蓋度(植被覆蓋減少率40%)，因此在經營遊憩區步道，將以此步道環境標準作為評估標準。

表七 不同受訪團體可接受衝擊程度次數分析

植被 覆蓋度	一般遊客				一般登山者		意見領袖	
	遊憩區步道		生態保護區內之高山步道					
	次數	累積百分比(%)	次數	累積百分比(%)	次數	累積百分比(%)	次數	累積百分比(%)
6. 0%	19	5.4	8	2.3	5	3.0	0	0.0
5. 20%	26	12.9	7	4.3	6	6.7	0	0.0
4. 40%	85	37.1	40	15.7	16	16.5	3	6.7
3. 60%	112	69.1	68	35.1	50	47.0	23	57.8
2. 80%	97	96.9	164	82.1	78	94.5	16	93.3
1. 100%	11	100.0	63	100.0	9	100.0	3	100.0
總和	350		350		164		45	

（五）遊憩承載量之評定

1. 高山步道之最適承載量

由於大多受訪者對於高山步道兩側環境，均可接受植被覆蓋度減少率為 40% 的衝擊程度，因此將此一接受度代入高山步道之衝擊模式中，求得高山步道之最適遊憩承載量為每月 1,413 人，即年遊客量為 16,962 人，若以目前管理處所訂定的容許人數為假日 150 人、非假日 90 人來看，一年的容許人數為 36,000 人，遠超過可以接受的容許人數，因此限制遊客人數的措施仍屬必要。

2. 遊憩區步道之最適承載量

由於大多受訪者對於遊憩區步道兩側環境，均可接受植被覆蓋度減少率為 40% 的衝擊程度，因此將此一接受度代入遊憩區步道之衝擊模式中，求得遊憩區的最適使用人數為每週 3,290 人，而目前遊憩區中使用人數最多的遊客中心步道北段，依推估週遊客量約 2,476 人，低於最適容許量，因此若以現行的使用人數來看，無管制遊客人數之必要，但若遊憩需求增加，應注意不宜超過 3,290 人，以避免過多的遊客造成對步道的衝擊，而使遊客無法接受，進而影響遊客的遊憩體驗。

（六）對經營管理措施態度之分析

在經營管理措施之態度方面，一般登山者與意見領袖對「廢棄物自行帶下山獎勵措施」的同意程度均是最高 (4.35、4.45)；對於「依自然環境狀況必要時封閉園區之措施」與「增加硬體設施」兩項，則均是次高，顯示登山者普遍認為有增加硬體設施之必要性，且對於自然環境的保護意識高，故均頗能支持與認同依自然環境狀況必要時封閉園區的措施。兩者最不同意的措施則是「先來先服務的入園人數管制措施」(2.08、2.28)；而一般登山者次不同意的措施是「收取門票」(2.50)，意見領袖次不同意則為「檢定登山技能，發給登山執照才可上山」(2.32)，並對檢定方式與檢定者條件有所質疑而反對。

而有關入園申請措施方面，雖然許多遊客表示抽籤會造成許多弊端，但是依舊認為抽籤是最好的辦法，因此將抽籤程序盡量公開公平透明化，是取得登山者信任的最好方法。而在是否必須有高山嚮導隨行方面，則約七成的人表示認同，此結果與目前大多數登山團體所爭議之意見有所出入，許多登山者都提到難以接受高山嚮導的措施，希望盡快廢除，然而在勾選的部份卻大多同意此措施，可知受訪者在填答時發表意見較為保守。

再進一步以 T-test 檢定這兩群受訪者對於這些經營管理措施的態度是否有差異，結果僅對「檢定登山技能，發給登山執照」一措施的態度具有顯著差異，其中意見領袖的同意程度低於一般登山者，而對其餘 13 項經營管理的態度則均一致，並無差異（詳見表八）。

表八 經營管理措施態度分析

	一般登山者			意見領袖			總和			t 值
	N	平均數	標準差	N	平均數	標準差	N	平均數	標準差	
限制到訪時間	173	2.99	1.36	47	3.00	1.34	220	2.99	1.35	-0.052
入園人數- 先來先服務	173	2.08	1.19	47	2.28	1.19	220	2.12	1.19	-1.028
入園人數-抽籤	175	3.47	1.19	49	3.35	1.09	224	3.45	1.17	0.675
入園人數-各半	173	2.52	1.14	45	2.56	1.27	218	2.53	1.16	-0.181
收取門票	168	2.50	1.34	46	2.72	1.44	214	2.55	1.36	-0.959
違規之講習罰款	178	3.78	0.92	47	3.94	0.89	225	3.81	0.92	-1.033
增加硬體設施	176	3.97	1.13	49	4.10	1.25	225	4.00	1.16	-0.729
依環境封閉園區	176	3.98	0.94	49	4.08	0.79	225	4.00	0.91	-0.708
高山嚮導隨行	177	3.75	1.28	49	3.76	1.33	226	3.75	1.29	-0.018
住宿方式限制	177	3.77	1.01	49	3.88	1.07	226	3.80	1.02	-0.627
住宿地點限制	177	3.50	1.10	49	3.63	1.15	226	3.53	1.11	-0.725
登山知識講習	176	3.15	1.07	49	3.33	1.14	225	3.19	1.08	-0.990
登山執照	173	2.76	1.16	47	2.32	1.04	220	2.66	1.15	2.342*
廢棄物	178	4.35	0.75	49	4.45	0.74	227	4.37	0.74	-0.791

