

臺灣女性癌症的空間分析

Spatial Analysis of Female Cancers in Taiwan

胡立諄*

賴進貴**

Li-Chun Hu

Jinn-Guey Lay

摘要

地理資訊系統在醫學地理研究的應用已經逐漸普及，然而目前的應用大都以地圖呈現分布型態為主。流行病學界常透過疾病地圖來探索可能致病因子，然而視覺判定往往不夠精確。近年來空間分析方法發展迅速，使研究者得以利用空間統計方法來探索資料的空間特性；而空間迴歸模式將影響的空間連續性納入考慮，能更確切掌握因子的相關性。本研究利用行政院衛生署 2003 年出版的癌症地圖集，使用 LISA (Local Indicator of Spatial Association) 指標來探討女性癌症的分布型態是否呈現聚集，並分析不同時期癌症發生與死亡聚集的空間變化。結果顯示乳癌發生率有明顯的空間聚集特徵，本研究進一步探討社會經濟因子與乳癌發生率的相關性，透過空間誤差模式分析，考慮空間自相關所造成的干擾，使參數估計結果較傳統迴歸模式精確，顯示此一方法值得參考使用。

關鍵字：空間分析、空間自相關、醫學地理

Abstract

GIS has been widely applied in medical geography research. Most applications, nevertheless, are limited to presenting distribution patterns. In epidemiology, disease maps are often used to explore the causes of diseases. Visual interpretation of these maps, however, usually leads to concerns of imprecision. This research seeks to take advantage of recent developments in spatial statistics to improve researchers' exploration of the spatial characteristics and patterns revealed by data. The inclusion of

* 國立臺灣大學地理環境資源學系碩士班學生
Graduate Student, Department of Geography, National Taiwan University.

** 國立臺灣大學地理環境資源學系副教授
Associate Professor, Department of Geography, National Taiwan University.



spatial regression models particularly can enhance our understanding of the relationships between various potential casual factors of diseases.

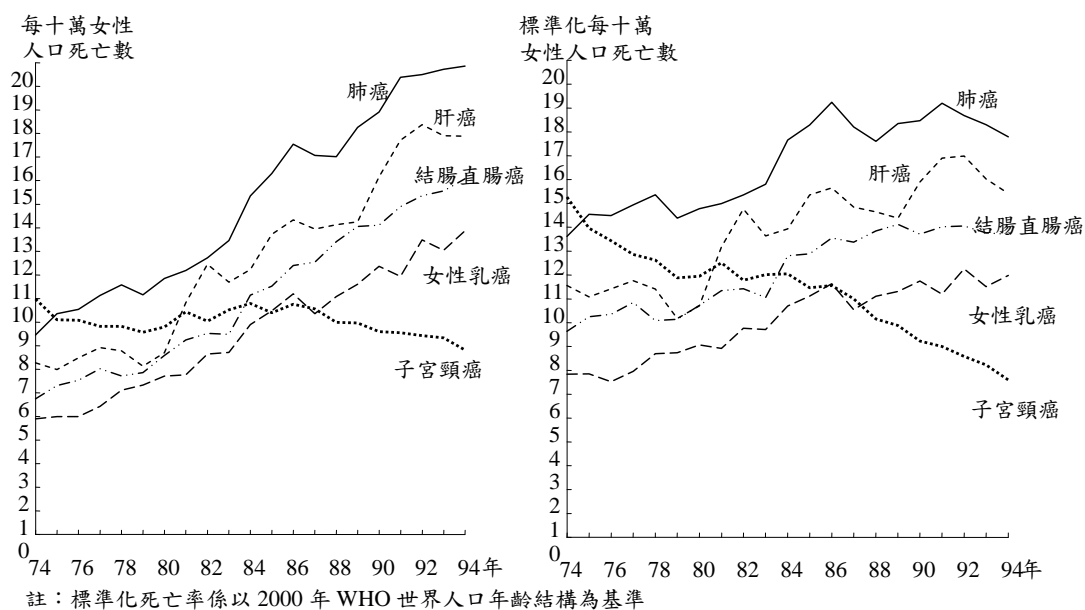
The case in discussion is whether the distribution of females with breast cancers exhibits spatial clustering. The source is gleaned from the statistical data of cancer atlas published by Taiwan's Department of Health in 2003, which included age-standardized incidence and mortality rates. Local Indicator of Spatial Association (LISA) provides a useful index for the analysis of distribution patterns. The result yields that the occurrence of breast cancers exhibits spatial clustering. Utilizing spatial error regression model, we further find out the importance of considering the factor of spatial dependency apart from socioeconomic factors in tracing the causes of breast cancers.

Keywords: spatial analysis, spatial autocorrelation, medical geography.

研究背景

癌症從七十一年起即為臺灣主要死因之首，且標準化死亡率有逐漸攀升的趨勢，使民眾往往聞癌色變。2005 年有 37,222 人因癌症死亡，佔十大死因死亡總數的

26.8%。而女性在各種癌症中，除了肝癌、肺癌、結腸直腸癌外，乳癌與子宮頸癌也佔死因的第四與第五位（圖 1）（行政院衛生署衛生統計資訊網），威脅著女性的健康。



資料來源：行政院衛生署衛生統計資訊網 <http://www.doh.gov.tw/statistic/index.htm>

圖 1 臺灣地區女性主要死因死亡率趨勢圖

為能減少癌症對健康的威脅，瞭解致癌機制是極受關注的焦點。罹癌原因與遺傳基因 (14%)、環境危險因

子 (9%) 及個人生活型態 (77%) 相關 (AICR, 1999)，且形成過程是多重且複雜的。過去，空間的面向經常被

忽略，學界大多重視個人及時間之間的變化，針對遺傳因子、個人慣習（抽煙、飲食）方面研究，少涉及地方 (place) 要素的重要性。但地方，是互動的重要舞臺，從許多研究中得知，界定位置 (location) 對於有效的疾病預防、健康服務和改善資源分配極為重要。

忽略空間要素的原因，可能包括缺乏適當的資料庫和分析軟體。但近年來地理資訊系統 (geographic information system, GIS) 和空間統計 (spatial statistics) 技術的進步發展，提供研究者良好的環境來挖掘探索；另外，資料庫增加紀錄病例的空間資訊，促使利用空間資訊者越來越多，而探討的議題更廣，例如延伸到具有空間特性的環境危險因子（如污染）的暴露 (exposure) 研究；或是社會經濟條件的地區不均衡現象所導致的各種健康危害等等。這些研究發展的趨勢，突顯出空間觀點及空間分析方法對疾病乃至於癌症研究日漸受到重視。

空間分析 (spatial analysis) 是運用在地理學及區域科學的量化研究技術，為良好的假說探索的工具；當分析資料的位置產生變化，則結果亦隨之改變，即分析過程將空間要素納入考量。其資料通常以空間單元（如鄉鎮、村里）彙整各項變數，提供空間分析所需的屬性與空間資訊。

關於健康研究運用空間分析的方法大都透過繪製疾病地圖 (disease mapping) 將空間資料視覺化呈現以觀察空間型態 (spatial pattern)；利用空間統計 (spatial

statistics)、空間分布處理模式 (spatially distributed process models) 等方法來探索資料的空間特性；還有將可能的因子納入適當的迴歸模式 (regression model) 加以分析獲得可能的致癌因素 (Bailey and Gatrell, 1995)。現在無論自然或人為環境日益複雜，這樣的技術對於了解疾病產生的過程及解釋空間變數是十分關鍵的工具 (Graham et al., 2004; Goodchild and Janelle, 2004)。

癌症地圖在病因學探討中常扮演先驅者角色，例如 Devesa 等人 (1999) 在美國癌症死亡地圖集中提到，從歷年的癌症地圖獲得肺癌的地理分布型態，和抽煙者的性別、族群之時空變化趨勢相當符合，所以諸多國家都曾出版該國癌症分布地圖集。雖然藉由地圖表達疾病資料的空間特徵是最簡潔易懂，然而僅依據視覺偵測 (visual inspection) 是不精確的，仍需要藉由統計分析進一步解釋。

