

應用空間資訊技術探討環境綠蔽度與雙相情緒障礙症之空間關聯—以台北都會區為例

陳映融¹ 洪語晨¹ 潘文驥²
龍世俊³ 吳治達^{4,*}

目標：本研究整合地理資訊系統、遙感探測技術以及統計模型，以探討環境綠蔽度與雙相情緒障礙症之關聯。**方法：**本研究經由健保資料庫承保抽樣歸入檔以獲取2003年至2012年台北都會區（含台北市及新北市）各鄉鎮雙相情緒障礙症之季發生率資訊；並透過MODIS之全球常態化差異植生指標（Normalized Difference Vegetation Index, NDVI）資料庫，以量化環境綠蔽度；最後使用廣義加乘混合模型，在校正社會經濟、人口學、環境、共病症等可取得之風險因子與時空自相關情況下，探討環境綠蔽程度與雙相情緒障礙症發生率之關聯性。**結果：**研究結果發現，NDVI與雙相情緒障礙症發生率之關聯達到統計上之極顯著水準（ $p < 0.01$ ），係數值為-0.51（95%CI: -0.68, -0.48），取自然對數後得相對風險值為0.60（95%CI: 0.51, 0.71），代表當鄉鎮之NDVI每上升一個四分位距（IQR=0.33）時，雙相情緒障礙症之發生率會降至原來的0.60倍。**結論：**由此可知，環境綠蔽度的增加與雙相情緒障礙症發生率的減緩具有正向的關聯性。（台灣衛誌 2018；37(5)：514-526）

關鍵詞：環境綠蔽度、雙相情緒障礙症、心理健康、常態化差異植生指標、空間資訊技術

前 言

自18世紀工業革命以來，人類的科技發展日新月異，隨之而來的是愈來愈嚴峻的環境危害、汙染問題，不僅僅破壞了生態環境的平衡，同時亦影響人類的生活品質以及身體健康。與此同時，全球快速都市化的壓

力、社會競爭、壅擠的生活環境以及經濟的壓力也使人類的心理壓力逐漸增加。根據台灣衛生福利部統計處的資料顯示，每年台灣花費了大量的醫療資源於治療心理疾病上，近年來更有增加的趨勢，自2004~2013年健康統計年報的統計結果可以發現，情感性精神症（Affective psychoses）為精神疾病當中就診數第三高的疾病[1]，為國人重要的心理健康疾病之一。

情感性精神病又稱為情感障礙（Affective disorders）或心境障礙（Affective psychoses），為一種臨床特徵為情感持續的高漲或低落的心理疾病。在精神疾病診斷與統計手冊第五版（The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-V, DSM-V）中，又將其命名為情緒障礙症（Mood disorder），根據其症狀又可劃分

¹ 國立嘉義大學森林暨自然資源學系暨研究所

² 國立陽明大學環境與職業衛生研究所

³ 中央研究院環境變遷研究中心

⁴ 國立成功大學測量及空間資訊學系

* 通訊作者：吳治達

地址：台南市東區大學路1號

E-mail: chidawu@mail.ncku.edu.tw

投稿日期：2018年6月8日

接受日期：2018年9月13日

DOI:10.6288/TJPH.201810_37(5).107047



為兩大類型：只有憂鬱症狀之鬱症（Major depressive disorder, MDD）及包含了躁症症狀的雙相情緒障礙症（Bipolar disorder, BD）；雙相情緒障礙症又依其嚴重程度分為第一型雙相情緒障礙症（Bipolar I disorder）、第二型雙相情緒障礙症（Bipolar II disorder）及循環型情緒障礙症（Cyclothymic disorder）[2]，第一型雙相情緒障礙症為當前最嚴重的精神障礙症之一。雙相情緒障礙症於台灣之盛行率約為4%[3]，根據研究發現，相較於一般人而言，其自殺風險高出二十至三十倍[4,5]，因此如何及早進行預防以及治療為當前重要的公共衛生議題。

雙相情緒障礙症之風險因子多元，根據其類別可分為神經性因子、社會性因子以及環境因子等。神經性因子如體內多巴胺（Dopamine）和血清素（Serotonin）之濃度或其受器為目前被認為影響人類情緒的主要因子之一[5,6]；社會性因子如社會支持及經濟狀況等[5,7]；環境因子方面，有研究發現大氣中之細懸浮微粒濃度（Fine Particulate Matter, PM_{2.5}）對於人的身心理皆有負面之影響[8,9]，另外也有研究發現溫度較高以及雨季亦為雙相情緒障礙症發生之高峰時期[5,10,11]。除上述因子外，目前亦有許多文獻指出，生活環境周遭之環境綠蔽度（Environmental Greenness）對於人類之心理或生理健康均有正向之助益，於大自然環境中進行森林浴吸收到的環境芬多精可以對於人體的自主神經系統產生作用（如血壓、脈搏率及心率之改變），並有調節壓力賀爾蒙的濃度（如唾液之可體松、尿酸中肌酸酐含量等）、提升人體免疫力（增加自然殺手細胞（Natural Killer Cells）之強度及數量）進而舒緩情緒緊繃之狀態[12,13]。

本研究經由健保資料庫承保抽樣歸人檔以獲取2003年至2012年台北都會區（含台北市及新北市）各鄉鎮雙相情緒障礙症之季發生率資訊；並利用地理資訊系統與遙感探測等空間資訊技術以量化環境綠蔽度；在校正社會經濟、人口學、環境、共病症等可取得之風險因子與時空自相關情況下，使用廣義

加乘混合模型，探討環境綠蔽程度雙相情緒障礙症發生率之關聯性。本研究為國內第一個探討環境綠蔽度與雙相情緒障礙症關聯之研究，期望相關成果可供有關單位進行公共衛生政策規劃之參考。

