

台中港轄區海域刑事案件空間分析*

A spatial analysis of criminal cases in Taichuang port area

李慶忠^{*}、陳震武^{**}、羅德章^{***}、洪富峰^{****}

摘要

為瞭解海域治安狀況，掌握空間與刑事案件發生的連結特徵，本文嘗試以台中港轄區海域89年至99年間所發生的刑事案件資料，利用地理資訊系統ArcGIS軟體實施分析，先建立台中港轄區海域刑事案件數化地圖，再計算案件分佈中心並觀察方向性分佈趨勢，另以平均最近鄰比率，辨別海事案件聚散模式，最後藉熱點分析方法，評估刑事案件冷熱點位置及空間區位特徵，並研提巡防艦部署建議，供海巡機關勤務決策參考。

關鍵字：地理資訊系統、平均最近鄰、熱點

Abstract

This article used ArcGIS (Geographic Information System) software to analyze the criminal cases which happened within Taichuang port area from 2000 to 2010.

* 誌謝：感謝國科會計畫 100-2628-E-022-002-MY2、100-2221-E-022-013-MY2。

* 聯絡作者：國立高雄海洋科技大學海事資訊科技研究所研究生(聯絡地址：高雄市旗津區中洲三路 482 號；電話：07-810-0888 轉 5302；信箱：992547002@stu.nkmu.edu.tw)。

** 聯絡作者：國立高雄海洋科技大學海事資訊科技研究所教授(聯絡地址：高雄市旗津區中洲三路 482 號；電話：07-810-0888 轉 5310；信箱：chengwu@mail.nkmu.edu.tw)。

*** 國立高雄海洋科技大學海事資訊科技研究所教授。

**** 國立高雄師範大學地理學系副教授兼系主任。

The criminal cases distribution center was then calculated and we also observed the distribution trend at the same time. The criminal cases' gathering mode was identified by average nearest neighbor. Finally, hot spot analysis method was employed to assess the hot and cold spot position of criminal cases, and then grasped the characteristics of the distribution of the criminal cases as a reference for the coast guard.

Key words: Geographic Information System, average nearest neighbor, hot spot

壹、前言

1.1 研究動機：

臺灣四面環海，屬典型島嶼國家，本島面積3萬6,000平方公里，加上121個以上離島與礁岩，海岸線總長度約1,566公里，所轄領海面積達17萬平方公里，為國土面積的4.72倍，東臨世界最大洋區，西處太平洋海上交通門戶，扼東亞南北往來航道，地理位置特殊，為全球海上戰略、漁業、航運重要樞紐，我國政府為確保海域安全並整合岸海事權，於民國89年2月1日，整併海岸巡防司令部、水上警察局、海關等單位，成立「海岸巡防署」(以下簡稱海巡署)，隸屬於行政院，下轄「海洋巡防總局」及「海岸巡防總局」，負責海岸及海域秩序的維護及促進海域資源之保護利用，為我國海域執法專責單位。

經海巡統計年報【15】統計，海巡署99年共查處各類案件6,779件，查處區域依序為海域4,559件(占67%)、內陸809件(占12%)、漁港727件(占11%)、海岸604件(占9%)、商港41件(占1%)、河道39件占(0%)，顯示海巡署任務職掌，雖包含海岸及海域二部分，但主要業務績效仍以海域案件為主(占67.3%)，其中又以處理海上漁事糾紛、處理海上交通事故、查獲刑案等為首要(共占27%)。

1.2 研究目的：

為瞭解海域全般治安狀況，掌握海域空間的特徵及刑事案件分佈，規劃有效的防治策略，本文嘗試以台中港轄區水域為範圍，蒐集89年至99年間所發生的刑事案件資料，利用地理資訊系統ArcGIS系統軟體，實施刑案發生地與海域空間關聯分析，藉以檢視空間區位特徵並期發現刑案發生熱點，藉以研提巡防艦部署建議，供海巡機關勤務決策參考。

1.3 研究方法：

首先整理分析前人相關研究，擷取可應用之技巧及論述，作為本文立論基礎，並以海巡署89年至99年間刑事案件統計資料，回溯案件在空間的分佈情形，再利用ArcGIS地理資訊系統軟體，建立台中港海域刑事案件數位斑點圖、計算分佈方向趨勢、分析案件聚散模式，最後評估刑案發生的熱點位置，研究流程如下：(如圖1.1)

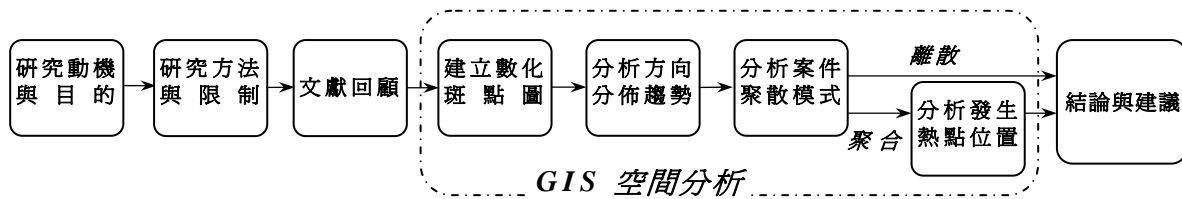


圖 1.1：研究流程圖

1.4 研究限制：

本研究囿於時間、人力、經費及資料取得困難等因素，僅以台中港轄區海域為研究範圍，且因海域位置有其地域性，無法類推至其他海域，因此無法一窺台灣全般海域空間特徵；另案件統計數據取自海巡署業務統計資料，數據僅有查獲數，未包括已發生但未報案、已發生未被查獲數及已查獲但未輸建數，故與實際發生數仍有差異。

貳、文獻回顧

近年來因地理資訊系統技術興起，以地理資訊技術為基礎，所延伸之空間分析，已大量應用於各領域，如肇事與巡邏分析、免費公車路線調整、電話基地台設置、土石流潛勢判定、路口監視系統設置選擇、旅遊發展策略、百貨公司選址、坡度與崩場地關係等，惟大部分均以陸地空間為分析對象，僅少部分應用於海域空間，相關研究臚列如下：(如表2.1)

2.1 「海上交通事故分析模式之研究」(陳志立，1991)：

該文為探討海上交通事故發生因素，以76至77年在基隆港港內及其附近水域，所發生之海上交通事故資料，利用道路交通事故分析及概念，應用曝光量(Exposure)分析海上交通事故，並以機率、量化質性變數，建構海上交通事故多元回歸分析模式，作為綜合性相關因素之探討工具。

2.2 「台灣地區海事特性分析與海上交通事故模式之建立」(黃仁邦，1992)：

該文以台灣地區海事案件發生時間、地點、船舶總噸位、事故型態、船齡、風速等與碰撞、擱淺、沉沒原因交叉分析，利用波生迴歸方法建立海上交通模式，探討海上交通事故相關因素之影響程度，並研提海上交通之軟、硬體改善措施。

