

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫

☐期中進度報告
☒期末報告

以遊客生態學習角度探討福山植物園之遊憩承載量

Exploring Recreational Carrying Capacity of Fu-shan Botanic Garden from Visitors'
Ecological Learning Aspects

計畫類別：☒個別型計畫 ☐整合型計畫

計畫編號：NSC-2410-H-035-039-MY2

執行期間：100 年 8 月 1 日至 102 年 7 月 31 日

執行機構及系所：逢甲大學 建築系

計畫主持人：張莉欣

共同主持人：無

計畫參與人員：蘇昱儒、林慧珊、廖芸萱、張佑綸、劉家菁、汪秀蔓、盧昱光、
林韋竹

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國報告：

☐赴國外移地研究心得報告

☐赴大陸地區移地研究心得報告

☒出席國際學術會議心得報告及發表之論文

☐國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

☐涉及專利或其他智慧財產權，☐一年☐二年後可公開查詢

中 華 民 國 102 年 10 月 31 日

摘要

台灣福山植物園為結合離地保存與就地保存的植物園，並為長期生態監測研究的場所，1993年起開始實施入園遊客數之總量管制措施，且有嚴格的遊客遊園規範；園區經營管理上則朝向提供遊客深度生態旅遊，及塑造環境教育場所的方向努力。由於遊客管制人數的制定尚無相關研究支持，且目前遊客於園區使用分佈情形不均，故希望透過本研究重新計算遊客之入園總量管制人數，意即計算園區的遊憩承載量，以使來園區參觀之遊客都能有深度體驗與學習的機會。

依研究目的本研究分為遊客遊憩活動生態干擾面與社會心理承載量評估兩部分進行探討：在遊客遊憩活動生態干擾方面，經由專家訪談與田野調查後，選以山羌為干擾指標物種並進行遊客互動行為分類與互動情形觀察，再以現地實驗法配合觀察法探討遊客量、遊客行為類型與步道鋪面類型對山羌遇見行為與警戒、逃離距離的影響，試驗設計分為遊客量、遊客行為及兩種步道型式進行試驗設計，經統計分析研究結果顯示在遊客5人時，山羌之警戒平均距離為36.1公尺；山羌遇見遊客之在遊客20人時比5人時，警戒距離增加約12公尺；逃離起始距離也增加約10公尺，依此建議遊客遊園團體人數不超過5人為宜，參觀時也須放低音量，遊客才能有機會近距離觀察野生動物；另外，遊客行走於泥土路上會比碎石路面，山羌之警戒距離與逃離起始距離皆縮短約15公尺，因此建議園方可將山羌出沒頻繁處之碎石路加鋪木屑以降低干擾聲響。社會心理承載量方面，本研究以遊客之園區擁擠知覺做為計算社會心理承載量的依據，採照片法與現地法兩種方式，配合結構性問卷進行資料蒐集，再依此計算出園區的社會心理承載量。在照片法評估方面，主要將福山植物園現地環境，依不同步道空間之環境背景類型進行分類，包含周邊環境之不同植栽密度、水體、步道寬度等，再透過模擬四種不同遊客人數與前景與中景遊客分布位置，組合出47張照片，作為刺激媒體，於2011年進行網路問卷調查。依研究結果計算遊客在各種步道周邊環境的最適擁擠知覺的對應遊客數，計算出最適全區承載量為581人。在現地評估法部分，選定遊客密度最高且具有代表性的空間六處，於2011年以問卷法調查遊客現地的瞬間擁擠知覺(採李克特5點量表)，輔以觀察法記錄遊客數、遊客行為、同伴類型等，以迴歸方式求取各區周邊遊客數與瞬間擁擠知覺的關係，並依此計算出園區瞬間遊客數為556人。福山植物園的入園管制人數建議可以提高至目前規範人數10%，即以平日550與假日650人的標準，或維持目前園區的總量管制人數亦為恰當。

關鍵字：山羌、遊憩衝擊、步道、警戒行為、逃離距離、社會承載量、擁擠知覺、生態衝擊

Abstract

Fu-shan Botanic Garden adopts in-situ and ex-situ conservation to conserve plant resources and works as a long-term ecological monitoring center. From 1993 the Botanic Garden set visitors cap number control and regulations to reduce impacts from tourism. However, there is no research to reveal the optimal number of visitors yet. The aim of this research is to measure ecological and social-psychological carrying capacity of the botanic garden, and assessing recreational impact. Through interviewing with experts and undertaking field survey, Formosan Muntjac was chosen as an indicator species to study interaction between tourist and wild animals. On-site experiments in conjunction with observation are employed to investigate the effects of tourist number, tourist behavior and types of paving on the behavior of Formosan Munjac, responses include alert, escape distance are recorded. The results indicated that the distance trigger alert responses occur at average 36.1 m and 48 m away when tourist group number is 5 and 20 persons, respectively. It is recommended that tourist should not exceed 5 persons and need voice down. Besides, the alert distance and escape distance are 15 m shorter if tourists walk on soil foot path compared with gravel path. On social-psychological carrying capacity, perception of crowdedness is measured by structuralized questionnaires on site or using simulated pictures. The garden environment is classified according to surrounding plant density, water body, and width of footpath. Tourists of 4 different densities are put in pictures of different sites to simulate various degree of crowdedness. A total of 47 pictures as stimulating media are put on internet in 2011 to collect responses from viewers. The optimal tourist number is 581 persons on the premise of perception of slightly crowdedness. For on site evaluation, 6 representative sites with high tourist density are chosen to evaluate instant perception of crowdedness. The types of behavior and companions of the tourists in group or individuals, and number of other surrounding tourists are also recorded. Using the method, the optimal number of tourists are 556 persons. It is suggested that present cap number can be maintained or otherwise increased by 10 % to 550 and 650 persons on weekdays and holidays, respectively.

Keywords: Formosan Munjac, recreational impact, footpath, alert behavior, escape distance, social carrying capacity, perception of crowdedness, ecological impact

目錄

	頁碼
摘要	2
一. 前言	5
二. 研究目的	6
三. 文獻探討	6
四. 研究方法	13
五. 結果與討論	22
六. 結論與建議	34
參考文獻	36

一. 前言

在全世界面臨氣候變遷之挑戰下，環境保育與保護已成各國亟需面對的重要課題，藉由環境教育讓民眾在環境中學習 (Learning in the environment)、學習有關環境的知識 (Learning about the environment) 與為保護自然資源與環境而學習 (Learning for the environment)，成為各國落實環境保護，放大保育成效之最佳的方式。人類親近自然的活動類型包括如健行、觀賞野生生物、自然調查、野外露營等活動日益多元而豐富，然而在自然區域進行遊憩活動時，對於野生生物會造成巨大的衝擊，如何在珍貴的自然資源中允許有限度的遊憩活動，以達到永續經營管理的目標，對於自然保留區的管理者是一大考驗 (Leung and Marion, 2000)。

植物園長久以來一直扮演國家植物種源保存、展示教育與研究之基地，也是重要的遊憩場所。福山植物園為台灣北部重要的植物活體種源收集區，也是重要的長期生態研究中心。福山研究中心之轄管分為「水源保護區」、「植物園區」及「哈盆自然保留區」等三部分進行保護、保存、研究、展示與教育等工作，面積共約 1097 公頃，其中植物園所佔的面積約 30 公頃。園區從 1993 年開始即有管制措施，剛開始為每日 300 人，至目前入園人數每日限 500 名與假日 600 名遊客，為了避免對野生動物生活習性產生干擾，園區設有許多維管規定，如園區中不販賣食物、不設置垃圾桶，宣導遊客將垃圾帶回家，並不准對野生動物餵食等，除保護野生動物的棲地，也保持了園區的動物自然覓食活動的自然天性。

福山植物園基地為東北-西南走向的長條型基地，鄰近入口區的停車場、水生植物池，是入園後第一個景點，為目前遊客於園區使用最頻繁且停留最久的區域，除緣於其優美的景緻外，也因處出入口位置，常為出入園區集合等待的重要地點，故於每日開放期間內，其擁擠度最高，也使得每日開園前與閉園後，野生動物最常聚集的水生植物池，變成僅可看見水中生物活動的場域，也使遊客無法有機會觀察與學習福山植物園完整的生態系統，實為可惜。另外；團客經常是為欣賞植物園的自然景觀而來，但因遊客目前於園區使用時分佈不均，經常使空間使用者瞬間有相當大的擁擠知覺，同時 30 人以上的團體需要提高音量導覽解說，且常伴隨遊客大聲談笑的噪音，對於物種有較大的干擾，也因此於在園區每日開園期間，野生動物如台灣獼猴與山羌皆習於分佈至人跡罕至的地區活動。初步進行福山植物園研究人員訪談，並詢問長期進行生態觀察的學者後，故本研究嘗試以園區常見的野生動物作為遊客活動干擾強度指標，進行相關調查與研究。

有鑒於福山植物園欲朝向自然中心發展，希望遊客入園皆能有深度的自然生態體驗與學習，本研究除使遊客能完整觀察到福山植物園多樣的動植物生態，且能有深度學習體驗生態旅遊的機會外，並期望遊客於各分區使用時不會感覺擁擠，故希望在考量生態干擾強度控制下、及使用者的心理承載量下，重新計算園區的遊憩承載量，並以此作為園區遊客總量管制之依據，並對應制定相關遊客入園管制措施規定，以期使遊客能有真正在園區進行深度生態旅遊的機會，並期能有別於國內其他植物園，發揮最大的自然生態教育功能。

二. 研究目的

- (一)選定指標物種並探討遊客目前活動範圍、人數種類及頻度與指標物種分佈與活動的關係。
- (二)探討目前福山植物園遊客分佈梯度與參觀團體人數對指標物種干擾情形。探討遊客於福山植物園分區不同使用人數與密度之擁擠知覺分析。
- (三)綜合分析生態干擾程度與社會心理承載量，提出最適的總量管制人數與策略，並綜合提出採用景觀經營管理原則。
- (四)依研究結果提出對植物園遊客遊園活動管制措施。

三. 文獻探討

(一)遊憩衝擊

遊憩的英文為 recreation，乃 re-creation 一字而來，有再創造之意，及參與活動後有一種恢復(restoration)、更新(refreshment)身心的體驗(歐聖榮，2007)。其意指在休閒狀況下，自由理性選擇從事的活動，其目的在於精神上之愉快與滿足，而不在於得到經濟上的報酬(陳昭明，1981)。隨著遊憩需求日益增加，各種交通工具與遊憩設施和遊憩服務逐漸被導入遊憩環境中，然而這些相關的設施和服務發展通常會帶來許多負面影響。

遊憩衝擊(Recreation Impact) 指因遊憩活動而造成對環境及社會之急速改變者稱之(羅紹麟，1984)。一般而言可將這些遊憩衝擊分為直接的和間接的，因此國際自然保育聯盟(IUCN)便建議從以下直接的衝擊進行整體性考量：(1)土壤；(2)水資源；(3)植物；(4)野生動物；(5)環境衛生(6)景觀美學；(7)暴露的地質表面、礦物以及化石；(8)文化環境等八個面向(Ceballos-Lascuráin, 1996)。

有關自然環境衝擊研究的分類，不同研究背景學者有不同聚焦，生態學家主要都在探討踐踏對土壤與植被的影響，鮮少將野生動物的因素考慮在內，也很少有研究是在評估一項遊憩活動對整個自然環境的影響(Wall and Wright, 1977)。然不同領域的研究需要互相支援，如此才能進一步瞭解，確定當地自然環境受到的衝擊有哪些，程度為何等問題，故若沒有綜合性、整體性的研究，將無法對整體規劃與經營有所助益(Wall and Wright, 1977)。因此 Cole (1994) 曾提出野外衝擊矩陣(Wilderness impact matrix)，用來評估不同類型的開發或是活動對自然資源的衝擊。

遊憩活動所造成的干擾在某個時空環境下也許會沒有影響，但是因季節及空間的交替與野生動物對棲地的需求，干擾的關係就會產生變化，例如：當食物來源匱乏時，動物的生理抗壓能力，就可能相對減弱(Hammitt and Cole, 1998)。楊武承(1991)將遊憩活動對於野生動物的影響分為：1.干擾、2.棲息地、3.族群的改變、4.組成種類。遊憩活動對野生動物的衝擊除直接獵殺或有意無意的侵擾外，更重要的是會因此改變或破壞動物園來的棲息環境。

在野生動物管理時，經常用逃跑距離(escape distance, ED) 或是飛行開始距離(flight initiation distance, FID) 來設置退縮距離 (set-back distance) 以減少人類對野生動物的衝擊(Fernandez-Juricic et al., 2001; Blumstein, 2003; Bentrup, 2008 a, b)，不僅可用於野生動物保留區或是戶外遊憩區的規劃(Fernandez-Juricic et al., 2001)。這些對鳥類或自然攝影有相當的重要性。

雖然逃跑距離常用於測量動物對於人類干擾的忍受性，其他的動物行為的改變，例如減少進食時間(feeding time)以增加警戒時間，可能對野生生物產生整體的影響。因此，專家建議在保育區，應該用警戒距離作為(人類)最小的接近距離，並再增加緩衝距離。

逃跑距離是動物對某種刺激(人類)而產生逃跑或離開的距離，在鳥類也可以稱為飛行開始距離(flight initiation distance, FID)，警戒距離 alert distance (AD)，舉例則是如動物抬頭對干擾呈現警戒姿態(Ruddock and Whitfield, 2007; Laursen et al., 2005; Bregnballe et al., 2009)。逃跑距離或警戒距離常被用來量化動物對人類干擾的忍受程度。動物的逃跑距離在鳥類有較豐富的觀測資料，例如知更鳥及雲雀的 ED 分別為 9 m, 30 m, 金鷹為 105-390 m；哺乳類的北美洲的大角鹿之逃跑距離約為 85-201 m，野牛則為 101 m (Bentrup, 2008a, b)。

(二)遊憩承載量

在遊憩活動日益興盛之際，承載量的觀念也被運用於遊憩區的經營管理，Stankey (1973) 對遊憩承載量之定義為遊憩區在一段時間內，不致造成實質環境或遊憩體驗產生無法接受改變之遊憩使用特性及使用量；並在 1974 年將「過度破壞」一詞修訂為「不可接受之改變」。有關遊憩承載量之定義大抵仍從生態的角度出發，著眼於環境保育與資源的永續利用。其後，便陸續有許多學者自不同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 (Veal, 1973; Brown, 1977; Nieman & Futrell, 1979; Stankey & McCool, 1984; Shelby & Heberlein, 1984, 1986; 林晏州, 1987, 1989, 1998, 2002; 陳昭明、蘇鴻傑、胡弘道, 1989 等)。王小璘(1989)指出遊憩承載量指的是「在遊憩區經營管理目標所提供之遊憩品質和遊憩機會下，於計劃期限內所能承受遊憩使用，而不致引起自然遊憩資源或遊憩體驗上不可接受改變的量」。

Shelby and Heberlein (1984)提出遊憩承載量為「一種使用水準，當超過這個水準時，各衝擊參數受影響的程度，將超越評估標準所能接受的程度」，Shelby 及 Heberlein (1984) 認為評估遊憩承載量主要衝擊參數是生態之因素，可藉由分析休閒旅遊對於該區域中的植物、動物、土壤、水及空氣品質之影響程度，進而決定遊憩承載量。國際自然保育聯盟則建議從暴露的地質表面、礦物以及化石、土壤、水資源、植物、野生動物等方面進行考量 (Leung and Marion, 2000)。遊憩承載量可依照衝擊參數之不同，定義為四種：

