

國立臺灣大學生物資源暨農學院森林環境暨資源學系



碩士論文

School of Forestry and Resource Conservation

College of Bio-Resources & Agriculture

National Taiwan University

Master Thesis

不同生物多樣性程度的鳥音對生理與心理之影響

Psychological and physiological effects at different
biodiversity levels of bird sounds

施晴

Ching Shih

指導教授：袁孝維 博士

Advisor: Hsiao-Wei Yuan, Ph.D.

中華民國 111 年 8 月

August 2022

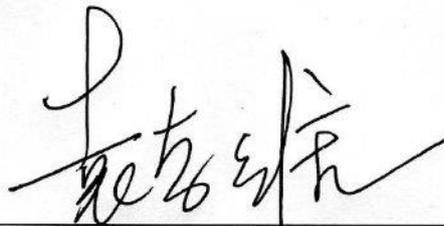
國立臺灣大學碩士學位論文
口試委員會審定書

不同生物多樣性程度的聲音對生心理之影響

Psychophysiological Effects of Sounds at Different
Biodiverse Level

本論文係 施晴 君(R06625041)在國立臺灣大學森林環境暨資源系完成之碩士學位論文，於民國 110 年 06 月 30 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：



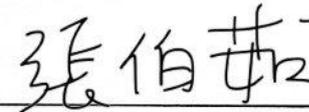
(簽名)

(指導教授)











系主任、所長

(簽名)

謝辭



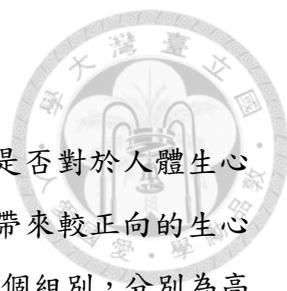
首先，感謝袁孝維老師在這些年的指導以及訓練，讓我在念研究所這段時間裡可以很自由的進行我的研究。同時也在擔任老師的通識課助教的這段期間，學到很多為人處事上的道理。另外也謝謝老師對於這份研究的支持與金援，讓這份研究可以進行。也很感謝余家斌老師以及園藝系的張俊彥老師，在繁忙的研究中，仍撥空給予我在論文上的建議。特別在實驗設計和結果分析給予相當大的幫助。除此之外，還要感謝余老師願意出借實驗室與實驗器材讓我使用，讓這一個實驗能夠蒐集到更多的資料，在結果分析上能夠更全面。另外也很感謝口試委員李素馨老師和張伯茹老師，願意給予這份研究一些很寶貴的建議，讓這份研究更加完善。

感謝特有中心的林瑞興博士，在實驗的鳥音設計上給予建議與方向。也要感謝家民學長、奐存學長，在研究前期規劃上，以及後續在研究執行期間都給予了相當大的協助。謝謝樂寧學姐，在我擔任通識課助教的期間，是我心靈上很強大的支柱，因為有你給我強大的安全感，我才能盡力的完成這些原本不擅長的事。謝謝昶詠、雅欣，在我卸下助教一職後，接替執行這份任務，雖然後續我能幫上的忙不多，但你們仍做得很棒！感謝欣翰、瀚柏、晉嘉、嘉瑋，因為讀書會的幫助讓我可以繼續堅持與前進。感謝張美姐每當我在研究上或是擔任助教期間，遇到任何會計或行政的疑難雜症，都不厭其煩的給予解答。感謝弼篆、品元、Eileen、Desmond 在這段時間裡給我的鼓勵，你們的鼓勵或安慰總是我心中很溫暖的力量。謝謝姚望、承德、陳陽、昀萱、趙萱、大師兄、敏杰、韋廷在實驗室期間給我的每一次協助。謝謝柔劭，讓我在碩士的第四年得到一份預期之外的友誼。感謝參與實驗的每一位受試者，讓這份研究得以實現。

最後謝謝爸媽在這段時間給予的經濟支持，雖然比預期的多繳了一些學費，但我會用之後的人生好好回報家裡。謝謝我的阿公，每次回家時給我的關心。謝謝我的老姊，讓我在台北這段時間有個可以說走就走的旅伴。也謝謝天上的阿嬤，雖然他來不及看到我畢業，但我相信我在這段時間裡能健康的生活，一定有他的保佑。

一路走來，碩士這條路比原本預期的還要長，在路上遇見了許多人。時常覺得周圍的大家都不停前進，只有我留在原地，因此時而煩惱、時而悲觀。但在最後還是想告訴自己：謝謝你，謝謝過去，謝謝現在的存在。

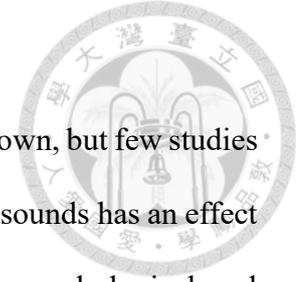
中文摘要



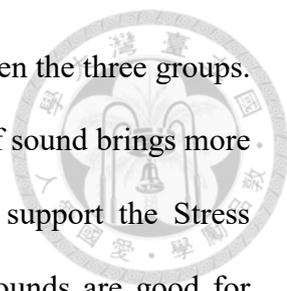
本研究目的為探討當聲音中呈現不同生物多樣性的層次，是否對於人體生心理有不同程度的影響，同時生物多樣性較高的聲音環境是否能帶來較正向的生心理效益。此實驗是以台灣中海拔森林鳥聲為主，將聲音區分為三個組別，分別為高生物多樣性（繡眼畫眉、青背山雀、黃山雀、白耳畫眉、黃胸藪眉五種鳥類聲音）、低生物多樣性（白耳畫眉單一鳥種）以及無生物的環境聲音（去除鳥聲後的背景音）。一共有 44 位平均年齡 23.25 歲 \pm 2.93 的受試者參與本次實驗，使用降噪耳機於連續三周以隨機的方式聆聽三組中的一組聲音，並且在聲音播放前須操作一次聽覺序列加法測試作為壓力源。在生理指標上，使用血壓、心率、唾液澱粉酶活性以了解壓力是否下降；在心理指標上，以盤斯心情量表 (POMS)、知覺恢復性聲景量表 (PRSS) 量測情緒與注意力恢復程度。結果顯示血壓、心率及兩項心理指標中，在三組間並無顯著差異，僅唾液澱粉酶活性在無生物聲音組別中顯著低於其他兩組。在 POMS 結果中雖然三組恢復值之間無顯著差異，但是在不同構面上各自有顯著的恢復效益：無生物聲音組中在憤怒構面上有顯著降低；低生物多樣性聲音中，沮喪、疲勞兩構面有顯著降低；而在高生物多樣性聲音下，活力構面有顯著提升。另外三組聲音皆在緊張與困惑兩個構面中有顯著下降。實驗結果雖然無法證實聲音中含有較高的生物多樣性所帶來的生心理效益必高於低生物多樣性的聲音，但整理結果仍符合壓力削減理論 (Stress Reduction Theory, SRT) 中自然環境帶給人體的正向情緒反應。因此森林中的聲音或者生物聲音仍具有心理上的效益，未來應可用於促進森林療癒或其他自然生態活動推廣。在都市中也可將生物聲音或森林聲音融入環境設計中，以降低都市生活的壓力。

關鍵字：生物多樣性、聲音、生心理效益、唾液澱粉酶、盤斯心情量表、知覺恢復性聲景量表

ABSTRACT



The mental and physical health benefits of natural sounds are well-known, but few studies have focused on whether the level of biodiversity apparent in natural sounds has an effect on their health benefits. The aim of this study is to examine the psychological and physiological effects of natural sounds from sources with different levels of biodiversity, and whether the higher biodiversity level of sound bring more benefits than lower biodiversity level of sound. A total of 44 adults with a mean age of 23.25 ± 2.93 years were exposed to each of the three biodiversity levels of birdsong for four minutes over three weeks. The birdsong clips were all from species which are common in Taiwan's forests. The three biodiversity levels were represented by the high biodiversity group (which included clips of *Alcippe morrisonia*, *Parus monticolus*, *Machlolophus holsti*, *Heterophasia auricularis*, and *Liocichla steerii* birdsong), the low biodiversity group (which only included *Heterophasia auricularis* birdsong) and the control group (which included no birdsong). The subjects were asked to complete the Paced Auditory Serial Addition Test-Computer (PASAT-C) prior to listening to each clip. This acted as a stressor. The subjects' blood pressure, heart rate, and salivary alpha-amylase (SAA) were measured as physiological indicators. The Profile of Mood States (POMS) and Perceived Restorativeness Soundscape Scale (PRSS) tests were used as psychological indicators. In terms of physiological results, there was no significant difference in pressure and heart rate between the three groups, but the control group's SAA results were significantly lower the other groups' SAA results. The control group's POMS results were significantly lower for the construct of "anger", the low biodiversity group's POMS results were significantly lower for the constructs of "depression" and "fatigue", and the high biodiversity group's POMS results were significantly higher for the construct of "vigor". All groups' POMS results were significantly lower for the constructs of "confusion" and



“tension”. There was no significant difference in PRSS results between the three groups. Although these results do not indicate the higher biodiversity level of sound brings more benefits than lower biodiversity level of sound, they do tend to support the Stress Reduction Theory. The results suggest that natural or biological sounds are good for mental health, and furthermore that the use of natural sounds may be an important component of forest therapy, ecological activities or environmental designs in urban areas which aim to relieve stress.

Key words: Biodiversity, Sounds, Psychophysiological benefits, Salivary alpha-amylase (SAA), Profile of Mood States (POMS), Perceived Restorativeness Soundscape Scale (PRSS)

目錄



口試委員審定書	i
謝辭	ii
中文摘要	iii
ABSTRACT	iv
目錄	vi
圖目錄	vii
表目錄	viii
第一章、前言	1
第一節、研究背景與動機	1
第二節、研究目的	2
第二章、文獻回顧	3
第一節、聲音中的生物多樣性	3
第二節、自然與生心理健康	4
第三節、相關實證研究之文獻	5
第三章、研究方法	9
第一節、研究假說	9
第二節、研究設計	11
第四章、結果	17
第一節、樣本背景分析	17
第二節、研究假說驗證	18
第五章、討論	26
第六章、結論與建議	30
參考文獻	33
圖表	46
附錄	60

圖目錄



圖 1 研究流程圖	46
圖 2 實驗流程圖	47
圖 3 實驗器材：PM2.5 空氣品質偵測計 (型號：TES-5321)	48
圖 4 實驗器材：心率傳感器(型號： Polar H10)	48
圖 5 實驗器材：隧道式血壓計 (型號：OMRON HEM-1000)	48
圖 6 實驗器材：唾液澱粉酶監測儀 (型號：NIPRO DM-3.1)	48
圖 7 實驗器材：筆記型電腦 (型號： ASUS UX333F)	48
圖 8 實驗器材：無線降噪耳機 (型號：Sony WH- 1000XM3)	48
圖 9 實驗空間示意：森林系館 318 室	49
圖 10 實驗空間示意：森林系館 402 室	49
圖 11 實驗空間示意：森林系館 406 室	49

表目錄



表 1 盤斯心情量表(POMS).....	50
表 2 知覺恢復性聲景量表(PRSS).....	51
表 3 聽覺序列加法測試-電腦版 (PASAT) 測驗流程簡表	52
表 4 自然關聯性量表	52
表 5 實驗流程的各階段細項內容	53
表 6 基本資料統計摘要表	54
表 7 生理數據各時間點間檢定結果摘要表	55
表 8 生理數據組間檢定結果摘要表	56
表 9 心率數據每分種組間檢定結果摘要表	56
表 10 盤斯心情量表分數各時間點間檢定結果摘要表	57
表 11 盤斯心情量表組間分析摘要表	58
表 12 知覺恢復性聲景量表分析摘要表	58
表 13 自然連結經驗、自然連結我與知覺恢復性聲景量表之相關性分析摘要表...	59



第一章、前言

第一節、研究背景與動機

現代人生活中需要面對來自工作、經濟、家庭、人際等方面所帶來的壓力，如何排解壓力成為人們必須解決的重要課題。近年來有越來越多的研究證實親近自然能帶給人們益處，不只能排解壓力、提升自我健康，更進一步預防疾病產生。

依據 1984 年 E. O. Wilson 提出的「親生命假說 (Biophilia Hypothesis)」，認為人類的演化史中待在自然環境的時間比在人工環境更長，因此假設生理結構在自然中的適應性較好，在演化上也會趨向於親近其他生命體發展。簡而言之，人類或許生來就喜愛與大自然親近，並且生心理狀態能在自然中得到恢復與自我療癒的力量。其後，1989 年 Rachel Kaplan 和 Stephen Kaplan 的「注意力恢復理論 (Attention Restorative Theory, ART)」與 1991 年 Ulrich 等人的「壓力削減理論 (Stress Reduction Theory, SRT)」，也同樣提出自然環境具有讓人削減壓力的效果。

近年來，許多學者研究接觸自然環境可達到的效果，並在改善生理機能、放鬆精神、排解壓力等身心層面上，多數獲得正向研究結果。(Lee et al., 2011; Lee et al., 2014; Ochiai et al., 2015; Park et al., 2009; Ulrich, 1981)。另有研究進一步探討，指出人體健康和當地的生物多樣性相關(Sandifer, Sutton-Grier, & Ward, 2015)，雖然在至今的研究中，尚未釐清相關的作用機制，但研究證據顯示接觸多樣化的自然棲息地與物種，也對人類健康具有積極的影響。

關於生物多樣性與健康間的研究，以微生物醫學為最大宗，探討免疫能力、疾病發病率和傳染病風險等與生物多樣性的關聯(Bernstein, 2014; Haahtela et al., 2013; Hanski et al., 2012; Hough, 2014; Keesing et al., 2010; Pongsiri et al., 2009; Raymundo, Halford, Maypa, & Kerr, 2009; Rook, 2013; Young et al., 2014)，其次是量測人體對於生物多樣性的壓力反應。不過，多數實驗以視覺(Cracknell, 2013; Wyles, Pahl, & Thompson, 2014; 張喬安, 2017; 蕭淳元, 2011)，或是實地實驗(Dallimer et al., 2012; Fuller, Irvine, Devine-Wright, Warren, & Gaston, 2007) 為主要的研究主題，關於聽覺的研究數量目前較少。過去，雖然有不少關於聲音與生心理壓力的研究，但大多著重在不同性質的聲音所帶來的影響差異(Alvarsson, Wiens, & Nilsson, 2010; Mishima et al., 2004; 陳怡婷、林晏州, 2007; 蕭任峰、方智芳, 2013)。在生物多樣性的觀點上，對生心理的影響還有待被證實。

第二節、研究目的

在先前的許多研究中，皆指出了自然環境能減輕人心理與生理上的壓力(Hirabayashi & Nowak, 2016; Markevych et al., 2017)，即使是在都市裡的自然景物，也能有類似的效果(Richardson, Pearce, Mitchell, & Kingham, 2013; Yang et al., 2019)。其中在生物多樣性這個主題上，過去的實驗多針對人進入實地所帶來的改善效益，或以視覺的影響進行探討。在聽覺上的研究，多著重在自然與非自然聲音或不同類型的聲音所帶來的生理心理差異。有鑒於此，本研究從生物多樣性的角度切入，探討聲音對人體的生理心理狀態是否存在不同程度的影響。

根據壓力削減理論，人待在自然環境下會比非自然的環境下更能紓解壓力，無論在生理或是情緒都有所減輕(Lee et al., 2011; Ohira, Takagi, Mauis, Oishi, & Obata, 1999; Park et al., 2007; Yamaguchi, Deguchi, & Miyazaki, 2006)；結合生物多樣性方面的研究，可推測生物性越高的環境能帶來較高的正面生理心理效益(Cracknell, 2013; Wyles et al., 2014; 張喬安, 2017; 蕭淳元, 2011)；再依據注意力恢復理論，自然環境具有較高的恢復性特徵，生物多樣性較高的聲音環境應帶有較高的恢復效益(Berto, 2005; T. Hartig, Korpela, Evans, & Gärling, 1997; Terry Hartig, Mang, & Evans, 1991; Rachel Kaplan, 2001; Purcell, Peron, & Berto, 2001)。綜合以上的研究目的之外，由於個體偏好、個體與自然的親近程度也可能對實驗結果產生影響(Wilkie & Clouston, 2015; Wilkie & Stavridou, 2013; 唐宜君, 2014)，故輔以受試者的自然連結程度量表，探討受試者的自然連結程度與生理心理結果是否具有相關性。

本研究以台灣森林常見鳥類為主，藉由混合多種鳥聲的聲音檔，模擬出高生物多樣性、低生物多樣性以及無生物的聲音環境，比較受試者在聆聽三種聲音環境後的生理與心理影響差異，以驗證過去在視覺上的研究效益是否可同樣印證在聽覺研究的結果上。所得之研究結果可促進森林療癒或其他自然生態活動的進行與推廣，也可將生物聲音或森林中的聲音融入在都市地區的環境設計中，藉由這些聲音的輔助下減低都市生活的壓力。

本研究的研究流程如圖 1 所示：確立本研究的動機和目的後，查閱過去的相關文獻並設計執行的研究方法。再依照所設計的研究方法選定生理心理指標、實驗音檔以及壓力源。擬定完成的計畫書通過臺大研究倫理中心(IRB)的研究倫理審查，並招募受試者進行實驗，最後再分析資料，並依據結果進行討論後給出結論與建議。



第二章、文獻回顧

第一節、聲音中的生物多樣性

生物多樣性根據聯合國 (United Nations) 的生物多樣性公約(1992)解釋為「所有來源的形形色色生物體，這些來源除其他外包括陸地、海洋和其他水生生態系統及其所構成的生態綜合體；這包括物種內部、物種之間和生態系統的多樣性。」意即生物多樣性囊括了生物個體及所處的非生物環境在基因、物種以及生態系上三種層面上的豐富與變異度。

生物多樣性能夠增加地球上各種物種生命的相互交替作用、影響，使得地球的生態得到平衡(麥愛堂, 2003)。其中物種多樣性的部分可藉由生態調查方法，再以生物多樣性指數計算所得之數據，得以數據化的方式呈現一地的生態狀況。在生態調查方法上，以錄音監測的取樣方式，可降低調查期間對環境造成的干擾程度，也利於進行長時間、低成本的觀測，並且音檔可重複播放的性質，也能夠與其他錄音資料交叉辨認其中物種數量(Celis-Murillo, Deppe, & Allen, 2009; Mammides, Goodale, Dayananda, Kang, & Chen, 2017; Sedláček et al., 2015)。

在聲音調查方法中，近年來發展出許多監測生物聲音的指數。有依特定的聲音頻率區間，取聲音強度總和的生物聲音指數 (Bioacoustic index, BIO)，此指數一開始用於調查鳥類豐度以及群集的組成，而後也有研究嘗試用於調查昆蟲與哺乳類 (Boelman, Asner, Hart, & Martin, 2007; Ferreira, Oliveira, Lopes, Brito, & Baumgarten, 2018; Ross et al., 2018)。也有根據聲音時間上與頻率上的分散程度，以香農多樣性指數 (Shannon-Wiener diversity index) 計算出的聲學熵值 (Acoustic entropy index, H)，並且在坦尚尼亞的森林實驗測得此指數與森林物種成相關性(Sueur, Pavoine, Hamerlynck, & Duvail, 2008)。後來因為聲音熵值中頻率的分散程度在物種多樣性低或人為雜訊較高的地區容易受到雜訊影響，因此 Depraetere 等人 (2012) 單就時間上的熵值以及整體振幅發展出聲學豐富度指數 (Acoustic richness index, AR)，此指數在法國地區測試後，發現與鳥類的物種豐富度呈正相關(Depraetere et al., 2012)。而聲音多樣性指數 (Acoustic diversity index, ADI) 則是採各頻率區間中超出閾值的能量比例以香農多樣性指數計算而得，另一方面若以吉尼係數 (Gini coefficient) 計算則又發展出聲音均勻度指數 (Acoustic evenness index, AEI)，此兩種指數在過去研究中皆發現與鳥類的物種多樣性呈顯著相關(Machado, Aguiar, & Jones, 2017;

