

# 地理資訊系統應用於毒品查獲空間分布： 縣市毒品查獲地點的分析

章可藍<sup>1</sup> 蔡煜書<sup>1</sup> 詹大千<sup>2</sup> 束連文<sup>3</sup>  
陳娟瑜<sup>4,5,6</sup> 顏正芳<sup>7,8,9</sup> 余沛蓁<sup>10</sup> 徐 睿<sup>11</sup>  
蔡文瑛<sup>11</sup> 陳為堅<sup>1,5,12,\*</sup>

**目標：**本研究針對三、四級毒品查獲地點，以地理資訊系統探討毒品查獲與地域環境的關係。**方法：**以某縣市A從2011至2015五年間毒品查獲案件地點，使用ArcGIS進行空間分析。先進行全域分析，再將查獲率高低以視覺化圖形呈現。然後進行區域分析，包括二種熱點分析(Getis-Ord Gi\*與核密度函數)。最後畫出毒品查獲數之年變動率圖。**結果：**5年間的最近鄰指數R皆遠小於1，顯示毒品查獲地點有空間聚集性。區域分布圖從只有少數高查獲率區，逐步蔓延成多區皆屬高查獲率區。南邊行政區域之查獲率屬中高等級者，其Getis-Ord Gi\*的檢定也呈顯著而可判為熱區。套疊實際街道圖，用GeoPDF的格式輸出，可研判查獲地點與街道特性之相關性。核密度分布圖也顯示核密度值較高的點皆位於西南邊與鄰近幾區內。查獲數之年變動率與查獲率分年曲線圖，呈現各區毒品查獲之變動情勢不同。**結論：**透過地理資訊系統的視覺化歸納，配合熱點分析及風險圖像，有助於辨識出三、四級毒品的聚集點特徵，進而落實毒品防制的在地化策略。(台灣衛誌 2016；35(6)：671-684)

**關鍵詞：**地理資訊、非法藥物、毒品、空間分布型態、熱點分析

<sup>1</sup> 國立台灣大學公共衛生學院流行病學與預防醫學研究所

<sup>2</sup> 中央研究院人文社會科學中心

<sup>3</sup> 台北市立聯合醫院昆明防治中心

<sup>4</sup> 國立陽明大學公共衛生研究所

<sup>5</sup> 國立台灣大學公共衛生學院公共衛生學系

<sup>6</sup> 國家衛生研究院神經與精神研究中心

<sup>7</sup> 高雄醫學大學醫學院附設中和紀念醫院精神科

<sup>8</sup> 高雄醫學大學醫學院醫學系

<sup>9</sup> 高雄醫學大學醫學院醫學研究所

<sup>10</sup> 高雄市政府衛生局社區心理衛生中心

<sup>11</sup> 行政院衛生福利部食品藥物管理署管制藥品組

<sup>12</sup> 國立台灣大學醫學院精神科

\* 通訊作者：陳為堅

地址：台北市中正區徐州路17號

E-mail: wjchen@ntu.edu.tw

投稿日期：2016.6.1

接受日期：2016.10.17

DOI:10.6288/TJPH201635105036



## 前言

成癮性的非法藥物(我國慣稱毒品，以下沿用這個名稱)的使用，可能使人產生強迫性的藥物使用行為、戒斷症狀及不可逆的腦部結構改變，也會提高罹患與藥物使用相關之傳染病的危險性，影響社會生活正常功能、因而對社會經濟帶來巨大的影響，已成世界各國日益嚴重的公共衛生議題[1-5]。為了掌握毒品使用的分布與危險因子，傳統的流行病學調查面臨許多挑戰，例如：受訪者可能低報毒品之使用[6]、毒品使用者不易於家戶調查中被訪到[7]。因此，直接針對被查獲之毒品使用者進行相關分析，也是掌握毒品使用之流行病學特徵的重要一環。

行政院自2006年7月開始，在全國各縣

市推動成立毒品危害防制中心(簡稱毒防中心)，由各相關單位人員聯合組成[8]。初期主要針對第一、二級毒品之列管個案之相關處遇服務。然而自2006年起，第三級毒品躍居緝獲量的第一位，其中又以愷他命為首位，而且持續至今[9]。因應這個趨勢，後增列毒品危害防制講習及相關諮詢、輔導服務。各縣市政府多以衛生局為毒防中心之基地，突顯出公共衛生在毒品防治上的重要性。鑒於愷他命使用的日益增加，立法院於2009年修訂毒品危害防制條例第11條，明定持有第三、四級毒品達20公克以上者，應具體求刑(得併科罰金)；施用或持有未達20公克者，由查獲地之警察局裁處行政處分，並由毒防中心實施毒品危害講習，內容包含戒毒法令及毒品之簡介、危害、戒治、濫用防治等有關事項(但少年施用第三級或第四級毒品者，則另依少年事件處理法處理)[10]。從這個處罰上的區別來看，受三、四級毒品行政處罰者可說是毒品的初期使用者。若能對這些人有較多瞭解，將有助於進一步的介入與預防。

像毒品使用這種犯罪行為的產生，除了犯罪人本身的特質外，社會環境如何對於犯罪事件的產生，也日漸受到重視而有很多種解釋的模型。例如，可能是受到鄰近區域他人的集合行為所影響(所謂的社會解體論)[11]，可能是受誘導性環境的影響(所謂的破窗理論)[12]，或是反應一種社會拼裝(assemblage)[13]。因此，毒品使用行為常發生在具有某些特性的地理區域，也引發學者們主張應將發生地點納入毒品使用與毒品政策之研究[14]。近十年來，國外已經有許多研究將毒品使用與地理資訊系統(Geography Information System，簡稱GIS)結合。例如，利用緝毒資料所進行的地理空間分析顯示，毒品走私及毒販活動等案件常集中在某些社會經濟情況較差的地區，並且常與其他重大刑案發生在相近的區域[15]。也有研究者利用毒品持有者的資料庫，以GIS技術找出持有大麻及古柯鹼的熱點(hotspot)[16]。美國疾病管制中心甚至將歷年的健康行為調查資料與GIS結合，製作了一種互動式地圖資

料庫，讓使用者可以瀏覽或下載資料(<http://apps.nccd.cdc.gov/gisbrfss/default.aspx>)。這些應用，不僅提供毒品使用的熱點資訊，還可以比對在熱點發生個案的相關社會行為型態，作為毒品防制上的參考[14,15,17,18]。

台灣對於犯罪行為的探討，已有人針對特定犯罪行為利用GIS進行空間分析[19,20]。但是在毒品使用方面，之前由於這類資訊並未開放予學界使用，目前並未有利用地理資訊系統進行分析的文獻。本研究之假設為毒品案件之發生，在地理分布上並非隨機產生，而是有特定的空間聚集。以地方縣市毒防中心所接獲的三、四級毒品案件的行政處分書，針對毒品查獲地點，以GIS探討毒品使用與地域環境的關係。我們嘗試利用空間分析的技術，建立毒品查獲地點的視覺化歸納，包括熱點分析及風險圖像繪製，以落實毒品濫用防制策略的在地化。