1. 生態承載量 (Ecological Capacity)

主要衝擊參數是生態之因素，分析使用水準對植物、動物、土壤、水、及空氣品質之影響程度，進而決定遊憩承載量，如各植被型態之百分比變化、某類植物或動物可觀察數量變化、土壤緊密情形、和土壤沖刷狀況等。

在評估國家公園遊憩承載量時，Prato (2001)曾提出遊憩活動對自然資源衝擊的可接受性需綜合考慮保護區的生物物理特性（如土壤、地形與植被）、社會因子（如地點與旅行方式、使用的季節、團

體大小，與遊客行為）、管理政策（遊客使用的限制）等不同面向。國內針對自然風景區生態設施承載量的研究方面，評估的衝擊因素包括：土壤、植群變化、地質、野生動物等，本研究針對有關遊憩衝擊對於實質/生態承載量方面深入探討前人研究說明如下：

針對遊樂活動對天然植群之影響及其經營計畫體系研究，王相華(1988)以五個遊樂區以及三種不同類型遊憩景點之活動觀察記錄，比較其對天然植群所產生之衝擊，具以作為減低衝擊之經營計畫體系建立之依據，並以可接受的改變限度(LAC)之觀念主導經營架構，以供遊樂區進行長期之監督考核。但由於缺乏遊客活動資料，因此活動量與衝擊結果之間並無法進行進一步分析。

楊武承(1990)以台北市四獸山為研究對象，利用登山步道旁土壤裸露度作為實質生態承載量的衝擊評估因子，以可接受的改變限度(LAC)作為判定實質生態承載量的標準，研究結果則步道的承載量為20,224 人次/週。在塔塔加、玉山步道沿線及八通關地區，劉儒淵(1993)調查遊客踐踏程度對植群衝擊之影響，結果顯示植群覆蓋度減少率、植株高度降低率、植相變異度等三項植群衝擊參數均可作為指標因子。針對 5 種不同植群所受衝擊結果顯示，在相同的遊客使用壓力下，其各項踐踏衝擊效應大致隨海拔升高而有逐漸加劇的趨勢(劉儒淵，1996)。劉儒淵與曾家琳(2003)亦研究合歡山區三條主要登山步道沿線之遊憩衝擊效應，及其與環境因子間之關係，藉由覆蓋度減少率(CR)、植相變異度(FD)及指標植物(HR)等三項植群衝擊介量，輔以土壤硬度增加率(SHI)之調查分析，結果指出遊客踐踏是步道沿線植群與土壤衝擊之主要肇因，其衝擊影響範圍均集中在步道邊緣 2 公尺以內。以步道兩側的植群覆蓋度為可接受改變限度(LAC)之指標因子，針對遊客作問卷調查訂出其可接受改變之標準為減少 40 % 之覆蓋度。劉炳男(2005)利用「既成事實調查法」探討壽山遊憩承載量，分析遊客數量與植被覆蓋度減少率(CR)、土壤硬度增加率(SHI)之間的相關性，並以可接受改變限度(LAC)理論為基礎，結合環境衝擊現況調查與遊客之可接受改變限度探討壽山步道之最適遊憩承載量。結果顯示遊客對植被覆蓋度減少率的可接受改變限度為 60% 時的最適遊客量為每週 9,154 人。

魏映雪及李宗霖等(2004)以螞蟻為生物指標，進行墾丁國家公園龍鑾潭特別景觀區環境監測，發現人類之活動確實會對螞蟻之棲息產生干擾，遊客多則螞蟻少，可見遊憩強度對生物系統確實會產生影響。對於尚未開放的遊憩區，其遊憩承載量也可以由相關文獻進行比較預測，楊錫麒(2003)曾探討雪見遊憩區其中一處未開放遊憩活動之地區之推估模式，利用文獻以及鄰近已規劃完成使用之相關已知因子進行評估，估算獲得瞬間容許遊憩承載量為 352 人，取整數為 350 人。

綜觀國內發表之文獻，可獲知目前國內在實質/生態承載量方面之研究，較多以植物及土壤兩項環境因子的可接受改變限度作為評估遊憩承載量的指標，並利用迴歸方程式作承載量推估，而在動物方面之文獻較少，推測野生動物具移動性較不易觀察監測，但若能夠以動物行為或生活習性改變作為遊憩活動衝擊評估依據，可以提供遊憩或生態承載量評估另類的觀點。

2. 實質承載量(Physical Capacity)

主要衝擊參數為空間因素，主要依據尚未發展之自然地區空間，分析其所容許之遊憩使用量，如每平方英尺可平臥睡覺人數、每平方英畝或英哩遊客數量、每處水濱露營團體數、及重要處所之遊客數量等。

3. 設施承載量(Facility Capacity)

主要以開發因素做為衝擊參數，利用停車場、露營區等人為遊憩設施來分析遊憩容納量，如遊客數量、團體或每輛車輛所有之營位、停車位、休息房間等數量、不同設施所佔有之百分比與等候使用設施之情形等。

4. 社會心理承載量 (Social Capacity)

以遊客體驗當作衝擊參數，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客承載量，如每小時或每天所邂逅其他團體之數量、所邂逅團體之大小與型態、基地吸引力百分比、遊客外出探索及參觀情形、和每一個具有吸引力基地所邂逅的遊客數量等。

社會心理承載量(social carrying capacity)係指一遊憩區在既定經營管理目標下，使遊客之滿意度維持於最低限度之上，其所能容許利用之數量與性質，若超過此一利用之限度，則遊客之滿意度隨即降低至無法接受之程度(Lucas and Stankey, 1974)。其遊客的遊憩體驗是屬於一種心理感知，主要藉由過去經驗的刺激及外在訊息的變化，透過心理變化的歷程而產生的一種感知結果。而影響社會心理承載量的因素包括了遊客內在因素、遊憩區之社會環境因素、遊憩區之自然環境因素、遊憩活動因素(王志宏等，2003)，而由上述之遊客體驗參數(experience parameters)中之相關理論及研究中也包含了滿意度模型(satisfaction model)、擁擠知覺模式(perceived crowding model)、資源衝擊認知(perceptions of resource impacts)、行為調適模型(behavioral adjustments)等都是用於遊憩承載量之推估模式，進而達到落實資源保護與提升遊客遊憩體驗品質與滿意度。

影響社會心理承載量之因素包括：

(1).遊客本身因素包括遊憩之動機與目的、心中之期待、過去經驗、教育程度(宋秉明，1983)與期望與偏好等(林晏州，1988；Manning，1999)。(2).遭遇其他遊客特質：包括團體的型態和大小、不同團體之遊憩行為及其他遊客的不當行為。(3).相似性之知覺：即對其他遊客之知覺，認為與本身團體是否屬於同一類群(Manning，1999)。(4).遭遇到其他遊客時之影響，遊憩區的設施及環境品質。(5).同一遊憩區中不同區位之擁擠知覺差距(Manning，1999；張俊彥，1987)。遊憩區之社會環境因素：包括遊客密度、遊客行為的衝擊、遊憩體驗的品質、遭遇其他遊客或團體之特性，如遭遇時間、地點、次數、團體大小、使用行為及型態、活動範圍及類型、干擾其他遊客之程度等 (Graefe et al.，1984；王小璘，1989)。(6).遊憩區之自然環境因素：自然環境因素即為靜態性影響因素環境特性、環境景觀、遊憩據點面積的大小、環境隱蔽性、環境限制、環境清潔及公共衛生、噪音、遊憩設施之數量及便利性、種類和外觀、設施地點以及基地對外之交通狀況等 (宋秉明，1983；Graefe et al.，1984)。(7).遊憩活動因素：包括遊憩活動的差異及數量、設施適合性及基本設施之數量及品質、活動過程所受到之限制的程度、遊憩成本及時間需求、遊憩活動的安全性 (宋秉明，1983；Graefe et al.，1984)。(8).其它因素包括氣候變化、意外事件之發生及不可預知之因素等。

(三)遊憩承載量推估相關文獻回顧

1.遊客量推估方法

遊客量推估在遊憩區開發及觀光上是必須的，它可以在某種程度上代表此地所能承受一切容納量的程度，在一般來說，遊客量的推估可分為以下 6 種方法(引自張家鳳，2006；李銘輝，2000):

(1) 時間序列模式(Time Series Model)：

- (2) 重力模式(Gravity Model)；
- (3) 機會模式(Intervening Opportunity Model)；
- (4) 多元迴歸分析模式(Multiple Regression Analysis Model)；
- (5) 總量分配法；
- (6) 飽和承載量法

2. 遊憩承載量測定方法：

遊憩承載量必須以一種客觀合理的辦法分析評定承載量，過去學者們的評定方法可分為下列八類(林晏州，1987、1989；吳義隆，1987；楊錫麒，2003)：

(1)經濟效益分析法(Economic Profit Analysis Method)

建立滿意模型，將滿意定義為「願意支付」的價值，當邊際淨效益不再增加時之人數，即為最佳遊憩承載量。

(2)矩陣分析法 (Matrix Analysis Method)

以許多個別研究結果，兩兩形成矩陣之格子狀圖表，而在相對元素間以符號或得點來表示其關係。其考慮資源價值與遊憩者的滿意，是以「基地品質惡化 (Site Deterioration)」作為主要的評估標準。

(3)系統模擬法 (System Simulation)

運用水準(Level)及連串(Rate)和影響此二者之因素來模擬系統中各元素彼此間存有之互動關係，並決定該系統之遊憩承載量。此法適合以電腦來操作。此法改善了一般因缺乏時間因素考量的靜態缺點，並且更能明確的以數量來表現因果關係；然而模型之建立常受限於資料、財力與時間。

(4)圖解疊圖法 (Map Over-lapping Method)

以高度有效的製圖技巧，以圖解評估土地和自然環境資料，以重疊(Overlap) 找出各分區環境資源承載量。

(5)專家委員會法

集合各種領域專家，就其專業知識，對環境的影響予以認定及可接受程度的評述，可借助於問卷(如 Delphi 或 AHP)來評定其承載量。

(6)戶外遊憩局法BOR (Bureau of Outdoor Recreation Method)

以不同地點遊憩活動標準為基礎，訪問經營管理相關人員，並了解遊客擁擠狀況的感受，以此因素配合其他特性作成指標。再以此指標評估各遊憩區，作為調整承載量之範圍值。

(7)可接受的改變限度(Limits of Acceptable Change, LAC)

目前由於各種遊憩使用，對自然環境要素可能造成之影響，必須長期觀察與實驗方能得到結論。絕大多數發生承載量衝突現象，均非起因於資源問題，而是對資源價值認定問題產生異議所致，而以此方法加以解決。進行此方法時須將其分為兩大部份(Shebly and Heberlein, 1984):

(1)衝擊部份：分析對環境之改變程度。

(2)評估部份：分析可接受的改變限度。

(8)相片評估法

傳統評估社會承載量的方法，是以「現地」之方式進行問卷訪談；即於研究基地抽樣現地遊客，針對基於現地遊覽所產生的感受，填答特定的問卷。而最近研究者探討以「相片」方式評估社會承載量之問題，例如Manning等人(1996)的研究中，利用相片評估法來探討公園遊客對於不同使用人數的接受度。

林育正(2005)以扇平森林生態科學園為對象，研究其園區區域間遊憩承載量的評估模式，使用層級分析法(AHP)加上改進的戶外遊憩局(BOR)法與Boull and Oacuten(1985)的公式來評估實質、生態承載量。而社會承載量則使用擁擠模式來評估遊客的擁擠感知，研究結果顯示最適承載量為0.0351(人/m²)與瞬間的351人，每日最大遊客量為1,376人。

(四)擁擠知覺

擁擠的研究是發展於承載量的概念。擁擠知覺(perceived crowding)是由於個體被受限於某空間，並被此空間中的某些因子限制或妨礙欲從事的活動與目標或期望時，個人心理則會將此空間環境認知為是擁擠的，即產生擁擠知覺。但個人是否會感到擁擠，須視遊憩人數、環境設施物數量、個人期望與偏好等因子變數而定，而擁擠知覺則會使環境資源的使用呈現負面的評價，進而影響遊憩品質。Kruse(1985)提出擁擠將帶來下列影響：1. 遊憩體驗時感受到空間不足(Stokols, 1972a、1972b)。2. 過度刺激的產生(Desor, 1972; Saegert, 1978)。3. 產生行為干擾(Behavioral Interference)(Schopler and Stockdale, 1977)。4. 對更清靜的需求(Altman, 1975)。5. 喚起個人空間受侵犯的知覺(Worchel and Teddlie, 1976)。6. 失去控制(Rodin, 1976; Baron and Rodin, 1978; Schmidt and Keating, 1979)。從上述所述，由於擁擠知覺被認為是一種負面或不舒服的，亦是最直接影響遊客心理情緒的感受，且遊客對於環境的擁擠知覺也會直接影響到其對環境的情感層面，使之對於遊憩滿意度會產生間接性的影響，包括擁擠感會使遊憩體驗品質產生負面評價，進而影響整體滿意度。

根據相關文獻針對不同地區之擁擠知覺調查中發現，不同類型地區的擁擠知覺指標也會因為地區環境背景不同而有差異，吳瑞瑜(2003)東勢林場擁擠知覺調查中，遊客覺得不擁擠與普通者佔76.8%，顯示東勢林場擁擠情況並不嚴重。王皖麟(2006)合歡山地區雪季期間遊憩容許量之評估，調查遊客對於「當下遇見人數之擁擠感受」，結果發現區內總人數與受訪遊客當下遇見人數擁擠感受有顯著相關，當區內總人數增加時，將會提高遊客對當下遇見人數之擁擠感受，研究最後制定出適宜的區內總人數為838人。紀宜穎(2006)探討淡水遊客擁擠知覺，研究結果發現有近半數的遊客認為淡水地區是擁擠的，但仍有八成以上遊客對當地有正面認知，即使面臨人多，仍能放鬆心情、紓解壓力，研究最後推測出由於淡水屬台北近郊一處便利且提供親近自然的休閒地區，因此假日為遠離日常生活環境，即便人多擁擠，遊客仍感到輕鬆快樂。相對的，梁家祐與蔡秀旻(2008)以竹山天梯風景區為實證研究對象，結果發現，擁擠認知題項「若持續增加遊客量，竹山天梯風景區將會令人有過度擁擠的感覺」之平均值最高，平均值為3.92，標準差為0.58，表示多數遊客認為若竹山天梯持續增加遊客量，旅遊者將會產生擁擠的感覺。這些結果顯示，遊客的擁擠知覺會因為風景區的區位與遊憩活動類型而有不同的承載量。擁擠知覺之測量中，Manning(1999)在Studies in Outdoor Recreation一書中提到的擁擠尺度，在一個變項中，以九個項度尺度進行測量，分別是從1分至9分，1分代表一點也不擁擠，9分代表極度擁擠，由此作為擁擠知覺的測量尺度。

自然環境景觀對人之心理生理反應及偏好和注意力恢復等都有影響與幫助(彭淑芳，2007)。但當自然環境遊憩區，大量的湧入遊客時，不但會使自然環境受到生態衝擊，人的心理知覺也會受到負面影響，因此近年來國內許多學者便針對遊憩環境中一系列的遊憩體驗、滿意度、擁擠知覺等評值進行有系統的評估研究(林晏州，1997；曹勝雄、廖秀娟等，2000；羅國瑜，2002；吳瑞瑜，2003)。

