

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

自然環境使用者效益之研究--總計畫暨子計畫五：健康生態環境之使用者健康效益(I) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：整合型
計畫編號：NSC 95-2621-Z-002-009-
執行期間：95年08月01日至96年07月31日
執行單位：國立臺灣大學園藝學系暨研究所

計畫主持人：張俊彥
共同主持人：湯豐誠、黃淑玲
計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理：蘇瑋佳、林穎萱
碩士班研究生-兼任助理：張宜婷、彭淑芳
臨時人員：宋冠潔

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96 年 11 月 01 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 ☒ 成果報告
☐ 期中進度報告

自然環境使用者效益之研究-總計畫暨子計畫五：

健康生態環境之使用者健康效益(I)

計畫類別：☐ 個別型計畫 ☒ 整合型計畫

計畫編號：95-2621-Z-002-009-

執行期間： 95 年 08 月 01 日至 96 年 07 月 31 日

計畫主持人：張俊彥 教授

共同主持人：

計畫參與人員：蘇瑋佳、林穎萱、張宜婷、宋冠潔、彭淑芳

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：☐ 精簡報告 ☒ 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- ☐ 赴國外出差或研習心得報告一份
- ☐ 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- ☐ 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- ☐ 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
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

執行單位：國立台灣大學園藝學系

目錄

壹、 前言	1
貳、 研究目的	1
參、 研究假設	2
肆、 文獻探討	2
伍、 研究方法	9
陸、 實證結果與分析	21
參考文獻	25
成果自評	27

本計畫附錄因含多圖檔過大無法上傳，若有需求請聯絡計畫主持人
cycmail@ntu.edu.tw

圖目錄

- 圖 1-1. 環境、使用者及自然生態物種關係圖……1
- 圖 3-1. 研究架構圖……2
- 圖 5-1. 都市綠地(台灣大學校總區)研究基地範圍及樣點位置圖……9
- 圖 5-2. 鄉村環境(南庄獅頭山地區)研究基及樣點分佈圖……10
- 圖 5-3. 自然林地(烏來地區)研究基地範圍及樣點分佈……10
- 圖 5-4. 數化結果圖示例(都市地區)……14
- 圖 5-5. 數化結果圖示例(鄉村地區)……14
- 圖 5-6. 數化結果圖示例(自然林地地區)……15
- 圖 5-7. Biofeedback 儀器裝置過程……18
- 圖 5-8. 受測者觀看四周環境……18
- 圖 5-9. 受測者填寫問卷……18
- 圖 5-10. 生理數值輸出擷取時間軸示意圖……19

表目錄

表 4-1. 城鄉邊界生態差異……	3
表 4-2. 昆蟲物種指標……	6
表 5-1. 景觀生態結構數化類別定義表……	11
表 5-2. 景觀生態結構指數意義……	12
表 5-3. 儀器感應部位說明……	17
表 5-4. 使用者效益實驗流程說明……	17
表 6-1. 不同地區之心理恢復效益比較……	21
表 6-2. 不同地區之昆蟲蟲相調查結果比較……	22
表 6-3. 景觀生態結構指數與注意力恢復效益相關分析表……	22
表 6-4. 景觀生態結構指數與生理放鬆效益相關分析表……	23
表 6-5. 景觀生態結構指數與昆蟲生態相關分析表……	23
表 6-6. 使用者心理恢復效益與生理放鬆效益相關分析表……	24

附錄目錄

附錄一. 調查樣點表……28

附錄二. 注意力恢復力量表中英對照……32

附錄三. 調查樣點景觀結構指數……33

附錄四. 調查樣點數化圖示……36

自然環境使用者效益之研究-總計畫暨子計畫五： 健康生態環境之使用者健康效益(I)

壹、前言

為以永續發展為原則進行城鄉環境規劃，應將「自然生態」與「遊客居民」的健康均納入考量，也就是包括了景觀本體與景觀使用者的健康。在景觀評估及環境認知研究方法中，大多運用心理學、社會學的理论方式進行探討，近年來更有學者應用生理回饋(Biofeedback)等科學測試方式，進行自然景觀對於心理生理效益作用之探討。因此，本研究將針對景觀生態結構與民眾之間的關係進行，並應用心理學注意力恢復理論以及生理回饋(Biofeedback)儀器，進行景觀生態結構對使用者生心理效益影響之研究。結合現地生態調查資料，討論健康的生態與健康的使用者之間關係，以及人類、環境、生態之間的關係如何變動。

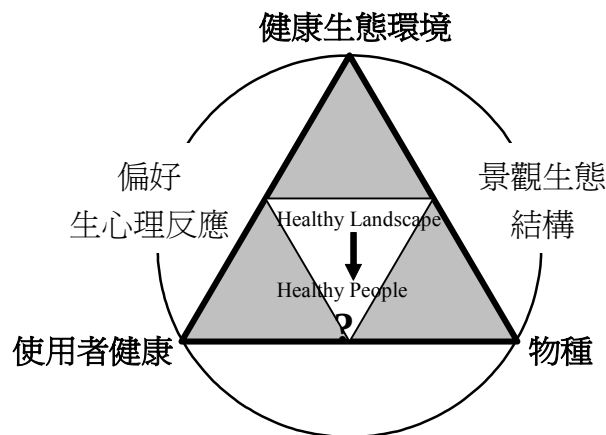


圖 1-1 環境、使用者及自然生態物種關係圖

貳、研究目的

本研究從自然景觀與使用者生心理效益之關係出發，進行自然環境之景觀生態結構與使用者的生心理反應之測試，再深入瞭解人與物種之間所能夠共存共榮環境為何。

本計畫之研究問題在於討論不同環境的景觀生態結構指數，及其與使用者心理生理效益以及物種生態結構之間的變動關係：

- 一、不同環境類型或景觀結構中，使用者的健康效益是否有差異？
- 二、不同環境或景觀結構中，對昆蟲物種分佈是否有影響？
- 三、健康的生態環境是否同樣對使用者具有健康恢復效益？

參、研究假設

經由上述研究目的的建立，本研究提出下列研究假設：

- 一、環境型態不同，會影響使用者健康效益
- 二、環境類型不同，會影響昆蟲生態結構
- 三、景觀生態結構指數不同，使用者健康效益也會不同
- 四、景觀生態結構指數不同，使用者之心理效益也會不同

根據研究假設可發展出下列之研究架構圖（圖 3-1）：

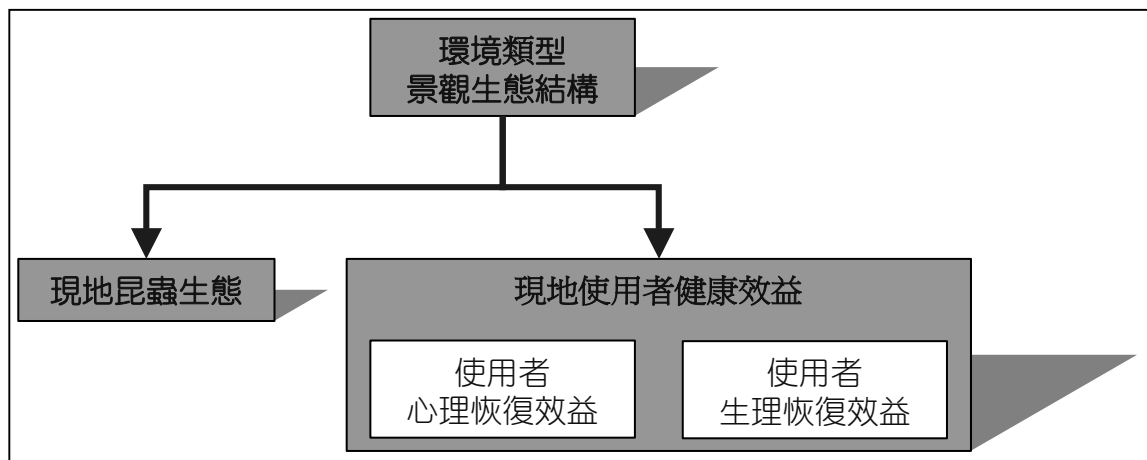


圖 3-1. 研究架構圖

肆、文獻探討

本研究主要目的是要探討都市綠地，鄉村環境，以及自然林地之景觀結構差異對於野生物種生態以及使用者之變動關係研究，故將文獻部分主要分為三部分：首先討論景觀生態學之基本理論，並深入說明研究中所需的景觀生態結構指數使用及其意義，接著探討過去研究中不同的土地使用型態對生態物種分布的影響並說明生態物種的相關理論；最後討論景觀效益相關文獻，建立景觀對於人類健康效益的理論架構。

一、景觀生態學相關理論

景觀生態學中景觀的概念，是一個由不同土地單元鑲嵌組成，並具有明顯土地特徵的地理實體。景觀被認為是地形、地質結構、氣候、土壤、水、生物界與人類活動共同組成的空間異質性的整體區域。

自然地區「邊界」(Edge)指的則是塊區外部的部分。而且人們看到以及感受邊界與內部環境之同時，同樣可以輕易地體會出其中之差異。舉例來說，某垂直與水平之結構、寬度、各類物種構成之成分及其繁衍，並不同於內部環境所具備的各項條件，而且另一方面，綜合上述條件即構成「邊界效應」(Edge effect)。在此同時，無論此一邊際 (Boundary) 為曲線型 (Curvilinear) 或是直線的 (Straight) 形式，都深切影響當地的營養物質、水、能量、及原本居住或遍及於此處的各式物種 (表 4-1) (Dramstad et al., 1996)。

