

健行步道遊憩容許量之研究

吳孟娟⁽¹⁾、林晏州⁽²⁾

(收稿日期：2002年8月1日；接受日期：2002年12月2日)

摘 要

本研究之目的在探討遊憩區步道的容許量測定方法，利用描述性部份的經營管理參數與衝擊參數的既成事實調查分析，找出其間的相關性，以訂出一客觀的預測模式，並且利用問卷訂出評估水準，以求得步道的容許量。研究地點為陽明山國家公園中的林下步道，調查步道的覆蓋度、土壤硬度，並調查步道鋪面、坡度、寬度與遊客數量。由問卷調查求得遊客對於國家公園、森林遊樂區與一般遊樂區的步道衝擊可接受改變限度，得到使用水準。研究結果發現步道之鋪面、坡度、寬度與遊客數量皆與衝擊量有關，這些經營管理參數的交互作用與衝擊量有關，可接受衝擊程度方面，國家公園與森林遊樂區的可接受衝擊程度為覆蓋度減少率40%以下，而若位於一般遊樂區之中，則其能接受衝擊程度可提高至覆蓋度減少率60%以下。

關鍵詞：遊憩容許量，陽明山國家公園，衝擊預測模式

一、前 言

越來越多的風景區訂定了遊客人數的限制，然而這些數據是如何訂定的，卻常令許多遊客難以了解並提出質疑，而資源衝擊的最前線——步道，是否也需要這樣的規定，如何制定才合理，是我們欲尋求的答案。

本研究的希望：一、藉由野外的實地取樣調查，研究地點選擇陽明山國家公園的林下步道，以了解不同步道形式的植群、土壤衝擊現況，並了解其相關性；二、進一步利用問卷了解不同性質的受訪者對於不同自然度的遊憩區，其所能接受的衝擊

(1) 台灣大學園藝學研究所造園組研究生

(2) 台灣大學園藝學系教授

程度範圍，三、最後建立最適當遊憩容許量的計算模式。

任何遊憩活動皆會對環境造成衝擊，進而影響其生態環境與遊憩區的品質，因此要訂定一地區的容許量，就必需先界定此環境的可接受改變程度(limits of acceptable change, LAC)，Shelby 及 Heberlein (1984)就依據可接受改變程度之觀念提出了一容許量的評估架構，此架構的內容如下：

容許量之評定包括兩部份：描述性部份(descriptive component)與評估性部份(evaluative component)。其中描述性部份注重的是遊憩系統中較客觀的部份，是經營管理參數(management parameter)與衝擊參數(impact parameter)兩者間關係之描述。經營管理參數是指經營者可直接控制的部份，如經營管理者可控制一地區的使用人數，則使用水準即一經營管理參數；衝擊參數是指因經營管理參數的不同，對遊客及環境的影響；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。

欲建立評估架構，則需先決定評定容許量的描述性部份參數，描述性部份注重的是遊憩系統中較客觀的部份，包括經營管理參數與衝擊參數。

1. 經營管理參數

經營管理參數是指經營者可直接控制的部份，應盡量挑選經營者容易掌控或改變，且與衝擊有關的部份，因此挑選出下列的參數：

(1) 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(劉儒淵 1993)，因此將遊客人數列為一重要的探討因子。

(2) 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也是影響兩旁的衝擊因素之一。

(3) 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，使遊客在步道上活動而保持大部分的自然資源，如果規劃不當，則遊客容易任意漫遊，而造成植群的衝擊，因此遊客可能因為不同的鋪面種類而影響步道規範遊客路線的感受，而使衝擊有所不同。

(4) 步道坡度

道路邊坡植群生長地區的坡度狀況，是影響土壤沖蝕量大小的主因，同時坡度大

小亦可反應出遊客踐踏的頻繁度，畢竟越陡地區站立越不易，易造成滑倒現象，遊客滯留時間也越短，而步道的縱向坡度也與土壤的沖蝕有關（楊武承、錢學陶，1992）。

2. 衝擊參數

衝擊參數必須是因經營管理參數所可能導致改變之因素，而遊樂活動對生態環境之衝擊，最容易反應在土壤與植群之改變上，也最容易造成遊客之視覺衝擊，因此選擇土壤與植群作為調查對象。

(1) 植群的數量

最常作為研究遊憩衝擊的參數為植群覆蓋度 (plant coverage)，通常指的是單位面積內植物地上部垂直伸展所覆蓋面積的百分比，用意在顯示研究地區植群的量，在已發生遊憩使用的地區，可將遊憩區的植群覆蓋度與鄰近未受干擾地區的植群加以比較

(2) 土壤裸露與密實

踐踏對土壤的影響最常見的是土壤裸露及密實度增加，據 Cole(1985)之實驗顯示土壤裸露因踐踏強度與植群類型不同而有顯著之差異(林國銓等，1991)；目前有關遊憩區測定土壤的變數皆以土壤硬度或容重作為指標，因此此種變數不僅可確定其對地上植被生長之影響，並且常顯示與遊客之使用頻度有關(陳昭明等，1989)。

