

# 自然音景與交通噪音對聆聽者之生心理影響

## The Physiological and Psychological Reactions of Natural Soundscape and Traffic Noise

蕭任峰<sup>1</sup>、方智芳<sup>1</sup>  
Jen-Feng Hsiao<sup>1</sup> and Chih-Fang Fang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>國立勤益科技大學景觀系  
<sup>1</sup> Department of Landscape Architecture,  
National Chin-Yi University of Technology  
E-mail : ajames82000@yahoo.com  
E-mail : cedarfang@yahoo.com.tw

### 摘要

本研究主要目的是探討都市中常出現的自然音景（鳥聲、水聲、蟬叫聲）與交通噪音，單獨出現時對人的生理與心理反應有何差異或影響，且加入自然音之後的噪音，是否會影響原本對純交通噪音的生心理反應。實驗以鳥聲、水聲、蟬叫聲、純交通噪音、鳥聲加噪音、水聲加噪音、蟬聲加噪音等共七組聲音剪輯做為研究變項，利用狀態焦慮量表（STAI）作為心理測量指標，採用腦波（EEG）、心跳波間距（RR）與肌電值（EMG）為生理測量指標，統計法以 t-test 檢定其差異是否顯著。研究結果顯示，自然音景與純交通噪音在生理反應上僅水聲產生顯著差異，心理反應上，自然音景的焦慮感受皆顯著低於噪音；加入自然音後的噪音與純交通噪音對於人的生理反應無顯著差異，但在心理反應上鳥聲加噪音、水聲加噪音對於人的焦慮感受顯著低於純交通噪音。顯示都市環境中加入適當的自然音景，將有助於降低交通噪音對人的焦慮感受。

**關鍵字詞：**音景、都市音環境、生理回饋、焦慮量表

### Abstract

The purpose of this study was to explore the nature soundscape and traffic noise in urban place appear alone or mixed in their effects on measure drivers' psychological (i.e., anxiety levels) and physiological (i.e., electromyography, electroencephalogram and R-R interval) responses. The sounds of birds, water, cicadas, traffic noise, birds mixed noise, water mixed noise and cicadas mixed noise were selected as the experimental variables. The results show that there were significant difference in physiological (R-R interval) responses between water and noise. The participants listening nature soundscape had significantly lower anxiety levels than those listening noise sounds. No significant differences were found in physiological responses to the nature soundscape mixed noise and pure noise. The participants listening birds mixed noise or water mixed noise had significantly lower anxiety levels than those listening noise sounds.

**Keywords:** Soundscape, urban sound environment, biofeedback, anxiety inventory

## 1. 前言

隨著都市化發展，人口居住環境更為密集，噪音污染成為規劃者必須面對的問題。Zannin 等（2009）的研究也指出，在都市環境中即便是充滿綠意的公園裡，仍有超過一半的地區受到噪音干擾而超過管制標準。若以音景的角度思考，一個地區的音景組成除了為人所喜愛的聲音（自然音、文化音等）外，也包含了為人所不喜歡的噪音，而在都市中這些噪音主要的來源即為交通噪音（Schafer, 2001; Pereira, 2003; Hokao, 2004; Downing and Hobbs, 2005）。

人類對環境感受的五感當中，除了視覺以

外，聽覺算是最為重要的環境知覺（Fish, 1972），然而在過去不論是法規的制定，或是學者的研究中，多半將聲音視為一種需要被控制的負面環境因子，態度上多停留在消極的噪音防制（Cowan, 1987; 王俊秀, 2001）。1970 年代加拿大的音樂家 Murray Schafer 首先提出聲音景觀（Soundscape）的概念，創立 World Soundscape Project，從事跨國性的音景相關研究。Schafer（2001）並指出音景的範疇包含了在一個特定地域對各種聲音來源的組合。近年來各國的學者紛紛投入音景的相關研究，觀念上以積極「造音」取代了消極「制音」（李明聰, 2009），而後音景

的概念也開始導入環境規劃的實用層面，Davis (2013) 提到，音量 dB(A) 的大小已經不再是唯一用來衡量環境聲音品質的標準，透過技術與觀念上的發展，音景的概念已經可以落實在環境的規劃與應用之中。因此如何用音景的概念，積極的控制與創造生活環境中優質的聲音，已經成為一股展新的思維模式。