2.3 「我國搜救責任區內海難分析與搜救效率之研究」(郭福村，1993)：

該文以以台灣地區71年到80年間，高雄、基隆、台中、花蓮、蘇澳等五大港口海事資料，運用電腦軟體DBASE III PLUS關聯性資料庫的特性，分析我國海難事件以及海難救助情況，並評估搜救效率，且對我國搜救體系缺失，提出具體建議。

2.4 「海上交通事故風險及搜救需求之空間相關分析」(張淑淨、紀嘉毅，1996)：

該文為研究台灣海上交通事故風險及搜救需求，利用71到83年間，基隆港、台中港、高雄港、花蓮港海上遇險資料，依商船、漁船及其他船舶分類統計，並加入台灣地區附近海域之航路，漁場位置、漁船作業海域，利用地理資訊系統進行空間相關分析，找出主要風險區，並以此對現有搜救資源進行評估。

2.5 「電腦輔助海上搜索與救助系統之實證研究」(紀嘉毅，1997)：

該研究為精進海難搜救行動，建立救援決策輔助系統，以71年至85年期間2217筆海事案件為對象，利用C++程式撰寫方法，透過NMEA(National Marine Electronics Association)資料格式，連接全球衛星定位系統(GPS)，並以動態資料交換(Dynamic Data Exchange, DDE)，結合電子海圖顯示系統，運用ODBC(Open Database Connectivity)連結方式，評估搜救資源、擬定搜救計劃，提供海上搜索決策參考。

2.6 「台灣西部國際商港水域海難事故之分析」(徐國裕，2008)：

該研究以改善台灣西岸港口水域海上交通安全為目的，利用82至93年間基隆、台中、高雄三大國際商港水域，所發生之碰撞、觸礁或擱淺、觸碰、火災或爆炸、機械故障與傾斜或傾覆等六項海難事故統計資料，應用灰色關聯矩陣運算分析，分析商港船席、錨泊區、港口內、港口附近、沿海及公海等區域海難事故的發生原因。

2.7 「臺灣周遭海域船難事故分佈研究」(鐘祥華，2008)：

該研究為分析臺灣周遭海域船難事故因素，供相關海運業改善航行安全參考，利用行政院海岸巡防署勤務指揮中心94年至96年資料，分析臺灣周遭海難之分佈及船難事故原因，並統計船難事故種類及船筏種型，評估分析海難因子及類型。

2.8 「台灣海域犯罪之空間分析」(徐耀生，2008)：

該研究為瞭解台澎海域犯罪空間分佈型態及其特徵，利用海巡署內部設置之「海巡偵防管理系統」，以94至95年期間海域執法所查獲槍械彈藥、毒品、農漁畜產品及其他管製品、非法入出國、越區捕魚、驅離船隻、取締破壞海洋、海岸資源等7項績效統計，運用地理資訊系統實施分析，建立數化地圖，比較時序差異，藉以觀察空間特徵，研提海巡署軟硬體需求。

表2.1：臺灣海域空間分析相關文獻一覽表

作者	研究方法	主要內容或論點
陳志立(1991)	應用曝光量分析	建構海上交通事故多元回歸分析模式，作為綜合性相關因素之探討工具
黃仁邦(1992)	波生迴歸方法	提供海上交通之軟、硬體改善措施及效益評估
郭福村(1993)	以電腦 DBASE III 軟體，進行關聯性分析	於分析搜救效率，改善我國整個搜救體系缺失
張淑淨、紀嘉毅(1996)	地理資訊系統	以船舶航路驗證海上事故發生區域，並比較台灣東西部之差異
紀嘉毅(1997)	電腦統合定位系統、電子海圖顯示系統及資料庫	為精進海難搜救行動，建立救援決策輔助系統
徐國裕(2008)	灰色關聯矩陣運算	對船席、錨泊區、港口內、港口附近、沿海及公海等區域，實施海難發生態樣分析
鐘祥華(2008)	數學統計	分析臺灣東西南北海域船難事故因素，藉以提供海運業改善航行安全參考
徐耀生(2008)	地理資訊系統	以 94 至 95 年海上刑事案件資料，建立數化地圖，比較時序差異，藉以觀察空間特徵，並研提海巡署軟硬體需求
本文	地理資訊系統	以 89 至 99 年海上刑事案件資料，建立海域刑案發生斑點圖，評估方向趨勢及聚散模式，最後分析熱點位置，供海巡機關勤務部署參考

資料來源：本研究自行彙製

參、地理資訊系統

地理資訊系統(Geographic Information System 以下簡稱 GIS) 是為建立地理或空間相關資料，所設計一套資訊系統，具有空間描述之資料庫與結合分析能力的系統【18】，即結合地理資訊與電腦科技的一門跨領域綜合性學科，可將具體現象與事件簡化，利用數位空間等技術，藉由電腦效率化的資料蒐集、儲存、更新、處理、分析，再展示現象、事件在地理空間中的特徵，提供真實世界問題的解決對策(如圖3.1)，目前在各領域內廣

泛被應用，舉凡與空間有關聯資訊，皆可以地理資訊系統進行分析，如都市計畫、國防戰力、警政救災、工程區位、社會文化、林務管理、交通運輸、土地管理、環境生態等事項，均能快速運算分析，提供決策支援。

