

計量地理

上 冊

李薰楓編譯

大中國圖書公司印行

計 量 地 理

上 冊

李薰楓 編譯

大中國圖書公司印行

賀 序

在地理學的發展過程中，地理學的定義也隨著時代的演進而在改變。當代地理學家哈子宏（R. Hartshorne）認為「地理學乃對地理表面的空間差異提供一個精確、規則和合理的敘述」。愛克門（E. A. Ackerman）認為「地理學的目標，至少在於了解地球表面上，人文和自然環境的龐大與其交互組織」。塔福（E. J. Taaffe）認為「地理學在於對人類世界作有系統地描述，然而現代地理學的着重點，乃藉類型（Patterns）和過程（Processes）表現出來的空間組織之探討」。耶提斯（M. Yeates）則認為「地理學是藉理論與試驗以解釋及預測地球表面的空間分布和不同特性的區位」。這些定義雖然不能使每位地理學者都滿意，但其內容均含蘊著地理學的共通要素：

第一，地理學觸及地球科學的有關學科，地理學者把地球視為人類的環境，此環境影響人類的生活和組織，可是人類本身也有助於改變和建造此一環境。

第二，地理學者對於人類的空間結構與生態關係，甚為注意。故其工作着重於空間的利用與資源的開發，以達區域合理設計的目標。

第三，地理學者已經注意到地球上的種種雜異性，對於各類問題的發展，他們覺得政策必需顧及空間的差異。

因此，地理學的領域至為廣泛，而有許多不同的分科，且每一分科又有其不同的研究主題。若依地理學如何探討空間問題的綜合分類，則可分為三種不同的分類模式：

一、空間分析：空間分析研究某一或一系列重要特性的區位變化（Locational variation），地理學者不僅探討何種因素可以控制着分布的類型，而且深究如何改變分布的類型，以使分布更為合適、理想。

二、生態分析：此類模式是經由生態的分析方法，以討論人與環境變數的相互關係，進而解釋彼此間的連鎖性。地理學者不僅討論地區間的空間差異，更重要的是在單一而有界限的地理區內，進行各種現象關係的分析研究。

三、區域的綜合分析：區域的綜合分析乃空間和生態分析的複合結果，合適的區域單位，首先藉著地區差異的分析而區劃出來，然後着手建立區域間的流動性和連鎖性。

上述之空間分析、生態分析、區域綜合分析等的分類模式，均須利用計量分析的方法，方可使地理學的研究範疇更臻於科學化、合理化。

計量地理學之研究，在國內尚在發展的階段，其內容與應用，有待國人深加重視。然有關計量地理學之中文專書尚不多見。本系有鑑及此，特列計量地理學為地理系必修學科，旨在配合學術思潮，使學生了解今日地理學研究發展的趨勢，並能利用計量分析的方法，從事地理學深入的研究。今本系李君薰楓，利用教學餘暇，編撰「計量地理」一書，對於國人研究地理學的方法，必有所貢獻。欣聞此書即將出版問世，不勝快慰，故樂為之序。

賀 忠 儒

序於國立台灣師範大學地理學系
六十五年八月

劉 序

近一、二十年來，計量地理學在歐美各國急速發展，各大學地理系中普遍開設計量地理與空間分析課程。而計量地理在我國地理學範疇內，則正在起步努力的階段，但已列為大學必修課程，然有關介紹計量地理之專書尚不多見，今李君薰楓於教學之餘，編寫「計量地理」一書，特於先睹為快之餘，略述所感：

一、1950 年代的地理研究報告與 1970 年代的此類報告，最顯著的差異之一是使用數學方法的論文大量增加。較早時期數學在地理學上的主要應用，乃是球面幾何 (spherical geometry) 之於地圖學和測量學，以及機率之於氣候學；今日數學模式的值域業已相當地展開，而其應用影響到地理學的大部分學科。我們可以看到歷史地理學者利用多項式曲面 (polynomial surface) 於早期聚落的擴展；或利用馬可夫連鎖 (Markov chains) 於工業區位分析模式的地點決定等。凡此可知目前地理學者對於數學內容與應用的了解，遠比以前的地理學者更為迫切需要。因之對於計量地理的數學基礎先作詳盡的說明，極適合數學基礎稍欠根底的學生初學之用。