研究證實交通噪音對人的生理或心理上，都會產生負面的影響，在心理上除了造成焦慮感的增加，也會影響生理狀況：如心跳加快，肌肉緊繃、血壓上升等 (Landry, 2006)。而 Hume 與 Ahtamad (2013) 的研究也發現，聆聽喜歡與不喜歡的音景之間，其生理指標 (心跳、肌電質、呼吸頻率) 上是有顯著差異的。日本學者長田君則藉由觀察腦波的變化，得知道路噪音對人休息與睡眠確實造成了不良的影響 (吳靜怡, 2008)。

根據前人的研究指出，人們對自然音景：如鳥聲、水聲、風聲及蟲聲等，擁有正面的評價 (黃士賓, 2004; 董貞吟等, 2005; 蔡岡廷, 2002; 蔡岡廷等, 2004; 賴榮平等, 2002; Yang & Kang, 2005)。過往的研究中，多半討論的是正面音景或負面音景對人的心理影響 (賴明嘉, 1994; 謝明燁, 1999; 顏百佑, 2000; 蔡岡廷, 2002; 陳怡婷, 2007) 與生理影響 (Hume & Ahtamad, 2013)，鮮少綜合去討論兩者單獨與混合出現時對人生理與心理反應上的差異。然而在都市環境中的音景多半是兩者同時出現的，因此是否可以透過營造都市中美好的自然音景，來降低噪音對人的負面影響，提升生活品質，乃是本研究的一項重點。

本研究主要目的則是探討都市中常見且令人喜歡的自然音景 (鳥聲、水聲、蟬叫聲) 與令人不悅的交通噪音，單獨出現時對人的生理與心理反應有何差異或影響，且加入自然音之後的噪音，是否會影響原本對純交通噪音的生理心理反應。並期望所得之結論可以提供都市規劃者在音景設計上的參考依據。

## 2. 研究方法

本研究第一部分主要探討自然音景 (鳥聲、水聲、蟬叫聲) 與交通噪音單獨出現時，對人的生理與心理反應有何差異或影響，第二部分主要探討加入自然音之後的交通噪音：鳥聲混合交通噪音 (以下簡稱鳥聲加噪音)、水聲混合交通噪音 (以下簡稱水聲加噪音)、蟬聲混合交通噪音 (以下簡稱蟬聲加噪音)，與純交通噪音 (以下簡稱噪音) 對人的生理與心理反應有何差異或影

響。

### 2.1 研究變項

(一) 自變項：以市面上販售之聲音素材與實地測錄之音源，製作七組環境聲音剪輯：鳥聲、水聲、蟬叫聲、噪音、鳥聲加噪音、水聲加噪音、蟬聲加噪音，每個聲音檔為時兩分鐘，每個受測者聽取七段錄音，並以隨機順序播放消除其順序效應。

(二) 依變項：生理部分以肌電圖 (EMG)、腦波 ( $\alpha$ 、 $\beta$ ) 與心跳波間距 (RR) 為測量項目。心理反應部份以 Spielberger (1983) 所發展的狀態焦慮量表 (STAI) 為基礎，經中文翻譯後作為測量工具。

### 2.2 研究假設

依據研究目的本研究之研究假設擬定如下：

假設一：自然音 (鳥聲、水聲、蟬叫聲) 與噪音會使聆聽者產生不同的生理反應。

假設二：自然音 (鳥聲、水聲、蟬叫聲) 與噪音會使聆聽者產生不同的心理反應。

假設三：加入自然音的噪音 (鳥聲加噪音、水聲加噪音、蟬聲加噪音) 與噪音會使聆聽者產生不同的生理反應。

假設四：加入自然音的噪音 (鳥聲加噪音、水聲加噪音、蟬聲加噪音) 與噪音會使聆聽者產生不同的心理反應。

### 2.3 研究對象

本研究所選定的研究對象為勤益科大大學部與研究所學生共八名 (已剔除一名無效樣本)，其中男性五名女性三名，平均年齡為 22.5 歲，皆無聽力障礙，事前並無飲用刺激性飲料或藥物等會影響生理數據的行為。

### 2.4 實驗地點與時間

實驗選定於勤益科大景觀系實驗室，實驗室大小約 4m×8m，實驗日期分別為 2012 年的 11/26、11/27、11/30、12/4、12/5 的下午 2~5 點之間進行。

