

戶外環境遊憩舒適模式之探討

吳芋菁¹⁾ 黃韻璇²⁾ 吳振發³⁾

關鍵詞：戶外遊憩環境、舒適度模式、豐樂公園、惠蓀林場

摘要：本研究目的在於瞭解遊憩者對不同的環境因子產生的心理舒適程度，以及各舒適因子對整體舒適感受之影響。以台中市豐樂公園(都市型遊憩環境)及南投縣惠蓀林場(自然遊憩型環境)為研究區，以台中市豐樂公園及南投縣惠蓀林場為研究區，共獲得 810 份有效問卷，分別進行遊客心理舒適度多變量分析與複迴歸模式建立，獨立樣本 T 檢定分析結果發現遊客於都市與自然戶外遊憩環境的溫度、濕度、光照度、風速、音量舒適性及整體舒適度有一定程度的差異，同一個遊憩區域不同時段(10-15、15-17 點)遊客的舒適感受亦有所不同。舒適感受 Pearson 相關性分析結果發現三次方的溫度、濕度、風速、音量、光照的舒適感受與整體舒適感之間具有最高度的相關性，建立戶外遊憩舒適模式時應先將變數間的非線性關係轉換為線性關係。本研究建立的戶外環境遊憩舒適模式具有一定的解釋力，由迴歸式發現在不同的地點與時段溫度、濕度、音量舒適感受對整體舒適感受都具有高度的影響力，風速舒適感受於 10-15 點、光照度的舒適感受於 15-17 點分別對於整體舒適感受的影響較顯著。

1) 國立中興大學園藝園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學農村規劃研究所碩士。

3) 國立中興大學園藝學系助理教授，通訊作者。

前 言

隨著生活水準的提昇，人們對於旅遊環境舒適性要求也相對提高(魏士閔，2007)。近年的研究發現微氣候條件(microclimatic)中的熱舒適度(thermal comfort)與物理舒適性(mechanical comfort)對於戶外遊憩空間被使用程度有很大的影響(Givoni *et al.*, 2003)。物理環境中的微氣候是重要條件，其中溫度對人體舒適感覺影響最大，其影響乾、濕氣體交換(Gaitani *et al.*, 2007)，及人體熱平衡、體溫調節(郭英之、張紅，2003；Stathopoulos *et al.*, 2004)，當處於適中的氣溫時，相對濕度對人體的影響並不顯著，但當高溫時空氣濕度對人體感覺影響就非常人，因為高溫條件下，空氣濕度增大，會影響汗液蒸發，人體熱平衡遭到破壞，使人體感到不舒適(郭英之、張紅，2003；Stathopoulos *et al.*, 2004；Gaitani *et al.*, 2007)。風的對流、蒸散作用有顯著影響(Stathopoulos *et al.*；Gaitani *et al.*, 2007)能使人體的散熱加快，導致人體感覺寒冷和不適，而當氣溫高於皮膚溫度時風會使人感覺涼爽(謝靜芳、秦元明，2004)，若溫度與濕度較高，超過 1.5m/s 的風速對於舒適性有明顯的改善(Ahmed, 2003)。其他因子包括光照度、音量等對於遊憩環境品質而言，亦是相當重要的影響因子。人體若長時間處於高照度與高色溫狀態下時，容易產生不舒適感與疲倦感(劉建志，2004)。人於高色溫度照明環境播放悅音(鳥聲、四季協奏曲)具有顯著的影響，且相較於無音樂狀態對於提升舒適度與輕鬆感的心理感受評價效果更為顯著(陳慧蓉，2007)。目前舒適度的相關研究中，許多的建築物室內熱舒適的研究指出依國際標準組織(ISO 7730)計算熱環境不舒適程度的預測方式具有一定的準確性，然而戶外環境參數比建築物室內環境多且複雜，因此預測與實際的使用者感受差異甚大(Nikolopoulou and Steemers, 2003；Thorsson *et al.*, 2004)。然而環境舒適性研究多在控制環境下，應用指標或模式來建構標準的環境狀態(Matzarakis *et al.*, 1999)，在穩定狀態下所建構的模式，並不適用於多變的真實戶外環境(Thorsson *et al.*, 2004)。除此之外，純粹的實驗或模式分析方法，並不足以了解複雜的戶外環境，應該進一步分析戶外人類舒適性(Nikolopoulou and Steemers, 2003；Stathopoulos *et al.*, 2004；Kens *et al.*, 2006；Oliveira and Andrade, 2007)。

除了物理環境因子之外，使用者的心理感受，亦是影響戶外遊憩環境舒適性的重要因素。近年來，訪談法、問卷法開始被應用於分析空間使用者的舒適性感受，Oliveira 與 Andrade(2007)整合訪談法及物理環境監測法，於葡萄牙 Lisbon 市進行影響都市開放空間人類舒適度影響因子評估，研究結果之一指出透過訪談的方式來取得空間使用者的意見困難度並不高，並可進行使用者主觀參數的評估；值得注意的是此研究的方法與結果突破以往僅以舒適度指數方式進行相關研究。Schiller (2001) 進行地中海東部林地的生物氣象與遊憩行為關係探討時，採用問卷法調查遊客舒適度感受。除此之外，Givoni 等人 (2000、2002) 應用複迴歸法建構戶外溫度感受模式。然而心理因素對於舒適度影響的研究，以實際知覺反應(Actual Sensation Vote, ASV) (Nikolopoulou and Steemers, 2003；Nikolopoulou and Lykoudis, 2006)、文化或個人背景對於氣候知覺影響的相關研究為主(Knez, 2005)。

Nikolopoulou and Steemers (2003)指出人對於空間的舒適度，絕大部分與空間本身具有相關性，與個人於空間中產生的變數亦有關，而且空間的參數會影響個人的參數，且個人的參數會影響人對空間的知覺。