Moreno-Gómez et al., 2019)。

因此，透過對聲音的觀察，此類非侵入性且可精簡人力與經費的生態調查方式，即使未長時間進入實地調查，對於一地生物多樣性情況仍可以有一定程度的了解並可作為生態保育的依據。



第二節、自然與生心理健康

壓力 (stress) 可以定義為當個體受到外在刺激或某種程度上的威脅時，因為感受到緊張的狀態而必須用額外的精力去應付，造成生理或心理上的不適反應(張春興, 1989; 藍采風, 2014)。強度過大或長時間的壓力會使人精神疲乏，並對生理與心理上產生負面影響，甚至罹患心血管疾病、胃潰瘍、腸胃炎、便秘、瀉吐、過敏、頭痛、失眠、癌症、內分泌失調、糖尿病.....等疾病。(藍采風, 2014)

許多研究提出，自然環境能減輕人心理與生理上的壓力(Hirabayashi & Nowak, 2016; Markevych et al., 2017; Rook, 2013)，也確實能降低心血管疾病風險；即使是都市裡的自然景物也能有類似的效果 (Richardson et al., 2013; Yang et al., 2019)。而就自然能減輕壓力的原因，其中有三個較重要的理論可以解釋，一為注意力恢復理論 (Attention Restoration Theory, ART) ，二為是壓力削減理論 (Stress Reduction Theory, SRT) ，三為親生命假說(Biophilia Hypothesis)。

一、注意力恢復理論 (Attention Restoration Theory, ART)

於1989年由Kaplan和Kaplan提出，內容指出在都市生活中產生的過度壓力，使得人們必須長時間的使用注意力，因此易感到精神疲乏、注意力耗弱，接連影響到思考與解決問題的能力，容易犯錯、情緒也變得易怒。而自然環境提供一個可以不需要再使用注意力，可以放鬆精神的地方。他們提出恢復性的環境通常具有四項特徵：(1)遠離性 (being away)：遠離日常生活的環境與工作；(2)延展性 (extent)：具豐富的資源、讓人想深入探索的環境，或是景物讓人充滿想像力；(3)魅力性 (fascination)：不需花費過多的注意力即可被其吸引的事物；(4)相容性 (compatibility)：提供多樣化的資源，可滿足個人的喜好(S. Kaplan, 1995)。因此接觸自然環境可以使人放鬆、重新恢復注意力。

二、壓力削減理論 (Stress Reduction Theory, SRT)

此論點是以 Ulrich 等人的研究為主軸(Ulrich, 1981, 1984; Ulrich et al., 1991)。Ulrich 等人發現將都市、人潮眾多的環境或單純的人工建物，與具有樹木、植被或溪流等的自然環境相比，暴露在自然環境下可以帶來較正面的情緒反應，同時也會引起一系列壓力降低的生理反應。因此這一個理論強調自然環境可降低人體生理壓力，並能從生心理的反應上了解壓力改善的狀況，如：正向的情緒、降低脈搏與血壓、內分泌改變、免疫力提高……等等(Lee et al., 2011; Ohira et al., 1999; Park et al., 2007; Yamaguchi et al., 2006)。

三、親生命假說(Biophilia Hypothesis)

親生命(Biophilia)一詞最早由 E. Fromm 提出，認為生命體皆具有統一與整合發展的趨勢，並且不單就於生理上的發展，同時也可以擴展到感受與思想。而後由 E. O. Wilson 於 1984 年提出的「親生命假說」，更直接指出人類在演化歷史中仰賴自然資源生存與繁殖。比起待在人工環境的時間，人類存在於自然環境下的演化時間更長。因此在演化歷史的影響之下，人類與自然生物之間產生連結，使得人們對於自然環境有著渴望與依賴，並且生理結構也因演化發展更適應於自然環境下行動，行為上也會趨向於親近其他生命體發展。(Gunderson, 2014; 邱方歆, 2018)

第三節、相關實證研究之文獻

一、自然環境與生心理效益

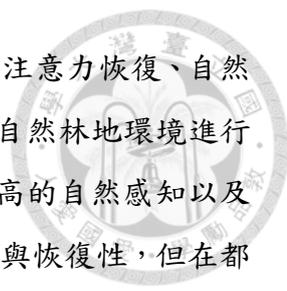
在實證研究上，也多顯示人體的生心效益與自然環境有關(李曉昀、余家斌、陳奐存, 2018)。過去研究多發現接觸自然能夠降低心率以及血壓。在 Park 等人 2009 年於日本森林的研究結果中，12 位青年男性參與為期三天的森林活動後，舒張壓和心率明顯低於處於城市環境的數值。另一個於 2015 年的研究，同樣於日本共 17 位中年女性參與森林活動，在活動結束後心率也明顯下降(Ochiai et al., 2015)。另外一項在臺灣溪頭自然教育園區進行的研究，中高齡與高齡者參與森林活動結束後，不論在心跳或血壓方面皆明顯下降(林家民, 2017)，同時這項研究結果也顯示唾液澱粉酶 (Salivary alpha-amylase, SAA) 活性有明顯降低。唾液澱粉酶指標也是一項能夠檢測人體壓力的指標，在高壓力的情況下唾液澱粉酶活性會上升，反之下降。在余家斌等人於 2015 年的研究中，30 名中高齡受試者至台灣中海拔森林步道

參與共 2 小時的森林浴體驗，過程活動包含視、聽、嗅、觸覺四種感官刺激，結果在活動結束後，唾液澱粉酶活性有顯著下降(余家斌、蔡明哲、楊智凱、吳采諭、陳群育，2017)。另一個針對日本男大學生的研究，受試者進行三日的森林活動與都市活動，不論在靜態或動態活動後，森林環境下的唾液澱粉酶活性都低於都市環境的數值結果(Yamaguchi et al., 2006)。

在情緒方面 Park 等人(2009)請受試者在都市環境與森林環境裡靜坐或行走 15 分鐘後，以盤斯心情量表 POMS 測量受試者的情緒反應。結果在森林環境下明顯比都市感受到較大的活力，同時緊張、憂鬱、憤怒、疲勞、困惑等負面感受也較低。Lee 等(2011)也測量了 12 位 21 歲左右的男性大學生，在觀看城市和森林各 15 分鐘後的感受差異，受試者在觀看森林環境後也確實有較顯著的舒適、鎮靜、疲勞消除等感受。

另外在注意力恢復上，許多研究文獻也佐證了自然環境的注意力恢復效益。Hartig、Mang 和 Evans (1991)測試三組分別是在城市、野外度過假期或是無度假的受試者，在實驗期間前後各安排一次文字校對任務，以檢測其注意力恢復程度，結果唯有在野外度過假期的受試者分數有所提升。而在 Kaplan (2001)研究中發現長期居住的環境中具有樹木或是田野的居民，在思緒上較為清晰，並且較不健忘與不易分心。Hartig、Korpela、Evans 和 Gärling (1997)的研究中，則是針對大學生進行自然與人工建物的環境的恢復性評價比較，結果上待在自然環境的恢復性評價高於人工建物之評價。除了實地的環境比較，在 Berto (2005)的研究中對比自然、非自然的場景照片以及中性的幾何圖樣，發現只有觀看過自然場景的受試者們在注意力上有所恢復。另一方面在 Felsten (2009)的研究中比較含水與不含水的自然景物壁畫、有草地與枯樹的自然窗景、磚牆或水泥牆四組環境刺激，結果恢復效益由高至低為含水自然壁畫、不含水自然壁畫、草地與枯樹的窗景、牆壁，因此認為自然的室內壁畫儘管是非真實的自然環境，應該仍是有效的注意力恢復媒介，並可以替代缺乏自然元素環境或季節，促進人們注意力恢復。同樣的在 Purcell、Peron 和 Berto(2001)的研究結果中也表明自然環境的恢復性評價高於城市景象，並且當中含有水元素存在時，恢復性評價又更高。

除此之外，部分研究則認為自然環境的恢復性效益與自然關聯性(Nature Relatedness)或偏好有關。自然關聯性是指個人與自然環境間的連結關係，包括對自然的接受與喜愛程度，也包括了對自然環境的認知與理解自然在各個面向上的重



要性。在唐宜君 (2014)的研究結果中，個人與自然的連結程度與注意力恢復、自然偏好的感知有關。研究中分別針對都市、都市林地、鄉野林地、自然林地環境進行測試，自然的連結程度越高者，能夠在高自然程度的環境擁有較高的自然感知以及注意力恢復，在自然程度較低的環境中，仍保持一定程度的感知與恢復性，但在都市環境下的感知與恢復效益則與自然連結程度無關。而在 Wilkie、Stavridou (2013) 以及 Wilkie、Clouston (2015)的研究結果則發現自然環境偏好較高者，對於自然環境的積極情緒與恢復性評價顯著高於城市環境。不過對城市環境偏好較高者，對自然或城市的環境積極情緒與恢復性評價則無顯著差異，但即使偏好城市環境，對於自然環境的積極情緒與恢復性評價也高於偏好自然環境者對於城市環境的評價。另外有趣的是，根據研究中針對人對環境中的水體樣貌的評價，令人不愉快的水體條件除了低於令人愉悅的水體條件，更低於無水環境，不論在自然或是城市環境下皆得到相同的結果。因此人對環境的偏好或與自然的連結程度與環境類型可能存在一定的影響力。

二、生物多樣性與生心理效益

而針對生物多樣性方面，近十幾年來也具有越來越多相關的研究證明與生心理效益間的相關性。Fuller et al. (2007)在英國綠地所做的實地研究顯示，人們的心理的效益會隨著植物、鳥類的物種豐富程度和棲地的多樣性而呈正相關。Dallimer et al. (2012)發現即使受試者對於生物多樣性的評估並不熟悉，但若感知到生物多樣性增加，對環境的幸福感也會同時增加。在 Cracknell (2013)的研究中，測試人們觀察不同魚類多樣性的水族箱後的反應，結果發現物種豐富的水族箱可以讓人的心率下降、改善情緒。Wyles et al. (2014)也表明觀賞野生動物是提高遊客情緒和幸福感的重要因素之一。雖然以上研究並未涉及整體的生物多樣性，但它們仍然表明了生物多樣性的某些組成部分對人體健康具積極影響力。而國內研究對於生物多樣性與生心理效益的研究，以室內實驗為主，播放不同生物多樣性的環境照片，用以了解受試者對於照片中環境的反應與感受(張喬安，2017；蕭淳元，2011)。

在聽覺部分的研究，以人為噪音與自然聲音對於生理上的比較差異為主 Mishima et al. (2004)比較牙科渦輪機、水流聲對在人體生理反應上的差異，而 Alvarsson et al. (2010)則比較人受到壓力後聆聽自然聲音（噴泉聲與鳥聲混合）與不同頻率的交通噪音的差異，兩篇研究結果皆支持噪音會帶給人不舒服的感受、壓

力上升，自然的聲音則可以較快速讓人從壓力中恢復。

國內有少部分的研究探討不同類型的聲音混合後在心理上的差異。陳怡婷及林晏州(2007) 的研究，將鳥聲、水聲、蟬聲，相互混合後與單一類型的聲音互相比較，發現將多種類的自然聲音混合可以帶給人更高的快樂感受。蕭任峰與方智芳(2013)嘗試將不同的自然聲音混入交通噪音進行測試，結果在心理結果上，鳥聲、水聲可以顯著降低受試者的焦慮感受。另外洪樣 (2013)則是探討視覺和聽覺上，對於不同的景物的感知自然度與寧靜度的感受差異，認為聲音的刺激應該具有梯度變化，並且由於人聽到聲音時會聯想聲音產生的場景，因此在感知自然度的部分，聽覺與視覺的刺激相當。



第三章、研究方法

第一節、研究假說

參考過去研究文獻，當人感受到壓力降低時會反應在生理及心理上，在生理上會產生心率降低(Cracknell, 2013)、血壓降低(T. Hartig, Evans, Jamner, Davis, & Gärling, 2003)及唾液澱粉酶活性下降(Koibuchi & Suzuki, 2014)等反應，在心理上也有降低負面情緒、提升正面情緒(T. Hartig et al., 2003)並使注意力恢復(T. Hartig et al., 1997; S. Kaplan, 1995)等效益。因此根據本研究動機及目的分別對生理、心理上的恢復效益提出研究假說一至三，探討聲音中的生物多樣性是否對生理與心理上具有顯著影響：

研究假說一：H1 受試者對於生物多樣性較高的聲音有較好的生理回饋

H1a 生物多樣性較高的聲音能顯著降低心跳率，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

H1b 生物多樣性較高的聲音能顯著降低收縮壓，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

H1c 生物多樣性較高的聲音能顯著降低舒張壓，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

H1d 生物多樣性較高的聲音能顯著降低唾液澱粉酶活性，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

研究假說二：H2 受試者對於生物多樣性較高的聲音有較好的情緒回饋

H2a 生物多樣性較高的聲音能顯著降低困惑心情評價構面，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

H2b 生物多樣性較高的聲音能顯著降低沮喪心情評價構面，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

H2c 生物多樣性較高的聲音能顯著提升活力心情評價構面，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

H2d 生物多樣性較高的聲音能顯著降低疲勞心情評價構面，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

H2e 生物多樣性較高的聲音能顯著降低緊張心情評價構面，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

較低的聲音具有顯著差異

H2f 生物多樣性較高的聲音能顯著降低憤怒心情評價構面，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異



研究假說三：H3 受試者對於生物多樣性較高的聲音有較好的注意力恢復效益

H3a 生物多樣性較高的聲音比生物多樣性較低的聲音具有更顯著的魅力的特徵

H3b 生物多樣性較高的聲音比生物多樣性較低的聲音具有更顯著的遠離性的特徵

H3c 生物多樣性較高的聲音比生物多樣性較低的聲音具有更顯著的相容性的特徵

H3d 生物多樣性較高的聲音比生物多樣性較低的聲音具有更顯著的延展性的特徵

根據研究，對自然偏好與連結程度會影響人對於環境恢復性的感知(Wilkie & Clouston, 2015; Wilkie & Stavridou, 2013; 唐宜君, 2014)，因此為確認聲音對於受試者的注意力恢復是否也受到個人對自然的接受程度影響，本研究以自然關聯性(Nature Relatedness)作為指標提出相關性分析的假說四：

研究假說四：H4 受試者對不同生物多樣性聲音的注意力恢復效益與個人的自然關聯性相關

H4a 受試者對不同生物多樣性聲音的注意力恢復效益與自然連結我構面具顯著相關性

H4b 受試者對不同生物多樣性聲音的注意力恢復效益與自然連結經驗構面具顯著相關性



第二節、研究設計

一、生理指標設計

心跳是指心臟一分鐘所跳動的次數，血壓為血液輸送時管壁承受的壓力，又分為舒張壓與收縮壓。當人處於焦慮緊張的狀態時，心跳增加並且血壓上升，但量測前應避免抽菸或食用含咖啡因等刺激性食物，並處於溫暖舒適且安靜的環境下以避免情緒高漲影響量測值。正常成人之心率範圍在 60bpm 至 100bpm 之間，收縮壓應小於 120 mmHg，舒張壓應小於 80mmHg (Basile & Bloch, 2015; Thomas, Pohl, & Kunins, 2018)。過去研究指出自然環境帶給人的放鬆效益，受試者在自然環境中活動後心跳或血壓出現明顯下降 (Ochiai et al., 2015; Park et al., 2009; Ulrich, 1981)。

壓力也會反映在內分泌系統的運作上，唾液澱粉酶(Salivary alpha-amylase, SAA)經常被作為壓力變化的有效指標(Koibuchi & Suzuki, 2014; Lee et al., 2011; Park et al., 2007; Yamaguchi et al., 2006)，當人感受到壓力時，唾液腺會分泌唾液澱粉酶以應付壓力情況，而當壓力下降時，唾液澱粉酶活性降低。此外就過去研究指出，成年人的唾液澱粉酶活性並不受到年紀與性別的影響，但是有抽菸、飲酒習慣者唾液澱粉酶活性會較低，另外長期服用藥物或是具有身心疾病者也可能影響唾液澱粉酶活性，實驗前也須避免飲食、運動以免刺激唾液澱粉酶活性上升(余家斌等，2017；洪紫宸、朱信，2012)。

本實驗參考 Park、Tsunetsugu、Kasetani、Kagawa 和 Miyazaki (2010)的研究以心率、血壓（收縮壓、舒張壓）為生理實驗的指標，除此之外再加入唾液澱粉酶此一指標。使用血壓計、唾液澱粉酶儀器量測受試者聽聲音前後的心率、血壓及唾液澱粉酶活性值，使用 Polar H10 心率帶量測聲音播放期間受試者的心率變化。

二、心理指標設計

本研究參考過去研究中常使用的使用盤斯心情量表 (Profile of Mood States, POMS) 作為量測受試者的情緒反應的心理指標。並以知覺恢復性聲景量表 (Perceived Restorativeness Soundscape Scale, PRSS) 量測聲音中所具備的恢復性特徵程度高低。

1. 盤斯心情量表(Profile of Mood States, POMS)：

也稱「情緒狀態量表」，於 1971 年由 McNair 等人發表出來，共 65 題包含 6 個



構面：活力(vigor)、緊張(tension)、疲勞(fatigue)、困惑(confusion)、憤怒(anger)、沮喪(depression)，原設計用來評估精神疾病患者的治療效果以及對門診病患的諮商方法。之後由於病患難以在短時間內填完量表，於是 Shacham (1983)將此量表縮減成 37 道題。1992 年，Grove 與 Prapavessis 刪除部分題目，並增添關於自尊構面的題目，成為 40 題 7 構面的心理量表。臺灣於 2001 年由學者張鏡鐘、盧俊宏翻譯成中文版的 POMS 量表並將題目加以增減，最終修訂成 37 道題 7 構面的版本(許伯陽、張鏡鐘、盧俊宏，2003；楊明恩、陳淑滿、蔣憶德，2006)。此量表常使用於測試受試者對於自然環境的心理狀態(Lee et al., 2011; Miyazaki & Motohashi, 1995; Park et al., 2011; Park et al., 2009)，多數結果顯示自然環境在活力構面上高於都市，在其他負向情緒的構面上低於都市。本研究的問卷為余家斌老師實驗室所精修過的版本(表 1)，內容含六個構面：活力、緊張、疲勞、困惑、憤怒、沮喪，共 37 道題，其受試者對自然的反應結果與過去其他實驗結果類似，而優點是可以有效精簡受試者的答題時間。