材料與方法

一、研究試區

本研究以台北都會區（含台北市及新北市）內之41個行政區為研究試區。台北市之總面積271.7997 km²，研究期間平均總人口約為2,630,081人[14]，人口密度約9,677人/km²，行政區人口之最大、最小、平均值以及中位數分別為313,112人、114,160人、219,173人及225,228；新北市之總面積2,502.57 km²，平均總人口則為3,814,693人[15]，人口密度約1,858人/km²行政區人口之最大、最小、平均值以及中位數分別為548,613人、5,605人、131,541人及76,105人。台北都會區中，人口數最高以及最低的行政區分別為板橋區（548,613人）以及平溪區（5,605人）。台北市與新北市除了是全台工商業發展與經濟開發最發達之地區外，亦是人口最多的二個縣市，相對於其他的地區而言，該地區的人們之生活壓力可能較高，基於此，本研究以台北都會區作為研究試區。

二、研究材料

本研究使用之資料如下：健保資料庫百萬歸人檔、MODIS環境綠蔽度資料、行政院環境保護署環境資源資料庫、氣象局氣象資料、社會經濟資料及鄉鎮等級分層資料。以下針對各項逐一介紹之：

（一）健保資料庫百萬歸人檔：

本研究採用2000年抽樣之承保抽樣歸人檔作為研究材料，參考DSM-V，利用國際疾病分類碼第九版之雙相情緒障礙症代碼（ICD 9: 296.4-296.8）及焦慮症（300）等其他共病症之疾病代碼，自資料庫中篩選出患者資訊並進行後續分析。本研究篩選百萬

歸入檔中於研究期間內台北都會區各行政區（鄉鎮）首次發病就診（需包含三次以上之雙相情緒障礙症之就診紀錄）之對象作為發生案例，並且統計之時間尺度為逐季，研究期間為2003年至2012年，共計40季；並且為求能夠更貼近於研究對象之真實居住地，我們使用個案研究期間最常去看感冒的就醫地點，以定義其居住地，本方法亦為前人研究提出以推估健保資料庫居住地點之方法[16]。

(二) MODIS環境綠蔽度資料庫：

本研究採用美國地質調查所（United State Geological Survey, USGS）提供之MODIS（Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, MODIS）衛星影像資料庫編號MOD13Q1常態化差異植生指標（Normalized Difference Vegetation Index, NDVI）之光譜影像產品以獲取環境綠蔽度之資訊[17]。NDVI係依據健康植物會大量吸收近紅外光、反射紅光之特性所設計之遙測光譜指生指標，亦為當前最常被用於監測大尺度之植被覆蓋狀況之遙測指標。NDVI值域介於1和-1之間，一般而言，植被生長良好與綠覆蓋度高之地區，其值愈接近1。NDVI之計算公式如下式：

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

式中：NIR=近紅外光；R=紅光。

NDVI影像之時間解析度為每16天一張，本研究在蒐集研究期間所有之台灣地區NDVI影像後，經過座標轉換並且與台灣行政區界圖進行套疊，最後透過GIS之空間分析功能計算各個行政區於每季之NDVI平均值，以代表其環境綠蔽度，台灣之四季NDVI分布圖如圖一所示。

(三) 行政院環境保護署環境資源資料庫：

本研究選用行政院環境保護署環境資源資料庫中之空氣品質監測資料，以校正空氣污染之影響。受限於國內PM_{2.5}監測資訊自2006年起方趨於完整，因此本研究首先利用

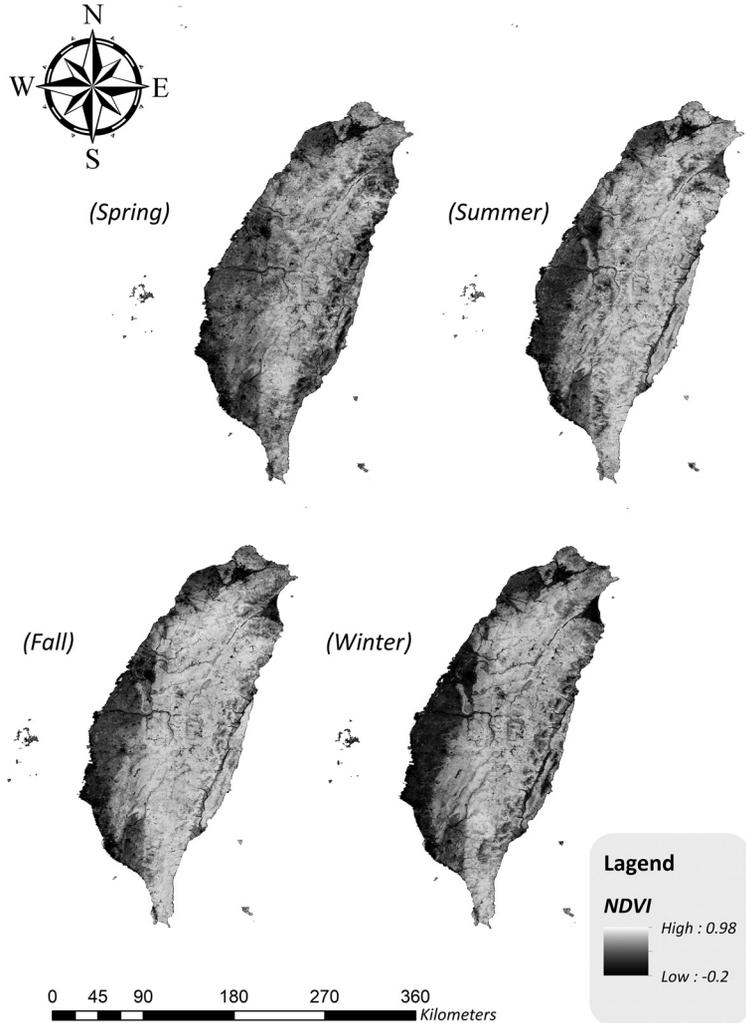
全台76個空品測站2006~2012年每日之PM_{2.5}與PM₁₀監測平均值建立線性迴歸模式，所得模式之R²值為0.75，代表PM₁₀確實可用以有效推估PM_{2.5}濃度變化；其次將2003-2005年之PM₁₀監測濃度代入所建模式中，以推得2003~2005年各測站PM_{2.5}濃度之推估值；最後透過普通克利金空間內插（Ordinary Kriging Interpolation），以100m×100m之網格為單位，推估全台細懸浮微粒之時空變異情形，並據以統計台北都會區各行政區之季平均細懸浮微粒濃度值，供後分析使用。