二、方 法

(一) 研究地點描述

目前陽明山的登山步道主要有大屯山系、七星山系、擎天崗系、還有人車分道系統，每條步道都各有特色，可賞鳥、賞蝶或觀賞自然景致、火山口地形景觀等。因為本研究主要在探討不同步道的形式其受的衝擊情況的差異性，因此考量眾多的路線、每條路線的特色，步道兩旁的植群型態等條件，共選擇了六條步道，包括了許多種不同的步道形式，但同樣是林木鬱閉的林中步道，不選擇迎風面的芒草原型步道。六條步道分別為七星山步道、涓絲瀑布步道、冷水坑步道、二子坪步道、紗帽山步道與百拉卡人車分道(參見圖 1)。

(二) 衝擊調查

1. 樣區選取

步道的環境以樹林下的為主，不考慮草原型的步道；每種不同形式步道選取三個樣區，若遇步道旁為極陡峭的地勢，則不做為調查的對象，每個樣區以步道邊緣往下邊坡每一公尺設定一 1 m^2 小區，共三個，連續小區中離步道最遠的小區為對照組。

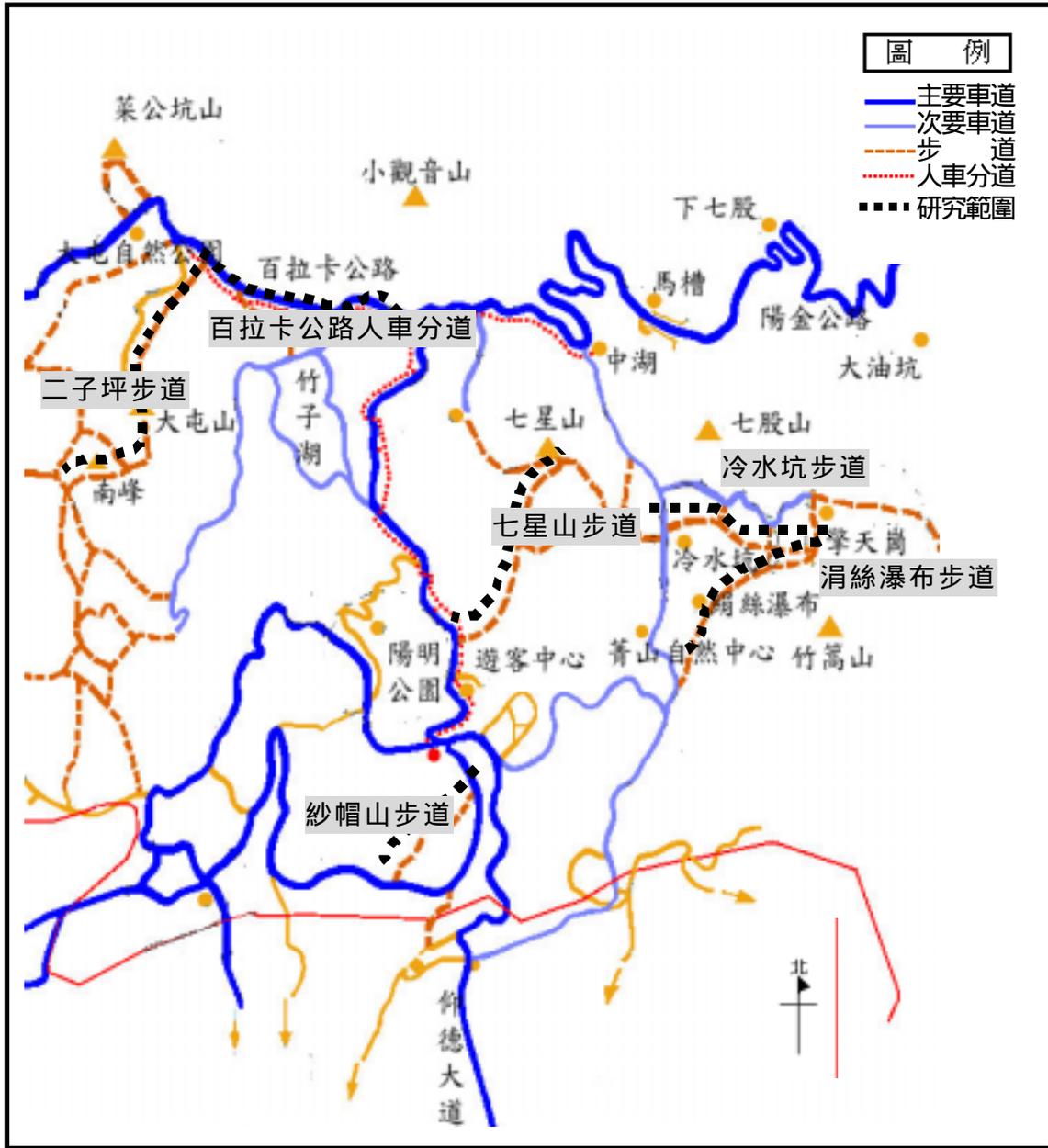
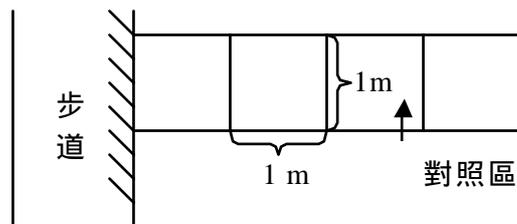