表 4-1. 城鄉邊界生態差異

	1.邊界結構之多樣性 植物性邊界若具備高度結構的多樣性 (High structural diversity)，無論此多樣性屬於水平或垂直性質，皆會導致更豐富多樣的邊界動物物種生存於此。
	2.行政與自然生態邊際 保育地區的行政或政治邊際並不符合自然生態邊際之時，那麼在兩種不同邊際之間的區域常常因此變得特殊敏感，而且其功能很可能轉變為緩衝地帶，藉以減少此保育地區內部受到周圍事物的干擾或影響。

(資料來源：Dramstad et al., 1996)

景觀生態學以人類活動對生態系統之影響為研究重點，目的是為了瞭解人類活動與自然間互相干擾與互相依賴的相互關係 (Farina, 1998)。

景觀結構的特性可分為二大類：面積與類別。研究顯示景觀面積越大，內部差異可能越大，景觀面積變化越多，外界因子對系統的影響越小，景觀面積只表達密度和面積範圍的大小 (Harris, 1984)。景觀生態結構可分為下列三種特性：

(一) 空間特性：

從景觀生態塊區的空間特性來看，塊區大小是直接影響動物物種及數量組合的主要參數，能於某些地區有生產力及養分儲存情形，除塊區平均面積之外，同類嵌塊體的最大及最小面積與兩者間的差異性也可表達出生態意義 (Farina, 1998)。當棲地大小相對較小時，塊區本身的面積比塊區的棲地特性更為重要。

（二）形式特性：

棲地邊緣是由：植被、生態區域、和人造物界線所組成（Gordon, 1992）。塊區的形狀及周長會影響塊區內動物分佈及其食物之分配（Forman, 1995）。

（三）組成特性：

景觀結構破碎程度亦為影響生物棲息之重要因子。在 Blondel 等人的研究中（1992），顯示景觀破碎化的增加會伴隨著森林中動物分佈和移動的增加。

景觀結構是受複雜的力量（包括實質、生物、政治、經濟與社會等）之間相互作用的結果。大部分景觀受人類土地使用影響，景觀嵌塊體是自然與人為管理的塊區的混合，依形狀大小與排列而不同（Turner, 1989）。Craig（1999）以景觀生態指標評估密西西比河上游的河岸地區，探討景觀塊區變化對物種和營養物質循環的影響，並由河川景觀結構中瞭解人類活動的衝擊。

由上述各點，我們可以歸納出影響生態品質的景觀結構主要為面積、邊緣、形狀及破碎程度等。

土地使用的改變會影響到自然生態及景觀，故在人對土地環境影響方面，土地使用是主要因素之一（Lausch & Herzog, 2002）。而且近十年研究認為，土地使用之改變是導致生物多樣性下降之主要因素。土地利用分類是地理學研究中傳統且重要的研究課題，土地利用的表現，是人與環境互動展現在地表的現象，透過土地利用的研究，可以瞭解人與環境之間的互動關係（朱健銘，2000）。

而在評估使用者視知覺的因子方面，過去對於視覺景觀來說，並沒有一個容易可行的方法來全面性地處理可視物體的頻度分析，一個可能解決這個困境的方法是透過景觀結構的數據來獲得視覺景觀品質的指數。在一些遙控監測視覺景觀品質的方案中，使用景觀結構數值來作為視覺景觀品質的替代測量（Dramstad et al., 2006）。過去研究中也指出，景觀指數在將景觀生態的知識套入規劃過程中是相當有用的工具。

二、景觀生態結構與物種相關理論

多樣性為生物族群組織的特徵，並與棲息環境有著密切的關係，可作為生態學上一個靈敏度指標。梯那蒙原則（Thienemann's Rules）中指出三項定律。

第一定律：一地區的歧異性越大，其生物社區內的種類就越多。也就是說，環境空間越是多樣化，生物的變異性也越大；

第二定律：一地區異於尋常的情形越多，它的生物種類也就越少，而且每一種生物質量也越大。這樣的地區可視為是不成熟的生態系；

第三定律：一地區處於相同情形越久，它的生物相越是豐富。因此按照此原則可知，越複雜的林相將可提供更多樣的微棲地的形式，相對地就會擁有更多的物種，也就是說將會擁有更穩定的生態系（鄭先祐，1992）。

昆蟲綱是全世界動物中種類最多的一群，有紀錄可查的多達 120 萬種；在地球表面乃是生存歷史最久、種類最多、分佈最廣的動物。昆蟲種類繁多，適應力非常強，可以分佈在陸地上每個角落。所有的昆蟲，會分別就自己的形態、生理所需，選擇不同的生態棲息環境。森林邊緣、林中空曠地、溪流邊等，具有充分陽光的照射，以及灌木、花、草等會吸引昆蟲的聚集、活動。原始林相中，昆蟲物種相當豐富，若植物相過於單純，昆蟲物種也會相對減少，並且大多人造林中，昆蟲相是相當缺乏的（陳維壽，1998）。

前人研究中指出，塊區的邊緣特性，是影響昆蟲棲息與散佈的主要因子，滲透性愈高，昆蟲的分散度愈高(Stamps *et al.*, 1987)；塊區邊緣的林帶及灌木叢能做為障礙物分散許多昆蟲，分散效果會依據不同的邊緣結構及昆蟲種類而有所不同(Duelli *et al.*, 1990; Frampton *et al.*, 1995；Fry, 1994)。昆蟲大多都以飛行及跳躍作為遷移方式，而在遷移的路徑中，則需要覆蓋率高的植被，有助於移動之外也可作為良好的棲息場所。

由於昆蟲棲地的多樣性，及昆蟲和環境關係極為密切，不同昆蟲均有其適存之環境（徐崇彬、楊平世，1997），所以昆蟲也成為監測環境的最佳工具，可以以昆蟲出現與否、出現數量之種類及數量多寡，作為評定環境品質之依據，如以蝶類種類和數量多寡，可以評斷環境開發之程度(楊平世，2003)。Hanski & Gilpin (1997) 指出蝴蝶同樣可做為景觀生態的研究對象，可以反應棲地品質改變時造成的衝擊。由於蝴蝶對於環境的變化相當敏感，可作為不同牧草地管理生態衝擊 (Oostermeijer & van Swaay, 1998) 以及氣候變遷的指標，並且蝴蝶的生態習性，

相較於其他多種生態物種而言是很好調查的對象。

生物多樣性或生物歧異度是重要的環境生態評估指數，以了解群眾結構物種之組成或分布狀況之變化。本研究探討景觀生態結構對各物種族群之影響，使用描述族群組成之指標如表 4-2。由於昆蟲分辨種需較長時間，本次研究以目做為分類基準。

表 4-2 昆蟲物種指標

指標項目	定義	數值意義
總目數 (species richness)	調查樣區中出現的不同目的數量	可有效描述物種族群組成，為描述物種豐度(簡稱SR)組成之良好指標。數值愈大，表示所佔族群目數愈多。
昆蟲個體數 (species capita)	調查樣區所出現的昆蟲個體總量	停留於一範圍內之所有物種數量。
物種歧異度 (diversity index)	$H' = - \sum_{k=1}^S p_k \log_2 p_k$ 【pk】為各種昆蟲所出現的機率 【s】為昆蟲類數	為Shannon-Wiener 的函數公式(Krebs, 1999)，用來評估一群聚結構中之物種組成與分布狀況之變化。愈大代表多樣性愈高，反之愈低。
族群均勻度 (species evenness)	$j' = H' / \log_2^S$ 【s】為昆蟲種類數 【H'】為族群歧異度	為物種相對豐量，可表現出不同物種間個體數之分布，本研究以「J」代稱。意義：數值越大，表示族群組之物種愈豐富，即個體數愈多愈均勻。

Gleason 指出「植物是造成動物遷徙(migration)及環境型式(environmental sorting)的原因」(Zobel, 1997)。在德國，因為植物種類大量的被傷害，而導致鳥類物種的大量消失(Jongman, 1995)。Pino 等人的研究也證明：景觀結構和景觀多樣性在決定棲地方面扮演重要的角色，更進一步會影響物種的數量(Pino et al., 2000)。

國外已有許多相關研究指出，景觀結構與物種之間息息相關。因此本研究將針對國內進行指標物種選取及調查。並分析物種之總種類、分佈(均勻度)、歧異度、數量與景觀結構之相關性。

三、景觀效益相關理論

自然的環境對生心理有正面的效益(Kaplan, 1973)。觀看自然環境會比觀看非自然環境，喚起較高的美學反應，及較正向的安適感。自然的環境同時可以增進對一個獨特的地點或環境所帶給人的情感。

不同的景觀型態經由視覺的刺激，會使心理感受知覺上產生不同的影響，而受測者不論置身於自然水景或綠化的景觀中，均較置身於缺乏自然景觀的都市環境，有更多正面的心理效益、及恢復健康的影響(Kaplan, 1973; Ulrich, 1981; Yang and Brown, 1992; Herzon et al., 1997)。

根據 Zube (1982) 在研究景觀知覺 (Landscape perception) 時提出景觀知覺互動程序，認為景觀知覺為人與景觀間的互動函數，其中包含四大部分：人 (Human)、景觀 (Landscape)、交互作用 (Interaction) 與生成結果 (Outcome)，然後經由人與景觀間的各種交互作用而產生。

景觀知覺為個人環境系統的重要體驗，使用者因為其個人特性（如社經背景、動機、價值觀等）的差異，透過視覺及其他的知覺器官，於物理環境中探索環境訊息，經由一連串的心理反應（如認知、情感、意義、評價等），而產生個人環境系統的重要體驗（黃富瑜, 1998）。

許多相關的研究指出在所有的感官知覺中，視覺佔所有感官的 87%，為對外界最主要的感官知覺。人在從事遊憩活動時，不只是在實質的環境中產生活動，更需藉由感覺器官與各種景觀資源產生交互作用的影響 (Steven, 1988)。