資 料

(一) 癌症資料

本研究的資料源自行政院衛生署 2003 年出版的癌症地圖集，已計算完成的各種癌症標準化發生率/死亡率之電子檔，其中地圖集中所分析的女性癌症部位包括 29 類 (表 1)。

表 1 癌症地圖集分析的癌症部位 (女性)

部位名稱	胃	肝及肝內膽管	氣管及支氣管及肺	女性乳房	腎臟及其他未明示泌尿器官
口腔	小腸	膽囊及肝外膽管	骨及軟骨	子宮頸及未明示部位之子宮	腦
主唾液腺	結腸	胰臟	結締組織及其他軟組織	卵巢及其他子宮附屬器	甲狀腺
鼻咽	直腸及直腸乙狀結腸連接部及肛門	鼻腔及中耳及副鼻竇	皮膚惡性黑色素瘤	膀胱	非何杰金病惡性淋巴瘤
食道	結腸及直腸及直腸乙狀結腸連接部及肛門	喉	非黑色素瘤皮膚		白血病

探討標準化發生率的時間尺度資料為 1995-1998 年，標準化死亡率是根據地圖集中已計算的 3 個時期分別為 1972-1981、1982-1991、1992-2001 年。空間尺度所採用的統計單元是鄉鎮市區之行政區劃¹。

(二)社會經濟因子

若是癌症的發生/死亡產生空間聚集的現象，表示聚集區的環境及人口組成可能具有某些特質與現象，需要透過選擇適當的因子探討相關性。國內外學者研究顯示，無論是疾病發生、存活或是死亡，社會經濟程度 (socioeconomic status, SES) 的差異、健康不平等

(inequalities in health)、或稱剝奪 (deprivation)² 對於生活習慣、衛生教育的接受、醫療資源的取得等都具有相當的影響力(Curtis, 2004; Woods *et al.*, 2006)。

因此，本研究討論可能與癌症相關的社會經濟因子，係整理自 2000 年戶口及住宅普查資料，資料來源為行政院戶口普查處。參考公共衛生學界探討影響癌症發生、死亡的可能社會經濟因子 (胡幼慧等，1990；林慧淳，2001；王宥人，2001；徐鉅美，2002)，整理列表如下：

表 2 社會經濟因子及其定義

人口組成	
原住民比例	原住民人口數／該鄉鎮總人數
人口密度	各鄉鎮人口數／該鄉鎮面積
人口老化程度	65 歲以上老年人口／該鄉鎮總人口
婚姻狀況 ：影響居民心理、生活、健康狀態	
15 歲以上離婚百分比	15 歲以上離婚人口數／15 歲以上總人數
65 歲以上老人獨居比	65 歲以上獨居老人／65 歲以上總人數
社會經濟地位	
專業人口比 ：從事農業職業人口比、專門、技術及行政管理人員就業率，表示社會階級，通常初級行業經濟收入低、地區產業環境缺乏競爭力	
初級行業人口比例	15 歲以上農林漁牧業人口／15 歲以上人口
工商業就業比	工商業就業人口／15 歲以上人口
無工作且不在學比	無工作且不在學人口／15 歲以上人口
知識（教育）面向 ：教育程度代表地區資源的投入程度、反映個人日後就業機會與生活能力、現在地區經濟狀況、接受醫療照護的程度與能力	
6 歲以上不識字率	6 歲以上不識字人口／6 歲以上總人口
15-19 歲不在學率	15-19 歲不在學人口／15-19 歲總人口
受國民教育率	6 歲以上小學國中就學人口／6 歲以上總人口
受高中職教育率	6 歲以上高中職就學人口／6 歲以上總人口
受高等教育率	6 歲以上大學專科研究所就學人口／6 歲以上總人口

方 法

(一) 癌症空間聚集分析

繪製地圖往往是瞭解疾病是否有特殊的分布型態的初探方法，而利用空間統計分析能獲得較確切的結果。疾病聚集分析 (clustering analysis) 是用來評估疾病是地區性 (local) 或全域 (global) 的聚集，空間自相關 (spatial autocorrelation) 統計是一種分析疾病的聚集傾向的方法。

空間自相關是針對地理現象其潛在的空間相依性 (spatial dependency)³ 予以定量，描述現象所在處與其他相鄰地區現象的類似程度，以鑑別空間聚集的情形 (Goodchild, 1986 ; Kitron and Kazmierczak, 1997)，即可同時藉由現象的位置與其屬性來測定相似性 (Longley *et al.*, 2005)。

從 1950 年代以來，全域空間自相關 (global spatial autocorrelation) 被運用在流行病學上探討疾病分布的空間相關程度，而 1979 年 Glick 以空間自相關探討美國癌症死亡率的空間結構，開創癌症病因學研究工具的新研究方法 (Meade and Earickson, 2000)。全域空間自相關常用的指標有 Moran's I，其公式如下：

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \times \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (\text{式 1})$$

n 為地區數量， x_i 和 x_j 為地區 i 和地區 j 的觀察值， \bar{x} 為該變數在所有區塊中的平均數， W_{ij} 為空間權重矩陣，表示地區 i 與地區 j 的鄰近關係。Moran's I 於 -1 ~ 1 之間，值越接近 1 表示正向空間自相關程度越強，當空間型態為隨機分布時，Moran's I 則趨近其隨機分布期望值：(-1/n-1)。要得知空間自相關是機遇發生抑或是非隨機分布，則可藉由 Z-score (式 2) 檢定，在一定的顯著水準 (significance level) 之下，判斷空間自相關程度是否達到統計顯著性。

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{var}(I)}} \quad (\text{式 2})$$

$E(I)$ 為 Moran's I 的期望值， $\text{var}(I)$ 為變異數，虛無假設 (null hypothesis, H_0) 為隨機分布 (發生率/死亡率無聚集)，對立假設 (alternative hypothesis, H_a) 為非隨機分布。

全域型方法是假設整個研究區具有空間穩定性 (spatial stationarity)，然而地理現象通常具有空間不穩定性；分析結果雖可簡潔的代表整體空間分布的關聯性、關聯的方向與關聯程度，但無法得知內部的差異，必須使用區域型空間自相關指標進一步偵測空間聚集與空間例外 (spatial outliers)。如從 Getis and Ord (1992) 對美國 North Carolina 各郡嬰兒猝死症 (sudden infant death syndrome, SIDS) 的研究中得知，當使用全域空間自相關方法未達統計顯著時，以區域空間自相關 (local spatial autocorrelation) 方法，便偵測出多處聚集核心，顯然區域型空間自相關指標能提供更細緻的空間資訊。

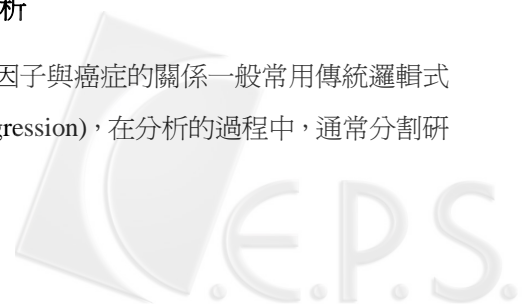
度量區域型空間聚集的指標有 Anselin (1995) 提出的 Local Indicators of Spatial Association (LISA)，其 Local Moran 是源自 Moran's I，公式如下：

$$I_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x}) \quad (\text{式 3})$$

當檢定達顯著水準，有顯著的正向區域空間自相關時，即某地區被屬性值相似的地區所包圍，稱為空間聚集 (spatial cluster)，當地區與鄰區的觀察值都很高 (高於平均值)，為熱區 (hot spot)，可由 High - High (HH) 表示；當地區與鄰區的觀察值都很低，則為冷區 (cold spot)，又可以 Low - Low (LL) 表示；另外，本身觀察值高周圍低 (High - Low)、及本身觀察值低周圍高 (Low - High) 的負向區域空間自相關，即空間例外。(Anselin, 1995; 鄧志松, 2005)。

(二) 空間迴歸分析

要瞭解環境因子與癌症的關係一般常用傳統邏輯式迴歸 (logistic regression)，在分析的過程中，通常分割研



究區域成爲行政界線獨立沒有重疊的狀態來計算。但事實上，現象及其影響的因素並不會受到行政界線或統計劃分的單元而中斷，另外，若現象是具有空間關聯的特性時，傳統回歸分析使用最小平方法 (ordinary least squares, OLS) 會造成錯誤估計的情形，因此必須採用將空間自相關的影響納入考慮的空間迴歸模式。