圖 1 研究範圍圖



將步道依步道種類、步道寬度與坡度分類，共分為 24 種類型，分類依據如下：

步道種類	步道寬度	坡度
有鋪面	100 m 以下	縱陡邊緩
無鋪面、碎石	100~150 m	縱陡邊陡
	150 m 以上	縱緩邊陡
		縱緩邊緩

註：陡坡：25° 以上，緩坡：25° 以下

2. 變項測量

依據前面所提的描述性部份參數，調查的變項包括估測腰部以下的植群覆蓋度，方法為利用相機+廣角鏡，正對每一小區進行拍攝，再以方格法求取覆蓋度，以求得植群覆蓋度減少率；並使用山中式土壤硬度計(Yamanaka's soil hardness tester)測量土壤硬度，每一小區隨機選取六個點，直接讀取硬度計上的刻度(單位 mm)，以求得土壤硬度增加率；步道縱向坡度、邊坡坡度則利用簡易的半圓量角器測量，同時並記錄步道寬度、鋪面種類。遊客數量則利用計數的方式記錄來回方向的遊客數。

植群覆蓋度減少率的計算方法引用 Cole (1978)所使用的覆蓋度減少率(cover reduction, CR)的計算式來推算樣區內植群覆蓋度變化的情形。

$$CR\% = (C2 - C1) * 100 / C2$$

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。

土壤硬度增加率的計算方法則如下：

$$SHI\% = (SH1 - SH2) \times 100 / SH2$$

SH1 為受衝擊樣區土壤硬度，SH2 為未受衝擊樣區土壤硬度。

3. 調查時間

調查時間為 90 年 11 月 4 日、7 日、8 日與 23 日，為將天候狀況排除，因此皆選擇晴朗的天氣進行調查。

(三) 遊客可接受衝擊程度調查

黃志堅(1990)將步道類型分為半現代化、半原始、原始型三種類型，利用問卷調查探討在不同遊憩機會類型步道上進行活動的遊客，其重視的步道情境屬性因子順序及各屬性因子的可接受限度，發現遊客其重視的步道情境屬性因子順序隨可及性的降低而趨向自然因子，因此本研究欲了解遊客對於不同遊憩機會序列的遊憩區是否會有不同的可接受衝擊程度，擬將問卷假設於三種不同遊憩機會序列的遊憩區進行調查。

問卷共分為兩部份，包括個人基本資料與可接受衝擊程度調查，採用結構式問卷。

個人基本資料包括性別、年齡，主要針對職業與是否受過專業訓練、走訪步道的頻度的不同來探討；可接受衝擊程度部份則利用現地照片輔以模擬方式作出不同衝擊程度的相片，假設相片中的步道位處於國家公園、森林遊樂區或一般遊樂區，由受訪

者勾選可接受的衝擊程度。衝擊參數中以覆蓋度為最容易而且可直接觀測得到的因子，且與衝擊息息相關，因此以覆蓋度作為模擬不同程度衝擊的因子；另外將經營管理參數中的不同鋪面的步道分別做替換，假設相片中的步道位處於國家公園、森林遊樂區或一般遊樂區，由受訪者以排列順序的方式選擇。

三、結 果

調查結果共有 11 種類型的步道，包括有鋪面 1 公尺以下縱緩邊陡與縱緩邊緩、1~1.5 公尺縱陡邊緩、縱緩邊緩、縱陡邊陡與縱緩邊陡、1.5 公尺以上縱陡邊緩與縱緩邊陡、無鋪面的 1~1.5 公尺縱緩邊陡、1.5 公尺以上縱緩邊緩與縱緩邊陡。在七星山步道的部份，因為大部分樣區的衝擊程度已經大於第三小區，因此考量同一條步道的環境狀況相似，因此為排除因為衝擊情況大於四個樣區時無法比較的問題，所以在個別步道中每個樣區的第三個小區中選取衝擊量最小的一個樣區作為此步道的對照樣區，進行衝擊程度的計算，所有衝擊調查的結果如表 1、2。

(一) 植群衝擊程度調查結果

1. 植物覆蓋度的改變

由結果顯示大部分的樣區的植群覆蓋度減少情形大多集中在第一樣區，第二樣區的衝擊程度即降到很低，由表 1、2 可發現七星山步道的衝擊程度是所有步道中最嚴重的，尤其是離步道最近的第一小區，衝擊程度皆很嚴重；冷水坑地區的衝擊程度也很高，可能因為冷水坑地區是所有步道中遊客人數最多的，且其步道形式為較窄的木棧道(平貼地面的木條走道)，使得衝擊擴大到第二樣區，其第二樣區的衝擊程度為所有步道中最嚴重的；二子坪步道是所有步道中衝擊情況最輕微的，到了第二小區覆蓋度幾乎已達 100%。