二、統計方法應用於地理學研究，隨著時代的進展而日趨深廣，舉凡地理資料的編排、儲存、處理與組成等，莫不借助於統計方法的運用，時至今日，統計方法已成為地理學的必要而有效的通用工具。按統計學可分為下述三種主要類型：(一)敘述統計學，(二)抽樣和(三)推理統計學；每一類型均有其不同的目的，且每一類型均可應用於各種不同種類的資料上。地理現象是複雜的，它通常需要揀選各種不同的資料，而統計方法對這些資料的運用是不可或缺的。本書有鑒及此，對於統計方法另章提出討論，而將數學和統計學的基本概念，首在書中提及，對於初學者可收循序漸進之效。

三、在人類環境中，地理學着重人類的空間組織及其生態關係。地理學者探討人類所利用的空間、資源改善的方法以及合適的區域組織，最後則以改善環境為目標。地理學者的工作，不僅說明了人類在地球上的資產遠景，而且也提供了人類在行星上未來的各種預測；欲達到此目標，地理學者經由假說、類型、過程和模式來解釋事實的真象與預測未來，上述步驟即是地理學的科學分析，也是計量地理學的討論主體，本書的內容就是以此為重要的骨幹。

四、在空間分布上，地表的地理現象有其雜異性和一致性。但在描述說明時，只能就各個現象依由簡而繁以及由一度空間至多度空間編排說明，讀者閱讀此書時，可先依章節次序瀏覽，而後每讀一種計量方法時，可與以後的有關理論內容，相互參照閱讀，如此易於探尋彼此之間的關係，而獲得綜合性的瞭解。

計量地理學在我國地理學的發展中，尚是一門新興的學科，有待我們去瞭解與應用，希望通過本書的介紹，能給讀者了解並應用計量方法，有助各項地理實際問題的研究。欣見本書出版問世，不勝欣慰，故樂為之序。

劉 鴻 喜

序於國立台灣師範大學地理研究所
六十五年八月

編 排 說 明

本書各章的次序是按照如下方式編排的：第一章緒論探討地理資料的一些基本特徵，以及觀察這些地理資料的方法。第二章討論一些可以應用在地理學上的基本數學概念。新數學正迅速而普遍地推展和施教著，其中很多的新觀念即將成為普通的知識，故其應用於地理現象上是非常適合的。地理現象通常是很複雜的，它通常需要揀選各種不同的資料，而統計技術對這些資料的處理是不可或缺的，故這些技術在第三章中加以討論，同時還舉出一些統計方法的例子，這兩章數學和統計的基本概念，首先在書中提及，是因為它提供了這本書其他內容所需要的基本技術。

