

地圖

第十六期，第205-220頁，民國95年6月

Journal of Cartography

No. 16, June 2006. pp.205~220

環境污染與惡性腫瘤空間關係 —以癌症地圖之肝癌及肺癌為例

Spatial Relations between Environmental Pollution and Malignant Tumors - A Case Study of Liver Cancer and Lung Cancer on Cancer Map

范慶龍*

賴進貴**

Ching-Lung Fan

Jinn-Guey Lay

摘要

近年來醫學科技一日千里，多年前所謂「不治之症」的疾病，現在大部分皆可透過醫療或現代醫學技術而獲得有效的改善，也降低許多疾病的死亡率。但目前國內惡性腫瘤的死亡率並沒有因為醫療科技的進步而降低，反而屢創國內惡性腫瘤死亡率的新紀錄。

本文試圖利用台灣地區95個主要工業區位置分布，研究環境污染因子與惡性腫瘤的空間關係，瞭解污染物質如何透過媒介(河流、地下水)影響該地區惡性腫瘤的發生率及死亡率。

利用中華民國癌症地圖系統之卜瓦松趨勢面分析(Poisson Trend Surface)交叉比對工業區位置與肺癌、肝癌空間分布的關係，進一步利用地理資訊系統(Geographic Information System)的空間密度分析、環域分析及圖層套疊等功能，探討台灣地區肺癌及肝癌發生的空間關係，並結合衛生署所公佈各縣市地區惡性腫瘤死亡率統計資料，檢測環境污染因子與肺癌及肝癌分布之關連性。

本研究希望透過GIS各種空間分析功能，提供未來在醫療地理在惡性腫瘤及慢性疾病領域內有效管理、監控及追蹤，建立一套台灣地區疾病追蹤及健康管理系統，對於各項疾病發生因子進行分析及預防，提升民眾生活環境品質與保障生命健康。

ABSTRACT

The rapid development of medical technology has allowed the better treatment of many incurable diseases, such as cancers. Such development, however, has not been able to help reduce the

* 國立臺灣大學地理環境資源學系碩士班研究生

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.

mortality from malignant tumours in Taiwan. Instead, the death rate repeatedly reaches higher peak.

The crux of this paper lies in exploring the spatial relations between the factors that lead to environmental pollution and those that cause malignant tumours. By analyzing the spatial distribution of ninety-five main industrial zones in Taiwan, we seek to capture how environmental pollutants, through the spread of diverse media (e.g. rivers, groundwater), influence the occurrence and death rate of malignant tumours.

Methodologically, we first utilize the poisson trend surface analysis of the Cancer Mapping System of the Republic of China to conduct a cross-comparison of the relations between industrial zones' location and the spatial distribution of lung and liver cancer. Secondly, we use Geographic Information System (GIS) to undertake density analysis, buffer analysis and overlay analysis of the spatial relationship of lung and liver cancer occurrence in Taiwan. Lastly, we use statistical data obtained from the National Health Administration, incorporating the death rate of malignant tumour in all counties to measure the relationship between the factors that lead to environmental pollution and those that cause the occurrence of lung and liver cancer.

It is expected that this research provides an example of how GIS can contribute to effective management, monitoring and tracking of malignant tumours and other chronicle diseases. In the future, we suggest establishing a set of disease tracking and health administrative system, to facilitate the analysis and prevention of diseases and to ensure a better living environment for the public.

關鍵詞 **Key Words**

惡性腫瘤	Malignant Tumor
地理資訊系統	Geographic Information System
癌症地圖	Cancer Map

一、研究背景

腫瘤 (Tumor) 一般所俗稱的癌症 (Cancer)，在古希臘文Cancer這個字的原意就是像螃蟹 (Crab) 般可以向四面八方展開生長的意思。腫瘤係指不正常的組織或液體的堆積，主要分為惡性 (Malignant) 腫瘤與良性 (Benign) 腫瘤。

衛生署公佈民國93年度國人十大死因，惡性腫瘤已連續23年蟬聯榜首，全年共有3萬6千餘人因罹患癌症死亡，較92年增加9%。亦即每14分27秒就有人死於癌症，而肺癌取代肝癌成為十大癌症死因首位。

十大死因死亡人數合計占總死亡人數的74.83%，其中以惡性腫瘤占27.20%最多；心臟疾病與腦血管疾病分別占9.62%與9.23%（表1）。

惡性腫瘤發生原因經研究大致起因於飲食、抽煙、遺傳、賀爾蒙及環境污染，其中有關環境污染致癌的說法，長期以來頗受爭議。醫療機構一般較淡化環境污染與惡性腫瘤的關連。例如：加拿大癌症協會估計，只有5%的惡性腫瘤病例與環境污染有關。英國著名流行病學者杜爾（Richard Doll）曾指出，致癌因子中，飲食（包括飲水）是最具有影響力，佔35%。另外就是吸菸佔30%，污染只佔2%。