2. 土壤硬度

土壤硬度方面以涓絲瀑布步道最嚴重，達 22.32 mm，然而由土壤硬度增加率即可清楚的發現涓絲瀑布步道並非土壤硬度改變最大的步道，七星山步道是最高的，顯示其受到的衝擊最嚴重，到了第二樣區雖然衝擊量減半，但土壤硬度增加率依舊是最高的，而涓絲瀑布步道則在第二小區時明顯減少很多。

(二) 遊客人數統計

利用非假日與假日的遊客量統計推估週遊客量，共六個步道，每個步道需調查假日與非假日，因此共需調查時間為非假日三天，假日三天；調查點為距離步道出口 50 公尺左右的地方，記錄來回的步道人數。

表 1 各步道第一樣區衝擊程度

地點	覆蓋度(%)	對照小區覆 蓋度(%)	植群覆蓋度 減少率(%)	土壤硬度 (mm)	對照小區土 壤硬度(mm)	土壤硬度增 加率(%)
百拉卡	55.92	100	44.08	11.65	4.40	236.15
冷水坑	14.18	86.64	83.63	20.53	14.80	40.45
七星山	12.56	95.46	86.84	21.13	6.37	350.89
紗帽山	21.74	100	78.26	11.31	4.43	159.85
二子坪	65.42	89.58	26.97	11.46	6.28	81.01
涓絲瀑布	42.41	100	57.59	22.32	12.98	113.56

表 2 各步道第二樣區衝擊程度

地點	覆蓋度(%)	對照小區覆 蓋度(%)	植群覆蓋度 減少率(%)	土壤硬度 (mm)	對照小區土 壤硬度(mm)	土壤硬度增 加率(%)
百拉卡	64.23	100	35.77	6.59	4.40	51.35
冷水坑	34.64	86.64	60.02	16.52	14.80	13.14
七星山	40.48	95.46	57.93	15.58	6.37	222.09
紗帽山	63.42	100	36.58	3.87	4.43	0.00
二子坪	85.22	89.58	7.17	8.55	6.28	35.25
涓絲瀑布	76.78	100	23.22	15.54	12.98	35.02

調查時間非假日為民國 91 年 4 月 8 日、4 月 12 日、4 月 19 日，共三天，假日為民國 91 年 4 月 3 日、4 月 13 日、4 月 20 日，共三天；調查時段為早上九點至下午五點。調查結果如表 3。

表 3 遊客人數統計表

地點	假日(人)	非假日(人)	週遊客量(人)
冷水坑	1559	480	5038
七星山	568	287	2284
百拉卡	38	12	124
涓絲	203	85	746
紗帽	124	62	496
二子坪	497	252	2002

(三) 植群衝擊程度分析

由於本研究結果發現衝擊主要發生在第一、二樣區，因此以下就將第一、二樣區之衝擊量相加，以進一步分析步道的衝擊情況。

1. 鋪面有無對衝擊的影響

結果如表 4，由結果發現是覆蓋度部份是有鋪面的步道衝擊大於無鋪面，有鋪面的覆蓋度為 85.89%，較無鋪面的 134.92% 嚴重許多；覆蓋度減少率則有鋪面的為 78.17%，無鋪面的為 54.41%，鋪面的有無會造成覆蓋度減少率的不同；土壤硬度部份則是有鋪面的硬度較無鋪面的衝擊量輕，有鋪面的為 26.36 mm，無鋪面的為 29 mm；而土壤硬度增加率方面則是有鋪面的為 334.83%，無鋪面的為 132.42%，具有顯著差異($t=1.99$, $P=0.05$)，表示雖然有鋪面的步道兩旁土壤硬度較低，但是土壤硬度增加率卻較高，推測原因可能是因為鋪面的設置可以防止較大範圍的踐踏。

表 4 有無鋪面對植群衝擊程度比較表

		覆蓋度%	覆蓋度減少率%	土壤硬度 mm	土壤硬度增加率%
有鋪面	平均數	85.89	78.17	26.36	334.83
	標準差	66.13	59.01	12.17	419.64
無鋪面	平均數	134.92	54.41	29	132.42
	標準差	27.24	32.20	10.32	118.39
t 值		-2.73	1.31	-0.53	1.991
P		0.13	0.21	0.61	0.05

