

第一章 前言

1-1 研究動機與目的

隨著國民所得水準的提高，大大增加了國人親水遊憩的需求，台灣政府為提供民眾更多更好的休閒遊憩空間，近年來非常重視海岸地區因大型水泥塊等剛性構造物所造成景觀上視覺不佳的問題，因此積極地進行海岸環境的改善工作，其中的關鍵目標便是營造海岸灘地的植栽景觀，如此便能夠降低海堤或附屬硬體帶給群眾生硬的感受，並提高海岸環境之舒適性。目前台灣沿海植栽之種植往往只著重防風及防災等或生態上的功能，如海岸防風林、河口紅樹林等，但是在景觀營造上針對海岸植栽進行探討的相關研究並不多，由此可見，海岸植栽景觀之營造除了須兼顧其防災與生態功能外，更應該針對景觀美質作規劃，讓海岸地區遊客能有更適意的遊憩環境。

在營造植栽景觀的工作中，最重要的環節為景觀美質是屬於適意資源的一部分，難以量化，而且景觀美質的感受是遊客個人心裡的主觀判斷，所以規劃決策者必須使用一套有效、合理、放諸四海而皆準的植栽美質評估方法來了解民眾的景觀偏好。

目前的景觀評估研究中，統計方法較常利用多元迴歸分析來建立景觀美質與景觀元素的關係，雖然能夠簡單的量化美學的複雜性，但景觀元素與景觀美質間往往呈現非線性的關係，而多元非線性迴歸在計算上卻是相當困難。為解決上述方法的缺失，本研究參考棲地評價模式(Habitat Evaluation Procedure, HEP)並採用許旭輝(2008)所模擬的海岸植栽景觀數據來探討植栽美質，對未來在景觀評估抑或是景觀規劃設計的應用提供另一種合適的方案。

1-2 研究流程

本研究採用許旭輝(2008)「海岸灘地植栽景觀美質之研究」的研究資料分為兩部分探討植栽美質與植栽因子的關係：

1. 第一部分以建立植栽美質滿意度指標(PBSI)為主要探討內容，首先

挑選植栽因子接著根據照片中所計算出的植栽數據與該照片的美質評分來建立各植栽因子之美質滿意度指標，進而彙整出植栽美質滿意度指標，最後驗證其相關性。

2. 許旭輝（2008）已使用多元迴歸分析探討樹種與植栽手法對植栽美質的影響，本研究第二部分以許旭輝（2008）的回歸分析結果與第一部分的 PBSI 模式做景觀評估適用性的探討。

1-3 研究內容

本研究內容一共分為六章。第一張為前言，闡述研究動機與目的後簡介研究流程。第二章進行文獻回顧，包含海岸植物與景觀營造、植栽景觀模擬、影響景觀美質之植栽因子以及棲地評價模式等。第三章為研究背景資料，介紹研究區域、照片製作、植栽元素之計算方法與問卷調查。第四章利用繪製滿意度曲線來建立各植栽因子的滿意度指標再將之建構成植栽美質滿意度指標。第五章採用景觀美質評估常見的多元迴歸分析，並且從景觀評估者的角度將多元迴歸分析與 PBSI 模式做比較。第六章為結論與建議。



第二章 文獻回顧

2-1 海岸植物功能與景觀營造

海岸植物具有相當重要之角色與地位，因其扮演防風、定砂等海岸保護作用，又具有生態上、景觀營造及調節氣候等功能，因此海岸生態綠化及海岸植栽之營造為海岸地區重要的議題之一，海岸地區植栽功能包括下列幾點(郭一羽、李麗雪，2006)：

- 一、優美植栽可強化及改善海岸景觀，增進海岸地區吸引力。
- 二、植栽經景觀設計而強化海岸空間機能，喬木本身亦可圍塑頂蓋空間，形成海岸之獨特空間。
- 三、改善海岸微氣候，阻擋海風，保護後方農田及聚落。
- 四、植栽本身具生態效益，並有淨化空氣、水質等功能，維持海岸良好的生態環境。
- 五、具定砂功能，保護海岸免遭於侵蝕。

許旭輝(2008)亦提到海岸景觀之組成中，植栽的出現在海岸景觀中為一相當重要之影響因子，且不同的樹種會影響景觀美質之差異。

2-2 植栽景觀模擬

知覺偏好評估(Perceptual Preference Assessment)的目的是更直接評估環境品質，基本上是參與者觀看景觀照片或錄影帶，再指出他們的景觀偏好範圍，這種景觀評估法是較語意研究法更直接的與景觀實質特徵有關(李麗雪等譯，2006)。

以模擬方式探討植栽元素及組成屬性之美質偏好已有相當多的研究，列舉如下：

黃茹蘭(1996)以17種行道樹、4種人行道建築形式進行組合，使用電腦模擬行道樹景觀之幻燈片，作為行道樹景觀偏好之環境刺激媒體，探討行道樹不同屬性對使用者視覺景觀偏好之影響。

陳建蓉(2005)以視覺模擬方式製作23種不同之人行道植栽型式之模擬

照片，進行景觀偏好值評估。藉由探討植栽高度、寬度與組合型式等變項與景觀偏好之相關結果探討人行道外側之植栽型式對於景觀偏好之影響。

高育茶（2008）以電腦動畫模擬方式製作不同植栽形式之模擬影片，從用路人的角度探討市區道路生態綠化手法對景觀美質及認知體驗之影響。

2-3 影響景觀美質之植栽因子

在不同的環境裡，往往有不同的植栽與植栽配置手法，因此，影響景觀美質的因子也有所差異。相關研究列舉如下：

Norman K. Booth認為植物材料的四種基本視覺特性是大小、形狀、質地和顏色，在景觀視覺設計中，植栽的組合配置亦會影響整個設計的成敗。大小為最重要的視覺特性之一，影響空間尺度、組合趣味和整體的設計架構。

許旭輝以海岸經常出現的七種喬木樹種為模擬對象，並以樹高、冠幅、樹冠枝葉面積、樹冠完形面積、枝葉疏密度、樹冠完形週長、葉片週長、樹冠連接度等因子探討景觀美質，其中樹冠連接度、枝葉疏密度與景觀美質有高度正相關。並在多元回歸分析中發現，樹冠連接度與枝葉疏密度二變項對景觀美質有相當高的解釋變異量($R^2=0.762$)。

黃茹蘭（1996）之研究結果顯示行道樹之樹形、分枝高度、樹冠寬度、樹冠高度、樹冠寬度／樹徑皆會影響視覺景觀偏好，其中樹冠寬度、樹冠高度、樹冠寬度／樹徑為正向影響，分枝高度則呈現非線性之影響情形。

陳建蓉（2005）以植栽高度、寬度與組合型式等變項探討人行道外側之植栽型式對於景觀偏好之影響。而相關分析結果發現植栽高度與植栽總面積分別與景觀偏好值呈倒U型曲線關係；在有配置灌木的情況下，灌木面積與景觀偏好值呈直線負相關，灌木面積愈大偏好值愈低；在喬木、灌木與草花組合的搭配情況下，草花面積比例愈高則大眾喜好程度愈高。

2-4 棲地評價模式(Habitat Evaluation Procedure, HEP)

本研究在建立植栽美質滿意度指標的方法與流程上，參考了棲地評價模式（HEP）中的棲地適宜性指標(habitat suitability index, HSI)。

2-4-1 棲地評價模式介紹

1969 年的美國國家環境政策法 (NEPA)，為了尋求能夠定性及定量的方法來評估棲地環境，而對數百種以上的生態評價方法做一考察，考查中發現 HEP 是之中做好的評價手法，其可評估棲地之變化並可擬定代償 (Mitigation) 之替代方案。所以在 1974 年聯邦政府野生動物局 (USFWS) 將其改良於 1980 年發表，並改良延用至今 (陳盈曲，2005)。

2-4-2 棲地適宜性指標評估過程

棲地適宜性指標 (habitat suitability index, HSI) 的目的是用量化的棲地環境數值來表示或預測物種對其環境的反應，意即是以棲地品質作為監測基礎的評估方式 (Noss & Cooperrider, 1994)。HEP 模式被廣泛地應用於建立某特定魚類或野生動物之棲地品質評估架構，評估過程如下所述：

(一) 現地調查

調查棲地條件與生物種類、數量。

(二) 環境要因選定

依據現地調查的物種數與環境因子的關係，找出影響物種生存的主要環境因子，如水質、水位、流速等。

(三) 建立適宜性指標 (Suitability Index, SI)

由各項棲地環境因子與物種數之間的相關散布圖繪製 SI 指數與環境因子之棲地適合度曲線，SI 的概念用式 1 表示 (1 為最適合，0 為完全不適合)。

$$SI = \frac{\text{研究棲地之環境因子狀態}}{\text{適當棲地之環境因子狀態}}, 0 \leq SI \leq 1 \quad (2-1)$$

(四) 建立棲地適宜性指標 (Habitat Suitability Index, HSI)