## 材料與方法

### 一、資料蒐集

本研究所使用的資料有三類。第一類是「毒品查獲地點資料」：是由衛福部食藥署發函縣市毒品防制中心，請各縣市儘可能提供2011年至2015年間，違反毒品危害防制條例第三、四級毒品處分書的部分資訊，包括：(1)受處分人之性別、出生年；(2)事實發生時間；(3)事實發生地點(至少有鄉鎮市行政區，有詳細地址為佳)；(4)毒品使用種類。第二類是「地理圖層資料」：主要來自兩大部分。其一為內政部資訊中心所設之「地理資訊圖資雲服務平台」(TGOS, [http://tgos.nat.gov.tw/tgos/web/tgos\\_home.aspx](http://tgos.nat.gov.tw/tgos/web/tgos_home.aspx))，包括：村里界圖(TWD97\_121分帶，供應單位：內政部國土測繪中心)、通用版電子地圖(WMS)。其二是GIS軟體所內建的資訊，本研究使用ArcGIS軟體中的基本底圖-OpenStreetMap。第三類為「地理相關統計資料」：主要是內政部統計處以及地方府政民政局處所公布之統計數據，包括歷年人口數與月人口統計等。

前述之毒品處分書相關資訊，先經由衛

福部食藥署轉發函文通知毒防中心提供；提供時亦是回函至食藥署，再轉交本研究團隊分析。所有的作業流程，皆遵守相關法律規定。處分書係以每一案件的被處分人為寄發單立，因此本研究資料點為個別被處分人。由於個資法的規定，我們所取得資料並不具有個人身分的辨識性。因此，不同案件是否由同一人所犯，則無法判斷。

由於各縣市毒防中心所能提供之資料，不管是變項數目或變項內缺漏程度，皆有極大變異。因此，本文選取資料提供最完整的縣市A，作為示範應用GIS的例子。不過，即使是縣市A所提供的資料，查獲地點與社會人口學變項(如性別、年齡等)是存放成二個分開的檔，沒有可供連結的變項。因此，本研究只能單獨針對查獲地點進行分析，無法再依這些人口學變項進行分層分析。

最後納入本研究的縣市A資料，為18歲以上之被處分人，2011年1月1日至2015年7月15日共五個年度的10791筆原始案件。其中，可分辨行政區者共有9481筆；而有詳細查獲點之地址者共有9397筆(佔原始案件數87.1%)。但這些資料並未有案主之個人身分變項。

## 二、資料整理

將案件查獲地址轉化為空間資訊時，需經兩道程序：

(一) 原始資料清檔：(1)遺漏資料剔除：資料欄位中遇空白或無地理相關標記可供辨識者。(2)地址需補齊者：除前述無法判讀之資訊外，可辨識地理資訊中，亦有相當大量的不完整資料，須以人工補正。例如某筆資料為「中正路289號」，但我們需依實際的門牌地址格式補入市、區名稱，例如補齊為：「xx市xx區中正路289號」。(3)機關、場所或大範圍地點：僅提供機關或場所名稱者，例如：某機場國內安檢線、縣市內知名公園或聯外橋樑名稱等，亦需由研究人員補上完整地址。(4)登記查獲地點只填寫派出所或員警名字：這些記錄對

於本研究中的熱點分布，無法提供有用資訊；但仍可保留於縣市或鄉鎮市區毒品盛行率的統計中。

(二) 經緯度座標建立：本研究利用TGOS中所提供之「批次門牌地址比對」服務，可上傳多筆資料同時進行經緯度座標轉換。其中未能正確轉換者，再以應用程式Google Map作為輔助，進行手動定位。一旦取得XY座標，可先逐區存入GIS的圖層中，將這些座標值所對應的位置投射在相關的城市圖層上。若經緯度座標經投射後與地址有出入(例如：地址定位於中山區，投射點卻坐落於中正區)，則需再次進行人工比對。

## 三、GIS建置工具

本研究以ArcGIS (version 10.1; ESRI Inc., Redlands, CA, USA)中的ArcMap為主要建置工具，另以免費使用之Quantum GIS (<http://www.qgis.org/en/site/>)作為輔助工具。二者的特性與用途如下：

(一) ArcMap：為美國ESRI公司所出版的單機版地理資訊系統，具有基本地圖套疊、空間分析、地理統計、出圖設計、編修圖層、串聯資料等完整GIS功能。其中ArcToolbox中包含各類空間分析、地理統計、聚集分析等多類功能。另外，本計畫利用該軟體的地圖輸出功能，選擇以可保留圖層(layers)及特徵標記(feature attributes)的GeoPDF檔案形式進行檔案輸出。

(二) Quantum GIS：簡稱QGIS，是一個跨平台，具有基本製圖功能、少部分空間分析工具的地理空間系統軟體，需透過安裝各類型不同的外掛程式(plugin)，來完備所需進階的一些工具，但地理統計與聚集分析尚未完全於QGIS中支援，由於它是開源軟體，因此在跨平台上皆有對應版本可做安裝，也可以與其他的開放資料格式或網頁服務進行順暢的借接，由於是免費軟體，很適合初學者入門及教學。



#### 四、空間分析及圖形建置

本研究以我國某縣市A為例，使用5年查獲資料(前4年為全年度，第5年為1月1日至7月15日之資料)來繪製圖形。由於該縣市資料內容完整度較高，故作為本次分析的資料，並依資料屬性，規劃圖形分析之類別與呈現方式。

(一) 全域分析(global analysis)：本研究採平均最近鄰分析(Average Nearest Neighbor)，分別計算出實際觀察到的平均最近鄰距離(每一資料點與其最近點之距離的平均)與隨機分布假設下之平均最近鄰距離，二者之比值即為最近鄰指數(R)。若R小於1，即代表有空間聚集現象(clustered)；若R大於1，則是有空間分散現象(dispersed)[21]。R的統計顯著水準，則可藉由Z-score加以檢定。

(二) 查獲率高低的視覺化呈現：先計算第三級行政區(即鄉鎮市)以每10萬人口之毒品查獲率做為表示，再將各行政區查獲率建置為GIS軟體可判讀之「屬性資料」(attribute data)後，以顏色及色階(深淺)來呈現由高至低之查獲率。在圖例(legend)的選擇上，考慮能展現出該縣市各區數值的變化幅度，以不超過10個色階為原則。實務上可選用ArcMap中所提供的“Natural breaks (Jenks)”，再輔以手動調整成方便判讀的非等距的10個等級。無查獲者列為第0級，而有查獲者分成低段(第1級至第3級)、中段(第4級至第6級)、與高段(第7級至第9級)三類，作為查獲率高低的描述依據。

(三) 區域分析(local analysis)：若想比較精準藉助統計方法檢定是否有空間聚集的情形，可以進行熱點分析。本研究採用二種不同的統計檢定方法，分別是Getis-Ord  $G_i^*$ [22]與核密度函數[23]。