其中擁擠知覺之評估方式有訪談法、現地問卷調查法、視覺評估問卷調查等方式，在眾多的評估方式當中，視覺評估法之相片模擬於國內外已逐年被廣泛地運用於現地環境的視覺感受評估測量。透過視覺評估法有別於過去僅文字敘述或解說後，再由受測者自行想像之方式進行測量，而是透過模擬照片作為溝通方法提供受測者觀看，並能有效達到基地環境人數、天氣狀況等變因控制，因此視覺模擬不但可以廣泛的提供知覺訊息，更可以利用它來探討、了解人類與實質環境間的互動關係，並協助規劃、設計構想，及經營管理層面之發展等，而相片評估的可靠程度也在多位學者的驗證下逐漸證實其可行性與有效性（Manning et al., 1996；林晏州，1997）。

Manning et al. (1996)、林晏州 (1997) 運用電腦模擬技術進行研究基地之各種不同擁擠狀況模擬，以供受訪者進行視覺擁擠評估，兩者研究結果皆顯示視覺評估法運用於遊憩地區社會容許量之評估是可行的，並且較現地評估要具有信度。國內目前研究基地類型多以塊狀之空間形式（擎天崗山岳草原、澎湖海岸沙灘、日月潭水體、野柳地質公園）為多，而本研究之基地類型以帶狀步道空間為主。進一步分析國內外相關文獻，結果發現，塊狀空間與帶狀空間之模擬人數由於受限於環境空間向度之影響，因此模擬之人數於塊狀空間往往大於帶狀空間，且遊客擁擠知覺中可接受的人數以塊狀空間大於帶狀空間，因此其模擬人數之數據差異很大。這是由於帶狀空間周邊環境、物件元素往往較複雜、擁擠，因此容易造成視域壓縮，影響整體擁擠知覺感受。本研究將運用視覺評估法進行帶狀步道空間系統模擬步道遊客人數與分布位置，並依步道周邊環境植栽密度或水體、步道寬度、步道有無欄杆等進行比較與分析，以瞭解擁擠知覺之比較。

(五)台灣山羌

台灣山羌(*Muntiacus reevesi micrurus*)屬哺乳綱(Mammalia)、偶蹄目(Artiodactyla)、鹿科(Cervidae)羌屬(*Muntiacus*)動物，是台灣鹿科動物中體型最小者 (Jones, et al., 1969；王敏男，1989)，性喜獨居，在台灣分布遍及全島，包括綠島都可見其蹤跡，海拔分部以海拔 500 到 2000 公尺數量較多(陳怡君，1997；裴家騏，2006)。在過去研究中發現台灣山羌主要分布於森林裡，喜好遮蔽性較高的地區，較喜歡出現於原始針闊葉混淆林，其次為原始闊葉林，活動較頻繁為闊葉草本層及灌叢，喜好具有隱蔽性及開闊地的交會區活動，而較少利用人工林(Chapman et al., 1985；張豐緒等，1986，1987；王穎與王敏男,1988；王敏男,1989；王穎與裴家騏,1989；陳擎霞，1990；陳怡君，1992，2001)。而李景元(2010)探討福山試驗林台灣山羌之棲地利用結果發現台灣山羌較常利用位於植物園區之林緣型棲地，與森林溪谷型棲地為主，但活動時會避開大面積之開闊地(100 平方公里之方格)及較陡之坡地。福山試驗林山羌食用植物物種高達 50 種，比陳擎霞(1990)在宜蘭舊金洋地區研究時發現之 27 種植物多，顯示福山植物園之林緣型棲地提供多樣性的食物資源給山羌，為山羌食物來源良好的地區。

此外山羌活動的環境植被相當茂密，很難觀察到山羌的行為，在國內過去僅吳志仁(1990)研究動物園的台灣山羌個體行為分為七類：(1)排泄(2)攝食(3)自我修飾(4)位移(5)標識(6)警戒(7)休息行為為主。一日時間內以休息佔一半時間，其次為攝食、位移、修飾、警戒等。位移行為：包括有步行、嗅行、疾走、疾馳、跳躍。警戒行為：包括靜立、蹬足、腳拍擊地面、豎耳、吠叫、豎尾。國內外皆有研究山羌的吠叫行為具有聯絡、警戒、求偶、求救等功能，其吠叫行為可能受天候、季節、溫度、光度變化、植被遮蔽視線不佳或其他因素影響，山羌吠叫行為較密集發生於清晨及黃昏(Lewis, 1983；Barrette, 1977；Yahner, 1980；吳志仁，1990；陳怡君，1997)。

台灣山羌為晝夜皆有活動之動物，以晨昏出現頻率最高，又以白天較夜晚活躍，分別為早上 5-7 點及下午 5-7 點。目前國內學者探討有關遊客活動行為對於野外活動之山羌行為造成影響，在吳志仁(1990)觀察台北市木柵動物園之台灣山羌社群行為，其觀察時間多選擇則非假日以減少遊客對羌隻之干擾；陳怡君與王穎(2001)觀察玉山國家公園瓦拉米地區之山羌數量、叫聲及遊客量之關係，研究發現步道上的訪客人數達 15 人以上時，明顯降低可目擊之山羌數量，且單日內近距離叫聲所佔比例有隨著訪客人數增加有減少的趨勢，由此可知山羌習性警戒，會隨著遊客量增加而花費額外能量躲避人類。本研究為進一步探討台灣山羌與遊客量及遊憩行為之關係，故選定假日/非假日及不同時段作野外觀察與記錄。

(六) 台灣獼猴相關文獻回顧

台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*) 為台灣除人類以外唯一的靈長類，由於台灣獼猴屬於群居動物，雌性個體具有強烈的留居原出生地 (female philopatry) (Sterck et al., 1997) 的傾向，終其一生幾乎鮮少有遷出社群的狀況，族群的擴張主要是靠社群分裂，因此同一社群、甚至同一區域族群可能屬於同一母系。而雄性個體在 3-4 歲以後會遷出出生群，加入另一社群，終其一生可能更換數個社群，因此族群間的基因交流主要是靠雄猴的播遷。

歷年台灣獼猴前人研究說明如下：

裴家騏(1998)，利用自動照相設備記錄野生動物活動模式，因為台灣山區地形複雜，多數野生動物自然棲息環境的地形陡峭難行或植生茂密，直接觀察的研究方法執行困難。該研究共使用 20 台自動照相設備在本省山區記錄野生動物的活動模式，其中台灣獼猴、台灣鼬獾和藍腹鵲被用來評估由自動照相所得之活動模式的正確性。本研究計算前述三種動物在一日中各小時的活動指標(=各時段所拍到個體數/該時段照相機的工作時數)，台灣獼猴為完全的日行性動物，每日有三個位移的高峰時段，分別在清晨 6:00、上午 9:00-11:00、及下午 14:00-15:00，並比較各時段活動指標的分布模式與過去以直接觀察(或記錄)的方法所得到之活動模式。結果顯示以自動照相所得的活動模式符合「動物的活動(或移動)程度越高，則被自動照相機拍攝到的個體(或照片)數也會越多」的假設前提。

四. 研究方法

(一) 研究範圍

1.研究範圍：福山植物園區開放民眾參觀區域，屬於林業試驗所福山研究中心轄管，面積 30 公頃。

2.相關管制措施

- (1) 入園人數限制：福山植物園於 1993 年開放民眾參觀，為維護園區生態完整性，故進行總量管制措施，入園總量管制措施已執行 20 年，目前入園人數管制量為假日 600 人、平日 500 人。
- (2) 入園預約申請：欲參觀植物園者每位遊客需事先提出申請，於園方核准的日期前往，並於管制站驗證入園許可。
- (3) 開放時間為：每日上午 9：00 至下午 4：00 開放參觀，每週二休園。

(4) 休園措施：每年國曆三月全月休園，為避開植物萌芽、花芽形成及野生動物之主要繁殖季節，以減少遊憩活動對生態之衝擊。

(5) 遊客入園活動管制措施

- A. 遊客於園區內禁止生火、炊煮、烤肉、喧鬧、干擾動物、禁止放生或攜帶寵物入園。
- B. 園區內未設置垃圾桶，遊客需自行將垃圾攜離園區。
- C. 園區內禁止從事各類球類活動與使用擴音器。
- D. 園區內禁止垂釣、捕捉動物或進行植物採集攀折。
- E. 遊客需自備食物飲水入園，園區不販賣任何餐飲。
- F. 不提供住宿服務。
- G. 非植物園區遊客不得進入干擾自然生態。

資料來源：福山植物園官網

3. 園區情形簡述

- (1) 園區遊客使用分佈不均的問題，如停車場、解說站、水生植物池太過擁擠或生態干擾太強。
- (2) 園區野生動物豐富，保有自然覓食習性，在適當遊客數下，可觀察與學習，達成環境教育的目標。
- (3) 園區未有相關研究支持總量管制人數的制定。

(二) 研究內容

依研究目的本研究藉由探討遊憩活動對指標物種干擾情形與社會心理承載量的計算，以計算出園區的遊憩承載量，做為園區總量管制人數制定的參考，研究流程如圖 1 所示：

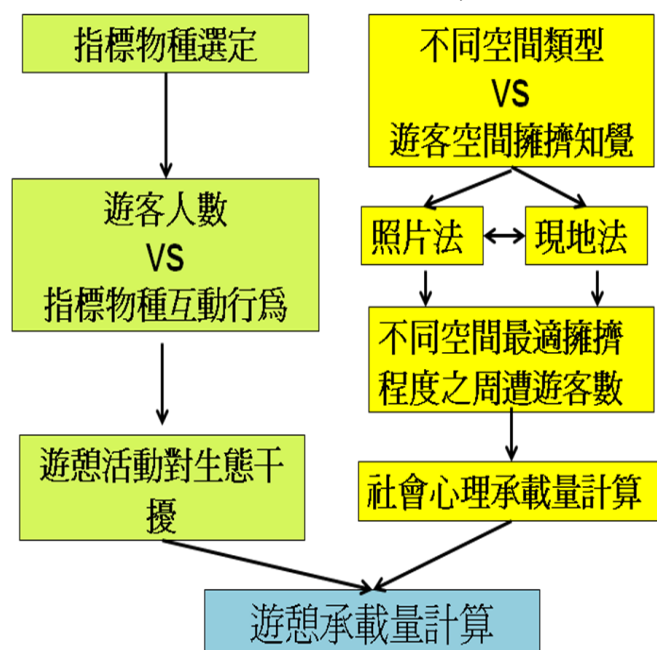


圖 1 研究流程圖

茲將遊憩活動對指標物種干擾情形與社會心理承載量的計算之研究方法與研究內容，分述如下：

第一部分 遊憩活動對指標物種干擾情形研究

(一) 以文獻回顧法整理定義本研究之指標物種及其遊客遇見行為

1. 台灣獼猴與遊客互動行為

本研究參考前人研究 O'Leary and Fa (1993)；高千晴(2004)；劉良力、呂姿沂(2009)；羅柳墀(2011)，將遊客與獼猴互動的行為歸納整理如下：

獼猴遇見遊客行為：(1)自然行為：覓食、進食、理毛、移動、休息。；(2)友好行為：主動靠近遊客。；(3)逃離行為：躲避、逃離。；(4)警戒行為：眼目注視、爬上樹。；(5)敵意行為：威嚇(瞋視、張口威嚇)攻擊行為(包括張口威嚇、追逐、突進、身體攻擊)

遊客遇見獼猴行為：(1)友好行為：眼目注視、小聲討論、大聲驚呼、靠近查看、引誘聲響、引誘動作、拍照、追逐、躲避。；(2)敵意行為：威嚇聲音、威嚇動作。

2. 台灣山羌與遊客互動行為

本研究參考前人研究吳志仁(1990)、陳怡君、王穎(2001)，將遊客與山羌互動的行為歸納如下：

山羌遇見遊客行為：(1)自然行為：攝食、自我修飾、移動、休息。(2)警戒行為：眼目注視、豎耳、躲避、逃離、吠叫。

遊客遇見山羌行為：(1)友好行為：眼目注視、小聲討論、大聲驚呼、靠近查看、引誘聲響、引誘動作、拍照、追逐、躲避。(2)敵意行為：威嚇聲音、威嚇動作。

(二) 以專家訪談法瞭解福山遊客遊憩行為對野生動物之干擾情形

1. 訪談目的、對象與內容

為瞭解福山植物園內之遊客及物種活動情形及選定園區遊客衝擊生態承載量計算的指標物種。於 2011 年 1 月初至 5 月中旬，針對熟悉福山地區之生態、動物專家學者，曾經或正在福山研究中心進行長期監測研究之專家學者為主，共計 5 人。依訪談結果選定台灣獼猴與台灣山羌為指標物種，並選定田野調查樣區、確認田野調查遊客內容與操作方式。

(三) 以田野調查法瞭解福山遊客遊憩行為對野生動物之干擾情形

1. 遊客與台灣獼猴互動行為探討

(1)調查對象：台灣獼猴、遊客。

(2)觀察範圍：主要觀察路線共五條。

(3)調查時段：兩個觀察時段，分別為上午 09：00-11：40，下午 13：00-15：40 及包括假日/非假日以確保研究之準確性。

(4)調查路線：依 2011 年 4-8 月間之基地探勘結果，確認台灣獼猴出現熱點區域，於福山植物園區植物展示區內共劃設 5 條帶狀路線，以確保能完整了解園區之遊客行為造成衝擊之因素為何。

(5)觀察內容：觀察獼猴、遊客其出現位置與數量、與遊客遇見行為、獼猴與遊客之目測距離。本研究暫不考量干擾衝擊指標物種於不同季節、生育期或育兒期之敏感度可能不同的因素，意即將其視為固定變因。觀察行為項目包括：

A. 無反應 (No response)：指遊客或獼猴僅行經路過，並無任何眼神、身體上的接觸及停留。

B. 眼目注視 (Eye contact) 眼目注視則為旅客對獼猴表現觀看行為，或者獼猴對旅客表現觀看行為。

C. 友好行為 (Affiliation) 包括遊客對獼猴表現呼喚、觸摸與揮手、靠近查看或者獼猴對旅客表現靠近、引誘對方的動作。包括：逗弄、呼喚、靠近、餵食、觸摸、興奮。

D. 敵對行為 (Aggression) 為遊客或獼猴出現警戒行為(舉尾、豎耳)、威嚇行為(叫囂聲、

向前驅趕動作)、逃離行為(從地面跑到樹上、往遊客的反方向快速逃離、慢速離開。

(6) **觀察方法**：以步行方式觀測。研究者每次沿著調查路線於園區步道上緩行並觀察周圍區域，遇到猴群則開始記錄。本研究採非參與式觀察法，在不打擾遊客的情況下，紀錄物種最自然之互動情形(林宜君，2003)，記錄方式每 30 分鐘步行瀏覽環境採用對視線所即所有成員進行掃描取樣 (scan sampling)，每次遇見以瞬間記錄法紀錄 10-15 分鐘，記錄獼猴及遊客遇見反應之相關行為 (Altmann, 1974) 與遊客數等。並用數位相機進行攝影，而後觀察樣區四周遊客人數、遊客行為及物種遇見遊客之行為，並在紀錄表上標示物種及遊客出現之位置，及目測遊客與獼猴距離。

2. 遊客與山羌的互動行為

(1) **調查對象**：台灣山羌及遊客

(2) **觀察研究範圍**：陳怡君、王穎(2001)與李景元(2010)指出山羌主要出沒於密林、疏林、半密半疏、草原環境為主，在考量現地符合專家所指認的可能樣區位置，並確認符合林緣特質，於 2011 年 4 月間進行現地勘查後，確認山羌定點觀察樣點四處。