結合各環境要因之適宜性指標來建立 HSI，並驗證 HSI 指數與棲地物種數之相關性程度。HSI 的概念以下式表示，其值一樣介於 0 到 1 之間 (1 為最適合，0 為完全不適合)。

$$\text{HSI} = \frac{\text{研究區之棲地狀態}}{\text{最適當之棲地狀態}}, 0 \leq \text{HSI} \leq 1 \quad (2-2)$$

HSI 的建立方法參考田中章 (2002) 整理出來的以下四種計算式：

- 一、 幾何平均法： $\text{HSI} = (\text{SI}_1 \times \text{SI}_2 \times \text{SI}_3 \times \dots \text{SI}_n)^{1/n}$
- 二、 算術平均法： $\text{HSI} = (\text{SI}_1 + \text{SI}_2 + \text{SI}_3 + \dots \text{SI}_n) / n$
- 三、 限定要因法： $\text{HSI} = \text{SI}_1 \text{ or } \text{SI}_2 \text{ or } \text{SI}_3 \text{ or } \dots \text{SI}_n$
- 四、 加算要因法： $\text{HSI} = \text{SI}_1 + \text{SI}_2 + \text{SI}_3 + \dots \text{SI}_n$

式一中各個適宜性值 (SI) 是以幾何平均的概念呈現所以各因子間是互相影響的；式二是以算數平均的概念所發展的計算式；式三是取其相關性高的影響因子來代表 HSI；式四則是確之某一 SI 值大於其餘 SI 值時，則以加權的方式呈現其重要性。棲地適宜性指標是以物種導向而發展的指標，因此計算公式可靈活運用，上述四式只是概念性分類，實際建構則須依棲地條件加以變化 (陳盈曲，2005)。

(五) 驗證 HSI 模式

由數學算式計算得到的 HSI 與實際出現的物種數進行相關性分析，如相關係數值接近 1 時，代表所建立的模式相當好，可充分反映生物與棲地間的關係，相反如果相關係數值接近 0 時，則需進行模式檢討。

第三章 研究背景資料

本研究所採用的資料包含景觀模擬照片、植栽因子數據與美質問卷皆源自於許旭輝（2008）「海岸灘地植栽景觀美質之研究」，以下為研究資料的介紹：

3-1 研究區域

研究區域後灣海岸位於屏東縣車城鄉後灣村，如圖3-1，灣岸旁有一後灣村，在南岸建有一小型漁港，如圖3-2。



圖3-1 後灣衛星影像(照片來源：許旭輝，2008)



圖3-2 後灣空照圖(照片來源：許旭輝，2008)

後灣北有海洋生物博物館，往南可連結墾丁，在旅遊線狀發展的環節中扮演一相當重要的節點。為配合海洋生物博物館的周邊生態導覽活動，並恢復後灣海岸原有之優美半月形天然岬灣，以增加遊客駐足及營造親水空間，經濟部水利署第七河川局乃規劃後灣地區為一兼具教育性與遊憩的多功能海岸，並據以辦理「後灣海岸環境改善工程」，於民國93年5月完成海堤改善工程。其為全國降低海堤高度之工程首例，將原有海堤拆除，重新興建一緩坡式海堤，降低原有海堤堤頂高度1.3公尺，海堤前方進行1：7緩坡之人工養灘，如圖3-3，並於現有海堤最北側之外海興建一座離岸潛堤以增加海灘穩定性，以期改善海岸線環境景觀550公尺，藉以降低海堤所造成的視覺破壞，增加視覺美感空間，並營造民眾親水空間及恢復後灣海岸原有之半月形天然岬灣，營造生物多樣性之棲息環境(陳世榮、王瑞德等，2005)。



圖 3-3 後灣海堤改善示意(照片來源：經濟部水利署第七河川局)

3-2 照片製作

3-2-1 植栽選取及拍攝

海岸地區因環境較為嚴苛，植物的存活受到極大的考驗，因此模擬樹種的選擇以海岸適種植物為主，以符合海岸地區之環境。

由於植栽景觀的組成包含喬木、灌木及地被植物，其中喬木的出現在景觀中最具有影響力(Smardon, 1988、章錦瑜, 1997)，因此模擬照片僅針對喬木景觀作為模擬時空間配置的操縱主體，而灌木及地被便不在此探討，模擬的空間範圍是在海岸灘地上接近海堤的線形區域。

海岸喬木樹種的選擇以水黃皮(*Pongamia pinnata* L.)、大葉欖仁(*Terminalia catappa* L.)、苦楝(*Melia azedarach* L.)、大葉山欖(*Palacuium formosanum* Hayata)、黃槿(*Hibiscus tiliaceus* L.)、海欖果(*Curbera manghas* L.)、椰子樹(*Cocos nucifera* L.)等 7 種喬木為模擬之樹種。

植株拍攝是以海岸地區為主，在早上十點至下午兩點之間以數位相機拍攝，於 96 年 9~12 月進行。原則上拍攝時以單棵全株植株為鏡頭取景範圍，以人在植株旁做為比例尺，並考量到每一樹種之高度、冠幅、枝葉疏

密情形，且拍攝時不能有其他植株之遮蔽或阻擋，以利模擬作業之進行。另外，植株中若有明顯折枝或樹幹扭曲之情形，則予以排除。

使用的相機為 SONY DSC-F828 之單眼數位相機，解析度調為 5M，以 35mm 鏡頭在後灣海堤上沿線進行，以各種角度取景(相機拍攝視線與海岸線之角度)，相機架設以人眼視高約 1.5 公尺高度水平拍攝。拍攝之背景照片，如圖 3-4。



圖 3-4 後灣海岸灘地模擬底圖

3-2-2 海岸植栽景觀模擬

利用電腦繪圖軟體 PhotoShop 處理拍攝之植株照片，將照片中喬木以外的其餘背景予以清除，並將單一喬木植株剪下，貼至後灣海岸灘地模擬底圖照片上，依據樹冠大小及模擬疏密狀況調整複製之株數。貼上後，植株之比例乃以實際植株高度為準，並調整其在底圖中實際空間之位置，以符合實際高度大小，並且依樹冠之寬度調整其疏密程度。疏密程度的模擬依據樹冠大小，分別為冠幅之 1 倍、2 倍、3 倍寬度三種，再配合 24 種不同植株，最後共模擬出 72 張後灣海岸地區植栽照片，完成後以.psd 及.jpg 格式存檔，照片詳如附錄一。

將各張照片儲存於可攜式記憶體之媒體上，至照相館輸出成 4 乘 6 之相片。輸出後，將 72 張相片依亂數隨機排列各張照片，重新編排後，按照順序予以編號編成單冊，每一頁僅顯示一張照片(圖 3-5)。



圖 3-5 製作完成之相片編冊

模擬完成後之照片，配合 SigmaScan Pro 5.0 版計算面積與週長之功能，分別量化各張照片中之景觀單元、植栽元素及植株種植疏密情形。景觀單元包括天空、海水、沙灘、灘地地被、遠山、近景喬木、遠景喬木、建築物等之面積及週長；植栽元素包括高度、冠幅、樹冠枝葉面積、樹冠完形面積、樹冠枝葉週長、樹冠完形週長、枝葉疏密度、葉片面積、葉片週長等。而堤防鋪面因照片中並無變化，可將其視為一常數而予以忽略。

近景喬木面積及週長之計算方式為喬木體扣除背景之後殘留的部分，面積並不包含枝葉之孔隙；週長除輪廓外，亦包含所有孔隙之週長。其他景觀元素單元之計算方式則為扣除近景喬木體後，殘留的碎形部分之面積及週長。各週長及面積之計算均以公分為單位，輸出照片之規格為 4 吋乘 6 吋，照片總面積為 145.95cm^2 。計算完之數據以 Excel 建立檔案，並將其轉成 SPSS 軟體之資料格式，分別以.xls 及.sav 儲存於硬碟中。

3-3 植栽元素之計算方式

植栽元素為單一喬木植株之屬性狀況，包括樹高、冠幅、葉片面積、葉片週長、樹冠完形面積、樹冠完形週長、樹冠枝葉面積、樹冠枝葉週長、枝葉疏密度等。以下為各植栽元素之計算方式：

1. 樹高：植株拍攝時，以人當成比例尺所量測之實際高度。
2. 冠幅：植株拍攝時，以人當成比例尺所量測之樹冠立面實際寬度。
3. 葉片面積：植株拍攝後，摘取五片成長狀況良好的葉子所量測之平均

面積。苦楝與椰子樹為羽狀複葉，以單一小葉面積為主。

4. 葉片週長：植株拍攝後，摘取五片成長狀況良好的葉子所量測之平均週長。苦楝與椰子樹為羽狀複葉，以單一小葉週長為主。
5. 樹冠完形面積：照片中樹冠整體之立面面積。
6. 樹冠完形週長：照片中樹冠整體之週長。
7. 樹冠枝葉面積：照片中樹冠完形面積扣掉孔隙部分之面積。
8. 樹冠枝葉週長：照片中樹冠所有枝葉之週長。
9. 枝葉疏密度：樹冠枝葉面積 / 樹冠完形面積。
10. 植株間距：植株間之實際距離。
11. 樹冠連接度：在模擬之照片中，植株間之疏密乃依冠幅之大小而有所不同，故植株之間的視覺疏密程度之計算乃採「15 米內出現之植株數乘以冠幅再除以 15」為依據，亦即每米內植栽綠化之長度，以此可評估在線形灘地上植株樹冠與樹冠間之相鄰情形，樹冠之間的距離愈小，視覺感受上之疏密程度則愈高，反之則愈低。