由 Kaplan 提出的注意力恢復理論(Attention restoration theory, ART) 指出都市環境中過度的壓力導致了注意力的耗弱，使人們的注意力集中能力降低，而自然環境中不需耗力就能注意的迷人魅力特性使耗損的注意力產生恢復的效果 (Kaplan & Kaplan, 1989; Kaplan, 1995)。

Kaplan 認為自然界的柔和之美常伴隨有美學的樂趣，使人易於恢復，提供包括對直接注意力的「有助恢復」和「有助深思」(serious reflection)時機，能夠充分獲得恢復健康的體驗(Kaplan, 1995)。

透過 Kaplan & Kaplan 所發展的 ART 理論，研究者紛紛發展了相關的檢測量表，其中較常受到引用的包括 Hartig 1997 年所發展並修正的知覺恢復量表 (Perceived Restorative Scale, PRS 以及 Laumann 2001 年修正的恢復力因子量表 (Restorative components scale, RCS)。

過去研究中指出，人為環境和自然環境中，人們較偏好自然環境。關於自然的定位及吸引，是人們經驗中很重要的觀點。許多研究證明環境偏好與自然元素相關，且可預測人們偏好的環境是較自然及具有豐富生命的地方(Ulrich, 1981)。

Birk(1979)將生理回饋定義為利用電子儀器觀測與放大內在的生理反應過程，使得外在無法瞭解的內在資訊利用數化電子電位的型式表現出來。所應用生理觀測值包括了肌電值(electromyographic, EMG)、肌膚溫度與熱能(skin temperature or thermal)、膚電質(electrodermal, ED)、汗腺分泌(perspiration)、腦波(electroencephalogram, EEG)、心跳(heart rate)、血液流量(blood volume)、血壓(Blood pressure)、以及呼吸速率(Respiration)(Olson, 1995)。

研究指出自然環境能夠增加自我正面刺激的效用和降低負面的影響。而其所受到的反應是經由臉部肌肉活動，所產生的肌肉電位圖。視覺和聽覺的刺激會產生出不同的臉部肌肉活動(Cacioppo et al., 2000)。研究認為當人們在微笑時，會增加顴骨肌肉活動，當人們感到不悅時，臉部肌肉就會皺起來(Korpela et al., 2002)。

Wise 與 Rosenburg(1988)同樣發現疏林景觀對於肌膚導電性最顯著來減輕壓力；Heerwagen (1990)在牙科診所做的研究除了與情緒有關之外，也發現牆上有掛圖畫的時候，病人的心跳頻率較慢。國內的生理研究中，張俊彥等人(1999)發現水體、火山與瞬間景觀可以產生不同的肌電變化；另一項研究顯示不同的水景型態對於生理反應亦有不同的影響，不同的水景型態亦有不同的注意力恢復力(張俊彥，2000)。

在生理層面，由於腦波(EEG)、肌電值(EMG)與心跳(HR)等生理指標較容易測得且在研究上也較常被使用(Ulrich et al., 1991; Hartig et al., 1991; Parsons et al., 1998)。

伍、研究方法

一、基地及測試樣點

本研究測試材料分別為都市綠地、鄉村環境以及自然林地三個景觀類型。三種類型在國人的生活中所代表意義主要分別為工作居住地區、休閒遊憩地區、生態保護地區。為了在每個地區內能完整包含其環境特徵，因此各挑選 30 個樣點進行調查，配合研究目的，本研究選擇樣點依循後列條件：(1)樣點之間距離大於 100 公尺，俾能分析直徑 100 公尺之景觀結構範圍，避免分析之範圍重疊、(2)樣點需能進行使用者調查及(3)樣點需能進行昆蟲調查。