Anselin (1999) 提出空間誤差模式 (spatial error model, SEM) 來處理當具有空間相依性的資料，考慮空間自相關對迴歸模式所造成的偏誤時，所用的方法。表示如下：

$$y = \beta x + \varepsilon \quad (\text{式 4})$$

$$\varepsilon = \lambda W \varepsilon + \mu \quad (\text{式 5})$$

空間變數出現在誤差項，兩式合併得到：

$$y = \beta x + \lambda W \varepsilon + \mu \quad (\text{式 6})$$

其中 λ 爲空間自迴歸係數， $W \varepsilon$ 爲鄰區誤差項的加權平均， μ 爲獨立且均等分布的誤差項。空間誤差模式視空間相依性爲應考慮的干擾。由於癌症在某地區發生或死亡率的高低程度，並非受鄰區空間交互作用而造成，而可能是鄰近地區有相近的因子影響，所以，應考慮因子的空間相依性 (反映在誤差項)，則迴歸模式所獲得的估計結果才較爲正確。

本研究使用 Geoda 0.9.5i (beta) 分析，是由 Anselin 的空間分析研究室 (Spatial Analysis Laboratory, SAL) 研發，爲處理點和面資料的一種探索式空間資料分析 (exploratory spatial data analysis, ESDA) 的工具，除了一般的繪圖功能外，可分析全域/區域空間自相關、傳統迴歸方法、空間迴歸模式 (spatial lag model; spatial error model)，部分地圖還可以動畫或 3D 呈現分析結果。目前已廣泛運用於公共衛生、經濟發展、土地利用分析及刑事學界的研究 (Geoda, 2003)。

結果與討論

(一) 癌症空間聚集分析

女性各種癌症的聚集分析，透過全域空間自相關指標 (Moran's I) 檢定達到 $Z(I) > 1.96$, $p < 0.05$ 顯著水準，而且區域空間自相關的指標 (LISA Moran) 亦達到 $p < 0.01$ 顯著水準 (食道癌達 $p < 0.05$)，癌症標準化發生率及死亡率有空間聚集現象者均有相同的 15 種部位別，按照空間聚集強弱程度 ($Z(I)$ 值的高低) 如表 3、4 所列。若以女性歷年五大癌症發生率及死亡率的種類而言，肝及肝內膽管、氣管及支氣管及肺、結腸及直腸、子宮頸、乳房這五種癌症⁴，在空間上都有聚集的特徵。死亡率

表 3 女性癌症 1995-1998 年標準化發生率空間聚集分析統計值 (達顯著的類別)

癌症部位名稱	Moran's I	Z(I)
女性乳房	0.50	15.91
結腸直腸	0.39	12.56
結腸	0.34	10.70
口腔	0.29	10.17
肝及肝內膽管	0.30	8.89
直腸及直腸乙狀結腸連接部及肛門	0.21	6.76
腎臟	0.21	6.52
非黑色瘤皮膚	0.26	8.79
膀胱	0.24	7.69
鼻咽	0.24	7.96
子宮頸及未明示部位之子宮	0.21	6.71
胃	0.20	6.24
氣管及支氣管及肺	0.19	5.91
食道	0.11	3.69
卵巢及其他子宮附屬器官	0.09	2.77

表 4 女性癌症三個年段標準化死亡率空間聚集分析統計值 (達顯著的類別)

癌症部位名稱	1972-1981 年		1982-1991 年		1992-2001 年	
	Moran's I	Z(I)	Moran's I	Z(I)	Moran's I	Z(I)
口腔	0.26	8.77	0.39	12.43	0.43	14.30
膀胱	0.33	12.89	0.35	11.97	0.42	13.49
胃	0.32	9.81	0.30	10.37	0.31	9.75
腎臟	0.27	9.57	0.27	9.49	0.29	9.76
氣管及支氣管及肺	0.30	8.66	0.27	8.77	0.25	7.73
鼻咽	0.11	3.80	0.24	7.90	0.34	11.03
女性乳房	0.08	2.40	0.15	4.80	0.25	7.57
結腸	0.04-	1.19-	0.10	3.04	0.19	6.19
結腸直腸	0.08	2.49	0.17	5.48	0.19	5.94
肝及肝內膽管	0.09	3.06	0.23	7.35	0.18	5.39
子宮頸及未明示部位之子宮	0.12	4.00	0.13	4.19	0.11	3.51
食道	0.16	5.48	0.10	3.31	0.19	6.93
直腸及直腸乙狀結腸連接部及肛門	0.07	2.25	0.05-	1.55-	0.09	3.07
卵巢及其他子宮附屬器官	0.10	4.06	0.07	2.30	0.03-	0.86-
非黑色瘤皮膚	0.09	2.81	0.09	2.79	0.03-	1.06-

- : 表示未達顯著水準者

有聚集現象者雖與發生率相同，但各種癌症空間聚集的強度則有所不同，如女性乳癌、結腸直腸癌的發生率聚集程度較其他癌症種類強，但在死亡率則以口腔癌、膀胱癌、胃癌等較強。當發生與死亡的聚集區不同時，顯示出影響二者的環境因素是有所差異，可能為暴露因子、社會經濟發展、篩檢成效及醫療資源等因素。死亡率的聚集區可能會因劃分的年段不同而呈現不同的結果，但在不同年段都相同時，便顯示聚集區極需更進一步探討原因。

以下依發生率聚集區的分布特徵作分類基礎，並將死亡率聚集圖依三個年段順序排列於發生率圖之右側，作結果的整理 (圖 2, 3, 4, 5, 6)。我們可明顯獲得乳癌與卵巢及子宮癌明顯集中在臺北市及周邊地區 (圖 2)；由於癌症地圖資料中計算乳癌與子宮頸癌的標準化發生率，並未將原位癌 (in situ) 與侵襲癌 (invasion) 的比率分開，而 1995 年起行政院衛生署積極宣導子宮頸、乳房檢查的活動，對於較能接受檢測觀念的都市地區居民可能會影響統計結果，不過，分布情形仍與蔡淑芳 (1987)

的研究結果一致。死亡率在臺北地區有明顯聚集的現象，可見得或許因檢測使臺北市的發生易形成聚集特徵，但死亡率仍聚集的現象是值得關注的。根據王宥人 (2001) 研究顯示，地區剝奪程度越高，乳癌的死亡率越低的現象，但未說明原因，因此，何以在剝奪程度低的臺北市有死亡率的聚集現象，仍須後續研究。

卵巢及子宮癌的發生率同樣聚集在臺北都會區，但死亡率的聚集現象並不明顯；子宮頸癌發生率的聚集還包括宜蘭地區，而死亡率在三個年段的聚集區呈現不完全一致的分布，東部地區的死亡率聚集的部分，或許可從加強篩檢的宣導及改善山地鄉醫療資源的分配來著手進行。

結腸、直腸及肛門等部位的癌症發生率聚集區的熱區，都位在西北部臺北、桃園縣地區，冷區都在東部地區，死亡率聚集區在各年段有所差異，但結腸癌和結腸及直腸及直腸乙狀結腸連接部及肛門癌，於 1992-2001 年都有出現在西南部高碑分布區⁵的情形 (圖 3)。根據流行病學界研究，社會經濟型態對結腸直腸癌的發生率

影響，會因社經地位的改變而間接影響飲食、生活形態及健康照護可近性及利用性 (徐鉅美, 2003 轉引自 Ries *et al.*, 2000; American Cancer Society, 2001)，徐氏的研究