(四) 氣象局氣象資料：

本研究使用中央氣象局全台含自動站及人工站共403個氣象站之每月平均溫度及平均降雨量之統計資料，同樣的透過普通克利金空間內插，以100m×100m之網格為單位，推估研究區溫度及雨量之空間變化情形，再進一步的推算各鄉鎮之每季溫度及雨量平均值。

(五) 社會經濟資料及鄉鎮等級分層資料：

本研究之社會經濟資料取自於社會經濟資料服務平台[18]以及內政部財政資訊中心[19]之公開資訊，包含台北都會區各行政區之總人口數、年齡組成結構、性別比、行政區之單位年均綜合所得（千元/每戶）、高等教育程度（研究所畢/肄業）及粗離婚率等資料。鄉鎮等級分層資料為中央研究院2005年執行“台灣社會變遷基本調查研究”時，依據服務業人口百分比、工業人口百分比、十五至六十四歲人口百分比、六十五歲及以上人口百分比、專科及以上教育人口百分比與人口密度等六項因子，將台灣之鄉鎮依其都市化程度分為一至七級，分別為都會核心、工商市區、新興市區、傳統產業市集、低度發展鄉鎮、高齡化鄉鎮及偏遠鄉鎮[20]，本研究將其分為都會區主要人口聚集地的高度發展地區（都會核心、工商市區）與人較少且發展程度較低的低度發展地區（新興市區、傳統產業市集、低度發展鄉鎮、高齡化鄉鎮及偏遠鄉鎮）兩者作為一項類別變數。



圖一 2003年台灣四季NDVI圖

三、研究方法

(一) 台北都會區雙相情緒障礙症之時空分析
 本研究自百萬歸人檔中篩選並統計台北都會區各行政區每季雙相情緒障礙症之病例數，並計算其發生率，進而分析不同時期疾病發生率之變化；發生率之計算公式如下式：

$$I = \frac{N}{T - A} \times 100000$$

式中：I=發生率（每十萬人）；N=某段時

間內新增雙相情緒障礙症病例數（人）；T=某段時間內總人口數（人）；A=現存病例數（人）。

除觀察雙相情緒障礙症時間序列上變化情形外，本研究亦參考前人研究[21]，使用Moran's I指數以檢驗台北都會區雙相情緒障礙症之發生情形是否有空間聚集的現象。Moran's I指數為檢驗空間群聚現象之指標，其值介於-1至1之間，-1為空間上分散，1代表空間上聚集，0則表示空間上呈隨機分布狀態，數值愈接近-1或1則代表愈顯著。

(二) 環境綠蔽度之時空分析

同樣的，本研究亦針對台北都會區之環境綠蔽度進行時空分析，除觀察時間上之變化趨勢外，進一步比較環境綠蔽度與雙相情緒障礙症之發生率於空間上之分布趨勢。

(三) 環境綠蔽度與雙相情緒障礙症之關聯分析

本研究首先將資料庫依NDVI之中位數分為高暴露及低暴露二組，計算各項因子之敘述統計，並根據資料屬性分別利用非成對T檢定及卡方分析進行初步分析，以探討不同程度綠暴露之族群，其各項因子之間是否具有差異性。

接著本研究參考前人文獻[22]，利用R軟體所發展之(“Gamm4”)套件，以廣義加乘混合模型(Generalized Additive Mixed Model, GAMM)進行卜瓦松迴歸(Poisson Regression)，首先利用Spearman相關分析探討各因子間之相關性，以排除可能造成模型共線性之因子；之後，於校正環境因子、社會經濟因子、共病症(焦慮症)、隨機效應(Random Effects)，並考量時間及空間自相關(Spatial Autocorrelation)之情形下，探討每季之環境綠蔽度對於雙相情緒障礙症發生率之影響風險；此外，為避免極端值影響模型之配適，本研究計算發生率之四分位(Quartile)與四分位差(Inter Quartile Range, IQR)後，以3倍四分位差為標準去除極端值，總計共扣除48個樣本，佔總樣本數(N=1,640)之3%；至於在時間與空間自相關之處理方面，本研究亦參考前人研究[23]之作法，透過在模式中加入由行政區之X、Y座標組成之二維平滑曲線參數，並且預設該平滑曲面擁有九個自由度，以去除空間自相關產生之影響。同時假設雙相情緒障礙症發生率在時間上之相關矩陣為auto-regressive的形式，以同時控制時間自相關對於模型產生之干擾，表達式如下：

$$\ln(E[Y_s^C]) = \text{Intercept} + \tilde{\beta}\tilde{x}_s^C + TOWN^C + \text{cubic}(x,y;df=9)$$