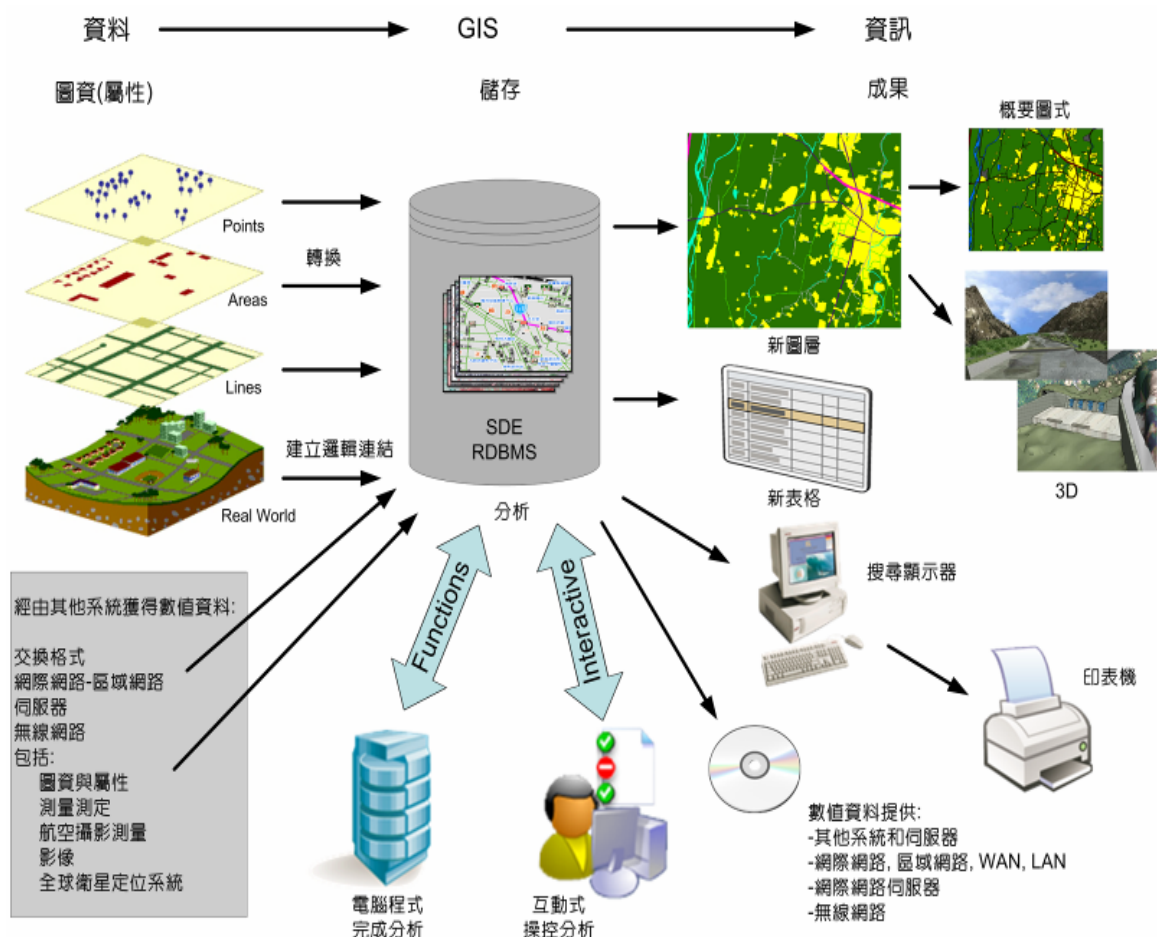


圖3.1地理資訊系統組成與空間關聯，資料來源：【10】

本研究使用美國 ESRI 公司所研發之 ArcGIS 地理資訊系統，ArcGIS 系統主要包含 ArcGIS Desktop Software、Database Gateway 與 Web Server 等三大部分，其中 ArcGIS Desktop 內建置有 ArcMAP、ArcCatalog 與 ArcToolbox 等三個工具，空間分析原理說明如下：

3.1 中心資料點(Central Feature)：

用於標識點、線或面資料，位於資料中央的點，利用計算每個資料點間的距離和，再選擇累積距離最遠的點，即是中心資料點(如圖 3.2)。

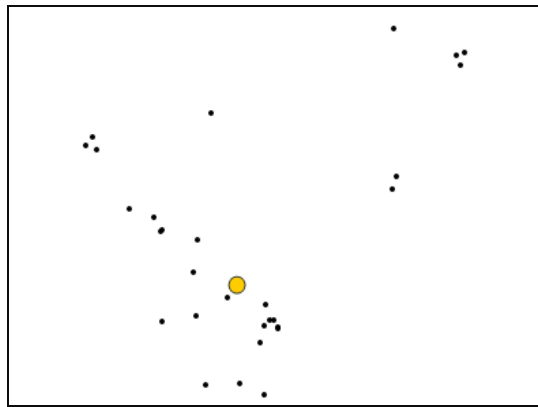


圖 3.2：地理資訊系統中心要素分析圖示，資料來源：【26】


3.2 平均中心點(Mean Center)：

用於識別一組資料的地理中心(密度中心)，即計算區域中所有資料 X 座標和 Y 座標的平均值 (如圖 3.3)。

(3-1)

：平均值 X 及 Y 的座標

：資料點

 \bar{X} 、 \bar{Y}

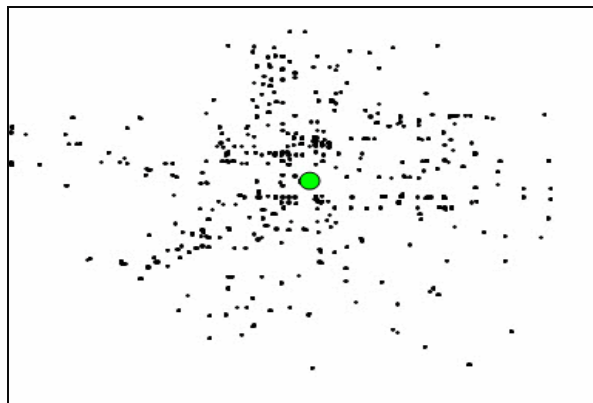


圖3.3：地理資訊系統平均中心分析圖示，資料來源：【26】

2.3 中位數中心(Median Center)：

識別所有資料點間，總歐氏距離最小的位置，即地理中心點，以反覆演算法，在每

個步驟(t)中，取一個候選「中位數中心」 X^t ，再對其進行優化，直到其位置與所有資料點 i 的「歐式距離」達到最小值的點。

__D_Dd_____

X_i ：資料點 i

Y_i ：資料點 i

X^t ：地理中心點 t

：地理中心點 t

3.4 標準距離(Standard Distance)：

用於測量資料點在幾何平均中心周圍的集中或分散程度(如圖 3.4)

__D_Dd_____

x_i : 資料點 i 的 X 座標

y_i : 資料點 i 的 Y 座標

\bar{X} : 資料點平均中心 X 座標

\bar{Y} : 資料點平均中心 Y 座標

n : 資料點總數

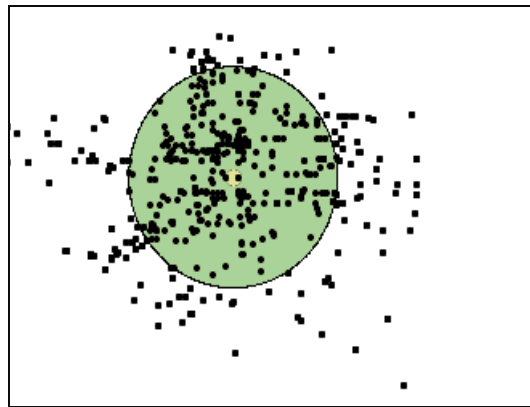


圖3.4：地理資訊系統標準距離分析圖示，資料來源：【26】

3.5 標準差橢圓(Directional Distribution)：

計算一組點或區域 X 和 Y 方向的標準距離，並觀測資料方向趨勢，如果呈現拉長的橢圓分佈，表明具特定方向性(如圖 3.5)。

(1) 標準差橢圓：

$$\sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 + \sum (y_i - \bar{y})^2}{n}}$$

SDE_x : 資料點 X 軸的標準距離

$$SDE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{n} - \bar{y}^2}$$

\bar{X} : 資料點平均中心 X 座標

\bar{Y} : 資料點平均中心 Y 座標

n : 資料點總數

(2)標準差橢圓旋轉角 :

$$\tan \theta = \frac{(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n y_i^2) + \sqrt{(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n y_i^2)^2 + 4(\sum_{i=1}^n x_i y_i)^2}}{2 \sum_{i=1}^n x_i y_i}$$

θ : 標準差橢圓旋轉角

\tilde{x}_i : 資料點 X 座標與平均中心之偏差

$$\tilde{y}_i = y_i - \bar{y}$$

(3)X 軸及 Y 軸的標準差 :

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tilde{x}_i \cos \theta - \tilde{y}_i \sin \theta)^2}{n}}$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tilde{x}_i \sin \theta + \tilde{y}_i \cos \theta)^2}{n}}$$