(2003) 雖發現高社經地位族群之發生率較高，但是否可以解釋西北部聚集的空間特徵，有待進一步分析。

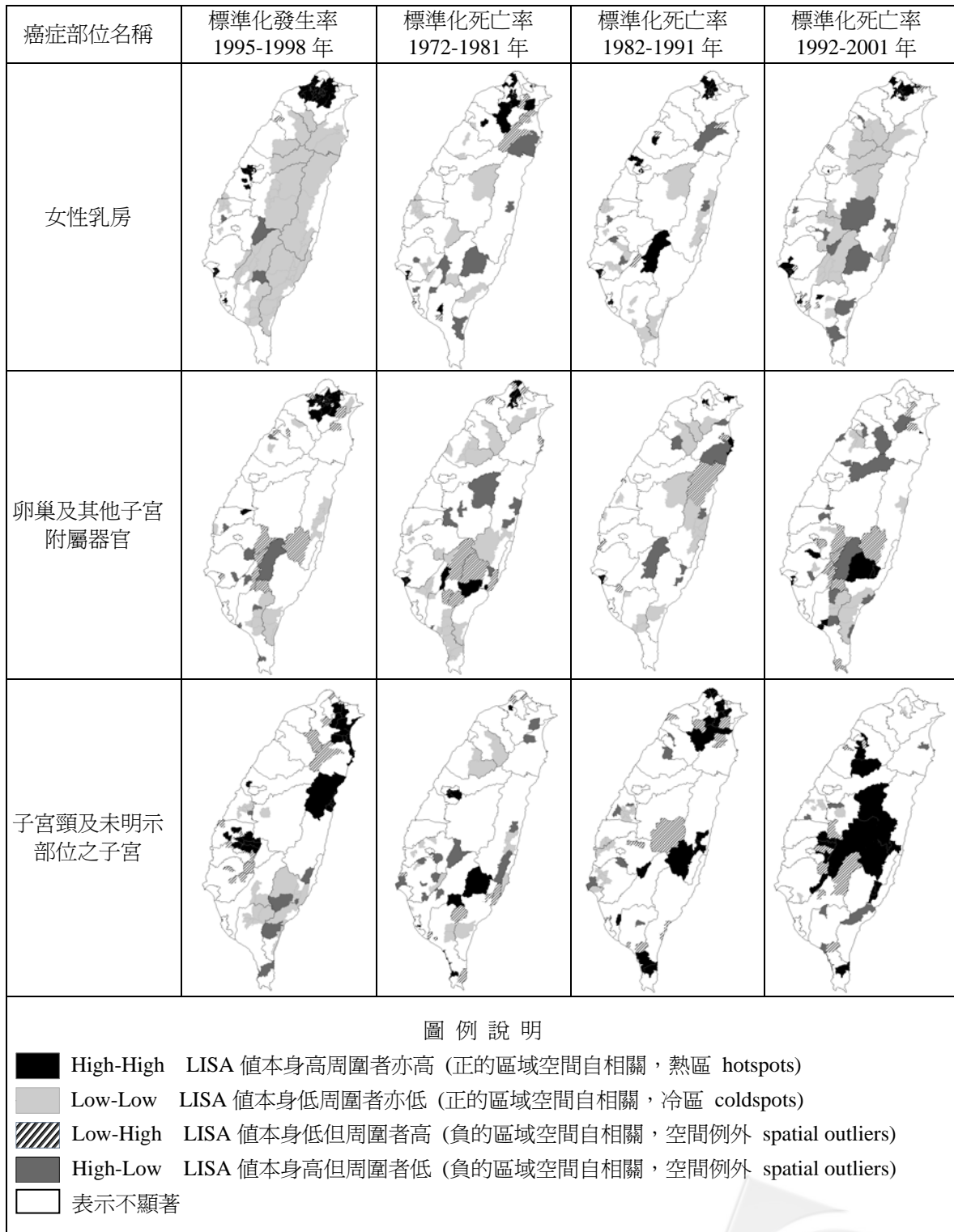
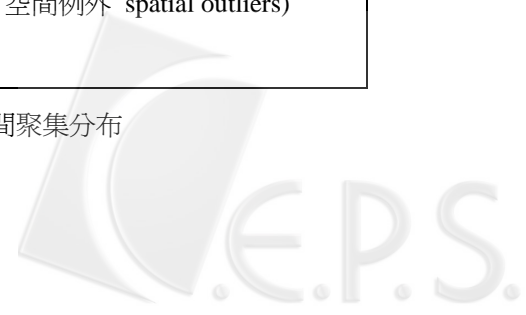
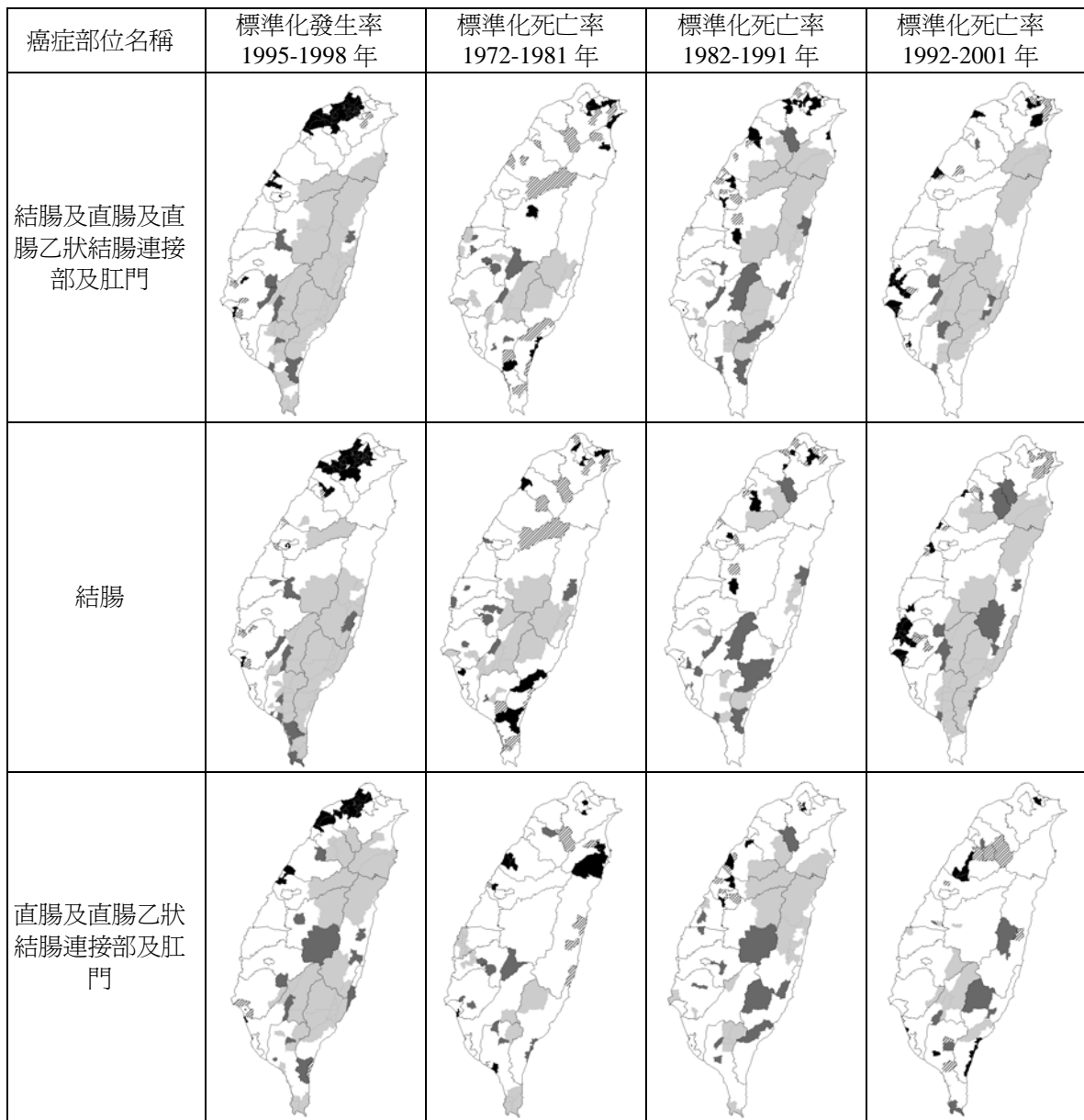