2. 知覺恢復性聲景量表 (Perceived Restorativeness Soundscape Scale, PRSS)：

在 Rachel Kaplan 和 Stephen Kaplan 發表注意力恢復理論之後，相關的檢測量表也陸續被提出，最早由 Hartig 於 1997 年發表的「知覺恢復量表 (Perceived restorative Scale, PRS)」，以測量四個恢復性特徵：魅力性、遠離性、相容性、延展性(改以一致性量測)。其中發現魅力性和相容性可以預測個人對環境的偏好，遠離性可以預測個人的放鬆程度。個人的偏好也會影響注意力的恢復程度，但是熟悉度對以上面向的影響皆較小。後來 Laumann、Gärting 和 Stormark (2001)認為 Hartig 的量表對於四個恢復性特徵的界定不夠明確，加上一致性的問項全為負向敘述，因此提出「注意力組成量表 (Restorative components scale, RCS)」，以補強 Hartig 量表的缺失，並且也將心理與身體上的遠離性區隔開來，分別稱作「逃離」及「新奇感」(汪亞翰，2014；戴大為，2013)。但由於先前版本的問項多針對整體環境的感受，研究者難以了解環境中的聲音對受試者的恢復性效果，於是 Payne 和 Guastavino (2013)以 PRS 和 RCS 為基礎，開發「知覺恢復性聲景量表(Perceived Restorativeness Soundscape Scale, PRSS)」(表 2)，一共四個構面：魅力、遠離、相容、延展，並且內容問項以聲景為主(Payne & Guastavino, 2013, 2018)。聲景(Soundscape)可稱為「聲音景觀」或「聲音風景」，類似地理景觀(Landscape)的概念，將原來視覺上的景觀

轉化為聽覺景觀，融合多個聲音層次的綜合景象(蔡宛穎，2011)，本研究以幾個取自於台灣山區的鳥聲音檔，進行剪輯之後試以創造不同生物多樣性程度的聲音景觀。並運用注意力恢復理論以了解各個聲音環境對受試者的恢復性效益(Ratcliffe, Gatersleben, & Sowden, 2013)，以知覺恢復性聲景量表作為量測指標。

三、聲音處理

在過去，聲音對生心理影響的實驗中，常使用的自然聲音來源有水聲、風聲、蟲聲、鳥聲等(陳怡婷、林晏州，2007)。由於鳥類是生態系統中代表性的高級消費者，對於棲地改變敏感，加上數量資料也易於收集，因此本研究的生物多樣性指標以鳥類作為指標生物(蕭淳元，2011)。

本研究的鳥聲組合參考賴清松 (2009)和 xeno-canto 的記載資料，選擇該地同時存在的鳥種，包括採用繡眼畫眉、青背山雀、黃山雀、白耳畫眉、黃胸數眉等五種出現於中海拔(1200 公尺至 2100 公尺)、相近地區(臺中市和平區、南投縣仁愛鄉、花蓮縣秀林鄉)之鳥種音檔。

聲音來源自鳥類鳴聲資料庫網站 xeno-canto 上取得，挑選錄音地點為台灣、聲音清晰的鳥鳴唱(Sing)。使用聲音剪輯軟體 Audacity 2.3.2 剪輯 2 個鳥聲片段(B1、B2)，分別為低生物多樣性的鳥聲(白耳畫眉的單一音檔)(B1)、高生物多樣性的鳥聲(五種鳥類的音檔混合)(B2)。另外再加上對照組，去除鳥聲後的背景音(C)。以上共三組聲音片段，受試者依照 Excel 亂數排序決定每周聆聽的組別。並且在每次聆聽後，會請受試者填寫所感受的音量大小，分數從 0 至 10 分，分別為：0 分(聽不見)、2 分(微弱、模糊)、4 分(輕聲細語)、6 分(容易聽見)、8 分(響亮)、10 分(非常大聲)，以確保受試者在主觀的聲音感受上的一致性(Jo et al., 2019)。

四、壓力源設計

壓力源使用 Lejuez、Kahler 和 Brown (2003)設計的「聽覺序列加法測試-電腦版」(Paced Auditory Serial Addition Test-Computer, PASAT-C)。聽覺序列加法測試(Paced Auditory Serial Addition Test, PASAT)原為測試腦部損傷患者的記憶力作業能力(Gronwall & Sampson, 1974)，此測試後被已被廣泛使用為一個良好的壓力源(Holdwick Jr & Wingefeld, 1999; Steffen & Larson, 2015)。

操作流程為電腦螢幕上每隔一段時間會出現新的個位數數字，受試者需要在限時內將新的數字與前一次出現的數字加總，並點選螢幕上的答案，若答案正確可

獲得積分，若錯誤會發出巨大的警告響聲。此外每進入一個新的階段，數字出現的時間間隔會縮短，以此增加受試者焦躁不安的壓力。

參考先前的研究設計(Gratz, Tull, Matusiewicz, Breetz, & Lejuez, 2013; López-López & Luciano, 2017; Lavender, Tull, DiLillo, Messman-Moore, & Gratz, 2017; Reinhardt, Schmah, Wüst, & Bohus, 2012; Tull, Gratz, Coffey, Weiss, & McDermott, 2013; 羅祥宜, 2017)，最終採用 2 等級共 8 分鐘的測試，除了第一次測試前會先給予受試者 20 題（數字間隔 4 秒）練習題作為介面操作練習。之後正式測試時如表 3 共分為兩個階段：第一個階段的時間共 3 分鐘，每個數字的出現間隔 3 秒；第二階段測驗時間共 5 分鐘，每個數字的出現間隔 1.8 秒。

五、受試者背景資料蒐集

此研究針對受試者的背景資料收集了：性別、年齡、教育程度、接觸森林環境頻率與自然連結程度。收集受試者的性別、年齡、教育程度以了解各受試者的背景資料，並作為辨認同位受試者資料的項目。收集接觸森林環境頻率與自然連結程度作為受試者與自然的親近程度參考，尤其本實驗是以中海拔森林鳥類作為聲音來源。本研究採用的自然關聯性量表(Nature Relatedness scale, NR)為蔡佩勳 (2017)翻譯自 Nisbet、Zelenski 和 Murphy (2008)的自然關聯性量表中譯版，共 21 題 3 構面：自然連結我(NR-self)、自然連結觀(NR-Perspective)、自然連結經驗(NR-Experience)，考量問卷長度以及和本研究的相關性，僅採用自然連結我、自然連結經驗兩子量表。共 14 題，其中 3 題為反向題，需反向計分(表 4)。最後了解受試者是否喜歡這次的聆聽體驗，了解受試者是否對聲音有明顯的喜好差異。

六、試驗對象

選擇實驗前一天無熬夜、吸菸、喝酒與飲用含咖啡因飲品且年齡介於 20-75 歲之成年人。並排除聽覺能力異常、認知能力障礙、具發燒感冒症狀、懷孕或哺乳期間、有長期服用藥物習慣，或具有心血管、腦神經、自律神經、身心科方面疾病史之受試者。以網路 FB 社團、Dcard 上宣傳，採便利抽樣法 (convenience sampling) 徵招高度配合意願之受試者。實驗前請受試者避免劇烈運動與進食。以口頭與書面告知完整的實驗流程後，皆獲得參與者簽署知情同意書，並於三周實驗結束後將給予略高於最低基本工資額度之 500 元商品卡乙張，無明顯過當之誘因使參與者參加研究。實驗過程中產生不良反應的可能性極低，但若受試者感到不適，可隨時要

求停止實驗，研究人員將提供場地休息或視情況協助就醫。樣本數的部分，鑒於時間與經費考量設定在 40 人左右。



七、設備儀器

1. PM2.5 空氣品質偵測計 (PM2.5 Air Quality Monitor)，型號：TES-5321。
說明：量測室內氣溫、相對濕度，以確認維持穩定的環境狀態。(圖 3)
2. 心率傳感器 (Heart rate sensor) 型號：Polar H10。說明：量測、紀錄聆聽聲音期間的心率變化。(圖 4)
3. 隧道式血壓計 (デジタル自動血圧計)，型號：OMRON HEM-1000。說明：量測受試者血壓、心率基準值，以及聆聽聲音前後的數據。(圖 5)
4. 唾液澱粉酶監測儀 (唾液アミラーゼモニター)，型號：NIPRO DM-3.1。
說明：量測受試者唾液澱粉酶活性在聆聽聲音前後的數據。(圖 6)
5. 筆記型電腦，型號：ASUS UX333F。說明：供受試者操作 PASAT-C 測試，以及作為聲音片段播放器材。(圖 7)
6. 無線降噪耳機 (Wireless Noise Canceling Stereo Headset)，型號：Sony WH-1000XM3。說明：用以聆聽實驗聲音片段，具降低環境噪音功能。(圖 8)

八、實驗地點。

森林系館 318、402、406 室。環境的配置與陳設可參考圖 9 至 11 空間示意圖，受試者固定坐於桌前，由研究者移動實驗器材至受試者的桌上後，受試者接受量測生心理數值、進行 PASAT 測驗、聆聽實驗聲音等步驟，三處的器材陳設與環境控制無太大差異。

九、量測時間

2020 年 10 月至 2021 年 2 月。

十、實驗內容

本實驗主要參考 Alvarsson et al. (2010) 及 Mishima et al. (2004) 的實驗步驟。流程內容如圖 2 及表 5：於受試者進行 PASAT 之前、聆聽聲音片段前後量測心率、血壓、填寫 POMS 問卷，同時於聆聽過程中量測受試者的心率變化，最後收集受試者的基本背景資料以及填寫 PRSS 問卷。受試者於每周同樣的時間點前來實驗，共為期三周，每次時長約 50 分鐘。

十一、 資料處理

本研究使用 PASW Statistics 18.0 統計軟體進行分析，利用相依樣本 ANOVA 檢定以及 LSD 事後檢定，分析三組(B1、B2、C)間的恢復量的差異是否顯著，以驗證實驗假說一至三。再使用皮爾森相關係數 r 檢驗假說四。樣本數的部分鑒於時間與經費考量，設定為 40 人。



第四章、結果

第一節、樣本背景分析

本研究期間，環境溫溼度量測結果分別為 $23.027^{\circ}\text{C}\pm 2.431^{\circ}\text{C}$ 、 $65.197\%\pm 8.297\%$ 。聲音強度評分分別為： 5.91 ± 1.22 (C 組)、 6.36 ± 1.15 (B1 組)、 6.18 ± 1.04 (B2 組)。實驗總共募集到 45 位參與者，但其中 1 人因個人因素未能完成全部實驗，因此共收得 44 份樣本 (以下文字內容整理於表 6)。

一、性別

樣本中女性一共 36 位 (81.8%)，男性共 8 位 (18.2%)。

二、年齡

年齡範圍從 20 歲至 30 歲，主要分布在 20 到 24 歲之間，佔總人數的 72.7%，平均年齡 23.25 歲 ± 2.93 歲。

三、教育程度

樣本中教育程度分別為大專 33 人 (75.0%)、研究所以上 11 人 (25.0%)。

四、接觸森林環境頻率

在接觸森林環境頻率上一共分為六個等級：幾乎不去、每年一次、半年一次、兩個月一次、每月一次、每周一次。受試者中幾乎不去者有 6 人 (13.6%)；每年一次者有 7 人 (15.9%)；半年一次者共 13 人 (29.5%)；兩個月一次者有 8 人 (18.2%)；每月一次有 9 人 (20.5%)；每周一次者僅 1 人 (2.3%)。

五、自然連結程度 (自然關聯性)

自然連結經驗子量表的信度分析 Cronbach's α 為 0.75，整體分數為 3.63 ± 0.93 ；自然連結我子量表的信度分析 Cronbach's α 為 0.65，整體分數為 3.89 ± 0.59 。總量表的信度分析 Cronbach's α 為 0.82，整體分數為 3.78 ± 0.70 。



第二節、研究假說驗證

一、研究假說一：H1 受試者對於生物多樣性較高的聲音有較好的生理回饋

H1a 生物多樣性較高的聲音能顯著降低心率，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

心率 (HR) 方面 (單位: bpm), 在無生物聲音組別 (C) 中, 基準值平均 76.25, 標準差 8.65; 前測平均為 75.31, 標準差 8.74; 後測平均值為 74.41, 標準差 8.11。ANOVA p 值為 0.045, 再以 LSD 事後檢定, 後測顯著低於基準值, 但前後測間的差異並不顯著。在低生物多樣性聲音組別 (B1) 中, 基準值平均 77.30, 標準差 9.38; 前測平均值為 77.82, 標準差 7.71; 後測心率平均 77.23, 標準差 8.16。ANOVA p 值為 0.772, 無顯著差異。高生物多樣性聲音組別 (B2) 中, 基準值平均為 76.27, 標準差 8.79; 前測心率平均為 76.61, 標準差 8.19; 後測平均為 76.25, 標準差 7.95。ANOVA p 值為 0.885, 無顯著差異。

再就三組的心率前後測差值比較, C 組平均為 -0.91, 標準差 4.26; B1 組平均為 -0.59, 標準差 5.52; B2 組平均為 -0.36, 標準差 5.30。ANOVA 的 p 值為 0.879, 無顯著差異。

另外再依據每分鐘的數據結果進行組間比較, 第 1 分鐘時的 C 組平均為 75.65, 標準差 7.50; B1 組平均為 77.05, 標準差 8.96; B2 組平均為 76.54, 標準差 8.07。

第 2 分鐘時的 C 組平均為 76.05, 標準差 8.06; B1 組平均為 77.57, 標準差 9.82; B2 組平均為 77.22, 標準差 8.62。

第 3 分鐘時的 C 組平均為 76.16, 標準差 8.12; B1 組平均為 77.35, 標準差 9.56; B2 組平均為 77.3, 標準差 8.27。

第 4 分鐘時的 C 組平均為 75.81, 標準差 8.88; B1 組平均為 76.84, 標準差 8.96; B2 組平均為 76.57, 標準差 8.50。

進行 ANOVA 檢定的結果, 每分鐘各組間的的心率數值並未達顯著差異 (p-value 分別為 0.757、0.745、0.801、0.873)。

在心率方面, 三組的前後測差異並不顯著, 組間差值的差異也並不顯著, 因此此假設不成立。

H1b 生物多樣性較高的聲音能顯著降低收縮壓，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

收縮壓(SBP)的部分(單位:mmHg),在對照組(C)中,基準值平均為 106.68,標準差為 12.24;前測平均為 104.50,標準差為 10.90;後測平均為 101.86,標準差為 11.81。ANOVA p 值為 0.000,但 LSD 事後檢定結果,前後測間並無顯著差異,只有基準值顯著高於後測。在低生物量的聲音(B1)中,基準值平均為 105.23,標準差為 11.47;前測平均為 105.50,標準差為 12.29;後測平均為 100.30,標準差為 9.83。ANOVA p 值為 0.000,但由 LSD 事後檢定結果來看,後測顯著低於基準值,但前後測間並無顯著差異。生物程度高的聲音組別(B2)中,基準值平均為 105.80,標準差為 12.30;前測平均為 103.93,標準差為 11.12;後測平均為 101.23,標準差為 11.03。ANOVA p 值為 0.025,但根據 LSD 事後檢定結果,後測顯著低於基準值,前後測間卻無顯著差異。

三組前後測差值進行 ANOVA 檢定。C 組平均為-2.64,標準差 6.89;B1 組平均-5.20,標準差 7.87;B2 組平均-2.70,標準差 9.66。p 值為 0.252,組間無顯著差異。

收縮壓方面,每一組的前後測無顯著差異,在前後測差值上也並無顯著的組間差異,所以假設 H1b 並不成立。

H1c 生物多樣性較高的聲音能顯著降低舒張壓,且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

舒張壓(DBP)方面(單位:mmHg),組別 C 中,基準值平均為 63.41,標準差 8.04;前測平均為 62.82,標準差 8.13;後測平均為 61.68,標準差 8.61。ANOVA 之 p 值為 0.094,無顯著差異。在 B1 組中,基準值平均為 64.02,標準差 7.43;前測平均值為 65.20,標準差 9.09;後測平均值為 61.27,標準差 7.19。ANOVA 結果中 p 值為 0.006,以 LSD 進行事後檢定,前測顯著高於後測值。在組別 B2 中,基準值平均為 63.59,標準差 10.12;前測平均值為 63.59,標準差為 7.10;後測平均值為 63.27,標準差 11.23。ANOVA 的 p 值為 0.962,無顯著差異。

三組前後測差值分別為,C 組平均-1.14,標準差 4.11;B1 組平均-3.93,標準差 8.11;B2 組平均為-0.32,標準差±0.08。進行 ANOVA 分析檢定,p 值為 0.080,未達顯著水準。

只有在低生物多樣性的聲音中,舒張壓的前後測具有顯著差異,另外在各組間的前後測差值上並無顯著差異,故 H1c 假設並不成立。



H1d 生物多樣性較高的聲音能顯著降低唾液澱粉酶活性，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

在唾液澱粉酶活性(SAA)(單位:kIU/L)測試中，C組的基準值平均為17.37，標準差8.16；前測平均為24.34，標準差16.49；後測平均值為18.54，標準差15.04。ANOVA的p值為0.004，具顯著差異。再以LSD進行事後檢定，前測數據顯著高於後測與基準值。B1組的基準值平均16.88，標準差10.26；前測平均19.32，標準差11.95；後測平均為20.24，標準差10.28。ANOVA之p值為0.097，前後測間無顯著差異。B2組中，基準值平均16.32，標準差11.02；前測平均19.32，標準差12.73；後測平均為19.37，標準差10.04。ANOVA的分析結果中p值為0.075，前後測並無顯著差異。

以三組前後差值進行ANOVA分析，C組的平均為-5.80，標準差14.27；B1組平均為0.93，標準差9.70；B2組平均為0.05，標準差10.78。p值為0.021，以LSD方法進行事後檢定，C組顯著低於B1、B2兩組。

生物多樣性比較高的聲音與生物多樣性低的聲音在唾液澱粉酶活性指標上具顯著差異，但只有無生物聲音組別能顯著降低唾液澱粉酶活性。因此此假設並不成立。

假說一的生理結果整理於表7、表8及表9。在整體的生理結果上，可以看出低生物多樣性組別的受試者在聽完聲音後，舒張壓具有顯著降低，但是此結果並未反映在組間的差異上。唯有唾液澱粉酶此一指標在組間具有顯著差異。但是實驗結果與原先的假設相反，無生物聲音的組別反而更能降低受試者的唾液澱粉酶活性。因此假說一不成立。

二、研究假說二：H2 受試者對於生物多樣性較高的聲音有較好的情緒回饋

本次研究的盤斯心理量表經信度分析後，各構面之Cronbach's Alpha分別為：「困惑」0.85、「沮喪」0.92、「活力」0.92、「疲勞」0.89、「緊張」0.89、「憤怒」0.93，因此本次的量表結果具內部一致性。

H2a 生物多樣性較高的聲音能顯著降低困惑心情評價構面，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

C 組的基準值平均為 1.68，標準差 0.80；前測平均為 1.73，標準差 0.88；後測平均為 1.41，標準差 0.56。ANOVA 分析的 p 值為 0.014，以 LSD 進行事後檢定，後測顯著低於基準值與前測。組 B1 中，基準值平均為 1.60，標準差 0.58；前測平均 1.54，標準差為 0.61；後測平均 1.35，標準差 0.50。ANOVA 分析之 p 值為 0.017，與 C 組一樣後測值顯著低於基準值與前測值。組別 B2 的基準值平均為 1.74，標準差 0.70；前測平均值為 1.68，標準差 0.70；後測平均值 1.40，標準差 0.54。ANOVA 分析的結果，p 值為 0.006，相同的，後測顯著低於基準值和前測。