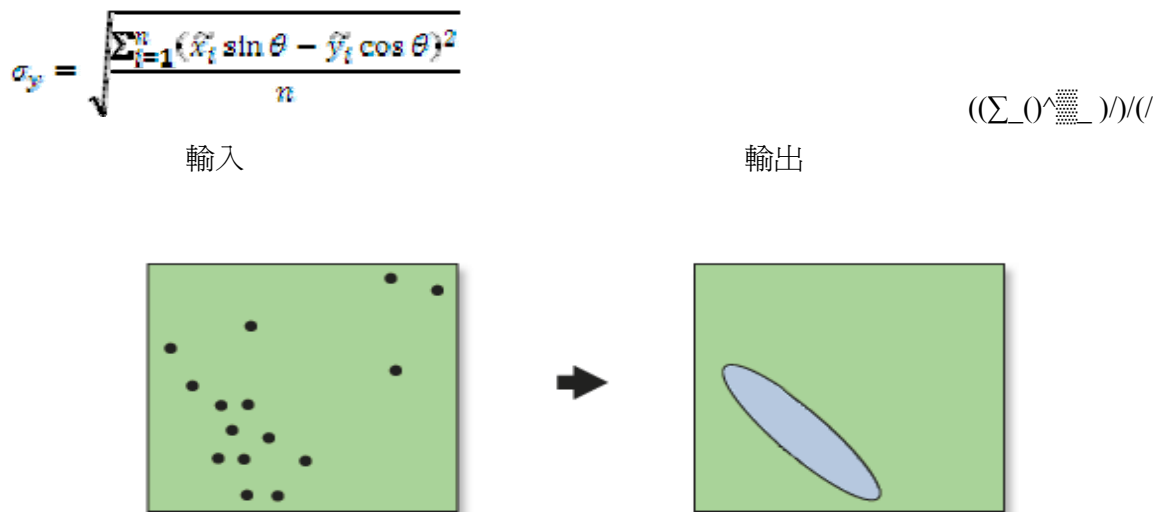


圖3.5：地理資訊系統標準差橢圓分析圖示，資料來源：【26】

3.6平均最近鄰(Average Nearest Neighbor)：

計算每個點與其最近點之間的平均距離，再比對平均距離與假定為隨機分佈距離的相似程度，即以「平均觀測距離」與「預期平均距離」的比率，辨別點為聚集或離散分佈，如果指數(平均最近鄰比率)小於1，則表現的模式為聚類，如果指數大於1，則表現的模式趨向於擴散(如圖3.6)。

(1)平均最近鄰比率：

$$ANN = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\frac{n}{\sqrt{A}}}$$

(3-9)

d_i ：資料 i 與其最近資料點的距離

n ：資料點總數

A ：研究區域總面積

(2)平均最近鄰 Z 分數：

$$Z_{ANN} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} - 0.5}{\frac{\sqrt{\frac{n^2}{A}}}{\sqrt{A}}}$$

(3-10)

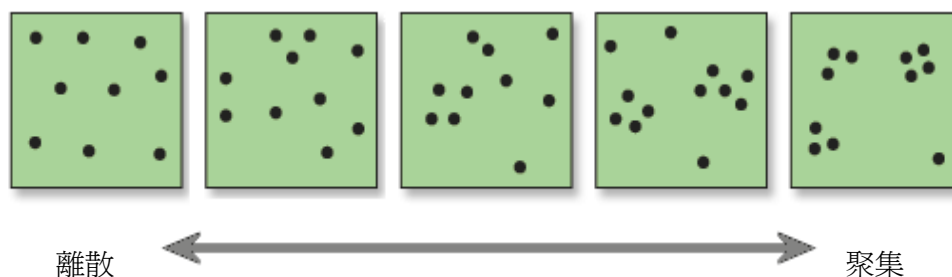


圖3.6：地理資訊系統平均最近鄰分析圖示，資料來源：【26】

3.7熱點分析(Hot Spot)-Getis-Ord Gi*：

Getis-Ord Gi*為局部統計量一種，在資料相鄰的環境下對每個資料進行評估，將局部情況與全域情況進行比較，辨識高值或低值資料，在空間發生聚類及熱點和冷點的位置，若資料的Z得分高且P值小，則表示有一個高值的空間聚類，如果Z得分低並為負數且P值小，則表示有一個低值的空間聚類，Z得分越高(或越低)，聚類程度就越大，如果Z得分接近於零，則表示不存在明顯的空間聚類(如圖3.7)。

(3-11)

x_j ：資料j的屬性值

W_{ij} ：資料 i 和 j 之間的空間重值

n ：資料點總數



圖3.7：地理資訊系統Getis-Ord Gi*分析圖示，資料來源：【26】

肆、空間分析

4.1 研究範圍：

本文以海巡署 89 年迄至 99 年在台中港海域(北起桃園縣與新竹縣交界點蚵殼港，北緯 24 度 57 分、東經 120 度 58 分 30 秒，真方位 305 度之方位線為起點；南至雲林縣與嘉義縣交界點北港溪，北緯 23 度 32 分 30 秒、東經 120 度 08 分 35 秒，真方位 305 度之方位線為限；東由距岸 0.5 浬外至台灣海峽中線)，所查獲之 61 件刑事案件(包含毒品、非法入出國、走私農漁畜、人口販運、槍械、其他刑案等六類)為研究對象(如表 4.1)

另為識別台中港海域具統計顯著性的位置及供後續熱點分析，本文參考國際海上避碰規則第二十二條船舶能見距離規定(長度滿五十公尺之船舶，桅燈最少能見距離為六浬)，將台中港轄區海域，劃分成 115 個長寬約 6 浬*6.4 浬區域，並計算區位中心點(如圖 4.1)。

表 4.1：台中港轄區海域 89 年至 99 年刑事案件統計表

年度 案類	89 年	90 年	91 年	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年	99 年	小計
毒品				1	1	1				1		4
非法入出國				2		1	1	1				5
走私農漁畜	5	9	12	2	1		6	4	3		7	49
其他刑案					1	1	1					3
人口販運												0
槍械												0

合	計	5	9	12	5	3	3	8	5	3	1	7	61
---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	----