圖 2 女性乳癌、卵巢癌、子宮及子宮頸癌的空間聚集分布



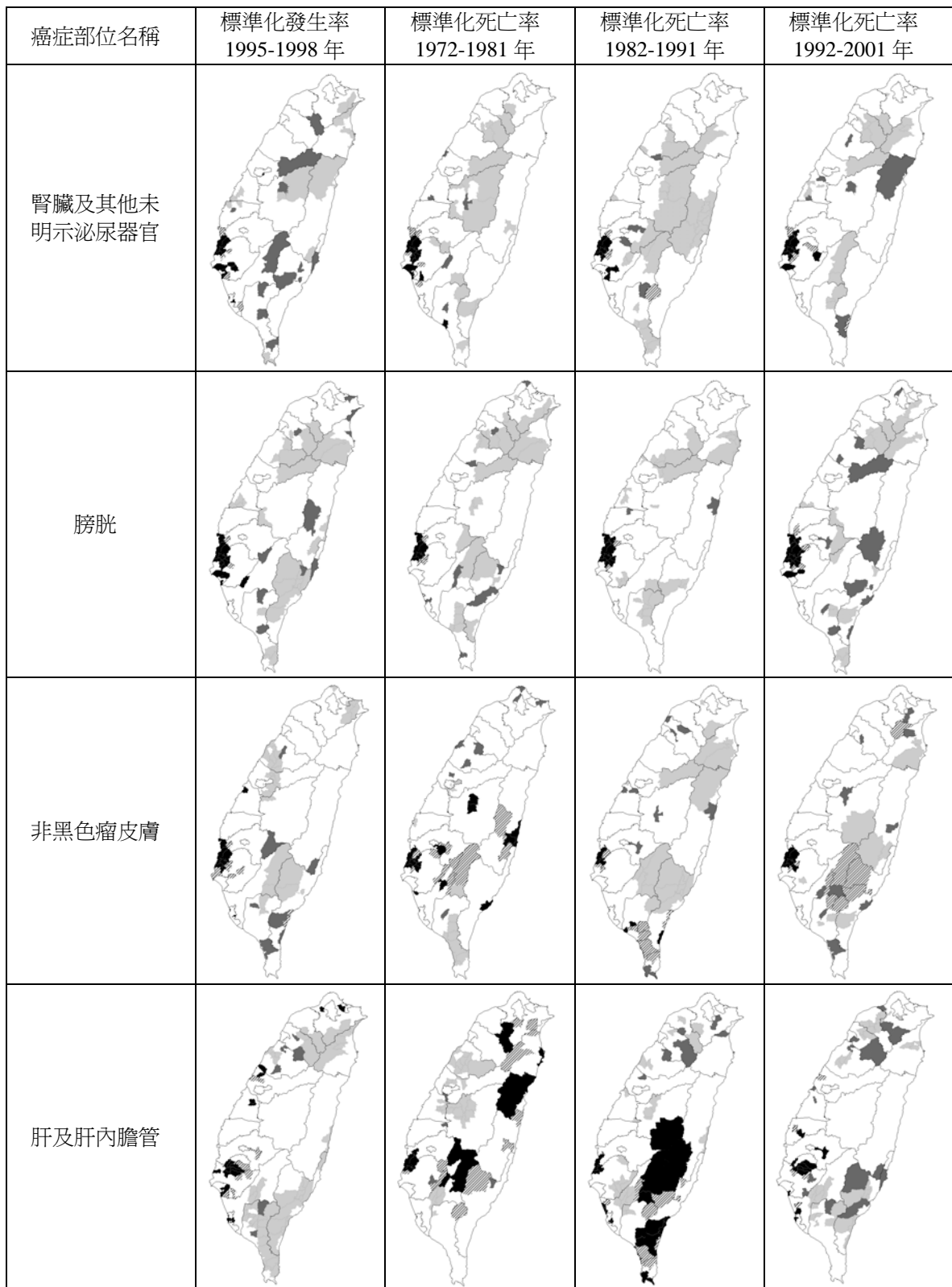


註：圖例說明請見圖 2

圖 3 結腸、直腸及肛門癌的空間聚集分布

非黑色瘤皮膚癌、肝癌、腎臟癌、膀胱癌的發生率與死亡率的聚集區 (圖 4)，以及肺癌死亡率的聚集區 (圖 5) 都位在嘉義縣與臺南縣的沿海鄉鎮 (地下水高砷分布區)，這與前人研究相符 (蔡淑芳，1987；蔡世盟，

1997；施義雄，1998)，可見得多年來飲用水高砷的問題在此區域對健康的影響深遠，期望這樣的情況能經由無論是研究、宣導及公共設施的投入而早日改善。



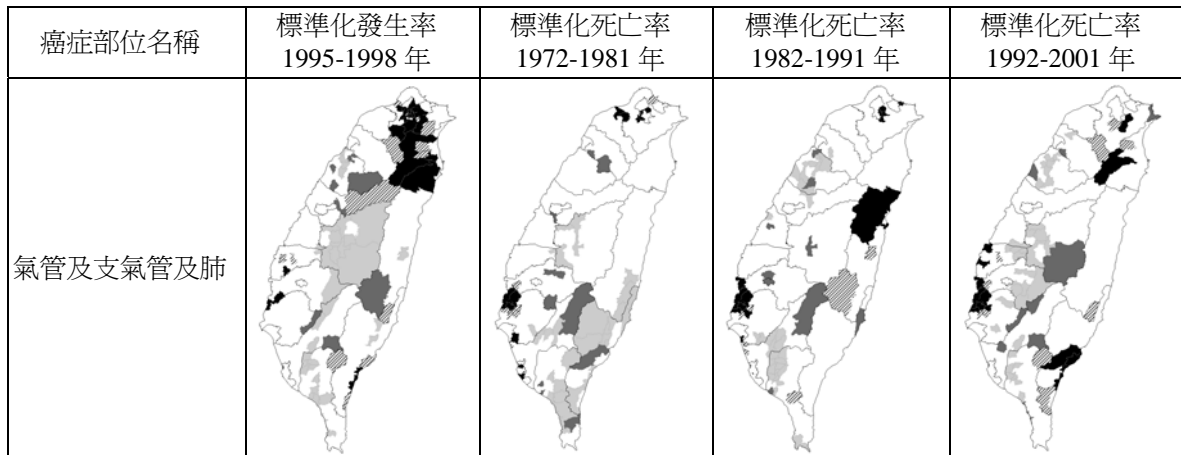
註：圖例說明請見圖 2

圖 4 腎臟、膀胱、非黑色瘤皮膚及肝癌的空間聚集分布



另外，由於臺灣女性肺癌患者不抽菸卻有高發生率的現象，研究結果發現原因與油煙、二手煙等環境暴露及遺傳因素有關 (吳銘芳，2004；吳佩芬，2004)。肺癌發生率聚集區位於東北部，目前臺灣並無研究證明遺傳因