由上述的論述可得知，遊憩環境提供良好戶外體驗空間，讓遊憩者至此空間中，接受溫度、濕度、光照、風速、音量之刺激，產生舒適感受。因此，本研究目的在於瞭解遊憩者對不同的環境因子產生的心理舒適程度，以及各舒適因子對整體舒適感受之影響。以台中市豐樂公園(都市型遊憩環境)及南投縣惠蓀林場(自然遊憩型環境)為研究區，分別建構遊客之溫度、濕度、光照、風速、音量感受與整體感受之迴歸模式，透過迴歸模式探討遊客的溫度、濕度、光照、風速、音量舒適感受對整體舒適感受之影響。

材料與方法

一、研究地點

研究地區包括屬於都市遊憩環境的台中市豐樂公園，以及屬於自然遊憩環境的南投縣惠蓀林場(圖 1)。豐樂公園依土地利用方式區分為八個調查點，活動中心區(點 1-1)、喬木草坡區(點 1-2)、雕塑展示區(點 1-3)、景觀湖區(點 1-4)、大門廣場區(點 1-5)、草坪觀景區(點 1-6)、草坪活動區(點 1-7)、商業活動區(點 1-8)。惠蓀林場依據林場的動線系統、景點分佈、環境特性、遊客聚集度，共選出八個調查地點，此八個皆由不同的景觀元素所組成，湯公亭(點 2-1)、瀑布區(點 2-2)、觀景區(點 2-3)、梨園山莊(點 2-4)、草坪區(點 2-5)、青蛙石步道(點 2-6)、紅磚屋(點 2-7)、小木屋(點 2-8)。由表 1 之實測數據可以發現惠蓀林場的平均溫度及平均音量低於豐樂公園，但平均相對濕度、平均光照度及平均風速」高於豐樂公園。顯示兩個研究地點的環境條件有顯著的差異。

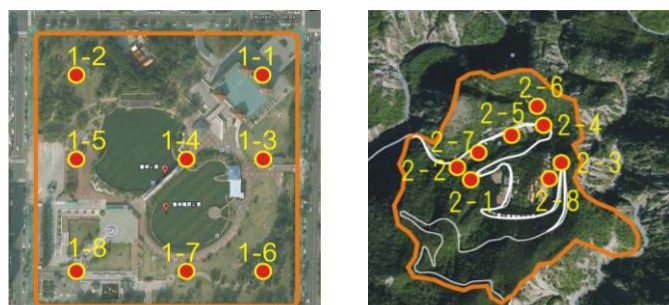


圖 1. 豐樂公園(右圖)與惠蓀林場(左圖)區位及調查地點

Fig. 1. Survey sites of Taichung Abundant Happy Sculpture Park (right) and Huisun Forest Recreation area (left).

表 1. 惠蓀林場與豐樂公園物理環境平均監測值

Table 1. Means of physical environment factors monitoring at Taichung Abundant Happy Sculpture Park and Huisun Forest Recreation Area.

地點	平均溫度 (°C)	平均 相對濕度 (%)	平均光照度 (W/m ²)	平均風速 (m/s)	平均音量 (dB)
豐樂公園	20.79	42.05	218.72	0.36	61.81
惠蓀林場	17.74	58.14	276.51	0.45	48.60

二、問卷設計與調查

本研究以遊客問卷調查為主，調查內容包括遊客對於研究區內各調查點的溫度、濕度、光照度、音量、風、整體舒適感受，各問項採用五點尺度，同時調查遊客基本資料調查包含性別、年齡、學歷等。本研究之調查時間於冬季，台中豐樂雕塑公園之調查日期為 98 年 1 月 16 至 18 日，而惠蓀林場施測時間分別為 97 年 11 月 14 日至 16 日、11 月 28 日至 30 日、12 月 5 日至 7 日、12 月 12 日至 14 日、12 月 26 日至 28 日；研究地點調查時段皆為上午 10 時至下午 5 時。

受測者的選擇方面，由於豐樂雕塑公園與惠蓀林場屬於開放性園區，以遊客為主，因此採用便利抽樣方式進行遊客調查及資料收集。本研究於豐樂公園共獲得有效問卷共 403 份；惠蓀林場共獲得有效問卷共 470 份。

三、研究方法

本研究首先驗證遊客於豐樂公園與惠蓀林場感受之差異性，以及不同時段感受之差異性，因此採用獨立樣本 T 檢定進行豐樂公園與惠蓀林場的溫度、濕度、光照度、風速、音量舒適性及整體舒適度的差異性分析。其次，為了驗證溫度感受、濕度感受、光照度感受、風速感受、音量感受與整體感受之間存到線性或非線性的函數關係，因此分別進行線性與二項式迴歸分析，並比較迴歸係數(R^2)之變化。驗證的結果若證實存在非線性關係，則可透過函數轉換方式，尋找各項舒適感受與整體感受之最佳函數關係，作為舒適感受模式建構之依據，因此惠蓀林場及豐樂公園的溫度、濕度、風速、音量、光照度舒適感受分別進行平方、三次方、根號、倒數、倒數平方、取自然對等數函數轉換後，再與整體舒適度進行 Pearson 相關性分析，以相關性最高的函數，作為舒適度感受複迴歸分析的自變數，以整體舒適感受為依變數，採用逐步迴歸方式進行複迴歸模式建構。獨立樣本 T 檢定、Pearson 相關性分析、複迴歸分析詳細公式與方法詳見陳正昌等人(2004)多變量分析方法書籍。