但也有研究學者提出相反看法，例如美國癌症研究專家Samuel Epstein認為，人類80%至90%的惡性腫瘤與環境污染有關。

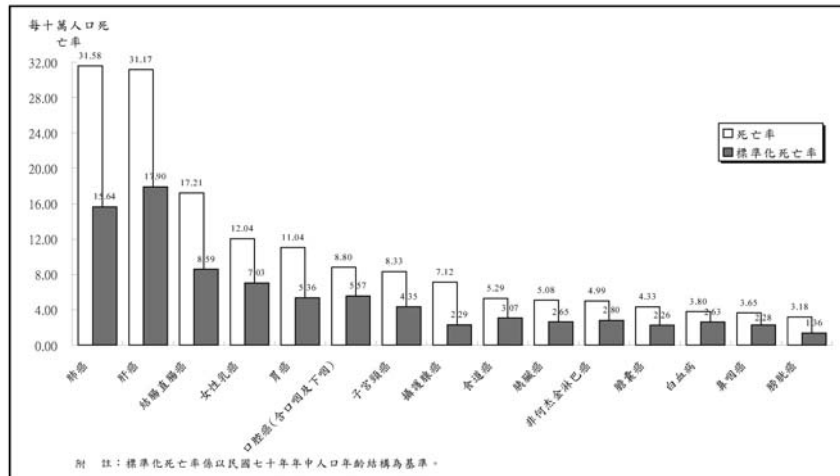
本文嘗試使用地理資訊統空間及屬性分析功能，假設工業區為污染源，其工業廢水及污染物質透過河流、地下水進入居民生活用水及飲用水體系中，找出環境污染因子與惡性腫瘤的空間相關性。

以台灣地區所有惡性腫瘤中死亡率最高的肺癌及肝癌（圖2）為研究案例，在時間尺度方面，採用中華民國癌症地圖查詢系統內地圖集的癌症相關資料，涵蓋台灣地區1972-2000年的全國癌症死亡率及發生率資料檔；在空間尺度方面，以台澎地區（不含金門及馬祖）為範圍，最小統計單位為鄉鎮市區。

表1. 台灣地區93年十大死因

順位	死亡原因	死亡數(人)	占死亡總人數之百分比	死亡百分比較上年增減數
1	惡性腫瘤(癌症)	36,357	27.20	0.09
2	心臟疾病	12,861	9.62	0.55
3	腦血管疾病	12,339	9.23	-0.32
4	糖尿病	9,191	6.88	-0.83
5	事故傷害	8,453	6.32	0.02
6	肺炎	5,536	4.14	0.22
7	慢性肝病及肝硬化	5,351	4.00	0.01
8	腎炎、腎徵候群及腎性病變	4,680	3.50	0.19
9	自殺	3,468	2.59	0.13
10	高血壓性疾病	1,806	1.35	-0.07

資料來源：衛生署生命統計-93年臺灣地區主要死因分析（2004）



資料來源：衛生署生命統計-93年臺灣地區主要死因分析（2004）

圖1. 台灣地區十五大癌症死亡率

二、地理資訊系統在醫療地理上的應用

地理學是研究人類與環境關係的科學，遠古時代人類的生存環境相當的嚴酷，對健康十分不利。隨著人類科技的進步、經濟的繁榮及生活的改善，人類控制疾病的方法不斷的提升，壽命也不斷延長，但是伴隨經濟的發展，所衍生的環境污染問題卻日趨嚴重，而人類生存環境與空間也遭受到前所未有的威脅，其中環境污染與人類惡性腫瘤關係，近年來已逐漸被重視，為當前研究的重要議題之一。

在醫學與地理學的領域裡，形成了醫療地理學，主要關注人類健康狀況與其生存環境的關係，著重研究環境中的物理、化學、生物、社會人文和心理等因素等對人類健康和生活品質的影響。

醫療地理即研究疾病的發生、發展、分布與環境的關係，成為地理學的研究內容之一。20世紀中葉以前，由於傳染病是人類健康的主要威脅，研究內容多是生物因子引起的傳染病的分佈、傳播及其與環境的關係。20世紀中葉以後，隨著傳統的傳染病，如天花、霍亂、鼠疫在全球的有效控制，以及人類發展面臨一系列的全球性危機，如人口劇增、環境污染、全球暖化、臭氧層破損、生態破壞、能源耗竭等問題的出現，研究內容也發生了明顯改變，醫療地理的研究開始關注慢性疾病、惡性腫瘤的分布與環境的關係。

關於疾病防治大多離不開「時間」與「空間」兩個因素，在地理資訊系統（GIS）技術的發展尚未成熟、普及之前，疾病疫情防治在空間因素方面，大部分都以描述性或是表格式的敘述方式表現為主，在這種缺乏地圖及空間分布的概念之下，許多疫情的擴散方向、速度、途徑及影響範圍等，不能有效的監控及掌握，在防治的成效上往往造成很大的闕漏。

1854年英國的John Snow，使用分佈圖將倫敦霍亂的病例與水井位置疊合，分析病源分布、擴散與水井的空間位置關係，找出霍亂病源，使倫敦地區感染霍亂人數迅速下降，這是早期疾病與地理空間關係在防疫上的應用。

