

碎形維度與景觀偏好關係之研究

陳品雯¹⁾ 張俊彥²⁾ 歐聖榮³⁾

關鍵字：碎形、碎形維度、景觀偏好

摘要：本研究之目的為驗證景觀中之碎形結構與景觀偏好之相關性，希冀提供景觀偏好新的研究方向，闡釋何因子將影響人類的偏好抉擇。研究以中興大學大學部學生為樣本進行調查，共獲得 400 份有效問卷與 1541 份框選喜愛區域的資料。研究以皮爾森積差相關進行分析與檢定，結果顯示受測者喜愛部分的碎形維度與景觀偏好有顯著相關。至於受測者喜愛的部分景觀，則多數選擇集中在畫面中主景或消點的部分。

前 言

景觀偏好研究的目的是在於探索人與環境的交互作用，並期望瞭解人類偏好什麼樣的景觀。在目前累積的研究結果中雖無法清楚解釋人類偏好景觀的奧秘，但從研究中可知人類有偏好特定類型的環境，學者試圖解釋此結果並發展出多種不同的觀點學說。但現階段的研究結果並無法清楚明確的定義或描述，受偏好景觀的類型與特色(Purcell, Lamb, Mainardi Peron & Falchero, 1994)。近年來 Mandelbrot 提出「碎形(Fractal)」的概念，開創新的視野為許多無法解釋或忽略的現象，提供新的解釋或尋求解答的機會。也因此有學者嘗試提出，人對自然的偏好是受到碎形的影響；並且相繼許多研究皆證實偏好與碎形之間確實存有相關性 (Cheung & Wells, 2004; Hagerhall, Purcell, & Taylor, 2004; Joye, 2004, 2005; Mureika, Cupchik, & Dyer, 2004, 2005; Richards, 2001; Spehar, Clifford, Newell, & Taylor, 2003; Stamps, 2002; Taylor, 2002; Taylor, Micolich, & Jonas, 2002)。

-
- 1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。
 - 2) 國立台灣大學園藝學系教授，通訊作者。
 - 3) 國立中興大學園藝學系教授。

但目前景觀偏好相關研究上，卻僅有少數的研究與應用(Hagerhall *et al.*, 2004; Richards, 2001; Richards & Kerr, 1999; Spehar *et al.*, 2003; Stamps, 2002; Taylor, 2002)。本研究即以此動機，希冀藉由碎形科學與偏好研究的結合，為景觀偏好研究領域開拓出新的探索方向。嘗試探索碎形與景觀空間偏好的相關性；並分析受偏好景觀空間中的碎形特色，進一步驗證偏好的景觀是否受其中碎形的影響。簡言之，本研究之目的有二：

- 一、實證分析整體景觀的碎形維度，探索碎形與景觀偏好之相關性。
- 二、檢驗偏好景觀的選擇，是否受景觀中碎形結構影響。

文獻回顧

一、碎形概念

「碎形」翻譯自英文的「Fractal」，其意指裂、破、碎等解釋，由 Mandelbrot 於 1975 年以法文出版的 *Les objets fractals* 一書中首創之新詞，其意形容複雜且無規則形狀。此字源自於拉丁文中的「fractus」，亦可解釋其意類似英文中的 fractured(斷裂)與 fractional(部分的、分數的)等意義。Mandelbrot(1977)認為 Fractal 有「不規則的」與「支離破碎的」意思。Mandelbrot 更進一步對碎形提出更明確的解釋，即其組成部分與整體之間，存在某種方式相似的「形」。本研究整理國內外學者論點，提出碎形具有四個重要的特徵：

(一)自我相似性(Self-similarity)：

自我相似性意指碎形中組成的局部造型，特徵上皆與其整體造型相似，不論該結構有多複雜、多粗糙、多摺疊，經過不斷放大後始終都具有自我相似性的結構。

(二)無限延展性(Unlimited Expansion)：

碎形具有自我模仿特質，在愈來愈小的尺度中重覆製造相似的細節，並且以某種固定方式縮小細節，造成某種循環的複雜現象，呈現無限延展的特性。

(三)分數的維度(Fractional Dimension)：

碎形的複雜程度不同於傳統的歐氏幾何，因此需以分數的維度來描述其概念，而描述分數碎形的數值稱為碎形維度(Fractal Dimension)，簡稱 D 值。碎形維度和尺度不具相關性，其複雜性、粗糙度不因尺度而改變。分數維度憑藉物體粗糙度、不規則度與破裂度而定。平面空間中的碎形結構介於平滑直線與填滿中，當 D 值趨近於 2 呈現複雜曲折濃密的線條，反之 D 值趨於 1 則呈現平滑簡單稀疏的線條狀態。

(四)混沌動態性(Chaotic Dynamics)：

混沌指的是時間上的混亂行為，碎形代表空間上的複雜性；碎形是非線性動力過程的結果，大自然的外貌及結構皆是經由非線性動力過程而產生的結果，故碎形是混沌的自然產物。

描述碎形變化的「碎形維度(Fractal dimension)」，為碎形的量測指標。常用的量測方法有三種：「等步進法(Structured Walk Method)」、「面積一邊長法(Area-Perimeter Method)」