結 果

一、獨立樣本 T 檢定

本研究採用獨立樣本 T 檢定進行豐樂公園與惠蓀林場的溫度、濕度、光照度、風速、音量舒適性及整體舒適度的差異性分析，目的在於驗證遊客於豐樂公園與惠蓀林場感受之差異性，以及不同時段感受之差異性。結果顯示豐樂公園的 10:00 至 15:00 與 15:00 至 17:00 舒適性差異性分析結果發現遊客對於濕度、風速舒適度的感受在 10:00 至 15:00 與 15:00 至 17:00 有顯著的差異，10:00 至 15:00 的舒適性高於 15:00 至 17:00；其他的項目差異性不顯著(表 2)。惠蓀林場的 10:00 至 15:00 與 15:00 至 17:00 舒適性檢定結果呈現出溫度感受、濕度感受、光照感受、風速感受及整體舒適感受有明顯差異的情形，而且全部呈現 10:00 至 15:00 的舒適感受優於 15:00 至 17:00 的現象(表 2)。顯示兩個研究地區，遊客在兩個時段的舒適感受有所差異。兩個研究地區的舒適度差異性檢定方面，結果發現豐樂公園與惠蓀林場全時段(10:00 至 17:00)舒適性差異性分析結果顯示濕度感受、光照感受、音量感受與整體感受有顯著差異，其中濕度(4.02)與光照感受(4.17)的舒適性以豐樂公園較高，音量感受(4.11)與整體舒適度性(4.31)以惠蓀林場較高。分時段而言，豐樂公園與惠蓀林場的 10:00 至 15:00 舒適性差異性檢定結果則發現遊客的風速、音量、總體舒適度呈現明顯差異，而且惠蓀林場舒適度高於豐樂公園的情形。豐樂公園與惠蓀林場的 15:00 至 17:00 舒適性差異性分析結果則是呈現所有的舒適性感受及整體感受有顯著差異的情形。

表 2. 獨立樣本 T 檢定

Table.2. The independent sample T test

感受	豐樂	豐樂	豐樂	豐樂	惠蓀
	10:00-17:00	10:00-15:00	15:00-17:00	10:00-15:00	10:00-15:00
	vs 惠蓀 10:00-17:00	vs 惠蓀 10:00-15:00	vs 惠蓀 15:00-17:00	vs 豐樂 15:00-17:00	vs 惠蓀 15:00-17:00
溫度感受	0.457	-1.013	4.329***	0.373	5.567***
濕度感受	2.439*	1.484	4.950***	1.990*	5.363***
光照度感受	2.775*	0.504	3.639***	-0.481	2.320*
風速感受	-0.821	-3.181**	2.966**	-1.981*	4.475***
音量感受	-14.134***	-6.424***	-8.275***	0.566	1.436
整體感受	-6.867***	-4.538***	-2.114*	-0.091	3.364

二、舒適度模式建構

建構舒適度模式時首先進行各舒適感受與整體感受之線性與非線性關係檢驗，其次進行各舒適感受與整體感受之函數轉換與相關性分析，最後建構整體舒適感受複迴歸模式。

(一) 舒適感受與整體感受之線性與非線性關係檢驗

本研究著重於心理層面的舒適度模式探討，在模式建構之前，必須先確認溫度感受、濕度感受、光照度感受、風速感受、音量感受與整體感受之間呈現線性或非線性的函數關係，因此分別進行線性與二項式迴歸分析，並比較迴歸係數(R^2)之變化。研究結果如圖 2 與 3，遊客於豐樂公園與惠蓀林場的溫度感受、濕度感受、光照度感受、風速感受、音量感受與整體感受的二項式迴歸係數皆高於線性迴歸，由此可知各項感受與整體感受間存在非線性關係。

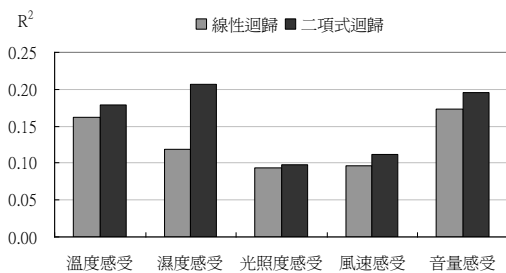


圖 2. 豐樂公園舒適感受與整體感受之線性與非線性迴歸係數分析圖

Fig. 2. R square of linear and nonlinear regression between comfortable perception of temperature, relative humidity, solar radiation, wind, volume with overall comfortable perception at Taichung Abundant Happy Sculpture Park.

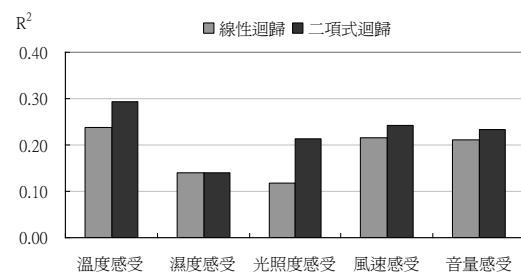


圖 3. 惠蓀林場舒適感受與整體感受之線性與非線性迴歸係數分析圖

Fig. 3. R square of linear and nonlinear regression between comfortable perception of temperature, relative humidity, solar radiation, wind, volume with overall comfortable perception at Huisun Forest Recreation Area.