A. Getis-Ord  $G_i^*$ ：對於毒品查獲的隨機變數X，我們可以把一個地理空間分成n個空間單元，則第i個空間單元(可以其中心點為代表)所對應的毒品查獲隨機變數可以用 $x_i$ 表示。以第i個空間單元中心點向外畫出半徑距離為d的圓，則

包含在這個圓內的其他空間單元j，即是i的鄰近空間單元。為了表示某一地理空間內是否有空間聚集情形，可以用下列加權矩陣 $w_{ij}$ 來表示：當j在以i為中心，半徑為d的圓圈範圍內時， $w_{ij}=1$ ；反之，當j在以i為中心，半徑為d的圓圈範圍外時， $w_{ij}=0$ 。對第i個空間單元而言，它跟所有鄰近地理單元j的聚集程度可以用下列式子來表示：

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}(d) x_j}{\sum_{j=1}^n x_j}$$

統計量 $G_i^*$ 標準化後，基本上就是Z-score，因此可以估出它的顯著水準[22]。在本研究中，我們將第三級行政區(即鄉鎮市)的毒品查獲率作為我們有興趣的隨機變數。考量各行政區人口數的不同，依據犯罪率常用的「件/每10萬人口」做為共同單位，方便查獲率高低的比較。半徑d的大小，則選用軟體提供的「固定距離」選項，依每一單位至少有一鄰接區的原則，自動算出(例如，它為本研究算出的d為14.1公里)。

B. 核密度分析：是以查獲地點作為定點核心，計算出半徑範圍內的事件數，產生出事件機率密度趨勢面[20,21]。核密度分析為分析點位(point)空間型態的常用方法，透過空間內差的方式，將點位資料轉換成連續的網格資料(raster)，每個網格單元中會記錄單位空間中的點位數目，即成為密度圖(density map)或稱為熱區圖(heatmap)，有助於瞭解空間中的熱點所在。常用的二維核密度推估方法，是在每一個網格的中心 $(x_i, y_i)$ ，去計算在一定搜尋半徑內中點位的數目[23]。假設h是搜尋的半徑(bandwidth)，n是在搜尋半徑內的點位數目，則核密度函數可以如下列公式所示：

$$\hat{f}(X) = \frac{1}{nh^2\pi} \sum_{i=1}^n \left[ 1 - \frac{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}{h^2} \right]^2$$

因此，網格的大小與搜尋的半徑長短，

將會影響密度圖的平滑程度。

這二種熱點分析，在ArcMap10.1軟體之ArcToolbox模組，可以利用Spatial Analyst Tools中的對應功能進行分析。在估算 $G_i^*$ 時，參數 $d$ 採用軟體的建議值(default)，即能讓每一點都至少有一相鄰點的歐幾里德距離(Euclidean distance)。在繪製核密度圖時，採用的環境設定(environment settings)參數值，如Output cell size、Search radius、Area units、Output values are以及Method等，可選擇軟體建議值。但核密度分析的最大處理範圍(processing extent)，則選擇以該縣市的行政疆界作為範圍，而非僅以實際查獲地點為範圍。在圖例的色階選擇上，則以冷色(藍色)至暖色(紅色)作為嚴重程度的視覺化表現。另對局部地區進行細部核密度分析，也就是將核密度計算範圍，縮小至鄉鎮市區，甚至可小到村里。縮小範圍後的分析，可集中呈現在地化的核密度，提高針對性。

- (四) 毒品查獲數之年變動率圖：以該縣市相鄰兩年的案件查獲數差異，計算出年變動率。再建置為GIS軟體可判讀之屬性資料，以顏色及色階呈現各單位之年變

動率。在圖例的色階選擇上，以藍色至紅色，作為負向變動率至正向變動率的代表色。為追蹤多年期毒品案件變動率的趨勢，計算出該縣市各年度的案件查獲率差異後，以科學繪圖軟體SigmaPlot (Systat Software Inc., San Jose, CA, USA)，選用多點分布曲線圖(multiple spline curves)，繪製各年度間的查獲率幅度變化。

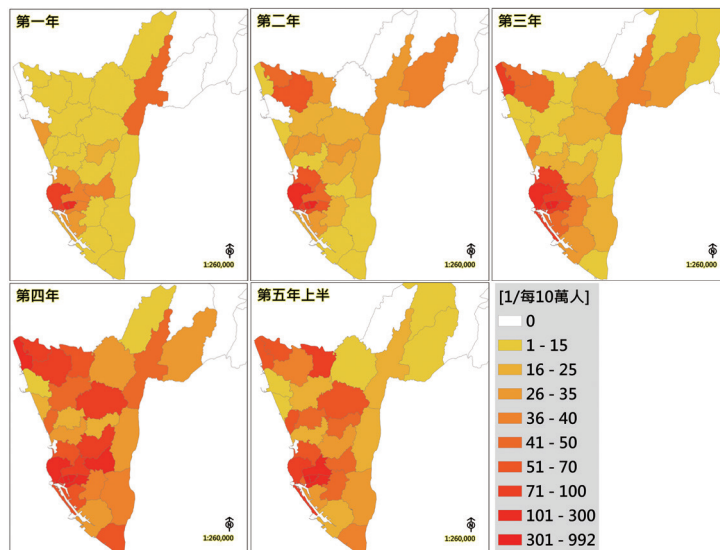
## 結 果

### (一) 空間聚集

以某縣市A過去五年的三、四級毒品查獲案件地點進行平均最近鄰分析，結果顯示這五年的平均最近鄰指數 $R$ 皆小於1(介於0.19與0.26)，其中以第四年度的值最小。對應的Z-score從-40.411836至-68.025163，所有五年P-value皆小於0.000001。由此可知，該資料屬於具有群聚分布的特性，適合進行熱點分析。

### (二) 區域別查獲率圖

以某縣市A第三級行政區為最小空間單元，圖一顯示五個年度別的區域三、四級毒品查獲率趨勢。第一年有二區塊的查獲率屬



圖一 區域別查獲率圖(以ArcMap繪製)

自第二、三年開始，在三大區域中間，逐漸有查獲率提高的現象。至第四年及第五年上半年，開始形成多處高熱的趨勢。所有小圖皆採用相同圖例。

中段以上，分別是西南區塊的第8級(每十萬人101-300件)與東北區塊的第5級(每十萬人41-50件)。第二年開始，原來的中或高段查獲率區向外蔓延，而且在西北區塊出現第三個中段查獲率區(第6級，每十萬人51-70件)。在這三個區塊的周圍地區，也逐漸有查獲率提高的趨勢。至第四年及第五年上半，開始形成多處的查獲率皆達第6級或更高的趨勢。整體來看，三、四級毒品的查獲一開始是由少數區域呈中或高段查獲率，再進一步蔓延，逐漸變成多區查獲率皆提高的情況。