GIS除了可以分析疾病空間分布關係，亦可針對疾病疫情擴散進行監測及追蹤，例如2003年台灣地區發生嚴重的SARS（嚴重急性呼吸道症候群）疫情，政府曾利用GIS有效率且科學的運作系統來整合整個傳染病事件，並藉此管控疫情（賴進貴，2003）。

2000年3月賓州政府因紐約的西尼羅河病毒（West Nile virus）感染事件，結合賓州衛生部（the Pennsylvania Department of Health）和環境保護部（the Department of Environmental Protection, DEP）建立WN病毒的追蹤系統（WN Virus Tracking System），以監測美國境內潛在的帶原體，防堵疫情擴散至人體。

賓州政府選擇以地理資訊系統（GIS）建立主要的資料庫，這些資料包括從家禽、人體、死亡鳥類和蚊蟲上採樣的分析資料。結合了ESRI公司開發的軟體、網際網路與掌上型電腦等軟硬體整合資料的蒐集。以全球定位系統（Global Positioning System）和ESRI資訊製圖軟體（information mapping software）ArcPad，來記錄位置與樣本資訊。再藉由網路平台（Web）之運用，將州實驗室的資料彙整在一起，整個系統藉此將資料展示給決策者和一般大眾。

由於地理資訊系統（GIS）發展迅速，各類地理空間資料的建構臻進完善，在應用的層面更加多元、廣泛，包括都市計畫、防災、交通運輸、點位選址等。應用GIS在地理資訊的收集、處理與分析，研究醫療衛生事件的分布與擴散型態（pattern）、相關因素及環境之間的作用（process）、未來可能的發展與擴散趨勢（prediction）提出貢獻（賴進貴，2005）。

本文利用GIS屬性及空間資料，藉由圖層套疊分析惡性腫瘤在空間上分布關係，瞭解環境污染因子影響的區域範圍，提供空間相關性研究及預防擴散方法。

三、文獻探討

GIS最主要的功能是在空間展示的部分，透過點、線、面等圖元表達大量地理、屬性資料在空間上的分布狀況及離散趨勢。廖勇柏（1999；2003）採用卜瓦松趨勢面分析法（Poisson trend surface）進行肺癌死亡率分析，應用GIS繪製地圖，透過時空變異分析，顯示死亡率聚集、擴散的分布趨向。

施義雄（1998）利用GIS探討台灣地區癌症發生及與地理位置之環境因子的相關性，結合地圖呈現行政區間發生的差異性，針對都市化程度、地理區形態、電廠、工業區、焚化爐等環境分布資料，以卡方同質性檢定及等比勝算迴歸模型分析環境與癌症發生的相關性，並建構潛在污染源對癌症發生長期追蹤監測的地理資訊系統。

除了探討全癌症的發生情形外，並且挑選三種可能與環境有關的癌症，包括肝、肺、結腸直腸癌，進行更深入的探討與比較，環境因子部分選擇行政區、居住地形、都市化程度、發電廠位置、焚化爐選定地點及工業區設置位置的分布進行探討，這些環境因子皆以鄉鎮區為最小單位來反映它們所在地點。

王昶弼（2000）研究國人癌症發生與死亡之間在空間、時間分佈之相關性，空間特質因子有都市化程度指標、居住地形指標、人口老化程度、醫療資源分佈及人口密度指標。並用統計方法（空間相關係數Morans' I）結合地理資訊系統繪製地圖。

從空間分析結果顯示癌症發生及死亡在空間上有顯著的正相關。由癌症地圖的比較可看出不同癌症有不同的分佈情形。

在國外研究方面Kennedy（2003）研究Cape Cod地區乳癌與環境的關係，發現環境中的化學藥物會破壞內分泌，這些藥物常在工業、農業和家庭中使用，當流入地下水時，可能滲透到水井和公共水源中，引發污染。

從 1982 年到 1990 年，Cape Cod 地區的乳癌發生率是其他區域的 130 倍，而 Cape 的人口和其他地方類似，專家從 Cape 土壤中和地下水中的提取的樣本發現其中含有破壞內分泌的化學物質。

使用Arc GIS 軟體，建立包括居民、私人水井、污染源、地下水、危險廢棄地、抽水幫浦分佈等。根據這些資料建立包括水資源、土地利用、污染的環境分布圖。

Cape Cod地區曾大規模的使用殺蟲劑，這些殺蟲劑會慢慢地溶解，現在仍舊殘存在土壤中。圖2畫圈的三角形，表示的就是噴灑 Sevin（西維因一種藥物）的地方，這個區域影響的周遭的城鎮，GIS 幫助研究污染是如何透過空氣和地下水傳播，而影響到周邊地區（圖3）。

將乳癌病患的住址加入GIS屬性資料庫中，用來研究這些病患個體和周邊環境的關係，利用GIS預測居住在城鎮居民的風險，並且可以計算和查詢居民點離污染源的距離。

在使用GIS之前，只能透過統計表格知道城鎮中有多少婦女得了乳癌，而不知她們的正確住址，透過GIS可以研究乳癌和環境污染的關係。確定是否居民區集中的地方罹患癌症和周遭環境污染相關，例如臨近 Cranberry bog 的居民得乳癌的機率較高。