資料來源：本文彙整自 89 至 99 年海巡署業務統計

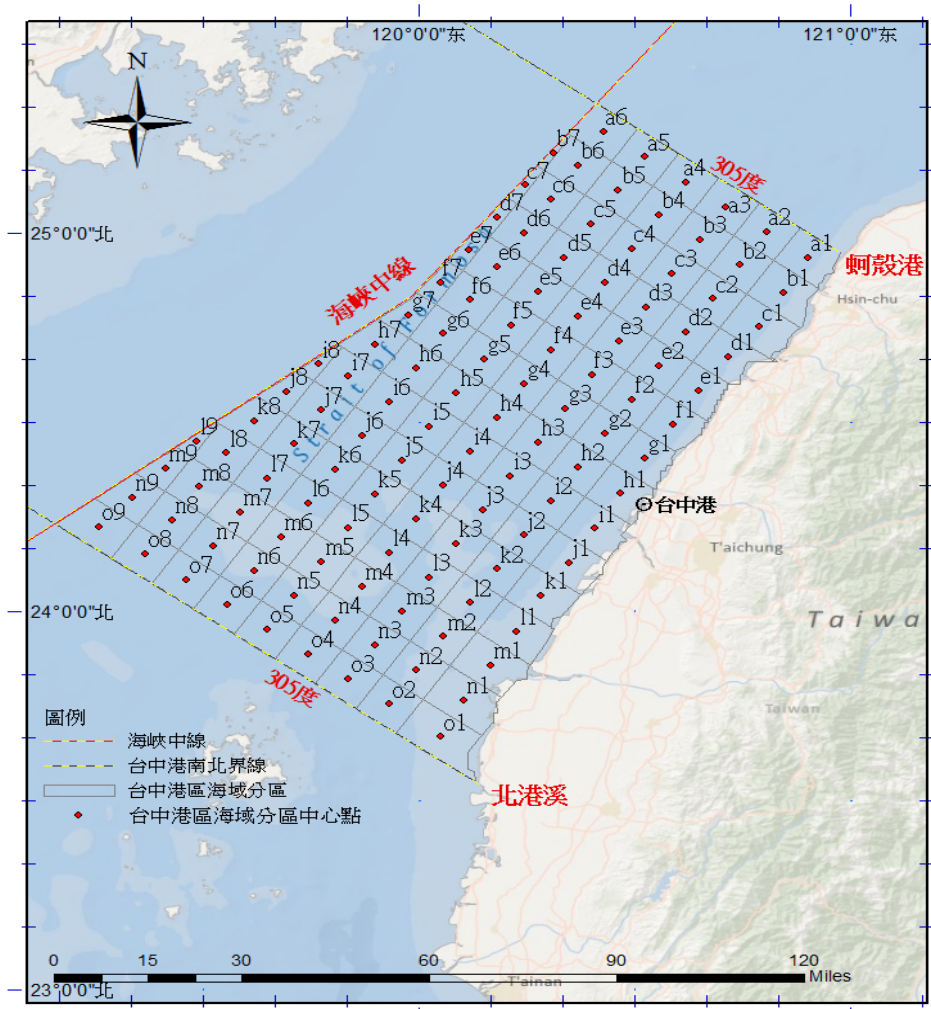


圖 4.1：台中港轄區海域範圍及分區圖，資料來源：ArcGIS

4.2 建立分佈斑點圖

利用地理資訊系統 ArcGIS 軟體，將上開統計基資轉換成數化地圖(如圖 4.2)，經初步分析顯示，台中港海域案件主以南寮漁港、麥寮港、台中港港口為中心呈放射狀向外擴展；案件形態則以走私農漁畜產品居首，共 49 件(佔 80%)，分佈以新竹南寮漁港口半徑 6 哩內海域及其延伸至海峽中線之海域，共 23 件，其次為雲林麥寮港向外延伸至海峽中線海域，共發生 15 件，研判係因新竹南寮與中國福建平潭的直線距離僅 68 哩，是台灣海峽最短距離，故走私、偷渡猖獗，另雲林麥寮港港外海域，西臨澎湖水道，經目斗嶼與中國福建泉州圍頭漁港相距 100 哩，為海峽相對較短的航線，且雲嘉沿岸地

勢平坦，工業區及小漁港林立，並有濁水溪、北港溪出海口及外傘頂洲之天然地形，故該海域走私、偷渡案件發生頻繁。

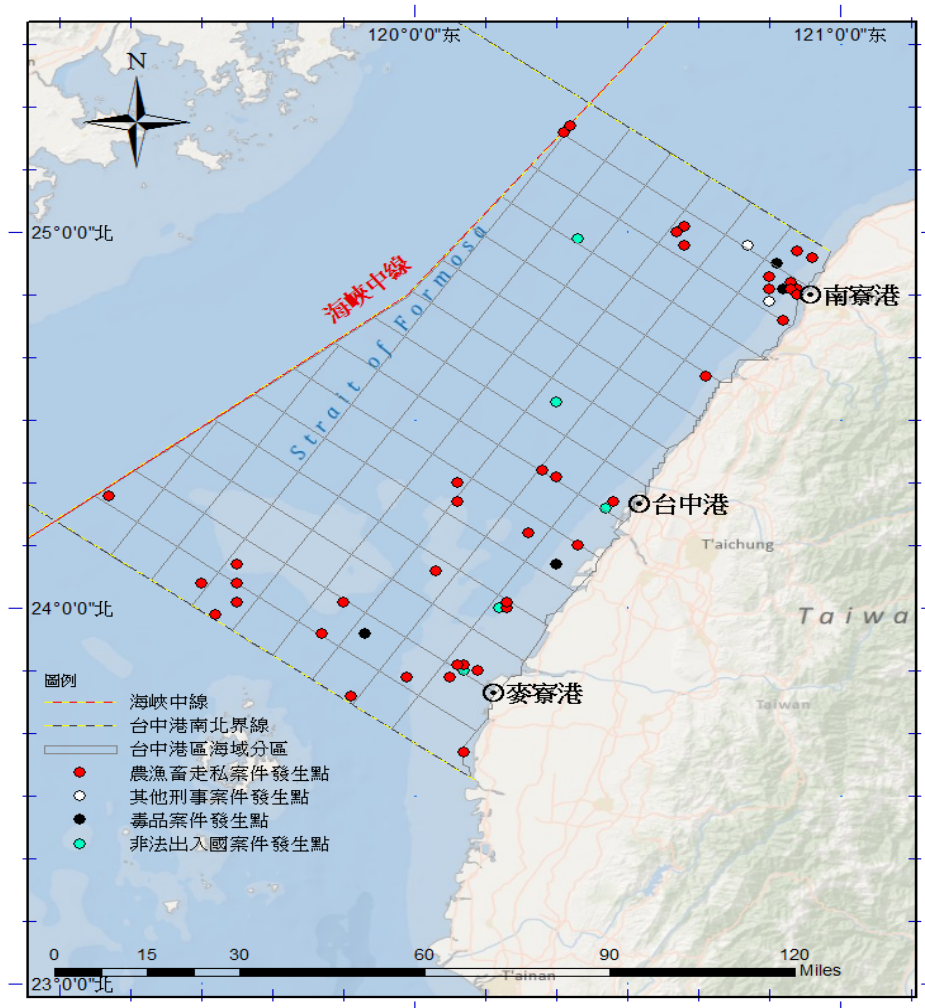


圖 4.2：台中港轄區海域刑事案件分佈斑點圖，資料來源：ArcGIS

4.3 空間度量區位分析：

先以地理資訊系統空間度量地理分布工具，分析台中港區 89 年至 99 年所發生之 61 件刑案分佈趨勢，結果顯示刑案發生的地理(密度)中心位於東經 $120^{\circ}21'55.082''$ 、北緯 $24^{\circ}26'4.918''$ ，即是在台中港外 320 度 11.7 浬處；中位數中心位於東經 $120^{\circ}20'1.238''$ 、北緯 $24^{\circ}21'19.54''N$ ，即在台中港外 344 度 10.4 浬處；方向性標準差橢圓 43 度旋轉，橢圓最西邊距台中港港口外 314 度 30.1 浬處(東經 $120^{\circ}8'5.358''$ 、北緯 $24^{\circ}39'2.258''N$)，長軸沿海岸線分佈，橢圓南北二端相距 98 浬(如表 4.2、圖 4.3)，綜上分析顯示，台中港海域刑事案件發生具方向性，整體分佈呈橢圓型(長軸與海岸線平行，短軸與海岸線垂直)，以東經 $120^{\circ}21'55.082''$ 、北緯 $24^{\circ}26'4.918''$ 為中心(即刑案發生的地理中心)，沿海岸