### 2.5 研究限制

由於本研究為一個初探性質的實驗，因此僅安排 8 組受測對象，有了初步結論後未來將會增加研究組數。並且為了排除視覺的影響因素，實驗並不提供受測者視覺上的刺激，僅針對聲音的影響進行研究分析。

## 2.6 刺激物來源

研究所預設的音景環境為都市中的綠帶或公園，在音量大小上期望模擬出都市中常見的聲音環境，根據「100 年台中市環境品質監測站操作維護工作計畫」於台中市境內 6 個固定式的噪音監測站的資料顯示，交通噪音多發生於日間，所測得之日間道路平均音量為 50.1 dB(A)，因此將各單音檔與混合音檔的平均音量設定為 50dB(A)，以求消除音量差異所造成的干擾。音檔製作以 Adobe Audition 聲音編輯軟體後製，聲音格式為 wav 檔，取樣率為 44100Hz。各音檔製作來源說明如下：

1. 噪音：以 Nikon D 5000 於 2012 年六月五日下午五點錄影，擷取音源後透過 Adobe Audition 聲音編輯軟體後製編輯為兩分鐘音檔。
2. 鳥聲：以風潮唱片 2004 年出版「鳥」專輯所提供之鳥聲素材編輯為兩分鐘的鳥聲音檔，鳥種選擇為麻雀、白頭翁、烏頭翁等七種台灣都市常見鳥種（方偉宏等，2008）。
3. 水聲：以網路搜尋錄音品質適合的溪流聲音，擷取音源後編輯為兩分鐘水聲音檔。
4. 蟬聲：以網路搜尋錄音品質適當的蟬叫聲，擷取音源後編輯為兩分鐘蟬聲音檔。
5. 鳥聲加噪音、水聲加噪音、蟬聲加噪音：分別以各自自然音檔與噪音檔以 Adobe Audition 編輯軟體等音量比例混音後，輸出為兩分鐘聲音檔，平均音量大小為 50dB(A)。

## 2.7 生心理資料收集

### 2.7.1 生理數值量測

使用陽茵公司多頻道生理訊號記錄儀 TD3 收集生理訊號，感應器貼片分別黏貼於臉部兩頰監測肌電值，左乳頭下方一掌處監測心電波。而腦波測點經多次測試且考量實驗便利，選定國際 10-20 腦電波電極配置法中的 A1 點做為監測點（耳後），實驗過程中隨時監測波形以確保數據接收正常。生理資料透過資料處理軟體轉化為 32 秒一筆的量化數據，擷取各音檔播放時所產生的資料數值加以平均，則可以得到此音檔播放時的監測數據。本研究之各項生理參數所表示的意義分述如下：

1. 肌電圖 EMG：肌電圖說明肌肉的神經性行為所產生的動作電位，數值越高則代表肌肉越處於緊繃的狀態（MOE, 1997）。
2. 腦波（ $\alpha$  波）：測量頻率介於 8-12Hz 的腦波，高的  $\alpha$  波振幅代表清醒與放鬆的感覺，數值越高代表越清醒放鬆（Cacioppo, et al., 2000）。乃觀察正面情緒的指標（簡佑宏等，2005）。

3. 腦波（ $\beta$  波）：測量頻率大於 12Hz 的腦波，乃大腦從事心智活動或接受感官刺激時所產生的腦波。過高的  $\beta$  波常伴隨出現壓力、焦慮、緊張、呼吸急促等現象（Cacioppo, et al., 2000）。乃觀察負面情緒的指標（簡佑宏等，2005）。

4. 心跳波間距 RR：於心電圖上，R 波是較為顯著且容易被偵測的波形，R 間距代表心跳的速率，故最常以 RR 間距來代表心跳間期，間期越短，則代表心跳速度越快（翁根本等，2009）。心跳是一種客觀的生理指標，情緒中的焦慮與害怕會造成心跳速率增加與血壓升高（Ulrich, 1981）。

### 2.7.2 心理數值量測

本研究所要探討的心理數值，是以 Spielberger(1983)所發展的狀態焦慮量表(STAI)為基礎。問卷共有 20 個問項，包含 10 題正向（例如我覺得很平靜、我覺得安全無懼等），10 題負向（例如我很緊張、我心神不寧等），由受測者依照自己「現在、此時」的狀態逐題評估，其評估的尺距為：「一點也不」、「有一點」、「大概是這樣」、「完全是這樣」，評值分別為 1、2、3、4，反向題評值為 4、3、2、1。將 20 題之評值加總後則代表受測者聽音檔後所產生之心理效益，總評值愈低者代表愈焦慮。