將後測數值與前測數值相減，並比較 C、B1、B2 三組之間的差異。困惑構面的前後測差值 (Δ 困惑)，在 C 組平均為-0.32，標準差 0.50；B1 組平均-0.18，標準差 0.42；B2 組為-0.28，標準差 0.37。ANOVA 檢定之 p 值為 0.290。

不論在 C、B1 或 B2 組中，困惑構面在後測皆顯著低於前測值，但三組在前後測差異上，並無顯著差異，因此假設 H2a 為部分成立。

H2b 生物多樣性較高的聲音能顯著降低沮喪心情評價構面，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

C 組中，基準值平均為 1.34，標準差為 0.58；前測平均值為 1.36，標準差為 0.52；後測平均 1.19，標準差 0.39。ANOVA 檢定的 p 值為 0.055，無顯著差異。B1 組中，基準值平均 1.20，標準差 0.38；前測平均 1.26，標準差 0.41；後測平均為 1.16，標準差 0.33。以 ANOVA 檢定結果 p 值為 0.050，就 LSD 事後檢定，後測顯著低於前測數據。B2 組裡，基準值平均 1.33，標準差 0.52；前測平均 1.35，標準差 0.51；後測平均 1.22，標準差 0.40。經 ANOVA 檢定後 p 值為 0.206，基準值、前後測間皆無顯著差異。

沮喪構面的前後測差值 (Δ 沮喪)，在 C 組平均為-0.17，標準差 0.29；B1 組平均為-0.11，標準差 0.24；B2 組的平均為-0.12，標準差 0.26。ANOVA 的 p 值等於 0.545。

沮喪構面中的低生物多樣性組別在後測與前測之間具顯著差異，後測顯著低於前測數值，但在三組的前後測差異值中，並未得到顯著性差異的結果。所以假設 H2b 並不成立。



H2c 生物多樣性較高的聲音能顯著提升活力心情評價構面，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

組別 C 的基準值平均 2.75，標準差 0.81；前測平均 2.47，標準差 0.94；後測平均 2.67，標準差 0.94。以 ANOVA 分析後得 p 值 0.130，可知基準值、前後測間皆無顯著差異。B1 組的基準平均為 2.53，標準差 0.90；前測平均 2.43，標準差 0.96；後測平均 2.66，標準差 0.97。ANOVA 檢定結果的 p 值為 0.110，數值間無顯著差異。B2 組別中，基準值平均 2.51，標準差為 0.79；前測平均 2.31，標準差 0.87；後測平均 2.70，標準差 0.92。ANOVA 檢定後，p 值為 0.014，後測數據顯著高於前測數據。

前後測差值中， Δ 活力在 C 組平均為 0.20，標準差為 0.55；B1 組平均為 0.23，標準差為 0.46；B2 組平均 0.39，標準差為 0.53。ANOVA 的 p 值為 0.194。

在活力構面上，高生物多樣性的聲音能顯著提升活力情緒，但前後測的差異上，三組差異並不顯著。因此此假設只有部分成立。

H2d 生物多樣性較高的聲音能顯著降低疲勞心情評價構面，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

C 組中，基準值平均 1.77，標準差 0.88；前測平均 1.85，標準差 0.83；後測平均 1.61，標準差 0.74。用 ANOVA 分析後得 p 值 0.115，無顯著差異。組別 B1 的基準值平均 1.88，標準差 0.76；前測基準值 1.77，標準差 0.64；後測平均 1.57，標準差 0.59。以 ANOVA 進行檢定，其 p 值為 0.013，後測值顯著小於基準值及前測值。B2 組的基準值平均為 1.90，標準差 0.72；前測平均 1.95，標準差 0.73；後測平均 1.71，標準差 0.71。ANOVA 之 p 值為 0.094，前後測數據無顯著差異。

以前後測差異進行比較， Δ 疲勞在 C 組平均為-0.25，標準差 0.52；B1 組為-0.20，標準差 0.43；B2 組為-0.25，標準差 0.44。經 ANOVA 檢定得的 p 值為 0.869。

唯有在低生物多樣性的聲音中，疲勞情緒構面有顯著下降，另外在三組前後測差值上，三組未有顯著差異，因此假設並不成立。

H2e 生物多樣性較高的聲音能顯著降低緊張心情評價構面，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異



在 POMS 的緊張構面中，C 組的基準值平均為 1.65，標準差為 0.81；前測平均為 1.84，標準差為 0.87；後測平均 1.34，標準差 0.54。ANOVA 檢定之 p 值等於 0.003，LSD 事後檢定結果，後測值顯著低於前測及基準值。在 B1 組中，基準值平均 1.59，標準差 0.63；前測平均 1.66，標準差 0.67；後測平均 1.25，標準差 0.45。以 ANOVA 進行檢定，p 值為 0.000，後測顯著低於前測和基準值。B2 組的基準值平均為 1.73，標準差 0.74；前測平均 1.66，標準差 0.68；後測平均 1.34，標準差 0.53。ANOVA 檢定之 p 值為 0.003，後測顯著低於基準值與前測值。

在前後測差異值上， Δ 緊張在組別 C 的平均值為-0.50，標準差 0.61；組別 B1 的平均為-0.41，標準差為 0.49；組別 B2 平均為-0.33，標準差 0.47。ANOVA 的 p 值為 0.328。

在三組（C、B1、B2）裡，緊張構面在後測中皆顯著下降，但是三組差值的差異並未達顯著，所以假設 H2e 只有部分成立。

H2f 生物多樣性較高的聲音能顯著降低憤怒心情評價構面，且結果與生物多樣性較低的聲音具有顯著差異

在 C 組中，基準值平均為 1.22，標準差為 0.41；前測平均 1.31，標準差 0.54；後測平均為 1.14，標準差 0.32。ANOVA 檢定的 p 值為 0.026，經 LSD 事後檢定，可知後測顯著低於前測值。B1 組別裡的基準值平均為 1.17，標準差 0.37；前測平均為 1.22，標準差 0.52；後測平均 1.11，標準差 0.26。ANOVA 檢定的 p 值為 0.182，所以前後測與基準值之間皆無顯著差異。組別 B2 中，基準值平均為 1.21，標準差 0.37；前測平均 1.24，標準差 0.44；後測平均為 1.14，標準差為 0.31。經 ANOVA 檢定後得 p 值為 0.209，各時間點測量出的數據無顯著差異。

再看到憤怒構面的前後測差異， Δ 憤怒在 C 組中平均值為-0.18，標準差為 0.34；B1 組平均為-0.11，標準差 0.44；B2 組的平均值為-0.10，標準差等於 0.31。ANOVA 檢定所得 p 值為 0.586。

在無生物聲音的組別中，憤怒的情緒在後測是顯著低於前測，而三組差值的比較下，三組之前並無顯著差異，因此假設 H2f 不成立。

以上結果整理於表 10 及表 11，整體來說，各構面的前後測差值在組間上皆未達到顯著差異，各組並沒有顯著的差異，因此假說二不成立。但是依個別項來看，聲音中的生物多樣性高低在各構面上皆有不同的影響程度。



三、研究假說三：H3 受試者對於生物多樣性較高的聲音有較好的注意力恢復效益

本次量表結果經信度分析後，量表之 Cronbach's Alpha 值為 0.92。各構面之 Cronbach's Alpha 值分別為：「魅力」0.83、「遠離」0.79、「相容」0.79、「延展」0.88。在檢定結果上，無論在各構面或整體上皆具有足夠的內部一致性。

H3a 生物多樣性較高的聲音比生物多樣性較低的聲音具有更顯著的魅力的特徵

在魅力構面中，C 組平均為 3.49，標準差 0.77；B1 組平均為 3.82，標準差 0.77；B2 組平均為 3.70，標準差 0.85。ANOVA 檢定結果下 p 值=0.139，並無顯著差異。假說 H3a 不成立。

H3b 生物多樣性較高的聲音比生物多樣性較低的聲音具有更顯著的遠離性的特徵

遠離性構面中，C 組平均為 3.56，標準差 0.75；B1 組平均為 3.53，標準差 0.61；B2 組平均為 3.60，標準差 0.72。以 ANOVA 進行檢定，p 值結果為 0.899，無顯著差異。假說 H3b 不成立。

H3c 生物多樣性較高的聲音比生物多樣性較低的聲音具有更顯著的相容性的特徵

相容性構面中，C 組平均為 3.82，標準差 0.66；B1 組平均為 3.98，標準差 0.54；B2 組平均為 3.92，標準差 0.62。ANOVA 檢定結果下 p 值=0.485，未有顯著差異。假說 H3c 不成立。

H3d 生物多樣性較高的聲音比生物多樣性較低的聲音具有更顯著的延展性的特徵

在延展性構面中，C 組平均為 3.95，標準差為 0.66；B1 組平均為 4.18，標準差 0.66；B2 組平均為 4.13，標準差 0.61。ANOVA 檢定之 p 值=0.233，各組之無顯著差異。假說 H3d 不成立。

因此可從表 12 中得知在四個構面中（魅力性、遠離性、相容性、延展性），各組間的差異並不顯著，H3a、H3b、H3c、H3d 四個假說皆不成立，而假說三、受試者對於生物多樣性較高的聲音有較好的注意力恢復效益一樣不成立，聲音中生物多樣性高低對於注意力恢復效益並無顯著影響。

四、研究假說四：H4 受試者對不同生物多樣性聲音的注意力恢復效益與個人的自然關聯性相關

H4a 受試者對不同生物多樣性聲音的注意力恢復效益與自然連結我構面具顯著相關性

從表 13 的 Person 相關性分析結果可得知隨著鳥音多樣性的增加，自然連結我構面與遠離性構面間的正相關性也隨之增加（C 組： $r=0.175$ ， $p>0.05$ ；B1 組： $r=0.363$ ， $p<0.05$ ；B2 組： $r=0.406$ ， $p<0.01$ ）。其餘在魅力性、相容性以及延展性的結果上並未有顯著相關。因此假說 H4a 部分成立。

H4b 受試者對不同生物多樣性聲音的注意力恢復效益與自然連結經驗構面具顯著相關性

一樣從表 13 的 Person 相關性分析結果中，可知鳥音多樣性的增加之下，自然連結構面與遠離性構面之間的正相關性越高（C 組： $r=0.174$ ， $p>0.05$ ；B1 組： $r=0.344$ ， $p<0.05$ ；B2 組： $r=0.427$ ， $p<0.01$ ）。另外在魅力性、相容性以及延展性構面上依舊並未呈現顯著相關。因此假說 H4b 也是部分成立。

將兩子量表之總平均進行 Person 相關性分析，結果於表 13 中可知與 H4a 及 H4b 之結果雷同。在遠離性構面與自然關聯性間呈現正相關，並且隨著鳥音多樣性的增加，彼此間的正相關性越加明顯（C 組： $r=0.191$ ， $p>0.05$ ；B1 組： $r=0.384$ ， $p<0.05$ ；B2 組： $r=0.456$ ， $p<0.01$ ），而在魅力性、相容性、延展性三個構面上則未產生此結果，因此假說四部分成立。



第五章、討論

實驗結果顯示，生物多樣性程度較高的聲音並未顯著降低受試者的生理反應。其中在唾液澱粉酶指標上，無生物聲音的組別反而更能有效降低受試者的壓力狀況。在情緒及注意力恢復上，聲音中生物多樣性的高低也並未在心理效益上具有顯著差異。針對各項指標的結果，下面將進一步討論。

一、鳥音多樣性在生理上的效益

生物多樣性的高低並未造成血壓與心率上明顯的差異，根據 Jo et al. (2019) 的研究，以森林溪流聲及都市交通噪音作為刺激來源，兩者在心率、POMS 結果上皆有顯著不同，溪流聲相較交通噪音能帶給生心理較優的效益。由於此次研究所使用的無生物聲音來自原本鳥音中的背景聲音，為台灣中海拔山區的自然聲響，無法確切辨別背景聲音的種類，可能為風聲、落葉聲或是溪流聲，但多數受試者認為是溪流聲，所以推測在三組背景聲音皆具有類似溪流聲感受下，可能縮小了鳥聲有無對於結果上的差異。另外在過去的研究中，生物豐富度較高的視覺環境能降低觀賞者的心率、收縮壓與舒張壓(Cracknell, 2013)，但根據本次針對聽覺環境上的研究結果，聽覺上生物多樣性所帶來生理效益並未能證實與視覺研究具有同等的生理效益。在唾液澱粉酶指標上，兩個具生物聲音的組別也未比無生物聲音組別帶來更好的生理效益。此結果與 Alvarsson et al. (2010) 的研究並不相符，該研究中，在有噴泉與鳥鳴聲之下，皮膚電導水準恢復效果比噪音與無聲環境更快。因此本研究的结果中未能證明聲音中生物多樣性越高可以帶來越高的生理效益，但是在不同的生理儀器上，或許可以觀察到更細微的生理變化。

二、鳥音多樣性在心理上的效益

在盤斯心情量表的分析方面，無生物聲音組中，結果顯示可以顯著降低憤怒的情緒；在低生物多樣性的聲音下，沮喪、疲勞兩構面有顯著降低；高生物多樣性的聲音可以有效提升活力情緒構面。最後不論在哪一組，困惑及緊張兩構面都呈現顯著下降。但是三組聲音間的效益未有顯著差異。過去有研究表示具鳥聲、樹葉聲的聲音片段比起無聲、機械聲或是語音可以顯著提升愉悅的情緒(Benfield, Taff, Newman, & Smyth, 2014)，但相反的，也有研究顯示聆聽鳥鳴聲、雨聲以及寂靜中

的三種聲音環境後，受試者的情緒並未出現顯著差異(Newbold, Luton, Cox, & Gould, 2017)。根據表 6 受試者對於本次研究中聆聽體驗的喜好評價，受試者對於實驗聲音抱持的正面態度達九成以上 (90.9~93.2%)。由於聽者的感受會根據個人的文化背景、生活環境等產生影響，過往的生活經驗對聲音的認知形成特定的印象或聯想，進而引發情緒反應(Ratcliffe et al., 2013; 陳學志、卓淑玲, 2018)，因此對聲音的偏好反映在量測結果上，也可能導致各組差異不大的原因之一。

此外，結果發現生物多樣性程度不同的三組聲音分別帶來不一樣的情緒效益，因此推測即使生物多樣性程度有差異，自然聲音仍然在情緒上具有正面影響，符合過去對自然聲音的相關研究結果(Jo et al., 2019; 陳怡婷、林晏州, 2007; 蕭任峰、方智芳, 2013)，但是組間的差異又或者綜合性的生心理效益，是未來研究可以繼續進一步探討的方向。

關於知覺恢復性聲景量表的結果，三組的注意力恢復效益在四個構面下皆未有顯著差異，此結果與過去一些研究並不相符。過去研究認為生物程度越高的環境能夠提供較好的注意力恢復效益。例如在 Zhang、Kang 和 Kang (2017)的研究中，於不受交通噪音干擾、生物性較高的環境下散步與靜坐後，受試者的注意力表現顯著優於其他環境中生物聲音較少的組別。而 Abbott (2015)的研究中也顯示受試者聆聽鳥聲、風聲所組成的自然聲音後，在認知任務上的表現比起聆聽無聲片段更好。但是依據本次的研究結果，生物多樣性的高低對受試者在恢復性特徵上的感受並沒有顯著差異。推論原因可能與本次研究中控制組的設計有關，自然環境的背景聲對受試者仍然具有恢復效益，因此各組之間的差異不大，建議之後在實驗設計上可以使用差異性較大的實驗組別進行實驗。

三、鳥音多樣性與自然關聯性間的關係

在自然連結性量表與 PRSS 的遠離性構面的相關性分析結果中，在有鳥聲的組別裡 (B1、B2)，隨著與自然的連結程度越高，遠離性的分數也越高。再分別細看自然連結我、自然連結經驗兩個子量表與遠離性構面的相關性，也可以得到相同的結果。在 Ratcliffe, E. et al.(2013)的研究結果中指出，雖然相較水聲、非禽類的聲音以及其他自然環境聲音，鳥類聲音是最常被受試者記得的聲音種類，但個人與自然的連結程度也影響著恢復效益，對於自然連結程度越高者，鳥聲可以使他們感受到與自然連結更加的緊密；相對的，對於和自然連結程度不高甚至排斥與自然接觸者，



鳥鳴聲能提供的效益較為有限。也有部分研究表明受試者通常對環境中植物多樣性的感知較好，但對於鳥類、昆蟲等其他生物無法明顯感知它們在環境中生物多樣性的變化(Fuller et al., 2007; Shwartz, Turb , Simon, & Julliard, 2014)。另一份研究中也表示一般民眾通常對於環境中的生物多樣性識別能力較弱(Dallimer et al., 2012)，因此推測由於自然連結程度較高的人對於自然環境的生物聲音比較敏感，提高生物聲音的豐富度能增強他們對於自然環境的連結，易於觸發情境聯想、抽離現實環境，所以在遠離性的感受上也跟著提升。相較之下，自然連結程度較低的人，可能對於生物聲音與環境的連結比較不敏銳，所以遠離性上的感受較薄弱。另外此次研究並未深入了解受試者對於鳥類聲音的專業與熟悉程度，從感知能力的面向解釋，專業度的提升應該可以提高感知能力，帶來更顯著的放鬆效益。但是另一方面卻也有研究指出專業能力與工作壓力感知之間具正向關係(Eita & Alhalawany, 2021)，表示對於鳥音的專業能力越高也可能導致注意力使用增加、放鬆程度下降。因此鳥音多樣性與專業度間的關聯，以及產生的生心理效益有待未來進一步研究。

四、鳥音多樣性對生心理的整體效益與過去文獻之比較

比較本次研究結果與過去研究上的差異後，並不符合過去部分對於生物多樣性提升生心理效益的研究結果。在陳怡婷與林晏州(2007)的研究中指出影片中混合多種類型的聲音可以提高正向情緒。Annerstedt et al. (2013)使用虛擬實境影片搭配鳥聲及水流聲、無聲的虛擬實境影片、無聲無影片的控制組進行比較，有鳥聲及水流聲的虛擬實境影片可以具有更好的生理恢復效益。Fuller et al. (2007)的研究中一樣顯示受試者對於生物豐富度較高的環境有較好的心理效益。因此本次研究中只有以聲音作為唯一的刺激來源，在單一感官刺激來源下，可能無法有效喚起生理或心理上的反應差異。在 Ferraro et al. (2020) 的研究中，在森林步道中播放鳥聲，確實能提高遊客的心理幸福感，並表示人們對生物感知的增加會正向影響心理的恢復程度。由於自然環境中，並不會只有一種感官刺激來源，因此在缺乏其他感官刺激下，可能降低受試者對自然的感知，再加上前述的個人對聲音偏好，因此聽覺中生物多樣性的差異並不顯著。未來研究也可以朝各感官間單一或綜合性的效益進一步的探討，人在不同或多重感官刺激下，生物多樣性的差異所帶來的影響是否會更加明顯或是具有不同的生心理效益。