由於植栽之配置手法相當眾多，因此本研究將海岸灘地視為「線狀」，故植栽配置手法只探討單列之喬木植栽，而照片模擬之配置手法為植株之距離與喬木種類的變化。

3-4 問卷調查

遊客問卷的進行地點選擇以新竹南寮漁港、海天一線及港南風景區三處海岸風景區，於假日(97.3.1~2)白天時以隨機方式抽取遊客做植栽模擬照片之美質評分，問卷內容詳如附錄二。

問卷測試過程中一開始先請遊客填答第一部份之基本資料，第二部分為相片之美值評分，先將所有照片給予受測者預先瀏覽一次，接著按照照片編號依序看完每張照片後在問卷評分欄上打勾。

問卷總共完成 395 份，問卷中發現有胡亂勾選或太多題項遺漏者則予以剔除；另外，因未滿 18 歲之受測者可能對於美質之感受程度較差，其問

卷亦予以剔除。扣除無效及不適合之問卷 69 份，共得到有效問卷 326 份。

問卷完成後以 SPSS 進行信度分析，其 α 值達 0.92，顯示本問卷之信度頗高。



第四章 植栽美質滿意度指標 (Planting Beauty Satisfaction Index, PBSI)

棲地適宜性指標 (Habitat Suitability Index, HSI) 的主要目的是想用量化的環境因子來預測棲地品質好壞，而本研究參考棲地適宜性指標 (Habitat Suitability Index, HSI) 的評估過程建構植栽美質滿意度指標 (Planting Beauty Satisfaction Index, PBSI)，其主要是將模擬照片中各植栽元素的滿意度指標 (Satisfaction Index, SI) 綜合而得 PBSI，如此即可來預測景觀美質，PBSI 的建立流程如圖 4-1。

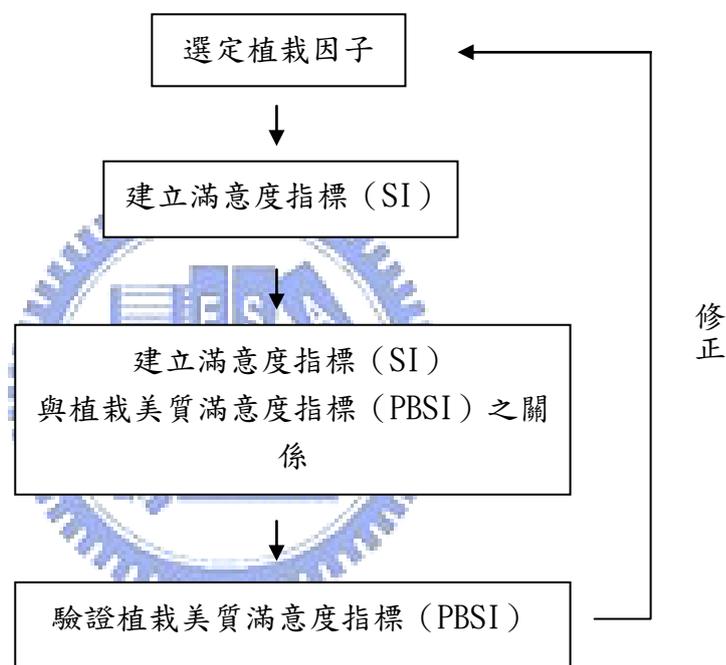


圖 4-1 PBSI 建立流程

4-1 選定植栽因子

受限於影響植栽美質的變項相當多，無法操縱的景觀元素均不予探討，我們計算影響景觀美質的植栽因子包含樹高、冠幅、樹冠枝葉面積、樹冠完型面積、樹冠枝葉周長、樹冠完型周長、枝葉疏密度、樹冠連接度、植株間距、葉片面積與葉片周長。為探討植栽因子與美質評分間的關係，除了少部分植栽因子的景觀特性不明顯，未能建立美質滿意度曲線外，盡量將全部植栽因子之滿意度指標納入植栽美質滿意度指標 (Planting Beauty Satisfaction Index, PBSI) 模式裡，確保 PBSI 模式的完整性。

4-2 建立各植栽因子滿意度指標 (Satisfaction Index, SI)

各植栽因子滿意度指標 (Satisfaction Index) 的意義是表示其他植栽因子都已達到最美的狀態，無須加以考慮的情況下，該項植栽因子與美質評分的變化關係，也就是說當某植栽因子固定在某值時所能呈現出最高美質評分的數值。

要建立各植栽因子滿意度指標 (Satisfaction Index) 首先需繪製美質滿意度曲線 (Beauty Satisfaction Curve)，本研究參考了棲地適合度曲線 (Habitat Suitability Curve, HSC) 的操作流程以及基本假設繪製美質滿意度曲線 (BSC)。

4-2-1 棲地適合度曲線 (HSC)

棲地適合度曲線 (HSC) 是棲地適合度指標 (Habitat Suitability Index, HSI) 模式的建立程序之一，HSI 為美國魚類及野生動物署 (U.S. Fish and Wildlife) 於 1980 年發展之一套有系統之棲地評價方法，其目的是用量化的數值來表示或預測物種對環境的反應，是一種以棲地品質來監測開發計畫衝擊程度的評估方式。而 HSC 的意義在於可用以瞭解物種之最適合棲地環境，在操作上是實際調查方式記錄現地物種及各項環境因子之狀態，再建立各棲地因子與目標物種之 HSC。以下舉例概述建立棲地適合度曲線 (HSC) 的操作流程及假設，便於後續應用及討論。

羅義碩 (2005) 建立玉峰溪河川魚類之流速適合度曲線。首先以現地調查之河川斷面平均流速為橫軸，魚體出現次數總和為縱軸，繪得其相關散佈圖，再將縱軸之魚體出現次數作標準化 (棲地適合度) 的處理，最後取出各流速所觀測到的最大棲地適合度值即可繪製出流速適合度曲線 (如圖 4-2)。

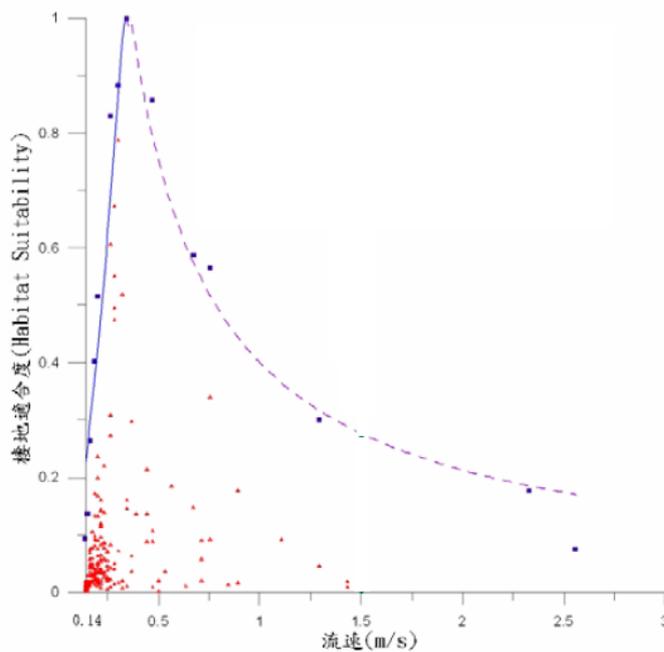


圖 4-2 流速適合度曲線圖

棲地適合度曲線 (Habitat Suitability Curve, HSC) 的目的是希望能以長期生態環境調查的結果建立棲地環境與生物間整合性及定量性的關係。且由於近年來生態工程觀念抬頭，但工程人員普遍卻對生態的了解與認知不是很透徹，透過 HSC 便能讓工程人員對於適合生物生存的棲地環境有基本的認知，並在保有生物生存空間的前提下進行開發，以建構出工程與生態共存的自然環境。由圖 4-2 中顯示，此研究所得到的流速適合度曲線，其適用範圍是在流速 0.14~2.56 m/s 之間，且其中最適合魚類之流速為 0.34 m/s，故若能在進行工程開發時將此結果納入參考，將流速儘量維持在 0.34 m/s，則將可提供魚類適當的生存條件。

由上述操作流程得知，棲地適合度曲線 (Habitat Suitability Curve, HSC) 主要是依據物種在某棲地環境因子固定在某值時之出現生物量最大的調查點所繪製的。故此包絡線的意義是表示在其他棲地環境因子都已是最佳狀態不需再加以考慮的情況下，該項因子與生物量的變化關係。對此 Mathur et al. (1985) 認為，此曲線須在各棲地環境因子於統計上相互獨立的前提下才能成立。而 Schamberger and O'Neil (1986) 則表示，由於物種會選擇最能滿足其生活條件的地點棲息，故以某棲地因子而言，最高品質的棲地會是物種最頻繁的出現地點。因此，棲地適合度曲線的最大值將是代表某因子對於生物生活最佳條件。