## 2.8 研究流程

首先安排受測者進入實驗室，待受測者就座後，進行簡單的試驗流程解說，接著配戴生理回饋儀器，開始進行試驗。TD3 於開始紀錄後的 1 分 30 秒為建立基礎值，數值將不列入分析，之後開始聆聽七段聲音檔，每段為時兩分鐘，中間休息 2~5 分鐘時填寫焦慮量表。總共實驗時間約為 50 分鐘，過程 TD3 將生理訊號全程記錄。

## 2.9 統計方法

由於本實驗乃對同一組人進行不同的聲音刺激而有不同的數據資料，因此採用「相依樣本 t 檢定」針對研究假設進行驗證。

## 3. 結果分析

### 3.1 自然音與噪音的生理影響

鳥聲與噪音於生理反應上皆未達顯著差異。水聲與噪音於生理反應上僅心跳波間距達顯著差異 ( $p \leq 0.05$ )，其餘項目均未達顯著差異（表 1）。數值水聲顯著高於噪音，表示聆聽水聲的心跳速度顯著低於聆聽噪音時的心跳速度。而蟬聲

與噪音於生理反應上皆未達顯著差異 (表 1)。

表 1. 自然音與噪音的生理影響之 t 檢定

| 處理     | EMG       | RR          | $\alpha$ 波 | $\beta$ 波 |
|--------|-----------|-------------|------------|-----------|
| 鳥聲     | 1.91±0.97 | 831.88±86.7 | 2.76±0.64  | 3.04±0.69 |
| 噪音     | 2.52±1.25 | 831.84±78.8 | 2.92±1.09  | 2.99±1.21 |
| t-test | NS        | NS          | NS         | NS        |
| 水聲     | 2.07±0.85 | 849.32±82.3 | 2.72±0.62  | 3.19±0.75 |
| 噪音     | 2.52±1.25 | 831.84±78.8 | 2.92±1.09  | 2.99±1.21 |
| t-test | NS        | *0.045      | NS         | NS        |
| 蟬聲     | 2.53±1.16 | 823.02±73.3 | 2.98±0.97  | 2.95±1.10 |
| 噪音     | 2.52±1.25 | 831.84±78.8 | 2.92±1.09  | 2.99±1.21 |
| t-test | NS        | NS          | NS         | NS        |

Mean±S.D. NS, \* Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.05$

### 3.2 自然音與噪音的心理影響

鳥聲與噪音的焦慮量表評值達顯著差異 ( $p \leq 0.05$ ; 表 2)，且評值鳥聲顯著高於噪音，表示聆聽鳥聲的焦慮程度顯著低於聆聽噪音時的焦慮程度。水聲與噪音的焦慮量表評值達顯著差異 ( $p \leq 0.05$ ; 表 2)，且評值水聲顯著高於噪音，表示聆聽水聲的焦慮程度顯著低於聆聽噪音時的焦慮程度。蟬聲與噪音的焦慮量表評值達顯著差異 ( $p \leq 0.05$ ; 表 2)，且評值蟬聲顯著高於噪音，表示聆聽蟬聲的焦慮程度顯著低於聆聽噪音時的焦慮程度。

表 2. 自然音與噪音的心理影響之 t 檢定

| 處理 | 平均值   | 標準差   | t 值   | p 值    |
|----|-------|-------|-------|--------|
| 鳥聲 | 69.12 | 8.91  | 6.623 | 0.000* |
| 噪音 | 33.25 | 8.43  |       |        |
| 水聲 | 67.62 | 11.82 | 5.227 | 0.001* |
| 噪音 | 33.25 | 8.43  |       |        |
| 蟬聲 | 48.12 | 10.49 | 2.883 | 0.024* |
| 噪音 | 33.25 | 8.43  |       |        |