2. 坡度對衝擊的影響

坡度調查包括橫向坡與縱向坡，將橫向坡分為兩組(陡坡坡度 25°與緩坡 25°)，縱向坡也分為兩組(陡坡坡度 25°與緩坡 25°)，並進一步將坡度分為四組，即縱緩邊緩、縱緩邊陡、縱陡邊緩與縱陡邊陡四組情況，進行單因子變異數分析，結果如表 5，發現覆蓋度與坡度具顯著差異($F=3.207$, $P=0.05$)。由組合的分析結果發現步道本身與步道邊坡若都是很陡的地形，則可能因為坡面較陡，腐植質等緩衝物質易因為雨水的關係受沖刷而流失，林下植物不易生長，地表逕流亦較大，因此衝擊量為最大；步道本身若很陡，而邊坡的坡度較平緩，則遊客越容易因為走的累而到旁邊休息，或是習慣走沒有鋪面的兩旁邊坡，衝擊量次之，而整體皆很平緩的衝擊量其次，因為步道平緩使得行走時較不疲累，對兩旁植群的衝擊相對較縱陡邊緩的情況緩和，最不受衝擊的情況為邊坡陡峭而步道本身平緩的情形，因為步道平緩好走，且為避免危險，遊客會盡量走在步道上，兩旁的衝擊自然減小。

3. 寬度對衝擊的影響

將寬度與衝擊量進行相關性檢定，結果在覆蓋度部份具有顯著相關($r=0.462$, $P=0.05$)，顯示步道的寬度與覆蓋度具相關性，即步道的覆蓋度隨寬度的不同而不同，且步道寬度越寬，則覆蓋度減少率越小，衝擊越小。

表 5 坡度分組與衝擊量相關性

	覆蓋度	
	平均數	標準差
縱緩邊緩	91.68	64.55
縱緩邊陡	144.63	39.76
縱陡邊緩	78.09	58.92
縱陡邊陡	19.94	12.43
平均	96.39	62.92

F=3.207, P=0.04

4. 遊客人數對衝擊的影響

遊客人數與步道衝擊量進行迴歸，結果在覆蓋度與土壤硬度方面具顯著相關(F=4.528, P 0.05; F=11.252, P 0.05)，而覆蓋度減少率與土壤硬度增加率則與遊客人數不具顯著相關(F=1.823, P=0.189; F=0.036, P=0.850)，顯示遊客人數越多，覆蓋度越低且土壤硬度越高。

(四) 步道衝擊模式之迴歸分析

為更進一步了解影響步道兩旁衝擊的因素，以求得最佳解釋能力的預測模式，即要找出經營管理參數與衝擊參數間之關係，因此將影響衝擊的經營管理參數坡度分為縱緩邊緩、縱緩邊陡、縱陡邊緩、縱陡邊陡四組；寬度分為 1 m 以下、1~1.5 m、1.5 m 以上三組；鋪面分為有、無兩組作為虛擬變項，遊客人數為自變項，步道衝擊量作為應變項，進行迴歸分析，由於要找出各個參數對衝擊的相對影響程度，因此採用強迫進入法(enter)進行迴歸分析，結果如表 6。

分別以覆蓋度、土壤硬度的步道衝擊情況與覆蓋度減少率、土壤硬度增加率的衝擊量進行迴歸，發現經營管理參數對覆蓋度、土壤硬度有顯著相關(F=4.824, p .01; F=2.918, p .05)，對覆蓋度減少率與土壤硬度增加率則無顯著相關(F=1.652, p=0.178; F=0.907, p=0.521)。在覆蓋度上可解釋 62.8%的變異量，覆蓋度減少率 36.6%，土壤硬度 50.6%，土壤硬度增加率 24%，表示所選擇的經營管理參數對於衝擊量的預測能力除土壤硬度增加率之外均不錯，且對覆蓋度的預測能力最好。

(五) 遊客可接受衝擊程度調查結果

調查日期為民國 91 年 4 月 3 號，調查時間為自上午八時至下午五時，隨機選擇遊客進行訪問，一個遊客訪問完後再對下一位經過步道的遊客進行訪問。調查結果共發出樣本 210 份，實際有效樣本數共 208 份，受訪地點為冷水坑與七星山步道，兩個受訪點的受訪人數皆為 104 人。受訪者之社經背景以女性居多，共 107 人，佔了 51.4%，年齡層以 15~24 歲的人居多，占 44.7%，其次為 45~54 歲，占 15.9%，35~44 歲以及 50 歲以上都占 14.4%，25~34 歲的人數最少，占 10.6%。在受訪者的教育程度方面以

表 6 步道衝擊量因素之迴歸分析表

		迴歸係數	t 值
覆蓋度 %	(常數)	115.175	3.254**
	坡度縱緩邊緩	98.7171	2.603*
	坡度縱緩邊陡	91.362	2.716*
	坡度縱陡邊緩	37.322	1.094
	路寬 1m 以下	42.403	0.769
	路寬 1~1.5m	-76.066	-2.768*
	有鋪面	22.135	0.750
	遊客量	-0.046	-3.290**
	R=0.792 R ² =0.628		F=4.824**
覆蓋度減少率 %	(常數)	22.721	0.565
	坡度縱緩邊緩	-42.767	-0.993
	坡度縱緩邊陡	-18.615	-0.487
	坡度縱陡邊緩	5.233	0.135
	路寬 1m 以下	-97.406	-1.555
	路寬 1~1.5m	43.113	1.38
	有鋪面	-4.036	-0.12
	遊客量	0.0402	2.553*
	R=0.605 R ² =0.366		F=1.652
土壤硬度 mm	(常數)	15.255	2.015
	坡度縱緩邊緩	-2.425	-2.99
	坡度縱緩邊陡	2.692	0.374
	坡度縱陡邊緩	5.611	0.769
	路寬 1m 以下	-13.078	-1.109
	路寬 1~1.5m	8.241	1.402
	有鋪面	-7.625	-1.209
	遊客量	0.0089	3.006**
	R=0.711 R ² =0.506		F=2.918*
土壤硬度增加率 %	(常數)	-203.574	-0.661
	坡度縱緩邊緩	197.711	0.333
	坡度縱緩邊陡	131.269	0.449
	坡度縱陡邊緩	98.611	0.599
	路寬 1m 以下	-666.612	-1.432
	路寬 1~1.5m	168.065	0.703
	有鋪面	219.928	0.857
	遊客量	0.104	0.867
	R=0.490 R ² =0.240		F=0.907