4-2-2 美質滿意度曲線 (Beauty Satisfaction Curve, BSC)

由於本研究主要是探討植栽因子與景觀美質之間的關係，與棲地適合度曲線 (Habitat Suitability Curve, HSC) 之議題有所不同，故在應用上先將名稱由「棲地適合度曲線」改為「美質滿意度曲線」，其操作流程如同棲地適合度曲線 (Habitat Suitability Curve, HSC)。首先，為易於判定美質評分的水準以及為使各因子做整合時容易操作，將原本從 1 到 7 分的美質評分轉換成最大值定為 1.0，最小值設定為 0，繪製各植栽因子與美質評分的相關散布圖，並依據各植栽因子在不同狀態下的滿意度最大值，以包絡線的概念將之連線繪製而成，即可得到美質滿意度曲線，如圖 4-3(a)~(i)。

在繪製植栽美質滿意度曲線時，因數據不見得完整，因此往往需要靠人為的主觀判斷或經驗來完成，如圖 4-3(a)，樹高在 3 公尺時包絡線所呈現的美質評分約為 0.7，此時其他植栽因子應是呈現最佳狀態的結果，由於美質評分不單單依據一個植栽因子所獲得，所以當樹高一定時，美質評分或許會因為其他植栽因子的狀態不佳而使美質評分低落，且從國人的經驗判斷，樹高越高，美質評分也會越高，因此在樹高 5 公尺以上之曲線，美質評分應為水平的趨勢，故在此不單純以美質評分最高值來繪製。

因此所謂的美質滿意度曲線，是取美質評分最高值連結繪製而成的曲線，表示的是假設其他植栽因子都在最佳狀態時，該項植栽因子與美質評分的相關關係，亦即有排除其他植栽因子影響的意義。