註：*表 $p \leq 0.05$

四、研究建議

依據上述研究結果，本研究對玉山國家公園之目前與將來之經營管理工作提出以下建議：

(一) 遊客管制計劃

1. 入園申請

登山者對於事先申請抽籤的認同程度最高，但因抽籤系統無法區別遊客，因此無法解決最適人選的篩選問題，且大多數受訪者不認同預留一半名額給現場排隊申請者，因此應公開詳細說明事先申請抽籤的實施辦法，才能降低經營管理成本並提昇滿意度。

2. 入園人數

依據可接受的量來限制遊客人數，並針對淡旺季彈性調整許可人數，打散遊客分佈時間不均的狀況，便能間接達成增加有效供給量的目標，另外針對當地現況，雨季與雪季等氣候的狀況，也能彈性調整遊客數量，使其餘月份的相對入園人數增加以滿足需求量。

3. 推廣第二登頂路線

推廣東埔至觀高之登頂路線，即能相對增加整個地區容許之遊客總量，並考量環境狀況錯開封山月份，讓登山者一年四季都可攀登玉山；另一方面結合東埔地區的觀光產業，改進或增建東埔地區的聯外道路、住宿及停車等設施，以因應未來增加的遊客壓力。

(二) 設施維護

應以不增加設施量體，並針對現有設施進行改善與維護為原則，同時增加步道的耐性，才能避免過多的衝擊；或推廣東埔進入的路線，將觀高的腹地加以改善，適量增加山莊，增加整個地區容許之遊客總量，使得環境衝擊能減到最小。

(三) 遊客宣導教育計畫

大多數遊客都贊成實施入山知識的講習，因此除了現行國家公園介紹、玉山動植物介紹外，應請教經驗豐富的登山者，規劃詳實的登山知識課程，也可在遊客中心利用平面宣導，以圖片與研究資料做成看板，藉由照片的輔助，使遊客能具體了解遊憩對於環境造成的衝擊，並能更加珍惜並減少對生態環境的破壞。

(四) 訂定長期、定期的監測計畫

本研究建議將來應持續進行生態環境影響監測，針對每一個路線與地區，設置永久樣區，定期進行調查分析，長期觀察樣區內植群覆蓋狀況，以確實了解環境的變動情形；另一方面，應長期進行遊客資料、意見之收集，配合環境監測進行遊客偏好及遊客量調查，了解遊客對環境的需求及可接受度，與其旅遊型態與遊客量分佈狀況的改變情形，並同時進行遊憩品質與滿意度之調查，以確實掌握遊憩活動所造成之衝擊，從而改進環境並增加其耐性，使得高山登山步道之經營管理措施能符合環境狀況與遊客需求。

五、誌謝

本文為內政部營建署玉山國家公園管理處委託研究計畫（計畫編號 091-301020200G1-003）之部份研究成果，感謝研究進行期間管理處保育課蘇志峰課長、楊舜行先生及觀光課林文和課長、陳仲誼先生在行政及事務上的協助，保育巡查員幸文光先生於研究調查期間的協助，使調查計劃順利進行。