$Y_{t,s}^C$ = 在第c行政區第s季節的雙相情緒障礙症發生率(1/10⁶)；

$\tilde{\beta}$ = 共病症發生率、環境因子及社會經濟因子之估計參數；

\tilde{x}_s^C = 在第c行政區第s季節之共病症發生率、環境因子及社會經濟因子；

$TOWN^C$ = 假設隨機效應為行政區數， $TOWN^C \sim N(0, \sigma_C^2)$ ；

$\text{cubic}(x,y; df=9)$ = 行政區之X、Y座標組成之二維平滑曲線參數，自由度為9。

此外為進一步驗證模型之可信度，本研究採取三種方式進行模型敏感度分析，分別為：替換人口結構因子、替換社會經濟因子，以及僅針對人口數較多之新北市行政區進行分析。

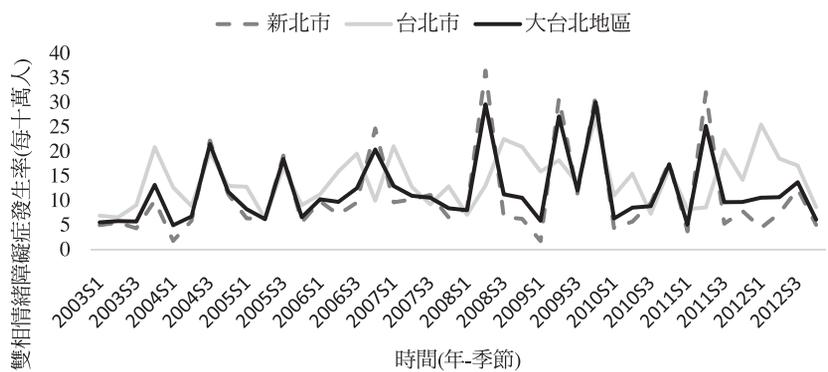
結 果

一、雙相情緒障礙症之時空分布

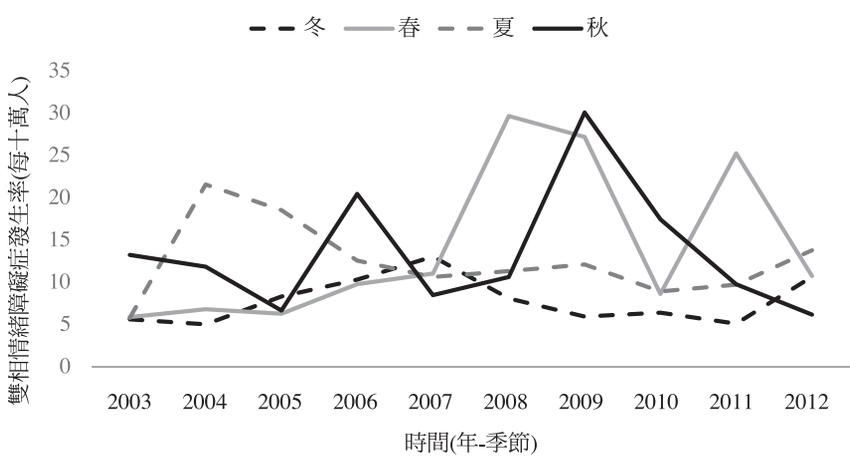
研究期間2003~2012年間，台北都會區罹患雙相情緒障礙症總病例數為1,261人，研究族群共有約252,370人，其中研究期間行政區平均年發生率最大值及最低值約為每十萬人30人(雙溪區)及每十萬人0人(平溪、石碇及石門區等)，部分行政區的高發生率係由於其行政區總人口數較少所致，為避免混淆讀者視聽，後續之圖表以及分析將移除極端值以作為最終之結果；整個研究期間台北都會區之雙相情緒障礙症的盛行率約為4.4‰；整體而言，雙相情緒障礙症發生率有逐年增加的趨勢(圖二)，比較各季節之發生率可發現，冬季之疾病發生率普遍較低(圖三)。在空間群聚性分析的部分，不論是2003~2012年間的任何一年、研究期間整體發生率或者各季發生率，其Moran's I指數均達到統計上之顯著水準(見表一)，代表著雙相情緒障礙症的發生率具有空間自相關。

二、環境綠蔽度之時空分析

如圖四所示，台北都會區四季NDVI以冬季最低，夏季最高，而平均約落於0.5左右，平均值於各個年度之間並沒有顯著的差



圖二 研究期間台北都會區雙相情緒障礙症發生率之變化趨勢



圖三 研究期間台北都會區四季雙相情緒障礙症發生率之變化趨勢

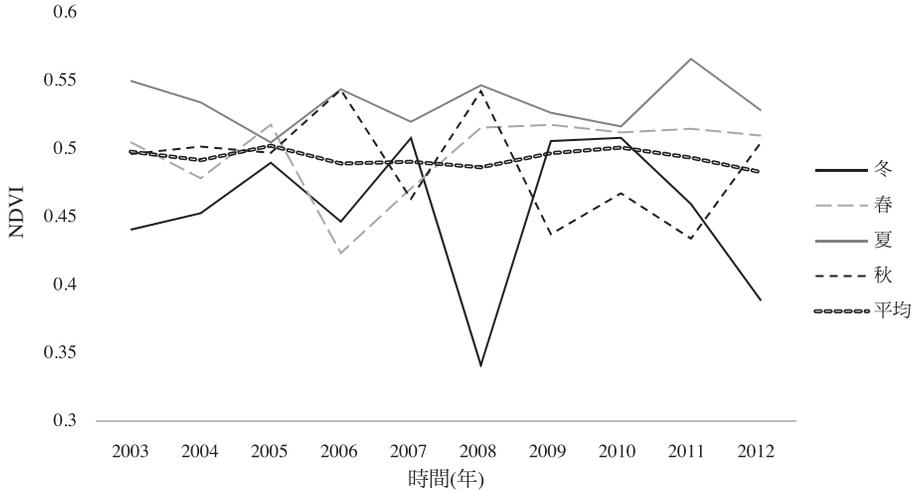
表一 空間群聚性分析結果表

分析項目	Moran's Index (p - value)	分析項目	Moran's Index (p - value)
2003	0.198 (0 ^{**})	2010	0.12 (<0.01 ^{**})
2004	0.126 (<0.01 ^{**})	2011	0.257 (0 ^{**})
2005	0.109 (<0.01 ^{**})	2012	0.358 (0 ^{**})
2006	0.176 (<0.01 ^{**})	春	0.17 (<0.01 ^{**})
2007	0.107 (<0.01 ^{**})	夏	0.227 (0 ^{**})
2008	0.151 (<0.01 ^{**})	秋	0.452 (0 ^{**})
2009	0.444 (0 ^{**})	冬	0.328 (0 ^{**})