### (三) 以空間聚集檢定熱區

針對圖一的資料進行熱點分析，將各地理單位的Getis-Ord  $G_i^*$ ，經標準化算出的Z-score，依其大小由負至正分成6個色階，在圖二(a)呈現。從圖中可以看出，沒有一個單位的Z-score  $< -1.96$ ，因此沒有冷點(cold spot)。相反地，有不少單位的Z-score  $> 1.96$ 或2.58，構成所謂的熱點。為更清楚呈現熱點所在，顯著水準 $P < 0.01$  (或說Z-score  $< -2.58$ 或 $> 2.58$ )或 $0.01 \leq P < 0.05$  (或說 $-2.58 < Z\text{-score} < -1.96$ 或 $2.58 < Z\text{-score} > 1.96$ )的地理單位，分別在圖二(b)中以紅色或橘色標

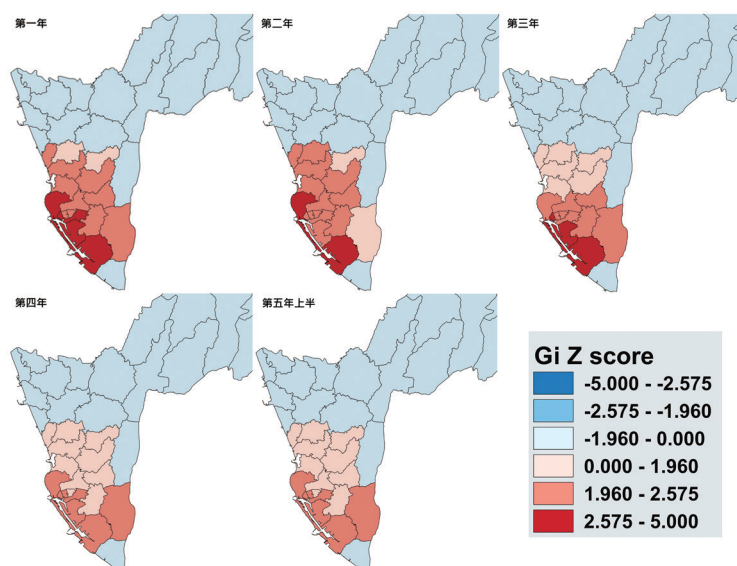
示。依照這個標示，呈現熱點聚集的地理單位，集中在西南邊區塊，而且五年的趨勢略同。

### (四) 案件查獲點之街道分布圖

若以案件查獲點地址，可結合實際街道圖而提供多層次的查獲地點分布圖。例如，底圖可設為通用版電子地圖，然後用GeoPDF的格式輸出。如此，只要有PDF檢視器的功能，使用者可隨意放大圖形，查看街道名稱。因此，有利於觀察查獲地點與街道之相關性，如查獲點彼此間距、分布狀態、附近機構、特定地點或居住型態等相關在地資訊。以圖三為例，某縣市A的查獲地點大多集中在西南區，而其他區域則明顯稀疏許多；而這個集中趨勢在五個年度皆然。

### (五) 核密度分布圖

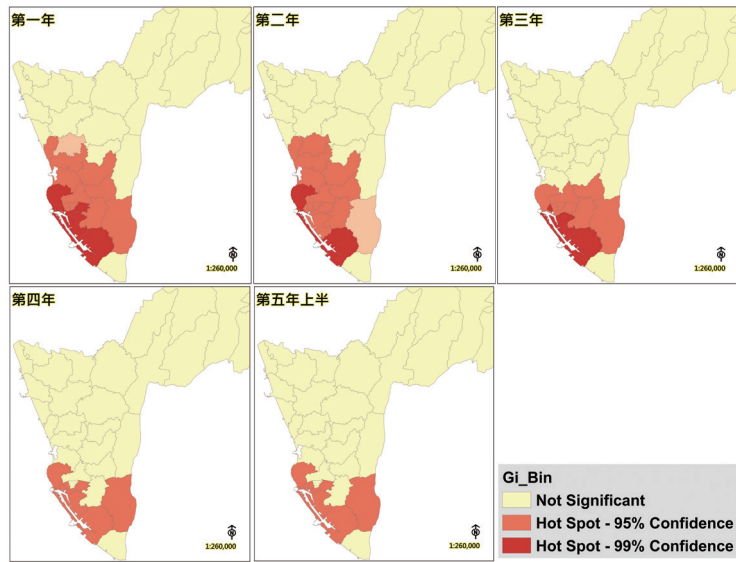
為了避免查獲點分布無法區別同一地點上量的不同，可以改用核密度分布圖來呈現。基於示範的目的，我們選取第三年的查獲地點數據，進行核密度分析後，繪製成圖五。實務上可依需要，可將逐年資料分開或合併多年資料進行類似分析及繪製。不管是採用單層式(圖五a；色階程度會較明顯)或雙層同顯式(圖五b；看得到街道名稱)核密度



圖二(a) 空間聚集Z-score(以ArcMap之Getis-Ord  $G_i^*$ 檢定中的Z-score數據以QGIS繪製)

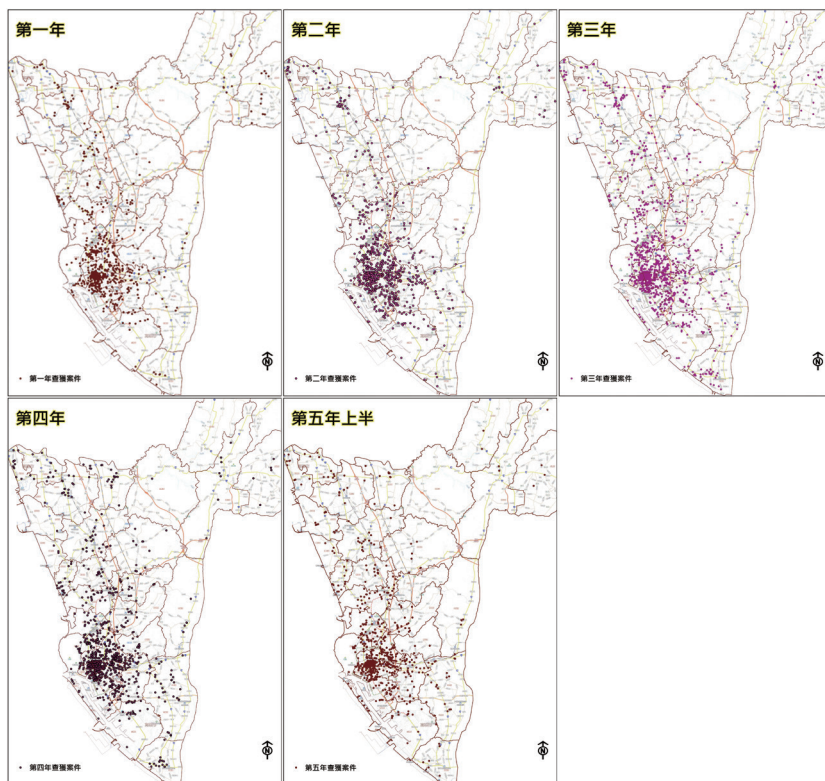
依據Getis-Ord  $G_i^*$ 檢定中之Z-score進行繪圖，說明以地區間的變異程度或是聚集程度。