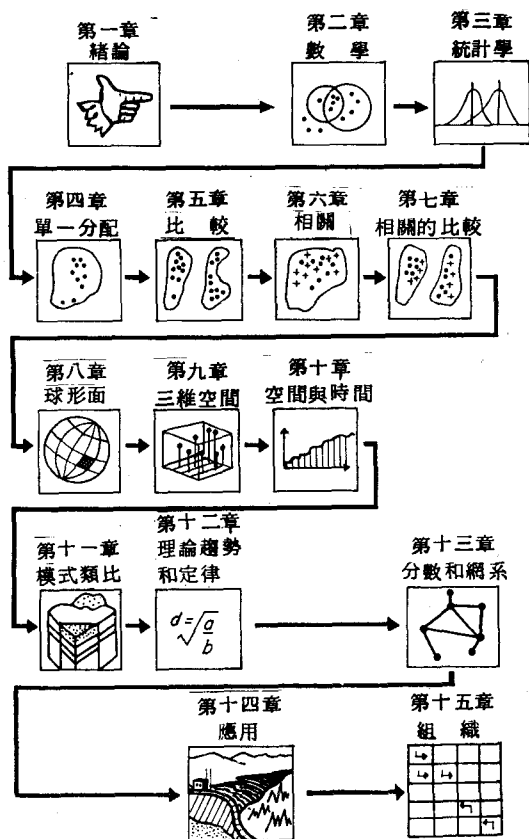
第四章至第七章，是分佈（distribution）的詳細研究，從簡單現象到藉較高深數學模式（Models）如因子分析法來處理的複雜現象均加以討論。在此四章中分別討論四種不同的現象：(1)單一地區上的單一分佈（第四章）；(2)一地區與其他地區，單一分佈的比較（第五章）；(3)單一地區內，二或二種以上分佈的相關（第六章）；(4)一地區與其他地區，二或二種以上分佈間的相關（第七章）。

第八章至第十章考慮與地理資料特別有關的特殊現象。地理研究的主要範圍是地球表面，故第八章所討論者乃將地球視為一個完整的球狀體，或二維球面。此處所討論的分佈，乃是以點或地區特性，來考慮事物對象。將此形態加以簡單化，經常是不可能的，故在第九章中，以三維空間來討論這些現象。有些地理現象，其時間也和空間一樣，扮演著重要的角色，故時間對地理現象的影響在第十章中討論之。

第十一章至第十五章涉及不同時期的研究，第十一章提及許多模式類型中的一些模式，這些模式提供了資料研究的方法，或用以指導理論的體系，這些技術方法已討論於數學或統計基礎中，因為它提供了以後各章所需的研究方法。第十二章討論與地理學相關的一些理論、趨勢（tendencies）與定律。第十三章中討論地理資料的分類，此分類導致不

同類型網系 (network) 的構成。第十四章根據前面各章所述, 簡要的提及一些地理學的應用性。第十五章是地理學相關分科組織的說明 (評論) 。

第四章至第十章舉例說明地理學中的方法和理論, 它們代表觀察和研究事物的方式。由於它們置於理論篇之前, 故提供了實際現象的例子, 然而它們却需藉助第十章至第十五章的理論觀點, 方可加以觀察透析出來。地理學的目標在於研究實際, 而理論見解對於此目標的達成却是必需的。



本書各章主題流程圖

本書編排的次序，其理由既如上述，然而閱讀此書並非依此次序不可。例如在閱讀數學、統計和分佈問題之間，可以閱讀最後六章的理論觀點，因為它提供了一些理論體系。此外，在討論一些具體簡單的例子以後，更易於了解此理論體系。本書各章係由簡至繁，以及由一維空間至多維空間依序編排，上圖繪出本書編排的圖解說明。

本書的內容和編排，疏漏與錯誤，在所難免，懇請海內方家，不吝指正，以便再版時改正。

本書的問世，深蒙恩師師大地理系主任賀忠儒教授、地理研究所所長劉鴻喜教授的鼓勵與指導，並惠賜序文，謹此致謝。

李 薰 楓

六 十 五 年 八 月 於
國立台灣師範大學地理學系

計 量 地 理

上 冊

目 次

第一章 緒 論.....	1
1-1 概 述.....	1
1-2 地理學的內容.....	1
1-3 地理資料的特性.....	4
一、空間、時間及其他的差異.....	4
二、地理學者所研究的事物和空間.....	7
三、資料的特徵.....	9
1-4 傳統地理學及其評論.....	13
一、地理學因乏明確定義和一致性所遭受的評論.....	13
二、地理學的其他評論.....	15
1-5 地理資料的科學分析.....	19
第二章 數 學.....	23
2-1 概 述.....	23
2-2 集合論入門.....	29
一、集合論與韋氏圖解.....	30
二、集合在地理學上的應用.....	34
2-3 布氏代數學和邏輯環道.....	42
一、布氏代數學.....	42
二、環 道.....	43
2-4 有限或算術模數.....	46
2-5 數	47