** p<0.01

異；如將其與移除極端值後（超出第一、第三個四分位數三個標準差的樣本）雙相情緒障礙症之年發生率進行比較（圖五），則可

發現疾病發生率較高的地區多位於台北市以及周邊工商產業較發達、並且NDVI值相對較低的地區。



圖四 研究期間台北都會區四季NDVI之變化趨勢

三、雙相情緒障礙症與環境綠蔽度之統計分析

(一) 敘述統計

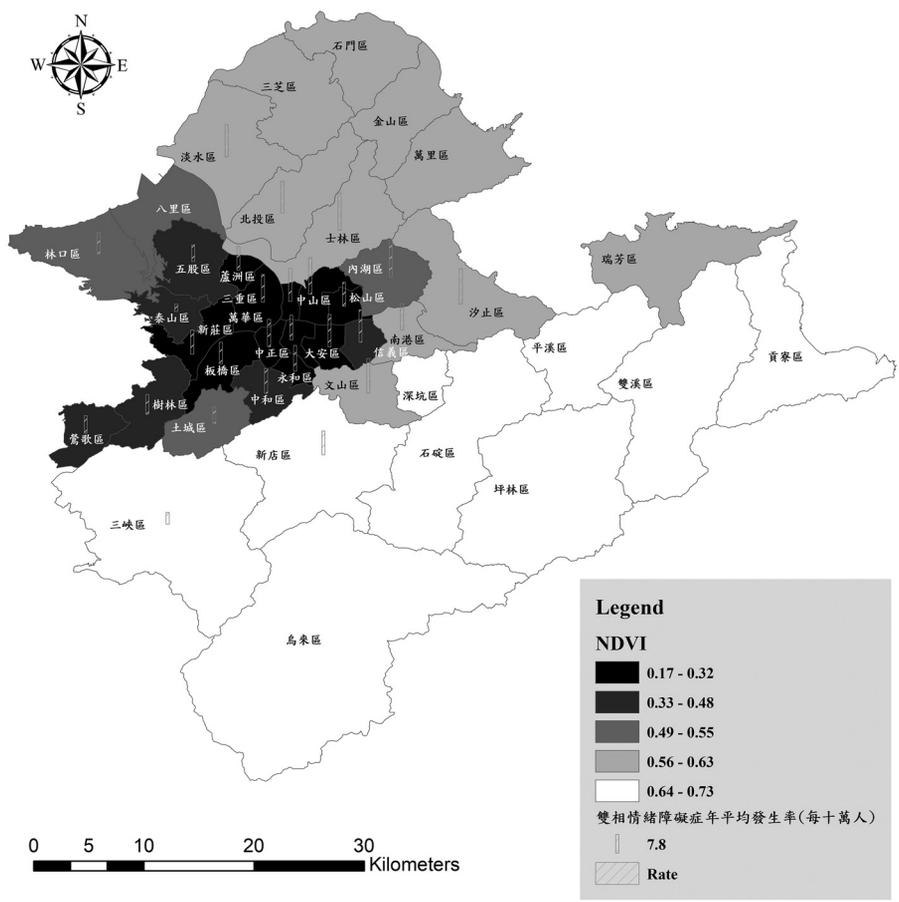
將所有資料以NDVI中位數(0.524)分為高NDVI暴露與低NDVI暴露兩個族群進計算其敘述統計，結果如表二。雙相情緒障礙症發生率、焦慮症發生率、鄉鎮等級、PM_{2.5}濃度、年均綜合所得、季均降雨量及高發年齡層人口數皆有顯著差異，其中雙相情緒障礙症發生率、PM_{2.5}濃度、年均綜合所得及高發年齡層人口數在高NDVI暴露地區之數值較低，焦慮症發生率及季均降雨量在高NDVI暴露地區之數值則較高，而鄉鎮等級則是高NDVI暴露地區之平均鄉鎮等級較低，主要為新興市鎮。

(二) GAMM模型

本研究利用Spearman相關分析以初步瞭解環境綠蔽度及雙相情緒障礙症發生率之相關性，其相關係數為-0.246，並達統計上之顯著水準(p<0.01)。在挑選校正因子時以Spearman相關係數為標準，留下與疾病發生率相關性較高之因子供模式校正，最後選擇之校正因子為焦慮症發生率(每十萬人)、PM_{2.5}($\mu\text{g}/\text{m}^3$)、粗離婚率(%)、年均綜合所得(千元)、季均溫(°C)、季均降雨量(ml)、季節(分為冷季及暖季)及鄉鎮

等級(高低兩階層)等八項因子，並且模式中亦同時考量隨機效應以及時間及空間自相關。

表三為GAMM主模型分析結果，由表中可知，除了季節降雨量外的PM_{2.5}、焦慮症發生率、年均綜合所得、粗離婚率、鄉鎮等級、季節以及季均溫等七項因子均達到統計上之顯著水準(p<0.01)，其中僅粗離婚率及鄉鎮等級為負相關，表示離婚率較高以及鄉鎮等級較低的地區，其雙相情緒障礙症的發生率較低；而其他因子如PM_{2.5}、焦慮症發生率、年均綜合所得、季節以及季均溫等均為正相關，則表示PM_{2.5}濃度、焦慮症發生率、年均綜合所得及季均溫較高的地區，其雙相情緒障礙症的發生率相較於其他地區而言會較高，季節的部分則是可以得知於天氣較熱的暖季，雙相情緒障礙症的發生率較高。而在校正了八項風險因子後，NDVI對雙相情緒障礙症之影響仍達到統計上之顯著水準(p<0.05)，其係數為負值，表示NDVI愈高，疾病發生率則愈低；將其取自然對數計算相對風險後得NDVI之相對風險值為0.599，表示NDVI每增加一單位IQR(≈ 0.33)，雙相情緒障礙症發生率會變為原來的0.599倍，而PM_{2.5}每增加一單位IQR($\approx 9.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$)，雙相情緒障礙症



圖五 研究期間台北都會區各行政區NDVI及雙相情緒障礙症發生率之空間分布

表二 敘述統計

因子	低綠蔽度區 (NDVI < 0.524)	高綠蔽度地區 (NDVI ≥ 0.524)	p - value
雙相情緒障礙症發生率 (每十萬人) ^a	9.52	5.54	0**
焦慮症發生率 (每十萬人) ^a	226.18	232.74	0**
粗離婚率 ^b	4.30	3.52	0.98
高等教育比例 ^b	0.03	0.02	0.99
性別比 ^b	98.56	106.03	0.99
鄉鎮等級 ^b	1.77	3.62	0.03*
PM _{2.5} ^a	30.40	28.55	0**
綜合所得 (千元/每戶) ^a	924.58	775.92	0**
季均溫 (°C) ^a	22.04	21.70	0.13
季均降雨量 (ml) ^a	6.98	8.91	0**
15至44歲人口數 (高發年齡層人口數) ^a	103,346	48,289	0**