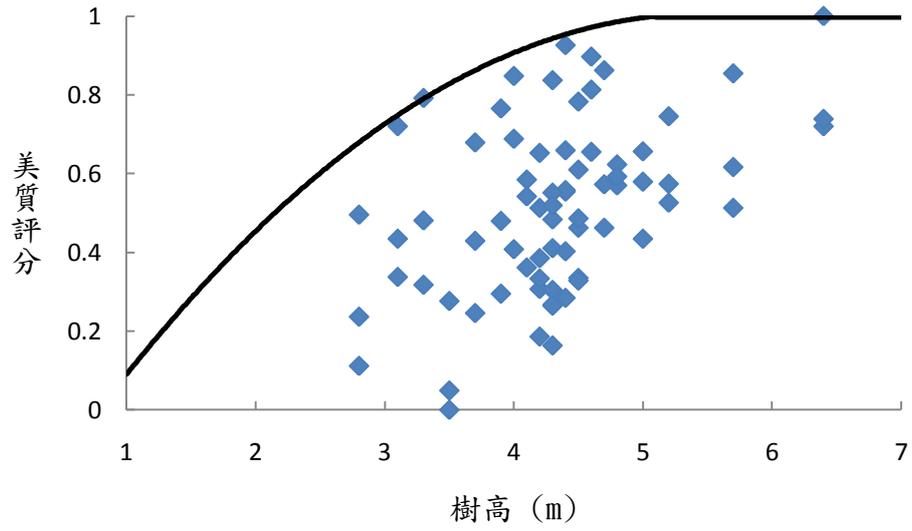


圖 4-3 (a) 樹高之滿意度指標

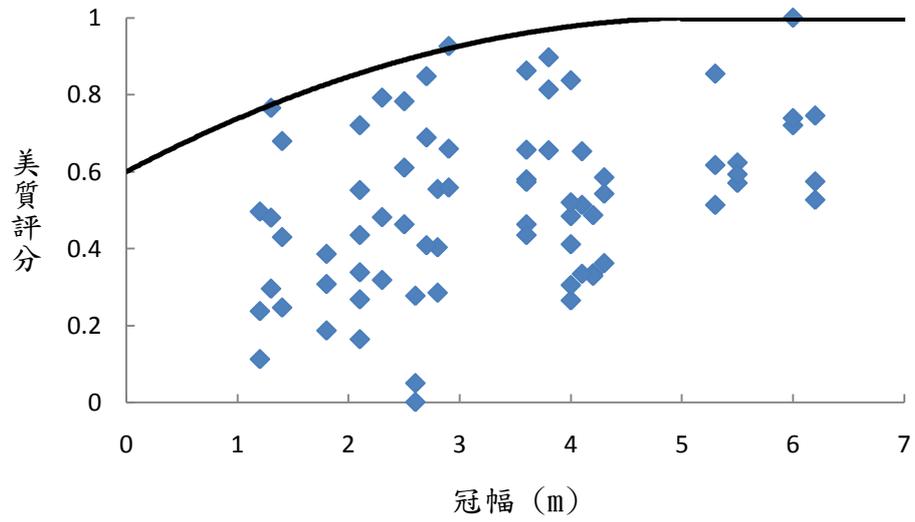


圖 4-3 (b) 冠幅之滿意度指標

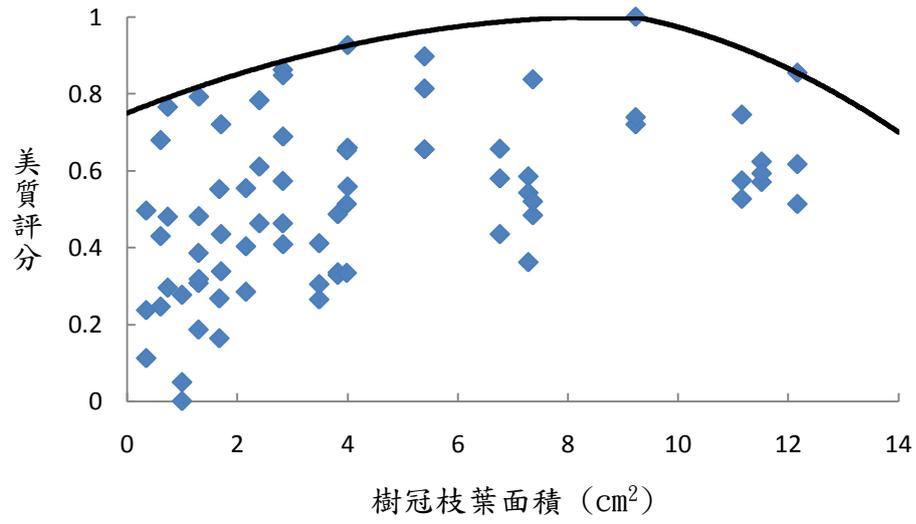


圖 4-3 (c) 樹冠枝葉面積之滿意度指標

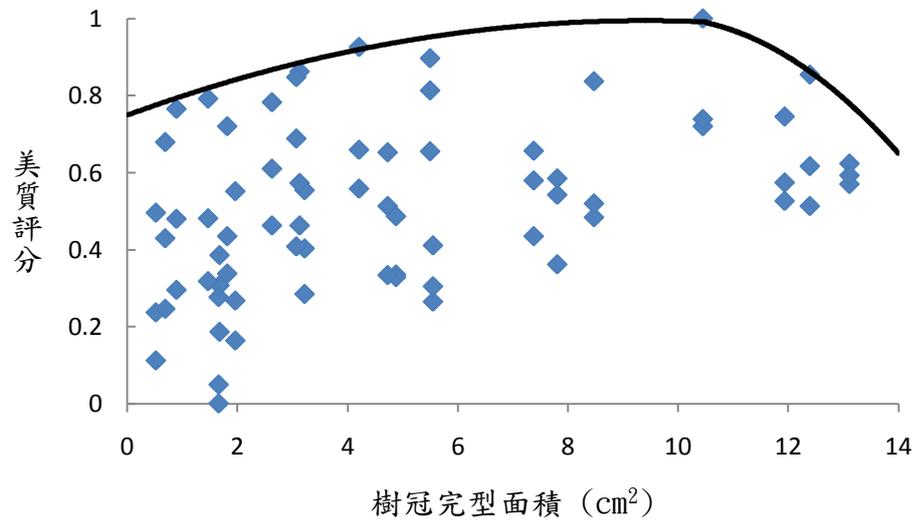


圖 4-3 (d) 樹冠完型面積之滿意度指標

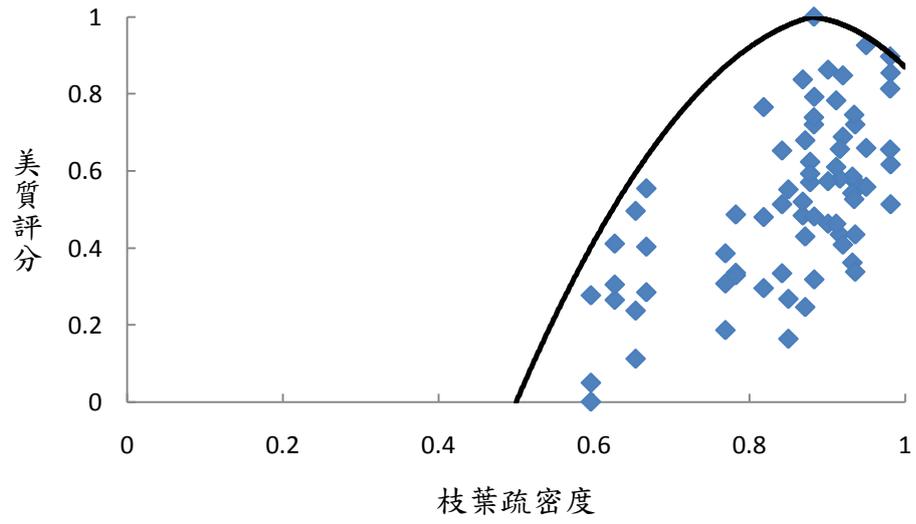


圖 4-3 (e) 枝葉疏密度之滿意度指標

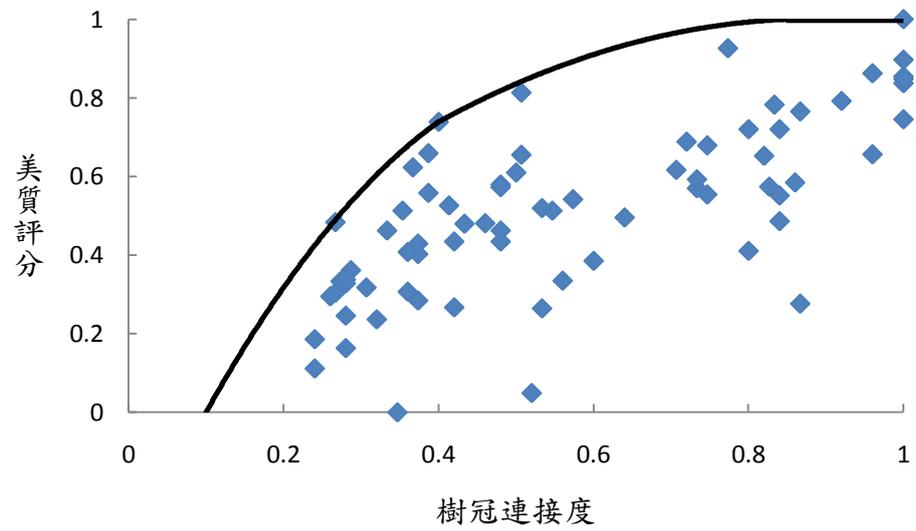


圖 4-3 (f) 樹冠連接度之滿意度指標

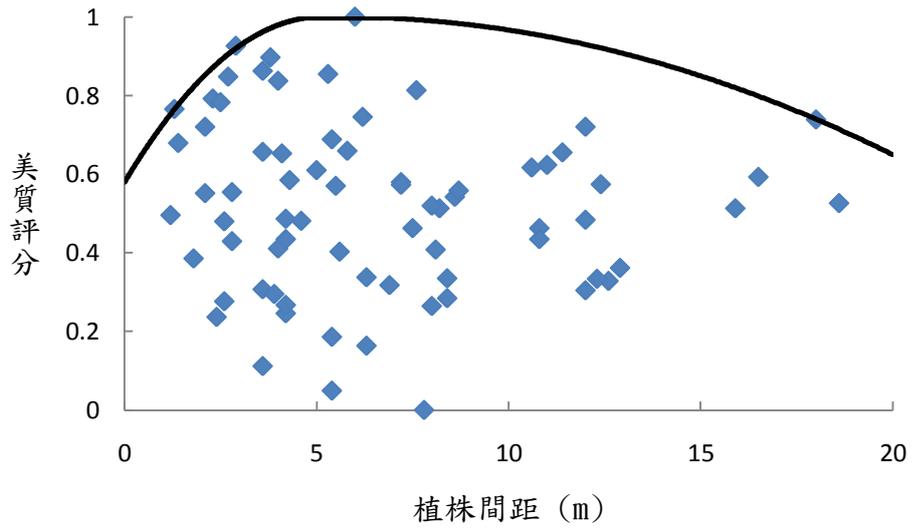


圖 4-3 (g) 植株間距之滿意度指標

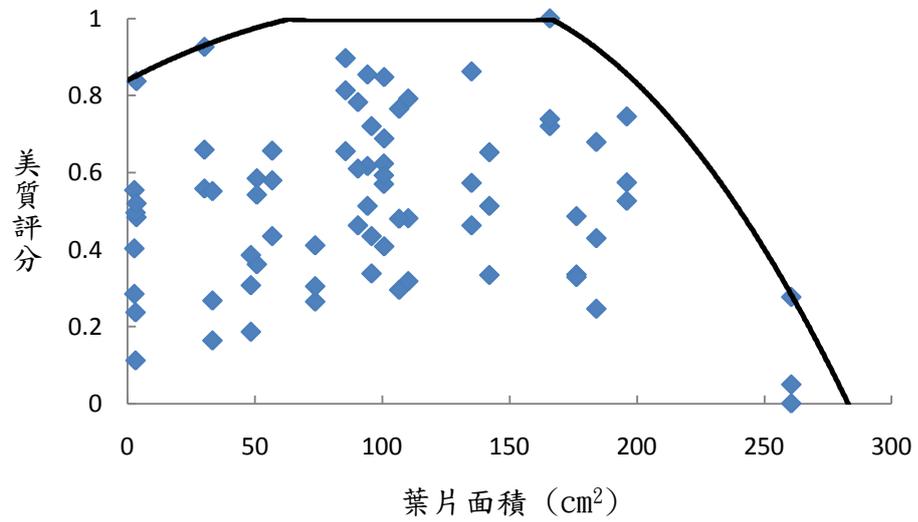


圖 4-3 (h) 葉片面積之滿意度指標

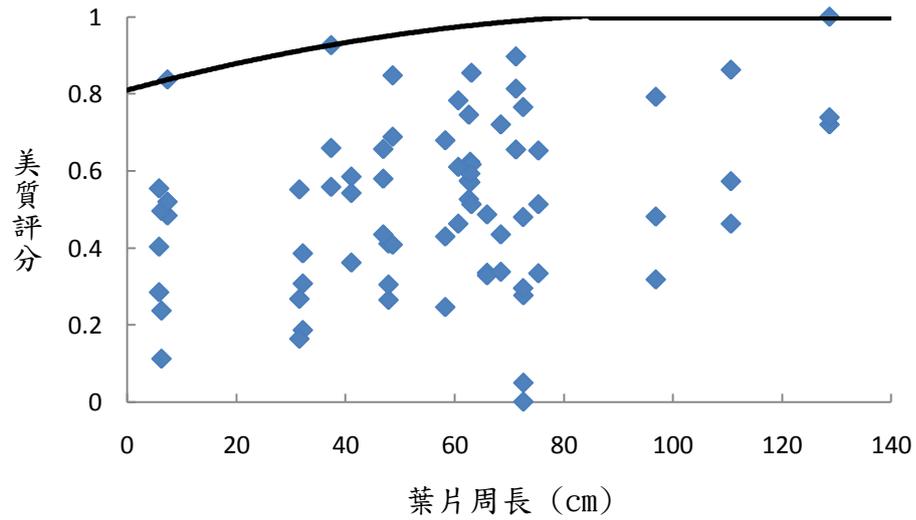


圖 4-3 (i) 葉片周長之滿意度指標

然而，有時候某些植栽因子無法由相關散布圖中得知該植栽因子的最佳狀態而無法明確繪製出有意義的美質滿意度曲線，可能是我們對此因子的認知模糊，也可能是這些因子對整體美質的影響不明顯或是樣本不夠齊全，因此也就無法建立該因子的美質指標，未能納入 PBSI 模式，如圖 4-3 (j)、(k)。