(二) 舒適感受與整體感受之函數轉換與相關性分析

由上述研究的結果發現，豐樂公園與惠蓀林場的各项舒適感受與整體感受多存在非線性關係，因此可透過函數轉換方式，尋找各項舒適感受與整體感受之最佳函數關係，作為舒適感受模式建構之依據。據此，惠蓀林場及豐樂雕塑公園溫度、濕度、風速、音量、光照度的舒適感受分別進行平方、三次方、根號、倒數、倒數平方、取自然對等數函數轉換後，再與整體舒適度進行 Pearson 相關性分析。惠蓀林場相關性分析結果中，遊客的整體

舒適度評值與三次方(x_1^3)溫度感受之相關性最高，相關係數為 0.537，其次為三次方的風速感受(x_4^3 , 0.491)、三次方的音量感受(x_5^3 , 0.482)、三次方的光照度感受(x_3^3 , 0.0.428)與平方的濕度感受(x_2^2 , 0.372)(表 3)。台中市豐樂雕塑公園分析結果，發現遊客的整體舒適度評值與三次方音量感受(x_5^3)之相關性最高，其相關係數為 0.444，其次為三次方溫度(x_1^3 , 0.425)、三次方濕度感受(x_2^3 , 0.419)、三次方風速感受(x_4^3 , 0.333)，然三次方光照度感受(x_3^3)，之相關性最低，僅為 0.314(表 3)。根據上述得知，進行數值轉換後，相關係數最高的數值以轉換成三次方數值相關性最高。

表 3. 舒適感受相關性分析

Table.3. Pearson correlation analysis between comfortable perception of temperature, relative humidity, solar radiation, wind, volume with overall comfortable perception at Taichung Abundant Happy Sculpture Park and Huisun Forest Recreation Area.

地區	舒適感受	未轉換	平方 (X)	三次方 (X ³)	開根號 (\sqrt{x})	倒數 (1/x)	倒數平方 (1/x ²)	自然倒數 (Ln x)
豐樂公園	溫度感受	0.403**	0.419**	0.425**	0.390**	-0.312**	-0.229**	0.371**
	濕度感受	0.345**	0.388**	0.419**	0.320**	-0.231**	-0.170**	0.292**
	光照度感受	0.306**	0.313**	0.314**	0.299**	-0.246**	-0.181**	0.288**
	風速感受	0.310**	0.324**	0.333**	0.300**	-0.243**	-0.181**	0.286**
	音量感受	0.416**	0.436**	0.444**	0.399**	-0.302**	-0.218**	0.374**
惠蓀林場	溫度感受	0.488**	0.520**	0.537**	0.464**	-0.339**	-0.225**	0.432**
	濕度感受	0.367**	0.373**	0.372**	0.361**	-0.323**	-0.272**	0.352**
	光照度感受	0.342**	0.394**	0.428**	0.308**	-0.181**	-0.117*	0.267**
	風速感受	0.464**	0.481**	0.491**	0.452**	-0.402**	-0.359**	0.438**
	音量感受	0.460**	0.475**	0.482**	0.449**	-0.397**	-0.352**	0.434**

註：表中數字為相關係數，* 表 $p < 0.05$ ，** 表 $p < 0.01$

(三) 舒適感受與整體感受之複迴歸模式建構

由上述舒適感受相關性分析結果可發現溫度、濕度、風速、音量、光照感受與整體舒適感受之間呈現非線性函數關係。為了將非線性的關係轉換為線性關係，因此建構舒適感受與整體感受之複迴歸模式時，原始資料是以經過二次或三次方轉換後的溫度、濕度、風速、音量、光照感受為自變數，以整體舒適感受為依變數，採用逐步迴歸方式進行複迴歸模式建構。

研究結果顯示惠蓀林場遊客心理舒適度模式的調整後 R^2 為 0.428，模式的 F 值為 87.056， $P < 0.001$ ，殘差 Durbin-Watson 檢定值為 2.164，以迴歸標準化殘差的常態 P-P 圖進行殘差常態性分析，結果呈現約 45 度分佈，顯示呈現常態；以迴歸標準化殘差與標準化預測值散佈圖進行同質性檢定，結果圖形呈水平隨機分配；此外，本研究的受訪樣本為獨立個體，符合獨立性條件。

惠蓀林場遊客心理舒適度複迴歸模式中，共有四項因子進入迴歸式中，且皆為正向，依影響係數高低分別為溫度感受(0.004)、音量感受(0.004)、風速感受(0.003)、濕度感受(0.0012)，此結果表示當遊客對於溫度、音量、風速、濕度的心理上認知的舒適度越高時，整體的舒適度感受越高；其中以光照度感受的舒適提昇，最能提高整體舒適程度。

$$Y = 0.004 X_1^3 + 0.001^2 X_2^2 + 0.003 X_4^3 + 0.004 X_5^3 + 3.256$$

式中 X_1 為溫度感受， X_2 為濕度感受， X_3 為光照度感受， X_4 為風速感受， X_5 為音量感受，Y 為整體舒適感受。

台中市豐樂公園遊客心理舒適度模式的調整後 R^2 為 0.327，模式的 F 值為 64.578， $P < 0.001$ ，殘差 Durbin-Watson 檢定值為 2.040，以迴歸標準化殘差的常態 P-P 圖進行殘差常態性分析，結果呈現約 45 度分佈，顯示呈現常態；以迴歸標準化殘差與標準化預測值散佈圖進行同質性檢定，結果圖形呈水平隨機分配；此外，本研究的受訪樣本為獨立個體，符合獨立性條件。

台中市豐樂公園遊客舒適度複迴歸模式，共有三項因子進入迴歸式中，且皆為正向，依影響係數高低分別為溫度感受(0.004)、濕度感受(0.001)、音量感受(0.001)，此結果表示當遊客對於溫度感受、濕度感受、音量感受的心理上認知的舒適度越高時，整體的舒適度感受越高。

$$Y = 0.004 X_1^3 + 0.001 X_2^3 + 0.001 X_5^3 + 0.006$$

式中 X_1 為溫度感受， X_2 為濕度感受， X_3 為光照度感受， X_4 為風速感受， X_5 為音量感受，Y 為整體舒適感受。

三、不同時段舒適度模式建構

由上述的獨立樣本 T 檢定中可以發現兩個研究區於 10-15 及 15-17 點兩個時段間，遊客的舒適感受明顯不同。因此，本研究進一步研究兩個不同時段之舒適度模式。