以下分別介紹三個地區之樣點分布，詳細樣點編號及經緯度座標資料請參見附錄一。

(一) 都市綠地：

本研究的都市綠地研究地點選於台北市國立台灣大學校總區內，行政位置位於台北市大安區，台灣大學校總區面積共 52 公頃，樣點分佈見圖 5-1

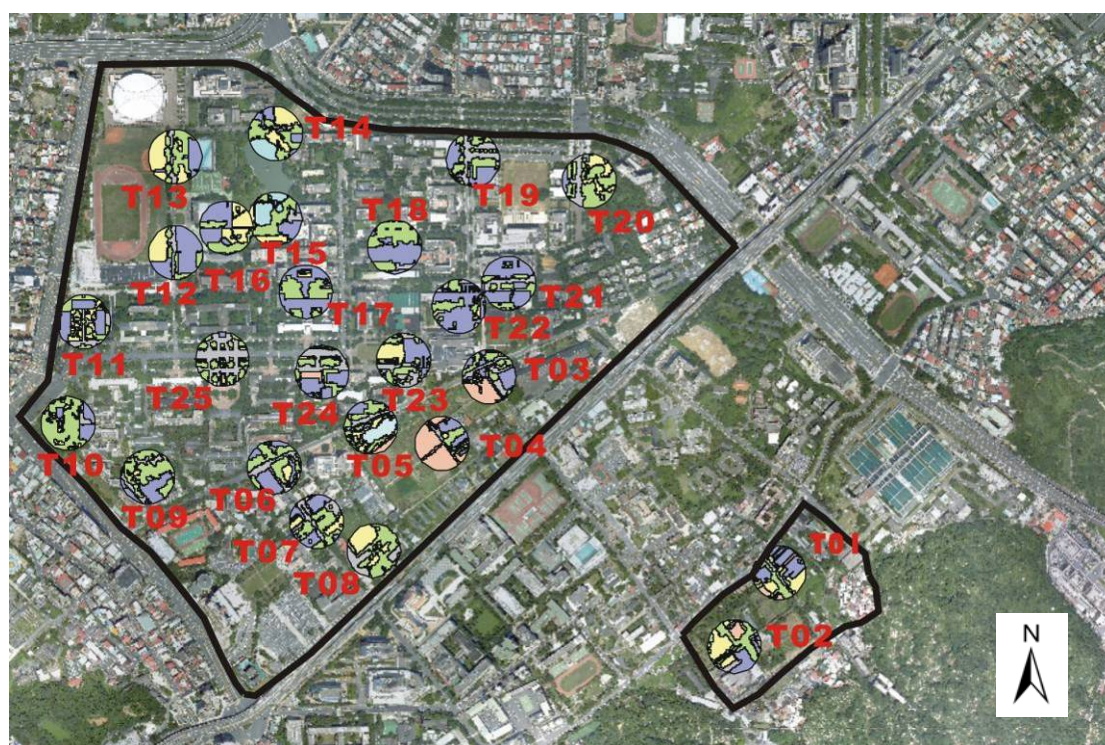


圖 5-1. 都市綠地(台灣大學校總區)研究基地範圍及樣點位置圖

(二) 鄉村環境：

本研究之鄉村環境地點為南庄獅頭山地區，其樣點分佈見圖 5-2。

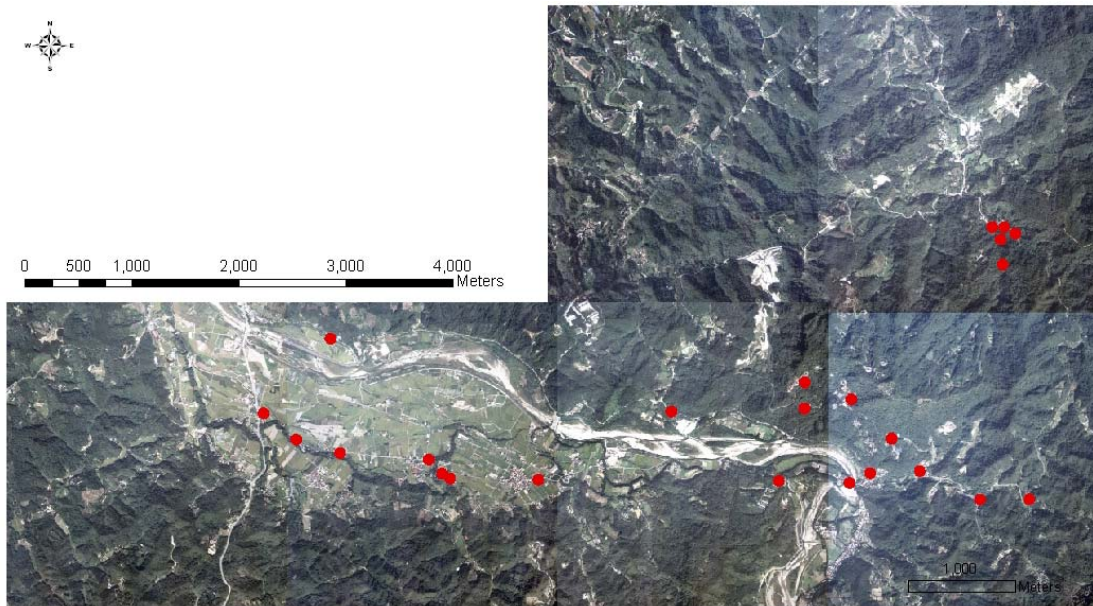


圖 5-2. 鄉村環境(南庄獅頭山地區)研究基及樣點分佈圖

(三) 自然林地：

本研究之自然林地環境測試地點為烏來地區包括雲仙樂園、保慶宮周邊以及內洞森林遊樂區，其樣點分佈見圖 5-3。

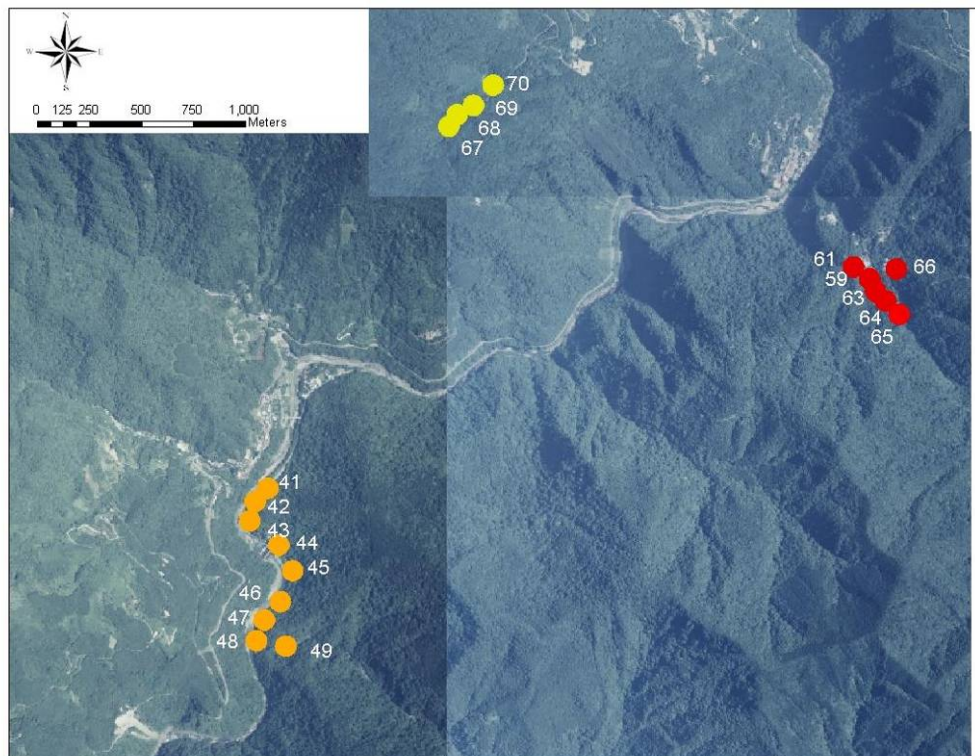


圖 5-3. 自然林地(烏來地區)研究基地範圍及樣點分佈

二、景觀結構數化分析

本研究以土地使用類型作為分類之依據，類化類別包括有六種類別：林地、草荒地、水體、道路、農地及人工地盤；對於景觀結構之描述，本研究利用物件導向分類軟體 eCognition 4.0 進行 1/5000 航照圖之數化，此軟體主要之功用在於景觀結構之辨識與類別化。

表 5-1 景觀生態結構數化類別定義表

結構類別	描述	元素
林地	喬木、高大灌木	原生林、次生林、果樹等。
草荒地	草生地及荒地	草坪、野草地、田間小徑、砂石區、裸露土表等。
農田	農耕地	稻田、菜園、旱田等。
水體	水體	河道、農渠、無蓋水溝等。
道路	車道	高架道路、平面道路等。
人工地盤	人工鋪面或量體	停車場、廣場、人造平台、建物等。

於類別化過程之後，將數化所得之向量檔（Vector format），應用美國農業部（USDA）所研發的 FRAGSTATS 2.0（Magarigal & Mark, 1995）結合地理資訊系統 GIS 電腦軟體 ArcView3.2 版（周天穎、周學政, 1997），分別計算出各景觀結構之指數，再匯入 Excel 軟體，以進行數值運算與整理。

本研究應用美國農業部（USDA）所研發的 FRAGSTATS 2.0（McGarigal and Marks, 1995）結合地理資訊系統 GIS 電腦軟體 ArcView3.2 版及 Arc GIS9.2 版，計算各景觀生態結構指數，使用其中 6 項指標為本研究景觀生態結構指標，分別為：

1. 塊區密度（Patch Density, PD）、
2. 塊區豐度（Patch Richness, PR）、
3. Shannon's 多樣性指數（Shannon's Diversity Index, SHDI）、
4. 最大塊區指數（Largest Patch Index, LPI）、
5. 平均塊區大小（Mean Patch Size, MPS）、
6. 平均形狀指標（Mean Shape Index, MSI）

表 5-2 景觀生態結構指數意義

指數層次	指數名稱	公式	數學涵義
景觀層次 (Landscape Level)	塊區密度 (Patch Density)	$PD = \frac{n_i}{A}$	單位面積中，所有之塊區數目
	塊區豐度 (Patch Richness)	$PR = m$	塊區邊緣交界處不同塊區數目。
	平均形狀指數 (Mean Shape Index)	$MSI = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(\frac{P_{ij}}{2\sqrt{\pi} - a_{ij}} \right)}{N}$	當景觀中區塊形狀趨近為圓形或方形時，其值會趨近於 1， $MSI > 1$ ，無上限。
	平均塊區大小 (Mean Patch Size)	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \left(\frac{1}{10,000} \right)$	為景觀中所有塊區大小面積總和之平均值，會受極小值所影響。 $MPS > 0$ ，無上限。
	最大塊區指數 (Largest Patch Index)	$LPI = \frac{\max_{j=1}^n (a_{ij})}{A} (100)$	在景觀中最大塊區面積 (m^2) 除以總景觀面積 (m^2)，代表最大塊區佔整體景觀的百分比。 $0 < LPI < 100$ ，所以當最大塊區愈來愈小時，其值趨近於零。
	塊區歧異度 (Shannon's Diversity Index)	$SHDI = - \sum_{i=1}^m (P_i \cdot \ln P_i)$	當景觀中僅含有一種塊區時，則 $SHDI=0$ ；當塊區類別隨面積比例增加時，則 $SHDI$ 亦會隨之增加。其和與塊區類別成比例增加。
類別層次 (Class Level)	塊區密度 (Patch Density)	$PD = \frac{n_i}{A}$	單位面積中，所含有該土地使用類別之塊區數目
	平均塊區大小 (Mean Shape Index)	$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{P_{ij}}{2\sqrt{\pi} - a_{ij}} \right)}{n_i}$	當景觀中區塊形狀趨近為圓形或方形時，其值會趨近於 1， $MSI > 1$ ，無上限。
	平均塊區大小 (Mean Patch Size)	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \left(\frac{1}{10,000} \right)$	為景觀中所有同一類別塊區大小面積總和之平均值，會受極小值所影響。 $MPS > 0$ ，無上限。
	最大塊區指數 (Largest Patch Index)	$LPI = \frac{\max_{j=1}^n (a_{ij})}{A} (100)$	在景觀中，同一類型最大塊區面積 (m^2) 除以總景觀面積 (m^2)，代表最大塊區佔整體景觀的百分比。 $0 < LPI < 100$ ，所以當最大塊區愈來愈小時，其值趨近於零。
指數層次	指數名稱	公式	數學涵義
(Landscape Level)	塊區密度 (Patch Density)	$PD = \frac{n_i}{A}$	單位面積中，所有之塊區數目
	塊區豐度 (Patch Richness)	$PR = m$	塊區邊緣交界處不同塊區數目。

	平均形狀指數 (Mean Shape Index)	$MSI = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(\frac{p_{ij}}{2\sqrt{x} - a_{ij}} \right)}{N}$	當景觀中區塊形狀趨近為圓形或方形時，其值會趨近於 1， $MSI > 1$ ，無上限。
	平均塊區大小 (Mean Patch Size)	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \left(\frac{1}{10,000} \right)$	為景觀中所有塊區大小面積總和之平均值，會受極小值所影響。 $MPS > 0$ ，無上限。
	塊區歧異度 (Shannon's Diversity Index)	$SHDI = - \sum_{i=1}^m (P_i \cdot \ln P_i)$	當景觀中僅含有一種塊區時，則 $SHDI=0$ ；當塊區類別隨面積比例增加時，則 $SHDI$ 亦會隨之增加。其和與塊區類別成比例增加。
類別層次 (Class Level)	塊區密度 (Patch Density)	$PD = \frac{n_i}{A}$	單位面積中，所含有該土地使用類別之塊區數目
	平均塊區大小 (Mean Shape Index)	$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{p_{ij}}{2\sqrt{x} - a_{ij}} \right)}{n_i}$	當景觀中區塊形狀趨近為圓形或方形時，其值會趨近於 1， $MSI > 1$ ，無上限。
	平均塊區大小 (Mean Patch Size)	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \left(\frac{1}{10,000} \right)$	為景觀中所有同一類別塊區大小面積總和之平均值，會受極小值所影響。 $MPS > 0$ ，無上限。