(3) **調查時段**：主要為上午 09：00-11:40，下午 13：00-15:40 兩個時段。

(4) **觀察內容**：觀察遊客其出現位置與數量、與遊客遇見行為、山羌與遊客之目測距離。

(5) **觀察方法**：路線巡視時間為 30 分/次進行瀏覽環境掃描取樣，若遇見物種則立即記錄遇見開始時間並用數位相機進行攝影，而後觀察樣區四周遊客人數及行為及山羌遇見遊客之行為，並在紀錄表上標示物種及遊客出現之位置及目測遊客與山羌距離。

A. 觀察行為細項包括：

B. 無反應 (No response)：指遊客或山羌僅行經路過，並無任何眼神、身體上的接觸及停留。

C. 眼目注視 (Eye contact) 眼目注視則為旅客對山羌表現觀看行為，或者山羌對旅客表現觀看行為。

D. 友好行為 (Affiliation) 包括遊客對山羌表現呼喚、觸摸與揮手、靠近查看或者山羌對旅客表現靠近對方的動作。包括：逗弄、呼喚、靠近、餵食、觸摸、興奮。

E. 敵對行為 (Aggression) 警戒行為(舉白色尾巴、豎耳、吠叫)、逃離行為(快速逃離、慢速離開)

(四)以模擬實驗法探討遊客量與遊客行為對山羌行為的影響

1. 研究架構

經由文獻回顧及本研究之訪談歸納整理，本研究以「實驗法」控制不同遊客量等級及遊客活動類型，以探討遊憩活動與遊客量對指標物種山羌衝擊情形。根據調查結果進行遊憩衝擊分析，並進一步歸納山羌受遊客衝擊程度，並提出後續經營管理建議。

根據前述內容得出本研究之研究變項及研究架構如圖 2 所示。

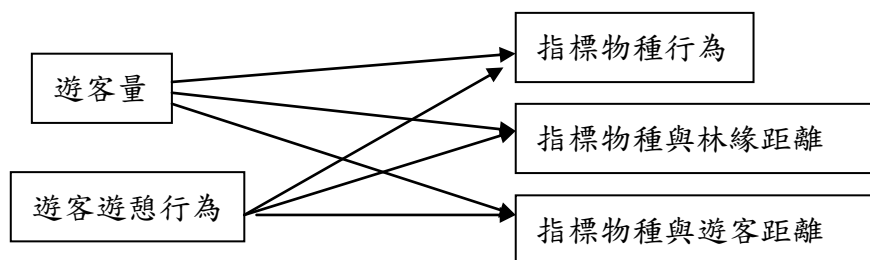


圖 2 研究架構圖

本研究為使後續能確切了解山羌下受遊客干擾所影響，因此，將山羌反應行為分為三大類(詳表 1, 2)：第一類為無反應行為(No Responses)，山羌沒有注意到干擾源或山羌注意到干擾源，但還是持續維持原來自然行為(如休息、覓食等)；第二類為警戒行為(Alert behavior)、第三類為逃離行為(Flight behavior)實驗人員分別記錄 A.在發現目標無顯現警戒狀態之行為、B.警戒(山羌行為眼目注視、豎耳、緩慢移動)、C.開始逃跑(吠叫)，同時記錄在三種狀態下山羌之行為表現，山羌與遊客間之距離；山羌與森林邊緣的距離等(詳圖 3)。

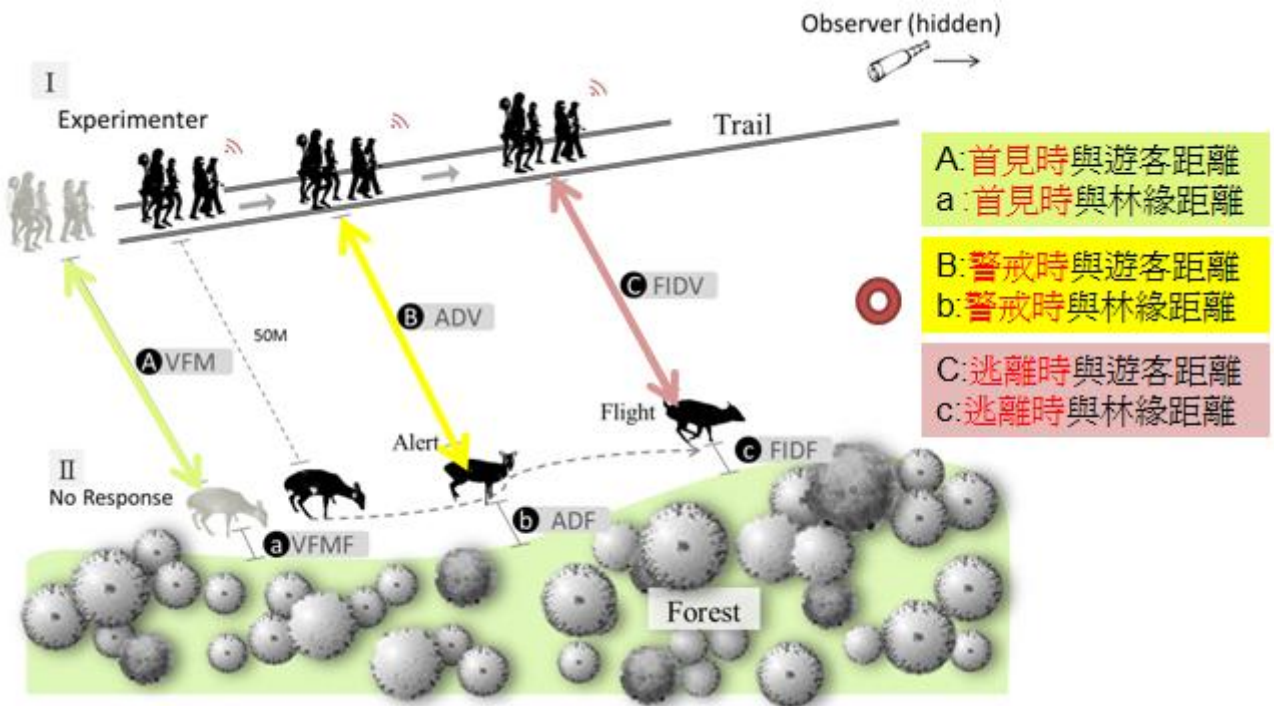


圖 3 山羌與遊客互動模擬試驗示意圖

註 1：A.在發現目標無顯現警戒狀態之行為(如覓食、休息等)、B.警戒時(眼目注視)、C.開始逃離(逃跑躲至庇護區域)上述三者皆為記錄山羌與實驗人員距離及山羌顯現行為。

註 2：a.試驗人員發現目標物時、b 警戒時、c.開始逃離至庇護區域，上述三種狀態紀錄山羌與森林邊緣的距離及山羌顯現行為。

表 1 台灣山羌行為分析表

台灣山羌行為		
攝食行為	自體修飾	停留觀看
		
豎耳	躲避	舉白尾



圖片來源：本研究(同林慧珊論文)

表 2 遊客活動類型對受遊憩干擾物種行為歸類細項

台灣山羌行為分類	行為細項	山羌受干擾等級 (干擾強度 1(低)→5(高))
自然行為	攝食行為、自我修飾、標識行為、休息行為、排泄行為。	1
警戒行為	警戒行為 I - 眼目注視、豎耳	2
	警戒行為 II - 躲避	
	警戒行為 III - 逃離、舉白尾	3
	警戒行為 IV - 吠叫	

2. 研究變項

遊客模擬試驗與山羌互動研究之自變項、依變項與外在變項，如表 3 所示。

表 3 模擬試驗研究變項表

自變項	依變項	外在變項
<u>A 模擬遊客量(2 個等級)</u>		1. 調查時段(固定)
1. 5 人		2. 物種遇見遊客之物種個體數(僅選一隻)
2. 20 人	1. 物種遇見遊客之反應行為	3. 物種出現的位置(紀錄)
<u>B 遊憩活動類型</u>		4. 物種性別(紀錄)
1. 慢走小聲說話(70dB)	2. 物種與遊客的距離	5. 天氣(晴天)
2. 快走大聲說話(90dB)	3. 物種與森林邊緣的距離	6. 物種自然生息(非生育期)
<u>C. 步道類型(僅 5 人比較)</u>		7. 生殖狀態(非生育期)
1. 泥土路		(本研究盡量控制外在變項將影響降至最低)
2. 碎石路		

註:由於冬季與夏季日出及日落的時間不同，因此研究時段會有些許調整，以使研究人員可以在視覺能見度清晰的情況下進行實驗。

3. 實驗研究操作內容

(1). 樣區選取

本研究以福山植物園植物展示區之離瓣區及草本植物區作為試驗地點，並由文獻及訪談園區行政人員及過去於當地觀察山羌之學者，了解台灣山羌為晝夜皆有活動之動物，以晨昏頻率最高，分別為早上 5-7 點、中午 10-13 點及下午 4-6 點，且較常出現於林緣空間。依此挑選具半密半疏林相且山羌較常出現之七個環境均質樣區為試驗地點(詳圖 4)。

(2). 實驗研究內容

本研究依據過去文獻及訪談園區行政人員及過去於當地研究山羌的學者，得知山羌活動高峰時段，將實驗時段擬定於園區休園時，分別於晴天之早、中、傍晚進行田野實驗，並控制模擬園區經常出現之不同團體人數擬定 2 種遊客量等級，當接近山羌時，以不同行為及團體數量試驗其反應，以得出遊客之不同變數因子如何影響台灣山羌，其觀察人員設佈於植物展示區內，進行觀察記錄山羌行為、與模擬遊客之距離及與林緣的距離。

Blumstein 等人(2003)提到，許多研究表明逃離起始距離(Flight initiation distance -FID)可以通過許多變項來檢驗(如：群體大小、接近的角度、一年中不同的時間、一天內不同時段、生殖狀態、受庇護距離、目前鎖定的族群是不是獵物、干擾類型等)。為明顯顯現遊憩活動、行為所產生之生態衝擊問題，故設定不同之活動類型及遊客量等級，以瞭解物種之活動個體數及遇見遊客行為受遊客活動之影響情形。



圖 4 互動試驗-山羌與遊客行為研究樣區示意圖

(修改自：福山植物園植物展示區示意圖)

(3). 實驗變項控制與過程說明

模擬遊客皆為經過本研究講習訓練的研究人員，由台北植物園志工支援本研究。現地操作時，先由站點觀察人員確定受測目標物，在實驗起始時確認目標處理物種為休息或覓食，並確認對人類的存在沒有明顯的反應。隨後，利用通訊設備通知模擬遊客人員依指定模擬互動變項進行實驗處理(詳表 7)。其中，試驗人員模擬遊客活動類型以慢速 0.8 m/s、快走 1.2m/s 之恆定速率行進，在試驗開始時持續目視目標個體，進行指定之遊憩行為，並以錄放音機播放預錄之人工聲響至實驗結束。其中”小聲說話”的平均聲響為 70dB；”大聲驚呼”平均聲響為

90dB。當遊客與指標物種兩者處在同一區域，觀察指標物種之遇見行為。實驗站點觀察人員-每個據點 2 人進行指標物種觀察。若發現受測物種出沒，立即通知試驗人員，再由每一組的試驗人員組長帶領受測者至樣點進行實驗。若試驗人員與山羌距離少於 45 公尺，以行走草地方式往後推到與山羌距離 50 公尺以上，再走回碎石步道或泥土步道進行實驗。主要紀錄得項目為物種遇見遊客之反應行為--覓食休息行為、警戒行為(包括山羌行為眼目注視、豎耳、緩慢移動)、開始逃跑(吠叫)等，同時記錄警戒時與逃跑時之山羌與遊客的距離與山羌與森林邊緣的距離。本研究並非針對特定單一山羌進行試驗，試驗時皆以實驗樣區所出現之山羌進行模擬實驗。

4. 資料分析與方法

(1). 樣本敘述

本研究分為七大樣區，各樣點均於園區休園時段(包括星期二休園時間與遊客進園前與離園後的時間)進行模擬試驗，至 2011 年底，共取得 44 筆試驗資料。為使試驗在嚴謹程序下進行，將其中 7 筆因實驗人員發現目標物時不符合操作變項標準予以刪除。

(2). 研究假設及分析方法

本研究運用卡方分析、t-test、多元迴歸來檢驗本研究之研究假設。

第二部分 社會心理承載量的計算之研究

社會心理承載量部分為兩部分進行探討，即使用照片評估法或現地評估法，研究流程與步驟如圖 5 所示。

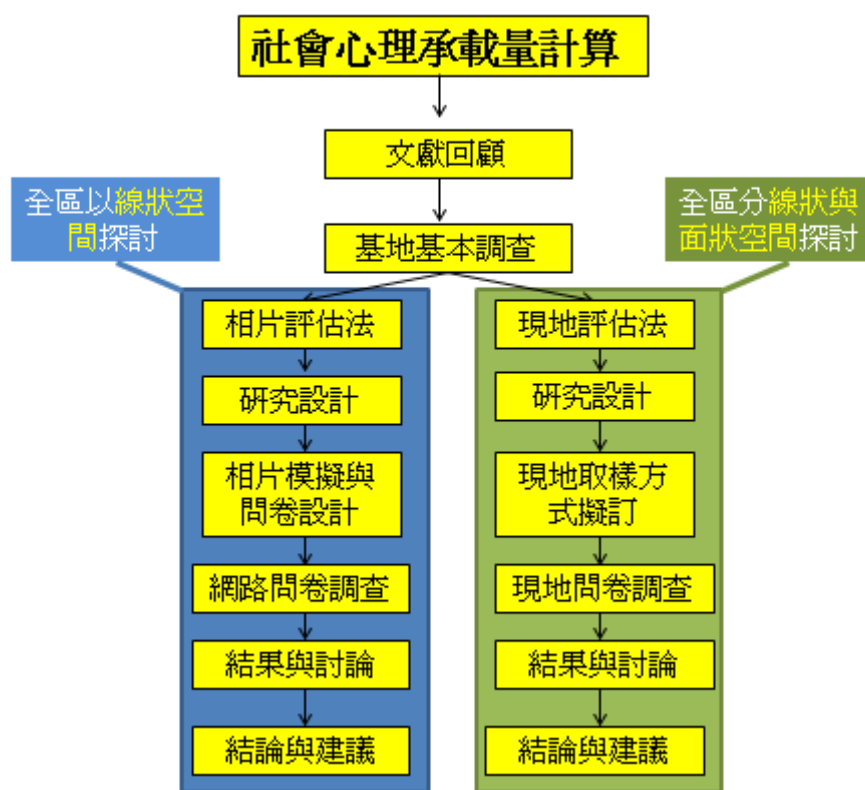


圖 5 福山植物園社會心理承載量研究流程圖

(一) 以照片法探討園區遊客擁擠知覺，並計算社會心理承載量

研究之社會心理承載量計算，以遊客所感受空間的擁擠知覺為計算依據，主要是透過視覺評估法(照

片法)，輔以網路問卷調查法進行資料收集，後續並將所得數據進行統計分析，最後提出結論與建議。其中，相片模擬部分，本研究以福山植物園現地環境中不同帶狀步道空間的環境背景，透過視覺評估法之相片模擬進行不同遊客人數與遊客分布位置之編排組合模擬，旨在探討不同的環境與遊客因素之編排組合差異，對於整體環境及各別同質環境背景下的擁擠知覺。