大學最多，占 47.6%，其次為高中職，占 17.8%，研究所以上占 13.0%，國中及以下占 12.5%，專科的人數最少，占 9.1%。受訪者的到訪頻率以每季一次以下最多，占 25.5%，第一次來的比例不高，占 14.9%，來走步道的大多數來過一次以上，其中每週一次的占 10.6%，每週一次以上的占 17.8%。在是否受過專業訓練上，大多數人沒有受過景觀、造園或與自然環境相關的專業訓練，只有 19 人填答有受過專業訓練，占 9.1%。

1. 可接受衝擊程度

可接受衝擊程度的選擇是假設相片中的步道位處於國家公園、森林遊樂區或一般遊樂區，由受訪者勾選可接受的衝擊程度，共有六種不同程度的受衝擊形式，以覆蓋度作為評分依據，選擇相片覆蓋度的多寡是依據步道邊緣一公尺範圍內的覆蓋度而定，覆蓋度值為 0%、20%、40%、60%、80%與 100%。

由問卷的結果看出所有受訪者在國家公園與森林遊樂區的評值相近，60%覆蓋度無法接受的在國家公園與森林遊樂區的累積百分率為 31.7%與 33.7%，而一般遊樂區則為 29.3%，上升幅度較慢；到了 40%覆蓋度時，國家公園與森林遊樂區的累積百分率為 54.8%與 54.3%，皆超過一半的受訪者無法接受，而一般遊樂區則為 48.1%；到了覆蓋度 20%時，三種情況的累積百分率皆快速上升，分別為 73.6%、76.0%與 70.7%，因此可知受訪者對於國家公園與森林遊樂區所能忍受的衝擊程度較低，而對於一般遊樂區所能忍受的衝擊程度較高(表 7、圖 2)。

進一步將所有受訪者分類為有接受過專業訓練與沒有接受過專業訓練的兩組進行分析，發現有受過專業訓練的受訪者在 80%覆蓋度時無法接受的在國家公園與一般遊樂區的累積百分率就已達 31.6%與 26.3%，可知有受過專業訓練的受訪者對於衝擊的忍受度較低，即他們對於資源受到衝擊的敏感性較高。累積分佈的情形可由圖 2 明顯看出其趨勢。

因此以未超過 50%的受訪者可接受的衝擊程度做為可接受衝擊程度的調查結果，在國家公園部份以覆蓋度 60%以上(衝擊程度為覆蓋度減少率 40%以下)為可接受的標準，在森林遊樂區部份同樣也是以覆蓋度 60%以上(衝擊程度為覆蓋度減少率 40%以下)為可接受的標準，在一般遊樂區部份以覆蓋度 40%以上(衝擊程度為覆蓋度減少率 60%以下)為可接受的標準。

2. 到訪頻率對可接受的衝擊程度的影響

研究結果顯示受訪者使用登山步道的頻率，對可接受的衝擊程度在假設為國家公園的情況下有顯著差異($F=5.96, P=0.001$)，顯示受訪者使用登山步道的頻率會影響可接受的衝擊程度，且隨著到訪頻率的增加，可接受的衝擊程度越高，表示走過步道越多次，則對於資源的敏感性反而降低了。而受訪者使用登山步道的頻率，對可接受的衝擊程度在假設為森林遊樂區的情況下有顯著差異($F=4.83, P=0.001$)，顯示受訪者使用登山步道的頻率會影響可接受的衝擊程度，且遊客越常走登山步道，則對於資源的敏感性越低。當假設情況為一般遊樂區時不具顯著差異，表示不管受訪者使用登山步