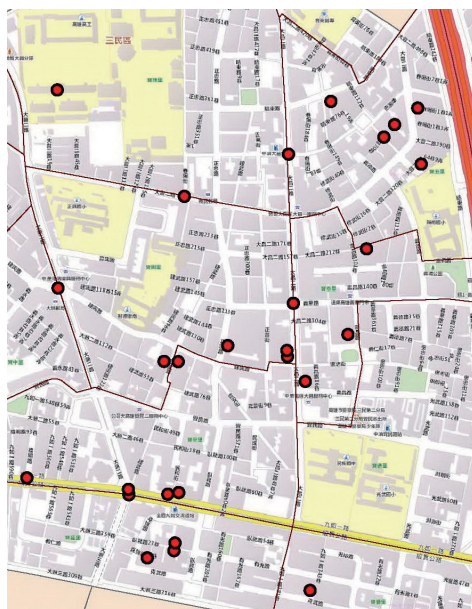
圖二(b) 以空間聚集檢定熱區(以ArcMap繪製)

依據區域別查獲率圖，以熱點分析(hot spot analysis—Getis-Ord  $G_i^*$ )，來檢定各區域間的聚集現象。

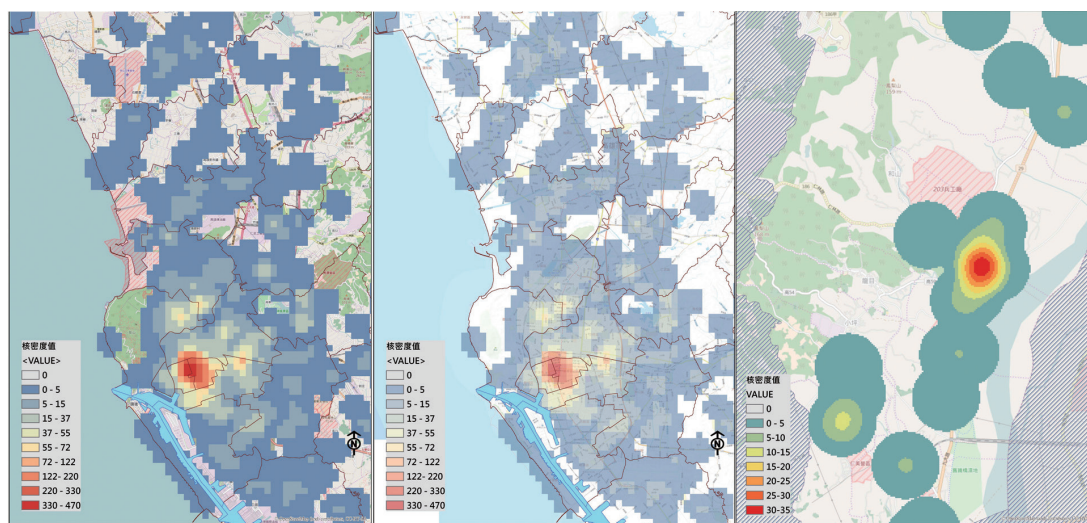


圖三 歷年案件查獲點分布圖(以ArcMap繪製)

利於觀察查獲地點與街道之相關性，如查獲點彼此間距、分布狀態、附近機構、特定地點或居住型態等相關在地資訊。



圖四 案件查獲點的局部放大圖(紅點為假設性查獲點)(以ArcMap繪製)



(a)全區核密度分布圖  
(單層互動式)

(b)全區核密度分布圖  
(雙層同顯式)

(c)細部核密度分布圖  
(單層互動式)

圖五 核密度分布圖(以ArcMap繪製)

查獲點分布無法區別同一地點上量的不同，可以改用核密度分布圖來呈現。

分布圖，顯示西南邊有一深紅色區域，而鄰近則呈橘紅至黃色等色階，顯示該區域與鄰近幾區，核密度值為整個縣市最高。我們也

可以針對某一特定小區域，繪製更小單位之核密度分布圖。圖五c係以查獲案件數增加最多之某一行政區為例，特地将分析區域範



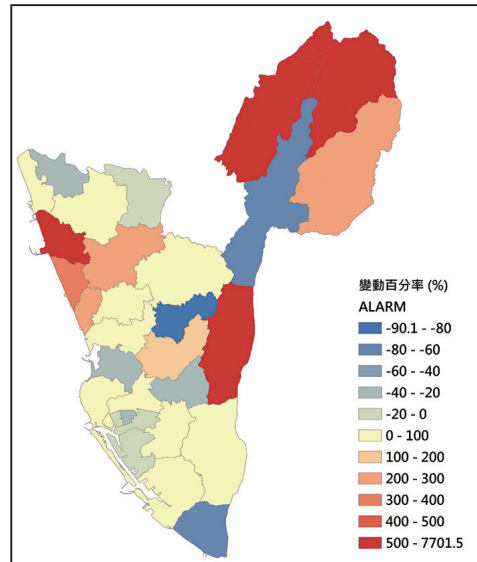
圍縮小至特定小範圍區域來做分析，繪製而成的細部核密度分布圖，可更聚焦至特定街道。並依據區域範圍大小的不同，調整至適合之色階階層的數量區間，如此故能突顯出此一小區域範圍內的案件集中性的疏密程度。

#### (六) 查獲數之年變動率圖

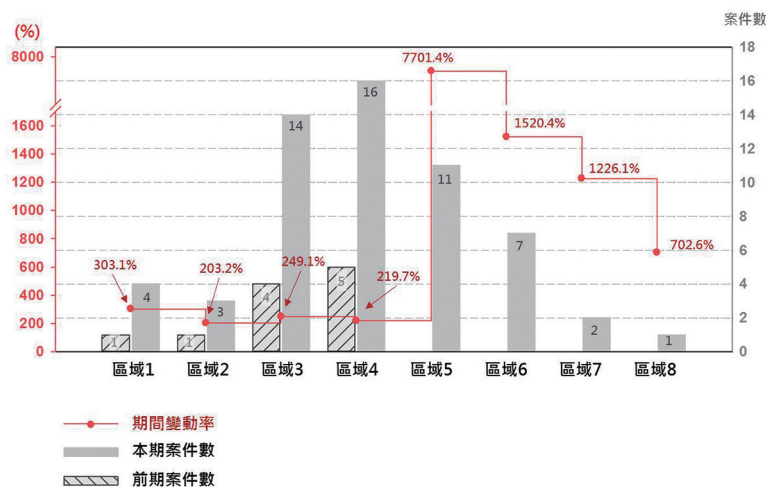
如果著眼點是查獲件數的年變動率，也

可以用顏色來表現增減程度。以圖六為例，有四個區域變動率超過500%，另有四個區域變動率超過200%。可以看出，變動率最高的區域，以及變動率次高的區域，有鄰近的地緣關係。