1. 研究方法

福山植物園主要以帶狀動線串聯全區，雖有面狀空間如水生植物池區，但遊客仍主要分佈在線狀空間中移動為主，故本研究依福山植物園步道周邊環境的特質、步道寬度、欄杆之有無，配合不同的遊客人數及遊客位置之編排，共得 47 張照片。

研究變項說明如下：

- (1) 遊客位置：指相片模擬過程中，模擬人物（遊客）置入於相片帶狀步道空間內的位置，其人物置入位置分別有前景(1 至 20 公尺)及中景(20-90 公尺)兩種模擬類型。
- (2) 遊客人數：指相片模擬過程中，模擬人物（遊客）置入於相片中帶狀步道空間內的數量，其人物數量分別有 0 人、4 人、10 人、15 人四種類型。
- (3) 植栽密度或水體：指研究基地的步道空間兩側樹林密度或水體形式的不同，依植栽密度或水體分別有密林、半密半疏、疏林、開闊、水域五種類型。
- (4) 步道寬度：指研究基地的步道道寬度類型，總共概分有步道寬 1.5 公尺及 3 公尺兩種類型。
- (5) 步道有無欄杆：指研究基地的步道類型是否有欄杆或無欄杆，其有無欄杆共分為碎石步道無欄杆及木棧道有欄杆兩種類型。

將 47 張包含所有園區步道類型的模擬照片做為刺激媒體，配合問卷進行擁擠知覺量測，擁擠知覺量尺係參考 Manning（1999）在 *Studies in Outdoor Recreation* 一書中提到的擁擠尺度，以九點李克特量表尺度進行測量，作為擁擠知覺的測量尺度(圖 6)。問卷以網路問卷進行發放與回收，於 2011 年 5-8 月間進行網路問卷調查，共回收 234 份問卷。在 234 位受測者當中，有效問卷為 197 份，有效問卷達 84.2 %，將回收的問卷進行統計分析，再以模擬照片的人數與擁擠知覺的關係，計算各種空間類行的最適的人數。

1	2	3	4	5	6	7	8	9
一點也不擁擠		有些擁擠			中度擁擠		極度擁擠	

圖 6 測量擁擠的標準化尺度（資料來源：Manning, 1999）

(二) 以「現地調查法」探討園區遊客擁擠知覺，並計算社會心理承載量

研究地點：於園區選定具有園區空間代表性的研究分區，共選定六區，包括「解說站」與「停車場」兩個服務性空間；「水生植物池」與「林下植物區」兩個塊狀空間；及水生植物池全區(含木棧道)與樟櫟天地兩個線狀空間，六個分區如圖 7。茲將研究變項說明如下：

1. 自變項:受測者受測當下周遭遊客數，因本研究採用的是現地調查法，故以在目前總量管制政策下，遊客可遭遇的遊客數為討論的基礎。
2. 依變項：擁擠知覺包括預期擁擠知覺、瞬間擁擠知覺。
3. 外在變項：遊客分布位置、遊客行進方向、遊客活動(如解說)、周邊遊客熟悉度、聲源與強度、周遭靜止人數、移動人數與人群分佈情況，因為本研究採現地調查，外在變項的控制困難，故於問卷調查時，由另一名觀察人員進行觀察記錄以上各外在變項。另外，在停車場部份，則是增加記錄停車場中之車輛數。

4. 本研究採取便利抽樣方式，2013 年 1 月至 9 月於福山植物園之六個研究據點，對遊客進行問卷調查，每個點預定抽取問卷 90 份以上，最後共獲有效問卷 619 份。所得之問卷進行迴歸分析，以求出各分區之最適人數，作為計算園區總量管制人數之參考。



圖 7 「現地調查法」選取福山植物園遊客瞬間擁擠知覺調察地點

五. 結果與討論

第一部分 遊憩活動對指標物種干擾情形研究

(一) 遊客與台灣獼猴互動行為研究

遊客對於台灣獼猴的互動行為包括，消極觀賞行為包括眼目注視，所佔比例最高，拍照與小声討論所佔比例相近，次之，獼猴對於遊客之消極觀賞行為有激烈的反應，產生二級警戒與逃離行為相當多；可見遊客的消極觀察的行為亦會造成很大的影響。遊客友好行為中以靠近查看與引誘聲響的發生比率最高，獼猴會展現出較多一及二級的警戒行為與逃離行為。當遊客消極觀察與做出友好行為時，獼猴會有較高的比例出現張口威嚇的敵意表現，當遊客產生積極行為時，獼猴則主要以警戒與逃離行為為主，幾乎未出現威嚇，可見獼猴也像人類，似有欺善怕惡得傾向。遊客的積極主動的行為只佔觀察總行為比例的 18% (表 4)。

遊客採消極觀賞行為時，如圖 8 有較高比例的自然行為的發生，其他各種行為也都會發生(包括友好、警戒、逃離與威嚇等)，當遊客採取友好靠近與誘引行為，獼猴會反映出較高比例的警戒與逃離情形，當遊客積極追逐驚呼時，獼猴較容易主要反應為警戒逃離，幾乎無威嚇反應。

表 4 遊客與獼猴遇見展現互動的行為分析表

行為細項			台灣獼猴行為分類											
			自然 行為 0		友好 行為 1		警戒 行為 I 2		警戒 行為 II 3		逃離 行為 4		敵意 行為 5	
			覓 食	理 毛	靠近	眼目 注視	豎尾	爬上 樹	搖樹 枝	躲避	逃 離	張口 威嚇		
消極觀賞 行為 55%	眼目 注視	47%	42.7	2.4	4.9		0		43.9	6.1				
	小聲 討論	27%	29.7	0	4.3		34.1		29.7	2.1				
	拍照	26%	20	0	28.9		28.9		22.2	0				
	平均		30.8	0.8	12.7		21.0		31.9	2.7				
友好 行為 26%	靠近 查看	78.3 %	18.5	1.5	24.6		23.1		30.8	1.5				
	引誘 聲響	21.7 %	23.4	1.5	23.5		17.6		29.4	5.9				
	平均		19.3	1.2	24.1		22.9		30.1	2.4				
積極主動 行為 18%	大聲 驚呼	73%	7.3	0	31.7		34		22	0				
	追逐	18%	20	0	20		30		30	0				
	嚇阻 聲音	4%	0	0	50		0		50	0				
	嚇阻 動作	5%	0	0	33.3		0		66.7	0				
	平均		6.8	0.0	33.8		17.2		42.2	0.0				
害怕行為 0%	躲避	100 %	0.0	0.0	0.0		0.0		0.0	100.0				

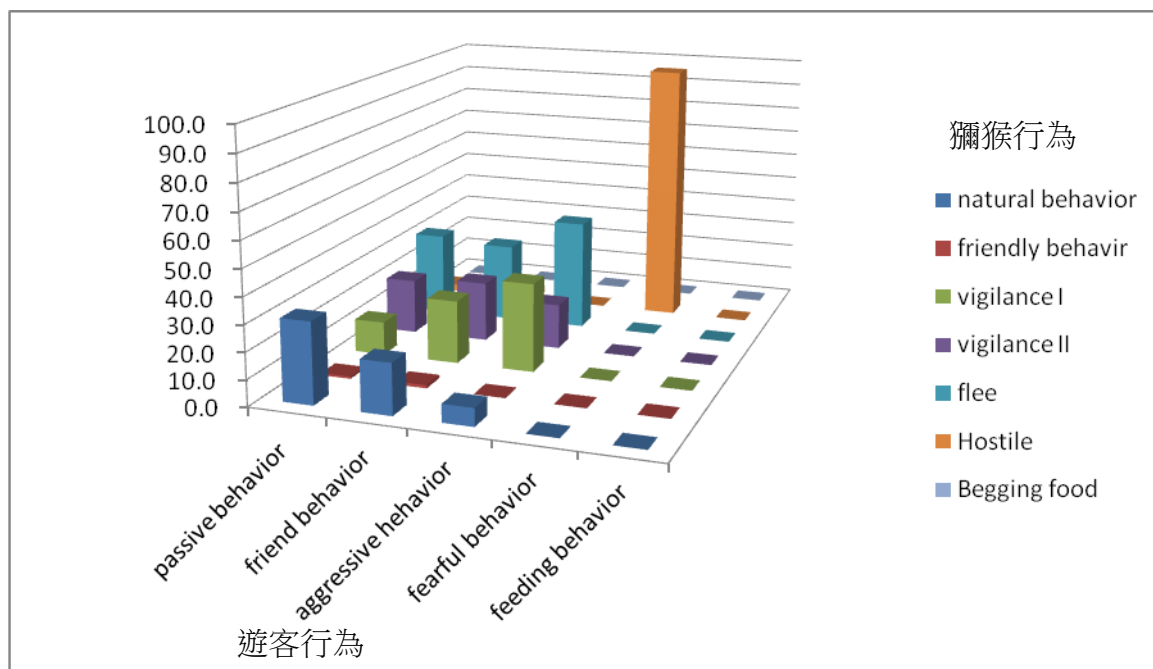


圖 8 遊客與獼猴遇見行為交叉分析圖

未成年遊客在野生動物出現時，大多因為好奇想親近動物，常會有大聲呼喊、追逐查看等行為出現，其中，每遇見獼猴時，若遊客中「有未成年者」與「皆為成年人」之團體相較，出現對獼猴大聲驚呼行為比例為 15.2%：12.7%，有未成年者顯著高於無未成年者，顯示當有未成年的小孩在遊客群體中，遇見獼猴時，常用大聲驚呼來表達驚喜與追逐查看之行為反應，由卡方檢定測驗遊客中「有未成年者」與「皆為成年人」之團體其出現對獼猴有追逐查看行為之比例發現，當遊客中「有未成年者」，出現對獼猴追逐查看行為的比例顯著高於遊客「皆為成年人」之團體(5.1%>0.0%)(如表 5 所示)。

表 5 遊客遇見獼猴之不當行為與遊客中有無未成年者之關係交叉分析

		團體中有無未成年者				χ^2	<i>p</i>
		無		有			
		n	%	n	%		
追逐查看	有	0	0.0	4	5.1	12.429	0.000***
	無	59	74.7	16	20.3		
大聲驚呼	有	10	12.7	12	15.2	13.778	0.000***
	無	49	62.0	8	10.1		

註：1.有效樣本 79 筆

2p<0.05*；p<0.01**；p<0.001***

台灣獼猴與遊客之遇見情形之分析結果詳圖 9，發現 5 人以下共計遇見 56 次(70.8%)；6-10 人團體遇見為 14 次，佔 18%；11-20 人團體遇見 4 次，佔 5%；20-30 人團體僅遇見 5 次，佔 6%，因此推論遊客群體人數較少時，在福山植物園較有機會看到獼猴，人數的多寡可能影響發出的聲音進而影響到獼猴與遊客遇見行為發生的平均距離，小團體遊客較有機會近距離觀察到獼猴，建議以低於 5 人之小團體遊園以觀察野生獼猴。

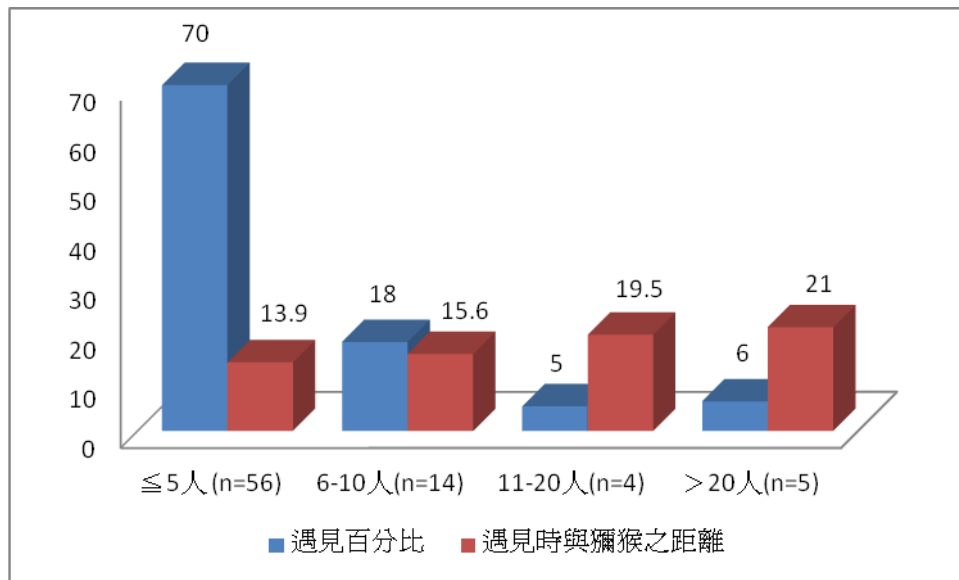


圖 9 不同遊客群體大小遇見獼猴的比例與遇見距離分析圖

從獼猴遇見遊客距離小於 15 公尺，佔 46 次(67%)、距離 15 公尺以上，佔 23 次(33%)。獼猴逃離現場 5 公尺以上距離共 33 次、躲避共 8 次；獼猴遇見遊客後逃離，約有 63%之獼猴不會再重返樣區，有 28%會繼續待在樣區中，其中有 8%之獼猴會於 0-5 分鐘內重返樣區、1%之獼猴會於 5-10 分鐘後重返樣區(詳表 6)，由此推論遊客對於獼猴之干擾程度，可能會使獼猴受到干擾後，暫時離開原本活動範圍，但由田野觀察期間發現，遊客活動於園區中，並不至於造成獼猴永久離開其原本活動範圍，由此可看出福山植物園中遊客行為對獼猴之衝擊不大，尚在干擾的合理範圍。

表 6 台灣獼猴與遊客遇見距離與有否重返樣區分析表

遇見距離與有否重返樣區細項		百分比(%)
台灣獼猴與遊客 距離	距離 15 公尺以下	67%
	距離 15 公尺以上	33%
重返樣區	不再重返樣區	63%
	繼續待在樣區	28%
	0-5 分鐘內	8%
	5-10 分鐘後	1%

(二) 台灣山羌與遊客遇見行為結果

在試驗期間共收集山羌與遊客互動次數 73 次，平均每天有 5-6 次樣本觀察，每次僅觀察一隻山羌之行為，共獲得 69 筆數據。當遊客遇見山羌時有 74 % 的遊客會採取被動行為如觀察、小聲討論或拍照。有 70.9 % 的山羌表現出警戒行為或逃離行為。若遊客遇到野生山羌表現出的行為包括靠近查看，大聲驚呼與追逐，山羌的逃離行為劇增 48.9 %，吠叫的行為也增加。另外在我們研究期間並未觀察到遊客遇見山羌時，會有害怕或餵食山羌的行為 (表 7)。

表 7、遊客與山羌遇見展現互動的行為種類與數量（單位：%）

行為細項			山羌行為分類							
			自然行為		警戒 I		警戒 II	逃離		多種意涵
			攝食	自我修飾	眼目注視	豎耳	躲避	逃離	豎尾	吠叫
			95%	5%	82.5%	17.5%	100%	78.2%	21.8%	100%
遊客行為分類	消極觀賞行為 74%	拍照	11%	10.1	10.1	1.4	14.5	0		
		眼目注視	62%	65.2	60.9	15.9	66.7	2.9		
		小聲討論	27%	26.1	27.5	4.3	29	1.4		
		Mean (直向)		33.8	32.8	7.2	36.7	1.4		
	友好行為 14%	靠近查看	88%	18.8	14.5	1.4	20.3	1.4		
		引誘聲響	6%	1.4	1.4	0	1.4	0		
		引誘動作	6%	1.4	1.4	0	1.4	0		
		Mean (直向)		7.2	5.8	1.4	7.7	1.4		
	積極主動行為 12%	大聲驚呼	67%	11.6	7.2	2.9	15.9	1.4		
		追逐	31%	4.3	1.4	0	8.7	1.4		
		嚇阻動作	2%	0	0	1.4	0	0		
		Mean (直向)		5.3	2.9	0.7	8.2	08		