表 7 可接受衝擊程度次數分析表

	等級	覆蓋度		國家公園		森林遊樂區		一般遊樂區	
		百分比%	次數	累積百分比(%)	次數	累積百分比(%)	次數	累積百分比(%)	
所有受訪者	1.	100	10	4.8	12	5.8	10	4.8	
	2.	80	23	15.9	21	15.9	24	16.3	
	3.	60	33	31.7	37	33.7	27	29.3	
	4.	40	48	54.8	43	54.3	39	48.1	
	5.	20	39	73.6	45	76.0	47	70.7	
	6.	0	55	100.0	50	100.0	61	100.0	
	總和			208		208		208	
受過專業訓練	1	100	2	10.5	2	10.5	2	10.5	
	2	80	4	31.6	1	15.8	3	26.3	
	3	60	2	42.1	3	31.6	1	31.6	
	4	40	3	57.9	7	68.4	7	68.4	
	5	20	4	78.9	2	78.9	3	84.2	
	6	0	4	100.0	4	100.0	3	100.0	
	總和			19		19		19	
未受專業訓練	1	100	8	4.2	10	5.3	8	4.2	
	2	80	22	15.9	18	14.8	20	14.8	
	3	60	30	31.7	36	33.9	25	28.0	
	4	40	41	53.4	36	52.9	36	47.1	
	5	20	37	73.0	42	75.1	43	69.8	
	6	0	51	100.0	47	100.0	57	100.0	
	總和			189		189		189	

註：虛線以下代表以超過 50%受訪者

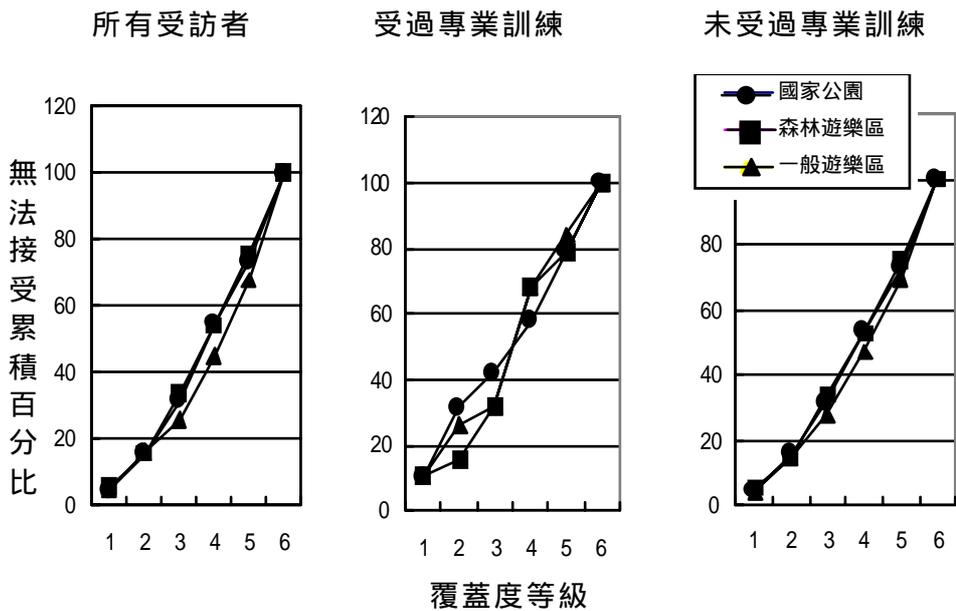


圖 2 可接受衝擊程度累積百分比折線圖

道的頻率為何，對一般遊樂區的可接受衝擊程度並無明顯差異，因此可知遊客對於較接近自然的遊憩區資源所受的衝擊較為敏感，敏感度隨越遠離自然的遊憩區有漸減的趨勢。

3. 專業訓練

研究結果顯示受訪者是否受過專業訓練，對可接受的衝擊程度均無顯著差異，表示是否受過專業訓練，對於步道的衝擊接受程度影響不大。

四、討 論

本研究是針對影響步道衝擊的衝擊參數與經營管理參數進行調查，從中找出一衝擊模式，並利用問卷調查定出使用水準。以下針對研究結果進行討論，並提出可能的解釋。

(一) 步道使用人數對衝擊量的影響

由現地的觀察可以很明顯的發現越是熱門的步道，兩旁的衝擊就越嚴重，而實際調查衝擊的結果也顯示遊客人數對衝擊量有影響，特別是對植群覆蓋度與土壤硬度的改變有顯著差異，由迴歸線即可看出衝擊量的趨勢，遊客人數越多，覆蓋度漸減，而土壤硬度漸增。

(二) 步道寬度對衝擊量的影響

步道的寬度不同，衝擊量不同，且越寬的步道衝擊量越小，可能因為越寬的步道遊客越不易走出步道的範圍之外，小於一公尺的步道要容納兩個人並排行走較不易，因此增加了走出步道的機會。

(三) 步道坡度對衝擊量的影響

將坡度進行組合分組，則可發現不同的步道坡度組合對於衝擊的強度有影響，由衝擊量可發現步道本身與步道邊坡若都是很陡的地形，則衝擊量為最大；步道本身若很陡，而邊坡的坡度較平緩，則遊客越容易因為走的累而到旁邊休息，或是習慣走沒有鋪面的兩旁邊坡，衝擊量次之，而整體皆很平緩的衝擊量其次，因為步道平緩使得行走時較不疲累，對兩旁植群的衝擊相對較縱陡邊緩的情況緩和，最不受衝擊的情況為邊坡陡峭的情形，為避免危險，遊客會盡量走在步道上，兩旁的衝擊自然減小。