\* significant at  $P \leq 0.05$

### 3.3 加入自然音的噪音與噪音的生理影響

加入自然音後的噪音與噪音各項皆未達顯著差異 (表 3)。

表 3. 自然音加噪音與噪音的生理影響之 t 檢定

| 處理 | EMG       | RR          | $\alpha$ 波 | $\beta$ 波 |
|----|-----------|-------------|------------|-----------|
| 鳥聲 | 3.06±1.26 | 834.04±78.0 | 3.14±0.67  | 3.59±1.03 |

|        |           |             |           |           |
|--------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| 噪音     | 2.52±1.25 | 831.84±78.8 | 2.92±1.09 | 2.99±1.21 |
| t-test | NS        | NS          | NS        | NS        |
| 水聲     | 2.53±0.75 | 862.32±83.2 | 2.84±0.73 | 3.48±0.76 |
| 噪音     | 2.52±1.25 | 831.84±78.8 | 2.92±1.09 | 2.99±1.21 |
| t-test | NS        | NS          | NS        | NS        |
| 蟬聲     | 2.63±0.60 | 857.20±94.0 | 3.01±0.96 | 3.33±0.90 |
| 噪音     | 2.52±1.25 | 831.84±78.8 | 2.92±1.09 | 2.99±1.21 |
| t-test | NS        | NS          | NS        | NS        |

Mean±S.D. NS, \* Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.05$

### 3.4 加入自然音的噪音與噪音的心理影響

鳥聲加噪音與噪音的焦慮量表評值達顯著差異 ( $p \leq 0.05$ ; 表 4)，且評值鳥聲加噪音顯著高於噪音，表示聆聽鳥聲加噪音的焦慮程度顯著低於聆聽噪音時的焦慮程度。水聲加噪音與噪音的焦慮量表評值達顯著差異 ( $p \leq 0.05$ ; 表 4)，且評值水聲加噪音顯著高於噪音，表示聆聽水聲加噪音的焦慮程度顯著低於聆聽噪音時的焦慮程度。而蟬聲加噪音與噪音的焦慮量表評值未達顯著差異 (表 4)。

表 4. 自然音加噪音與噪音的心理影響之 t 檢定

| 處理  | 平均值   | 標準差   | t 值   | p 值    |
|-----|-------|-------|-------|--------|
| 鳥+噪 | 48.62 | 13.42 | 4.288 | 0.004* |
| 噪音  | 33.25 | 8.43  |       |        |
| 水+噪 | 43.87 | 9.84  | 3.067 | 0.018* |
| 噪音  | 33.25 | 8.43  |       |        |
| 蟬+噪 | 39.25 | 8.66  | 1.646 | 0.144  |
| 噪音  | 33.25 | 8.43  |       |        |

\* significant at  $P \leq 0.05$

## 4. 結果討論

### 4.1 單一音景對聆聽者的生理影響

實驗結果僅聆聽水聲時的心跳速度顯著低於聆聽噪音時的心跳速度，其餘項目於統計上並無顯著差異，由於 Brown 和 Muhar (2004) 認為在戶外空間聲音的傳達上，流動的水聲應該是優先被聽到的聲音，也表示水聲的確帶給人較多的愉悅感受。陳怡婷與林晏州 (2007) 也指出，環境中出現的水聲在「平靜安詳」的體驗上比鳥聲或蟬聲更加強烈。因此推論水聲比起另兩種自然音 (鳥聲和蟬聲) 在生理上能產生較多放鬆的感受。也可得知在環境規劃上期望達到放鬆、舒壓的感覺，增添水聲是一個較推薦的音景項目。

#### 4.2 單一音景對聆聽者的心理影響

焦慮程度三組於統計上均達顯著差異 ( $p \leq 0.05$ )，假設三之驗證皆成立，即言之，聆聽此三種自然音的焦慮程度皆明顯低於聆聽交通噪音時的焦慮程度，顯示多聽自然音的確有助於降低焦慮感受。Brown 和 Muhar (2004) 也認為自然的聲音是較有優勢的聲音，應該被保留與營造。

#### 4.3 混合音景 (加入自然音景的噪音) 與噪音對聆聽者的生理影響

生理反應的部分，加入自然音後的噪音與單純噪音皆未達到顯著差異，得知加入自然音後的噪音與原本單純的噪音之間，在生理反應上並無顯著差異，表示生理反應上並不會因為加入了自然音而產生顯著的影響。然而當水聲單獨存在時卻能和噪音在生理反應上產生顯著差異，是因為當自然音只有一種時，「平靜安詳」的體驗比環境音出現兩種以上時還強烈 (陳怡婷、林晏州，2007)，故推論混合噪音後的水聲，由於降低了平靜安詳的感受，便無法和單純噪音間產生心理反應上的顯著差異。