^a 使用非成對T檢定進行分析。

^b 使用卡方檢定進行分析。

*p<0.05, **p<0.01

表三 GAMM主模型分析結果

校正因子	係數值(95%CI)	相對風險(95%CI)	p - value
NDVI/IQR ^a	-0.512 (-0.676, -0.48)	0.599 (0.509, 0.706)	<0.01**
PM _{2.5} /IQR ^b	0.139 (0.095, 0.183)	1.149 (1.100, 1.200)	<0.01**
焦慮症發生率(每十萬人)	0.0002 (0.00002, 0.0005)	1.0002 (1.00002, 1.0005)	0.03*
綜合所得(千元/每戶)	0.001 (0.0007, 0.0014)	1.001 (1.0006, 1.0013)	<0.01**
粗離婚率(‰)	-0.066 (-0.100, -0.033)	0.936 (0.905, 0.967)	<0.01**
鄉鎮等級(基準組=高發展地區) ^c	-3.607 (-5.249, -1.965)	0.027 (0.005, 0.140)	<0.01**
季節(基準組=冷季) ^d	0.202 (0.141, 0.263)	1.224 (1.152, 1.301)	<0.01**
季均溫(°C)	0.017 (0.0007, 0.024)	1.017 (1.0007, 1.0014)	<0.01**
季均降雨量(ml)	0.006 (-0.0007, 0.013)	0.101 (0.999, 1.013)	0.07

*p<0.05, **p<0.01

^aNDVI IQR=0.33

^bPM_{2.5} IQR=9.47 μg/m³

^c低發展地區(Town Level: 3~7)相較於高發展地區(Town Level: 1~2)。

^d暖季(夏、秋)相較於冷季(春、冬)。

之發生率會提升為原來的1.149倍；由此可知環境綠蔽度的增加對與雙相情緒障礙症之發生率之下降具有正向之關聯性；而區域PM_{2.5}濃度的上升則對該疾病具有負面效應。

表四為模型敏感度分析之結果，替換人口結構因子模型係將原本的鄉鎮等級替換為15至44歲人口數(高發年齡層人口數)，結果發現NDVI仍達到統計上之顯著水準(p<0.01)，相對風險為0.59；替換社會經濟因子模型係將年均綜合所得替換為高教育人口比，結果NDVI仍達到統計上之顯著水準(p<0.01)，相對風險為0.61；最後，如針對人口數較多之新北市進行分析，所得結果NDVI亦達到統計上之顯著水準(p<0.01)，相對風險為0.34。以上結果與主模式頗為一致，故再次證實，NDVI與雙相情緒障礙症的發生確實具有統計上之顯著負相關，增加周遭環境的綠蔽度，與雙相情緒障礙症發生的下降具有一定程度的關聯性。

討 論

本研究之結果發現，環境綠蔽度較高之地區其雙相情緒障礙症發生率較低，並且經由GAMM模型結果亦指出，環境綠蔽度的

增加，與雙相情緒障礙症發生率的下降具有正向之關聯性，證明綠色環境對人類心理健康或具統計上之正面效應，在心理疾病上亦可能有減緩、保護之效用；與此同時，模型結果亦指出，PM_{2.5}濃度的上升對於雙相情緒障礙症之發生率具有統計上之負面影響，當濃度愈高、其發病風險愈高，這與前人研究發現的PM_{2.5}對於人體具有負面之影響效應之結果頗為相符。在另一方面，年均綜合所得及粗離婚率兩項因子與疾病之關係與本研究預期之結果略有出入，模型結果指出，高年均綜合所得及低粗離婚之地區，其雙相情緒障礙症之發生率反而較高，推測可能是由於高所得之職業相對也面臨了較高的壓力；而離婚率的數字或許無法完整的代表研究對象之社會支持狀態，對於婚姻生活不佳的夫婦而言，婚姻生活(未離婚)反而可能是其心理壓力的來源之一。

目前國際上針對雙相情緒障礙症風險因子的探討多分為基因、腦部結構與環境等三大類別，前兩項資訊基於資料加密與取得的限制本研究未能獲取。而環境的部分則又可細分為個人、生活品質/習慣、社會經濟、自然環境等不同的面相。現階段多數的研究中均以個人、生活習慣及社會經濟等面向作為主要探討標的，如內分泌問題、飲酒習慣、社經地位等[24-26]，除熱浪及溫度之議

表四 GAMM敏感度分析結果表

校正因子	係數值(95%CI)	相對風險(95%CI)	p - value
替換人口結構因子 ^a	-0.53 (-0.69, -0.36)	0.59 (0.50, 0.70)	<0.01**
替換社會經濟因子 ^b	-0.50 (-0.67, -0.34)	0.61 (0.51, 0.71)	<0.01**
針對新北市進行分析 ^c	-1.08 (-1.31, -0.86)	0.34 (0.27, 0.42)	<0.01**

** p<0.01

^a 將鄉鎮等級替換為15至44歲人口數（高發年齡層人口數），其餘校正因子同主模式。

^b 將綜合所得稅替換為高教育人口比，其餘校正因子同主模式。

^c 校正因子同主模式。

題外鮮少針對生活周遭之自然環境進行探討 [27]，尤其於環境綠蔽度的部分更是闕如，因此本研究認為排除材料取得之限制後，除了個人、社會經濟因子外，亦可考量自然環境對於人類身心心理健康之效應。

本研究之分析過程亦面臨部分限制，在社會普遍對心理疾病汙名化的情況下，有許多的患者並不願意就醫，因此雙相情緒障礙症之樣本數實有低估之現象，同時受限於個資加密的需求以及研究之設計，亦缺乏研究對象之真實居住地點、家族病史及其生活事件、生活習慣、內分泌問題以及基因等資訊，此外，針對個案之地理定位亦只能到鄉鎮尺度，並且跨區就診的情形亦不易由健保資料庫之資訊加以釐清。然而透過感冒就醫地定義居住地以及校正可能之風險因子後，本研究之模型仍指出，環境綠蔽度對雙相情緒障礙症之風險具統計上之顯著意義，並且兩者為負相關；PM_{2.5}之濃度對其亦具統計上之顯著意義，兩者為正相關。未來若可獲取更加貼近現實情況及個人生活之相關資料，對於環境綠蔽度及細懸浮微粒對於雙相情緒障礙症之影響將能具有更進一步的釐清。