註：公式代號說明

i i 種土地使用類別

j j 個塊區

a_{ij} 表示第 i 種土地使用類別中的第 j 個塊區之面積。

P_i 表示第 i 種土地使用類別，佔全景觀面積之百分比。

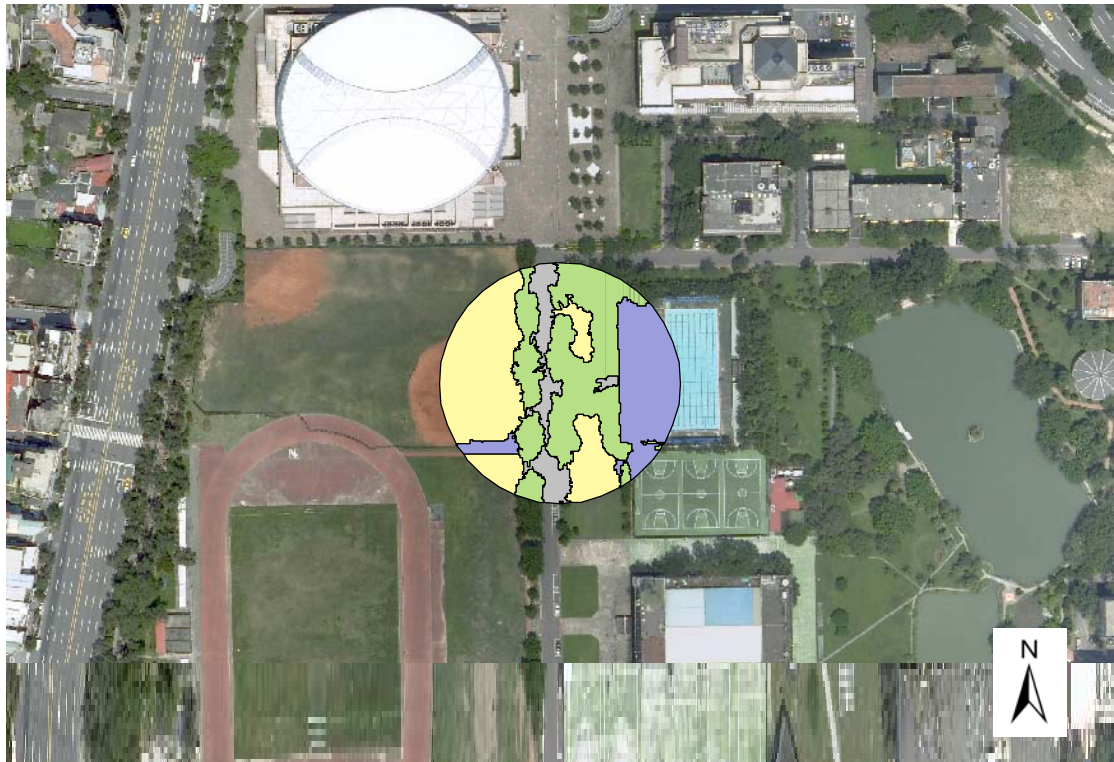
N 表示全景觀中所有的塊區數目。

N_i 表示第 i 種土地使用類別之塊區數目。

A 表示全景觀面積。

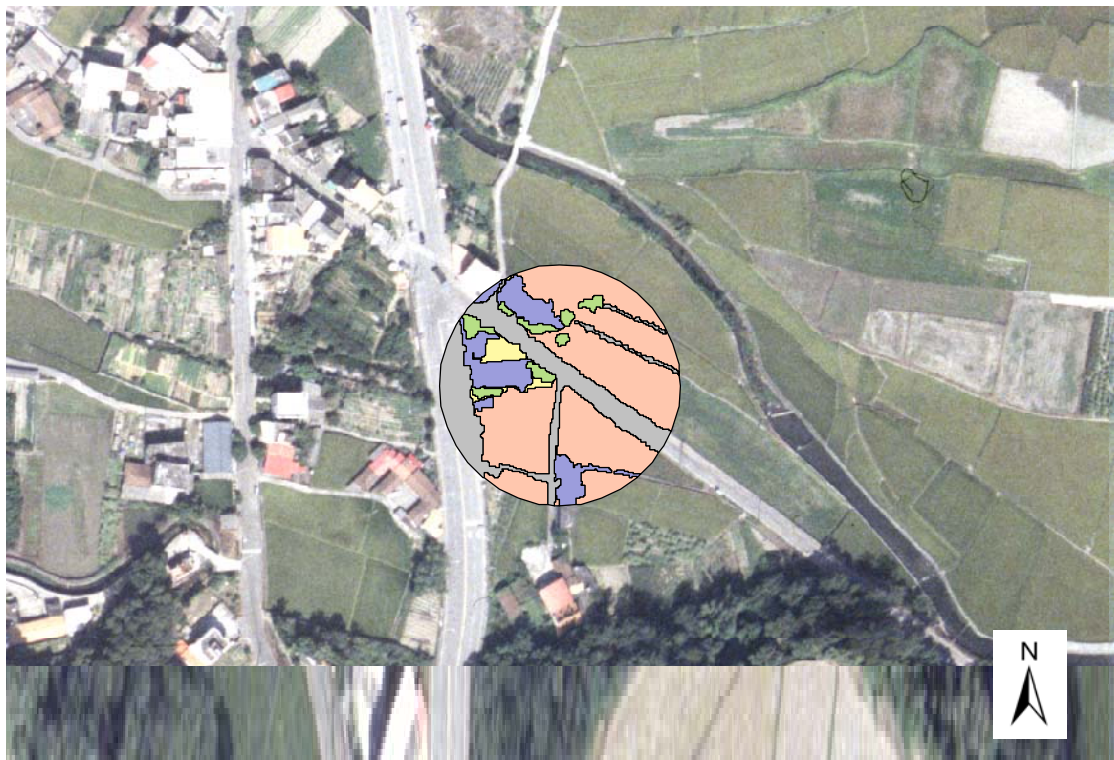
p_{ij} 表示第 i 種土地使用類別中的第 j 個塊區之塊區邊緣

m 包含所有類別之塊區數目塊區數目



草荒地
 林地
 農地
 道路
 人工地盤
 水體

圖 5-4. 數化結果圖示例(都市地區)



草荒地
 林地
 農地
 道路
 人工地盤
 水體

圖 5-5. 數化結果圖示例(鄉村地區)

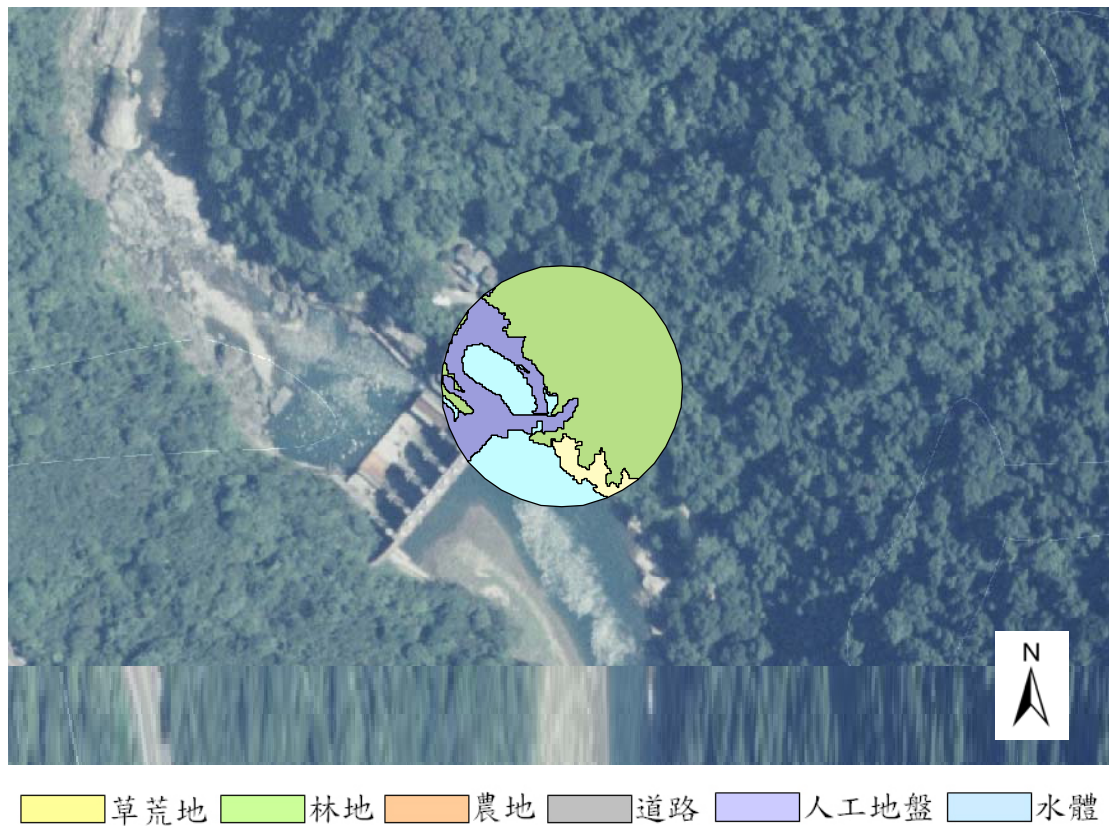


圖 5-6. 數化結果圖示例(自然林地地區)

三、使用者健康效益調查

(一) 注意力恢復效益測試量表理論基礎

由 Kaplan (Kaplan & Kaplan, 1989; Kaplan, 1995) 提出的「注意力恢復理論」(Attention Restoration Theory, ART) 指出都市環境中過度的壓力導致了注意力的耗弱，使的人們對環境降低了注意力，可因為自然環境中間接的注意力恢復直接注意力。 Kaplan 指出自然的體驗是具有重要的心理效益，可使人由活動中體驗到深沉的寧適感，使心理的疲勞恢復，還有於思考自身的生活及人生目標的優先順序時，亦能使人處於深思的狀態，而產生恢復體驗(Restorative Experience)的功能(Kaplan et al., 1989)。

本研究之心理層面將以 Hartig 1997 年依 Kaplan&Kaplan ART 理論發表之注意力恢復力量表為架構。採用 Laumann(2001)所修正的注意力恢復量表 PRS，這個量表包含了四大主題，包括了 Kaplan 所提出的注意力恢復的環境四大特徵：遠離性(being away)、魅力性(fascination)、延展性(extend)、符合性(compatibility)與。但經過 Hartig 對於這些問項所實驗之後進行成分分

析，他發現在量表內，「延展性」的問項，會分成兩群，他將之定義為「連貫性」(Coherence)以及「易讀性」(Legisibility)，其中「易讀性」其分析又趨向集中到「一致性」，因此他將他的量表重新區分成以下四個部分：1. 遠離性(Being Away)、2. 魅力性(Fascination)、3. 連貫性(Coherence)以及 4. 一致性 (Compatibility)，本調查採用此量表，最後的分析也將以此四類進行討論。