美國生物學者Sandra Steingraber於1997年針對自己位於河流下游的家鄉，所出版的調查報告《住在河下游—生態學者看環境與癌症》一書（Living Downstream - An Ecological Look at Cancer & the Environment），清楚記錄自己伊利諾州泰姿威郡鄉親的膀胱癌，可能與河流上游的污染有關。

根據Sandra Steingraber的調查，自己家鄉的惡性腫瘤個案，多集中在污染河流的下游，或化工廠附近，而且大量使用農藥的鄉村又比城市的惡性腫瘤死亡率更高。在這些地區，不抽菸、不喝酒也沒有工作壓力的兒童，惡性腫瘤死亡率50年來連續不斷地升高。

連河裡的魚，都罹患了嚴重的惡性腫瘤。目前北美25條河、溪流中，有16種魚都罹患有流行性肝腫瘤（liver tumor epizootics）。這些患癌的魚，通常也是附近居民的主要食物來

源。

因此，藉由地理資訊系統調查、分析及展示等功能，可以有效檢測環境污染因子與惡性腫瘤的空間關係。

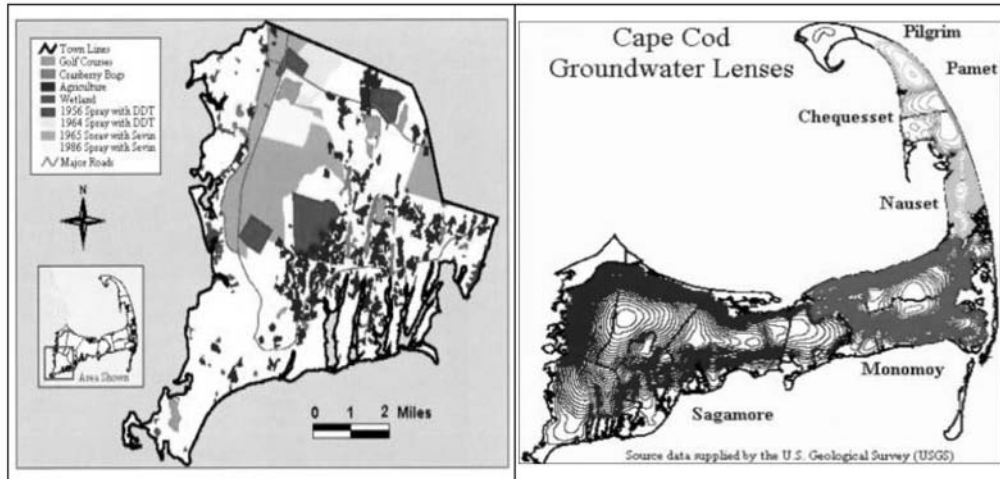


圖2. Cape Cod 藥劑噴灑分布

圖3. Cape Cod地下水層

四、研究問題與方法

(一) 研究問題

國內的地理資訊系統自1980年代發展至今，已經從自然資源的開發與管理上的應用，擴及到近年來有關都市規劃、房地產投資、犯罪預防等領域，然而除了這些都市與空間相關問題的處理外，更廣泛地運用在許多環境與人類生活有關的層面上，包括疾病追蹤與管理。

雖然惡性腫瘤與環境污染的關聯性爭議猶多。但是近年研究發現（潘碧珍，1993），石化工業地區發展的二十年間，附近居民癌症死亡率為其他地區的二倍，20歲以下兒童及青少年罹患骨癌、膀胱癌、及腦癌比率偏高，研究顯示與居住時間長短相關。

希望透過GIS空間相關研究，正確分析環境因子與惡性腫瘤之關係，提供未來在醫療地理在惡性腫瘤及慢性疾病領域內有效管理、監控及追蹤，建立一套台灣地區疾病追蹤及健康管理系統，對於各項疾病發生因子進行分析及預防，提升民眾生活環境品質與保障生命健康。

尤其在台灣地區惡性腫瘤死亡率逐年上升的趨勢下，如何透過GIS空間分析，瞭解惡性腫瘤發生與環境因子關係是本研究主要探討問題。

(二) 研究方法

本研究利用GIS建立台灣地區污染點源—95處主要工業區，包括工業區位置、名稱、面積、位於流域範圍及集水區等屬性資料，套疊土地利用、河流分布及地下水水位等圖層資料，分析污染物質如何透過土地使用、河流及地下水等媒介，進入居民生活及飲食體系中，影響當地居民的健康。

在研究資料方面，由於目前國內有關疾病統計資料取得不易，主要涉及個人隱私權的關係。因此，本研究利用網路上所能提供的相關資料，例如由衛生署委託中山醫學大學公共衛生學系及台灣大學流行病學研究所繪製的癌症地圖查詢系統，以及國民健康局網站中各縣市癌症死亡率統計資料，進行分類、歸納處理，將癌症地圖內建癌症發生率及死亡率資料轉入ArcMap進行空間相關分析。

所使用的工具為ESRI公司之GIS空間分析模組（Spatial Analyst），利用其中的污染源擴散模式、環域及密度分析等指令，並與衛生署所公佈之癌症地圖查詢系統作交叉比對，研究探討癌症空間分布與工業區污染源之關係。茲將分析方法說明如下：