(一) 不同時段舒適感受相關性分析

10-15 點期間的舒適感受相關性分析部分(表 4)，豐樂公園相關性分析結果中，遊客的整體舒適度評值與溫度、濕度、光照、風速、音量感受的相關性以轉換成三次方的數值最高，相關係數分別 0.329、0.403、0.259、0.260、0.634。惠蓀林場分析結果發現遊客的整體舒適度評值與溫度、濕度、光照、風速、音量感受的相關性，同樣以轉換成三次方的數值最高，相關係數分別 0.513、0.309、0.413、0.490、0.446。上述結果可得知，戶外環境之心理感受舒適因子相關性分析，以轉換成三次方的數值相關性最高。15-17 點期間的舒適感受相關性分析部分(表 5)，豐樂公園分析結果顯示，遊客的整體舒適度評值與溫度、濕度、風速、音量感受的相關性是以轉換成三次方的數值最高；而光照感受與整體舒適度之相關性是以平方轉換者最高，相關係數為 0.327。惠蓀林場分析結果發現遊客的整體舒適度評值與溫度、光照、風速、音量感受的相關性，以轉換成三次方的數值最高(表 5)。而濕度感受與整體舒適度之相關性是以開根號轉換者最高，相關係數為 0.464。

表 4. 10-15點舒適感受相關性分析

Table.4. Pearson correlation analysis between comfortable perceptions of temperature, relative humidity, solar radiation, wind, volume with overall comfortable perception during 10 to 15 o'clock.

氣候	未轉換	平方 (X)	三次方 (X ³)	開根號 (√x)	倒數 (1/x)	倒數平方 (1/x ²)	自然倒數 (LnX)	
豐 樂 公 園	溫度感受	0.280*	0.310**	0.329**	0.261*	-0.192	-0.145	0.240*
	濕度感受	0.363**	0.388**	0.403**	0.346**	-0.278*	-0.223	0.326**
	光照度 感受	0.228	0.245*	0.259*	0.219	-0.186	-0.163	0.208
	風速感受	0.221	0.242*	0.260*	0.209	-0.173	-0.149	0.197
	音量感受	0.594**	0.625**	0.634**	0.564**	-0.391**	-0.247*	0.520**
惠 蓀 林 場	溫度感受	0.438**	0.483**	0.513**	0.409**	-0.278**	-0.169**	0.373**
	濕度感受	0.275**	0.297**	0.309**	0.261**	-0.210**	-0.173**	0.245**
	光照度 感受	0.323**	0.377**	0.413**	0.289**	-0.174**	-0.122*	0.251**
	風速感受	0.458**	0.477**	0.490**	0.446**	-0.402**	-0.367**	0.433**
	音量感受	0.420**	0.437**	0.446**	0.408**	-0.355**	-0.308**	0.393**

註：表中數字為相關係數，* 表 $p < 0.05$ ，** 表 $p < 0.01$

表 5. 15-17點舒適感受相關性分析

Table.5. Pearson correlation analysis between comfortable perceptions of temperature, relative humidity, solar radiation, wind, volume with overall comfortable perception during 15 to 17 o'clock.

氣候	未轉換	平方 (X)	三次方 (X ³)	開根號 (√x)	倒數 (1/x)	倒數平方 (1/x ²)	自然倒數 (Ln x)	
豐 樂 公 園	溫度感受	0.430**	0.443**	0.446**	0.418**	-0.334**	-0.242**	0.399**
	濕度感受	0.345**	0.390**	0.424**	0.318**	-0.229**	-0.171**	0.290**
	光照度 感受	0.323**	0.327**	0.326**	0.315**	-0.256**	-0.188**	0.303**
	風速感受	0.327**	0.341**	0.348**	0.316**	-0.255**	-0.189**	0.302**
	音量感受	0.377**	0.394**	0.402**	0.362**	-0.282**	-0.212**	0.341**
惠 蓀 林 場	溫度感受	0.530**	0.549**	0.550**	0.510**	-0.384**	-0.261**	0.479**
	濕度感受	0.466**	0.460**	0.446**	0.464**	-0.422**	-0.351**	0.457**
	光照度 感受	0.352**	0.400**	0.430**	0.319**	-0.183*	-0.103	0.278**
	風速感受	0.429**	0.441**	0.447**	0.421**	-0.389**	-0.365**	0.411**
	音量感受	0.528**	0.547**	0.556**	0.514**	-0.454**	-0.406**	0.496**

註：表中數字為相關係數，* 表 p<0.05，**表 p <0.01

(二) 不同時段舒適度複迴歸模式

由舒適感受相關性分析結果可發現溫度、濕度、風速、音量、光照感受與整體舒適感受之間存在非線性關係，本研究透過變數轉換方式，將非線性關係的資料轉為具有線性關係之資料。同樣是以遊客的整體舒適度評值為依變數，跟整體舒適度相關性最高的變數轉換後資料為自變數，以逐步迴歸建立舒適度複迴歸模式(表 6)。

研究結果顯示 10-15 點、15-17 點惠蓀林場遊客心理舒適度模式，調整後 R² 分別為 0.384、0.485，模式的 F 值分別為 69.334 與 40.471，兩者 P<0.001，殘差 Durbin-Watson 檢定值皆是 2.116(表 6)。

10-15 點惠蓀林場遊客心理舒適度複迴歸模式(表 6)，共有三項因子進入迴歸式中，且皆為正向，依影響分別為溫度(0.004)、風速(0.004)、音量(0.004)；15-17 點的模式 R² 為 0.49，共有三項因子進入迴歸式中，且皆為正向，依影響高低分別為濕度(0.141)、溫度(0.006)、音量(0.006)。此結果表示當遊客對於溫度與音量的心理認知越高時，整體舒適度感受越高。