山羌非常容易受到遊客行為的干擾，即便遊客只是被動的行為，山羌仍會出現警戒與逃離的反應。

當遊客活動的干擾強度增加，山羌的受干擾的反應強度也會增加(如圖 10)。

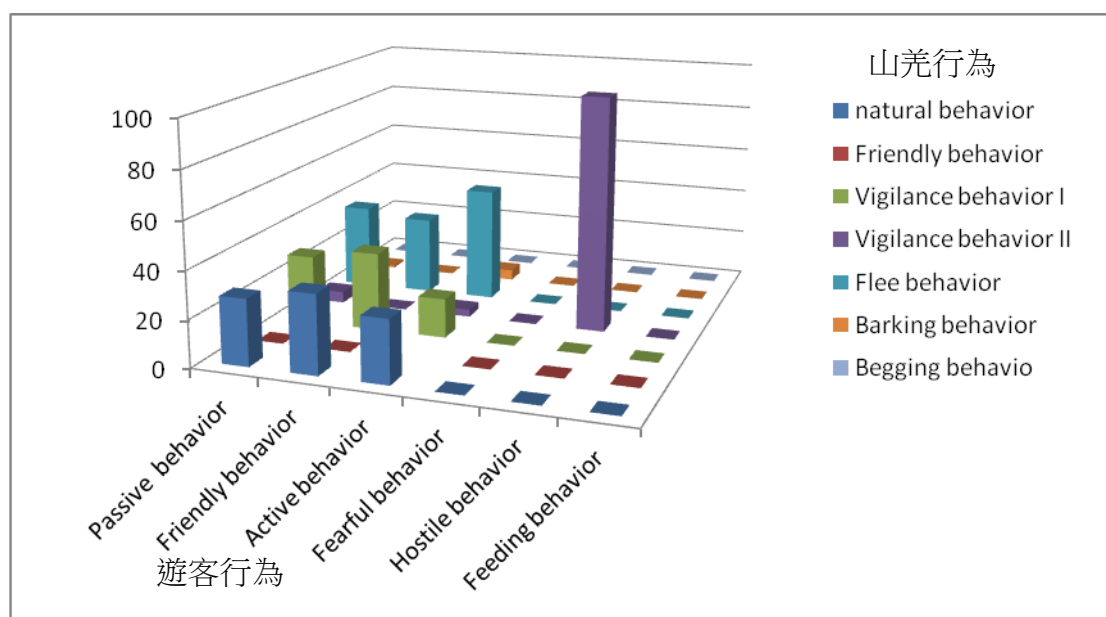


圖 10 遊客與山羌遇見行為交叉分析圖

由卡方檢定發現當遊客團體中有小孩時，追逐山羌與大聲驚呼的行為比沒有小孩的團體顯著較多(表 8)。

表 8. 遊客遇見山羌之不當行為與遊客中有無未成年者之關係交叉分析

		團體中有無未成年者				χ^2	p
		無		有			
		n	%	n	%		
大聲驚呼	無	48	69.6	8	11.6	0.625	0.010**
	有	7	10.1	6	8.7		
追逐	無	53	76.8	10	14.5	8.739	0.003**
	有	2	2.9	4	5.8		

註 1：69 個有效樣本

2.*：<0.05，**：p<0.001，***：p<0.005。

(三) 以模擬實驗法探討遊客量與遊客行為對山羌行為的影響

本研究在不同遊客量 5，20 人的遊客數情形下，以無母數兩獨立樣本檢定以 Mann-Whitney U 檢定法山羌活動距離，研究結果顯示在遊客 5 人時，警戒時山羌與遊客平均距離為 38.6 公尺；山羌遇見遊客之「警戒距離」在遊客 20 人比 5 人時，警戒距離增加約 12 公尺，與林緣的距離縮短 3.8 公尺；逃離時遊客與山羌距離也增加約 10 公尺，山羌與林緣的距離縮短 4.3 公尺，以無母數分析檢定皆達顯著水準，即顯示遊客團體大時，較容易驚嚇山羌，導致其逃離活動地點，除干擾生態外，遊客也因此失去近距離觀察之機會(詳表 9)。

表 9 遊客人數與台灣山羌之活動距離之差異分析

研究變項		N	山羌警戒距離 (M)			山羌逃離距離平均 數		山羌移動距離平均數	
			警戒起 始距離 (遊客)	多次警 戒距離 (遊客)	警戒山 羌與林 緣距離	逃離起 始平均 距離	逃離時 與林緣 距離	(遊客) 警戒至逃 離移動距 離	(林緣) 警戒至逃 離移動距 離
遊客 人數	5 人	8	38.63	20.13	7.75	16.49	5.25	9.81	2.50
	20 人	8	48.25	47.75	3.88	38.25	0.94	9.50	2.94
Z 值			-1.63	-2.79	-2.26	-2.59	-2.26	-0.32	-0.58
p 值			0.103	0.005***	0.024*	0.01*	0.024*	0.750	0.563

註 1：試驗地為碎石步道類型。

2. *：<0.05，**：p<0.001，***：p<0.005。

當遊客 5 人時比較兩種不同的遊憩干擾強度即遊客慢走小聲說話或快走大聲說話，發現山羌警戒時，山羌與遊客的起始與多次警戒距離與山羌對林緣的警戒起始距離，以 Mann-Whitney U 法檢定發現，山羌活動距離皆無顯著差異；但逃離起始距離山羌於遊客小聲慢走時，山羌與林緣的距離顯著的長於遊客大聲驚呼與快走，但遊客 5 人時，山羌逃離時與遊客的距離、山羌從警戒到逃離時向林緣移動的距離、山羌從警戒到逃離時與遊客距離的變動量並無顯著差異(詳表 10)。

表 10 遊客人數 5 人及兩種遊憩活動干擾強度對台灣山羌之警戒與逃離距離之差異分析

	小聲慢走 N=4 Mean (m)	大聲快走 N=4 Mean (m)	t 值	P 值
山羌警戒距離				
山羌 vs 林緣 警戒起始距離	8.75	6.75	1.08	0.32
山羌 vs 遊客 起始警戒距離	32.5	44.75	-1.05	0.34
山羌 vs 遊客 多次警戒距離	31.88	40.25	-1.09	0.32
山羌逃離距離				
山羌 vs 林緣 逃離距離	8.25	2.25	2.9	0.03*
山羌 vs 遊客 逃離距離	25.5	32.13	-0.99	0.36
山羌移動距離				
山羌警戒至逃離移動距離(林緣)	0.5	4.5	-1.59	0.16
山羌警戒至逃離移動距離(遊客)	7	12.63	-0.46	0.66

註 1. 試驗地為碎石步道類型。

2. *: <0.05, **: p<0.001, ***: p<0.005。

當遊客 20 人時比較兩種不同的遊憩干擾強度即遊客慢走小聲說話或快走大聲說話，發現山羌警戒時，山羌與遊客的起始警戒距離，以 Mann-Whitney U 檢定法山羌活動距離有顯著差異，但山羌對林緣的警戒起始距離與山羌，確無顯著差異；在逃離起始距離方面，山羌於遊客小聲慢走時，山羌與林緣的距離與遊客大聲驚呼與快走時並無顯著差異；在遊客 20 人時，山羌逃離時與遊客的距離、山羌從警戒到逃離時向林緣移動的距離、山羌從警戒到逃離時與遊客距離的變動量並無顯著差異。

綜觀表 11 與表 12，兩個試驗區皆為碎石步道，雖然說話的音量為自變項，並且有效的控制音量，但 20 人同時步行時發出的聲音相當大，山羌是聽覺警戒型的動物，其影響可能比原先研究設計的音量處理對山羌的干擾強度更強，故山羌與遊客的警戒距離會顯著的大於小聲慢走，但在 5 人的遊客數就未見此情形(詳表 11, 12)。

表 11 遊客人數 20 人及兩種遊憩活動干擾強度對台灣山羌之警戒與逃離距離之差異分析

	小聲慢走 N=4 Mean (m)	大聲快走 N=4 Mean (m)	t 值	P 值
山羌警戒距離				
山羌 vs 林緣 起始警戒距離	5	2.75	1	0.38
山羌 vs 遊客 起始警戒距離	40.25	56.25	-3.72	0.01*

山羌 vs 遊客 多次警戒距離	40.13	55.38	-3.27	0.02*
山羌逃離距離				
山羌 vs 林緣 逃離距離	1.38	0.5	1.4	0.21
山羌 vs 遊客 逃離距離	34.0	42.5	-1.06	0.33
山羌移動距離				
山羌警戒至逃離移動距離(林緣)	3.63	2.25	0.71	0.51
山羌警戒至逃離移動距離(遊客)	6.13	12.88	-0.81	0.45

註 1.試驗碎石步道類型

2. *：<0.05，**：p<0.001，***：p<0.005。

另外，遊客行走於泥土路或碎石路對山羌行為干擾之研究，山羌之警戒距離與逃離起始距離皆縮短約 16 公尺(詳表 12)，因此建議園方應盡量不要採用會發出較大聲響的碎石路面，並且建議遊客遊園團體人數盡量不超過 5 人，且以慢慢靠近及小聲討論的活動方式遊園，如此對山羌干擾小，較不會驚動野生動物，遊客才能有機會近距離觀察野生動物。因山羌本身屬林緣活動型動物，且為對遊客干擾敏感的物種，但只在特定分區出現，故無法用於推估全園區的承載量計算。

表 12 步道類型對台灣山羌之警戒與逃離距離之差異分析

	試驗步道類型		統計值	
	泥土	碎石	t 值	P 值
	N=11 Mean (m)	N=11 Mean(m)		
山羌警戒距離				
山羌 vs 遊客警戒起始距離	29.18	45.18	3.11	0.01**
山羌 vs 林緣警戒起始距離	8.18	9.18	0.22	0.83
山羌逃離距離				
山羌 vs 遊客逃離起始距離	20.18	36.32	3.28	0.004***
山羌 vs 林緣逃離起始距離	2.36	6.82	2.12	0.05*
山羌移動距離				
山羌 vs 遊客警戒至逃離距離	9	8.86	-0.03	0.98
山羌 vs 林緣警戒至逃離距離	2.36	4.09	-0.38	0.71

註 1：5 人遊客團體進行試驗。

2. *：<0.05，**：p<0.001，***：p<0.005。

(三) 以照片法探討園區遊客擁擠知覺，並計算社會心理承載量

從步道周邊不同植栽密度之平均值採李克特九點量表來看，模擬遊客位於前景時，在密林與疏林之植栽密度，其遊客人數為 15 人時擁擠知覺為最高，分別為 6.65 與 7.16，次為 10 人、4 人，而沒有人使用則為最低。整體經由檢定結果發現，步道空間內的遊客人數不同對於擁擠知覺情形有顯著差異，表示不同的使用人數會影響擁擠知覺的感受，即步道空間內使用人數越多擁擠知覺會越高，人數越少時則反之(圖 11、圖 12)。

進一步以前景、中景之擁擠知覺進行比較，由圖 11、圖 12 可發現，在相同環境背景與遊客人數條件下，當遊客分佈於前景時擁擠知覺與中景之擁擠知覺有顯著差異，以九點量表分析，其中遊客 15 人位於中景時，使用者的擁擠知覺評值介於 3-4 之間，而同樣遊客人數 15 人位於前景時，使用者擁擠知覺評值則介於 6-7 之間，兩者擁擠評值有顯著差異，當遊客位置位於中景時（即前方遊客與使用者相距在 20 m 以上），會明顯減弱使用者擁擠知覺。

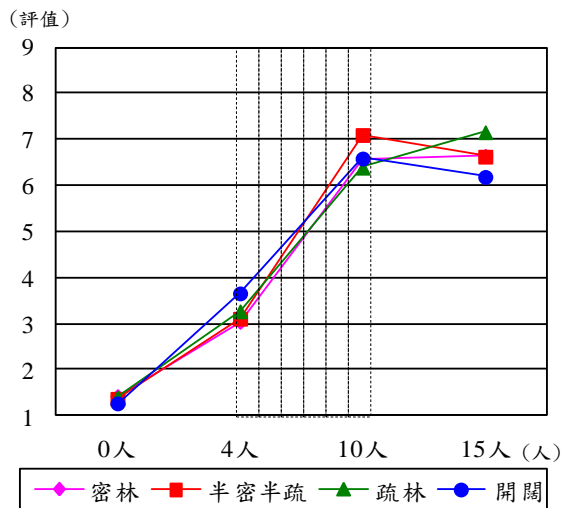


圖 11 無欄杆 3 公尺寬步道遊客位置分佈於前景，步道兩側不同植栽密度與遊客人數之擁擠知覺圖

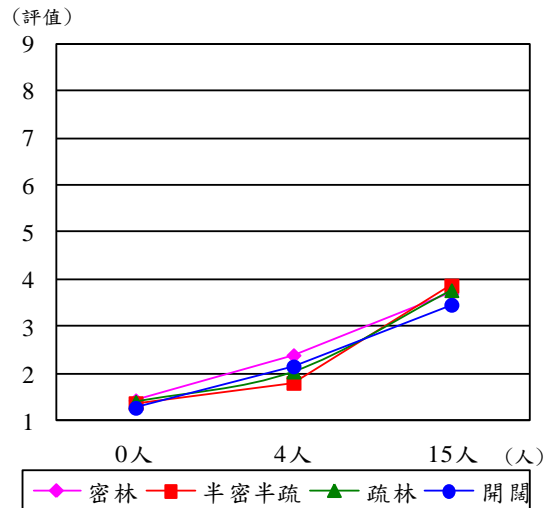


圖 12 無欄杆 3 公尺寬步道遊客位置分佈於中景，步道兩側不同植栽密度與不同遊客人數之擁擠知覺圖

於有欄杆 1.5 公尺寬木棧道，遊客位置分佈於前景與中景，步道周邊環境在不同的植栽密度之擁擠知覺，在沒有人使用情況時，使用者擁擠知覺最低，而疏林之 1.66 則稍高於水體之 1.59，而水體的擁擠知覺又稍高於密林（1.53），該分析數值皆介於 1 至 2 不擁擠之評值，正如預期步道空間內沒有人時，一點都不擁擠。擁擠知覺的平均數會隨者遊客人數的增加而升高（如圖 13, 14），而擁擠度增加。以 Scheffe 事後檢定比較發現，人數 10 人時的擁擠知覺顯著高於 4 人，表步道空間內不同使用人數會影響擁擠知覺，在步道空間內的遊客人數越多會越擁擠，反之則越不擁擠。

本研究也進一步發現，水體的擁擠知覺在沒有人使用情況下會稍高於密林，但當相片置入遊客人數後，不論是 4 人或 10 人，其水體的擁擠知覺皆會比密林或疏林之評值低，推論可能由於水體的開闊環境會削減步道空間內遊客人數所造成的擁擠感受所致。