素可解釋此空間聚集的特徵，而著手調查臺北都會區及宜蘭地區的婦女是否有高度的危險因子暴露，或其他環境因素造成聚集現象應為未來重要的研究方向。



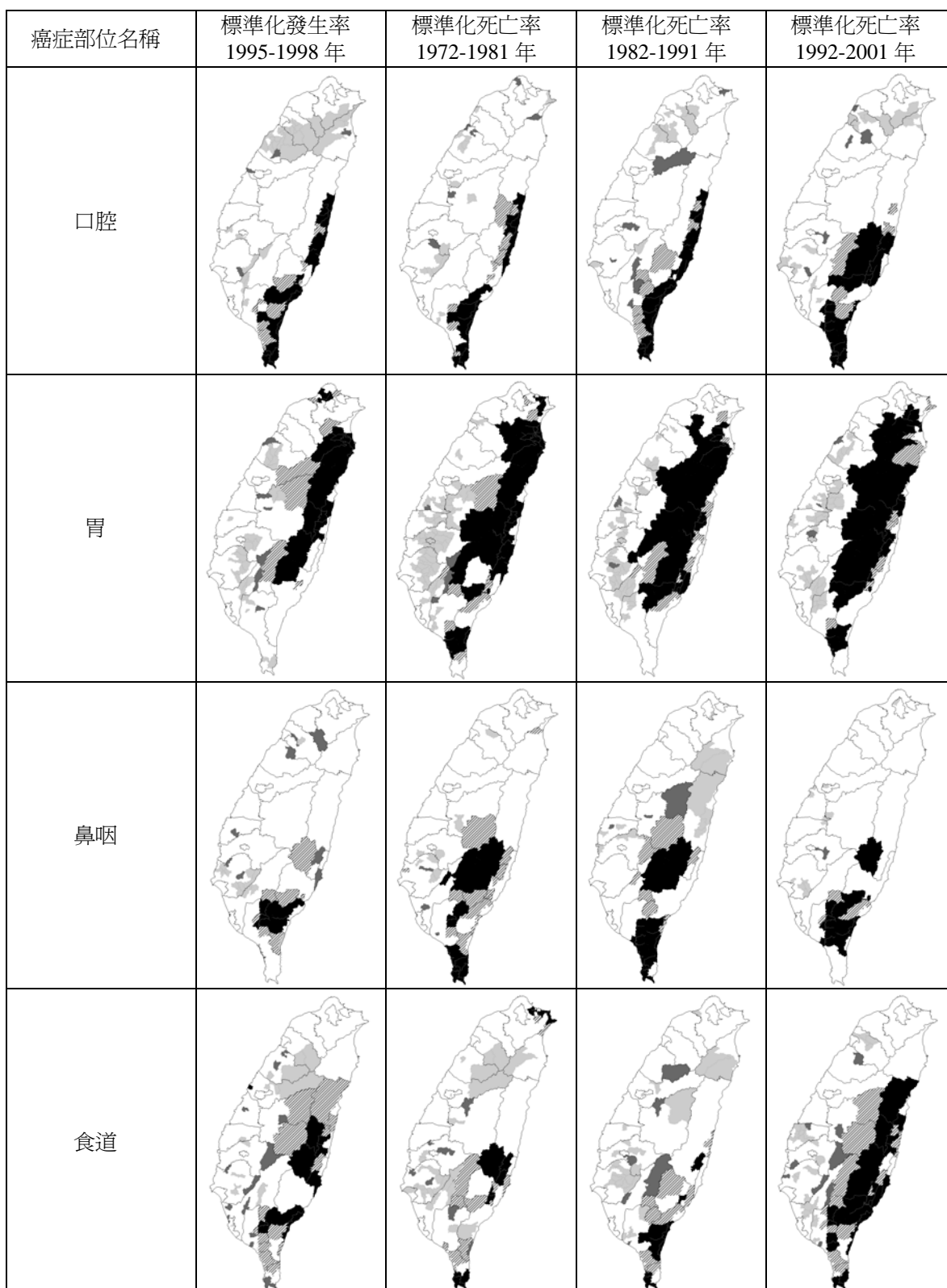
註：圖例說明請見圖 2

圖 5 氣管及支氣管及肺癌的空間聚集分布

口腔、胃、鼻咽及食道癌在發生率與死亡率的空間聚集分布一致 (圖 6)，位置則偏在東半部地區，與前人研究大都分布在山地鄉的結果相符 (蔡淑芳，1987)，但本研究提供更詳細的鄉鎮及區域差異，如口腔癌偏在東南側，胃癌需注意花蓮縣的鄉鎮等。口腔癌與嚼食檳榔有極大的關係 (盧俊泰，1994)，而這幾種癌症都與吸煙有密切關係 (陳品玲，2003)，值得針對居住在山地區的女性其生活習慣作探討並加以宣導。利用區域自相關指標 LISA 作聚集分析，獲得各癌症聚集區的分布位置，可瞭解各種癌症的發生率與死亡率在臺灣整體的區域差異，並藉由死亡率不同的年段，觀察歷年聚集位置是一致或有改變，如胃癌的死亡率聚集區幾乎沒有改變，可見得花蓮縣地區在胃癌研究上的迫切性；而子宮頸癌各年段有所差異的情形，可以再切割不同年段來探討是否聚集區多有變異。由此，凸顯聚集分析呈現空間上的意

義，提供未來研究變遷因素之基礎。

另外，所獲得的 LISA 聚集地圖，聚集區是反映相鄰地區有接近的特質，與一般單純顯示比率高低的癌症地圖提供更多資訊。比較已出版的癌症地圖集中，圖 7 (左) 的標準化死亡率圖，目的在呈現每個鄉鎮的比率高低；改良之補點式卜瓦松趨勢面 (Imputed Poisson trend surface, IPTS) 分析法繪製的癌症地圖，去除行政界線，解決標準化死亡率分布圖不易辨識圖形趨勢的問題 (廖勇柏，2000)；而 LISA 聚集地圖則除了獲得聚集熱區外 (黑色)，還可以辨別出南投信義鄉是一處空間例外 (H-L)，本身的值較高但周圍低，並不構成一聚集區；而桃園縣與花蓮市地區在 IPTS 圖中呈現聚集特徵，但透過聚集分析所得的結果並不顯著。因此，由上可得知聚集分析重要的結果與意義。



註：圖例說明請見圖 2

圖 6 口腔、胃、鼻咽及食道癌的空間聚集分布

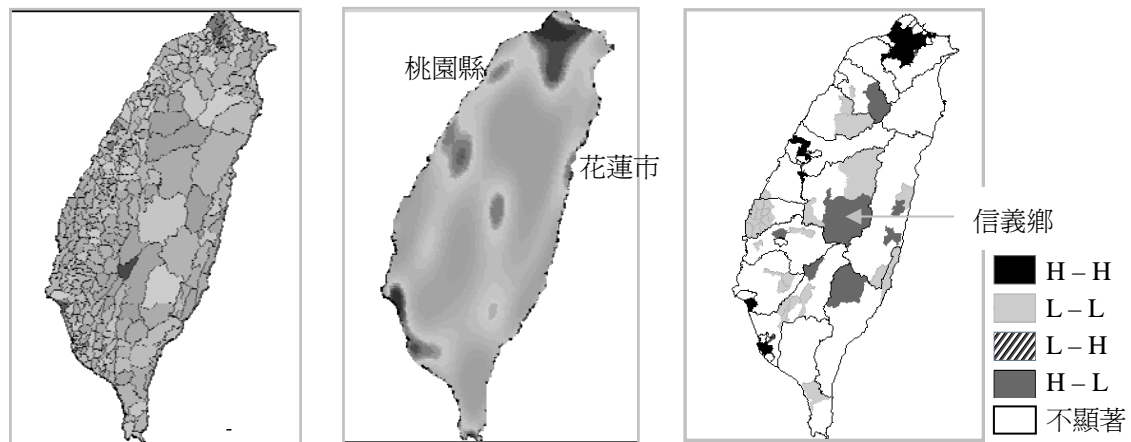


(二) 空間迴歸分析

由於發生率的特徵較能反映環境對癌症的影響 (施義雄, 1998), 下面以空間聚集特性最強的女性乳癌發生率為例, 利用傳統迴歸模式 (OLS) 與空間迴歸模式 (SEM) 探討社會環境因子對其影響。

整理公共衛生學界關於乳癌的致病因子描述, 除了遺傳因素外, 個人的健康行為如服用避孕藥、更年期賀爾蒙補充療法、酒精及脂肪的攝取量高者, 是罹患乳癌

的高危險群; 在環境方面, 污染物質的長期暴露也具相關性 (Brody *et al.*, 2004), 而都會區的發生率較鄉村為高, 尤其女性停經之後的城鄉差異更為明顯 (陳品玲, 2003)。此外, 都市地區還具有擁擠、壓力等心理層面的可能致病因素。王宥人 (2001) 分析社會經濟的地區剝奪程度越高 (通常為鄉村), 女性乳癌發生率越低, 而致死率越高, 由於社會經濟的程度與居民飲食、醫療可近性等對健康的影響因素相關, 因此藉由相關的社經因子



註：左圖為標準化死亡率分布圖，中間為卜瓦松趨勢面圖 (IPTS)，黑色表示比率高、深灰色低、淺灰色代表中間值；右圖為 LISA 聚集分布圖。資料取自中華民國癌症地圖查詢系統 (2003) 及作者自繪。

