

世 界 名 著

計 量 地 理 學

LESLIE J. KING 著

王 秋 原 譯

國家科學委員會補助

國 立 編 譯 館 出 版
世 界 書 局 印 行

世界名著

計量地理學

LESLIE J. KING 著

王秋原譯

國家科學委員會補助

國立編譯館出版
世界書局印行

中華民國六十一年九月初版

世界名著

計量地理學 (全一冊)

精裝本基本定價伍元柒角伍分正
平裝本基本定價肆元柒角伍分正

著者：LESLIE J. KING

譯者：王秋

漢譯權所有人：國立編譯館

補助機關：國家科學委員會

發行人：吳開先

版權所有
禁止翻印

內政部登記證內版臺業字第〇一八八號

出版者：國立編譯館

印刷者：世界書局

發行所：世界書局

臺北市重慶南路一段九十九號

著者序

著者積有七年教授計量地理學的經驗。本書之主要目的在於提供重要的計量理論與評述一些用來例證這些理論的現有研究專題。本書適合主修地理學與區域計劃的大學部四年級和研究部一年級學生之用。憑著者之經驗，本書對於稍有數學與統計學根底的學生，每週二小時分兩個學期可全部授畢。

計量地理學在最近十年來有加速的發展，尤其在人文地理學方面更為迅速。這種發展的結果，在地理學研究方法論上產生對立的爭論，諸如地理學研究究竟應否針對獨特的現象抑或一般的現象之類的問題。就本書所評論的材料與本書本身的主觀概念言，著者應表示只支持第二個立場的。地理學是一門極適合於應用統計技巧和數學語言從事於檢定和證明其理論結構的一門科學。

本書並不亟欲論述任何強烈的方法論立場。雖然本書所評論的各種研究和空間分析理論不謀而合，惟吾人實亦無理由不應用統計上的技巧來研究所謂“人—地”和“區域差異”的問題。晚近有些關於環境理解（environmental perception）的研究頗能印證本觀點。

本書內容的組織深受美國國家科學基金會（N. S. F.）在西北大學（Northwestern University）舉辦的“計算機在地理學與空間統計學上之應用”研究會的影響，著者對主持人及演講人深致謝忱。同時本人在1965年有機會跟 Edward J. Taaffe 教授共同主持 N. S. F. “地理學中之計量方法”的研究計劃機構，受益匪淺。凡是和 Ned 共過事的人都會為他的熱心與應用科學方法研究地理學的精神所感動，本人對他的感召應深表謝意。

本人對某些個人對本書直接的或間接的貢獻，應表深切感謝。俄

亥俄州立大學 (The Ohio State University) J. Rayner 和 E. Casetti 教授，布勒斯特大學 (University of Bristol) P. Haggett 教授和 D. Harvey 博士耐心地閱讀全部或部分稿件，並貢獻很多建設性的意見，著者當研究生時期的指導老師 Edwin N. Thomas 教授，對本人在計量研究上的影響貫徹全書。本書如無 W. L. Garrison 教授以嚴格之科學方法的指導實無法完成。本書所引用的許多研究報告都是在 Garrison 教授指導下完成的。最後，著者亦要感謝 Brian Berry, Leslie Curry, Michael Dacey, Peter Gould, Duane Marble, Gunnar Olsson, 和 Waldo Tobler 等人對各專題提供有價值的討論。本書如有錯誤當由著者個人負責。

Carol Fritz 小姐以最大的耐心和最優越的技巧核打手稿，在此一併致謝。內人 Doreen 的鼓勵與犧牲更應由衷的感激。

一九六九年

著者簡介

Leslie J. King 博士是俄亥俄州立大學 (The Ohio State University) 的地理教授，國際性理論地理學雜誌：“地理分析 (Geographical Analysis)”的主編。“經濟地理學讀物：經濟活動之區位”一書的作者之一。他也是一部評論叢書：地理學的進展 (Progress in Geography) 的編輯顧問。曾任 1965 年美國 NSF 下“地理學中計量方法之應用”的研究計劃機構副主任。

譯者序

計量地理學是晚近十年來新發展的一門地理學科。它的主要功能，是將地理學上，包括自然地理學和人文地理學的各種要素，依憑數據，應用新統計技術和新數學語言作分析研究，期能獲得最合理與合乎科學精神的結論。

本書的主旨在於討論地理資料分析上的諸統計問題。其重點在於點型分析，空間關聯，分區等獨特的空間問題，並展望將來研究發展的趨勢。

本書首次將現有有關計量地理學上的技術報告與論文搜集寫成一本簡明易解的書，並列舉地理學各門上的例子，以深入淺出的方式寫成，故為非專業者亦能閱讀。本書各章均附有參考讀物，全書最後亦列有一完整的參考文獻，以供有興趣的讀者更進一步研究參考。本書附錄有數學技術指南，以便讀者隨時查閱有關的新數學語言與技術。