豐樂公園 10-15 點、15-17 點遊客心理舒適度模式，調整後 R² 分別為 0.488 與 0.322，

模式的 F 值分別為 21.598 與 38.653，兩者 $P < 0.001$ ，殘差 Durbin-Watson 檢定值為 1.715 與 2.041(表 6)。

台中市豐樂公園複迴歸分析結果中，10-15 點模式(表 6)共有三項因子進入迴歸式中，僅為風速為負向，依影響分別為濕度(0.009)、風速(-0.006)、音量(0.001)；15-17 點的模式 R^2 為 0.322，共有四項因子進入迴歸式中，且皆為正向，依影響高低分別為光照度(0.012)、音量(0.005)、溫度(0.004)、濕度(0.004)。此結果表示當遊客對於濕度與音量的心理認知越高時，整體舒適度感受越高。

表 6. 不同時段舒適度複迴歸模式分析表

Table.6. Comfortable prediction regression models during 10-15 and 15-17 o'clock at Taichung Abundant Happy Sculpture Park and Huisun Forest Recreation Area.

地點	時段	模式分析			殘差分析			f 迴歸式
		調整後 R^2	a 模式顯著水準	b 殘差檢驗	c 常態性檢定	d 同質性檢定	e 獨立性檢定	
惠 蓀 林 場	10-15	0.384	69.334*	2.116	常態 分佈	圖形呈水平 隨機分配	獨立 樣本	$Y = 0.004 X_1^3 + 0.004 X_4^3 + 0.004 X_5^3 + 3.421$
	15-17	0.485	40.471*	2.116	常態 分佈	圖形呈水平 隨機分配	獨立 樣本	$Y = 0.006 X_1^3 + 0.141 X_2^3 + 0.006 X_5^3 + 2.928$
豐 樂 公 園	10-15	0.488	21.598*	1.715	常態 分佈	圖形呈水平 隨機分配	獨立 樣本	$Y = 0.009 X_2^3 - 0.006 X_4^3 + 0.01 X_5^3 + 3.372$
	15-17	0.322	38.653*	2.041	常態 分佈	圖形呈水平 隨機分配	獨立 樣本	$Y = 0.004 X_1^3 + 0.004 X_2^3 + 0.012 X_3^3 + 0.005 X_5^3 + 3.085$

註：a 模式顯著水準為 F 值，*表示 $p < 0.01$ ；b 模式殘差檢驗採用 Durbin-Watson 檢定；c 殘差的常態性檢定採用迴歸標準化殘差的常態 P-P 圖；d 殘差的同質性檢定採用(迴歸標準化殘差與標準化預測值散佈圖)；e 殘差的獨立性檢定是觀察受測樣本的取樣方式。f 表中數字為迴歸係數， X_1 :溫度感受， X_2 :濕度感受， X_3 :光照度感受， X_4 :風速感受， X_5 :音量感受。

討 論

一、惠蓀林場與豐樂公園遊憩環境舒適度感受差異性分析

根據本研究現地測量的結果發現惠蓀林場的平均溫度、平均音量低於豐樂公園，但是平均相對濕度、平均光照度、平均風速高於豐樂公園(表 1)。相關研究指出(郭英之、張紅，2003；Stathopoulos *et al.*, 2004; Gaitani *et al.*, 2007)當處於適中的氣溫時，相對濕度對人體的影響並不顯著，但當高溫時空氣濕度對人體感覺影響就非常人，因為高溫條件下，空氣濕度增大，會影響汗液蒸發，人體熱平衡遭到破壞，使人體感到不舒適。然而，本研究於冬季進行，低溫、高濕度、低光照同樣會造成遊客的不舒適感，因此本研究結果顯示豐樂公園的濕度低、光照強，因此這兩項的遊客舒適度高於惠蓀林場。但是惠蓀林場屬於自然遊憩環境，其低音量、高整體舒適性仍獲得遊客的認同。

除此之外，本研究發現不同的時段產生遊客的舒適感受在自然與都市遊憩環境中亦有所不同，尤其是近傍晚時間(15-17 點)，在惠蓀林場氣溫開始下降、濕度上升、光照減少、風速微幅提升，遊客覺得越來越冷，因此對於氣溫、濕度、光照、風速的舒適感受明顯低於豐樂公園；但是低音量的自然環境仍受到遊客的喜愛，因此音量與整體舒適性的評值較高。在 10-15 點的時段，惠蓀林場與豐樂公園的溫度、濕度、光照的情形，讓遊客都感覺相當舒適，因此舒適感受無明顯差異；但是，惠蓀林場的微風、安靜的環境，讓遊客感到相當舒適，因此評值較高，整體環境的舒適感受評值亦高。

豐樂公園於 10-15 點與 15-17 點間獨立樣本 T 檢定結果，顯示出溫度、光照、風速、音量、整體感受無顯著差異，其原因在於 15-17 點時溫度微幅降低、光照稍暗、風速微增，但尚未到達遊客無法接受的程度，因此舒適感受差異不明顯。但是惠蓀林場於 15-17 點，物理環境產生較明顯的變化，氣溫開始下降、濕度上升、光照減少、風速微幅增加，明顯讓遊客產生不舒適感。

綜合上述研究結果，可發現遊客對於惠蓀林場的音量舒適度與整體舒適度高於豐樂公園，而且不受時段的影響。而且 10-15 點時段，兩個地點的溫度、濕度、光照的情形，讓遊客都感覺相當舒適，因此舒適感皆高；但是 15-17 點時段，惠蓀林場物理環境產生較明顯的變化，降低遊客的溫度、濕度、光照、風速舒適度。