圖 7 1972-2001 年女性乳癌死亡率圖

來探討是否影響空間聚集的現象。

1995-1998 年乳癌發生率的空間分布型態, 高度聚集在都市地區, 尤其臺北市各區及周圍的永和、中和、新店、蘆洲、三重、板橋、土城、汐止市等, 其癌症發生率顯著高於全臺灣的 10%, 且這些鄉鎮的 LISA 統計值也是本身跟周圍均高, 本研究將其稱為核心聚集區域 (圖 8)。針對此明確的空間訊息, 探究哪些社會經濟因子

可能影響這樣的現象產生, 故採用公共衛生學界研究可能影響健康行為的社會經濟因素, 經多元迴歸分析先將乳癌相關的因子抽取出來, 並考慮這些因子的空間分布型態與乳癌發生率的聚集特性接近者, 選取出老化程度、人口密度、受高等教育率、從事工商業人口比 作為自變數⁶, 各鄉鎮的發生率為依變數使用迴歸模式分析, 結果如下表 5.6 所示:

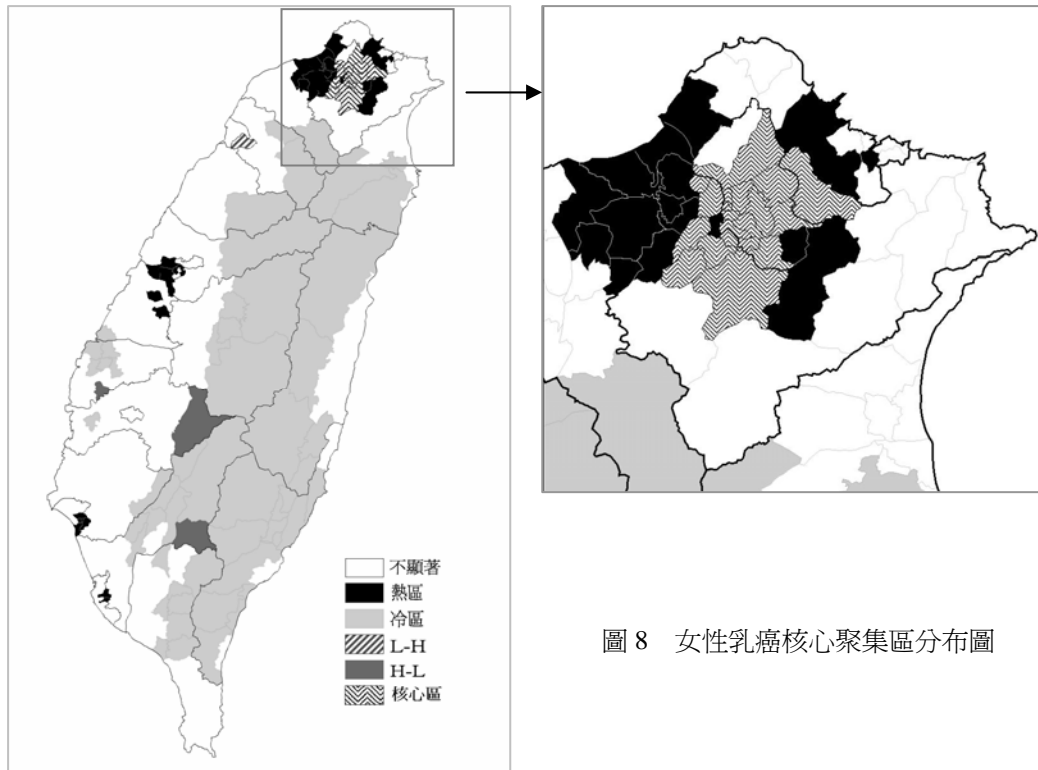


圖 8 女性乳癌核心聚集區分布圖

表 5 女性乳癌標準化發生率迴歸模式的檢定項目與分析結果

檢定項目	名稱	意義	OLS	SEM
整體迴歸適合度	R-squared	愈高愈適合	0.58	0.6
	Log likelihood	愈高愈適合	-1247	-1239
	Akaike Info Criterion	愈小愈適合	2503	2487
	Scharz Criterion	愈小愈適合	2523	2507
共線性	Multicollinearity condition number	<30 表示無共線性問題	22.96	-
空間自相關檢定	Moran's I (error)	Ho: 誤差無空間自相關現象	3.67***	-

註：- 代表模式中無提供統計值。* 0.05 的顯著水準；** 0.01 的顯著水準；*** 0.001 的顯著水準

表 6 女性乳癌傳統迴歸模式 (OLS) 與空間誤差模式 (SEM) 結果

自變數	OLS	SEM
老化程度	0.35**	-
人口密度	0.0002***	0.0003**
受高等教育率	0.56***	0.356***
從事工商業人口比	0.44***	0.126***

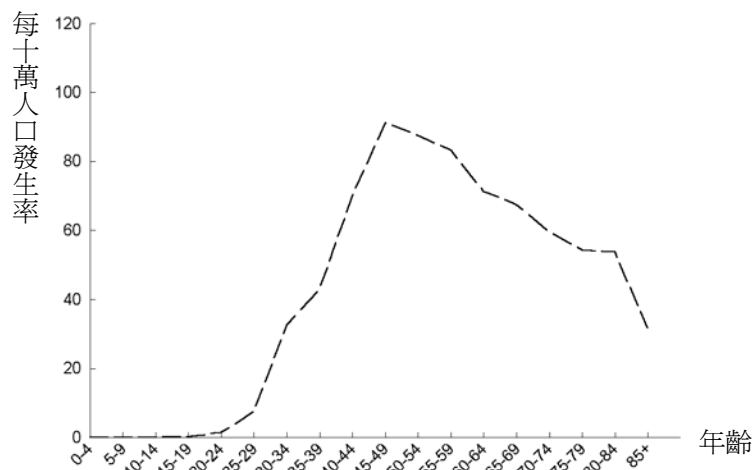
-：表示未達顯著 (P>0.05)

由傳統迴歸模式 (OLS) 的結果得知，老化程度、人口密度、受高等教育率比例、從事工商業人口比率等四項社會經濟因子，經檢驗證明無共線性的問題 (表 5)，並通過統計檢驗具有相關性 (表 6)，代表以全臺灣為尺度 (非探討病患個體層面)，假設每一鄉鎮區的社會經濟特徵為均質狀態來研究影響乳癌發生的因子，可知這些社會經濟程度高的鄉鎮區，女性乳癌的發生率也較高，因此可以瞭解通常在都會地區有乳癌發生率高的特色。

由於乳癌發生率分布具有聚集的特性，空間自相關檢驗 (Moran's I (error)) 的結果顯示的確有空間自相關的現象存在，若使用傳統迴歸分析會產生估計偏差，因此本研究繼續利用空間誤差模式 (SEM) 再作分析，由表列中 SEM 的整體迴歸適合度之檢定數值可瞭解，空間迴歸模式之適合度的確提高 (表 5)，不過，人口老化

因子在空間迴歸模式分析的結果中呈現不顯著 (表 6)，或許因為全臺灣女性乳癌的發生率最主要的年齡在 50 歲左右而逐漸隨年齡低降 (圖 9)，所以一地區老化人口比例高低探討相關性時並不穩定。

因此，當探討具有聚集特性的癌症與因子的相關性研究時，利用空間誤差模式分析，考慮空間自相關所造成的干擾，會使參數估計結果較傳統迴歸模式精確，整體適合度也提升；而且藉由以鄉鎮區為單元，獲得地區高人口密度，及高社會經濟程度與乳癌的發生率是存在顯著相關性，提供我們進一步去探討在高人口密度的地區，具有這樣社經背景的居民，是否有存在哪些健康的風險 (如壓力、飲食、生活習慣等)，或是從其他地區遷移進來的人口，是否也會因為這個居住空間的特質而逐漸產生健康的影響，值得更深入的世代追蹤研究。



資料來源：癌症電子地圖 (2003) 女性發生率性別年齡別圖檔

圖 9 女性乳癌年齡別發生率 1985-1998 年

結論與建議

人與環境互動產生各種議題，使得空間觀點成為學界重視的面向。由於資料庫的建立、分析軟硬體的發展，促使空間分析方法蓬勃發展。空間分析主要在於獲得空間分布的型態，可提供癌症研究在環境影響方面，一種