線向南北二端延伸，涵蓋台中港轄區所有沿岸海域；另再觀察離岸距離與案件發生關係，發現近岸海域案件發生率比離岸高，離岸 6 哩內共發生各類案件 34 件(佔 55.7%)，6 哩至 18 哩內發生 15 件(佔 24.6%)，18 哩至海峽中線則有 12 件(佔 19.7%)。

表4.2：台中港轄區海域刑事案件空間度量區位分析值

空間度量地理分佈	計算結果
平均中心(Mean Center)：	120°21'55.082"E 24°26'4.918"N
中位數中心(Median Center)：	120°20'1.238"E 24°21'19.54"N
中心資料點(Central Feature)：	120°20'0"E 24°21'0"N
方向性分佈(Directional Distribution)	43°橢圓，長軸半徑 49 哩、短軸半徑 18 哩

資料來源：ArcGIS

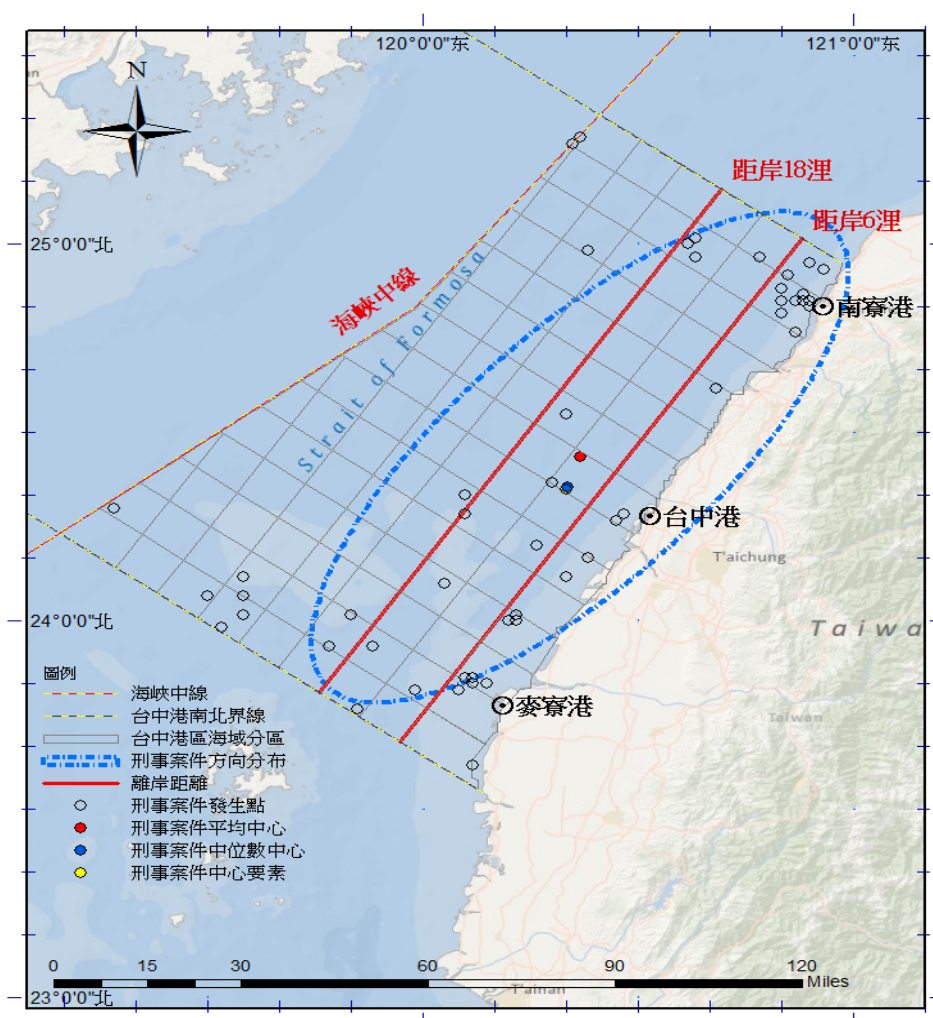


圖 4.3：台中港轄區海域刑事案件空間度量區位分析圖，資料來源：ArcGIS

4.4 空間聚散模式分析：

利用地理資訊系統平均最近鄰(Average Nearest Neighbor)直線距離方法(Euclidean Distance)，分析台中港區 89 年至 99 年所有刑事案件發生點，結果(如表 4.3)其最近鄰比率值小於 1 為 0.66，表示發生點呈現聚集分布；經檢驗其 Z 得分為-5.08，顯示該聚集模式只有 1%或更小的可能是隨機產生；另 P 值為 0，顯示觀測的空間數值可以排除零假設(CSR)，因此得知台中港區 89 年至 99 年所有刑事案件的發生點，在空間分布上呈現聚集的情形(如圖 4.4)，即多數的案件發生地點，係集中在少數的區域內。

表 4.3：台中港轄區海域刑事案件平均最近鄰分析值

空間度量地理分佈	計算結果
觀測距離(Observed Mean Distance)：	0.049833
預期平均距離(Expected Mean Distance)：	0.075524
最近鄰比率(Nearest Neighbor Ratio)：	0.659832
Z 得分(z-score)：	-5.082633
P 值(p-value)：	0.000000