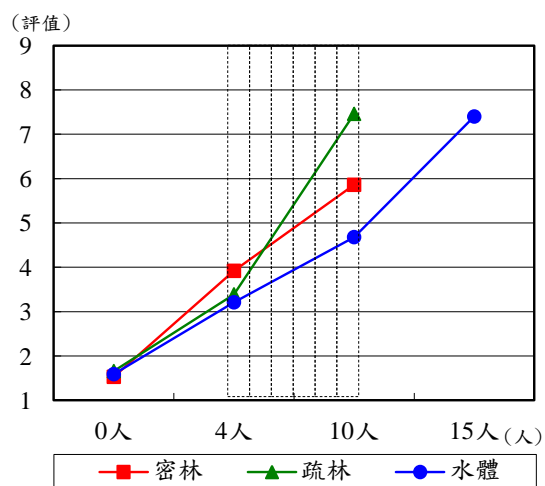


圖 13 有欄杆 1.5 公尺寬木棧道遊客位置分佈於前景，在步道兩側不同植栽密度或水體下，與遊客人數之擁擠知覺圖

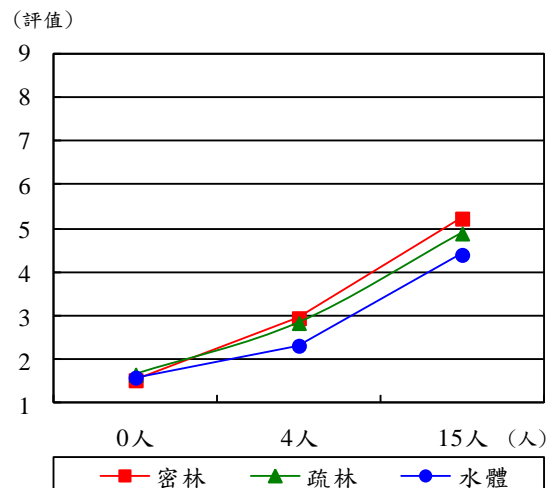


圖 14 有欄杆 1.5 公尺寬木棧道遊客位置分佈於中景，步道兩側不同植栽密度或水體下，與遊客人數之擁擠知覺圖

由上述遊客人數與遊客分佈位置對於相同環境背景之比較分析結果發現，相同步道空間內，周邊環境之植栽密度的不同對於使用者的擁擠知覺感受評值，其密林、半密半疏、疏林、開闊、水體之平均數皆為遊客人數 15 人或 10 人時會顯著高於 4 人及沒有人使用時之擁擠知覺。因此，相同環境背景下，步道空間內不同的使用人數與遊客分布位置的差異會明顯影響使用者整體擁擠知覺。研究也發現，值得一提的是當受測者距使用者 20 公尺以上時，擁擠度幾乎都低於中間值 5，所以只要距離遠即可控制可能產生過度的擁擠感。

(一) 植物園最適遊客人數之計算與建議

經由遊客人數與遊客分佈位置對於相同環境背景之比較分析後，本研究將進一步透過上述研究所提供之數據進行不同環境步道之最適使用人數計算。因此，後續最適遊客人數計算之分數取決標準，本研究將透過擁擠到中度擁擠前做為計算範圍，即取用 4 分與 5 分之擁擠知覺分析結果進行人數計算與推估。

表 13 不同環境因子與遊客位置分佈於前景或中景時，最適遊客人數分析表

項目				擁擠知覺(1 至 9 分)人數	
步道寬度	有無欄杆	前景/中景	植栽密度	4 分	5 分
3 公尺	無欄杆	前景	密林	5 人	7 人
			半密半疏	5 人	7 人
			疏林	5 人	7 人
			開闊	5 人	7 人
		中景	密林	-	15 人
			半密半疏	-	15 人

1.5 公尺			疏林	-	15 人
			開闊	-	15 人
	無欄杆	前景	密林	3 人	5 人
		中景	密林	7 人	10 人
	有欄杆	前景	密林	4 人	7 人
			疏林	5 人	6 人
			水體	7 人	11 人
		中景	密林	10 人	15 人
			疏林	11 人	15 人
			水體	13 人	15 人

福山植物園主要人行步道全長約為 3,010 公尺，本研究之遊客社會心理承載量計算將以步道寬度及周邊植栽密度進行評估予以計算之。計算公式為：(同質環境背景之步道長度/公尺 ÷ 20 (前景與中景之交界距離/公尺)) × 擁擠知覺人數 = 最適承載人數。例如：100 公尺 ÷ 20 公尺 × 5 人 = 25 人(該段步道最適承載人數)，依此計算

研究分析結果如表 14 所示，以擁擠知覺 4 分之有點擁擠做為最適遊客人數評定基準，其結果得知最適建議人數為 581 人；若以擁擠知覺 5 分之中度擁擠做為評定基準，其結果得知最適建議人數為 858 人。然而，本研究係建議應以擁擠知覺 4 分之有點擁擠做為園區最高擁擠知覺之基準取樣為佳，由於若以中度擁擠作為標準，未來將可能造成較低的遊客滿意度以及園區生態的破壞。因此，本研究建議園方可以 581 人做為入園人數限制之規定標準。

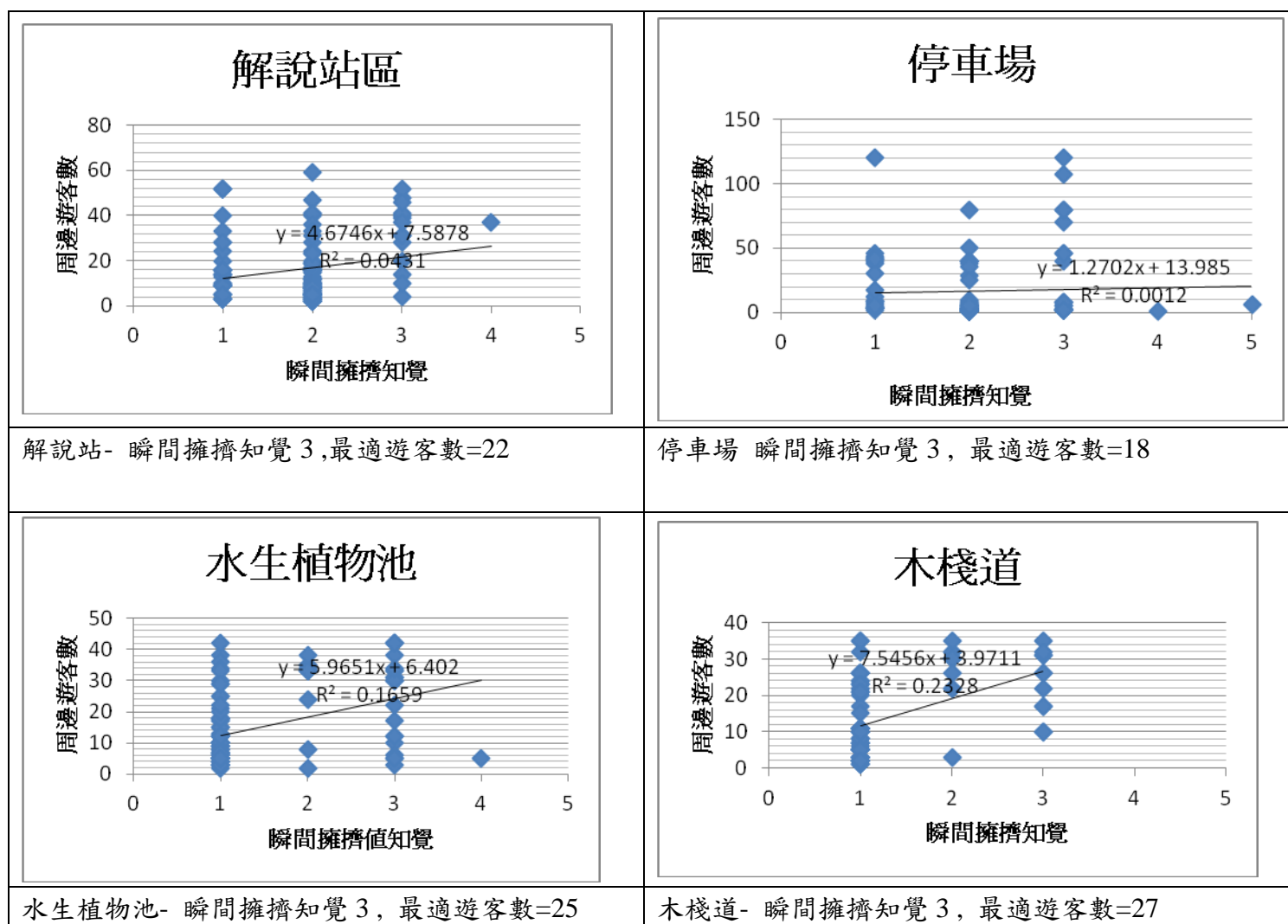
表 14 福山植物園之最適遊客人數計算與分析表

分區	步道長度 (m)	步道寬度 (m)	步道周邊景觀	擁擠知覺 4 分(人)	擁擠知覺 5 分(人)
1	192	3	碎石路密林	48	67
2	68	1.5	木棧道水景	24	37
3	70	1.5	碎石路密林	10	17
4	81	1.5	木棧道密林	12	20
5	417	3	碎石路疏林	104	146
6	452	3	碎石路半密半疏	113	158
7	197	3	碎石路疏林	25	34
8	328	1.5	碎石路密林	49	82
9	122	1.5	木棧道密林	18	31
10	256	3	碎石路疏林	64	90
11	184	3	碎石路開闊	45	64
12	129	3	碎石路半密半疏	14	23
13	212	1.5	碎石路密林	32	53

14	144	1.5	碎石路密林	22	36
總人數				581	858

(四) 以「現地調查法」探討園區遊客擁擠知覺，並計算社會心理承載量

為了解園區之社會心理承載量，以現地調查法在園區六個較為擁擠的代表性空間，藉由問卷調查法了解受測者之周邊不同遊客數對其瞬間擁擠知覺的影響，問卷調查結果顯示，因園區已在執行總量管制的情況下(平日 500 人、假日 600 人入園)，在六區所得的問卷結果顯示，瞬間的擁擠知覺極少有超過 3 的評分等級(李克特 5 點量表)，調查過程中遭遇人數超過 30 人的大型團體的機會相當少，在調查過程中也發現大型團體若受測者與團體成員，同屬一團或正在聽取人員解說，即便遊客人數超過 50 人以上，受測者經常會認為不擁擠或非常不擁擠。將六個調查地點瞬間擁擠知覺與遊客數進行線性迴歸分析，並依各分區迴歸曲線分別計算出瞬間擁擠知覺 3 時的擁擠人數(如圖 15 所示)；對照本研究所調查遊客於園區中各分區分佈的比例計算，全區的瞬間最適遊客數，估算園區可承載人數為瞬間遊客數為 278，若園區一天開放 7 個小時，因大部分的遊客為半日遊，將園區之周轉率以 2 計算，計算得 $278 \times 2 = 556$ 人(表 15)，即得園區最適的社會心理承載量，由此建議園區的總量管制人數為可以增加 10% 即為 550-650 人。



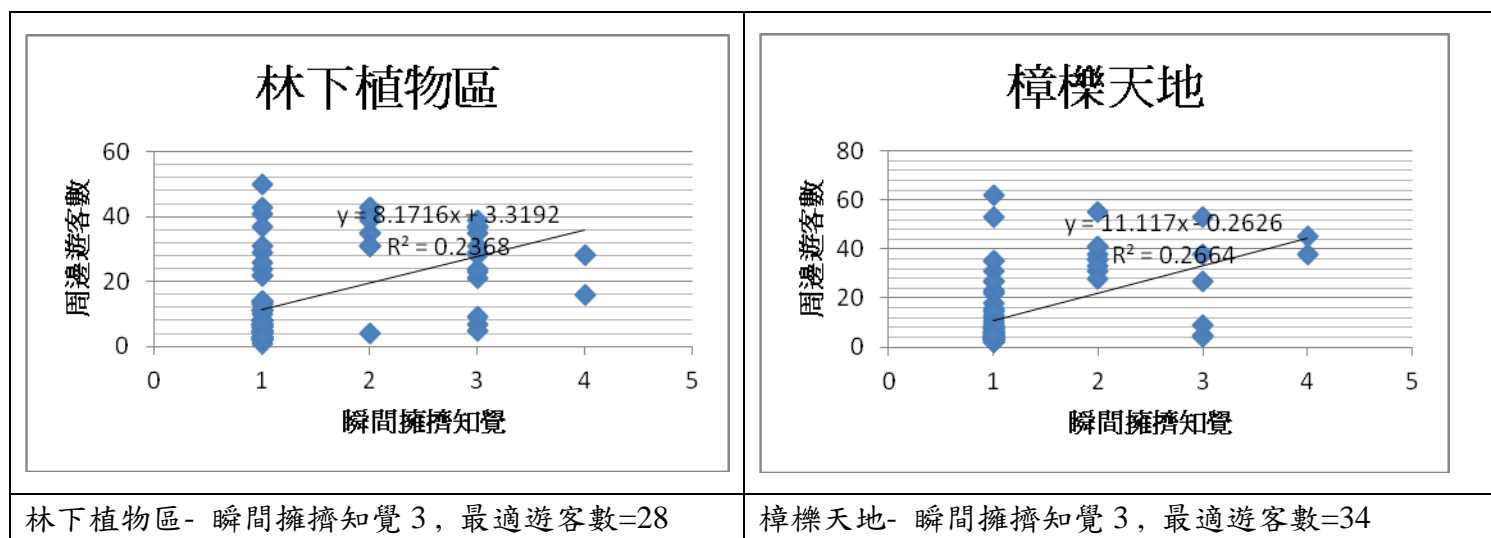


圖 15 六個調查地點瞬間擁擠知覺與遊客數迴歸分析及最適遊客數推算

表 15 遊客於全園各分區分佈比例及園區最適擁擠人數推估表

分區名稱	最高擁擠人數	分區人數比例 (%)	分區名稱	分區人數比例 (%)
解說站區	22	14.0	裸子植物區	13.0
停車場區	18	21.2	杜鵑花區	1.4
水生植物區	25	11.2	離瓣區(山羌出沒區)	12.4
木棧道區	27	2.7	合瓣區	3.1
林下植物區	28	3.6	竹區	2.7
樟櫟天地區	34	2.8	草本植物區	0.4
總數	154	55.4	特用植物區	1.2
			其他	10.3

依此推估園區可承載人數為 瞬間 278，園區一天開放 7 個小時，大部分得遊客為半日遊，以周轉率 2，計算 $278 \times 2 = 556$ 人

六. 結論與建議

台灣福山植物園位於自然原野地帶，從 1993 年起即實施入園遊客人數之總量管制措施，且有嚴格的遊客遊園規範；園區經營管理上則朝向提供遊客深度生態旅遊，及塑造環境教育場所的方向努力。由於遊客管制人數的制定尚無相關研究支持，且目前遊客於園區使用分佈情形不均，水生植物池分區遊客高密度聚集，空間相當擁擠，而人跡罕至之分區反而擁有較完整的生態與野生動物觀察機會，故希望透過本研究重新計算遊客之入園總量管制人數，以使來園區參觀之遊客都能有深度體驗與學習的機會。

本研究嘗試以野生動物為干擾指標物種進行探討，經與台灣生態與野生動物學者專家及園區主管與研究人員訪談後，選定相對較為適合的台灣山羌為指標物種。本研究先以田野調查法針對遊客與山