一、位置和基底	47
二、數系	50
三、大數目的認識	52
2-6 向度、標度和精確度	53
一、度量的單位	53
二、度量的標度	55
三、準確度和精密度	56
四、製圖比例尺	57
五、增進度量精密度的一般方法	58
2-7 計算	62
一、簡單的手算法	63
二、機器和電子的計算以及分類機	63
三、電腦	63
2-8 表與矩陣	65
2-9 矩陣的運算	69
一、矩陣表示法	69
二、向量	69
三、矩陣的加法或減法	71
四、矩陣的乘法	71
2-10 代數方程式的解法	84
一、基本演算	84
二、應用範例	85
2-11 弧度與三角	93
一、弧度量與角度量之換算	93
二、三角函數	93
三、基本恆等式	94
四、三角形之性質	94
五、範例	95

六、相關係數	96
七、福里瑞爾分析	96
2-12 幾何學	98
一、概 述	98
二、空間上點和事物的區位	100
三、一些簡單的變形	103
四、測 量	107
五、自然界的幾何形成	111
2-13 拓樸學	113
一、概 述	113
二、名詞與變形	115
三、拓樸學的基本關係	118
四、區域毗鄰性	119
2-14 排列與組合	119
第三章 統計學	122
3-1 概 述	122
3-2 機率 and 統計分配	123
一、機 率	123
二、機率在實際情況上的應用	126
三、統計分配	128
3-3 敘述的統計學	136
一、中央趨勢	136
二、離散和動差度量	137
3-4 抽 樣	142
一、抽樣方法	142
二、樣本數	144
3-5 推理統計學	145

一、概 說	145
二、1 變數二以上樣本，其平均數和標準差間的差異檢定	148
三、檢定分配	158
3-6 推論統計學：2 變數 —— 相關	163
一、相關的意義與分類	163
二、研究簡單相關的目的	164
三、散佈圖	164
四、迴歸直線	167
五、變量與共變量的求法	171
六、決定係數與相關係數的求法	172
七、史皮爾曼等級相關係數	174
八、估計標準誤	174
九、殘差分析	177
十、三種重要檢定的作成	178
十一、三種檢定的應用	193
3-7 偏相關與多重相關	199
一、偏相關	199
二、因子分析概述	200
第四章 單一分布描述法	208
4-1 平面上的點	209
4-2 點集合的特徵	213
一、靜態與動態之分布	213
二、分布中的項數	214
三、分布中事物的加權	216
4-3 子集分布	216
4-4 平面上點的間隔	220
一、廣集合或座標	220

二、地區上的格或網	221
三、規則和不規則的分布	222
四、隨機、聚集和反聚集的分布	223
五、平面上點分布的真實世界例子	225
六、最鄰近的概念	232
4-5 線上的點	234
4-6 點圖的構成	236
4-7 點分布的通則化	243
一、移動平均數觀念	244
二、人口潛力	250
4-8 二維分布的中央趨勢與離散	252
一、中央趨勢的度量	254
二、離散觀念概述	257
4-9 拓樸的分布	260
第五章 比較	268
5-1 比較的困難	268
5-2 線上點的比較	272
5-3 平面上線的比較	275
5-4 平面上點的比較	277
5-5 平面上平面的比較	281
一、視覺上的比較	282
二、藉助圖型的數值比數	284
5-6 比較的其他觀念	287
第六章 同一地區二或二種以上分布間的相關	294
6-1 地理學的相關概念	294
6-2 等級相關	305