圖七則是兼顧查獲數量的多寡與兩段期間的變動率。依此可看出，區域編號5、6、



圖六 查獲數之年變動率圖(以ArcMap繪製)  
利用顏色來表現增減程度，呈現查獲件數的年變動率。



圖七 毒品案件數與案件變動率之比較  
變動率較高之區域，並非就是案件緝獲率或緝獲案件數量較高的區域。

7、8的變動率雖高達700%以上，主因是前一期並無任何查獲案件。反之，區域3及4，查獲案件數分別從4及5件增至14及16件，但變動率卻屬最低。

#### (七) 毒品案件查獲率變動曲線圖：

對於不只兩段期間的變動率，可考慮類似經濟成長指標的做法，陸續跟前一年相比。為避免重疊過多的曲線，我們將該縣市依發展歷史分成四大區塊，分別呈現三年期間的年變動率(圖八)。整體來說，A地區與D地區的變動較少，而B地區與C地區的年增率在第二年達高峰，至第三年則降至幾乎為零。若查獲紀錄能逐年完整的建置，則可以此曲線圖呈現毒品緝獲率，在時間的變化下的多年整體趨勢，可針對這些年度的其他地理空間分布，以及整合其他相關數據資訊，作綜合的毒品情勢評估及判讀。

### 討 論

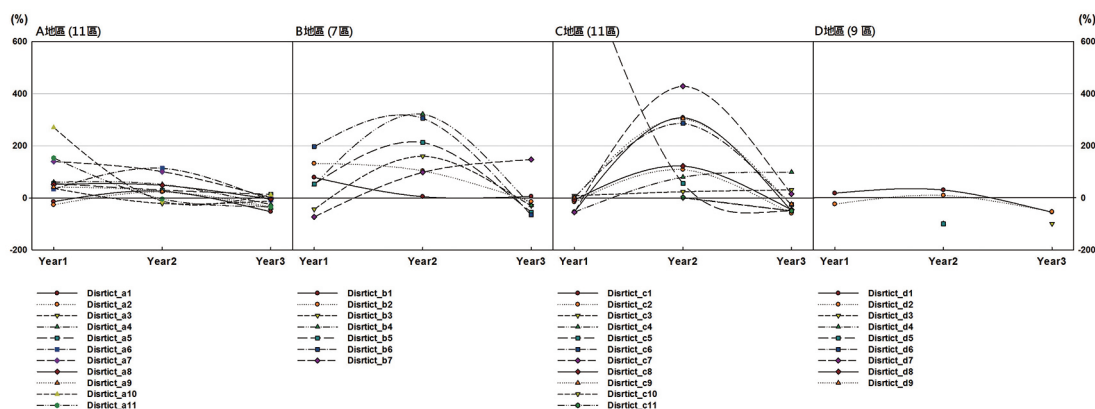
本研究將某縣市A連續五年的三、四級毒品案件行政處分書關於查獲地點的內容，利用GIS進行空間分析，畫出三、四級毒品的查獲地圖，並進行熱點分析與查獲率的年變動率。這是學界第一次有機會利用GIS分析大量毒品查獲地點的資料，雖然所用的空間資料仍有一些限制，但結果顯示透過GIS

的視覺化歸納，配合熱點分析及風險圖像繪製，有助於辨識出三、四級毒品的聚集地點。這將有助於權責單位的在地化毒品防制策略。

#### (一) 空間資料來源與品質

由於三、四級毒品案件行政處分書並非為空間分析而設計的，有些變項的填寫沒有足夠標準化。特別是「查獲地點」，常見的缺失包括：未填寫、只寫設施名稱、住址不完整、甚或改填緝獲單位或人員名稱。這些空間資訊的不準確性，可能會影響空間分析的結果。日本研究人員曾經比較東京市準確性較低的舊版地址譯碼(address geocoding)與新版地址譯碼系統對於犯罪事件核密度分析的影響[24]。他們發現當格子尺寸(cell size)為25×25公尺以上而搜尋半徑(bandwidth)在500公尺以上時，舊系統的地址譯碼誤差猶能被吸納；否則，事件發生地點的不準確性會大幅影響核密度分析的結果。由於現在緝獲人員身上配備有定位系統，未來若能讓他們將數位資料直接輸入毒品查獲通報系統，不但可減少人工檢查、補齊之工作，還可大幅提高空間資料的可用性。

本研究向地方防毒中心申請所得資料，有些查獲地點其實是在外縣市。這部分應是三、四級毒品的行政處分，是依當事人的戶籍所在地而決定處遇負責單位。因此，分析



圖八 毒品案件查獲率變動曲線圖

類似經濟成長指標的作法，呈現不只兩段期間的變動率之比較。

時必須做適當的歸位。處分書對於案由是採文字描述，並未針對當事人驗出之毒品種類有單獨的變項，予以清楚記載。加上本研究並未取得這項資料，目前這些熱點分析無法依不同毒品種類而分開呈現。此外，由於沒有身份識別變項，本研究無法判定是否有人被重覆查獲使用三、四級毒品。由於三四級毒品使用者可能會被重覆查獲，因此某些高查獲率區或熱點可能是由一群慣用者造成，而不一定反應使用人數較多。本研究目前無法區別查獲數與人數這兩種情形。目前我們所用資料也無年齡、性別等人口社會學特徵，也尚未能與其他人文社會影響因子或地理環境特徵結合。

此外，毒品查獲地點的資料可能受到警方特定區域重點查緝、路邊臨檢、警力佈署等因素的影響。反之，如此的重點區域，也可能反映出當地既有的毒品出現形態。在解讀查獲地點相關的地理分布時，最好要能與地方權責單位一起討論，才能釐清警力佈署與對於查獲點分布的影響。由於毒防中心與地方警察局隸屬不同主管單位，最好經由縣市政府高層主管協調。

## (二) 空間聚集的不同呈現方式

即使所用的空間資料有上述的限制，我們的分析仍然足以看出一些三、四級毒品查獲地點的空間聚集型態。我們使用了幾種不同的分析方法來呈現可能的空間聚集，不管是直接的地點標示法，或是利用特定統計方法來檢定空間聚集的全域分析(平均最近鄰分析)與區域分析(熱點分析)，基本上都顯示三、四級毒品的查獲地點具有高度的空間聚集現象，尤其是某縣市A的西南邊行政區域。這跟其他國家毒品使用的空間分析結果，看到的空間聚集現象類似[14-16]。

不過，比較不同呈現方式之結果時，需留意各別方法背後的假設或限制。例如，以地理單位之查獲密度標示(如圖一)，跟直接的查獲地點標示(如圖三)可能會呈現不同聚集形態。前者有納入地理單位之人口數，但把整個單位著以同樣色階。後者可以清楚顯示查獲案件在街道上的聚集情形，但是無法考量不同單位內之人口數差別。若要兼顧二