與「盒子計數法(Box Counting Method)」(Batty & Longley, 1994; Kenkel & Walker, 1996)。前兩項方法對於物體的形狀有高度的測量能力，盒子計數法對於物體形狀的偵測能力較前兩者低 (Berube & Jebrak, 1999)；而兩者之中又以「面積—邊長法」，能細緻地描述面積與週長的變化。

二、碎形對人的影響

在我們生活環境周遭，存在各式各樣型態的碎形結構。研究學者們好奇碎形與人類之間的關係，繼而投入探索碎形對人類的影響。

(一)碎形感知—觸發自然認知模組：

Joye(2004)提出人對自然的知覺，是由與生俱來的「自然認知模組(Natural modules)」接受與處理相關訊息。自然認知模組的主要功能為，將人所感知到的自然物，進行概念化與分類的工作。但現今自然環境被人工環境取代，我們接觸到自然的機會相對減少，因此導致自然認知模組的運作減少，若長時間將導致遲鈍與退化。自然認知模組也受到文化背景差異之影響；即文化產物的創作受到輸入(Input)的自然型態影響。自然中的碎形，可觸發並促進自然模組的發展，並進一步觸發對自然物的情感。Geake(1992)更以此為前提，假設增加對碎形的接觸，將有助於自然模組的發展，其研究結果證實有此影響。結果顯示實驗組之學童因增加接觸碎形圖案，其較對照組對自然感知的敏感度有上升的情況。

(二)以生理學觀點看碎形感知：

神經心理學觀點認為在人類的認知體系中，有特定專門的子系統，其專職於自然物形狀辨認；其概念類似於自然認知系統中的自然物分類觀點(Mahon & Caramazza, 2003)。細胞神經學研究也發現，當人接觸自然時，其神經電路傳遞訊息將特別明確。但目前無法清楚解釋此現象，僅推測是因視覺神經本身組織對“自然景色”特別敏銳，並對自然有高效率接收。以生理結構的觀點來看，在大腦的結構中司管碎形知覺的區域，與歐氏幾何不同(Clark & Lesmoir-Smith, 1994)。

(三)碎形扮演自然感知的橋樑：

學者們相繼提出，碎形扮演自然感知橋樑功能的概念；Hughes(2001)提出刺激物具有數學結構將有利被偏好，與神經與生理學有關係。Olhausen & Field(2000)也認為碎形對人類神經系統與知覺過程有聯合的關係。碎形之所以可以扮演橋樑，主要原因是人類感官對碎形特別敏銳，故此即為高層認知的基礎。換言之，碎形可引起自然的感知，進而觸發對自然的情感(Wise & Taylor, 2002)。因此也有學者，認為碎形具有與自然相同的感知與功能，故稱其為「類自然刺激物(Nature-like stimuli)」。

(四)碎形美的體驗：

碎形的美麗於二維平面中展現在自我相似性與無限延展性，即是盡情展現在比例上的變化，與韻律之重複展現及層次變化中。碎形特徵之美除了在自然界多樣化且普遍的展現，亦廣泛地應用在人類建築藝術中。碎形美也展現一種特殊的美—生命力之美，常出現在新生長的部位或是拓展的邊緣之中，其展現的除了當下的圖騰，也蘊含了變動生長的魅

力(Richards, 2001)。此即 Dewey(1934)所言之：「我們可在邊緣改變中發現生命的創造力。」。

三、碎形相關研究

(一)初期碎形於藝術分析的研究

澳洲新南威爾斯大學的物理系教授 Taylor，在某次藝術課程研習中利用自然力進行作畫。出乎意料地發現其以自然力創作的作品，與美國著名的抽象派滴彩畫家 Jackson Pollock 的作品明顯相似，進而嘗試以科學的方式分析 Pollock 的作品，赫然發現其中竟然蘊含了 25 年後才發現的碎形結構！Taylor(2000)進一步提出是否 Pollock 的畫作之所以讓人喜愛，就是因為其中存在有碎形的結構？而以此藝術的觀點為起點，衍生出碎形偏好的研究，並與景觀偏好領域結合發展(Taylor, 2002, 2003; Taylor, Micolich, & Jonas, 1999a, 1999b; Taylor, Spehar, Clifford, & Newell, 2002; Taylor, Spehar, Clifford, Newell & Hagerhall, 2005)。

(二)碎形於偏好領域的研究

偏好領域的研究首先探討碎形維度值對偏好的影響；進而比較不同來源的碎形，其碎形維度值對偏好影響是否有所不同。

Hagerhalla, *et al.* (2004)提出碎形維度與偏好呈線性關係。其研究分析景觀照片中天際線的輪廓，其碎形維度值與偏好之間的關係；假設碎形結構會影響美感的體驗，結果在 D 值與偏好間呈線性關係。研究結論指出，碎形維度將影響偏好，當碎形維度值為 1.3 時最受偏好。學者更提出碎形可作為，景觀偏好分析工具的觀點。