1. 密度分析（Density Analysis）

利用台灣地區95處主要工業區點位密度分析（圖4），對比台灣地區各鄉鎮區肺癌及肝癌發生率的關係，藉由圖層展示，檢驗工業區地理區位密度與肺癌及肝癌發生率相關性（圖5、6）。



圖4. 工業區密度分布圖

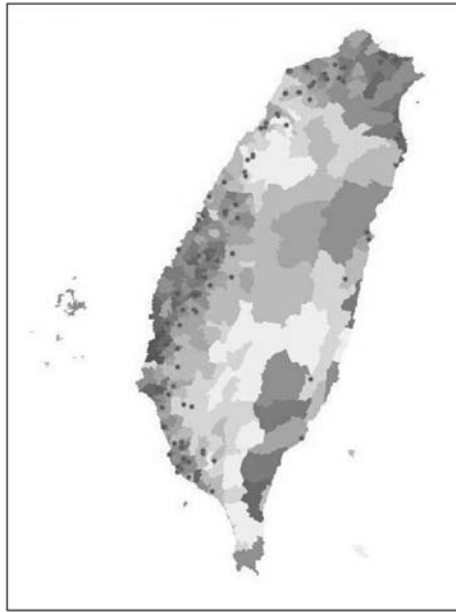


圖5. 工業區位置與肺癌發生率

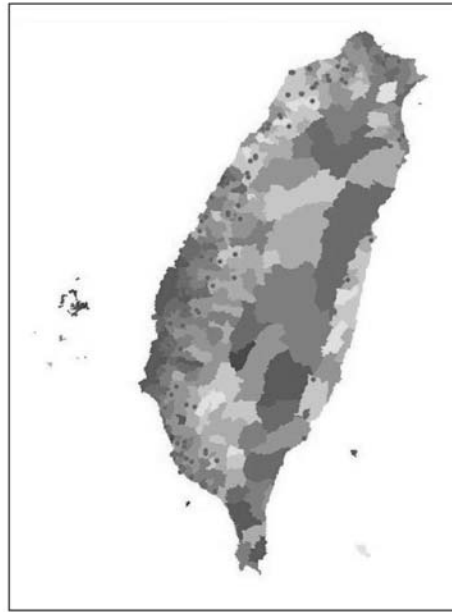


圖6. 工業區位置與肝癌發生率

2. 環域分析 (Buffer Analysis)

利用一特定地理物件進行環域分析，設定該物件區域距離，並在地物附近依定義的標準產生一個範圍，可作為各種區域劃定界線或其空間距離參考。本研究利用工業區當作一污染源，設定距離5km、10km為環域距離（圖7），瞭解工業區污染物質影響的空間範圍與癌症之空間分布。

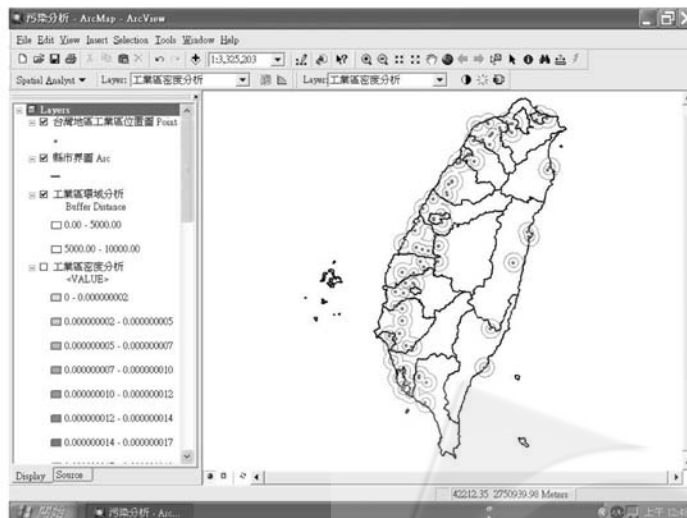


圖7. 工業區環域分析圖

3. 疊圖分析 (Overlay Analysis)

利用疊圖分析可以有效地處理相關地理資訊，並產生新的空間與屬性資料的關連性，也可以經由兩個圖層的屬性資料運算，產生空間與屬性資料的關係。本文應用工業區與地理環境因子之河流、地下水層，進行圖層套疊 (圖8、9)，試圖解釋工業區污染源藉由其環境相關媒介，長期影響當地居健康及癌症發生率之關聯性。



圖8. 工業區與河流分布



圖9. 工業區與地下水位分布

4. 作用圖層 (Effects Layers) 設定

使用作用圖層 (Effects Tools) 功能來設定工業區密度圖層及環域分析圖層之透明度 (圖10、11、12、13)，可以更清楚分析肺癌、肝癌發生率與工業區的地理空間關係。