本研究在生理反應上均不容易產生顯著差異，假設驗證上僅 1-2 當中的心跳波間距 RR 產生顯著影響，原因有三。第一，生理反應可能需要較長的時間累積，才能看見其影響效果，張俊彥等 (2010) 有關生心理效益之研究，亦得到心理有顯著影響但生理無顯著影響的結果。其次，Hume 和 Ahtamad (2013) 透過聆聽差異性較大的聲音刺激，進而產生生理上 (心跳、呼吸率、肌電值) 的顯著影響，推論本研究聲音刺激之間的差異或許太小，導致不易讓受測者產生較顯著的生理反應。此外，本研究尚處初探階段，研究樣本僅八組，統計上除了解釋力較薄弱外，個別樣本所產生的偏誤也容易被放大而影響結果。

#### 4.4 混合音景 (加入自然音景的噪音) 與噪音對聆聽者的心理影響

心理反應的部分，加入鳥聲後的噪音和加入水聲後的噪音皆與單純噪音之間產生了顯著差異，可知環境中加入鳥聲與水聲，的確可以降低原本噪音對人產生的焦慮感受。而加入蟬叫聲後的噪音與單純交通噪音之間並無顯著差異，且本實驗中蟬叫聲原本就是三組自然音中焦慮程度較高的聲音，因此推測在降低焦慮程度的效果上也相對較低。

### 5. 結論與建議

#### 5.1 研究結論

本研究主要目的則是探討都市中自然音與噪音單獨出現與混合出現時對人的生理與心理反應有何差異或影響，透過生理回饋儀與焦慮量表收集生理及心理上的參數，以 t 檢定分析數據結果。其結論如下：

1. 將自然音景與噪音的生理數據進行比較，得知聆聽水聲產生的心跳速率顯著低於噪音。
2. 將自然音景與噪音的心理數據進行比較，顯示聆聽三種自然音景的焦慮程度顯著低於噪音。
3. 將加入自然音景的噪音與噪音之間的生理數據進行比較，發現三種自然音景加噪音與噪音之間的生理數據並無顯著差異。
4. 將加入自然音景的噪音與噪音之間的心理數據進行比較，得知僅有鳥聲加噪音、水聲加噪音的焦慮程度顯著低於噪音。

#### 5.2 建議

本研究以都市空間中常見的交通噪音與自然音景做為研究對象，希望透過「音景」的角度來面對都市的噪音問題。本研究結果可以建議都市規劃者設計容易產生自然音的空間，特別是鳥聲與水聲的增加，可以明顯降低民眾的焦慮感受。例如在都市中的公園裡，於靠近馬路旁的邊緣可以配置流水設施，或搭配誘鳥植物的種植，都是可以自然的降低路過民眾對噪音上的焦慮與不適。即便在無交通噪音的情況下，配置流水的設施所帶來的自然音景，也能夠達到舒壓的效果。

由於本研究是初探性質的實驗，提供一個不同以往在音景相關研究的面向，因此尚有很多變項可以討論，例如：音量的大小分配、增加自然音的種類、搭配視覺刺激...等因素。然本研究受測樣本因考量受測時間過長而影響受測者精神狀況，因而將聲音刺激控制在兩分鐘，建議未來也可嘗試增加刺激時間與研究樣本數，或增加聲音刺激的個別差異，以期在生理反應上可以產生較高的統計效果。

### 6. 參考文獻

1. 王俊秀，『音景的都市表情：雙城記的環境社會學想像』，台大建築與城鄉學報，第十期，第 89~96 頁，2001。
2. 吳靜怡，高速鐵路噪音、振動對沿線居民影響之研究，碩士論文，成功大學建築學系研究所，台南，2007。
3. 李明聰，聯合文學六月號，聽 / 不見的城市——重繪台北聲音地景，台北：聯合文學，2009。