另一方面，本研究在結果上雖然不符合原本對於生物多樣性越高能夠提升人體生心理效益的假設，但是也並未產生負面影響，聆聽自然聲音仍具有正面效益，符合壓力削減理論中自然環境對生心理的正向影響，提升正向情緒並降低負面情緒，並且有減輕生理壓力效果(Lee et al., 2011; Lee et al., 2014; Park et al., 2009; Ulrich, 1981)。另外即使本研究未能證實生物多樣性在聲音上對生心理效益存在差異，但並不能排除在真實自然環境底下，生物多樣性程度不同的聲音對生心理上的影響。在 Ferraro et al. (2020) 森林步道的研究中，在實體的環境下提升聲音中的生物多樣性可以提升遊客的心理效益，所以在實地研究上，不同生物多樣性的聲音仍有進一步研究的空間。

五、聲音性質與生心理效益的探討

研究中採用了不同種類的鳥類鳴唱聲，每一種鳥音有各自的音色、頻率與節奏。針對音樂與生心理的研究中，音樂的速度、音量以及使用的樂器，皆有可能造成不同的生理以及情緒反應。在音量項目中，就聲音強度數值未觀察到三組具有明顯差異。而過去研究中，發現人在聆聽特定類型的樂段時，可觀察到生理上的放鬆反應，並且在工作後聆聽音樂後，較快恢復放鬆的生理狀態(Kaempf & Amodei, 1989; Standley, 1986; Watkins, 1997; 何翊嘉, 2014; 康家華, 2020)。因此受試者的生心理反應可能也受到了鳴叫聲的旋律、種類影響，但本次研究受限於儀器設備並未能針對鳴唱聲中的多項不同性質、各個不同的鳥音加以分析。故鳥音的物理性質、音樂組成對於生心理上的影響仍有待釐清。



第六章、結論與建議

研究結果對於生物多樣性在聲音上對生心理產生的效益不如預期顯著，並且在唾液澱粉酶活性此指標上，無生物聲音反而更可以有效降低受試者生理上的壓力。因此在結果上，聲音中的生物聲音無法帶來很好的放鬆效果。但在另一方面也可能是此次的研究設計聚焦在單純的聽覺刺激，無其他感官刺激之下，高生物多樣性的聲音無法顯著增加受試者的自然感知，導致無明顯的生心理差異。另外，結果也發現個人對於自然經驗的連結強度與偏好程度，也是影響生心理恢復效益的可能因素之一。

另外，雖然聆聽聲音後，生物多樣性的高低對情緒影響沒有明顯的組間差異，但從盤斯心理量表中的結果中，三組聲音皆對情緒有正面效益。而在聆聽的感受評價上，受試者對於所聆聽到的自然聲音也多抱持著正面評價。因此結果仍符合壓力削減理論（SRT）的推論，證明自然環境中的聲音對於情緒上仍具有正面效益。

雖然在結果上未有顯著性的成果，但本研究仍處於初期研究階段。目前針對聲音在生物多樣性上對生心理方面的研究並不多，在聲音的物理性質、音樂組成，或是聲音取樣的物種和來源環境，所造成的影響都有值得探討的空間。在生理與心理效益的部分，也可以再藉由不同生心理指標或壓力源設計進一步探討。而本研究的結果可以提供未來研究者一個基礎方向。

森林療癒旨在藉由身體感官感受森林環境，並讓森林中的自然元素與自身產生連結，以減緩生心理上的壓力情況(Li, 2018)。研究也證實透過身體五感（視覺、嗅覺、聽覺、味覺、觸覺）接觸森林後所帶來的生心理益處(Ferraro et al., 2020; Jo et al., 2019; Mishima et al., 2004; Miyazaki, Motohashi, & Kobayashi, 1992; Sakuragawa, Kaneko, & Miyazaki, 2008; Tsunetsugu, Miyazaki, & Sato, 2005)。近年來，臺灣積極推廣森林療癒活動，規劃了太平山、東眼山、八仙山、奧萬大、阿里山、雙流、知本、富源共八處森林療癒示範場域作為促進國民健康的方針之一。而做為感官之一的聽覺，在森林療癒活動中的角色與效益仍有許多可繼續探討的方向。由此次的研究結果可得知鳥音的生物多樣性對於生心理不會造成負面影響，也符合多數人在聽覺感受上的喜好。

壓力造成的不良影響除了有生心理上的負擔，更可能引發各類急性、慢性疾病，例如心血管疾病、內分泌失調、胃潰瘍、便秘、過敏、頭痛、瀉吐、失眠等等。在

都市中忙於日常生活或工作的人們，若無法頻繁接近森林、參與自然體驗活動，在住家或工作場所播放自然聲音，可作為紓解壓力、提升正面情緒的一個替代方案。於日常活動中釋放累積的壓力，讓身體不會承受過大的負擔而變成嚴重的病症。



這次研究過程中，針對研究的執行層面也有許多可以改進的部分，根據此次的研究經驗提供以下建議。未來研究者若想進一步研究，可以此作為參考：

- 一、在此次的研究中，受限於時間與空間上的限制，雖然在環境條件上盡量控制一致，並且使用降噪耳機來減少外界環境的干擾，但無法完全排除外界突發性的聲響對於受試者的影響。若未來進行相關後續研究，建議可於固定且隔音良好的環境進行，降低環境上對受試者帶來的干擾。
- 二、此次研究中的音檔是由剪輯混合而成的模擬音檔，因此與現實環境上的聲音給人的影響可能有所不同，未來若要進行進一步研究，也可以考慮選擇以實地錄音的音檔進行測試。
- 三、建議未來在分組上可以考慮將控制組的背景聲音改為人工噪音，以拉大組別間的差異。此次研究中皆採取自然聲音作為實驗聲音，雖然可以模擬單純的自然環境中生物多樣性的多寡造成的生心理效益，並排除人為聲音所造成的生心理影響。但由於實驗環境與器材的條件有限，可能導致組間的細微差異性未能被比較出來，因此假使三組聲音性質差異較大的情況下，鳥音對人生心理的效益或許更顯易觀察。此外也可以選擇其他的生心理指標，或使用更精密的實驗器材檢測期間的變化差異。
- 四、本次研究參考了過去研究而使用 PASAT-C 作為實驗的壓力源，但結果上除了唾液澱粉酶項目外，其餘的實驗指標在施加壓力源前後皆未有顯著差異。壓力源的使用是為了凸顯受試者的恢復效果，或者模擬日常生活中的壓力狀況。但是由心率帶的數據顯示，受試者在測驗後的心率多在短時間內便恢復心跳的基準值。此次實驗的受試者年齡層介於 20 至 30 歲之間的青年人，身體自行修復的能力並不差，所以此壓力源的使用對象或許在此年齡階段上的效益

不大。往後研究可嘗試使用其他的壓力源、增強壓力階段的效果，或者改變受試者的年齡層進行實驗。

五、研究中並未根據受試者在鳥類辨別的專業度進行分類，但根據研究結果以及過去文獻，對於自然的感知能力可能影響受試者的心理感受。所以建議未來可在問卷中請受試者回答聲音中能辨別出的鳥類種數，確定受試者對於鳥音的熟悉度是否對心理甚至生理上造成影響。

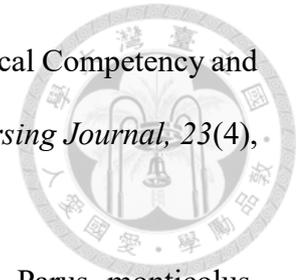
參考文獻

- 
- 何翊嘉 (2014)。聆聽古典音樂與工作記憶情境於大學生腦波反應之研究。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學音樂學系，臺北市。
- 余家斌、蔡明哲、楊智凱、吳采諭、陳群育 (2017)。森林浴生理效益初探-以唾液澱粉酶為生理指標。國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告，31 (4)，頁 229-242。
- 李曉昀、余家斌、陳奐存(2018)。森林浴之生心理效益評論。旅遊健康學刊，17(1)，頁 61-76。
- 汪亞翰 (2014)。探討森林遊憩動機、環境復癒知覺與心理健康效益之關係。未出版之碩士論文，國立中興大學森林學系所，臺中市
- 林家民(2017)。森林療癒對中高齡與高齡者健康效益之研究。未出版之碩士論文，國立臺灣大學森林環境暨資源學研究所，臺北市。
- 邱方歆 (2018)。以演化觀點探討物理環境對地方情感連結之影響。未出版之碩士論文，國立臺灣大學園藝暨景觀學系學位論文，臺北市。
- 洪紫宸、朱信 (2012)。簡介唾液壓力反應生物指標。中華民國航空醫學暨科學期刊，26 (1&2)，頁 27-34。
- 洪樣 (2013)。視覺聽覺雙重刺激下感知自然度對寧靜感之影響。未出版之碩士論文，國立臺灣大學園藝暨景觀學系，臺北市。
- 唐宜君 (2014)。個人自然連結對自然景觀知覺之影響。未出版之博士論文，國立臺灣大學園藝暨景觀學系，臺北市。
- 張春興 (1989)。張氏心理學辭典。臺北：東華書局。
- 張喬安(2017)。景觀環境生物多樣性對感知自然度、偏好與注意力恢復力之影響。未出版之碩士論文，國立臺灣大學園藝學研究所，臺北市。
- 張鏡鐘、盧俊宏 (2001)。盤斯心情量表 (POMS) 之修訂報告。大專體育學刊，3 (2)，頁 47-55。
- 許伯陽、張鏡鐘、盧俊宏 (2003)。盤斯心情量表之再修訂。大專體育學刊，5 (1)，頁 85-95。
- 陳怡婷、林晏州 (2007)。聲音對民眾環境情緒體驗之影響。臺灣園藝，53 (3)，頁 333-344。

- 
- 陳學志、卓淑玲 (2018)。動機與情緒。載於梁庚辰 (主編)，**心理學：身體心靈與文化的整合**。(351-391 頁)。臺北市：臺大出版中心。
- 麥愛堂 (2003)。生物多樣性世界與生態保育。**科學發展**，327，頁 47-53。
- 联合国 (1992)。生物多样性公约。
- 楊明恩、陳淑滿、蔣憶德 (2006)。世界輕艇水球錦標賽國手賽前訓練之訓練量與心情變化分析。**體育學報**，39 (4)，頁 75-84。
- 蔡佩勳 (2017)。探究關渡自然公園志工自然連結感與心理幸福感之關係。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學環境教育研究所，臺北市。
- 蔡宛穎 (2011)。聆聽的真實與想像：高雄市愛河之城市音景意象初探。未出版之碩士論文，國立雲林科技大學設計運算研究所碩士班，雲林縣。
- 蕭任峰、方智芳 (2013)。自然音景與交通噪音對聆聽者之生心理影響。「2013 綠色科技工程與應用研討會(GTEA)」發表之論文，臺中市。
- 蕭淳元 (2011)。以景觀生態觀點探討受測者景觀知覺感受研究。未出版之碩士論文，國立臺灣大學園藝學研究所，臺北市。
- 賴清松 (2009)。玉山音樂會：16 種畫眉鳥的錄音遊記。南投縣：玉山國家公園管理處。
- 戴大為 (2013)。復癒理論量表研擬及驗證之研究—以校園場域為例。未出版之碩士論文，逢甲大學景觀與遊憩碩士學位學程，臺中市。
- 藍采風 (2014)。壓力管理：提升生活的品質。臺北：幼獅文化。
- 羅祥宜 (2017)。虛擬實境之森林與都市環境對生心理影響之研究。未出版之碩士論文，國立臺灣大學森林環境暨資源學研究所，臺北市。
- Abbott, L. (2015). *The influence of natural sounds on attention restoration*. Pennsylvania State University.
- Alvarsson, J. J., Wiens, S., & Nilsson, M. E. (2010). Stress Recovery during Exposure to Nature Sound and Environmental Noise. *International Journal of Environment Research and Public Health*, 7(3), 1036-1046.
- Annerstedt, M., Jönsson, P., Wallergård, M., Johansson, G., Karlson, B., Grahn, P., . . . Währborg, P. (2013). Inducing physiological stress recovery with sounds of nature

- 
- in a virtual reality forest—Results from a pilot study. *Physiology & behavior*, 118, 240-250.
- Basile, J., & Bloch, M. J. (2015). Overview of hypertension in adults. *UpToDate*, Waltham, MA.
- Benfield, J. A., Taff, B. D., Newman, P., & Smyth, J. (2014). Natural sound facilitates mood recovery. *Ecopsychology*, 6(3), 183-188.
- Bernstein, A. S. (2014). Biological diversity and public health. *Annual Review of Public Health*, 35, 153-167.
- Berto, R. (2005). Exposure to restorative environments helps restore attentional capacity. *Journal of Environmental Psychology*, 25(3), 249-259.
- Boelman, N. T., Asner, G. P., Hart, P. J., & Martin, R. E. (2007). Multi-trophic invasion resistance in Hawaii: bioacoustics, field surveys, and airborne remote sensing. *Ecological Applications*, 17(8), 2137-2144.
- Celis-Murillo, A., Deppe, J. L., & Allen, M. F. (2009). Using soundscape recordings to estimate bird species abundance, richness, and composition. *Journal of Field ornithology*, 80(1), 64-78.
- Cracknell, D. (2013). The restorative potential of aquarium diversity. *International Association People-Environment Studies Bulletin*, 39, 18-21.
- Dallimer, M., Irvine, K. N., Skinner, A. M. J., Davies, Z. G., Rouquette, J. R., Maltby, L. L., . . . Gaston, K. J. (2012). Biodiversity and the feel-good factor: Understanding associations between self-reported human well-being and species richness. *BioScience*, 62(1), 47-55.
- Depraetere, M., Pavoine, S., Jiguet, F., Gasc, A., Duvail, S., & Sueur, J. (2012). Monitoring animal diversity using acoustic indices: implementation in a temperate woodland. *Ecological Indicators*, 13(1), 46-54.

Eita, L. H., & Alhalawany, R. M. (2021). The Relation between Clinical Competency and Perceived Psychiatric Nurses Job Stress. *Tanta Scientific Nursing Journal*, 23(4), 378-396.



Farrow, D. (Producer). (2008). XC42622 · Green-backed Tit · *Parus monticolus*. Retrieved from <https://www.xeno-canto.org/42622>

Felsten, G. (2009). Where to take a study break on the college campus: An attention restoration theory perspective. *Journal of Environmental Psychology*, 29(1), 160-167.

Ferraro, D. M., Miller, Z. D., Ferguson, L. A., Taff, B. D., Barber, J. R., Newman, P., & Francis, C. D. (2020). The phantom chorus: birdsong boosts human well-being in protected areas. *Proceedings of the Royal Society B*, 287(1941), 20201811.

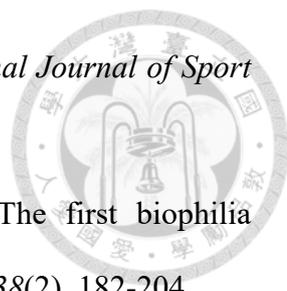
Ferreira, L., Oliveira, E., Lopes, L., Brito, M., & Baumgarten, J. (2018). What do insects, anurans, birds, and mammals have to say about soundscape indices in a tropical savanna. *Journal of Ecoacoustics*, 2, 1-17.

Fuller, R. A., Irvine, K. N., Devine-Wright, P., Warren, P. H., & Gaston, K. J. (2007). Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. *Biology Letters*, 3(4), 390-394.

Gratz, K. L., Tull, M. T., Matusiewicz, A. M., Breetz, A. A., & Lejuez, C. W. (2013). Multimodal Examination of Emotion Regulation Difficulties as a Function of Co-Occurring Avoidant Personality Disorder Among Women With Borderline Personality Disorder. *Personality Disorders: Theory, Research, and Treatment*, 4(4), 304-314.

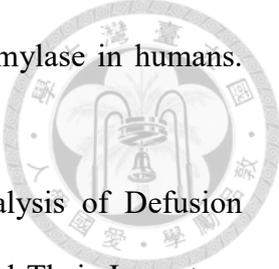
Gronwall, D., & Sampson, H. (1974). *The psychological effects of concussion*. . Auckland: Oxford University Press.

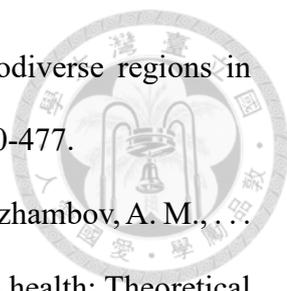
Grove, J. R., & Prapavessis, H. (1992). Preliminary evidence for the reliability and

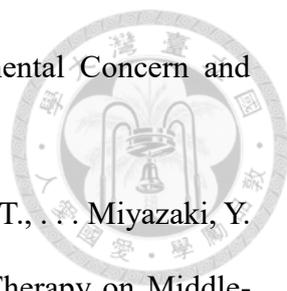
- 
- validity of an abbreviated profile of mood states. *International Journal of Sport Psychology*.
- Gunderson, R. (2014). Erich Fromm's ecological messianism: The first biophilia hypothesis as humanistic social theory. *Humanity & Society*, 38(2), 182-204.
- Haahtela, T., Holgate, S., Pawankar, R., Akdis, C. A., Benjaponpitak, S., Caraballo, L., . . . von Hertzen, L. (2013). The biodiversity hypothesis and allergic disease: world allergy organization position statement. *World Allergy Organization Journal*, 6(1), 1-18.
- Hanski, I., von Hertzen, L., Fyhrquist, N., Koskinen, K., Torppa, K., Laatikainen, T., . . . Haahtela, T. (2012). Environmental biodiversity, human microbiota, and allergy are interrelated. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(21), 8334-8339.
- Hartig, T., Evans, G. W., Jamner, L. D., Davis, D. S., & Gärling, T. (2003). Tracking restoration in natural and urban field settings. *Journal of Environmental Psychology*, 23(2), 209-123.
- Hartig, T., Korpela, K., Evans, G. W., & Gärling, T. (1997). A measure of restorative quality in environments. *Scandinavian Housing and Planning Research*, 14(4), 175-194.
- Hartig, T., Mang, M., & Evans, G. W. (1991). Restorative effects of natural environment experiences. *Environment and Behavior*, 23(1), 3-26.
- Hirabayashi, S., & Nowak, D. J. (2016). Comprehensive national database of tree effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*, 215, 48-57.
- Holdwick Jr, D. J., & Wingenfeld, S. A. (1999). The Subjective Experience of PASAT Testing: Does the PASAT Induce Negative Mood? *Archives of Clinical*



- Neuropsychology*, 14(3), 273-284.
- Holmes, J. (Producer). (2015). XC234371 · White-eared Sibia · *Heterophasia auricularis*. Retrieved from www.xeno-canto.org/234371
- Hough, R. L. (2014). Biodiversity and human health: evidence for causality? *Biodiversity and Conservation*, 23(2), 267–288.
- Hung, K. C. (Producer). (2018). XC428945 · Grey-cheeked Fulvetta · *Alcippe morrisonia*. Retrieved from <https://www.xeno-canto.org/428945>
- Jo, H., Song, C., Ikei, H., Enomoto, S., Kobayashi, H., & Miyazaki, Y. (2019). Physiological and psychological effects of forest and urban sounds using high-resolution sound sources. *International journal of environmental research and public health*, 16(15), 2649.
- K., G. (Producer). (2017). XC455139 · Yellow Tit · *Machlolophus holsti*. Retrieved from <https://www.xeno-canto.org/455139>
- Kaempf, G., & Amodei, M. E. (1989). The effect of music on anxiety: A research study. *AORN journal*, 50(1), 112-118.
- Kaplan, R. (2001). The nature of the view from home: Psychological benefits. *Environment and Behavior*, 33(4), 507-542.
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*.
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), 169-182.
- Keesing, F., Belden, L. K., Daszak, P., Dobson, A., Harvell, C. D., Holt, R. D., . . . Ostfeld, R. S. (2010). Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature*, 468(7324), 647–652.
- Ko, C. J. (Producer). (2009). XC206981 · Steere's Liocichla · *Liocichla steerii*. Retrieved from <https://www.xeno-canto.org/206981>