二、各舒適感受與整體感受之非線性關係

本研究進行溫度、濕度、風速、音量、光照感受值的轉換後，與整體舒適感受值進行 Pearson 相關性分析，發現除了惠蓀林場全時段(10-17 點)的濕度感受值以平方轉換、惠蓀林場於 15-17 點濕度感受值的開根號轉換、豐樂公園 15-17 點的光照度感受平方轉換與整體舒適感受相關性較高之外，其他所有的分析項目皆以三次方轉換者，與整體舒適感受相關性較高。

此結果顯示出遊客對於溫度、濕度、風速、音量、光照的舒適感受與整體舒適感之間多呈現三次方的非線性關係。因此，若採用未經轉換的原始測值進行複迴歸分析，將造成

研究結果的偏誤，因為在複迴歸分析中自變數與依變數之間是呈現線性關係。所以說，進行心理反應的研究且進行複迴歸分析時，應先進行變數轉換的相關性分析，尋找最佳的轉換函數，並將非線性關係轉換為線性關係後，再進行複迴歸分析，以降低研究誤差。

三、惠蓀林場與豐樂公園遊憩舒適模式建立

本研究以經變數轉換後的數值，進行 Pearson 相關性，選取整體舒適性相關性最高的各項舒適感受數值進行複迴歸分析，嘗試建立惠蓀林場與豐樂公園的遊憩舒適度模式。研究結果明顯發現以進行變數轉換後的各項舒適感受數值為自變項的迴歸模式，解釋力(R^2 值)較高，模式的可信度較高。然而必須注意的是，本研究的兩個地點都屬於開放性空間，受訪者亦採取隨機採樣方式取得，因此迴歸式的 R^2 值介於 0.322 至 0.49 之間，應屬可接受的範圍。

豐樂公園三種時段(10-17、10-15、15-17 點)舒適度複迴歸模式，顯示冬季的氣候條件下，溫度、濕度、音量的舒適感受提升有助於總體舒適性增加(10-17 點)；但是在 10-15 點時段，氣候條件讓遊客產生的感受最舒適，當風速增加時，將會降低遊客的風速舒適及整體舒適性；而在 15-17 點時段，太陽光能夠維持一定的光照時，有助於民眾的光照舒適與整體舒適增加。

惠蓀林場三種時段(10-17、10-15、15-17 點)舒適度複迴歸模式，顯示溫度、濕度、風速、音量的舒適感受增加有助於總體舒適性提升(10-17 點)；然而風的對流、蒸散作用有顯著影響(Stathopoulos *et al.*, 2004; Gaitani *et al.*, 2007)能使人體的散熱加快，導致人體感覺寒冷和不適(謝靜芳，秦元明，2004)，本研究中 10-15 點間維持微風時，遊客的風舒適感受將增加，亦有助於整體舒適度；在 15-17 點間隨著溫度開始降低，若濕度跟著大幅度增加，將增加遊客的寒冷感受，將降低溫度、濕度與整體舒適度。

在冬季著衣量條件下，物理環境中溫度對人體舒適感覺影響最大，其影響乾、濕氣體交換(Gaitani *et al.*, 2007)，及人體熱平衡、體溫調節(郭英之、張紅，2003; Stathopoulos *et al.*, 2004)，此外，當處於適中的氣溫時，相對濕度對人體的影響並不顯著，但當高溫時空氣濕度對人體感覺影響就非常大大，因為高溫條件下，空氣濕度增大，會影響汗液蒸發，人體熱平衡遭到破壞，使人體感到不舒適(郭英之、張紅，2003; Stathopoulos *et al.*, 2004; Gaitani *et al.*, 2007)。在豐樂公園與惠蓀林場六個時段的舒適度模式，可以明顯的發現遊客對於溫度、濕度變化的舒適感受相當的快速與直接，對於整體舒適度的影響亦相當明顯，當溫度、濕度的舒適感受增加時，有助於整體舒適度的增加。

另外，以往相關文獻非常少討論音量舒適度對整體舒適度的影響，本研究經過兩個研究地區、六個迴歸模式的驗證，發現音量舒適度的提昇有助於整體舒適度的增加，而且這樣的影響性在都市與自然戶外遊憩環境具有同樣的現象，根據現地觀察結果發現戶外遊憩環境的音量通常低於都市住宅、交通、商場等生活環境，因此到戶外遊憩場域時，遊客的音量舒適度較低，但是當遊憩區遊客密度過高、機具施工，或鄰近區域工程與交通噪音將降低音量舒適感受；而流水、樹葉擾動、動物鳴叫是一般民眾所偏好，其音量偏低。本研

究的結果與蔡岡廷(1998)所提出大多數居民所喜歡的聲音偏向自然音源，如鳥聲、蟬聲、樹聲、水流聲、音樂等結論相符。

討 論 與 建 議

本研究透過戶外遊憩環境心理舒適度迴歸模式之建構，瞭解遊憩者對不同的環境因子產生的心理舒適程度，以及各舒適因子對整體舒適感受之影響。以冬季的豐樂公園與惠蓀林場為研究區域，經遊客心理舒適度評估，並進行多變量統計分析，其中獨立樣本 T 檢定分析結果發現遊客於都市與自然戶外遊憩環境的溫度、濕度、光照度、風速、音量舒適性及整體舒適度有一定的程度的差異，同一個遊憩區域不同時段(10-15、15-17 點)遊客的舒適感受亦有所不同。舒適感受 Pearson 相關性分析結果發現溫度、濕度、風速、音量、光照的舒適感受與整體舒適感之間多呈現三次方的非線性關係，因此應用迴歸模式建立戶外遊憩舒適模式時，應先進行變數轉換的相關性分析，尋找最佳的轉換函數，並將非線性關係轉換為線性關係後，再進行複迴歸分析及模式建立。本研究建立的戶外環境遊憩舒適模式具有一定的解釋力，由迴歸式發現在不同的地點與時段溫度、濕度、音量舒適感受對整體舒適感受都具有高度的影響力，風速舒適感受於 10-15 點、光照度的舒適感受於 15-17 點對於整體舒適感受的影響較顯著。本研究可應用模式評估目前的舒適程度，若舒適度不高，則可根據模式中的影響因子之權重及正負向影響性，進行舒適環境的改造，提升遊憩舒適度。