學者們提出人類偏好中低度碎形，可能原因引用的概念是「演化論」，其認為人類對景觀偏好的評估，取決於其環境是否呈現自然以及為生存所適的範圍(Appleton, 1975; Balling & Falk, 1982; Barrow, 2003; Orians, 1986; Orians & Heerwagen, 1992; Kaplan & Kaplan, 1989; Rogowitz & Voss, 1990; Ulrich, 1983, 1993)。也有學者以生理的角度提出「視覺神經論」來解釋，其認為中低程度的碎形，為人類視覺敏感度的極限，故偏好的景觀也多呈中低碎形維度值(Geake & Landini, 1997; Gilden, Schmuckler & Clayton, 1993; Knill & Kersten, 1990)。少數作者由心理學觀點討論，認為偏好中低度碎形維度，是因為受到「長期記憶」的影響。此論點是指當下接收環境資訊，會與長期記憶中的碎形程度比對。即人類偏好的是與記憶中環境相似的景觀(Geake & Landini, 1997; Gilden, Schmuckler & Clayton, 1993; Knill, Field & Kersten, 1990)。

確定碎形對偏好確實有所影響後，學者們更進一步提出此疑惑：不同來源的碎形是否也會影響偏好。針對此疑問，Spehara *et al.*(2003)選擇四種刺激物：自然碎形、數學碎形、人為碎形(Pollock 畫作)以及密度變化(無碎形結構)。結果對碎形的偏好不會受到來源改變，依舊維持在 $D=1.3\sim 1.5$ 。此研究結果確立了碎形的來源並不會對偏好有所影響，也藉由密度變化對偏好無影響的結果，再次確定是碎形結構對偏好產生影響的。

此外也有學者以心理學的觀點出發，討論碎形對偏好與人類情感的影響。Richards & Kerr(1999)以心理學與藝術治療角度探討碎形與人的關係，其假設自然物的碎形對人有某

種程度的影響。研究中讓受測者比較不同 D 值相同物的偏好差異，結果發現受測者較偏好具有明顯碎形結構，故推測碎形讓受測者感受到自然。Richards(2001)亦以心理學的角度試圖解釋人與自然的共鳴，其認為碎形的感動便是連結自然與人的關鍵。並將碎形體驗延伸至對自然美的偏好，與環境保護概念的萌生。進一步提出人對碎形的偏好，將擴展成對自然環境的情感，繼而引發環境保護的意念。

材料與方法

一、研究架構與假設

由前述可知碎形偏好的前人研究中，多僅探討局部景觀或單一景觀元素的碎形偏好，然而本研究期望進一步拓展成探討整體景觀空間的碎形偏好，與偏好的選擇行為是否與碎形相關，故本研究提出研究架構(如圖 1 所示)作為研究之導引。

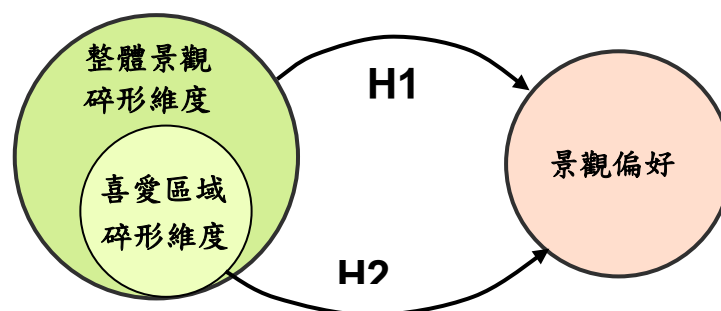


圖 1. 研究架構圖

Fig 1. The assessing model in the study

依據此研究架構，並針對本研究之研究目的提出以下之研究假設：

- H1. 「整體景觀的碎形維度」與「受測者的景觀偏好」有顯著相關。
- H2. 「喜愛區域碎形維度」與「受測者的景觀偏好」有顯著相關。

二、客體部分

(一)客體選擇

本研究客體設定選擇真實景觀，因其可讓受測者感受完整真實空間的資訊，繼而經全面性評斷獲得偏好的判斷。然真實的完整空間取景，將無法如同前人研究使用模擬景觀時，較準確的控制刺激物的內容與碎形結構。故在本研究選取客體時，將設定兩前提原則，期望能幫助取得有碎形變化又無其他干擾偏好因子的刺激物。此兩前提分述如下：

- 1.選取同類型空間組成之景觀：本研究所著重於探討碎形與偏好的關係，將無法顧全

其他可能影響偏好的因子。取樣同類型的空間景觀，出現之元素類似、風格統一且整體色調相近，減少可能因此而影響偏好結果的誤差。

2.減少特定影響偏好因子出現：除以同空間類型為前提外，亦減少特定影響偏好的因子出現。避免刺激物取景時畫面中出現水體或人類等，可能對偏好影響元素。

客體取樣來自兩個農牧場：飛牛牧場與走馬瀨農場。共取樣 40 張照片，依其空間屬性分為四大類型：草原類型、步道類型、車道類型與休憩類型，如圖 2、圖 3 所示。以下介紹其概念與樣本。