結論

本研究應用空間資訊技術與統計模型，以探討台北都會區環境綠蔽度與雙相情緒障礙症發生率之關聯。在校正各項可取得之風險因子情況下，環境綠蔽度與雙相情緒障礙症發生率仍然具有統計上之顯著負相關，並且根據模型之結果顯示，隨著環境綠蔽度的增加，對於雙相情緒障礙症具有保護效果，

證明綠色環境對人類心理健康具統計上之正面之效應，在心理疾病上亦有減緩、保護之效用。期望未來能有更多研究者能夠深入探討環境綠資源對於人體身心健康的影響效應，進一步提倡環境綠資源對於人體健康之效益。

致 謝

本研究承蒙科技部計畫（MOST 107-2119-M-415-001-）補助經費與支持，特此致謝。

參考文獻

1. 衛生福利部中央健康保險署：102年全民健康保險統計。https://www.nhi.gov.tw/Content_List.aspx?n=BFAE9C7F5523C596&topn=CDA985A80C0DE710&upn=C5A20D908B8C5BFF。引用2018/06/04。National Health Insurance Administration, Ministry of Health and Welfare, R.O.C. (Taiwan). National health insurance annual statistical report, 2013. Available at: https://www.nhi.gov.tw/Content_List.aspx?n=BFAE9C7F5523C596&topn=CDA985A80C0DE710&upn=C5A20D908B8C5BFF. Accessed June 4, 2018. [In Chinese]
2. 徐翊健、高廉程、張杰等譯：DSM-5精神疾病診斷與統計。新北市：合記圖書，2018。Hsu IC, Kao LC, Chang C, et al, Compiled. The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders- V. New Taipei City: Ho-Chi Publishing Co., 2018. [In Chinese]
3. Bih SH, Chien IC, Chou YJ, Lin CH, Lee CH, Chou P. The treated prevalence and incidence of bipolar disorder among national health insurance enrollees in Taiwan, 1996–2003. Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol 2008;43:860-5. doi:10.1007/s00127-008-0378-1.

4. Merikangas KR, Jin R, He JP, et al. Prevalence and correlates of bipolar spectrum disorder in the world mental health survey initiative. *Arch Gen Psychiatry* 2011;**68**:241-51. doi:10.1001/archgenpsychiatry.2011.12.
5. 徐儷瑜、黃君瑜、古黃守廉、曾幼涵議：變態心理學。修訂二版。台北：雙葉書廊出版社，2014；197-256。
Shyu LY, Huang CY, Hwang-Gu SL, Tseng YH Compiled. *Abnormal Psychology*. 2nd ed., Taipei: Yeh Yeh Book Gallery, 2014; 197-256. [In Chinese]
6. Neumeister A, Konstantinidis A, Stastny J, et al. Association between serotonin transporter gene promoter polymorphism (5HTTLPR) and behavioral responses to tryptophan depletion in healthy women with and without family history of depression. *Arch Gen Psychiatry* 2002;**59**:613-20. doi:10.1001/archpsyc.59.7.613.
7. Hibbeln JR, Nieminen LR, Blasbalg TL, Riggs JA, Lands WE. Healthy intakes of n-3 and n-6 fatty acids: estimations considering worldwide diversity. *Am J Clin Nutr* 2006;**83**:1483S-93S. doi:10.1093/ajcn/83.6.1483S.
8. Boldo E, Linares C, Lumbreras J, et al. Health impact assessment of a reduction in ambient PM_{2.5} levels in Spain. *Environ Int* 2011;**37**:342-8. doi:10.1016/j.envint.2010.10.004.
9. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012;**380**:2224-60. doi:10.1016/S0140-6736(12)61766-8.
10. 潘建志、沈武典、陳碧玉、鄧惠文：台灣地區十年自殺率之探討：天氣、氣溫與自殺間的關係。台灣精神醫學會九十年學術論文研討會。台北：台灣精神醫學會，2001
Pan CC, Shen WW, Chen BY, Deng HW. Discussion on the suicide rate in Taiwan for ten years: the correlation between weather, temperature and suicide. In: *Proceedings of 2011 Annual Conference of Taiwanese Society of Psychiatry*. Taipei: Taiwanese Society of Psychiatry, 2001. [In Chinese]
11. Lee HC, Tsai SY, Lin HC. Seasonal variations in bipolar disorder admissions and the association with climate: a population-based study. *J Affect Disord* 2007;**97**:61-9. doi:10.1016/j.jad.2006.06.026.
12. Li Q. Effect of forest bathing trips on human immune function. *Environ Health Prev Med* 2010;**15**:9-17. doi:10.1007/s12199-008-0068-3.
13. Mackay GJ, Neill JT. The effect of “green exercise” on state anxiety and the role of exercise duration, intensity, and greenness: a quasi-experimental study. *Psychol Sport Exerc* 2010;**11**:238-45. doi:10.1016/j.psychsport.2010.01.002.
14. 台北市政府主計處：台北市統計資料庫查詢系統。http://210.69.61.217/pxweb2007-tp/dialog/statfile9.asp。引用2018/06/04。
Department of Budget, Accounting and Statistics, Taipei City Government. Taipei City statistical database query system. Available at: http://210.69.61.217/pxweb2007-tp/dialog/statfile9.asp. Accessed June 4, 2018. [In Chinese]
15. 新北市政府主計處：新北市統計資料庫。http://pxweb.bas.ntpc.gov.tw/pxweb/dialog/statfile9_n.asp。引用2018/06/04。
Department of Budget, Accounting and Statistics, New Taipei City Government. New Taipei City statistical database. Available at: http://pxweb.bas.ntpc.gov.tw/pxweb/dialog/statfile9_n.asp. Accessed June 4, 2018. [In Chinese]
16. 林民浩、楊安琪、溫在弘：利用地區差異與人口學特徵評估全民健保資料庫人口居住地變項之推估原則。台灣衛誌 2011；**30**：347-61。doi:10.6288/TJPH2011-30-04-05。
Lin MH, Yang AC, Wen TH. Using regional differences and demographic characteristics to evaluate the principles of estimation of the residence of the population in National Health Insurance Research Databases (NHIRD). *Taiwan J Public Health* 2011;**30**:347-61. doi:10.6288/TJPH2011-30-04-05. [In Chinese: English abstract]
17. Didan K. MOD13Q1 MODIS/Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid V006 [Data set]. NASA EOSDIS LP DAAC 2015. doi:10.5067/MODIS/MOD13Q1.006.
18. 內政部統計處：社會經濟資料服務平台。https://segis.moi.gov.tw/STAT/Web/Platform/QueryInterface/STAT_QueryInterface.aspx?Type=0。引用2018/06/04。
Department of Statistics, Ministry of the Interior, R.O.C. (Taiwan). Socioeconomic information service platform. Available at: https://segis.moi.gov.tw/STAT/Web/Platform/QueryInterface/STAT_QueryInterface.aspx?Type=0. Accessed June 4, 2018. [In Chinese]
19. 財政部財政資訊中心：業務統計。https://www.fia.gov.tw/News.aspx?n=7769B1BD01306B45&sms=BD450CA810662F3D。引用2018/06/04。
Fiscal Information Agency, Ministry of Finance.