- 
- Koibuchi, E., & Suzuki, Y. (2014). Exercise upregulates salivary amylase in humans. *Experimental and therapeutic medicine*, 7(4), 773-777.
- López-López, J. C., & Luciano, C. (2017). An Experimental Analysis of Defusion Interactions Based on Deictic and Hierarchical Framings and Their Impact on Cognitive Performance. *The Psychological Record*, 67(4), 485–497.
- Laumann, K., Gärling, T., & Stormark, K. M. (2001). Rating scale measures of restorative components of environments. *Journal of Environmental Psychology*, 21(1), 31-44.
- Lavender, J. M., Tull, M. T., DiLillo, D., Messman-Moore, T., & Gratz, K. L. (2017). Development and Validation of a State-Based Measure of Emotion Dysregulation: The State Difficulties in Emotion Regulation Scale (S-DERS). *Assessment*, 24(2), 197-209.
- Lee, J., Park, B. J., Tsunetsugu, Y., Ohira, T., Kagawa, T., & Miyazaki, Y. (2011). Effect of forest bathing on physiological and psychological responses in young Japanese male subjects. *Public health*, 125(2), 93-100.
- Lee, J., Tsunetsugu, Y., Takayama, N., Park, B. J., Li, Q., Song, C., . . . Miyazaki, Y. (2014). Influence of forest therapy on cardiovascular relaxation in young adults. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014.
- Lejuez, C. W., Kahler, C. W., & Brown, R. A. (2003). A modified computer version of the Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT) as a laboratory-based stressor. *The Behavior Therapist*, 26(4), 290-293.
- Li, Q. (2018). *Shinrin-Yoku: The art and science of forest bathing*: Penguin UK.
- Machado, R. B., Aguiar, L., & Jones, G. (2017). Do acoustic indices reflect the characteristics of bird communities in the savannas of Central Brazil? *Landscape and Urban Planning*, 162, 36-43.
- Mammides, C., Goodale, E., Dayananda, S. K., Kang, L., & Chen, J. (2017). Do acoustic

- 
- indices correlate with bird diversity? Insights from two biodiverse regions in Yunnan Province, south China. *Ecological Indicators*, 82, 470-477.
- Markevych, I., Schoierer, J., Hartig, T., Chudnovsky, A., Hystad, P., Dzhambov, A. M., . . . Fuertes, E. (2017). Exploring pathways linking greenspace to health: Theoretical and methodological guidance. *Environmental Research*, 158, 301-317.
- McNair, D. M., Lorr, M., & Droppleman, L. F. (1971). Manual for the profile of mood states (POMS). *San Diego: Educational and Industrial Testing Service*.
- Mishima, R., Kudo, T., Tsunetsugu, Y., Miyazaki, Y., Yamamura, C., & Yamada, Y. (2004). Effects of sounds generated by a dental turbine and a stream on regional cerebral blood flow and cardiovascular responses. *Odontology*, 92(1), 54-60.
- Miyazaki, Y., & Motohashi, Y. (1995). Forest environment and physical response. . In Y. Agishi & Y. Ohtsuka (Eds.), *Recent progress in medical balneology and climatology* (pp. 67-77). Hokkaido Hokkaido University.
- Miyazaki, Y., Motohashi, Y., & Kobayashi, S. (1992). Changes in mood by inhalation of essential oils in humans II. Effect of essential oils on blood pressure, heart rate, R-R intervals, performance, sensory evaluation and POMS *Mokuzai Gakkaishi*, 38(10), 909-913.
- Moreno-Gómez, F. N., Bartheld, J., Silva-Escobar, A. A., Briones, R., Márquez, R., & Penna, M. (2019). Evaluating acoustic indices in the Valdivian rainforest, a biodiversity hotspot in South America. *Ecological Indicators*, 103, 1-8.
- Newbold, J. W., Luton, J., Cox, A. L., & Gould, S. J. (2017). *Using nature-based soundscapes to support task performance and mood*. Paper presented at the Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems.
- Nisbet, E. K., Zelenski, J. M., & Murphy, S. A. (2008). The Nature Relatedness Scale:

- 
- Linking Individuals' Connection With Nature to Environmental Concern and Behavior. *Environment and Behavior*, 41(5), 715-740.
- Ochiai, H., Ikei, H., Song, C., Kobayashi, M., Takamatsu, A., Miura, T., . . . Miyazaki, Y. (2015). Physiological and Psychological Effects of Forest Therapy on Middle-Aged Males with High-Normal Blood Pressure. *Internal Journal Environment Research Public Health*, 12(3), 2532-2542.
- Ohira, H., Takagi, S., Mauis, K., Oishi, M., & Obata, A. (1999). Effects of shinrin-yoku (forest-air bathing and walking) on mental and physical health. . *Tokai Women's University Kiyou*, 19, 217-232.
- Park, B. J., Furuya, K., Kasetani, T., Takayama, N., Kagawa, T., & Miyazaki, Y. (2011). Relationship between psychological responses and physical environments in forest settings. *Landscape and Urban Planning*, 102(1), 24-32.
- Park, B. J., Tsunetsugu, Y., Kasetani, T., Hirano, H., Kagawa, T., Sato, M., & Miyazaki, Y. (2007). Physiological Effects of Shinrin-yoku (Taking in the Atmosphere of the Forest)—Using Salivary Cortisol and Cerebral Activity as Indicators—. *Journal of PHYSIOLOGICAL ANTHROPOLOGY*, 26(2), 123-128.
- Park, B. J., Tsunetsugu, Y., Kasetani, T., Kagawa, T., & Miyazaki, Y. (2010). The physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the forest atmosphere or forest bathing): evidence from field experiments in 24 forests across Japan. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 15(1), 18-26.
- Park, B. J., Tsunetsugu, Y., Kasetani, T., Morikawa, T., Kagawa, T., & Miyazaki, Y. (2009). Physiological effects of forest recreation in a young conifer forest in Hinokage Town, Japan. *Silva Fennica*, 43(2), 291-301.
- Payne, S. R., & Guastavino, C. (2013). *Measuring the perceived restorativeness of soundscapes: is it about the sounds, the person, or the environment?* Paper

presented at the Inter-Noise 2013, Innsbruck, Austria.

Payne, S. R., & Guastavino, C. (2018). Exploring the Validity of the Perceived Restorativeness Soundscape Scale: A Psycholinguistic Approach. *Frontiers in Psychology, 9*, 1-17.

Pongsiri, M. J., Roman, J., Ezenwa, V. O., Goldberg, T. L., Koren, H. S., Newbold, S. C., . . . Salkeld, D. J. (2009). Biodiversity Loss Affects Global Disease Ecology. *BioScience, 59*(11), 945–954.

Purcell, T., Peron, E., & Berto, R. (2001). Why do preferences differ between scene types? *Environment and Behavior, 33*(1), 93-106.

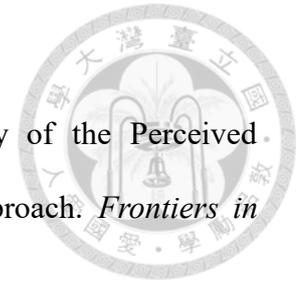
Ratcliffe, E., Gatersleben, B., & Sowden, P. T. (2013). Bird sounds and their contributions to perceived attention restoration and stress recovery. *Journal of Environmental Psychology, 36*, 221-228.

Raymundo, L. J., Halford, A. R., Maypa, A. P., & Kerr, A. M. (2009). Functionally diverse reef-fish communities ameliorate coral disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 106*(40), 17067-17070.

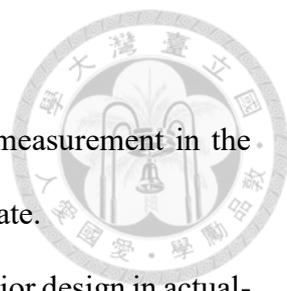
Reinhardt, T., Schmahl, C., Wüst, S., & Bohus, M. (2012). Salivary cortisol, heart rate, electrodermal activity and subjective stress responses to the Mannheim Multicomponent Stress Test (MMST). *Psychiatry Research, 198*(1), 106-111.

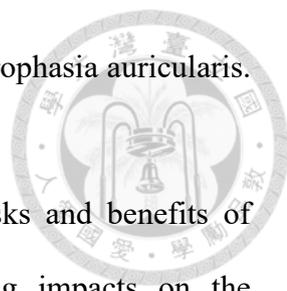
Richardson, E. A., Pearce, J., Mitchell, R., & Kingham, S. (2013). Role of physical activity in the relationship between urban green space and health. *Public health, 127*(4), 318-324.

Rook, G. A. (2013). Regulation of the immune system by biodiversity from the natural environment: an ecosystem service essential to health. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 110*(46), 18360-18367.



- 
- Ross, S. R.-J., Friedman, N. R., Dudley, K. L., Yoshimura, M., Yoshida, T., & Economo, E. P. (2018). Listening to ecosystems: data-rich acoustic monitoring through landscape-scale sensor networks. *Ecological research*, 33(1), 135-147.
- Sakuragawa, S., Kaneko, T., & Miyazaki, Y. (2008). Effects of contact with wood on blood pressure and subjective evaluation. *Journal of Wood Science*, 54(2), 107-113.
- Sandifer, P. A., Sutton-Grier, A. E., & Ward, B. P. (2015). Exploring connections among nature, biodiversity, ecosystem services, and human health and well-being: Opportunities to enhance health and biodiversity conservation. *Ecosystem Services*, 12(C), 1-15.
- Sedláček, O., Vokurková, J., Ferenc, M., Djomo, E. N., Albrecht, T., & Hořák, D. (2015). A comparison of point counts with a new acoustic sampling method: a case study of a bird community from the montane forests of Mount Cameroon. *Ostrich*, 86(3), 213-220.
- Shacham, S. (1983). A shortened version of the Profile of Mood States. *Journal of personality assessment*.
- Shwartz, A., Turbé, A., Simon, L., & Julliard, R. (2014). Enhancing urban biodiversity and its influence on city-dwellers: An experiment. *Biological Conservation*, 171, 82-90.
- Standley, J. M. (1986). Music research in medical/dental treatment: meta-analysis and clinical applications. *Journal of music therapy*, 23(2), 56-122.
- Steffen, P. R., & Larson, M. J. (2015). A Brief Mindfulness Exercise Reduces Cardiovascular Reactivity During a Laboratory Stressor Paradigm. *Mindfulness*, 6(4), 803-811.
- Sueur, J., Pavoine, S., Hamerlynck, O., & Duvail, S. (2008). Rapid acoustic survey for

- 
- biodiversity appraisal. *PloS one*, 3(12), e4065.
- Thomas, G., Pohl, F. M. A., & Kunins, L. (2018). Blood pressure measurement in the diagnosis and management of hypertension in adults: UpToDate.
- Tsunetsugu, Y., Miyazaki, Y., & Sato, H. (2005). Visual effects of interior design in actual-size living rooms on physiological responses. *Build Environ*, 40(10), 1341-1346.
- Tull, M. T., Gratz, K. L., Coffey, S. F., Weiss, N. H., & McDermott, M. J. (2013). Examining the interactive effect of posttraumatic stress disorder, distress tolerance, and gender on residential substance use disorder treatment retention. *Psychology of Addictive Behaviors*, 27(3), 763–773.
- Ulrich, R. S. (1981). Natural versus urban scenes: Some psychophysiological effects. *Environment and Behavior*, 13(5), 523-556.
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420-421.
- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Mark, E. F., Miles, A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), 201-230.
- Watkins, G. R. (1997). Music therapy: proposed physiological mechanisms and clinical implications. *Clinical nurse specialist*, 11(2), 43-50.
- Wilkie, S., & Clouston, L. (2015). Environment preference and environment type congruence: Effects on perceived restoration potential and restoration outcomes. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(2), 368-376.
- Wilkie, S., & Stavridou, A. (2013). Influence of environmental preference and environment type congruence on judgments of restoration potential. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12(2), 163-170.
- Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*: Harvard university press.

- 
- Wu, T. Y. (Producer). (2016). XC420280 · White-eared Sibia · *Heterophasia auricularis*. Retrieved from www.xeno-canto.org/420280
- Wyles, K. J., Pahl, S., & Thompson, R. C. (2014). Perceived risks and benefits of recreational visits to the marine environment: Integrating impacts on the environment and impacts on the visitor. *Ocean & Coastal Management*, 88(53-63).
- Yamaguchi, M., Deguchi, M., & Miyazaki, Y. (2006). The effects of exercise in forest and urban environments on sympathetic nervous activity of normal young adults.
- Yang, B. Y., Markevych, I., Heinrich, J., Bloom, M. S., Qian, Z., Geiger, S. D., . . . Dong, G. H. (2019). Community greenness, blood pressure, and hypertension in urban dwellers: The 33 Communities Chinese Health Study. *Environment International*, 126, 727-734.
- Young, H. S., Dirzo, R., Helgen, K. M., McCauley, D. J., Billeter, S. A., Kosoy, M. Y., . . . Dittmar, K. (2014). Declines in large wildlife increase landscape-level prevalence of rodent-borne disease in Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(19), 7036–7041.
- Zhang, Y., Kang, J., & Kang, J. (2017). Effects of soundscape on the environmental restoration in urban natural environments. *Noise & health*, 19(87), 65.

圖表

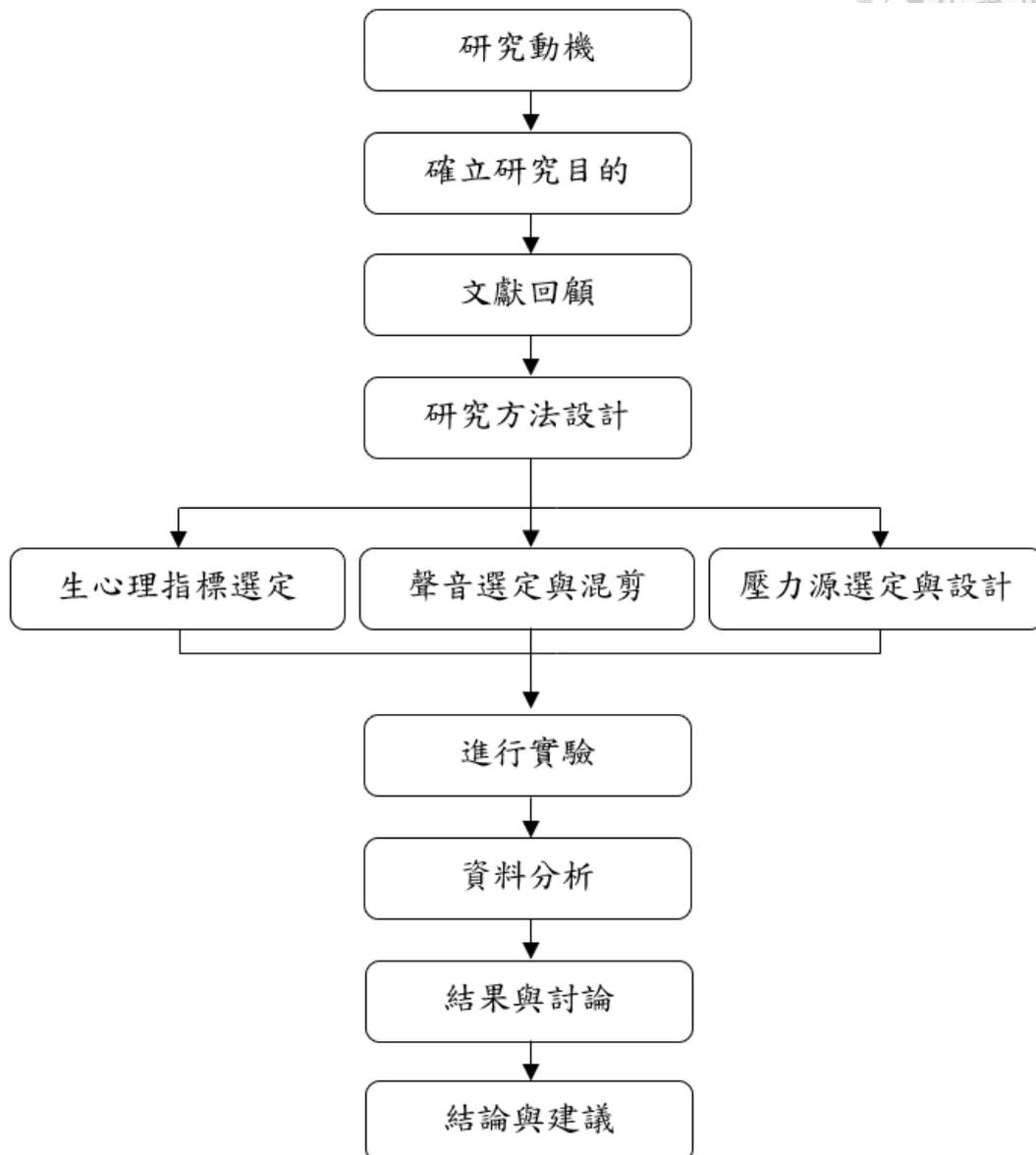


圖 1 研究流程圖。首先確立本研究的動機和目的，在查閱過去的相關文獻後設計本研究的研究方法。依照所設計的研究方法選定生心理指標、實驗音檔以及壓力源。接著招募受試者進行實驗，最後再分析資料，並依據結果進行討論後給出結論與建議。