(二) 量表轉換

因為本研究針對遊客為本國遊客，因此需將原始之 PRS 量表由英文轉換為國語。轉換的方式參考 Laumann 在 2003 年的作法，首先請一位熟悉中文之英文母語者進行全表翻譯，同時請一位熟悉英文之中文母語者進行翻譯，將兩者彙整後，最後再將這些問項之中英文拆散，隨機發給受過景觀專業教育之研究所學生進行翻譯，並且比較這些翻譯是否和原意吻合，過程中翻譯之互相理解度相當高，有些小的差異很容易就移除了。最後所得之翻譯問句與原文對照如附錄二所示。

(三) 心理生理效益測量

Birk (1973)將生理回饋定義為利用電子儀器觀測與放大內在的生理反應過程，使得外在無法瞭解的內在資訊利用數化電子電位的型式表現出來。Basmajian (1989)指出生理回饋常利用視覺與聽覺的刺激讓研究者控制環境刺激以獲得內在生理回饋來進行研究。所應用的生理觀測值包括了肌肉電位(electromyographic, EMG)、肌膚溫度與熱能(skin temperature or thermal)、膚電質(Electrodermal, ED)、汗腺分泌(perspiration)、腦波(electroencephalogram, EEG)、心跳(heart rate)、血液流量(blood volume)、血壓(blood pressure)、以及呼吸速率(respiration)(Olson, 1995)。

由於心跳與肌電值等生理指標較具有代表性，本研究將以此兩項指標為測量重點，並分別討論其特色與意義，以探討不同自然度感受之環境與生理效益之關係。

1. 肌電反應(Electromyographic, 簡稱 EMG)：

為肌肉潛能的測量，可提供肌肉緊張的指標。當個體受環境的刺激而引起反應時，個體會因情緒作用於臉部或表現行動，且於肌肉活動時產生微弱電流，可以電流的強弱來檢測肌肉活動的程度(Carol, 1985)。研究指出前額肌活動與愉悅的程度有高度的相關性。Lang 等人(1993)，利用圖片測試結果發現超過 80%的受測者，愉悅呈線性關係，其中不愉悅的刺激將造成 EMG 的增加，美好的刺激將造成 EMG 下降。

2. 心跳(Heart Rate)：

心跳受到交感神經與副交感神經的影響，常受到警覺性的刺激而改變(Winton, Putnam & Krauss, 1984)。心跳是一種客觀的生理喚起指標，情緒中焦慮與害怕將造成心跳速率升高與血壓的增加(Ulrich, 1981)。由此可知在壓力較重的情境中個體心跳會因提高警覺而造成增加，因放鬆而減少。

表 5-3 儀器感應部位說明

肌電值(EMG)	末梢血液脈搏(HR)
	
測試位置說明： 由於前額肌為情緒感受最直接反應之生心理觀測指標。	測試位置說明： 由於情緒緊張會造成手指末端的血液循環量改變。

每位受測者除卻現地環境的差異外，受到同樣的實驗過程處理。實驗流程及心理問卷、心理生理實驗之進行說明如下表 5-4 所示。

表 5-4 使用者效益實驗流程說明

時間	活動進行	心理生理儀器記錄
5 分鐘	受測者接受相關說明以及戴上生理回饋儀。	無
10 秒鐘	受測者閉眼放鬆	有
1 分鐘	受測者觀看四周環境	有
10 秒鐘	受測者閉眼放鬆	有
10 分鐘	受測者填寫 PRS 問卷	無



圖 5-7 Biofeedback 儀器裝置過程



圖 5-8 受測者觀看四周環境

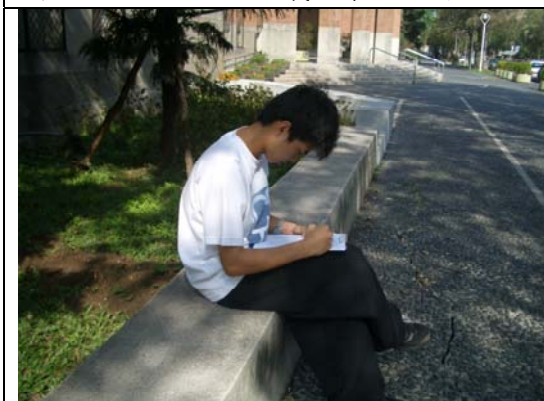


圖 5-9 受測者填寫問卷

四、心理生理數據輸出

每位受測者共收集心理生理數據 1 分 20 秒，是現場是否有特殊干擾情況而可能會有延長實驗之情況。因此數據收集回來後，會逐筆配合現場實驗記錄表進行數據之切割。其方式如下圖 4-1 所示。其中數據處理方式為：

A：視現場干擾情況延長之實驗時間，根據現場記錄表此段應切除。

B：為受測者之「閉眼 1」值，共 10 秒。

C：將生理反應適應之前 20 秒切除。

D：為受測者之「開眼值」共 40 秒。

E：視現場記錄紀錄，將初閉眼之不穩定值切除。

F：為受測者之「閉眼 2」值，共 10 秒。

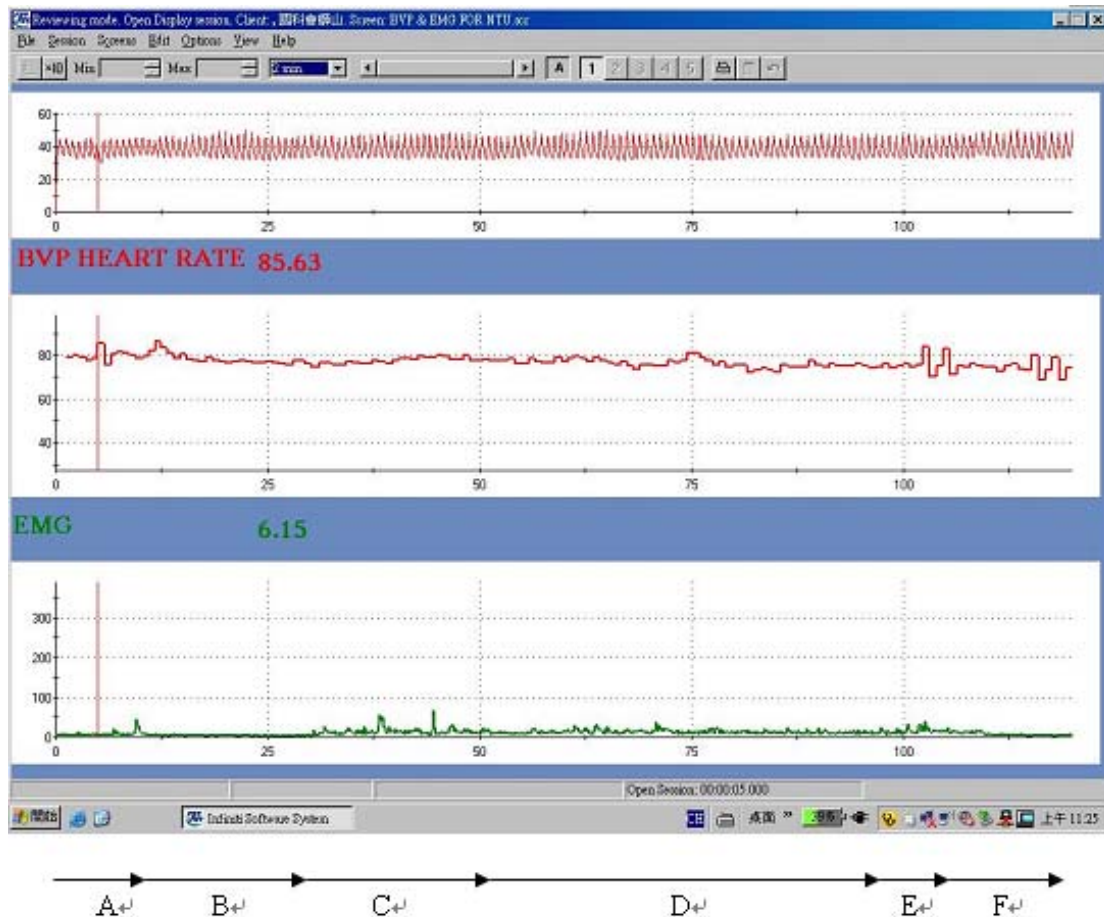


圖 5-10 生理數值輸出擷取時間軸示意圖

五、昆蟲生態調查

本研究所使用之現地昆蟲生態資料為整合計畫中之昆蟲生態調查子計畫所得資料，於民國 95 年 9 月至 96 年 8 月為止，每季進行一次昆蟲調查，使用穿越線調查法以及樣點掃網調查法。

六、資料分析

1. 不同環境類型之健康效益以 one-way ANOVA 進行檢定及事後比較
2. 不同環境類型之昆蟲生態指數以 one-way ANOVA 進行檢定及事後比較
3. 景觀生態結構指數與使用者健康效益，使用皮爾森積差相關進行相關性分析。
4. 景觀生態結構指數與昆蟲生態指數，使用皮爾森積差相關進行相關性分析。
5. 使用者健康效益之心理與生理恢復效益，使用皮爾森積差相關進行相關性分析。

陸、實證結果與分析

- 一、三種環境類型之使用者心理恢復效果差異分析
- 二、三種環境類型之使用者生理恢復效果差異分析
- 三、三種環境類型之昆蟲生態調查結果差異分析
- 四、景觀生態結構指數與使用者心理恢復效果相關性分析
- 五、景觀生態結構指數與使用者生理恢復效果相關性分析
- 六、心理恢復效果與生理恢復效果相關性分析
- 七、景觀生態結構指數與昆蟲生態調查結果相關性分析