資料來源：ArcGIS

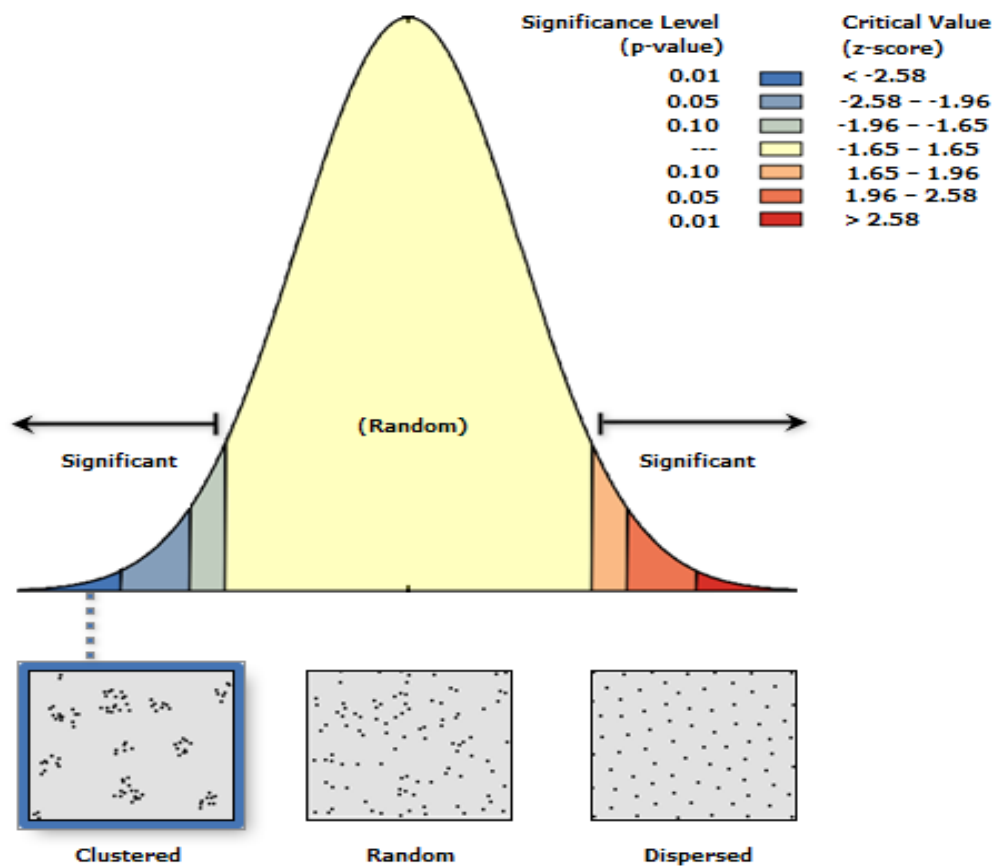


圖 4.4：台中港轄區刑事案件平均最近鄰分析圖，資料來源：ArcGIS

4.5、空間熱點分析：

經以地理資訊系統熱點分析法(Hot spot Analysis-Getis Ord G_i^*)，辨識台中港區 89 年至 99 年所有刑事案件發生點的高、低值區域及聚類位置，並以 $G_iZScore$ 為評估值， $Std.Dev$ (標準差)為單位(區分為最冷點 $< -2.58Std.Dev$ ；冷點 $-2.58 \sim -1.96Std.Dev$ ；次冷點 $-1.96 \sim -1.65Std.Dev$ ；平均分佈 $-1.65 \sim 1.65Std.Dev$ ；最熱點 $> 2.58Std.Dev$ 熱點； $1.96 \sim 2.58 Std.Dev$ ；次熱點 $1.65 \sim 1.96 Std.Dev$)，結果顯示 $G_iZScore$ 值介於 $1.96 \sim 2.58td.Dev$ 的熱點為 a1、b1、c1 等 3 處，其次為 $1.65 \sim 1.96Std.Dev$ 的次熱點為 a2、b2 等 2 處，另 $G_iZScore$ 值小於 $-2.58Std.Dev$ 的最冷點為 g6、g7、h5、h6、h7、i5、i6、i7、i8、j6、j7、j8、k8 等 13 處，次為 $-2.58 \sim -1.96Std.Dev$ 的冷點 e7、f5、f7、g5、h4、i4、j5、k5、k6、k7、l6、l7、l8、l9 等 14 處，又 $-1.96 \sim -1.65Std.Dev$ 的次冷點為 e6、g4、j4、m7、m8、m9、n9 等 7 處，其餘則為介於 $-1.65 \sim 1.65Std.Dev$ 平均分佈區域 (如表 4.4、圖 4.5)。

表 4.4：台中港轄區刑事案件熱點分析值

$G_iZScore$	熱點等級	熱點區域	地理位置
$1.96 \sim 2.58Std.Dev$	熱點	a1	在新竹蚵殼港至新竹南寮漁港往外 6 浬內海域；中心點在 $120^{\circ}54'7.851"E$ 、 $24^{\circ}56'11.622"N$
		b1	在南寮漁港至鹽水港溪口往外 6 浬內海域；中心點在 $120^{\circ}50'43.963"E$ 、 $24^{\circ}50'35.5"N$
		c1	在鹽水港溪口至中港溪沿岸往外 6 浬內海域；中心點在 $120^{\circ}47'21.736"E$ 、 $24^{\circ}45'9.3"N$
$1.65 \sim 1.96Std.Dev$	次熱點	a2	在新竹蚵殼港至新竹南寮漁港往外 6 浬至 12 浬間海域；中心點在 $120^{\circ}48'20.84"E$ 、 $25^{\circ}0'16.877"N$
		b2	在南寮漁港至鹽水港溪口往外 6 浬至 12 浬間；中心點在 $120^{\circ}44'39.665"E$ 、 $24^{\circ}55'1.134"N$
$< -2.58Std.Dev$	最冷點	g6、g7、h5、h6、h7、i5、i6、i7、i8、j6、j7、j8、k8	最冷點、次冷點、冷點共計有 34 個分區，中心點約在 $119^{\circ}55'50.367"E$ 、 $24^{\circ}33'20.399"N$ ，涵蓋半徑 15.5 浬範圍之海域
$-2.58 \sim -1.96Std.Dev$	冷點	e7、f5、f7、g5、h4、i4、j5、k5、k6、k7、l6、l7、l8、l9	
$-1.96 \sim -1.65Std.Dev$	次冷點	e6、g4、j4、m7、m8、m9、n9	