(四) 鋪面有無對衝擊量的影響

研究結果發現植群衝擊量方面都是有鋪面的步道高於無鋪面，與當初所認為因為

無鋪面的限制因此衝擊較大的情形正好相反，原因可能是因為沒有鋪面的步道其步道的邊界不明顯，較寬處可能是漸漸受到衝擊之後變為步道的本身，而本研究在測定衝擊時是從邊界有植群處開始測量，因此可能已經受到的衝擊被忽略了，由於此一試驗設計上的偏差，造成研究結果與實際情形有所出入，未來在相關的研究時應加以考慮並排除此偏差。

(五) 可接受衝擊程度測量

由可接受衝擊程度的選擇結果發現遊客對於不同遊憩機會序列的遊憩區，其所能忍受的步道衝擊程度不相同，越大眾化的遊憩區，遊客越能接受較大的衝擊量，越接近自然而需要保育的地區，則越不能忍受較大的衝擊。問卷調查結果中國家公園與森林遊樂區的結果非常接近，顯示一般遊客對國家公園與森林遊樂區不能輕易分辨其差異，也可能是因為陽明山國家公園是所有國家公園中最大眾化的一個，因此來陽明山國家公園的遊客會較難將其與森林遊樂區做比較，產生兩種結果差不多的情形。

五、結 論

經由研究設計的操作與結果分析，得出以下結論：

(一) 陽明山國家公園步道的衝擊情況

以現地調查的結果可知大多數的步道衝擊程度至第二小區之後衝擊程度下降許多，與可接受衝擊程度部份所得結果，國家公園可接受的衝擊程度為覆蓋度減少率在40%以下比較，結果多在可忍受的範圍之內，但七星山與冷水坑步道衝擊程度在第二小區依舊嚴重，已經超過可接受的衝擊狀況，且衝擊層面已擴及到第三小區。

(二) 衝擊預測模式

1. 步道兩旁環境的衝擊狀況可以兩種衝擊參數來表示，即覆蓋度與土壤硬度，而步道兩旁環境的衝擊程度部份，覆蓋度減少率、土壤硬度增加率可作為衝擊程度的比較指標，而有四種經營管理參數顯著影響這些參數的大小，包括鋪面有無、步道坡度、步道寬度與遊客數量。
2. 由問卷的結果得知遊客對於國家公園與森林遊樂區所受衝擊的忍受度相同，但對於一般遊樂區的忍受度則高許多，而到訪頻率的高低會使遊客的忍受度產生改變，受過專業訓練者對於衝擊有較高的敏感度。

引 用 文 獻

- 林國銓、邱文良、施炳霖，1991。恆春熱帶植物園步道兩側植群及土壤的受害調查，
林業試驗所研究報告季刊，6(4): 357-365。
- 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，
共 208 頁。
- 黃志堅，1990。不同遊憩機會步道可接受限度指標因子建立之研究-以藤枝森林遊樂區
為例，國立中興大學森林學研究所碩士論文，共 80 頁。
- 楊武承、錢學陶，1992。保護區遊憩衝擊與實質生態承載量之研究—以台北市四獸山
植群為例，戶外遊憩研究，5(1): 19-56。
- 劉儒淵，1993。踐踏對玉山步道沿線高山植群衝擊之研究，台大實驗林研究報告，7(3):
53-72。
- Cole, D. N. 1985. Research on soil and vegetation in wilderness: a state of knowledge
review. In: Lucas R. C. *Proceedings - national wilderness research conference: Issues,
state of knowledge, future directions*. pp. 135-177. Department of the Interior, Bureau
of Land Management, U.S. .
- Shelby, B. and T. A. Herlein. 1984. A conceptual framework for carrying capacity determi-
nation. *Leisure Science* 6: 433-451.

A Study of the Carrying Capacity of Hiking Trails

Meng-Chuan Wu⁽¹⁾ and Yann-Jou Lin⁽²⁾

(Manuscript received 1 Aug. 2002; accepted 2 Dec. 2002)

ABSTRACT : This study aims to explore the methods for evaluating the carrying capacity of trails in the Yangmingshan National Park by using *de facto* analysis seeking to explain the relationships between impact and management parameters. Six trails in the National Park were selected to verify the relationships between impact (plant coverage and soil hardness) and management parameters (trail surface layers, gradient, width and number of visitors). In particular, visitors to the National Park were asked to indicate their views on the limits of acceptable change (LAC) for plant coverage in national parks, forest and public recreation areas. Results from the survey have shown that surface layers, gradient, width of trails and the numbers of visitors were correlated to the severity of impacts. The survey also indicates that the acceptable limit of change for plant coverage on trails in national parks and forest recreational areas was 60% and 40% for trails in the public recreation areas.

KEYWORDS: Recreational Carrying Capacity, Yangmingshan National Park, Trail Impact Forecast Models

(1) Graduate Student of Department of Horticulture, National Taiwan University

(2) Professor of Department of Horticulture, National Taiwan University