圖 2. 刺激物樣本：草原類型與步道類型

Fig 2. Examples of stimulus materials: grassland and trail



圖 3. 刺激物樣本：車道類型與休憩類型

Fig 3. Examples of stimulus materials: road and rest chairs

(二)客體分析方法

本研究使用 Definiens 公司的產品 eCognition 4.0，來分析刺激物之碎形維度。此軟體可根據使用者自訂標準，對圖像進行數位化分割區塊的功能。由前人文獻可知邊緣對偏好有相當的影響力(Heath, Smith & Lim, 2000; Keller, Crownover & Chen, 1987; Rayner & Pollatsek, 1992)。此軟體根據提供圖像之顏色與亮度(RGB 值)，依照使用者定義的「尺度參數(Scale parameter)」與「同質性參數(Homogeneity criterion)」，決定數位化描繪區塊的大小與邊緣。

將 eCognition 4.0 數化的資料，再以 Arc View GIS 3.2 外掛程式中的 Fragstats 2.0 運算，獲得碎形維度值的指數。Fragstats 2.0 中表碎形維度的值可以分兩個層級：包括區塊尺度下的「碎形維度(FD)」，其為畫面中每一區塊各自之碎形維度值；景觀尺度則是綜合全體畫面中的區塊整體的「平均區塊碎形維度(MPFD)」。平均區塊碎形維度即為，畫面中全部區塊之碎形維度的平均值。

三、主體部分

(一)主體取樣

本研究以中興大學大學部學生為受測者對象，測試時間由 2006 年 3 月 7 日至 11 日期間，選擇全校共同通識課程做測試，以達測試地點統一與樣本均勻分散。實驗隨機抽取 10 堂通識課程進行測試。每堂課程平均有 50 至 60 位學生，每版本問卷統一各抽取選取 40 份作為有效問卷。

(二)問卷設計

本研究選取刺激物照片共有 40 張，若讓受測者觀賞全部照片將混淆其回答的結果，且將導致測試時間過長影響測試者之情緒感受。故本研設計 10 套問卷版本，每套包含各景觀類型照片各一張，即每版本問卷僅有 4 張照片。

問項內容則配合研究假設共分為兩個部分：

1. 「框選喜愛區域」：讓受測者觀賞完測試照片後，請其於測試照片之方格草圖中，依循格線框選出照片中喜歡的部分。可複選或不選喜愛的區域(參見圖 5)。
2. 「碎形感知部分」：本研究提出線條、質感與畫面完整度三個問題，詢問受測者對其之感受。問項各分五個等級，線條部分由複雜到簡單；質感部分由粗糙到細緻；畫面完整度部分由破碎到完整。

四、資料分析說明

(一)「整體景觀的碎形維度」與「景觀偏好」關係分析

本研究以數化分析整體景觀的平均區塊碎形維度(MPFD)作為自變項，其為等距尺度介於 1~2 之間的數值。依變項為受測者對刺激物的景觀偏好，是以問卷中的偏好评值加以運算偏好平均值，偏好程度越高相對值越高。本研究欲探討兩者之關係，故使用皮爾森積差相關(Pearson correlation)進行分析檢定。

(二)「喜愛區域碎形維度」與「景觀偏好」關係分析

本研究以受測者框選喜愛區域的平均區塊碎形維度(MPFD)作為自變項，其為等距尺度介於 1~2 之間的數值。依變項為受測者對刺激物的景觀偏好，以問卷中填寫的偏好程度評值，與上述不同在於並非平均值，而是以受測者個人所填寫的獨立的評值。本研究欲探討兩者之關係，故使用皮爾森積差相關(Pearson correlation)進行分析檢定。



圖 4. 以 eCognition 4.0 數化圖像樣本

Fig 4. The picture digitized by eCognition 4.0



圖 5 框選喜好部分之問卷填寫說明

Fig 5. Selecting preferred parts in the stimulus material

結 果

(一)結果分析

主體收集共得 400 份有效問卷，其中受測者為男生佔 52%，女生佔 48%；99%受測者未曾修習過相關美學或設計的課程，僅有 1%受測者曾受過相關美學或設計課程的訓練(例如：素描、水彩、國畫、攝影等)。客體分析以 eCognition 4.0 數化刺激物照片，並以 Fragstats 2.0 計算碎形維度獲得整體景觀的碎形維度：「平均區塊碎形維度值(MPFD)」。整體景觀的 MPFD 描述統計如下：平均數為 1.67、標準差為 0.027、全距為 0.13、最大值為 1.71 與最小值為 1.58。而框選喜愛區的碎形分析，則由有效問卷中獲得 1541 筆資料，其描述統計資料如下：平均數為 1.66、標準差為 0.048、全距為 0.42、最大值為 1.73 與最小值為 1.31。框選區域的 MPFD 與整張照片 MPFD，最大差別在於「全距」的範圍增大。整體景觀 MPFD 的全距為 0.28，其包含的碎形變化差距甚小；而在框選喜愛區域的 MPFD，其全距卻達 0.42 幾乎達碎形維度變異度的 50%。