一、那些變數？	305
二、資料的組織	307
三、四分位數值圖法	307
四、平均的縣	313
五、相 關	315
六、差值 d 的利用	318
七、九十縣的比較	320
八、各縣間的相關指數	326
6-3 動差相關矩陣	328
一、概 述	328
二、變數及其來源	329
三、相關矩陣	330
四、矩陣的利用	335
6-4 因子分析	336
一、概 述	336
二、因子與因子載荷量	337
三、個別加權	341

計 量 地 理

上 冊

第一章 緒 論

1-1 概 述

地理學所研究的主題，具有相當的多樣性。此種範圍廣大的多樣性，地理學者對於地理資料必須作有系統地排列，才能在其本身的研究領域中，利用這些資料。地理學與某些其他科學，雖然在研究主題上可能相同，但是對於事物的觀察重點彼此却有差異。如同哥特門（J. Gattmann）所述，地理工作的基本要素是空間差異，這個觀點的重要性，一直在本書中加以強調說明。

第一章的目的，在於探討地理資料的一些基本特徵，以及觀察這些地理資料的方法。本章第二節中，討論地理學的各種定義。對於地理學這門學科，定下嚴格而明確的界限是不可能的，但是對於相當廣泛的地理學而言，了解這些定義的看法，有助於劃定此學科的範圍。本章第三節著重於討論地理資料的一些基本特徵，並使資料加以系統化，以便易於處理。此外，在地理學上各種不同的現象間，尋求它們的相似性。第四節扼要地討論傳統地理學的一些評論，並試以回答這些評論。第五節強調科學研究的需要性。

1-2 地理學的內容

地理學的領域在於地球的表面；然而地球的表面，也是許多其他科學的研究領域。地理學係以探討地面的要素分佈和不同時空所產生的分佈變化為主題的科學。不過所有發生的分佈，並不是全部屬於地理學的

範疇當中。再者，地理學不是諸事物的一個特殊集合（set），它和其他學科共有諸事物。但是在這廣泛的領域中，地理學和其他學科間，彼此在空間和研究範圍上均有區分的界限。

1 地理學的空間界限，較其研究範圍更易於確定。前面說過，地理學是探討地球表面的科學，因此地球的內部並不包括在內，地心帶是地球物理學者的研究領域，地理學者僅是相當間接地探討此帶。地心被均一的地殼（mantle）所包圍，此地殼和外殼（crust）之間，被莫何不連續面（Moho discontinuity）所分開，地理學上大多採用這個界限面，視為地球表面的下限。至於地球表面的上限，則定義為大氣的上限，包括對地球表面有重要影響的氣候現象在內。由於人造衛星的出現，地表上限的界限面，目前有重加考慮的必要。在此上限之外則是太陽系和星星。太陽系對於地球表面雖然有很大的影響，但它並不直接屬於地理學的領域，其間接的影響，經常可藉以說明地理學上的問題。星星位在地理學範圍之外，屬於天文學者的研究範圍，然而在這一個天體中，地理學者可以利用它來測量並確定地球上的位置。太陽系和地球核心影響於地球表面，由此觀點來看，它們和地理學有關，但其本身並不是地理學的一部份。

2 地理學的範圍界限比空間界限的限定更為困難。地理學探討地球表面上不同要素的分佈，較大的要素諸如國家、城市或山脈，通常均和地理學有關聯。這些要素的地理研究，通常是將它分成許多更小的實體。當它們是未分單位（undivided units）時，它們常和地理學有關聯，但是當事物區分到不能再細分或單位時，其研究常和其他科學更具關聯性。因此地理學以探討整體事物和以單位存在的有機體，例如分散（discrete）而可移動的有機體為其主題。地理學的大小界限，幾乎不包括僅賴顯微鏡以進行研究的所有事物。因此地理學以中等或龐大的事物為主要對象，不以小事物或微細事物為它的對象。

地理學的各分科中，大小（size）的界限彼此互異，通常它與研究者的能力有關。今舉一些例子以說明事物的大小簡化時，地理資料如何