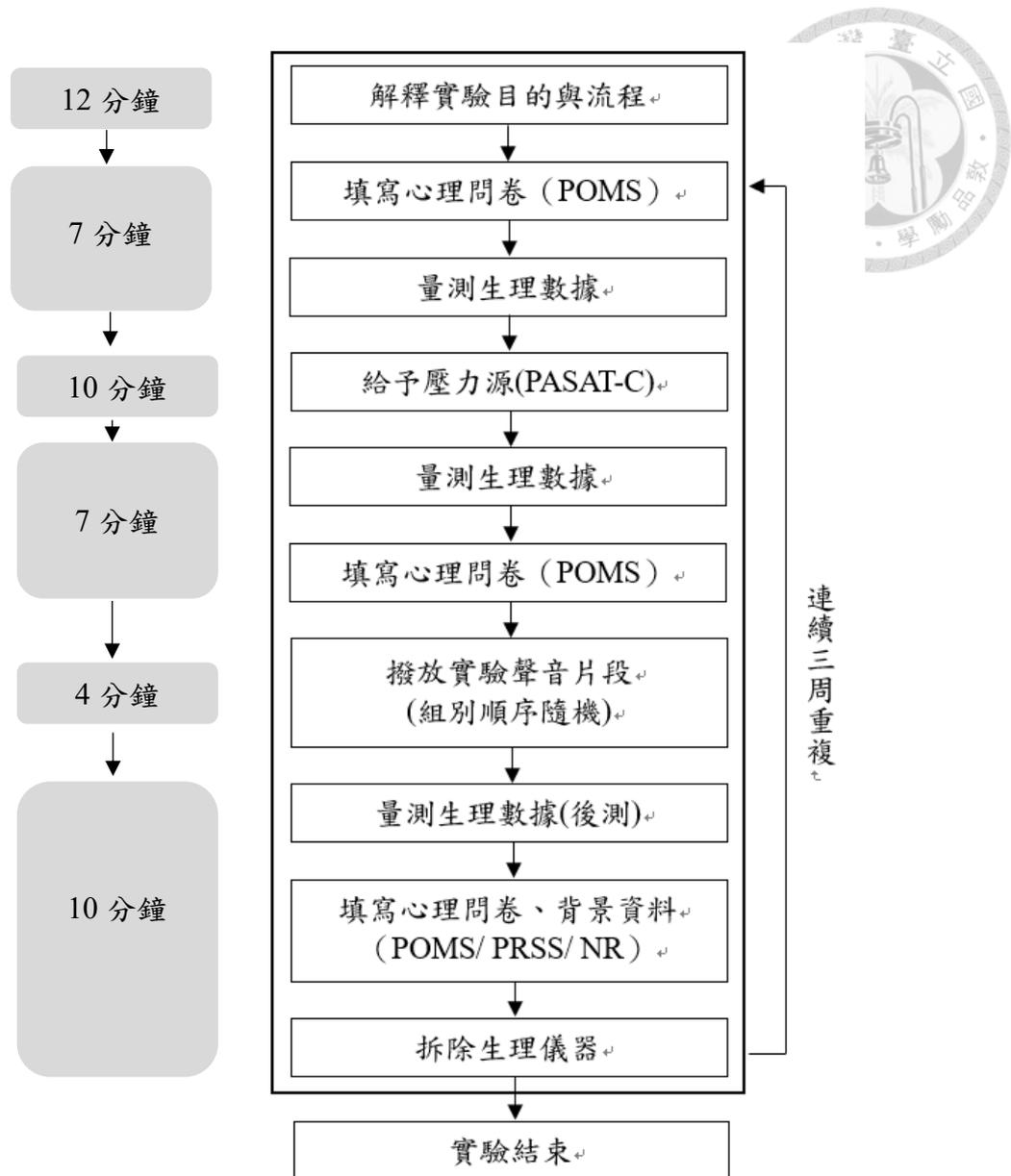


圖 2 實驗流程圖。本實驗流程首先向受試者講解本研究目的後，量測受試者的生理心理基準值，再於做完 PASAT 以及聆聽聲音片段後量測心跳、血壓、填寫 POMS 問卷，並且同時於聆聽過程中量測其心率變化。最後收集受試者的基本背景資料以及填寫 PRSS 問卷。實驗共為期三周，每次時長約 50 分鐘。



圖 3 實驗器材：PM2.5 空氣品質偵測計 (型號：TES-5321)



圖 4 實驗器材：心率傳感器(型號：Polar H10)



圖 5 實驗器材：隧道式血壓計 (型號：OMRON HEM-1000)



圖 6 實驗器材：唾液澱粉酶監測儀 (型號：NIPRO DM-3.1)



圖 7 實驗器材：筆記型電腦 (型號：ASUS UX333F)



圖 8 實驗器材：無線降噪耳機 (型號：Sony WH- 1000XM3)



圖 9 實驗空間示意：森林系館 318 室



圖 10 實驗空間示意：森林系館 402 室



圖 11 實驗空間示意：森林系館 406 室

表 1 盤斯心情量表(POMS)。一共分為六項構面，作為研究中情緒量測之指標。

構面	問項	構面	問項
活力	充滿幹勁的	緊張	緊張的
	愉快的		擔憂的
	活躍的		神經緊繃的
	精力充沛的		焦慮的
	充滿活力的		不安的
	生氣勃勃的		
疲勞	累極了的	困惑	不確定的
	厭倦的		不知所措的
	疲勞的		無法專心的
	精疲力竭的		困惑的
	疲倦的		健忘的
憤怒	易發脾氣的	沮喪	不幸的
	惱怒的		沒希望的
	不愉快的		憂鬱的
	不滿的		一無是處的
	生氣的		無助的
	狂怒的		悲傷的
	焦躁的		沮喪的
被激怒的	痛苦的		

表 2 知覺恢復性聲景量表(PRSS)。依據 Rachel Kaplan 和 Stephen Kaplan 提出的「注意力恢復理論」發展而來，一共分為四個構面，用以測量聲音環境中的恢復性特徵。

構面	問項
遠離性 BEING-AWAY	I need to think of my obligations when I am with these sounds 聆聽這些聲音的時候，我仍然惦記著我的責任義務
	I feel free from work and/or responsibilities when I am with these sounds 聆聽這些聲音的時候，我可以忘卻日常工作或/和責任
	My concentration is demanded by these sounds 這些聲音使我必須保持專注、無法放鬆
	These sounds are a refuge for me from unwanted distractions 這些聲音提供我一個遠離煩心事物的避風港
	From these sounds, I experience few attentional demands 我不太需要專注就能沉浸在這段聲音中
	I get a break from my day-to-day routine from spending time with these sounds 聆聽這些聲音，可以使我從日常生活中獲得喘息
延展性 EXTENT	These sounds are coherent 這些聲音相互和諧
	The sounds are clearly organized 整體聲音片段的組成清晰分明
	The physical arrangement of these sounds has a clear order 各個聲音的排序非常適宜
	The existing sounds belong to this soundscape 音檔內的聲音、背景聲互不衝突
	There are plenty of sounds to allow exploration in many directions 這裡豐富的聲音引起我許多的想像
	The extent of these sounds seems limitless 這些聲音給人的不受限制的想像空間
魅力性 FASCINATION	These sounds feel very spacious 這些聲音具有廣闊的空間感
	These sounds have the quality of being a whole world to themselves 這些聲音讓人感到身處在另一個世界
	These sounds, I find fascinating 我覺得這些聲音很迷人
	My interest is really held by following what is going on with these sounds 我對伴隨著這些聲音發生的事情很感興趣
相容性 COMPATIBILITY	My curiosity is awoken by these sounds 這些聲音激發了我的好奇心
	There are plenty of sounds for me to discover 在這裡我可以找到很多不一樣的聲音
	I rapidly adapt to these sounds 我能很快地融入這些聲音當中
	While I am with these sounds, it is easy to do what I want 當我處在這些聲音中，可以很輕鬆地做我想做的事
	My personal inclinations fits with being with these sounds 這些聲音符合我的個人偏好
	There is an accordance between these sounds and what I like to do 我想做的事適合在這個聲音底下進行



表 3 聽覺序列加法測試-電腦版 (PASAT) 測驗流程簡表。英文全名為 Paced Auditory Serial Addition Test-Computer，本研究以此測驗作為受試者聆聽實驗聲音前的壓力來源。受試者需在限時內將螢幕上前後出現的數字相加並回答正確答案，若答錯會發出警鈴聲。

說明階段	
練習測試：數字間隔 4 秒，共 20 題	
正式加壓測試流程	
第一級 (初級難度)：	總長 3 分鐘的測驗，每個數字的出現間隔 3 秒
第二級 (進階難度)：	總長 5 分鐘的測驗，每個數字的出現間隔 1.8 秒

表 4 自然關聯性量表。本次研究共使用自然連結我(NR-self)、自然連結經驗(NR-Experience)兩份子量表，作為受試者與自然的親近程度參考。

構面：自然連結我	
題型	問項
正向題	我會想到我的行為對於環境的影響。
	我與自然、環境的連結感是我精神靈性的一部份。
	我關注環境議題。
	我與自然並未分離，而是自然的一部分。
反向題	即使身處在城市之中，我仍會察覺到周遭的自然。
	我與自然之間的關係是「我是誰」的重要一部份。
	我覺得自己和所有的生物以及地球息息相關。
	我對自然的感受，並不會影響我如何過生活。
構面：自然連結經驗	
題型	問項
正向題	即使天氣令人不愉快，我也享受待在戶外。
	我理想的度假地點是偏遠的荒野地區。
	我很享受挖挖土以及雙手沾滿泥巴的感覺。
	無論身在何處我都會注意到野生動物。
反向題	我不常到戶外接觸自然。
	想到要深入山林、遠離文明就令我害怕。

表 5 實驗流程的各階段細項內容。每周實驗的詳細內容與時間分配，每位受試者須連續參與三周相同的流程完成完整實驗。



測試時間	內容
12 分鐘	說明階段 1. 解釋實驗內容與目的。 2. 受試者配戴生理儀器。
2 分鐘	基準量測：心理問卷 填寫實驗前心理指標問卷。
5 分鐘	基準量測：生理值 量測受試者生理基準值
10 分鐘	加壓階段 施加壓力源（聽覺序列加法測試）。
5 分鐘	前測：生理前測 量測受試者受壓力後的生理數據。
2 分鐘	前測：心理問卷 受試者填寫心理指標問卷。
4 分鐘	實驗聲音播放階段 請受試者閉上眼睛，播放聲音。
5 分鐘	後測：生理後測 量測受試者聆聽聲音片段後的生理數據。
5 分鐘	後測：心理問卷 拆除生理儀器，請受試者填寫心理指標問卷。

表 6 基本資料統計摘要表。總共收得完整樣本 44 份，分別就受試者的背景資料：性別、年齡、教育程度、接觸森林環境頻率進行統計。本次研究以女性及大專生樣本居多，在聆聽過程中 9 成以上的受試者並未對聆聽內容感到反感。在接觸森林的頻率中以半年一次為最多，其餘中每月一次、2 個月一次、每年一次以及幾乎不去之人數差異不大，另外頻率最高的每週一次者僅有一人。

問項	分類標準	次數	有效百分比(%)
性別	女	36	81.8
	男	8	18.2
總和		44	100.0
年齡	20~24 歲	32	72.7
	25~29 歲	12	27.3
總和		44	100.0
教育程度	大專	33	75.0
	研究所以上	11	25.0
總和		44	100.0
接觸森林頻率	每周一次	1	2.3
	每月一次	9	20.5
	2 個月一次	8	18.2
	半年一次	13	29.5
	每年一次	7	15.9
	幾乎不去	6	13.6
總和		44	100.0
聆聽體驗喜好 (無生物)	是	41	93.2
	否	3	6.8
總和		44	100.0
聆聽體驗喜好 (單一生物)	是	40	90.9
	否	4	9.1
總和		44	100.0
聆聽體驗喜好 (多種生物)	是	41	93.2
	否	3	6.8
總和		44	100.0

表 7 生理數據各時間點間檢定結果摘要表。受試者在聆聽低生物多樣性的聲音(B1)過後，收縮壓和舒張壓有顯著降低。聆聽無生物性聲音(C)後收縮壓以及唾液澱粉酶有顯著下降。(* p < 0.05 ; ** p < 0.01 ; *** p < 0.001)

指標	組別	順序	平均	標準差	F	p-value	Post-hoc (LSD)	eta square
HR (bpm)	C	基準值 (b)	76.25	±8.66	3.221	0.045 *	b>t2	0.07
		前測 (t1)	75.32	±8.74				
		後測 (t2)	74.41	±8.11				
	B1	基準值 (b)	77.3	±9.38	0.259	0.772		0.006
		前測 (t1)	77.82	±7.71				
		後測 (t2)	77.23	±8.16				
	B2	基準值 (b)	76.27	±8.79	0.122	0.885		0.003
		前測 (t1)	76.61	±8.19				
		後測 (t2)	76.25	±7.95				
SBP (mmHg)	C	基準值 (b)	106.68	±12.24	8.686	0 ***	b>t2; t1>t2	0.168
		前測 (t1)	104.5	±10.90				
		後測 (t2)	101.86	±11.81				
	B1	基準值 (b)	105.23	±11.47	12.37	0 ***	b>t2 t1>t2	0.223
		前測 (t1)	105.5	±12.29				
		後測 (t2)	100.3	±9.83				
	B2	基準值 (b)	105.8	±12.30	3.843	0.025 *	b>t2	0.082
		前測 (t1)	103.93	±11.12				
		後測 (t2)	101.23	±11.03				
DBP (mmHg)	C	基準值 (b)	63.41	±8.04	2.516	0.094		0.055
		前測 (t1)	62.82	±8.13				
		後測 (t2)	61.68	±8.61				
	B1	基準值 (b)	64.02	±7.43	6.267	0.006 **	b>t2 t1>t2	0.127
		前測 (t1)	65.2	±9.09				
		後測 (t2)	61.27	±7.19				
	B2	基準值 (b)	63.59	±10.12	0.021	0.962		0
		前測 (t1)	63.59	±7.10				
		後測 (t2)	63.27	±11.23				
SAA (kIU/L)	C	基準值 (b)	17.37	±8.16	6.066	0.004 **	b<t1 t1>t2	0.132
		前測 (t1)	24.34	±16.49				
		後測 (t2)	18.54	±15.04				
	B1	基準值 (b)	16.88	±10.26	2.406	0.097		0.057
		前測 (t1)	19.32	±11.95				
		後測 (t2)	20.24	±10.28				
	B2	基準值 (b)	16.32	±11.02	2.682	0.075		0.063
		前測 (t1)	19.32	±12.73				
		後測 (t2)	19.37	±10.04				

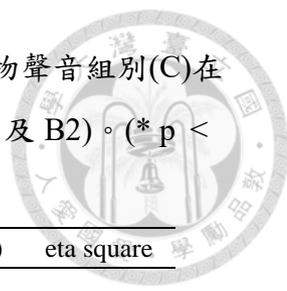


表 8 生理數據組間檢定結果摘要表。唾液澱粉酶指標中，無生物聲音組別(C)在聆聽聲音前後的差異上顯著低於另外兩組有生物聲音之組別(B1 及 B2)。(* p < 0.05)

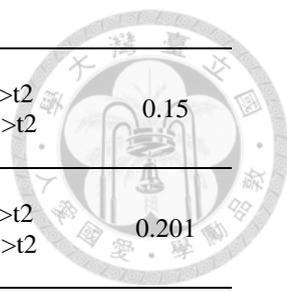
指標	組別	平均	標準差	F	p-value	Post-hoc (LSD)	eta square
ΔHR (bpm)	C	-0.91	±4.26	0.129	0.879		0.002
	B1	-0.59	±5.52				
	B2	-0.36	±5.30				
ΔSBP (mmHg)	C	-2.64	±6.89	1.394	0.252		0.021
	B1	-5.2	±7.87				
	B2	-2.7	±9.66				
ΔDBP (mmHg)	C	-1.14	±4.11	2.571	0.08		0.038
	B1	-3.93	±8.11				
	B2	-0.32	±10.08				
ΔSAA (kIU/L)	C	-5.8	±14.27	3.981	0.021 *	C<B1 C<B2	0.062
	B1	0.93	±9.70				
	B2	0.05	±10.78				

表 9 心率數據每分鐘組間檢定結果摘要表。聆聽聲音的過程中，每分鐘的心率變化並未有顯著差異存在。

min	組別	平均	標準差	F	p-value	eta square
1	C	75.65	±7.50	0.279	0.757	0.005
	B1	77.05	±8.96			
	B2	76.54	±8.07			
2	C	76.05	±8.06	0.295	0.745	0.005
	B1	77.57	±9.82			
	B2	77.22	±8.62			
3	C	76.16	±8.12	0.222	0.801	0.004
	B1	77.35	±9.56			
	B2	77.3	±8.27			
4	C	75.81	±8.88	0.136	0.873	0.003
	B1	76.84	±8.96			
	B2	76.57	±8.50			

表 10 盤斯心情量表分數各時間點間檢定結果摘要表。在困惑與緊張構面中，聽完三組聲音後均呈現顯著降低；在沮喪與疲勞兩構面中，受試者聽完低生物多樣性的聲音(B1)後具顯著下降；在活力構面上，聆聽完高生物多樣性的聲音(B2)後具顯著提升；在憤怒構面上，無生物的聲音組別 (C)能使受試者在此情緒構面上顯著降低。
(* p < 0.05 ; ** p < 0.01 ; *** p < 0.001)

構面	組別	順序	平均	標準差	F	p-value	Post-hoc (LSD)	eta square
POMS 困惑	C	基準值 (b)	1.68	±0.80	5.186	0.014 *	b>t2 t1>t2	0.108
		前測 (t1)	1.73	±0.88				
		後測 (t2)	1.41	±0.56				
	B1	基準值 (b)	1.6	±0.58	4.853	0.017 *	b>t2 t1>t2	0.101
		前測 (t1)	1.54	±0.61				
		後測 (t2)	1.35	±0.50				
B2	基準值 (b)	1.74	±0.70	6.831	0.006 **	b>t2 t1>t2	0.137	
	前測 (t1)	1.68	±0.70					
	後測 (t2)	1.4	±0.54					
POMS 沮喪	C	基準值 (b)	1.34	±0.58	3.456	0.055		0.074
		前測 (t1)	1.36	±0.52				
		後測 (t2)	1.19	±0.39				
	B1	基準值 (b)	1.2	±0.38	3.272	0.05 *	t1>t2	0.071
		前測 (t1)	1.26	±0.41				
		後測 (t2)	1.16	±0.33				
B2	基準值 (b)	1.33	±0.52	1.647	0.206		0.037	
	前測 (t1)	1.35	±0.51					
	後測 (t2)	1.22	±0.40					
POMS 活力	C	基準值 (b)	2.75	±0.81	2.247	0.13		0.05
		前測 (t1)	2.47	±0.94				
		後測 (t2)	2.67	±0.94				
	B1	基準值 (b)	2.53	±0.90	2.426	0.11		0.053
		前測 (t1)	2.43	±0.96				
		後測 (t2)	2.66	±0.97				
B2	基準值 (b)	2.51	±0.79	5.182	0.014 *	t1<t2	0.108	
	前測 (t1)	2.31	±0.87					
	後測 (t2)	2.7	±0.92					
POMS 疲勞	C	基準值 (b)	1.77	±0.88	2.405	0.115		0.053
		前測 (t1)	1.85	±0.83				
		後測 (t2)	1.61	±0.74				
	B1	基準值 (b)	1.88	±0.76	5.326	0.013 *	b>t2 t1>t2	0.11
		前測 (t1)	1.77	±0.64				
		後測 (t2)	1.57	±0.59				
B2	基準值 (b)	1.9	±0.72	2.683	0.094		0.059	
	前測 (t1)	1.95	±0.73					
	後測 (t2)	1.71	±0.71					



POMS 緊張	C	基準值 (b)	1.65	±0.81	7.612	0.003 **	b>t2 t1>t2	0.15
		前測 (t1)	1.84	±0.87				
		後測 (t2)	1.34	±0.54				
	B1	基準值 (b)	1.59	±0.63	10.827	0 ***	b>t2 t1>t2	0.201
		前測 (t1)	1.66	±0.67				
		後測 (t2)	1.25	±0.45				
B2	基準值 (b)	1.73	±0.74	7.387	0.003 **	b>t2 t1>t2	0.147	
	前測 (t1)	1.66	±0.68					
	後測 (t2)	1.34	±0.53					
POMS 憤怒	C	基準值 (b)	1.22	±0.41	4.461	0.026 *	t1>t2	0.094
		前測 (t1)	1.31	±0.54				
		後測 (t2)	1.14	±0.32				
	B1	基準值 (b)	1.17	±0.37	1.794	0.182		0.04
		前測 (t1)	1.22	±0.52				
		後測 (t2)	1.11	±0.26				
B2	基準值 (b)	1.21	±0.37	1.618	0.209		0.036	
	前測 (t1)	1.24	±0.44					
	後測 (t2)	1.14	±0.31					