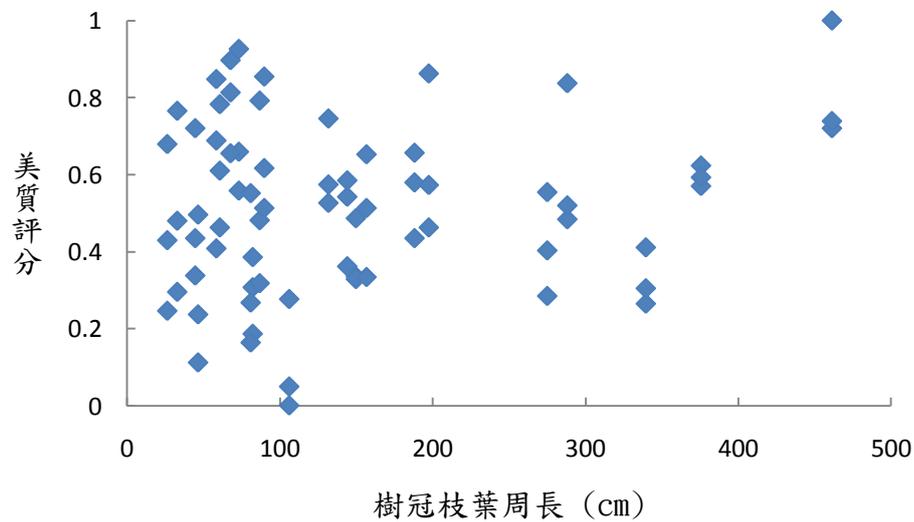


圖 4-3 (j) 樹冠枝葉周長之滿意度指標

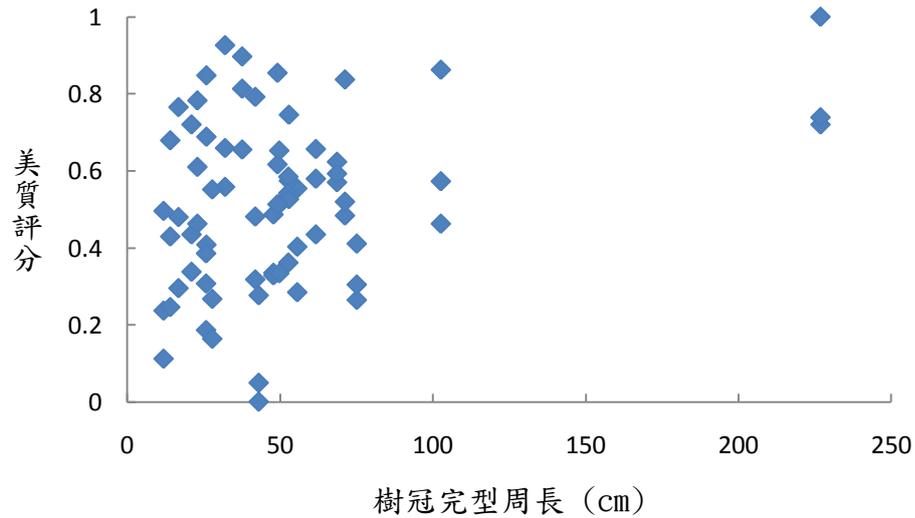


圖 4-3 (k) 樹冠完型周長之滿意度指標

由各植栽因子之滿意度指標顯示，如圖 4-3 (a) ~ (i)，其縱軸的美質評分很高時所對應橫座標區間最大值的意義即是該植栽因子對景觀美質所呈現出的最美區間，因此我們亦可利用這些滿意度指標獨立判別各植栽因子與景觀美質的關係。

4-3 建立植栽美質滿意度指標 (Planting Beautiful Satisfaction Index, PBSI)

植栽美質滿意度指標 (Planting Beautiful Satisfaction Index, PBSI) 研究的主要目的在於能求得一個使景觀美質與植栽因子間具有良好關係的數學式並且是以人類視覺感受為導向，與棲地適宜性指標 (Habitat Suitability Index, HSI) 有異曲同工之妙，在經過不斷的嘗試與驗證，發現只採用枝葉疏密度與樹冠連接度兩個因子可得到較佳的驗證，因此植栽美質滿意度指標 (PBSI) 之方程式如下：

$$PBSI = SI_{\text{枝葉疏密度}} \times SI_{\text{樹冠連接度}} \quad (4-1)$$

方程式 (1) 中 PBSI 表示植栽美質滿意度指標， $SI_{\text{枝葉疏密度}}$ 表示枝葉疏密度的滿意度指標， $SI_{\text{樹冠連接度}}$ 表示樹冠連接度的滿意度指標。依植栽美質滿意度指標 (PBSI) 中 $SI_{\text{枝葉疏密度}}$ 與 $SI_{\text{樹冠連接度}}$ 相乘所求得的 PBSI 值與群眾問卷所調查到的美質評分平均值之相關散布圖如圖 4-4：

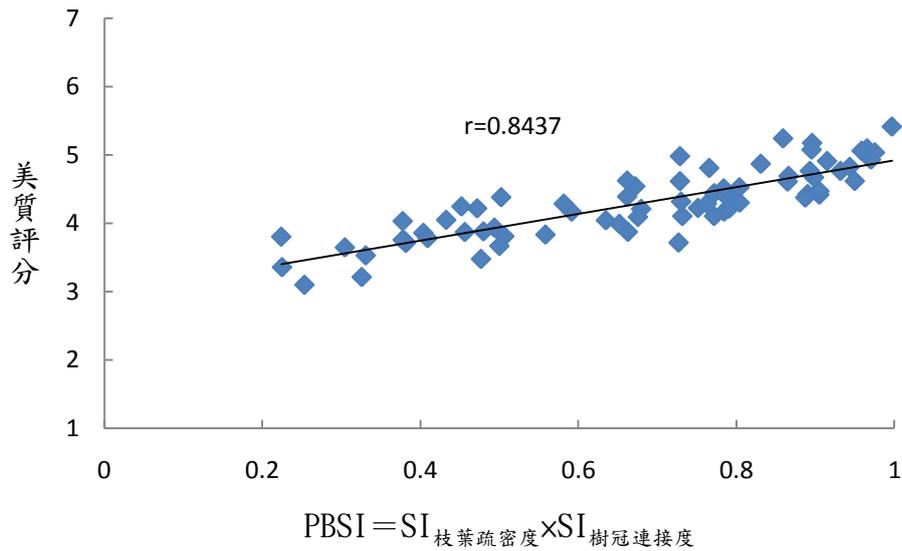


圖 4-4 PBSI 值與美質評分相關散布圖

如圖 4-4 中顯示，由植栽美質滿意度指標（BSI）所推算出的 BSI 值與調查到的美質評分之相關散布圖呈現高度相關（ $r=0.8437$ ），PBSI 值為 1 分代表極美，PBSI 值為 0 分代表完全不美，此驗證說明可用 PBSI 模式來監控植栽美質。



第五章 多元回歸分析

本研究於 5-1 和 5-2 小節引用許旭輝(2008)對植栽因子與美質評分進行皮爾森相關性分析與多元迴歸分析，並於 5-3 小節將上一章所建立的整體植栽美質滿意度指標(Planting Beautiful Satisfaction Index, PBSI)與多元回歸分析做比較，過程與方法可供景觀評估或規畫設計做參考。

5-1 皮爾森相關性分析(Pearson Correlation)

在多元回歸中，由於主變數間可能具有相關性故須考慮主變數間共變的部分是否顯著，若主變數彼此間達到顯著相關，則回歸方程式的解釋變異量(R^2)就有可能會被高估，故須選定彼此相互獨立的植栽因子納入多元回歸方程式。本研究先以 SPSS 統計軟體對植栽因子及美質評分進行皮爾森相關係數(Pearson's correlation coefficient)之分析，探討各植栽因子與美質評分的關係強度以及各植栽因子間獨立與否，如表 5-1。



表5-1 植栽因子與美質評分之相關性分析

	美質評分	樹高	冠幅	樹冠枝葉面積	樹冠完型面積	樹冠枝葉周長	樹冠完型周長	枝葉疏密度	樹冠連接度	植株間距	葉片面積	葉片周長	
美質評分	Pearson 相關 顯著性 (雙尾)	1	.462** .000	.384** .001	.433** .000	.395** .001	.158 .186	.319** .006	.630** .000	.714** .000	-.077 .521	-.047 .693	.300* .011
樹高	Pearson 相關 顯著性 (雙尾)	.462** .000	1	.788** .000	.759** .000	.761** .000	.566** .000	.699** .000	.385** .001	.256* .030	.544** .000	.137 .253	.350** .003
冠幅	Pearson 相關 顯著性 (雙尾)	.384** .001	.788** .000	1	.912** .000	.933** .000	.650** .000	.646** .000	.321** .006	.285* .015	.691** .000	.253* .032	.331** .004
樹冠枝葉面積	Pearson 相關 顯著性 (雙尾)	.433** .000	.759** .000	.912** .000	1	.992** .000	.510** .000	.477** .000	.475** .000	.266* .024	.630** .000	.067 .575	.155 .194
樹冠完型面積	Pearson 相關 顯著性 (雙尾)	.395** .001	.761** .000	.933** .000	.992** .000	1	.596** .000	.518** .000	.389** .001	.258* .029	.645** .000	.069 .565	.141 .239
樹冠枝葉周長	Pearson 相關 顯著性 (雙尾)	.158 .186	.566** .000	.650** .000	.510** .000	.596** .000	1	.822** .000	-.181 .128	.128 .283	.450** .000	-.021 .863	.167 .160
樹冠完型周長	Pearson 相關 顯著性 (雙尾)	.319** .006	.699** .000	.646** .000	.477** .000	.518** .000	.822** .000	1	.055 .646	.200 .092	.447** .000	.205 .084	.531** .000
枝葉疏密度	Pearson 相關 顯著性 (雙尾)	.630** .000	.385** .001	.321** .006	.475** .000	.389** .001	-.181 .128	.055 .646	1	.193 .104	.221 .062	-.028 .817	.308** .008
樹冠連接度	Pearson 相關 顯著性 (雙尾)	.714** .000	.256* .030	.285* .015	.266* .024	.258* .029	.128 .283	.200 .092	.193 .104	1	-.369** .001	.143 .232	.190 .111
植株間距	Pearson 相關 顯著性 (雙尾)	-.077 .521	.544** .000	.691** .000	.630** .000	.645** .000	.450** .000	.447** .000	.221 .062	-.369** .001	1	.177 .137	.229 .052
葉片面積	Pearson 相關 顯著性 (雙尾)	-.047 .693	.137 .253	.253* .032	.067 .575	.069 .565	-.021 .863	.205 .084	-.028 .817	.143 .232	.177 .137	1	.697** .000
葉片周長	Pearson 相關 顯著性 (雙尾)	.300* .011	.350** .003	.331** .004	.155 .194	.141 .239	.167 .160	.531** .000	.308** .008	.190 .111	.229 .052	.697** .000	1