圖10. 工業區密度與肺癌發生率

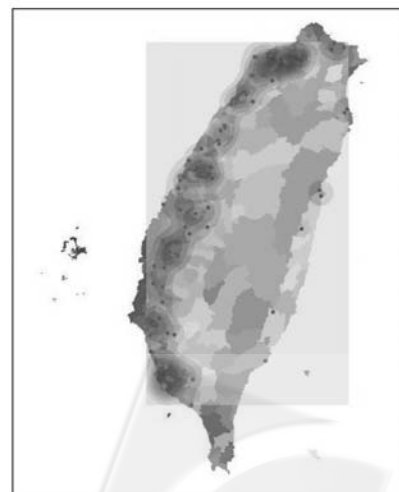


圖11. 工業區密度與肝癌發生率

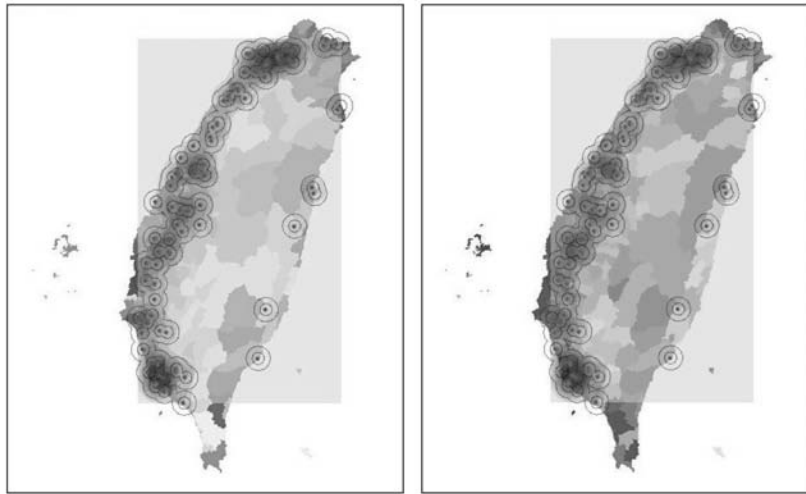


圖12. 工業區環域與肺癌發生率 圖13. 工業區環域與肝癌發生率

5. 卜瓦松趨勢面分析法 (Poisson trend surface)

中華民國癌症地圖查詢系統內地圖集的癌症死亡資料，係由行政院衛生署統計室提供，涵蓋台灣地區1972-2000年的全國死亡診斷登記系統之電腦資料檔。該資料檔之變項包括每名死者的年齡、性別、鄉鎮別戶籍地址、死亡原因等。

由於各種惡性腫瘤的成因相當複雜，同一鄉鎮內所受的危險因子（如環境污染或飲食習慣等）也不盡相同。因此，利用卜瓦松趨勢面分析法假設死亡與發生率為一連續曲面，每一座標點之死亡與發生率允許不同，但相鄰位置會有相近死亡及發生率。

「卜瓦松趨勢面分析圖」可以打破行政區域的界線，模式中不但考慮了年齡調整，在人口數較少的偏遠平地鄉和山地鄉，其死亡率經常會因死亡數增減一、二人而有明顯的偏高或偏低的情況也可獲得改善。

五、結果討論

台灣西部地區從老街溪下游的中壢，大甲溪下游的大甲，大肚溪下游的龍井、伸港，虎尾溪下游的麥寮、元長，鹽水溪下游的安南，二仁溪下游的彌陀、阿蓮、梓官，高屏溪下游的高雄市，東港溪下游的東港，被列為台灣嚴重污染的河流下游，都毫無意外地出現比台灣其他地區較高的惡性腫瘤死亡率。

在最易受環境影響的10大惡性腫瘤中（肝癌、胃癌、肺癌、腎臟癌、膀胱癌、子宮頸癌、乳癌、胰臟癌、結腸直腸癌、攝護腺癌），死亡率位居台灣地區前10%，而且死亡率明顯高於全台人口死亡率的87個鄉鎮市中，有32個位於河流下游，佔總數的36.8%，而工業區大都設立在主要河川的中下游區域（圖8）。

另外，這些工業區大部分也都位於地下水層附近（圖9），污染物質容易滲入地下，再經由地下水污染該地區，疑似造成當地居民各種惡性腫瘤發生的主要因子之一。

本研究從衛生署統計局統計資料整理如表2，台灣地區癌症占十大死因死亡百分比為27.20%，其中肺癌及肝癌占癌症死亡百分比分別為31.58%、31.17%。

表2. 台灣地區各縣市癌症、肺癌及肝癌死亡百分比

縣市別	癌症死亡百分比(%)	肺癌死亡百分比(%)	肝癌死亡百分比(%)
臺灣地區	27.20	31.58	31.17
臺北市	30.60	33.53	25.79
* 高雄市	30.67	35.87	25.88
基隆市	26.44	32.62	32.12
新竹市	26.08	25.98	25.46
臺中市	29.82	25.41	23.34
* 臺南市	30.39	32.04	30.84
* 嘉義市	31.61	53.71	32.97
臺北縣	28.36	25.13	21.61
桃園縣	25.09	27.32	17.31
新竹縣	22.40	30.65	19.86
* 宜蘭縣	27.89	46.46	34.57
苗栗縣	24.12	32.46	31.03
臺中縣	26.07	28.55	22.97
* 彰化縣	27.65	38.58	34.94
南投縣	23.30	35.41	33.00
* 雲林縣	27.63	62.41	43.86
* 嘉義縣	28.83	60.98	53.12
* 臺南縣	26.92	51.53	36.70
高雄縣	25.47	32.39	28.59
* 屏東縣	23.66	40.58	35.48
澎湖縣	26.84	68.46	48.90
花蓮縣	23.62	39.13	37.13
臺東縣	20.47	40.15	31.04