一、環境類型之使用者心理恢復效果差異分析

為瞭解三個不同環境之心理恢復效果是否有差異，以 one-way ANOVA 進行檢定(參考表 6-1)，發現在都市環境、鄉村環境以及林地環境三個地區，其心理上的注意力恢復效益具有顯著的差異。進一步進行事後比較，發現三個環境的注意力恢復效益，兩兩環境之間皆達到了顯著的差異，因此可以推論，林地環境的注意力恢復效果較鄉村環境為佳，而鄉村環境的整體注意力恢復效益又比都市環境為佳。

表 6-1 不同地區之心理恢復效益比較

	都市環境 N=78		鄉村環境 N=76		林地環境 N=73		F	P
	mean	SD	mean	SD	mean	SD		
Being Away	21.8974	4.58566	24.7105	4.29206	26.8767	4.75495	22.824	.000**
Fascination	37.2051	7.40894	38.7632	7.90421	44.7671	6.79363	21.775	.000**
Coherence	19.6923	4.08452	20.4474	4.74804	23.1233	3.82588	13.486	.000**
Compatibility	39.7692	7.09293	40.7500	9.94803	45.0274	7.76740	8.348	.000**
PRS	118.5641	18.66213	124.6711	21.93712	139.7945	18.20787	23.063	.000**

**表示達 0.01 顯著水準。

二、環境類型之使用者生理恢復效果差異分析

為瞭解三個不同環境之生理恢復效果是否有差異，以 one-way ANOVA 進行檢定，發現在都市環境、鄉村環境以及林地環境三個地區，其生理上的放鬆效果並無顯著的差異。

三、環境類型之蟲相調查結果差異分析

為瞭解三個不同環境之昆蟲蟲相是否有差異，以 one-way ANOVA 進行檢定，發現在都市環境、鄉村環境以及林地環境三個地區，其昆蟲生態具有顯著的差異（參見表 6-2）。進一步檢視其生態歧異度之事後比較，發現林地環境的昆蟲生態歧異度顯著地較其他兩者為高，而鄉村環境與都市環境則無顯著的歧異度差異。

表 6-2 不同地區之昆蟲蟲相調查結果比較

	都市環境 N=25		鄉村環境 N=25		林地環境 N=10		F	P
	mean	SD	mean	SD	mean	SD		
蟲_種類	7.7656	1.45561	8.4844	1.79940	10.3226	1.62043	25.682	.000**
蟲_數量	209.2969	65.38765	283.0156	310.79976	170.9032	91.94431	3.721	.026*
蟲_歧異度	1.9712	.36458	2.0415	.38267	2.4188	.30626	16.826	.000**
蟲_均勻度	.6739	.10557	.6729	.11330	.7253	.10133	2.891	.058

*表示達 0.05 顯著水準。 **表示達 0.01 顯著水準。

四、景觀結構指數與心理恢復效益相關性分析

以 FRAGSTATS 運算測試 100m*100m 樣點景觀結構整體景觀結構之各指標與心理恢復效益結果，並進行皮爾森積差相關分析之結果如下表 6-3 所示：

表 6-3.景觀生態結構指數與注意力恢復效益相關分析表

	Being Away	Fascination	Coherence	Compatibility	total
Land_PD	-.331(**)	-.029	.321(**)	-.127	-.040
Land_PR	-.273(**)	.025	.508(**)	-.201(**)	.031
Land_SHDI	-.362(**)	-.108	.275(**)	-.151(*)	-.107
Land_LPI	.326(**)	.065	-.506(**)	.282(**)	.055
Land_MPS	.117	-.036	.010	-.009	.018
Land_MSI	.020	.018	.225(**)	-.133	.034

*表示達 0.05 顯著水準。 **表示達 0.01 顯著水準。

根據本研究結果顯示，當景觀結構的單位面積內塊區數量增加、塊區的豐度增加、以及塊區的歧異度增加時，對於其所產生的「遠離感」則會降低，然而對於其「連貫性」則會有增高的關係。最大的塊區指數則對「遠離感」有正向的相關性，而與使用者的「連貫性」感受有負向的相關，而與「一致性」則有正向的相關性。

五、景觀結構指數與生理恢復效益相關性分析

將景觀結構整體景觀結構之各指標與生理恢復效益結果，進行皮爾森積差相關分析之結果如下表 6-4 所示，可以發現生理值的放鬆效果與整體景觀結構的指數並無明顯的相關性存在，其中心跳和塊區的歧異度有正向的相關性，而跟平均塊區大小則有負向的相關存在，見下表 6-4：

表 6-4. 景觀生態結構指數與生理放鬆效益相關分析表

	HR. $\Delta 1$	EMG. $\Delta 1$	HR. $\Delta 2$	EMG. $\Delta 2$
Land PD	.107	-.070	.095	-.046
Land PR	-.011	-.029	-.041	-.016
Land SHDI	.148(*)	-.135	.081	-.120
Land LPI	-.041	-.019	.029	-.042
Land MPS	-.150(*)	.120	-.139	.125
Land MSI	-.089	.131	-.106	.130

*表示達0.05顯著水準。 **表示達0.01顯著水準。

六、景觀結構指數與蟲相生態相關性分析

將景觀結構整體景觀結構之各指標與昆蟲蟲相調查結果，進行皮爾森積差相關分析之結果如下表 6-5 所示，檢視蟲相的歧異度可以發現，歧異度與塊區的密度、豐度、平均塊區指數呈現負相關，而與最大塊區指數呈現正向的關係。

表 6-5 景觀生態結構指數與昆蟲生態相關分析表

	蟲_種類	蟲_數量	蟲_歧異度	蟲_均勻度
Land PD	-.288(**)	.124	-.229(**)	-.089
Land PR	-.412(**)	.200(*)	-.260(**)	-.053
Land SHDI	-.216(**)	.125	-.142	-.044
Land LPI	.353(**)	-.149	.373(**)	.235(**)
Land MPS	-.072	-.046	-.134	-.105
Land MSI	-.183(*)	-.066	-.178(*)	-.096

*表示達0.05顯著水準。 **表示達0.01顯著水準。

七、使用者心理恢復效益與生理放鬆效益相關性比較

將使用者心理恢復效益與生理放鬆效益進行相關性比較，發現並無顯著的相關性存在。如下表 6-6 所示。

表 6-6 使用者心理恢復效益與生理放鬆效益相關分析表

	BeingAway	Fascination	Coherence	Compatibility	PRSall
HR. $\Delta 1$	-.049	-.011	-.056	.025	-.017
EMG. $\Delta 1$	-.045	-.065	-.080	-.085	-.085
HR. $\Delta 2$	-.034	-.020	-.036	.015	-.017
EMG. $\Delta 2$	-.025	-.023	-.074	-.098	-.069

柒、結論與建議

一、不同環境類型的比較

都市綠地空間、鄉村環境以及自然林地環境三個地區，其心理上的注意力恢復效益具有顯著的差異，而其恢復效益又以自然林地環境為最高，顯著高於次之的鄉村環境，而都市綠地空間最低，顯著低於前兩者。在其中的脈絡，我們可以推論與前人研究結果相符合者為自然程度越高者帶給使用者越高的注意力疲勞恢復效果。必須注意的是，三個地區雖互有差異，卻並非意味較低的鄉村環境或者都市綠地空間不具心理上注意力疲勞的恢復效益，事實上三者皆有正向的效果，同時此三者在我們的社會中，所扮演之角色亦不同，都市綠地為可及性最高之場所，並且在機能上屬於居住與工作場域，足夠並且高品質的都市綠地空間將會是一般都市居民日常所必需的放鬆空間。鄉村環境則屬於可及性高的旅遊休憩環境，適合週休二日的家庭或團體旅遊，本研究結果證實其相較於都市綠地空間具有更高的心理健康注意力恢復的效益，顯示民眾到這樣的環境旅遊，除了原先預期的休閒遊憩體驗之外，更能獲得心理上的恢復效益。而恢復效益最高的自然林地空間，屬於可及性最低的高度自然地區，甚至在機能上具有保護保育的功能，民眾到此可以達到最高的心理健康恢復效果，顯示了健康的生態環境同樣帶給使用者健康的恢復效果。健康的自然生態環境帶來的益處不限物種也不限人種，就其全面性的效益來說，保存高度自然的地區環境，是維持健康的必要條件。

在心理生理放鬆效益上面，研究結果則顯示三個地區並無顯著的差異，這樣的結果與前人的研究略有出入，推論其原因，有可能來自於現地調查所產生的限

制，因為相對於控制嚴謹的實驗環境，在現地的調查往往無法控制周邊的干擾因素，本研究進行的多數調查經驗顯示，容易受到其他遊客的過度干擾，這對於未來的現地調查研究提供了一個可能的警訊，如何進行環境的控制有可能是一個必須面臨處理的挑戰。

昆蟲生態調查結果在三個地區有著顯著的差異，這樣的結果如同過去許多的研究以及我們的預期，然而在不同環境中，景觀結構差異的因子如何與昆蟲生態產生變動的關係，則在相關分析中進一步討論。

二、相關性分析

根據本研究結果顯示，當景觀結構的單位面積內塊區數量增加、塊區的豐度增加、以及塊區的歧異度增加時，對於使用者所產生的「遠離感受」則會降低，然而對於其「連貫性」則會有增高的關係，可能顯示組成成分較單純的環境可能對於心理上注意力疲勞的恢復效果有較高的正面效果，但是在我們所進行研究的地區內，塊區的變化並沒有帶來使用者過度複雜不易理解的情況，而具有高度的景觀連貫性感受產生，顯示在我們的調查樣點中，環境不協調或不連貫的情況相當少。