羌遇見地點與互動行為進行調查與分析，將遊客與山羌遇見行為依干擾程度分為六級，再以現地實驗法配合觀察法探討遊客量、遊客行為類型與步道鋪面類型對山羌遇見行為與警戒、逃離距離的影響，試驗設計分為 5, 20 人的遊客量，以慢慢靠近及小聲討論、快速前進與大聲驚呼等二種遊客行為，以及兩種步道型式(碎石路與泥土路)進行試驗設計。研究結果顯示在遊客 5 人時，山羌之警戒平均距離為 38 公尺；山羌遇見遊客之「警戒距離」在遊客 20 人時比 5 人時，警戒距離增加約 12 公尺；逃離起始距離也增加約 10 公尺，即顯示遊客團體大時，較容易驚嚇山羌，導致其逃離活動地點，除干擾生態外遊客也失去近距離觀察之機會；另外，遊客行走於泥土路上會比碎石路面，山羌之警戒距離與逃離起始距離皆縮短約 15 公尺，因此建議園方應盡量不要採用會發出較大聲響的碎石路面，並且建議遊客遊園團體人數不超過 5 人，且以慢慢靠近及小聲討論的活動方式遊園，如此對山羌干擾小，較不會驚動野生動物，遊客才能有機會近距離觀察野生動物，但仍無法用於推估全園區的承載量，主要因山羌本身屬林緣活動型動物，且為對遊客干擾敏感的物種，只在特定分區出現，故無法進行全區計算。

在探討社會心理承載量方面，本研究以遊客之園區擁擠知覺做為計算社會心理承載量的依據，採照片法與現地法兩種方式，配合結構性問卷進行資料蒐集，再依此計算出園區的社會心理承載量。在照片法評估方面，主要將福山植物園現地環境，依不同步道空間之環境背景類型進行分類，包含周邊環境之不同植栽密度、水體、步道寬度等，再透過於相片中模擬四種不同遊客人數與兩種遊客分布位置(前景與中景)，組合出 47 張照片，作為刺激媒體，於 2011 年 5-7 月間進行網路問卷調查，共回收有效問卷共 197 份，有效問卷達 84.2 %。在步道寬 1.5 與 3 公尺無欄杆之碎石步道，且遊客位於前景時，將不同空間的周邊遊客數對擁擠知覺情形做迴歸分析，依道路兩邊不同的密林、半密半疏林、疏林、開闊等情形計算各區段的最適遊客數後，進行累加以求出福山植物園之社會心理承載量。在李克特 9 點量尺下，若以擁擠知覺 4 分，即有一些擁擠做為最適遊客人數計算基準，計算出最適建議人數為 581 人；若以擁擠知覺 5 分，即以中間值為評定基準，則最適建議人數為 858 人，依此建議園方以 581 人做為入園人數限制之標準。

在現地評估法部分，本研究依研究目的將植物園現地空間分為線狀與面狀空間進行研究，選擇具有代表性且空間六處，以受測者周邊遊客人數與受測者遊客擁擠知覺探討，因現地問卷調查時，外在影響因子眾多，故以結構式問卷輔以現地觀察法進行資料收集，且將相關可能影響因子加以記錄並導入後續分析。研究於 2013 年 4-6 月間於福山植物園現地進行，共獲得有效問卷 619 份。研究結果發現：在六個試驗區中，現地遊客擁擠知覺調查的結果顯示在李克特 5 點量表尺度下，各試驗分區遊客擁擠知覺皆低於 3，顯示在六個試驗空間現況使用皆是不擁擠的情形，主要因為園區已在總量管制下，在各試驗分區中現地高於 30 人之周邊遊客人數處理相當少見，現地數據取得上實有困難，故本研究進一步以線性迴歸的方適進行推估社會心理承載量，估算園區可承載人數為瞬間遊客數為 278，以園區一天開放 7 個小時，大部分得遊客為半日遊，以周轉率 2 計算得 556 人，其研究結果顯示與照片法的研究相當接近，推算結果顯示，福山植物園的入園管制人數建議可以提高 10%，即以平日 550 與假日 660

人的標準，或維持目前園區的總量管制人數，平日 500 與假日 600 人的標準，亦屬相當適當。本研究之研究結果可供未來福山植物園制定總量管制人數與擬定相關園區遊客經營及管理策略之參考。

註

1.蘇昱儒為本案兼任助理(協助山羌調查工作)，其碩士論文與本研究社會心理承載量研究-相片法共用研究調查方法與數據，但非國科會計畫經費支持

蘇昱儒 2011 步道空間擁擠度對遊客空間知覺之影響—以福山植物園為例 碩士論文 逢甲大學景觀與遊憩碩士學位學程

2.林慧珊為本案兼任助理，其碩士論文與本研究之遊憩生態干擾情形共用研究調查方法與數據，為國科會計畫經費支持

林慧珊 2012 福山植物園之野生生物之遊憩衝擊研究-以台灣山羌及台灣獼猴為例 碩士論文 逢甲大學景觀與遊憩碩士學位學程

3.劉家菁為本案兼任助理，其碩士論文與本研究之社會心理承載量研究-現地評估法共用研究調查方法與數據，為國科會計畫經費支持

劉家菁 2013 空間形式與遊客密度對遊客擁擠知覺及滿意度之影響—以福山植物園為例 碩士論文 逢甲大學景觀與遊憩碩士學位學程

參考文獻

(一) 中文部分

王相華，(1988)，遊樂活動對天然植群之影響及其經營計畫體系，碩士論文，國立台灣大學森林學研究所樹木學組碩士論文，台北。

王惠怡，(2009)，八里休息區社會心理承載量與場景依戀之探討，碩士論文，銘傳大學觀光研究所，桃園。

王皖麟，(2006)，太魯閣國家公園合歡山地區雪季旅遊容許量之評估，碩士論文，國立台灣大學園藝學研究所，台北。

吳志仁，(1990)，動物園台灣山羌行為的研究，碩士論文，國立臺灣師範大學生物研究所，台北。

吳瑞瑜，(2003)，森林遊樂區遊客擁擠知覺之研究-以東勢林場為例，碩士論文，國立中興大學森林學系，台中。

吳義隆，(1987)，玉山國家公園登山宿營地點遊憩容許量評定之研究，碩士論文，國立中興大學都市計畫研究所，台中。

李玲玲，(2004)，全球變遷：長期生態學研究：福山森林生態系—動物傳播造成種子空間分布與密度變化對種子命運之影響(1/3)，行政院國家科學委員會專題研究計畫期中進度報告。

林育正，(2005)，遊憩容納量的研究—以扇平森林生態科學園為例，碩士論文，國立臺灣大學森林環境暨資源學研究所碩士論文，台北。

李景元，(2010)，福山試驗林台灣山羌的棲地利用，碩士論文，國立台灣大學生態學與演化生物學研究所，台北。

林晏州，(1989)，太魯閣國家公園遊憩資源分析與遊憩承載量之研究，內政部營建署太魯閣國家公園管理處委託研究報告，共267頁。

林晏州，(1997)，運用視覺評估法評定遊憩容許量之研究，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，共9頁。

林晏州，(1998)，運用視覺評估法評定遊憩容許量之研究，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。

林晏州，(2002)，玉山國家公園高山步道遊憩承載量調查研究，嘉義：內政部營建署玉山國家公園管理處委託研究報告。

林慧珊 2012 福山植物園之野生生物之遊憩衝擊研究-以台灣山羌及台灣獼猴為例 碩士論文 逢甲大學景觀與遊憩碩士學位學程

紀宜穎，(2006)，高密度遊憩區遊客擁擠知覺與反應，碩士論文，銘傳大學觀光研究所，台北。

高千晴，(2004)，壽山地區人猴互動及遊客對棲息地之衝擊，碩士論文，國立中山大學生物科學研究所。高雄。

曹勝雄、廖秀娟、張德儀、張心美、黃正一，(2000)，陽明山國家公園容許遊憩承載量推估模式之建立，內政部營建署陽

明山國家公園八十九年度研究報告。

梁家祐、蔡秀旻，(2008)，遊客對擁擠、遊憩承載量、遊憩衝擊認知及景點忠誠度之研究，運動休閒餐旅研究，3(4)，1-21。

陳怡君、王穎，(2001)，玉山國家公園瓦拉米地區訪客數量對山羌之影響，國家公園學報 11(1):86-95。

陳昭明，(1981)，台灣森林遊樂需求資源經營之調查與分析，台灣林業，8(8)。

楊武承，(1991)，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，碩士論文，中興大學都市計畫研究所碩士論文，台中。

楊錫麒，(2003)，雪霸國家公園遊憩承載量之研究，內政部營建署雪霸國家公園管理處。

劉良力、呂姿沂，2009，遊客動作幅度與獼猴反應之互動研究，野生動物保育彙報及通訊 13(2):2-21。

劉家菁 2013空間形式與遊客密度對遊客擁擠知覺及滿意度之影響—以福山植物園為例 碩士論文 逢甲大學景觀與遊憩碩士學位學程

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。

劉儒淵，(1996)，戶外遊憩對天然植群之衝擊，中華林學季刊，29(2)：35-38。

劉儒淵、曾家琳，(2003)，合歡山區步道衝擊之研究，台大實驗林研究報告，17(3)：141-151。

歐聖榮等編著，(2007)，休閒遊憩：理論與實務，台北：前程文化。

賴玉菁，(2005)，利用地理資訊系統建構六龜試驗林扇平地區中大型哺乳動物巨棲環境棲地模式，中華林學季刊，38(4):465-476。

羅國瑜，(2002)，社會心理承載量與情緒體驗關係之研究，碩士論文，朝陽科技大學建築及都市設計研究所，台中。

羅柳墀，2011，高雄市柴山地區遊客對臺灣獼猴(*Macaca cyclopsis*)的認知與衝突關係之探討。城市發展

蘇昱儒 2011 步道空間擁擠度對遊客空間知覺之影響—以福山植物園為例 碩士論文 逢甲大學景觀與遊憩碩士學位學程

(二)英文部分：

Altmann, J. 1974. Observational study of behavior : sampling methods. *Behaviour*, 49 : 227—265.

Bentrup G. (2008a). Conservation buffers: design guidelines for buffers, corridors, and greenways. Gen. Tech. Rep. (Asheville, NC: USDA, Forest Service, Southern Research Station.). SRS-109.

Bentrup, G. (2008b). "Flight Initiation Distance Buffers". USDA National Agroforestry Center. Retrieved September 6, 2012.

Blumstein D. T. (2003). "Flight-Initiation Distance in Birds Is Dependent on Intruder Starting Distance". *The Journal of Wildlife Management* (Allen Press) **67** (4): 852–857. Retrieved September 4, 2012.

Bregnballe T., Aaen K., Fox A. D. (2009). "Escape distances from human pedestrians by staging waterbirds in a Danish wetland". *Wildfowl. Special Issue 2*: 115–130. Retrieved September 4, 2012.

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. Department of Forestry and Outdoor Recreation, Utah State University, Logan.

Ceballos-Lascuráin H. 1996. Tourism, ecotourism, and protected areas. IV World Congress on National Parks and Protected Areas, IUCN Protected Area Program. DOI: 10.2305/IUCN.CH.1996.7.en

Chang LS, Wang HH, Kuo G and Lin HS (2012) The Influence of Management Policy on Behavior of Formosan Macaques and Formosan Muntjac in Taiwan – A Case Study of Fushan Botanical Garden. 4th International Ecosummit-Ecological Sustainability Restoring the Planet's Ecosystem Services. 2012.10.1-2012.10.5. Columbus, Ohio State, USA.

Cole, David N. 1994. The wilderness threats matrix: A framework for assessing impacts. Res. Pap. INT-475. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. 14 p.

Cole, D.N. 2000. Biophysical impacts of wild land recreation use. In: Gartner, W.C. and Lime, D. W., eds. *Trends in Outdoor Recreation, Leisure, and Tourism*. Oxon, UK: CABI Publishing, pp. 257-264.

Fernandez-Juricic E., Jimenez M. D., Lucas E. (2001). "Alert distance as an alternative measure of bird tolerance to human disturbance- implications for park design". *Environmental Conservation* 28 (3): 263–269. doi:10.1017/S0376892901000273. Retrieved September 4, 2012.

Hammitt, W. E. and D. N. Cole. (1998). *Wildland recreation: Ecology and management*. (2nd ed.). John Wiley and Sons, Inc. N.Y.

Hidinger LA (1996) Measuring the Impacts of Ecotourism on Animal Populations: A Case Study of Tikal National Park, Guatemala.

- In: Malek-Zadeh E (ed.), The Ecotourism Equation: Measuring the Impacts. Yale F & E Bulletin, p49-59.
- Kruse, L., (1985) "Conception of Crowdings," In Changing Conceptions of Crowd Mind and Behavior. Edited by C. F. Graumann, and S. Moscovici. New York, NY : Springer.
- Laursen K., Kahlert J., Frikke, J. (2005). "Factors affecting escape distances of staging waterbirds". Wildlife Biology 11 (1): 13–19. Retrieved September 4, 2012.
- Leung YF and Marion JL. 2000. Recreation Impacts and Management in Wilderness: A State-of-Knowledge Review. In: Cole, David N.; McCool, Stephen F.; Borrie, William T.; O'Loughlin, Jennifer, comps. 2000. Wilderness science in a time of change conference - Volume 5: Wilderness ecosystems, threats, and management; 1999 May 23–27; Missoula, MT. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15-VOL-5.
- Lucas, R., and Stankey, G. 1974. Social carrying capacity for backcountry recreation. Outdoor Recreation Research: Applying the Results. USDA Forest Service General Technical Report NC-9: 14-23.
- Manning R. (1999). Studies in outdoor recreation. Oregon State University Press.
- Manning R., Jacobi, C., & Marion, J., (2006). Recreation Monitoring at Acadia National Park. Visitor Impact Monitoring, 23(2), 59-72.
- Manning, R. D., Lime, W., Freimund, R. D., and Pitt, D. (1996). Crowding norms at front country sites: A visual approach to setting standards of quality. *Leisure Science*, 18(2): 39-59.
- Nieman, T.J. and Futrell, J. L. (1979). Projecting the visual carrying capacity of recreation areas . pp.420-427. USDA Forest Service, General Technical Report PSW-35.
- O'Leary, H. and J. E. Fa. (1993). Effects of tourist on Barbary macaques at Gibraltar. *Folia Primatol.* 61: 77-91.
- Prato T. (2001). Modeling carrying capacity for national parks. *Ecological Economics*, 39(3):321-331.
- Ruddock M., Whitfield D. P. (2007). "A Review of Disturbance Distances in Selected Bird Species, A report from Natural Research (Projects) Ltd to Scottish Natural Heritage". Retrieved September 4, 2012.
- Shelby, B. & Heberlein, T. A. (1984). A conceptual framework for carrying capacity determination. *Leisure Sciences*, 6, 433-451.
- Shelby, B. & Heberlein, T. A. (1986). Carrying capacity in recreation settings . Corvallis, Oregon: Oregon State University Press.
- Stankey, G. H. (1973). Visitor perception of wilderness Recreation Carrying Capacity. USDA Forest Service, Intermountain Forest and Experiment Station, 62pp.
- Stankey, G. H., & McCool, S. F. (1984). Carrying capacity in recreational settings: evolution, appraisal, and application. *Leisure Sciences* , 6, 453-473.
- 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.
- Wall , G. & Wright , C. . (1977) . The environmental impact of outdoor recreation . Department of Geography Pub . Series , No.11 , University of Waterloo , Waterloo , Ontario , Canada .