者特色，則可採核密度分析(圖五)。

本研究因有連續五年的資料，增加了空間聚集型態是否隨時間而有變動的資訊。以區域別毒品查獲率隨年代的演變趨勢來看，毒品在地域上的聚集似乎有類似傳染病的散播模式。某縣市A第一年時，雖然只有西南與東北兩區塊有高查獲率區，但因未能及時遏止，因而從這兩區逐漸蔓延，以致第四年時形成多處皆有高查獲率區。

不過，不同的分析方法所得到的結果，可能有一些差異。以上述區域別查獲率的變化趨勢來說，東北區塊的高查獲率區在進行較高數量的熱點分析時，其統計檢定值Getis-Ord  $G_i^*$ 並未達顯著。不一致的原因，部分可能是鄰近縣市並未提供查獲地點資料，導致本研究無法將這些縣市納入分析，使得某縣市A與其他縣市接鄰的地理單位，在進行熱點分析時的檢力不足，因而未達顯著。而在某縣市A西南行政區顯示出有熱區聚集，亦有可能是因為是社會人口或經濟活動特性造成。在空間分析中，目前有許多不同的分析策略與檢定方法，未來若原始資料更完整且準確，值得進一步比較，看那些方法更適合毒品查獲地點的分析。

另外，結果如何呈現也是空間分析會面臨的挑戰。在本研究中，我們試圖用GeoPDF的方式，讓地方防毒中心可以移接使用我們提供的圖形結果，必要時還可以放大或縮小，以找出問題點。這部分在與地方毒防中心的工作人員討論時，當地的人最容易從中看出一些可能的區域特性。圖四是以虛擬的查獲地點呈現，若要進一步瞭解該區是否有何特殊社會文化人口特性，可放大至實際街道名稱。對於街道實際社會、文化、及人口特性瞭解愈多，可能研判出的線索就愈多。不過，以實際查獲地點作圖，若遇高度相近的查獲點，無法在同一地點上呈現不同的案件量，對於該區實際的嚴重程度可能會誤判。

## (三) 空間聚集對於毒品防制的啟示

以地理相對位置來看，判斷縣市A案件查獲率最嚴重的西南區域，可能因為是發展最早的舊市區，其人口密度非常高，住商



混雜，缺乏市區規劃的既有地貌造成取締不易。而西北邊可能因為有海港，使得臨近的城鎮容易接觸到毒品。另外，東北可能因為是較偏遠的區域，警力相對單薄，導致查獲案件逐漸增加。

第三、四級毒品，可以說是毒品使用的入門品項。本研究所繪製的多種地理資訊圖像，是透過與當地實際地理空間的結合，以視覺化方式呈現，因而有助於建立警戒區，或應高度注意的區域。這些資訊讓執法單位可以調整警力的佈署或加強查緝，或許可以在毒品犯罪率擴張初期，即予以有效抑制下來。

另一種用途，在地執法單位，可先利用本研究所建置的圖像，作為基本指標。然後再結合地方相關單位，做更深入的實地探查，觀察高毒品犯罪率的區域，是否有共同的因素，例如老舊社區或空屋率高等情形。也可以結合更多在地民情的GIS資料庫進行分析。

未來若能透過結合鄉鎮層級的社會、經濟、土地利用型態、犯罪率等危險因子，使用貝氏時空階層統計[25]，可以計算出每年或每個月各地區發生毒品濫用的風險機率，以作為未來監測毒品濫用的工具。

## 致 謝

作者群感謝衛福部食品藥物管理署2015年「強化新興藥物濫用流行病學調查體系研究—縣市政府在地化藥物濫用防毒監控整合型研究計畫」(計畫編號：MOHW104-FDA-D-114-000631)經費支持。

## 參考文獻

1. Fowler JS, Volkow ND, Kassid CA, Chang L. Imaging the addicted human brain. *Sci Pract Perspect* 2007;**3**:4-16. doi:10.1109/IEMBS.2006.259770.
2. National Drug Intelligence Center. *The Economic Impact of Illicit Drug Use on America's Society*. Washington, DC: United States Department of Justice, 2011.
3. United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). *World Drug Report 2015*. Vienna, Austria: United Nations Publication, 2015.
4. 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.
5. Whiteford HA, Degenhardt L, Rehm J, et al. Global burden of disease attributable to mental and substance use disorders: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2013;**382**:1575-86. doi:10.1016/S0140-6736(13)61611-6.
6. Chen WJ, Fang CC, Shyu RS, Lin KC. Underreporting of illicit drug use by patients at emergency departments as revealed by two-tiered urinalysis. *Addict Behav* 2006;**31**:2304-8. doi:10.1016/j.addbeh.2006.02.015.
7. Wang SH, Chen WC, Lew-Ting CY, Chen CY, Chen WJ. Running away experience and psychoactive substance use among adolescents in Taiwan: multi-city street outreach survey. *BMC Public Health* 2010;**10**:29. doi:10.1186/1471-2458-10-29.
8. 李品珠、簡希文、蔡文瑛、許華孚、劉育偉：我國物質濫用防治體系與策略。李志恒主編：物質濫用：物質濫用之防制、危害、戒治。台北：衛生福利部食品藥物管理署，2014；77-100。  
Lee PC, Chien SW, Tsay WI, Hsu HF, Liu YW. Substance abuse prevention in Taiwan. In: Li JH ed. *Substance Abuse in 2014: Prevention, Risk, and Rehabilitation*. Taipei: Food and Drug Administration, Ministry of Health and Welfare, R.O.C. (Taiwan), 2014; 77-100. [In Chinese]
9. 李志恒、游雯淨：我國物質濫用簡史、現況與未來趨勢。李志恒主編：2014物質濫用：物質濫用之防制、危害、戒治。台北：衛生福利部食品藥物管理署，2014；14-37。  
Li JH, Yu WJ. The history, current situation, and future trends in substance abuse in Taiwan. In: Li JH ed. *Substance Abuse in 2014: Prevention, Risk, and Rehabilitation*. Taipei: Food and Drug Administration, Ministry of Health and Welfare, R.O.C. (Taiwan), 2014; 14-37. [In Chinese]
10. 法務部全國法規資料庫：毒品危害防制條例(修正日期：民國104年02月04日)。http://www.law.moj.gov.tw。引用2016/06/10。  
Laws & Regulations Database of the Republic of China, Ministry of Justice, R.O.C. (Taiwan). *Narcotics Hazard Prevention Act*. (February 4, 2015 Amended). Available at: http://www.law.moj.gov.tw. Accessed