(二) 假設驗證

假設 1 驗證：「整體景觀的碎形維度」與「受測者的景觀偏好」有顯著相關。

利用皮爾森積差相關(Pearson correlation)分析進行檢定(參見表 1)，結果發現景觀偏好與整體景觀的碎形維度，無顯著關係存在(假設 1 不成立)。即整體景觀的碎形維度，並不會影響受測者對景觀的偏好。

假設 2 驗證：「喜愛區域的碎形維度」與「受測者的景觀偏好」有顯著相關。

利用皮爾森積差相關(Pearson correlation)分析進行檢定(參見表 2)，結果發現假設 2 成立，即景觀偏好與框選喜愛區域的碎形維度，呈顯著之正相關(達 0.005 顯著水準)，亦即當受測者框選喜愛區域的碎形維度越高，其景觀偏好度也相對提昇。

表 1. 景觀偏好與整體景觀及喜愛區域的碎形維度之關係分析

Table 1. The relationship between landscape preference and fractal dimension

	整體景觀的碎形維度	框選喜愛區域的碎形維度
相關係數	0.135	0.108
顯著水準	0.406	0.000***
		***達 0.001 顯著水準

(三) 結果討論

1. 「整體景觀的碎形維度」與「景觀偏好」關係討論

碎形偏好的相關研究指出，碎形結構對偏好有所影響(Richards, 2001; Stamps, 2002; Spehar et al., 2003; Taylor, 2001; Taylor *et al.*, 2002a; Hagerhall *et al.*, 2004)。但前人於刺激物的選擇，卻僅侷限在虛擬景觀或局部的真實景觀。本研究嘗試突破此限制，選擇完整的真實景觀作刺激物，並分析整體景觀的碎形結構，期望藉由讓受測者接收與真實環境較相近的資訊，讓其景觀偏好的評判能更客觀準確。假設驗證之結果為，「整體景觀的碎形維度」與「景觀偏好」無明顯的相關，此結果與前人研究結果不合。以下提出可能原因討論：

(1) 選取樣本的景觀類別不同，導致碎形與偏好關係不顯著

刺激物四類型景觀每類型中各照片間的差異甚小，但類型之間卻有較大的差異存在。為求景觀類型的差異是否影響碎形與偏好關係，使用單因子變異數分析(One-way ANOVA)來檢驗。分析結果 F 值達顯著水準，表示不同類型的景觀間與景觀偏好顯著的差異。因此為確定「整體景觀的碎形維度」對「景觀偏好」無明顯的影響，是否受到景觀類型差異所導致，以景觀類型區隔個別使用斯皮爾曼等級相關(Spearman rank order correlation coefficient)，進行分析檢定。

由結果可知相同景觀類型下，「整體景觀的碎形維度」與「景觀偏好」，依舊無顯著之

關係存在。故可摒除景觀類型可能造成，碎形與偏好兩者關係不顯著的可能原因。

表 2. 四類型景觀碎形維度與景觀偏好之相關分析

Table 2. The relationship between preference and fractal dimension of four style landscapes

	景觀類型			
	草原類型	步道類型	車道類型	休憩類型
相關係數	0.004	0.005	-0.033	0.086
顯著水準	0.930	0.915	0.517	0.085

(2)取樣的碎形維度值不均勻，導致碎形與偏好關係不顯著

由文獻已知碎形維度的數值是界於 1 到 2 之間，而本研究取得的 40 個樣本，並非均勻分佈在 1~2 當中。整體樣本的碎形維度最小值為 1.37，最大值為 1.65，平均數為 1.57，而全距僅 0.28(相對於碎形維度的全距 1 甚小)。

為確定碎形維度值分佈不均是否會影響碎形與偏好關係，將樣本以碎形維度數值分級，再以單因子變異數分析(One-way ANOVA)來檢驗。但若以碎形維度的中位數(1.5)來區分樣本，兩等級間樣本數差距過大；40 個樣本中，碎形維度值介於 1.0~1.5 僅 10 個，其他 30 個 AWMPFD 都介於 1.5~2.0。故在將資料分級時，以樣本 AWMPFD 的中數 1.61 為分界點。分析結果 F 值未達顯著水準， $F=0.645$ 而 $p=0.427 > 0.05$ 。結果表示不同層級的碎形維度值，對景觀偏好的評值無顯著的差異。因此本研究收集的不均勻樣本，並非影響導致碎形與偏好關係結果之因。

即上述兩種可能造成本研究結果與前人研究不同的原因，皆無法解釋為何此結果與前人研究不符。為此本研究將再從「框選喜愛區域的碎形維度」與「整體景觀的碎形維度」間關係中，進行進一步的討論。

2. 「框選喜愛區域的碎形維度」與「景觀偏好」關係討論

本研究除分析整體景觀的碎形與偏好的關係，也同前人研究分析局部景觀的碎形與偏好的關係。但在局部景觀的選取部分，是選擇受測者自行框選喜愛的區域來分析碎形，不同於前人研究由研究者決定分析部分，如 Hagerhalla *et al.*(2004)在其研究中，選擇僅分析天際線部分的碎形。詳見下圖 6 比較：