** 在顯著水準為0.01時 (雙尾)，相關顯著。

* 在顯著水準為0.05 時 (雙尾)，相關顯著。

從表 5-1 中顯示，美質評分與樹高、冠幅、樹冠枝葉面積、樹冠完型面積、樹冠完型周長、枝葉疏密度、樹冠連接度以及葉片周長達到顯著相關水準，代表這八個因子確實影響美質評分。並從表中交叉觀察得知，僅樹冠完型周長、枝葉疏密度與樹冠連接度三個因子能符合彼此相互獨立之條件且與美質評分具有相關性。

5-2 多元回歸方程式

以 SPSS 統計軟體選用逐步回歸分析法，原則是希望回歸方程式能以最少的主變項解釋最多依變項變異量，因此將相關性分析中與美質評分具有相關性且彼此相互獨立的三個因子樹冠完型周長、枝葉疏密度與樹冠連接度與美質評分納入回歸方程式，共可得三個模式，求得結果如表 5-2 與表 5-3：

表 5-2 逐步迴歸分析法的結果

模式摘要

模式	R	R 平方
1	.714 ^a	.509
2	.872 ^b	.761
3	.889 ^c	.790

a. 預測變數：(常數), 樹冠連接度

b. 預測變數：(常數), 樹冠連接度, 枝葉疏密度

c. 預測變數：(常數), 樹冠連接度, 枝葉疏密度, 樹冠完型周長

表5-2顯示迴歸分析的三個不同的模式以及各個模式的相關係數R以及R平方。模式1的主變數為樹冠連接度，模式2的主變數為樹冠連接度和枝葉疏密度，模式3的主變數為樹冠完型周長、樹冠連接度和枝葉疏密度。多元回歸分析中R平方代表預測依變項的解釋變異量，其值越高迴歸方程式的準確度也越高。

表5-3 多元回歸方程式係數

		係數			共線性統計量
模式		未標準化係數	標準化係數	顯著性	VIF
		B 之估計值	Beta 分配		
1	(常數)	3.458		.000	1.000
	樹冠連接度	1.456	.714	.000	
2	(常數)	1.583		.000	1.039
	樹冠連接度	1.255	.615	.000	
	枝葉疏密度	2.347	.511	.000	
3	(常數)	1.529		.000	1.079
	樹冠連接度	1.185	.581	.000	
	枝葉疏密度	2.333	.508	.000	
	樹冠完型周長	.002	.175	.003	

依表5-3的計算結果，樹冠完型周長、枝葉疏密度與樹冠連接度的變異數膨脹係數 (variance inflation factor, VIF) 皆相當接近1，代表不論是在模式1、模式2或模式3裡共線性的問題都相當輕微，且植栽因子與回歸式皆有達到相關顯著水準。然而在表5-2中可得知，模式2與模式3的解釋變異量相當接近，僅相差2.9%(模式2的R²為0.761，模式3的R²為0.790)，所以本研究採用以較少因子的模式2，其原始方程式如下：

$$\text{美質評分} = 1.255 \times \text{樹冠連接度} + 2.347 \times \text{枝葉疏密度} + 1.583 \quad (5-1)$$

由方程式 (5-1) 的計算結果與實測的美質評分之相關散布圖如圖 5-1。

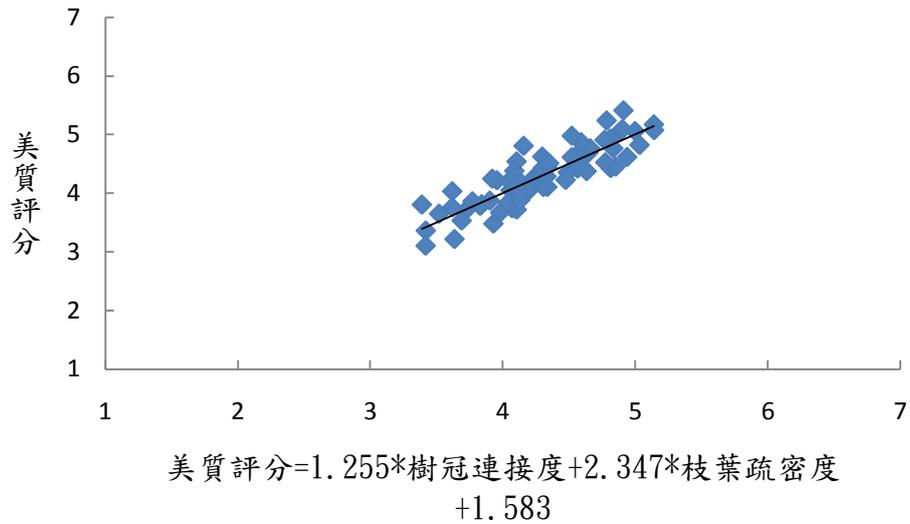


圖5-1 多元回歸值與實測值之美質評分散布圖

5-3 PBSI 模式與多元回歸分析的比較

根據第四章及本章的討論可知，PBSI 模式與多元回歸分析的評估結果經過驗證後都還不錯，因此這節從景觀評估者的角度探討多元迴歸分析與 PBSI 模式的適用性。

本研究在使用多元回歸分析時發現，回歸方程式必須是由具有極大值的植栽因子所組成，例如枝葉疏密度與樹冠連接度其值的變化範圍均在 0~1 之間。反之，樹高與美質評分的相關係數雖高達 0.462，若將樹高與枝葉疏密度、樹冠連接度納入多元回歸時，解釋變異量為 77.5%，原始方程式如下：

$$\text{美質評分} = 0.085 \times \text{樹高} + 2.136 \times \text{枝葉疏密度} + 1.204 \times \text{樹冠連接度} + 1.421 \quad (5-2)$$

由方程式 (5-2) 可以看出，雖然多元回歸方程式多了樹高這個植栽因子使得迴歸分析的解釋變異量提高了，但是由於樹高並沒有最大值，這將會使美質評分也沒有最大值，導致在進行景觀美質評估時無法判別美質會高到什麼狀況。

由枝葉疏密度與美質評分的相關散布圖顯示，如圖 4-3 (e)，雖然枝葉疏密度與美質評分的相關係數會高達 0.630，可是美質評分的

最高分並不是在枝葉疏密度為 1 的時候而是 0.88，這說明了即使枝葉疏密度與美質評分達到高度相關，也無法代表枝葉疏密度越高美質評分就越好，反而是枝葉疏密度在大於 0.88 時美質評分即開始下降。因此利用圖 4-3 (e) 枝葉疏密度的美質滿意度曲線即可說明枝葉疏密度的最美區間或是最美值。

由於多元迴歸分析受限於不易處理非線性問題，且往往某些植栽因子與美質評分的線性相關程度不高時多元線性迴歸分析便不易將這些因子考慮進去。此外，當我們在追求某些因子的最美區間時，就必須從相關散布圖的峰值來判斷，而不是單純只從線性的角度探討。像植株間距這一類的植栽因子即使與美質評分的相關性並不高，可是一旦建立了滿意度指標，便可發現植株間距對於植栽美質來說是有影響的，從圖 4-3 (g) 得知，植株間距為 6 公尺時，美質評分為最大值 1 分，若植株間距低於或高於 6 公尺，美質評分都呈現下降的情形。總而言之，透過各植栽因子的滿意度指標(SI)綜合而得的 PBSI 模式比多元迴歸分析更容易探討非線性的植栽因子。

由先前的計算結果與討論可知，PBSI 模式較容易計算非線性植栽因子，且不限定植栽因子需有極大值，因此，PBSI 模式的使用時機便不受到限制。但 PBSI 模式的計算過程較為繁雜，不若多元迴歸分析可仰賴電腦統計軟體 spss 計算。