表 11 盤斯心情量表組間分析摘要表。以聆聽聲音前後差異值相比，生物多樣性高低的三組聲音六項情緒構面間未具顯著差異。

構面	C	B1	B2	F	p-value	eta square
△困惑	-0.32 ±0.50	-0.18 ±0.42	-0.28 ±0.37	1.250	0.290	0.019
△沮喪	-0.17 ±0.29	-0.11 ±0.24	-0.12 ±0.26	0.610	0.545	0.009
△活力	0.20 ±0.55	0.23 ±0.46	0.39 ±0.53	1.661	0.194	0.025
△疲勞	-0.25 ±0.52	-0.20 ±0.43	-0.25 ±0.44	0.140	0.869	0.002
△緊張	-0.50 ±0.61	-0.41 ±0.49	-0.33 ±0.47	1.124	0.328	0.017
△憤怒	-0.18 ±0.34	-0.11 ±0.44	-0.10 ±0.31	0.537	0.586	0.008

表 12 知覺恢復性聲景量表分析摘要表。在四個知覺恢復性構面間，受試者對於生物多樣性不同的三組聲音評價並未有顯著的差異。

構面	C	B1	B2	F	p-value	eta square
PRSS-魅力	3.49 ±0.77	3.82 ±0.77	3.70 ±0.85	2.002	0.139	0.030
PRSS-遠離	3.56 ±0.75	3.53 ±0.61	3.60 ±0.72	0.106	0.899	0.002
PRSS-相容	3.82 ±0.66	3.98 ±0.54	3.92 ±0.62	0.728	0.485	0.011
PRSS-延展	3.95 ±0.66	4.18 ±0.66	4.13 ±0.61	1.517	0.223	0.023

表 13 自然連結經驗、自然連結我與知覺恢復性聲景量表之相關性分析摘要表。將 PRSS 結果與自然連結性量表進行 pearson 相關分析，在遠離性構面中，鳥聲越豐富的組別裡，自然關聯程度與遠離性間的正相關性也越強。(* p < 0.05 ; ** p < 0.01)

構面	組別	自然連結經驗		自然連結我		兩子量表總平均	
		Person 相關	顯著性	Person 相關	顯著性	Person 相關	顯著性
魅力	C	0.1420	0.2605	0.1796	0.3579	0.1733	0.2433
	B1	-0.0001	0.7731	-0.0912	0.9996	-0.0447	0.5562
	B2	0.1571	0.4103	0.0672	0.3085	0.1273	0.6646
遠離	C	0.1742	0.2153	0.1753	0.2580	0.1906	0.2550
	B1	0.3438 *	0.0100	0.3625 *	0.0223	0.3842 *	0.0156
	B2	0.4270 **	0.0019	0.4063 **	0.0038	0.4556 **	0.0062
相容	C	0.0914	0.3347	0.1919	0.5553	0.1489	0.2122
	B1	0.1555	0.4673	0.0389	0.3133	0.1125	0.8020
	B2	0.2261	0.1918	0.1321	0.1399	0.2006	0.3926
延展	C	-0.0552	0.6583	0.2075	0.7218	0.0686	0.1766
	B1	-0.0064	0.7184	-0.1063	0.9672	-0.0559	0.4924
	B2	0.0792	0.7197	0.0166	0.6095	0.0557	0.9151

附錄

一、知情同意書

國立臺灣大學研發處版權所有 Copyrights© All rights reserved

2013年8月30日國立臺灣大學行為與社會科學研究倫理委員會第21次會議通過

國立臺灣大學行為與社會科學研究倫理委員會 研究參與者知情同意書

歡迎您參與本研究！此份文件將詳述您本研究之相關資訊及您的權利。在研究開始進行及您簽署本同意書之前，研究主持人或研究人員會為您說明研究內容，並回答您的任何疑問。

研究機構名稱： 森林環境暨資源學研究所 經費來源： 無
研究計畫主持人： 施晴 職稱： 碩士班學生
研究計畫協同主持人： 無 職稱： 無
※研究計畫聯絡人： 施晴 信箱： r06625041@g.ntu.edu.tw
一、研究目的： 本研究目的為了解一般人對於聆聽不同的聲音組成後的生心理反應。
二、參與研究之條件與限制： 參與條件：年齡介於 20 至 75 歲、能閱讀繁體中文、聽覺能力正常。 限制參加條件：有發燒感冒症狀；具心血管、腦神經、自律神經或身心科方面的疾病史；處於懷孕或哺乳期間；長期服用藥物的習慣者。
三、研究方法與程序： 實驗開始前會先量測一遍生理數據（心跳、血壓、唾液澱粉酶活性）以及填寫情緒問卷，接著進行一個簡單的加法測驗，接著再次量測生心理數據，之後請受試者閉眼聆聽一段聲音，結束後再一次量測生理數據以及填寫心理問卷。本研究預計參與人數約 40 位，每位每次實驗時間約 1 個小時，共三周(3 小時)。
四、參與研究時之禁忌、限制及應以配合事項： 實驗須於胸下配戴胸帶式心跳帶，建議穿著寬鬆的衣物方便穿戴。為避免量測心跳血壓時的誤差，前一天避免熬夜、吸菸與食用刺激性食物（如：酒、咖啡或茶等含咖啡因的食物）。前一小時避免劇烈運動與進食。過程中請將手機調為靜音、卸下將身上金屬配件，並保持放鬆與安靜。

五、研究潛在風險、發生率及救濟措施：

胸帶式心跳帶須配戴於胸下，過程中研究人員不會碰觸到您的身體，但若對於配戴位置或實驗過程感到任何不適，您皆可隨時依要求停止實驗。另外在過程中會進行加法測驗以及聆聽聲音片段，對於測驗和聲音內容產生不良反應的可能性極低，但如有需要研究人員也將提供場地休息或視情況協助就醫。

六、研究效益與對研究參與者之益處：

將給予 500 元超商商品卡做為報酬，若參與者中途退出仍可獲得報酬，另外參與者也可以藉由量測的生理數據了解自身的身體狀況。此外研究結果可提供作為生物多樣性領域研究、發展之用。

七、研究可能衍生的商業利益及其拓展應用之約定：無。

八、研究材料保存期限、運用規劃及機密性：

研究計畫主持人將依法把任何可辨識您身分之紀錄與您個人隱私之資料視同機密處理，絕不公開。若您願意在過程中協助拍攝研究流程的示意圖，我們也將會對臉部進行模糊處理或以黑色塊塗遮眼部，不公開您的身分。另外原圖檔會於修圖後隨即刪除，修改後的圖檔將於整個研究結束後刪除。將來發表研究結果時，您的身份將被充分保密，研究資料將於研究發表十年後銷毀，期間數據資料將存放於加密的資料夾內。凡簽署了知情同意書，即表示您同意各項原始紀錄可直接受監測者、稽核者、研究倫理委員會及主管機關檢閱，以確保研究過程與數據，符合相關法律和各種規範要求；上述人員承諾絕對維繫您身分之機密性。

九、損害補償或保險：

本研究無重大風險因此無額外保險，但若發生不可預期之意外事故，研究人員將協助或陪同就醫。

十、研究之退出方式及處理：

您可自由決定是否參加本研究，研究過程中不需要任何理由，可隨時撤回同意或退出研究。如果您拒絕參加或退出，將不會引起任何不愉快，或影響日後研究計畫主持人對您的評價，更不會損及您的任何權利。若您決定撤回同意或退出研究，可透過電子信箱的方式聯絡研究人員(r06625041@g.ntu.edu.tw 施同學)，計畫主持人將撤除對您所收集的研究資料與個人資料。

十一、研究參與者權利：

- (一) 本研究已經過國立臺灣大學行為與社會科學研究倫理委員會審查，審查內容包含利益與風險評估、研究參與者照護及隱私保護等，並已獲得核准。委員會係依規範運作，並通過中央目的事業主管機構查核認證之審查組織。若您於研究過程中有任何疑問，或認為權利受到影響、傷害，可直接與國立臺灣大學研究倫理中心聯絡，電話號碼為：

(02)3366-9956、(02)3366-9980。

(二) 研究計畫主持人或研究人員已妥善地向您說明研究內容與相關資訊，並告知可能影響您參與意願的所有資訊。若您有任何疑問可向研究人員詢問，研究人員將具實回答。

(三) 研究計畫主持人已將您簽署之一式兩份同意書其中一份交給您留存。

十二、研究計畫主持人/研究人員簽名

研究計畫主持人或研究人員已詳細解釋有關本研究計畫中上述研究方法的性質與目的，以及可能產生的危險與利益。

研究人員簽名：_____

日期：2021 年_____月_____日

十三、研究參與者簽名同意

本人已詳細瞭解上述研究方法及其可能的益處與風險，有關本研究計畫的疑問，已獲得詳細說明與解釋。本人同意成為本研究計畫的自願研究參與者。

研究參與者簽名：_____

日期：2021 年_____月_____日



二、問卷

感謝您參與本實驗，本實驗目的為了解一般人對於聆聽不同的聲音組成後的生心理反應。問卷將採不記名方式填寫，實驗中所蒐集之資料僅用於研究目的，不涉及任何營利用途，請放心填寫。

國立臺灣大學森林環境暨資源學系 教授 袁孝維

研究生施晴 敬上

(編號：)

前測問卷：情緒問卷

請依自己 現在的 感受，圈選最符合您目前的情緒狀態。											
	非常 不符 合	← →		非 常 符 合		非常 不符 合	← →		非 常 符 合		
1.痛苦的	0	1	2	3	4	21.精力充沛的	0	1	2	3	4
2.累極了的	0	1	2	3	4	22.充滿活力的	0	1	2	3	4
3.不知所措的	0	1	2	3	4	23.憂鬱的	0	1	2	3	4
4.惱怒的	0	1	2	3	4	24.生氣的	0	1	2	3	4
5.愉快的	0	1	2	3	4	25.狂怒的	0	1	2	3	4
6.沒希望的	0	1	2	3	4	26.一無是處的	0	1	2	3	4
7.緊張的	0	1	2	3	4	27.疲勞的	0	1	2	3	4
8.不確定的	0	1	2	3	4	28.無助的	0	1	2	3	4
9.不幸的	0	1	2	3	4	29.精疲力竭的	0	1	2	3	4
10.厭倦的	0	1	2	3	4	30.悲傷的	0	1	2	3	4
11.充滿幹勁的	0	1	2	3	4	31.疲倦的	0	1	2	3	4
12.易發脾氣的	0	1	2	3	4	32.沮喪的	0	1	2	3	4
13.無法專心的	0	1	2	3	4	33.焦躁的	0	1	2	3	4
14.不愉快的	0	1	2	3	4	34.被激怒的	0	1	2	3	4
15.擔憂的	0	1	2	3	4	35.生氣勃勃的	0	1	2	3	4
16.神經緊繃的	0	1	2	3	4	36.焦慮地	0	1	2	3	4
17.活躍的	0	1	2	3	4	37.不安的	0	1	2	3	4
18.困惑的	0	1	2	3	4						
19.健忘的	0	1	2	3	4						
20.不滿的	0	1	2	3	4						

(編號：)

中測問卷：情緒問卷



請依自己**現在的**感受，圈選最符合您目前的情緒狀態。

	非常 不符 合					非 常 符 合						非 常 符 合
		←	↔	→								
1. 沮喪的	1	2	3	4	5							
2. 疲倦的	1	2	3	4	5							
3. 健忘的	1	2	3	4	5							
4. 被激怒的	1	2	3	4	5							
5. 生氣勃勃的	1	2	3	4	5							
6. 痛苦的	1	2	3	4	5							
7. 不安的	1	2	3	4	5							
8. 不知所措的	1	2	3	4	5							
9. 沒希望的	1	2	3	4	5							
10. 累極了的	1	2	3	4	5							
11. 愉快的	1	2	3	4	5							
12. 惱怒的	1	2	3	4	5							
13. 不確定的	1	2	3	4	5							
14. 易發脾氣的	1	2	3	4	5							
15. 緊張的	1	2	3	4	5							
16. 擔憂的	1	2	3	4	5							
17. 充滿幹勁的	1	2	3	4	5							
18. 無法專心的	1	2	3	4	5							
19. 困惑的	1	2	3	4	5							
20. 不愉快的	1	2	3	4	5							
21. 活躍的	1	2	3	4	5							
22. 精力充沛的	1	2	3	4	5							
23. 不幸的	1	2	3	4	5							
24. 不滿的	1	2	3	4	5							
25. 生氣的	1	2	3	4	5							
26. 憂鬱的	1	2	3	4	5							
27. 厭倦的	1	2	3	4	5							
28. 一無是處的	1	2	3	4	5							
29. 疲勞的	1	2	3	4	5							
30. 無助的	1	2	3	4	5							
31. 精疲力竭的	1	2	3	4	5							
32. 悲傷的	1	2	3	4	5							
33. 狂怒的	1	2	3	4	5							
34. 焦躁的	1	2	3	4	5							
35. 充滿活力的	1	2	3	4	5							
36. 神經緊繃的	1	2	3	4	5							
37. 焦慮的	1	2	3	4	5							

(編號：)



後測問卷

第一部分：請為剛剛所聽見的聲音，勾選一個你所感受的音量

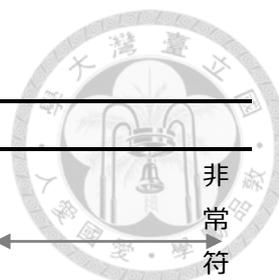
聲音音量：

0 -聽不見 2 -微弱、模糊 4 -輕聲細語 6 -容易聽見 8 -響亮 10 -非常大聲

第二部分：知覺恢復性音景量表

請圈選出你對於聆聽聲音片段時的心理感受。	非常 不符合	←————→			非常 符合
1.我覺得這些聲音很迷人	1	2	3	4	5
2.我對伴隨著這些聲音發生的事情很感興趣	1	2	3	4	5
3.這些聲音激發了我的好奇心	1	2	3	4	5
4.在這裡我可以找到很多不一樣的聲音	1	2	3	4	5
5.聆聽這些聲音的時候，我仍然惦記著我的責任義務	1	2	3	4	5
6.聆聽這些聲音的時候，我可以忘卻日常工作或責任	1	2	3	4	5
7.這些聲音使我必須保持專注、無法放鬆	1	2	3	4	5
8.這些聲音提供我一個遠離煩心事物的避風港	1	2	3	4	5
9.我不太需要專注就能沉浸在這段聲音中	1	2	3	4	5
10.聆聽這些聲音，可以使我從日常生活中獲得喘息	1	2	3	4	5
11.我能很快地融入這些聲音當中	1	2	3	4	5
12.當我處在這些聲音中，可以很輕鬆地做我想做的事	1	2	3	4	5
13.這些聲音符合我的個人偏好	1	2	3	4	5
14.我想做的事適合在這個聲音底下進行	1	2	3	4	5
15.這些聲音相互和諧	1	2	3	4	5
16.整體聲音片段的組成清晰分明	1	2	3	4	5
17.各個聲音的排序非常適宜	1	2	3	4	5
18.音檔內的聲音、背景聲互不衝突	1	2	3	4	5
19.這裡豐富的聲音引起我許多的想像	1	2	3	4	5
20.這些聲音給人不受限制的想像空間	1	2	3	4	5
21.這些聲音具有廣闊的空間感	1	2	3	4	5
22.這些聲音讓人感到身處在另一個世界	1	2	3	4	5

第三部分：情緒問卷



請依自己**現在的**感受，圈選最符合您目前的情緒狀態。

	非常 不符 合	←	→	非常 符 合		非常 不符 合	←	→	非常 符 合		
1. 悲傷的	1	2	3	4	5	21. 充滿幹勁的	1	2	3	4	5
2. 精疲力竭的	1	2	3	4	5	22. 活躍的	1	2	3	4	5
3. 困惑的	1	2	3	4	5	23. 沒希望的	1	2	3	4	5
4. 焦躁的	1	2	3	4	5	24. 不愉快的	1	2	3	4	5
5. 充滿活力的	1	2	3	4	5	25. 不滿的	1	2	3	4	5
6. 沮喪的	1	2	3	4	5	26. 不幸的	1	2	3	4	5
7. 焦慮的	1	2	3	4	5	27. 累極了的	1	2	3	4	5
8. 健忘的	1	2	3	4	5	28. 憂鬱的	1	2	3	4	5
9. 痛苦的	1	2	3	4	5	29. 厭倦的	1	2	3	4	5
10. 疲倦的	1	2	3	4	5	30. 一無是處的	1	2	3	4	5
11. 生氣勃勃的	1	2	3	4	5	31. 疲勞的	1	2	3	4	5
12. 被激怒的	1	2	3	4	5	32. 無助的	1	2	3	4	5
13. 不知所措的	1	2	3	4	5	33. 生氣的	1	2	3	4	5
14. 惱怒的	1	2	3	4	5	34. 狂怒的	1	2	3	4	5
15. 不安的	1	2	3	4	5	35. 精力充沛的	1	2	3	4	5
16. 緊張的	1	2	3	4	5	36. 擔憂的	1	2	3	4	5
17. 愉快的	1	2	3	4	5	37. 神經緊繃的	1	2	3	4	5
18. 不確定的	1	2	3	4	5						
19. 無法專心的	1	2	3	4	5						
20. 易發脾氣的	1	2	3	4	5						

第四部分：自然體驗問卷

請根據你自己的想法與經驗回答下列敘述，不需要考慮他人的想法。

非常
不同意



非常
同意

1.	我很享受待在戶外，即使天氣不好也無妨。	1	2	3	4	5
2.	我理想的度假地點，會是一個偏遠的荒野地區。	1	2	3	4	5
3.	我會想到我的行為對於環境的影響。	1	2	3	4	5
4.	我很享受接觸大地、雙手沾滿泥巴的感覺。	1	2	3	4	5
5.	我與自然、環境的連結感是我精神靈性的一部份。	1	2	3	4	5
6.	我非常關注環境議題。	1	2	3	4	5
7.	無論身在何處我都會注意到野生動物。	1	2	3	4	5
8.	我不常到戶外接觸自然。	1	2	3	4	5
9.	我與自然並未分離，而是自然的一部分。	1	2	3	4	5
10.	想到要深入山林、遠離文明就令我害怕。	1	2	3	4	5
11.	我對自然的感受，並不會影響我如何過生活。	1	2	3	4	5
12.	即使身處在城市之中，我仍會察覺到周遭的自然。	1	2	3	4	5
13.	我與自然之間的關係是「我是誰」的重要一部份。	1	2	3	4	5
14.	我覺得自己和所有的生物以及地球息息相關。	1	2	3	4	5

第五部分：個人資料

1. 性別：_____
2. 年齡 (實歲)：_____
3. 身高：_____ cm
4. 體重：_____ kg
5. 教育程度：國小以下 國小(畢) 國中(畢) 高中職(畢) 大專(畢) 研究所以上(畢)
6. 接觸森林環境頻率：每周 1 次 每月 1 次 2 個月 1 次 半年 1 次 每年 1 次 幾乎不去
7. 是否喜歡這次的聆聽體驗：是 否 · 原因 (自由填寫)：_____

問卷到此結束，請將問卷交予研究人員