假設驗證獲得結果為，「框選喜愛區域的碎形維度」與「景觀偏好」，呈顯著的正相關(達 0.001 顯著水準)。由此結果可證實與前人研究提出相同的概念，碎形確實對偏好有影響。而為何在假設 1 與假設 2 的驗證中，獲得碎形與偏好關係闡釋的不同結果？於下提出可能「知覺特徵」影響「景觀偏好」的假設：

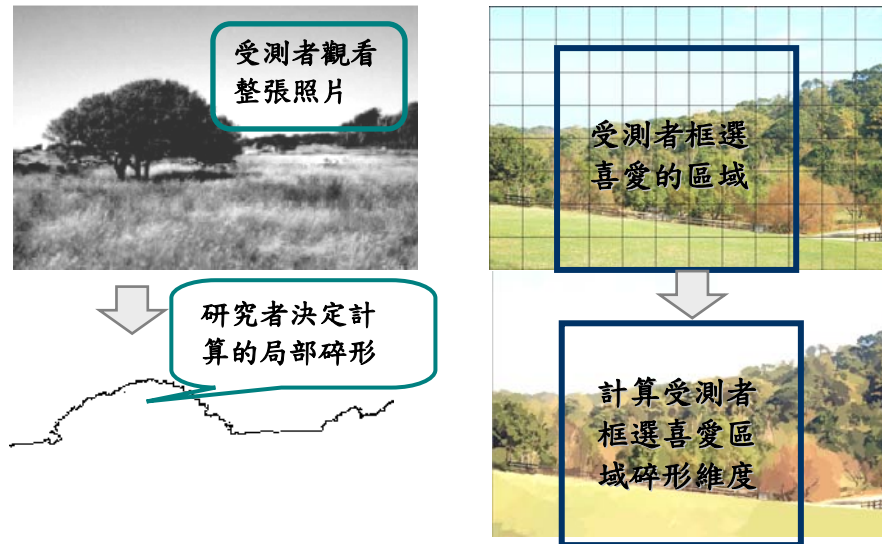


圖 6 偏好區域劃定說明圖：前人研究與本研究

Fig 6. The method of selecting preferred part: others studies and this study

Ittelson(1978)認為「景觀偏好」的產生，為一連串人與環境交互作用下的結果。其過程是由「知覺」開始，進而發展成「認知」，最後給予評價產生「偏好」。由此可知，「偏好」是歷程中最終的判斷，故必定會受到「知覺」的影響。而知覺的五個心理特徵中(相對性、選擇性、整體性、恆常性與組織性)，由「知覺相對性」與「知覺選擇性」，可以看出可能解釋為何框選喜愛區域的碎形對景觀偏好影響，相較整體景觀碎形明顯。

「知覺相對性」的概念為，將所見之物相對比較進而產生主體與背景的區別。而受測者觀賞照片之後，個人認定的主體部分，極可能與框選喜愛的部分相同。因此可將框選喜愛的部分，視為受測者對整張照片概念抽取的部分。故景觀偏好受到喜愛區域的影響，便是合乎邏輯的結果。而「知覺選擇性」則是指，感官對接觸到環境的刺激特徵並非悉數接受，是依據觀察者本身的向度與焦點而有所取捨。配合知覺相對性的觀念，可解釋主體為觀察者選擇接受的部分；而背景即為未選擇知覺的部分。

3.統整受測者「框選喜愛區域」結果討論

由統整框選喜愛部分發現，受測者於喜愛區域的選擇時，多數選擇特定的具有主題性的區域。統整每張刺激物照片所獲得，各受測者框選的喜愛區域資料，以草圖格子作為基本單位，統計每張刺激物照片中的喜愛區域落點。在統計 40 張刺激物照片的偏好區後，發現偏好區域的落點可大致分為四類型。其中最多受測者偏好的區域類型，是落於畫面中的主景部分，如：座椅或樹林的位置；次多是落於消點的位置，如：步道或車道的終點。其餘少數樣本的偏好區是落於其他物體；或是無法計算求得偏好區。

由此可知受測者對刺激物照片的偏好，可能受到畫面中的特定元素或區域的特質所影

響，繼而相對偏好受整體景觀碎形的影響較低。更由此觀點再次驗證，前述知覺特徵對偏好影響之論點。即受測者於整體景觀中，擷取畫面中觀察到的部分(知覺選擇性)，多數為畫面中的主景或消點(知覺相對性)；對接受到的刺激，產生知覺、認知與最後偏好的評價。

而此部分的推測也在本研究假設 2 的部分獲得驗證，在假設 1 中整體景觀的碎形維度與偏好無明顯相關，但在假設二驗證框選喜愛區域的碎形維度卻與景觀偏好有明顯正相關。因此景觀偏好可以說是由畫面中知覺到的那部分來決定，而其是受測者感知的主體也同時是受測者框選出的偏好區。故「框選喜愛區域的碎形維度」與「景觀偏好」，兩者間的明顯關係，可以此合理說明。