資料來源：ArcGIS

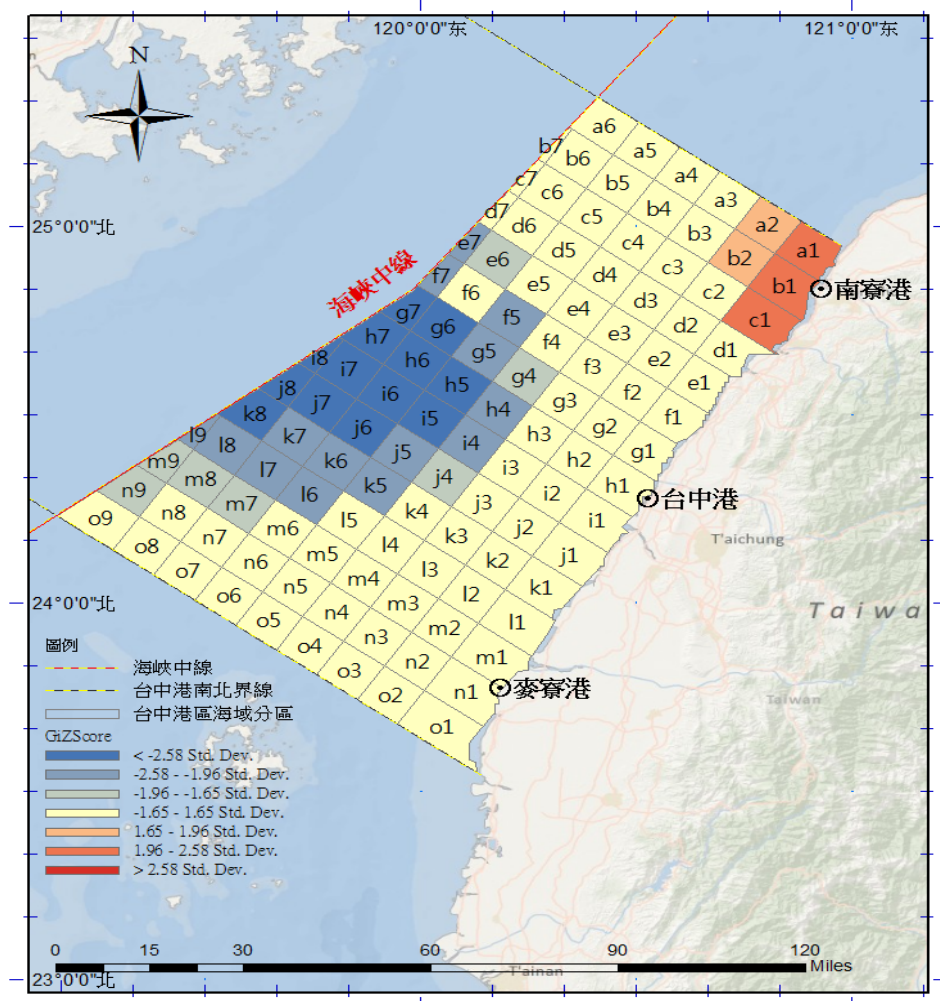


圖 4.5：台中港轄區海域刑事案件熱點分析圖，資料來源：ArcGIS

綜上，本文利用 ArcGIS 地理資訊系統，建立 89 至 99 年間台中港轄區海域刑案發生斑點圖層，觀查案件的空間特徵，並以空間度量區位工具，計算空間分佈中心點及方向趨勢，再以平均最近鄰工具評估案件聚散模式，確認具聚集態樣後，最後實施熱點分析，辨識台中港轄區海域刑案發生的高風險區域。

伍、結論與建議

5.1 結論：

- (1) 台中港海域轄區刑事案件分佈，主要係以南寮漁港、麥寮港、台中港等三個港口為中心，向外呈放射狀擴展。

- (2) 近岸海域刑事案件發生率比離岸高，且發生數由近岸海域往外海遞減，離岸 6 浬內，共發生各類案件 34 件(佔 55.7%)，6 浬至 18 浬內發生 15 件(佔 24.6%)，而 18 浬至海峽中線則有 12 件(佔 19.7%)。
- (3) 所有案件以走私農畜產品居首，主要分佈在南寮漁港港口半徑 6 浬內海域及其連接中國平潭間往來水域，其次為麥寮港往中國福建泉州間(途經澎湖群島)連接的水域。
- (4) 刑事案件整體發生具方向性，分佈呈橢圓趨勢(長軸與海岸線平行，短軸與海岸線垂直)，以台中港口外 11.7 浬處為中心，沿海岸線向南北二端延伸，涵蓋台中港轄區所有沿岸海域。
- (5) 在台中港轄區海域所發生之刑事案件具高度群聚性，多數案件係集中在少數的區域上。
- (6) 刑事案件熱點(包含熱點及次熱點)，位於新竹南寮漁港港口半徑 12 浬內海域；冷點(包含最冷點、冷點及次冷點)則位於台中港港口外 20 浬處海域。

5.2 建議：

由前開各項空間分析結果，建議海巡機關在台中港轄區海域的勤務規劃，可依巡防艦艇性能及大小，實施多層次勤務部署，大型巡防艦可於全般海域實施巡弋，中型巡防艇部署於 18 浬內巡邏，小型巡防艇則於 6 浬內實施查緝，並針對南寮漁港、麥寮港、台中港港口近岸海域加強攔截查察，另熱點海域應配合進行定點監控，如此便能發揮最大的勤務效益，以確保全般海域安全。

陸、參考文獻

一、中文部分

1. 陳志立，海上交通事故分析模式之研究，海洋大學碩士論文，1991。
2. 黃仁邦，台灣地區海事特性分析與海上交通事故模式之建立，交通大學碩士論文，1992。
3. 郭福村，我國搜救責任區內海難分析與搜救效率之研究，海洋大學碩士論文，1993。
4. 張淑淨、紀嘉毅，海上交通事故風險及搜救需求之空間相關分析，第三屆運輸安全研討會論文集，國立成功大學交通管理科學系，1996。

5. 紀嘉毅，電腦輔助海上搜索與救助系統之實證研究，海洋大學碩士論文，1997。
6. 交通部運輸研究所，運輸安全白皮書-海運安全篇，臺北市，1999。
7. 龔光宇、林彥慶、吳嘉新，巡防艇查緝海域犯罪輪具作為之研究，第 11 屆水上警察學術研討會論文集，中央警察大學水上系，2004，頁 80-128。
8. 林稜雁，我國海難救助體系：民間搜救資源整合規劃之研究，中山大學海洋環境及工程學系研究所碩士論文，2005。
9. 行政院海岸巡防署，海巡白皮書，臺北市，2007。
10. 周天穎，地理資訊系統理論與實務，四版，儒林，臺北市，2008。
11. 徐國裕，台灣西部國際商港水域海難事故之分析，航運季刊第十七卷第一期，頁 45~62。
12. 鐘祥華，臺灣周遭海域船難事故分佈研究，海洋大學碩士論文，2008。
13. 徐耀生，台灣海域犯罪之空間分析，台北大學犯罪學研究所碩士論文，2008。
14. 行政院海岸巡防署，台灣海洋，臺北市，2010。
15. 行政院海岸巡防署，中華民國九十九年海巡統計年報，臺北市，2011。
16. 周天穎、葉美伶、吳政庭、簡致遠，輕輕鬆鬆學 ArcGIS 10，三版，儒林，臺北市，2011。
17. 互動國際數位股份有限公司，ArcGIS 10 基礎學習與應用寶典，初版，新文京開發，台北，2011。

二、外文部分

18. Star, J, & Estes, j, Geographic Information System : An Introduction, Prentice-Hall, Inc, 1990.
19. Chainey, S. and Ratcliffe, J, GIS and Crime Mapping. Chichester, WestSussex, England and Hoboken. NJ : Wiley, 2005.
20. Mitchell, A, The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 2: Spatial Measurements and Statistics. Redlands: ESRI Press, 2005.
21. Kistler, A, Tucson Police Officers Redraw Division Boundaries To Balance Their Workload, Geography & Public Safety, 1(4): 3-5, 2009.
22. Aldstadt, J, Spatial Clustering, In M.M. Fischer and A. Getis (eds.), Handbook of Applied Spatial Analysis: Software Tools, 2010.

三、網路部分

23. 行政院海岸巡防署，海巡統計年報，
<http://www.cga.gov.tw/GipOpen/wSite/np?ctNode=847&mp=999>, June.02.2012。
24. 基隆港務分公司，商港轄區圖，<http://www.klhb.gov.tw/Html/H01/H0112.aspx>,
June.03.2012。
25. 台灣法律網，國防部就海峽中線正確座標更正說明，
http://www.lawtw.com/article.php?template=article_content&area=free_browse&parent_path=1,2169,1478,&job_id=57530&article_category_id=1479&article_id=27703,
June.06.2012。
26. ArcGIS 10 技術中心，ArcGIS 分析原理，
<http://help.arcgis.com/zh-cn/arcgisdesktop/10.0/help/>, June.13.2012。