4. 100年臺中市環境品質監測站操作維護工作計畫，專案計畫，台中市環境保護局，2011。
5. 林威志、邱安煒、徐建業、邱泓文，『聆聽音樂時腦波及心率變異性之變化』，醫療資訊雜誌，第十四卷，第二期，第27~36頁，2005。
6. 翁根本、何慈育、歐善福、林竹川、謝凱生，『心律變動性分析』，臺灣醫界，第五十二卷，第六期，第12~15頁，2009。
7. 陳怡婷、林晏州，『聲音對民眾環境情緒體驗之影響』，臺灣園藝，第五十三卷，第三期，第333~344頁，2007。
8. 游莞瑋、林晏州，『植栽量體及色彩對降低焦慮情緒效果之研究』，中國園藝，第45卷，第4期，第387~394頁，1999。
9. 黃士賓，『台南古蹟音環境之民眾反應』，中華民國音響學會第17屆學術研討會論文集，第131~140頁，2004。
10. 董貞吟、王懋雯、戴若蕾、丁淑萍，『國小校園綠色音環境營造之個案研究』，中華民國音響學刊，第十一期，第73~82頁，2005。
11. 蔡岡廷，都市住宅區音景構成元素之初探—以台南地區為例，碩士論文，成功大學建築研究所，台南，1998。
12. 蔡岡廷，台南地區都市綠色音環境之研究，博士論文，成功大學建築研究所，台南，2002。
13. 蔡岡廷、賴榮平，『都市校園綠色音環境影響因子之探討以台南市公立國民中學為例』，建築學報，第40期，第65~78頁，2002。
14. 蕭淳元、張俊彥、江彥政，『高架橋不同綠美化方式對駕駛者產生心理效益之差異』，臺灣園藝，第五十六卷，第四期，第211~221頁，2010。
15. 賴明嘉、林晏州，『水景形態及聲音對情緒體驗之影響』，造園學報，第二卷，第一期，第1~17頁，1995。
16. 賴榮平、蔡岡廷，『都市商業區商業空間使用者對音環境評價之研究』，建築學報，第四十一期，第77~92頁，2002。
17. 謝明燁，視覺對環境音感知之心理影響之研究，碩士論文，成功大學建築研究所，台南，1999。
18. 簡佑宏、陳建雄、黃室苗、張文德、江潤華，『運用腦波測量儀量測聽覺情緒反應』，中原學報，第三十三卷，第一期，第123~131頁，2005。
19. A. L. Brown and A. Muhar, "An approach to the acoustic design of outdoor space," *Journal of Environment Planning and Management*, Vol. 47, Issue 6, pp. 827-842, 2004.
20. N. Cowan, "Auditory Seneory Storage in Relation to the Growth of Sensation and Acoustic Information Extraction," *Journal of Environmental Psychology*, Vol. 13, Issue 2, pp. 204-215, 1987.
21. W. J. Davies, "Special issue: Applied soundscapes," *Applied Acoustics*, Vol. 74, Issue 2, pp. 223, 2013.
22. M. Downing, C. Hobbs, "Challenges of characterizing natural soundscapes," 2005 international congress on noise control engineering — INTERNOISE, Rio de Janeiro, Brazil, 2005.
23. K. Hokao, "Research on the sound environment of urban open space from the viewpoint of soundscape — a case study of Saga Forest Park, Japan," *Acta Acustica United with Acustica*, Vol. 90, pp.555-63, 2004.
24. K. Hume, M. Ahtamad, "Physiological responses to and subjective estimates of soundscape elements," *Applied Acoustics*, Vol. 74, Issue 2, pp. 275-281, 2013.
25. C. Landry, "The Art of City Making," *Futures*, Vol. 40, Issue 3, April 2008, pp. 308-309, 2006.
26. P. Oliveros, *Deep Listening: A Composer's Sound Practice*, iUniverse, Lincoln, 2005.
27. M. Pereira, "Percepção Sonora no Espaço Público: Indicadores de Tolerância ao Ruído na Cidade do Rio de Janeiro," *National Meeting of Comfort in the Built Environment*, pp.779-786, 2003.
28. M. Schafer, *A Afinação do Mundo*, Editora UNESPE, São Paulo, 2001.
29. C. D. Spielberger, *Manual for the state-trait anxiety inventory (STAI)*. CA: Consulting psychologists press, 1983.
30. B. Szeremeta, P. H.T. Zannin, "Analysis and evaluation of soundscapes in public parks through interviews and measurement of noise," *Science of The Total Environment*, Vol.407, Issue 24, pp. 6143-6149, 2009.