*癌症、肺癌及肝癌死亡百分比高於全台平均值

高雄市、台南市、嘉義市、宜蘭縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣及屏東縣九縣市癌症死亡百分比高於台灣地區其他各縣市，其中以嘉義市癌症死亡百分比31.61%最高。

雲嘉南地區肺癌及肝癌死亡百分平均分別為52.1%、39.5%，高於全台31.58%及31.17%的平均值，是台灣地區肝、肺癌最嚴重的區域。

雲嘉南地區也是台灣工業區最密集的區域，包括斗六、新港、頭橋、民雄、朴子新營及龍崎等19處工業區，加上彰化、高雄縣市、屏東25處工業區，工業區數量達44處，占總數量46.3%，構成台灣南部工業走廊，相對也是台灣地區各項污染最嚴重的地區，而罹患各種惡性腫瘤及其死亡比例也較其他地區為高。

使用GIS環域分析模擬工業區污染影響範圍及利用工業區密度分析（圖7），並與中華民國癌症地圖查詢系統之台灣地區肺癌及肝癌卜瓦松趨勢面交叉比對（圖14、15、16、17），套疊台灣地區工業區與肺癌及肝癌發生率圖層資料，研究發現肺癌及肝癌發生率與工業區所在位置有空間相關性。



圖14. 肺癌發生率

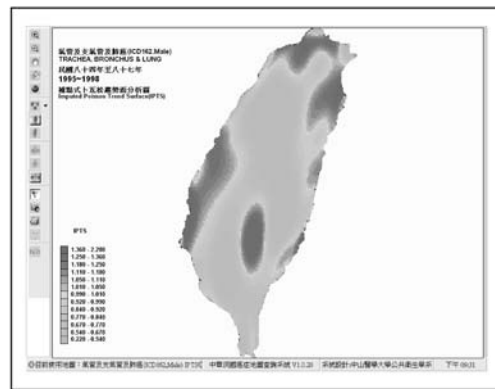


圖15. 肺癌卜瓦松趨勢面

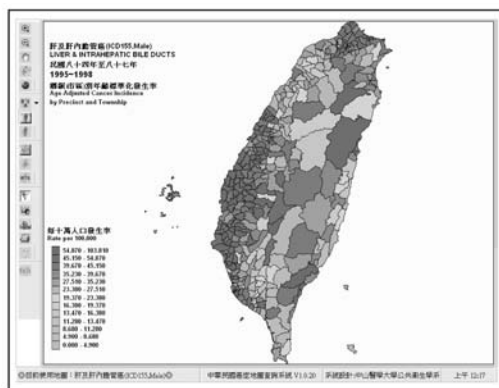


圖16. 肝癌發生率

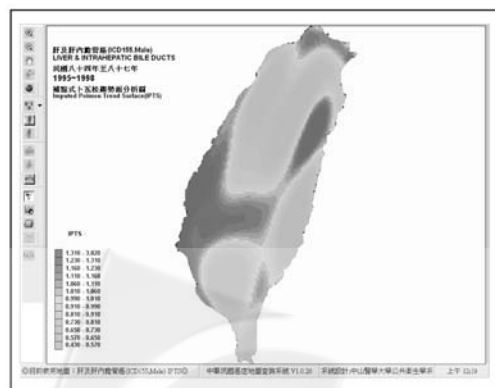


圖17. 肝癌卜瓦松趨勢面

再深入分析環境因子與肺癌及肝癌發生率關係（表3），發現工業區5km及10km範圍內是影響肺癌及肝癌發生率的主要因子，約有34.3%的鄉鎮肺癌及肝癌發生在工業區10km的距離內；其次為地下水及河流因子。

工業區及密度因子為其污染源，藉由地下水及河流等傳播媒介，直接或間接擴散影響區域內肺癌及肝癌的發生率，由GIS空間呈現方式，可以說明由點的污染逐漸發展為面的擴散模式。

挑選全台肺癌及肝癌發生率最高的前五個鄉鎮（表4），分析發現河流為影響癌症發生的主要環境因子，污染物質最容易透過河流進行傳播，而嘉義縣義竹鄉及雲林縣台西鄉是各種環境因子干擾最嚴重的鄉鎮。

表3. 環境因子與肺癌及肝癌發生率關係

環境因子	鄉鎮數量	肺癌發生率 (50%)	肝癌發生率 (50%)
工業區		38	33
工業區密度		66	59
河流 (1.5km)		79	86
地下水		95	88
工業區環域5km		101	103
工業區環域10km		128	123