參 考 文 獻

- 郭英之、張紅。2003。中國西部地區國家級旅遊資源評價。陝西師範大學學報(自然科學版)。31(2)。110-114。
- 陳正昌、程炳林、陳新豐、劉子鍵。2004。多變量分析方法統計軟體應用。台北市：五南圖書出版股份有限公司。
- 陳慧蓉。2007。高色溫度照明環境下悅因對人體反應影響之研究。國立成功大學建築研究所碩士論文。
- 劉建志。(2004)。長時間照明環境變化對人體健康影響之研究。國立成功大學建築研究所碩士論文。
- 蔡岡廷。1998。都市住宅區音景構成之初探—以台南地區為例。國立成功大學建築研究所碩士論文。
- 謝靜芳，秦元明。(2004)。氣象環境與舒適度及健康。北京：氣象出版社。9-38。
- 魏士閔。(2007)。室內熱舒適度之調查與分析-以焚化場簡報室為例。朝陽科技大學環境

工程與管理系碩士論文。

- Ahmed, K.S. 2003. Comfort in urban spaces: Defining the boundaries of outdoor thermal comfort for the tropical urban environments. *Energy Build.* 35:103-110.
- Gaitani, N., Mihalakakou, G., & Santamouris, M. 2007. On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces. *Build. Environ.* 42:317-324.
- Givoni, B. & Noguchi, M. 2000. Issues and problems in outdoor comfort research. in: *Proceedings of the PLEA'2000 Conference.* Cambridge, UK.
- Givoni, B., Noguchi, M., Saaroni, H., Pochter, O., Yaacov, Y., Feller, N., & Becker, S. 2002. Outdoor comfort research issues. *Energy Build.* 1462:1-10.
- Givoni, B., Noguchi, M., Saaroni, H., Pochter, O., Yaacov, Y., Feller, N., & Becker, S. 2003. Outdoor comfort research issues. *Energy Build.* 35: 77-86.
- Knes, I., & Thorsson, S. 2006. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *Int. J. Biometeorol.* 50:258-268.
- Knez, I. 2005. Attachment and identify as related to place and its perceived climate. *J. Environment Psychol.* 25:207-218.
- Matzarakis, A., Mayer, H., & Iziomon, E. 1999. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *Int. J. Biometeorol.* 43:76-84.
- Nikolopoulou, M., & Steemers, K. 2003. Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy Build.* 35: 95-101.
- Oliveira, S. & Andrade, H. 2007. An initial assessment of the bioclimatic comfort in an outdoor public space in Lisbon. *Int. J. Biometeorol.* 52:69-84.
- Schiller, G. 2001. Biometeorology and recreation in east Mediterranean forests. *Landsc. Urban Plan.* 57:1-12.
- Stathopoulos, T., Wu, H., & Zacharias, J. 2004. Outdoor human comfort in an urban climate. *Build. Environ.* 39:297-305.
- Thorsson, S., Lindqvist, M., & Lindqvist, S. 2004. Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Göteborg, Sweden. *Int. J. Biometeorol.* 48:149-156.
- Nikolopoulou, M., & Lykoudis, S. 2006. Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. *Build. Environ.* 41:1455-1470.

An Initial Predictive Model for Comfortable Prediction in Outdoor Recreation Environment

Yu- Jing Wu¹⁾ Yun-Shuan Huang²⁾ Chen-Fa Wu³⁾

Keywords: Outdoor recreation space, Comfortable prediction model, Taichung abundant happy sculpture park, Huisun forest station.

Summary

Purpose of this research is to set up an initial predictive model for comfortable prediction in outdoor recreation environment. Study sites are the Taichung Abundant Happy Sculpture Park in Taichung city and Huisun Forest Recreation Area in Nantou County. T-test was used to test psychological and overall perception difference at both areas. Moreover, Pearson correlation analysis was applied to test relationship between psychological comfortable perceptions at two sites. Then, multi-regression analysis was used to set up psychological-based models at urban (Taichung Abundant Happy Sculpture Park) and natural (Huisun Forest Station) outdoor recreations area. Conclusions of T-test showed that tourist's comfortable perception of temperature, relative humidity, solar radiation, wind, volume and overall comfortable perception are so difference between natural and urban study areas and between two time periods, 10am to 15 pm and 15pm to 17pm in each sites. Pearson correlation analysis revealed that high correlation between three time comfortable perception values of temperature, relative humidity, solar radiation, wind, volume with overall comfortable perception value. We found non-linear relationships between single comfortable perception value with overall comfortable perception value. Finally, we set up psychological-based comfortable perception models at urban (Taichung abundant happy sculpture park) and natural (Huisun forest station) outdoor recreations area by regression model. Results of regression models revealed that perceptions of temperature, relative humidity and volume are major impact factors for overall comfortable perception. Comfortable perception of wind speed affected overall comfortable perception major at 10am to 15pm, Comfortable perception of solar radiation impacted overall comfortable perception major at 15pm to 17pm.

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

2) Master, Graduate Institute of Rural Planning, National Chung Hsing University.

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

Corresponding author.