- June 10, 2016. [In Chinese]
11. Sampson RJ, Groves WB. Community structure and crime: testing social-disorganization theory. *Am J Sociol* 1989;**94**:774-802. doi:10.1086/229068.
12. Anderson E. *Code of the Street: Decency, Violence, and the Moral Life of the Inner City*. New York, NY: Norton, 1999.
13. Duff C. The place and time of drugs. *Int J Drug Policy* 2014;**25**:633-9. doi:10.1016/j.drugpo.2013.10.014.
14. Cooper HL, Tempalski B. Integrating place into research on drug use, drug users' health, and drug policy. *Int J Drug Policy* 2014;**25**:503-7. doi:10.1016/j.drugpo.2014.03.004.
15. Hunt ED, Sumner M, Scholten TJ, Frabutt JM. Chapter 24: using GIS to identify drug markets and reduce drug-related violence. In: Thomas YF, Richardson D, Cheung I eds. *Geography and Drug Addiction*. New York, NY: Springer, 2008; 395-413. doi:10.1007/978-1-4020-8509-3\_24.
16. Vilalta CJ. The spatial dynamics and socioeconomic correlates of drug arrests in Mexico City. *Appl Geogr* 2010;**30**:263-70. doi:10.1016/j.apgeog.2009.06.001
17. Davis DE. Taking place and space seriously: reflections on 'Disparity and Diversity in the Contemporary City'. *Br J Sociol* 2009;**60**:39-47. doi:10.1111/j.1468-4446.2008.01213.x.
18. Lorway R, Khan S. Reassembling epidemiology: mapping, monitoring and making-up people in the context of HIV prevention in India. *Soc Sci Med* 2014;**112**:51-62. doi:10.1016/j.socscimed.2014.04.034.
19. 溫在弘、劉擇昌、林民浩：犯罪地圖繪製與熱區分析方法及其應用：以1998~2007年台北市住宅竊盜犯罪為例。地理研究 2010；(52)：43-63。doi:10.6234/JGR.2010.52.03。
- Wen TH, Liu TC, Lin MH. Crime mapping and hotspot analysis: a case study of residential burglaries in Taipei City, 1998-2007. *J Geogr Res* 2010;**(52)**:43-63. doi:10.6234/JGR.2010.52.03. [In Chinese: English abstract]
20. 李瑞陽、陳勝義：台中市搶奪犯罪熱點與犯罪區位之空間分析。地理研究 2010；(53)：23-47。doi:10.6234/JGR.2010.53.02。
- Lee RY, Chen SI. The spatial analysis of the robbery hot spot and crime location in Taichung City. *J Geogr Res* 2010;**(53)**:23-47. doi:10.6234/JGR.2010.53.02. [In Chinese: English abstract]
21. Bailey TC, Gatrell AC. *Interactive Spatial Data Analysis*. Harlow Essex, England: Longman Scientific & Technical, 1995.
22. Getis A, Ord JK. The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geogr Anal* 1992;**24**:189-206. doi:10.1111/j.1538-4632.1992.tb00261.x
23. Wang F. *Quantitative Methods and Applications in GIS*. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2006.
24. Harada Y, Shimada T. Examining the impact of the precision of address geocoding on estimated density of crime locations. *Comput Geosci* 2006;**32**:1096-107. doi:10.1016/j.cageo.2006.02.014.
25. Chan TC, King CC, Yen MY, Chiang PH, Huang CS, Hsiao CK. Probabilistic daily ill syndromic surveillance with a spatio-temporal Bayesian hierarchical model. *PLoS One* 2010;**5**:e11626. doi:10.1371/journal.pone.0011626.

# Application of geographic information systems to the spatial distribution of illicit drug use: an analysis of the location of illicit drug seizures in a city

KO-LAN CHANG<sup>1</sup>, YU-SHU TSAI<sup>1</sup>, TA-CHIEN CHAN<sup>2</sup>, LIEN-WEN SU<sup>3</sup>, CHUAN-YU CHEN<sup>4,5,6</sup>,  
CHENG-FANG YEN<sup>7,8,9</sup>, PEI-JANE YU<sup>10</sup>, JUI HSU<sup>11</sup>, WEN-ING TSAY<sup>11</sup>, WEI J. CHEN<sup>1,5,12,\*</sup>

**Objectives:** To investigate the relationship between the use of Category Three or Four narcotics (illicit drugs) and geographical characteristics of the locations of seizures using the Geography Information System (GIS). **Methods:** Using the seizure data from a city over five years (2011-2015), we conducted a series of spatial analyses using ArcGIS software. We started with global analysis, and determined the seizure rate in different districts using visualized figures. Local analysis was then performed using two kinds of hot-spot analyses: Getis-Ord Gi\* and kernel density analysis. Finally, the change rates in the number of seizures over the years for individual district were determined. **Results:** Estimates of the average number of nearest neighbors showed that the ratio  $R_s$  were all less than 1 for the five year period, indicating a strong spatial aggregation of the seizure of illicit drugs. The district-specific seizure rate showed that “high-rate areas” started with a few and then spread to others. Local analyses confirmed that some southwest districts could be designated as hot spots since their Getis-Ord Gi\* reached statistical significance. Combining the seizure locations with street maps in Geospatial PDF helped identify street characteristics associated with the use of illicit drugs. The results of kernel density analysis also indicated that the spots with the highest densities were located within the southwest districts and their neighbors. In addition, the rates of change in the number of seizures by year differed in individual districts. **Conclusions:** GIS-based visual displays with hot-spot analysis provided clues to the identification of geographic characteristics associated with the seizure of illicit drugs. These may enhance location-tailored strategies to prevent the use of illicit drugs. (*Taiwan J Public Health*. 2016;35(6):671-684)

**Key Words:** *geographic information, illicit drug, narcotics, spatial pattern, hot spot analysis*

<sup>1</sup> Institute of Epidemiology and Preventive Medicine, College of Public Health, National Taiwan University, No. 17, Xu-Zhou Rd., Zhongzheng Dist., Taipei, Taiwan, R.O.C.

<sup>2</sup> Research Center for Humanities and Social Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, R.O.C.

<sup>3</sup> Kunming Prevention and Control Center, Taipei City Hospital, Taipei, Taiwan, R.O.C.

<sup>4</sup> Institute of Public Health, National Yang-Ming University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

<sup>5</sup> Department of Public Health, College of Public Health, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

<sup>6</sup> Center of Neuropsychiatric Research, National Health Research Institutes, Miaoli, Taiwan, R.O.C.

<sup>7</sup> Department of Psychiatry, Kaohsiung Medical University Hospital, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.

<sup>8</sup> School of Medicine, College of Medicine, Kaohsiung Medical University, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.

<sup>9</sup> Graduate Institute of Medicine, College of Medicine, Kaohsiung Medical University, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.

<sup>10</sup> Community Mental Health Center, Department of Health, Kaohsiung City Government, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.

<sup>11</sup> Division of Controlled Drugs, Taiwan Food and Drug Administration (TFDA), Ministry of Health and Welfare, Executive Yuan, Taipei, Taiwan, R.O.C.

<sup>12</sup> Department of Psychiatry, College of Medicine, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

\* Correspondence author. E-mail: wjchen@ntu.edu.tw

Received: Jun 1, 2016 Accepted: Oct 17, 2016

DOI:10.6288/TJPH201635105036