表4. 環境因子與肺癌及肝癌高發生率之鄉鎮

環境因子	環全台肺癌發生率最高前5名之鄉鎮					全台肝癌發生率最高前5名之鄉鎮				
	1台南縣 學甲鎮	2台南縣 北門鄉	3嘉義縣 布袋鎮	4台東縣 達仁鄉	5嘉義縣 義竹鄉	1高雄縣 梓官鄉	2高雄縣 三民鄉	3澎湖縣 白沙鄉	4雲林縣 台西鄉	5屏東縣 獅子鄉
工業區					●					
工業區密度	●	●	●		●				●	
河流 (1.5km)	●		●	●	●		●		●	●
地下水		●			●				●	
工業區環域5km					●	●				
工業區環域10km	●	●	●	●	●				●	

六、結論與建議

本文針對工業區位置分布與肺癌、肝癌發生率及空間關係，應用GIS空間及屬性功能分析比較，並結合衛生署所公佈之相關癌症資料進行歸納檢驗，發現主要工業區所在之縣市有較高的癌症發生率，其中與環境因子較相關的肺癌及肝癌，發生率及死亡率也較其他縣市為高。

GIS圖層套疊及環域分析也發現工業區附近5至10公里範圍內之鄉鎮市區，肺癌及肝癌發生率較其他地區為高，河川下游地區的鄉鎮罹患癌症的機率相對也較其他地區的鄉鎮高。

本研究受限癌症病患資料（住址、年齡、飲食習慣）不易取得，癌症發生率統計單位採用鄉鎮市區，在空間尺度上仍過於大，另外也缺乏對癌症長期有效追蹤、監測。對於其他環境污染影響因子及其他各類癌症未全部納入考量，地方居民的生活、飲食習慣未詳深入探討，為本研究之限制。

目前國內癌症地圖已建立使用，但後續各種惡性腫瘤發生因子尚未作詳細完整之研究，對於惡性腫瘤與空間關係也未能進一步分析其關連性。希望透過本研究GIS各種空間分析功能，提供未來在醫療地理在惡性腫瘤及慢性疾病領域內有效管理、監控及追蹤。

建立台灣地區一套完整的疾病追蹤及健康管理系統，對於各項惡性腫瘤或其疾病發生因子進行分析及預防，對未來台灣醫療系統建置臻緻完善之評估，提升民眾生活環境品質與保障生命健康。

本研究針對未來面對環境污染因子與惡性腫瘤、疾病健康管理方面提出四點建議：

1. 針對各種污染物質的毒性作研究，分析某一特定污染物是否與健康有直接的因果關係。
2. 長期監測工業區附近區域污染物濃度、傳播途徑及進入人體的方式，研究環境污染與當地居民罹患惡性腫瘤的相關性。
3. 評估居民的生活方式、飲食習慣、族群、性別、年齡與罹患惡性腫瘤之風險等級。
4. 建立致癌性污染物質風險度評估，評估結果以GIS呈現出來，顯示其分布範圍與影響大小，擬定健康與風險管理計畫。

參考文獻

1. 王昶弼（2000）：台灣地區癌症發生率與癌症死亡率相關性研究，中國醫藥學院環境醫學研究所，碩士論文。
2. 施義雄（1998）：台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。
3. 廖勇柏（1999）：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。

4. 廖勇柏 (2003) : 台灣地區癌症死亡率與發生率電子地圖的建構及使用, 台灣公共衛生雜誌, 第三期, 第227-236頁。
5. 潘碧珍 (1993) : 石油及石化工業社區居民癌症死亡率研究, 高雄醫學大學醫學研究所, 碩士論文。
6. 賴進貴 (2003) : 教育部e世代地理資訊系統 (GIS) 資訊人才培育計畫期末報告, 國立台灣大學地理環境資源學系。
7. 賴進貴、葉高華、陳汶軍 (2005) : 地理資訊系統應用於登革熱疫情防制之檢討與建議, 環境與世界, 第十一期, 第65-81頁。
8. Brody, J.G. and Rudel, R. A. (2003), Environmental Pollutants and Breast Cancer, Environmental Health Perspectives, 111, pp.1007-1019.
9. Frerichs, R. (1999), John Snow - A Historical Giant in Epidemiology and Anesthesiology, UCLA, Los Angeles.
10. Kennedy, T. C. and Brody, J. G. (2003), Mapping the Environment and Breast Cancer on Cape Cod, MA, Silent Spring Institute, 8, pp.4-7.
11. Steingraber, S. (1998), Living Downstream: a scientist's personal investigation of cancer and the environment, Knopf Publishing Group, Washington.
12. 參考網站：
 - (1) 衛生署：<http://www.doh.gov.tw/cht/index.aspx>
 - (2) 衛生統計資訊網：<http://www.doh.gov.tw/statistic/index.htm>
 - (3) UCLA, Los Angeles, Department of Epidemiology：<http://www.ph.ucla.edu/epi/snow.html>
 - (4) Pennsylvania's West Nile Control Program：<http://www.westnile.state>
 - (5) SILENT SPRING INSTITUTE：<http://library.silentspring.org/atlas>

收件日期：95.04.20

修正日期：95.04.30

接受日期：95.05.19