重要的探索工具，以及提出假說，並將空間的影響納入驗證的方法。

本研究分析獲得女性癌症中具有空間聚集特徵的類型，判別較前人研究更詳細的位置資訊，利用不同年段的資料可以探究空間的變異；若劃分更多不同的年段來觀察發生率及死亡率的空間變化，則更能確定某種癌症的發生及死亡是否一直聚集在某地區，進而就熱區或冷

區作詳盡的原因調查及醫療資源的分配。

另外，本研究顯示在癌症與相關因素的分析時，必須考慮因子具有空間關聯性的影響力，空間迴歸模式的分析較傳統迴歸模式的適合度和解釋力均提高，值得學界使用，並證實空間觀點納入癌症研究的意義。

本研究受限於個人層次的癌症資料因涉及隱私問題，只能獲得鄉鎮區層級的資料，而臺灣的資料尚未使用行政區以外的空間統計單元劃分方式，因此，可能造成因分析單元不同使結果可能產生差異之 **Modifiable Areal Unit Problem (MAUP)**；而探討影響因子時，將同一個鄉鎮內的居民視為有均質的社會經濟特徵，也並不完全合理，此問題將有賴於未來推動適當的空間統計單元（如大小規則的網格等）來記錄資料以獲得改善。

註 解

1. 因探討死亡率時，跨越的年段涉及行政區劃變更，因此地圖集的資料已將變動者合併調整，把現有的 361 鄉鎮市區合併成 355 鄉鎮市區來作為分析的空間單元。調整的部分為：臺北市行政區劃於 1990 年調整，因此將新的松山區和信義區合成一區，以比照舊的松山區；舊的城中區和古亭區合併，以比照新的中正區；舊的雙園區和龍山區合併以比照新的萬華區；舊的大同區、建成區與延平區合併以比照新的大同區；舊的木柵區和景美區合併以比照新的文山區。新竹市的東區、北區和香山區的資料合併為一整個市區作分析(行政院衛生署國民健康局，2003)。
2. 臺灣有林慧淳 (2001) 建立地區剝奪指數，以初級產業人口和 15-17 歲不在學率作為指標。
3. 空間相依性是指空間單元會透過空間交互作用而對彼此產生影響，使鄰近地區產生相近的現象。
4. 資料根據行政院衛生署衛生統計資訊網歷年死因統計，此處所列之發生率及死亡率的種類排名順序每年有所不同，但以這五種類別為主。
5. 西南烏腳病 (地下水含砷量高) 分布的地區 (簡稱高

砷分布區) 為嘉義縣布袋、義竹、臺南縣北門、學甲，根據蔡世盟 (1997) 研究顯示，此區有較高的肺癌、非黑色素瘤皮膚癌、肝癌、腎臟癌、膀胱癌死亡率聚集分布現象。

6. 其他社會經濟因子有經過統計檢驗但並無顯著關係。

謝 辭

感謝匿名的審查委員提供精闢詳盡的建議，使本文能更趨周詳，謹此致謝。

引用文獻

- 王宥人 (2001) 地區剝奪與女性乳癌及子宮頸癌之相關性研究，國立臺灣大學衛生政策與管理研究所碩士論文。
- 行政院衛生署國民健康局 (2003) 中華民國癌症地圖查詢系統。
- 行政院衛生署衛生統計資訊網，93 年衛生統計—生命冊，<http://www.doh.gov.tw/statistic/index.htm> [2006.1.1]。
- 吳銘芳 (2004) 人類乳突瘤病毒感染在臺灣女性肺癌形成之角色研究，中山醫學大學醫學研究所博士論文。
- 吳佩芬 (2004) 臺灣女性肺癌發生趨勢分析及其相關因子及重要預後因子探討，高雄醫學大學醫學研究所博士論文。
- 林慧淳 (2001) 地區剝奪與死亡率之相關—以臺灣為例，國立臺灣大學衛生政策與管理研究所碩士論文。
- 徐鉅美 (2003) 臺灣地區結腸直腸癌部位別發生率長期趨勢及與鄉鎮別社會經濟地位之相關研究，臺北醫學大學公共衛生學系碩士論文。
- 胡幼慧、林芸芸、吳肖琪 (1990) 臺灣地區社會流行病學之分佈—六項死因死之小區域分析，人口學刊，13：83-106。

- 施義雄 (1998) 臺灣地區癌症發生率與環境之相關分析及其地理資訊系統的建構，中國醫藥學院環境醫學研究所碩士論文。
- 陳品玲 (2003) 流行病學概論，臺北：華杏出版股份有限公司。
- 蔡淑芳 (1987) 臺灣地區惡性腫瘤重要危險因子之生態相關研究，國立臺灣大學公共衛生研究所碩士論文。
- 蔡世盟 (1997) 烏腳病社區（高砷暴露）民眾死亡率及期趨勢分析，高雄醫學院醫學研究所博士論文。
- 廖勇柏 (2000) 癌症地圖的繪製—趨勢面分析法的改變與其在時空特性探討之應用，國立臺灣大學流行病學研究所博士論文。
- 鄧志松 (2005) 空間分析方法介紹，空間分析工作室，<https://ceiba.ntu.edu.tw/course/a49714/index.htm> [2005.12.30]。
- 盧俊泰 (1994) 口腔癌流行病學研究，高雄醫學院醫學研究所博士論文。
- American Institute for Cancer Research (AICR) (1999) *Stopping Cancer Before It Starts*, Golden Books: New York, 馬雨沛譯 (2004) 癌症止步！美國癌症研究院的防癌計畫，臺北：原水出版社。
- Anselin, L. (1995) Local Indicators of Spatial Association—LISA. *Geographical Analysis*, 27 (2): 94-115.
- Anselin, L. (1999) *Spatial Econometrics*. http://www.csiss.org/learning_resources/content/papers/baltchap.pdf [2005.12.30]
- Anselin, L. (2005) *Exploring Spatial Data with GeoDa™: A Workbook*. <http://www.csiss.org/> [2006.1.1]
- Brody, J. G., Aschengrau, A., McKelvey, W., Rudel, R. A., Swartz, C. H. and Kennedy, T. (2004) Breast Cancer Risk and Historical Exposure to Pesticides from Wide-Area Applications Assessed with GIS. *Environmental Health Perspectives*, 112 (8): 889-897.
- Curtis, S. (2004) *Health and Inequality: Geographical Perspectives*. London: SAGE.
- Devesa, S. S., Grauman, D. J., Blot, W. J., Pennello, G. A., Hoover, R. N. and Fraumeni, J. F. Jr. (1999) *Atlas of Cancer Mortality in the United States, 1950-94*, National Institutes of Health.
- GeoDa (2003) *GeoDa - An Introduction to Spatial Data Analysis*. <https://www.geoda.uiuc.edu/> [2005.12. 16]
- Getis, A., and Ord, J. K. (1992) The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. *Geographical Analysis*, 24 (3) :189-206.
- Glick B. (1979) The spatial autocorrelation of cancer mortality. *Social science & medicine [Medical geography]*, 13D: 123-30.
- Goodchild, M. F. (1986) *Spatial Autocorrelation*. Norwich, CN: Geo Books.
- Goodchild, M. F. and Janelle, D. G. (2004) *Spatially Integrated Social Science*, Oxford. 316-318.
- Graham, A. J., Atkinson, P. M., Danson, F. M. (2004) Spatial analysis for epidemiology. *Acta Tropica*, 91: 219-225.
- Kitron, U. and Kazmierczak, J. J. (1997) Spatial analysis of the distribution of Lyme disease in Wisconsin. *American Journal of Epidemiology*, 145: 558-566.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. and Rhind, D. W. (2005) *Geographic Information Systems and Science*, 2nd edition, UK: John Willey & Sons, Ltd. 89.
- Meade, M. S. and Earickson, R. J. (2000) *Medical Geography*. 2nd edition, New York : Guilford. 230 – 233.
- Woods, L. M., Rachet, B. and Coleman, M. P. (2006) Origins of socio-economic inequalities in cancer survival: a review, *Annals of Oncology*, 17: 5-19.

95年01月21日收稿

95年03月07日修正

95年03月25日接受