- Service statistics. Available at: <https://www.fia.gov.tw/News.aspx?n=7769B1BD01306B45&sms=BD450CA810662F3D>. Accessed June 4, 2018. [In Chinese]
20. 侯佩君、杜素豪、廖培珊、洪永泰、章英華：台灣鄉鎮市區類型之研究：「台灣社會變遷基本調查」第五期計畫之抽樣分層效果分析。調查研究—方法與應用 2008；(23)：7-32。doi:10.7014/TCYCFYFY.200804.0007。
 - Hou PC, Tu SH, Liao PS, Hung YT, Chang YH. The typology of townships in Taiwan: the analysis of sampling stratification of the 2005-2006 “Taiwan Social Change Survey”. Survey Research - Method and Application 2008;(23):7-32. doi:10.7014/TCYCFYFY.200804.0007. [In Chinese: English abstract]
 21. 李崇睿、龍世俊、吳治達：乾淨空氣何處尋？空氣污染暴險之人口及地理不均等分布。人口學刊 2013；(47)：1-33。doi:10.6191/JPS.2013.47.01。
 - Lee CR, Lung SC, Wu CD. Spatial distribution and socio-demographic characteristics of the population with high exposure to traffic-related pollution in Taipei. J Population Studies 2013;(47):1-33. doi:10.6191/JPS.2013.47.01. [In Chinese: English abstract]
 22. Verbeke G, Molenberghs G. Linear Mixed Models for Longitudinal Data. 1st ed., New York, NY: Springer, 2009.
 23. 陳映融、吳治達、潘文驥等：老年人口自殺與熱島效應之空間關聯分析：以2000年至2008年台北都會區生態調查研究為例。台灣衛誌 2016；35：406-17。doi:10.6288/TJPH201635104089。
 - Chern YR, Wu CD, Pan WC, et al. Spatial correlation analysis of elderly suicides and Urban Heat Island Effects: an ecological study in Taipei, 2000-2008. Taiwan J Public Health 2016;35:406-17. doi:10.6288/TJPH201635104089. [In Chinese: English abstract]
 24. Berk M, Kapczinski F, Andreazza AC, et al. Pathways underlying neuroprogression in bipolar disorder: focus on inflammation, oxidative stress and neurotrophic factors. Neurosci Biobehav Rev 2011;35:804-17. doi:10.1016/j.neubiorev.2010.10.001.
 25. Farren CK, Hill KP, Weiss RD. Bipolar disorder and alcohol use disorder: a review. Curr Psychiatry Rep 2012;14:659-66. doi:10.1007/s11920-012-0320-9.
 26. Tsuchiya KJ, Agerbo E, Byrne M, Mortensen PB. Higher socio-economic status of parents may increase risk for bipolar disorder in the offspring. Psychol Med 2004;34:787-93. doi:10.1017/S0033291703001491.
 27. Bullock B, Murray G, Meyer D. Highs and lows, ups and downs: meteorology and mood in bipolar disorder. PLoS One 2017;12:e0173431. doi:10.1371/journal.pone.0173431.

Association between surrounding greenness and bipolar disorder using spatial informatics: a study in Taipei

YINQ-RONG CHERN¹, YU-CHEN HUNG¹, WEN-CHI PAN²,
SHIH-CHUN CANDICE LUNG³, CHIH-DA WU^{4,*}

Objectives: This study investigated the association between surrounding greenness and bipolar disorder in the Taipei metropolitan area (Taipei City and New Taipei City) using a geographic information system and remote sensing technologies. **Methods:** The seasonal incidence of bipolar disorder from 2003 to 2012 for each township in the Taipei metropolitan area was calculated based on medical records extracted from the Longitudinal Health Insurance Database 2000. Surrounding greenness information was collected as the normalized difference vegetation index (NDVI) provided by NASA's Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer. The generalized additive mixed model was applied to examine the relationship between surrounding greenness and bipolar incidence after adjusting for socioeconomic status, demographic characteristics, environmental factors, and comorbidity. **Results:** Accounting for potential confounding variables, we found a statistically significant negative relationship between NDVI and bipolar incidence (regression coefficient: -0.51 ; 95% confidence interval [CI]: -0.68 , -0.48 ; $p < 0.01$). The adjusted relative risk for bipolar incidence was 0.60 (95% CI: 0.51–0.71) per interquartile range increment (0.33) on NDVI. **Conclusions:** Surrounding greenness is statistically associated with bipolar incidence in the Taipei metropolitan area. (*Taiwan J Public Health*. 2018;37(5):514-526)

Key Words: *surrounding greenness, bipolar disorder, mental health, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), spatial informatics*

¹ Department of Forestry and Natural Resources, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan, R.O.C.

² Institute of Environmental and Occupational Health Sciences, National Yang-Ming University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

³ Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, R.O.C.

⁴ Department of Geomatics, National Chen Kung University, No. 1, University Rd., East Dist., Tainan, Taiwan, R.O.C.

* Correspondence author. E-mail: chidawu@mail.ncku.edu.tw

Received: Jun 8, 2018 Accepted: Sep 13, 2018

DOI:10.6288/TJPH.201810_37(5).107047