最大的塊區指數也對於「遠離感」有正向的相關性，顯示環境中佔最大的塊區對於使用者的遠離感受有高度的預測效果，並且須注意在我們的調查樣點中，最大塊區指數多與自然程度較高的元素有關，此點也可能與使用者日常生活較少接觸有關，最大的塊區指數與使用者的「連貫性」感受有負向的相關，則顯示了在我們的調查樣點中，最大的塊區並無法帶給遊客連貫性感受，而最大塊區指數則與「一致性」有正向的相關性，顯示在我們調查的樣點中，最大的塊區多與使用者的預期環境或活動能達到一致。

生理值的放鬆效果與整體景觀結構的指數並無明顯的相關性存在。而心理恢復效益與生理放鬆效益之間也無明顯的相關性存在。

討論景觀生態結構與昆蟲生態調查的相關性，檢視蟲相的歧異度可以發現，相似於上述對於使用者注意力恢復效益之相關因子，昆蟲的歧異度與塊區的密度、豐度、平均塊區指數呈現負相關，顯示了在我們的調查樣點中，越單純的塊區組成與較多樣性的生物組成有正相關，而越破碎或複雜的塊區組成則可能會降低生物組成的多樣性，而最大塊區指數亦與昆蟲生態的多樣性呈現正向的關係。

參考文獻

1. 陳維壽，（1998），台灣昆蟲大探險，青新出版有限公司，台灣：台北。
2. 徐崇彬、楊平世，（1997），應用水棲昆蟲生物指標評估基隆和水質之研究，*中華昆蟲*，17：152-162。
3. 朱健銘，（2001），土地利用空間型態之研究，國立臺灣大學地理學研究所，台灣：台北。
4. 周天穎、周學政，（1997），ArcView 透視 3.X，松崗電腦圖書有限公司，台灣：台北。
5. 陳偉民，（1991），校園常見的昆蟲，台灣省政府教育廳，台灣：台中。
6. 楊平世，（2003），台灣昆蟲產業的發展方向，*昆蟲資源開發與生態產業*，pp. 10-25。
7. Chang, C. -Y. and Perng, J. L. (1998) Effect of Landscape on Psychological and Physical Responses. *Journal of Therapeutic Horticulture* 9: 73-76.
8. Chiang, Y. -C. & Chang, C. -Y. (2004) Exploring the Sustainable Environment Based on Landscape Ecology and Landscape psychophysiology. *Landscape Cognition and Preference*, The Outdoor Recreation Association of ROC, Taipei, pp. 153-167. (in Chinese)
9. Craig, M. R. (1999). *Landscape Patterns Along the Upper Mississippi River*, USGS Project Status Report, pp.99-108.
10. DiBari J. N. (2007). Evaluation of five landscape-level metrics for measuring the effects of urbanization on landscape structure: the case of Tucson, Arizona, USA. *Landscape and Urban Planning*, 79: pp. 308 – 313.
11. Dramstad, W. E., Olson, J. D. & Forman, R. T. T. (1996). *Landscape ecology principles for landscape architecture and land use planning*. Washington, DC: Island Press.
12. ESRI. (2000). *ArcView*. Redlands, California: Environmental Systems Research Institute Inc.
13. Farina, A. (1998). *Principles and Methods in Landscape Ecology*. New York: Chapman & Hall Press.
14. Forman, R. T. T., and Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. New York: John Wiley & Sons Publishers.
15. Forman, R. T. T. (1995). *Land Mosaics: The ecology of landscape and region*. New York: Cambridge University Press Publishers.
16. Gordon, M. (1992). *Nature Function*. New York: Springer-Verlag Press.
17. Harris, L. D. (1984). *The Fragmented Forest: Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity*. Chicago, IL: University of Chicago Publishing.
18. Hartig, T., Mang, M. and Evans. G. W. (1991) Restorative Effects of Natural Environment Experiences. *Environment and Behavior* 28: 44-72.
19. Herzog, T. R., Black, A. M. & Fountaine, K. A. & Knotts, D. J. (1997) Reflection and Attentional Recovery as Distinctive Benefits of Restorative Environments. *Journal of Environmental Psychology* 17: 165-170.
20. Hunsacker, C. T. & Levine, D. A. (1995). Hierarchical approaches to the study of water quality in rivers. *Bioscience*, 45(3), 193-203.
21. Jongman, R. H. G. (1995). Nature conservation planning in Europe: developing ecological networks. *Landscape and Urban Planning*, 32, 169-183.
22. Karr, J. R. & Dudley, D. R. (1981). Ecological perspective on water quality goals.

- Environment Management, 5, 55-68.
23. Kaplan, S. (1995) The restorative Benefits of Nature: Toward an Integrative Framework. *Journal of Environmental Psychology* 15: 169-182.
 24. Kong, F. & Nakagoshi, N. (2006.) Spatial-temporal Gradient Analysis of Urban Green Spaces in Jinan, China. *Landscape and Urban Planning* 3: 147-164.
 25. Langevelde, F., Schotman, A., Claassen, F. & Sparenburg, G. (2000). Competing land use in the reserve site selection problem. *Landscape Ecology*, 15, 243-256.
 26. Laumann, K., Gärling, T. & Stormark, K. M. (2001) Rating scale measures of restorative components of environment. *Journal of Environmental Psychology* 21: 31-44.
 27. Lausch, A., Herzog, F. (2002). Applicability of landscape metrics for monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability. *Ecological Indicator*, 2: pp. 3-15.
 28. Leitao, A. B., J. Miller, J. Ahern and K. McGarigal. (2005). *Measuring Landscapes*. ISLAND PRESS. Washinton.
 29. MacArthur, R. H. & MacArthur, J. W. (1961). On bird species diversity. *Ecology*, 42, 594-598.
 30. McGarigal, K., and Marks, B. J. (1995). FRAGSTATS: Spatial Pattern analysis program for quantifying landscape structure. USDA Forest Service-General. Technical Report PNW-GTR-351
 31. McGarigal, K., Cushman, S.A., Neel, M.C. & Ene, E. (2002) FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer Software Program Produced by the Authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following website:
www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html.
 32. Osborne, L. L. & Wiley, M. J. (1988). Empirical relationship between land use cover and stream water quality in an agricultural watershed. *Journal of Environment Management*, 26, 9-57.
 33. Perry, J. & Vanderklein, E. (1996). *Water Quality Management of a Natural Resource*. Cambridge: Blackwell Science Press Publishers.
 34. Pino, J., Roda, F., Ribas, J. & Pons, X. (2000). Landscape structure and bird species richness: implications for conservation in rural areas between natural parks. *Landscape and Urban Planning*, 49, 35-48.
 35. Savard, J. P. L., Clergeau, P. & Mennechez, G. (2000). Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*, 48, 131-142.
 36. Tennessen, C. M. & Cimprich, B. (1995) Views to nature: Effects on attention. *Journal of Environmental Psychology* 15: 77-85.
 37. Turner, M. G. (1989). Landscape Ecology: the effect of pattern on process. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 20, 171-197.
 38. Turner, M. G., Gardner, R. H., and O'Neill, R. V. (2001). *Landscape Ecology in Theory and Application*. Springer-Verlag, NY.
 39. Ulrich, R. S. (1981). Natural versus Urban Scenes Some Psychophysiological Effects. *Environment and Behavior*, 13, 523-556.
 40. Zobel, M. (1997). The relative role of species pools in determining plant species richness: an alternative explanation of species coexistence? *Tree*, 12(7), 266-269.
 41. Zube, E. H., Sell, J. L. & Taylor, J. G. (1982). Landscape perception: research, application and theory. *Landscape and Urban Planning*, 9, 1-33.

研究內容達成預期目標情況

本計畫進行過程中，由於涵蓋對象包括景觀結構、使用者（遊客）以及生態（昆蟲），挑戰不可謂不大，因此初期選點以及確認遊客參與意願上投入非常大心力。然而仍然在一年期間成功收即足夠分析之樣本數，並且在分析上能有效檢驗初期預設假設，對於使用者健康效益以及昆蟲生態評估皆有一定的成果。本計畫待第二年進行更進一步之補足資料及深入分析 DATA 庫。

學術價值

本研究以景觀生態學的角度而言，在研究的背景上，則連結景觀學及生理心理學相關之研究。因此，本研究的重要性包括：

可有助於景觀刺激源在心理學上認知理論之擴展，以客觀的方式測量人的感受程度，彌補因語言表達測試的主觀性。而在景觀學術上，本研究可為建立景觀刺激源，對心理感受與生理反應上相關性效益的指標，以提供學術研究者做為景觀環境對於人的生理及心理相關反應的佐證。在學術研究的領域中，本研究亦可結合醫學領域中對生理回饋的運用，以提供學術研究者利用於園藝治療實際影響之參考，成為另一種藉由感官或心理的治療方法。

藉由本研究的結果可證明人們對不同環境的偏好強度與不同環境對人們的效益強度差異有了實際的證據，在社會科學及景觀實務層面皆有高度價值。

本研究建立景觀評估上一個明確有效指標的依據，藉由景觀的環境背景所引發受測者的心理及生理對於景觀環境知覺的反應，提供客觀的數據參考值，以為判斷之準則。以促使人們重視景觀環境，並可獲知如何在日常生活的景觀環境中使心理生理擁有最大效益。

對於許多著重於心理學和社會科學的相關研究理論，以個體認知體驗的自我評估的問卷測量方式，本研究方法除可為提供個體在生理反應上具體明顯的佐證依據外，對於未來的研究趨勢上，有關景觀刺激源對生理反應的研究上將可擴及至對於心理及生理健康效益上之有效指標，而擴及運用於園藝治療及治療性景觀之領域。