討 論

本研究結果證實，人類對景觀的偏好與景觀中蘊含的碎形有關。故碎形概念可於景觀偏好研究應用，除協助探討人類偏好景觀的特質，更可進一步應用於景觀設計中。

一、碎形維度與景觀偏好的關係

研究結果發現，受測者框選景觀中喜愛部分的碎形維度，與景觀偏好之間有顯著的相關性。此結果與前人研究中，碎形維度對景觀偏好有所影響的概念相符。此外本研究更嘗試，分析整體景觀的碎形維度，雖其與景觀偏好無明顯相關的結果。但此部分的結果可對照，框選喜愛部分的碎形維度與偏好呈顯著相關(達 0.001 顯著水準)的結果。由此兩部分結果的差異，推測得知偏好可能亦具有選擇性，此概念由知覺選擇性延伸而來；即人類對景觀中資訊有知覺選擇性，進而影響偏好评值的決定，受到選擇部分的影響將會較整體環境的明顯許多。

統整受測者所框選喜愛的景觀部分，發現框選範圍多數集中在畫面中主景或消點的部分。集中在主景部分可以知覺相對性的概念說明，因受測者對畫面的知覺過程中產生主景與背景的判斷，進而框選喜愛的部分與主景範圍相重疊。因此可理解為何其所框選喜愛部分的碎形維度，與其偏好有顯著關係。至於框選範圍於消點部分的原因，則因缺乏收集受測者偏好原因描述的資料，因此無法得知可能的原因來說明此現象。但由此可見，受測者喜愛區域的決定，除了受到碎形維度的影響外，同時有其他因子共同影響偏好的決定。

二、碎形於景觀設計中的應用

確定碎形與景觀偏好間有顯著關係後，本研究亦期望提出如何將碎形概念延伸到景觀設計中。由前述得知，景觀中主體部分的碎形維度對偏好有顯著的影響；因此在規劃設計時，應加強凸顯對偏好有決定性影響的主景。

在比較整體景觀與偏好區域的碎形維度，發現偏好區域碎形維度才與景觀偏好有顯著相關。由此可知，於規劃景觀設計時，應以整體景觀中的主景為重，因其對偏好將有較深的影響。

参 考 文 献

- Appleton, J. 1975. *The experience of landscape*. London: Wiley.
- Barron, F. 1969. *Creative person and creative process*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Barrow, J. D. 2003. Art and science-les liaisons dangereuses. In J. Casti, and A. Karlqvist (Eds.). *Art and complexity* (pp. 1-20). Amsterdam: Elsevier.
- Batty, M. and P. Longley. 1994. *Fractal Cities: A Geometry of Form and Function*. San Diego: Academic Press.
- Berube, D. and M. Jebrak. 1999. High precision boundary fractal analysis for shape characterization. *Computer and Geosciences*. 25: 1059-1071.
- Cheung, K. C. and N. M. Wells. 2004. The Natural Environment and Human Well-Being: Insights from Fractal Composition Analysis? *HarFA - Harmonic and Fractal Image Analysis*: 76-82.
- Clark, A. C. and N. Lesmoir-Smith. 1994. *The fractal universe*, New moon and Gordon film productions.
- Dewey, J. 1934. *Art as experience*. New York: Capricorn Books.
- Geake, J. G. 1992. Fractal Computer Graphics as a Stimulus for the Enhancement of Perceptual Sensitivity to the Natural Environment. *Austra. J. Environ. Educa.* 8: 1-16.
- Geake, J. and G. Landini. 1997. Individual differences in the perception of fractal curves. *Fractals*. 5: 129-143.
- Gilden, D. L., M. A. Schmuckler, and K. Clayton. 1993. The perception of natural contour. *Psychol. Review*. 100: 460-478.
- Hagerhall, C. M., T. Purcell, and R. P. Taylor. 2004. Fractal Dimension of Landscape Silhouette Outlines as a Predictor of Landscape Preference. *J. Environ. Psychol.* 24: 247-255.
- Heath, T., S. G. Smith, and B. Lim. 2000. Tall Buildings and The Urban Skyline. The Effect of Visual Complexity on Preferences. *Environ. Behav.* 32(4): 541-556.
- Hughes, J. R. 2001. The Mozart Effect. *Epilepsy and Behavior*. 2: 396-417.
- Ittelson, W. H. 1978. Environmental perception and urban experience. *Environ. Behav.* 20: 320-344.
- Joye, Y. 2005. Evolutionary and Cognitive Motivations for Fractal Art in Art and Design Education. *International. Journal of Art and Design Education*. 24(2): 175-185.
- Kaplan, R. and S. Kaplan. 1989. *The experience of nature: A psychological perspective*. New York: Cambridge University Press.
- Keller, J. M., R. M. Crownover, and R. Y. Chen. 1987. Characteristics of natural scenes related to the fractal dimension. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 9(5) : 621-627.
- Kenkel, N. C. and D. J. Walker. 1996. Fractals in the biological sciences. *Coenoses*. 11: 77-100.
- Knill D. C., D. Field, and D. Kersten. 1990. Human Discrimination of Fractal Images. *Journal of the Optical Society of America*. 77: 1113.