第六章 結論與建議

本研究依據大眾對植栽景觀的偏好程度應用 HEP 模式來建立海岸地區的植栽美質滿意度指標 (PBSI) 模式，經分析後得到以下結論與建議：

- 一、 本研究所建構的 PBSI 模式經計算其 PBSI 值與實際美質評分有很好的線性關係，代表 PBSI 值可用來監控植栽美質，而 PBSI 值越高，植栽美質也越高。依循 PBSI 模式之結果，將樹冠連接度與枝葉疏密度調控在 SI 值皆為 1 時即代表已達到景觀營造的目的。
- 二、 由於枝葉疏密度及樹冠連接度與美質評分的相關係數非常高且彼此獨立，使多元迴歸分析的分析結果相當好，表示出若主變數為有極值限制且近於線性的因子，仍能有很好的評估結果。
- 三、 迴歸分析與 PBSI 模式的重要因子皆為樹冠連接度與枝葉疏密度，表示分析結果具一致性。
- 四、 多元迴歸分析可利用 spss 統計軟體使計算過程較 PBSI 模式簡單，但植栽因子往往沒有極大值的限制，使多元迴歸分析所預測的美質評分也沒有極大值，較難判斷景觀美質的程度。
- 五、 當多元迴歸分析遇到與美質評分呈現線性關係不佳的植栽因子或沒有極大值的植栽因子時，可使用 PBSI 模式，因滿意度曲線較能預測各種趨勢類型的植栽因子，避免多元迴歸分析因受限於非線性因子計算困難而排除有意義的植栽因子，雖然 PBSI 模式建構過程較繁雜，但也較能靈活運用。
- 六、 本文研究區域位於屏東後灣海岸，其背景有天空、沙灘、海水與步道，屬於常見的海岸類型，對於其他特殊的海岸地區，則需重新模擬以及建構 PBSI 模式。

參考文獻

1. 黃茹蘭，「行道樹視覺景觀偏好影響因素之探討」，國立台灣大學，碩士論文，1996。
2. Norman K. Booth 著，景觀設計元素，侯錦雄、李素馨譯，田園城市文化事業，台北，1996。
3. 羅義碩，「以生態觀測建立河川魚類棲地適合度曲線」，國立中央大學，碩士論文，2004。
4. 郭一羽、李麗雪，海岸生態景觀環境營造，明文書局，台北，2005。
5. 陳盈曲，「海岸結構物附著生物 HEP 棲地模式研究」，私立中華大學，碩士論文，2005。
6. 陳建蓉，「人行道外側植栽型式影響景觀偏好之研究」，私立東海大學，碩士論文，2005，。
7. 陳世榮、王瑞德等，「後灣海岸環境改善工程」，水利，15，223-230 頁，2005。
8. 邱皓政，量化研究與統計分析，五南出版社，台北，2006。
9. Richard C. Smardon & James F. Palmer & John P. Felleman 著，景觀視覺評估與分析，p.217~p.220，李麗雪、洪得娟、顏家芝譯，田園城市文化事業，台北，2006，。
10. 許旭輝，「海岸灘地植栽景觀美質之研究」，私立中華大學，碩士論文，2008。
11. 高育茶，「市區道路中央分隔帶植栽生態綠化手法與景觀美質關係之研究」，私立中華大學，碩士論文，2008。
12. 田中章，「環境アセスメントにおける定量的生態系評価手法 HEP—代償ミティゲーションとの関係において—」，單著，第 4

回国際影響評価学会日本支部研究発表会論文集—千瀉の保全
と環境アセスメント—，2000。

13. 田中章，「何をもって生態系を復元したといえるのか？-生態系復元の目標設定とハビタット評価手続きHEPについて」，単著，ランドスケープ研究，Vol.65， No.4， 1-5，2002。



附錄一 後灣海岸植栽模擬照片

		
照片1 M:3.21 S:1.12	照片2 M:3.36 S:0.99	照片3 M:4.85 S:1.23
		
照片4 M:4.56 S:1.16	照片5 M:4.61 S:1.31	照片6 M:4.66 S:1.12
		
照片7 M:4.69 S:1.12	照片8 M:5.41 S:1.21	照片9 M:4.42 S:1.27
		
照片10 M:3.65 S:1.20	照片11 M:4.67 S:1.34	照片12 M:3.81 S:1.14

附錄一 後灣海岸植栽模擬照片(續)

		
照片13 M:4.42 S:1.47	照片14 M:4.62 S:1.10	照片15 M:3.87 S:1.16
		
照片16 M:5.17 S:1.43	照片17 M:4.38 S:1.16	照片18 M:4.10 S:1.10
		
照片19 M:4.43 S:1.19	照片20 M:3.71 S:1.23	照片21 M:4.45 S:1.45
		
照片22 M:4.22 S:1.18	照片23 M:4.76 S:1.20	照片24 M:4.62 S:1.19

附錄一 後灣海岸植栽模擬照片(續)

		
照片25 M:3.10 S:1.32	照片26 M:5.03 S:1.11	照片27 M:4.17 S:1.04
		
照片28 M:4.35 S:1.11	照片29 M:4.22 S:1.14	照片30 M:4.52 S:1.09
		
照片31 M:4.39 S:1.10	照片32 M:4.25 S:1.32	照片33 M:3.74 S:1.31
		
照片34 M:3.67 S:1.20	照片35 M:3.80 S:1.18	照片36 M:4.93 S:1.33

附錄一 後灣海岸植栽模擬照片(續)

		
照片37 M:4.29 S:0.96	照片38 M:4.76 S:1.15	照片39 M:3.86 S:1.11
		
照片40 M:3.53 S:1.11	照片41 M:4.32 S:1.16	照片42 M:4.61 S:1.18
		
照片43 M:4.81 S:1.27	照片44 M:5.24 S:1.12	照片45 M:4.87 S:1.42
		
照片46 M:5.07 S:1.35	照片47 M:4.98 S:1.20	照片48 M:4.03 S:1.10

附錄一 後灣海岸植栽模擬照片(續)

		
照片49 M:4.21 S:1.27	照片50 M:3.78 S:1.18	照片51 M:4.44 S:1.08
		
照片52 M:4.37 S:1.28	照片53 M:4.04 S:1.02	照片54 M:5.09 S:1.25
		
照片55 M:4.21 S:1.20	照片56 M:4.82 S:1.44	照片57 M:3.72 S:1.12
		
照片58 M:3.83 S:1.23	照片59 M:3.99 S:1.16	照片60 M:3.87 S:1.16

附錄一 後灣海岸植栽模擬照片(續)

		
照片61 M:4.42 S:1.27	照片62 M:4.47 S:1.37	照片63 M:5.06 S:1.19
		
照片64 M:4.51 S:1.04	照片65 M:4.61 S:1.21	照片66 M:3.76 S:1.15
		
照片67 M:4.30 S:1.17	照片68 M:4.09 S:1.15	照片69 M:4.91 S:1.25
		
照片70 M:4.29 S:1.17	照片71 M:3.88 S:1.09	照片72 M:3.48 S:1.20

海岸植栽美質問卷

問卷編號：

您好：

本問卷的目的在探討進行海岸植栽綠化時，影響海岸景觀美質的植栽因子。下面共有72張以電腦數位方式模擬海岸植栽的景觀照片，請您在看完各張照片後，根據您對照片中海岸景觀呈現的美質感受程度給予 1(非常不漂亮)~7(非常漂亮)之評分，並在給分方格中打勾。本問卷僅作為學術上使用，希望您能提供寶貴的意見供本研究參考，謝謝您的協助。

中華大學景觀建築系碩士班
研究生 許旭輝
指導教授 郭一羽、李麗雪

一、基本資料

1. 性別：男生，女生。
2. 年齡：_____。
3. 居住地：_____縣(市)。
4. 學歷：碩士(含)以上，大學(專)，高中(職)，國中(含)以下。
5. 工作性質：景觀、空間規劃設計，土木營建，電子、資訊工程，
業務、貿易、行銷，金融保險，會計、財務，服務、餐飲，
運輸倉儲，農林漁牧，其他_____。
6. 平均造訪海濱次數：第一次來，一個月兩次以上，一個月一次，
2~3個月一次，4個月~半年一次，一年一次或更少。
7. 最喜好海濱旅遊地點特性：沙灘海岸，礁岩海岸，漁港碼頭，
海岸溼地(如：紅樹林、潮間帶)，其他_____。
8. 最喜好海濱活動性質：水上活動，陸域運動，散步賞景，
釣魚抓蝦，品嚐海鮮，生態觀察，特殊節慶活動，
其他_____。

附錄二 海岸植栽美質問卷(續)

二、照片評分

請您在看完照片後，依序照片編號給予評分，並在表格中打勾

照片	7 非常漂亮	6 漂亮	5 略為漂亮	4 普通	3 略為不漂亮	2 不漂亮	1 非常不漂亮	照片	7 非常漂亮	6 漂亮	5 略為漂亮	4 普通	3 略為不漂亮	2 不漂亮	1 非常不漂亮
1								26							
2								27							
3								28							
4								29							
5								30							
6								31							
7								32							
8								33							
9								34							
10								35							
11								36							
12								37							
13								38							
14								39							
15								40							
16								41							
17								42							
18								43							
19								44							
20								45							
21								46							
22								47							
23								48							
24								49							
25								50							

附錄二 海岸植栽美質問卷(續)

照片	7 非常漂亮	6 漂亮	5 略為漂亮	4 普通	3 略為不漂亮	2 不漂亮	1 非常不漂亮	照片	7 非常漂亮	6 漂亮	5 略為漂亮	4 普通	3 略為不漂亮	2 不漂亮	1 非常不漂亮
51								62							
52								63							
53								64							
54								65							
55								66							
56								67							
57								68							
58								69							
59								70							
60								71							
61								72							

再次謝謝您的熱心幫助，祝您愉快。