六、引用文獻

- 王智仁，2000。以現場調查方式分析影響公路岩石邊坡穩定性之工程地質因子—以南橫公路梅山至啞口段為例，國立成功大學資源工程學研究所碩士論文，共 115 頁。
- 吳孟娟、林晏州，2002。健行步道遊憩容許量之研究，國家公園學報，12 (2)：125-140。
- 林文和，1999。玉山國家公園生態保護區承載量研究報告，內政部營建署玉山國家公園管理處，共 37 頁。
- 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，共 213 頁。
- 林晏州，1988。社會心理容許量之研究，東海學報，29：819-848。
- 林晏州，1989。太魯閣國家公園遊憩資源分析與遊憩承載量研究，內政部營建署太魯閣國家公園管理處委託研究報告，共 269 頁。
- 林晏州，1990。健行步道遊憩容許量之評定，東海學報，31：613-627。
- 林晏州，1998。運用視覺評估法評定遊憩容許量之研究，國科會專題研究計畫成果報告，共 249 頁。
- 林晏州，2000。社會遊憩容許量評估方法之研究，戶外遊憩研究，13(1)：1-20。
- 林晏州、吳義隆，1989。玉山國家公園宿營地點之實質生態容許量之評定，東海學報，30：539-558。
- 莊光澤，1994。阿里山地區道路邊坡穩定性因子之探討，國立成功大學地球科學研究所碩士論文，共 92 頁。
- 陳沛悌、林晏州，1997a。秀姑巒溪泛舟活動社會心裡容許量之探討，戶外遊憩研究，10 (3)：19-36。
- 陳沛悌、林晏州，1997b。社會常模之探討-以秀姑巒溪泛舟活動遇見船數的常模為例，戶外遊憩研究，10 (2)：1-18。
- 陳昭明、蘇鴻傑、胡弘道，1989。風景區遊客容納量之調查與研究，交通部觀光局委託報告，共 208 頁。
- 劉儒淵，1993。遊憩活動對八通關地區之植群衝擊之研究。台大實驗林研究報告，7(1)：1-32。
- 謝思怡，1999。社頂、龍磐地區踐踏效應影響因子之研究，屏東科技大學熱帶農業研究所碩士論文，共 113 頁。
- 鍾銘山、許菁如、全鴻德、陳仲誼、吳銘銓，1998。玉山國家公園遊憩活動對遊憩設施承載量之調查分析，內政部營建署玉山國家公園管理處，共 100 頁。
- Brown, P. J. 1977. Whitewater rivers: Social inputs to carrying capacity based decisions. In Proceedings: Managing Colorado River whitewater – The carrying capacity strategy. Pp.92-122. Dept. of Forestry and Outdoor Recreation, Utah State University, Logan.
- Cole, D. N. 1978. Estimating the susceptibility of wildland vegetation to trailside alteration. Journal of Applied Ecology 15: 281-286.
- Cole, D.N. 1987. Research on Soil and Vegetation in Wilderness. A State-of-Knowledge Review, USDA Forest Service GTR INT-220, pp.135-177.
- Heberlein, T. A. & B. Shelby. 1977. Carrying capacity, values, and the satisfaction model: a

- reply to Greist. *Journal of Leisure Research* 9:142-148.
- LaPage, W. F. 1963. Some sociological aspect of forest recreation. *Journal of Forestry* 61:32-36.
- Lime, D. W. and G. H. Stankey. 1971. Carrying capacity: Maintaining outdoor recreation quality. In *Recreation Symposium Proceedings*, pp.174-184. USDA Forest Service.
- Lucas, R.C. (ed.) 1986. *Proceedings - National Wilderness Research Conference: Current Research*. USDA Forest Service GTR INT-212.
- McClelland, L. & N. Auslander. 1978. Perceptions of crowding and pleasantness in public settings. *Environment and Behavior* 10:535-553.
- Nieman, T. J. and J. L. Futrell. 1979. Projecting the Visual Carrying Capacity of Recreation Areas. U.S.D.A. Forest Service, General Technical Report PSW-35, pp.420-427.
- Schreyer, R. & J. W. Roggenbuck. 1978. The influence of experience expectation on crowding perceptions and social-psychological carrying capacities. *Leisure Sciences* 1:373-394.
- Shelby, B. & T. A. Heberlein. 1986. *Carrying capacity in recreation settings*. Corvallis, Oregon: Oregon State University Press.
- Shelby, B. and T. A. Heberlein. 1984. A conceptual framework for carrying capacity determination. *Leisure Sciences* 6: 433-451.
- Stankey, G. H. 1973. Visitor perception of wilderness recreation carrying capacity. USDA Forest Service Research Paper INT-142.
- Veal, A. J. 1973. Perceptual capacity: A discussion and some research proposals. Working Paper No.1, Center for Urban and Regional Studies, University of Birmingham.
- Wager, J. A. 1964. The carrying capacity of wild lands for recreation. *Forest Science Monograph* 7:1-24.
- Westover, T. N. & J. R. Collins. 1987. Perceived crowding in recreation settings: An urban case study. *Leisure Sciences* 9:87-99.
- Westover, T. N. 1989. Perceived crowding in recreational settings: an environment-behavior model. *Environment and Behavior* 21:258-276.

Study on the Trails Carrying Capacity and Visitor Management Strategies of Yushan National Park

Yann-Jou Lin^{1, 2}

(Manuscript received 11 June 2003 ; accepted 8 August 2003)

ABSTRACT : Resource conservation is one of the major management objective of national parks. Yushan National Park trails attract many tourists and mountaineers. However, too many users will affect recreational quality and cause environment impact. The purpose of this study was to determine the optimum recreational carrying capacity of hiking trails in Yushan National Park. The after-the-fact analysis was used to seek the relationships between recreational use levels and environmental impacts. Plant coverage was selected as an indicator for measuring recreational impact. The visitors and mountaineers to Yushan National Park were sampled and interviewed. They were requested to indicate their acceptable level of plant coverage reduction. The results show that their acceptable plant coverage reduction of trails is under 40% in hiking trails. The optimum recreational carrying capacity of trails is below the number of 16,962 visitors per year in conservation area, and 3,290 visitors per week in recreational area. Based on the findings of this study, it is suggested that the number of visitors entering Yushan National Park is better controlled by the optimum carrying capacity. It is also strongly suggested that adjusting the number of visitor resiliently or prohibiting use for a while when resources are over impacted by visitors.

KEYWORDS : recreational carrying capacity, after-the-fact analysis, plant coverage, Yushan National Park, trail, visitor management

1. Department of Horticulture, National Taiwan University
2. Corresponding author