- Mandelbrot, B. B. 1977. *The Fractal Geometry of Nature*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Mureika, J. R., G. C. Cupchik, and C. C. Dyer. 2004. Multifractal Fingerprints in the Visual Arts. *Leonardo*. 37(1): 53-56.
- Mureika, J. R., C. C. Dyer, and G. C. Cupchik. 2005. Multifractal Structure in Non-Representational Art. *Physical Review*. E 72(4) : 046101.
- Orians, G. H. 1986. An Ecological and Evolutionary Approach to Landscape Aesthetics. In E. C. Penning-Roswell, and D. Lowenthal (Eds.), *Landscape Meanings and Values* (pp. 3–25). London: Allen and Unwin.
- Orians, G. H. and J. H. Heerwagen. 1992. Evolved Responses to Landscapes. In J. H. Barkow, L. Cosmides, and J. Tooby (Eds.), *The Adapted Mind* (pp. 555–579). New York: Oxford University Press.
- Purcell, A. T., R. J. Lamb, E. Mainardi Peron, and S. Falchero. 1994 Preference or Preferences for Landscape. *J. Environ. Psychol.* 14: 195-205.
- Rayner, K. and A. Pollatsek. 1992. Eye Movements and Scene Perception. *Canadian Journal of Psychology*. 46: 342-376.
- Richards, R. and C. Kerr. 1999. The fractal forms of nature: A resonant aesthetic? Presented at the annual meeting of the Society for Chaos Theory in Psychology and the Life Sciences, Berkeley, CA, and 94 A New Aesthetic also at the 107th annual meeting of the American Psychological Association, Boston, MA.
- Richards, R. 2001. A new aesthetic for environmental awareness: Chaos theory, the natural world, and our broader humanistic identity. *J. Human. Psychol.* 41(2): 59-95.
- Rogowitz, B. E. and R. F. Voss. 1990. Shape Perception and Low Dimension Fractal Boundary Contours. In B. E. Rogowitz and J. Allenbach (Eds.), *Proceedings of the conference on human vision: Methods, models and applications, SPIE/SPSE symposium on electron imaging, Vol. 1249, Santa Clara.*
- Spehar, B., C. W. G. Clifford, B. Newell, and R. P. Taylor. 2003. Universal aesthetic of fractals. *Computers and Graphics*. 27: 813-820.
- Stamps, A. E. 2002. Fractals, Skylines, Nature and Beauty. *Landscape Urban. Plann.* 60: 163-184.
- Taylor, R. P., A. P. Micolich, and D. Jonas. 1999a. Fractal analysis of Pollock's drip paintings. *Nature*, 399: 422.
- Taylor, R. P., A. P. Micolich, and D. Jonas. 1999b. Fractal expressionism. *Physics World*. 12(10): 25-28.
- Taylor, R. P. 2002. Order in Pollock's Chaos. *Scientific American*. December 2002: 116-121.
- Taylor, R. P., B. Spehar, C. W. G. Clifford, and B. Newell. 2002a. The Visual Complexity of Pollock's Dripped Fractals. *Proceedings of the International Conference of Complex Systems*.
- Taylor, R. P., A. P. Micolich, and D. Jonas. 2002b. The Construction of Fractal Drip Paintings. *Leonardo*. 35: 203-207.

- Taylor, R. P. 2003. Fractal Expressionism-Where Art Meets Science. In J. Casti and A. Karlqvist (Eds.), Art and Complexity.
- Taylor, R. P., B. Spehar, J. A. Wise, C. W. G. Clifford, B. R. Newell, C. M. Hagerhall, T. Purcell, and T. P. Martin. 2005. Perceptual and Physiological Responses to the Visual Complexity of Pollock's Fractal Dripped Patterns. *Journal of Non-linear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*: 89-108.
- Wise J. A. and R. P. Taylor. (2002). Fractal Design Strategies for Enhancement of Knowledge Work Environments. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 46th Annual Meeting*.

Exploring the Relationship between Fractal Dimension and Landscape Preference

Pin-Wen Chen¹⁾ Chun-Yen Chang²⁾ Sheng-Jung Ou³⁾

Keywords: Fractal, Fractal Dimension, Landscape Preference

Summery

The purpose of this study was to examine the relationship between fractal dimension and landscape preference. It is expected that a new way to explain the factor of how people prefer a landscape could be proposed. Students from Chung Hsing University participated in this questionnaire survey. As a result, 400 valid samples and 1541 preferred areas framed by respondents were obtained. The study used descriptive statistics and Pearson correlation to analyze data. The results showed that there was a significant correlation between fractal dimension and landscape preference, especially, the correlation between landscape preferences and fractal dimensions of preferred areas framed by respondents. Furthermore, the most preferred area framed by respondents was major feature or vanishing point in tested landscape photos.

1) Graduate student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University. Corresponding author.

3) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.