第一章是一篇普通的緒論，介紹計量地理學的概念及其發展。第二章係在討論地理學研究上的數字資料，包括地理量度與地理情報的表示法。第三章在於探討機率在地理學研究上的功能及其應用；第四章則敘述統計推理在地理學中的地位。第五章進一步討論區位類型的推理問題。第六章和第七章分別評論空間關係與區域關聯；及地理學研究上的主成分分析法與因子分析法。第八章係討論地理學上的分類與分區問題。最後一章則以評述計量地理學目前發展的趨勢並展望將來的動向做為本書的結論。

本書有關理論與技術均有豐富的照片及圖表例證說明，全書以深入淺出的方式闡述，對於稍有統計學和數學訓練的讀者均能充分瞭解。

本書除適合於地理本科的讀者參考外，對於都市與區域計劃從業者

亦極有用。

譯者發現本書內容豐富，觀念清晰，處理妥當，且前後融通，確爲一本介紹計量地理學觀念與技術的好書。因此樂意承譯，俾提供些微貢獻。

本書的編譯承蒙中央研究院 凌純聲教授和台灣大學 李鹿萃教授的鼓勵與支持，在此謹表衷心的謝忱。本書譯稿得台灣大學地理學系翁月華小姐耐心的協助與整理，特此誌謝。

譯者才疏學淺，錯誤之處在所難免，尙祈碩彥先進不吝賜教，幸甚。

譯者謹識

六十年十月

計量地理學

目 錄

第一章 緒 論

第二章 地理學研究中的數字資料

2-1 地理學中的量度	7
2-2 地理資料的表示法	12
2-3 地理矩陣	20
2-4 中心趨勢與變異數	22

第三章 地理學研究上的機率函數

3-1 基本概念	35
3-2 機率模式在地理問題中的應用：一維情況	43
3-3 二維機率函數	64
3-4 機率模式的配合	66

第四章 統計推理在地理學中的地位

4-1 空間類型的抽樣設計	69
4-2 抽樣分配	77
4-3 母數的推定	81
4-4 地理學上假說的檢定	82
4-5 統計推理的新趨勢	95

第五章 區位類型分析的推理問題

5-1	區位類型的定義	100
5-2	觀察點型描述上的距離量數	101
5-3	理論模型的距離量數及其有關的推理問題	112
5-4	正方形的點分配上隨機性的檢定法	126
5-5	正方形中點配置的隨機性	127
5-6	Choropleth 模型之統計理論	132

第六章 空間關係與區域關聯的分析

6-1	地理學上的簡單迴歸及簡單相關分析	137
6-2	點型的對應	156
6-3	複迴歸與複相關分析	159
6-4	殘差之製圖	172
6-5	複迴歸及複相關在地理學上的應用	175
6-6	趨勢面分析	177
6-7	地理學研究上一些有關的技術問題	179

第七章 地理學研究上的主成分分析與因子分析

7-1	主成分分析及其應用	193
7-2	因子分析模式	215
7-3	地理矩陣含有不同量度尺度的因子分析	220
7-4	其他應用於地理矩陣的因子分析法	223

第八章 分類與分區問題

8-1	相似性量數的距離統計量	228
-----	-------------	-----

8-2	依距離量數的分類	232
8-3	分類與線性判別函數	238
8-4	最佳分類與分區	249

第九章 目前之趨勢與將來之展望

9-1	典式相關分析的應用	254
9-2	高等空間級數分析	260
9-3	地理學研究中的機率模式	266
9-4	非歐幾里德概念及其內涵	271

附 錄

A	數學指引	274
A-1	數學導論	274
A-2	幾何學	275
A-3	微積分學	282
A-4	矩陣代數	290
B	詞彙與符號	306

索 引	309
參考文獻	330

第一章 緒 論

近十年來在地理學的研究上逐漸廣泛地應用到統計分析。與其它科學一樣，這種發展趨勢乃是由於注重到科學方法及數學和統計語言的結果。不過，其發展亦頗受學派上的困擾。

地理學界反對最烈的是來自非自然地理學部門，其對峙之理論諸如：“表意文字的對依據法律的”研究，“現象的定質特性對科學的定量需求”，“集合論對行為論”，及“相關與因果”之判別等。這些爭論有些甚具價值，惟迄無定論。這種議題實較適於在方法論上或專題上來討論，本書既非屬方法論，亦非屬專題，自當不予詳述。而本書之主旨係在於評述到目前統計分析在地理學中的應用，指出其在這方面的成就，並說明各種分析方法之優點與弱點。

這種評述方法顯然地需要有更多的證明俾能指出過去應用在地理學上許多統計技術對地理學研究上特殊問題係屬不適當，且僅在正式的或嶄新的數理分析更完備時方可了解其有價值的成就。本主張的基礎在地理學界尚未廣泛地被了解，故本書之撰述期能對本觀點有所貢獻，並希望能提供學者在地理學研究中有關統計分析的諸問題。

但是，在討論這些問題時，吾人務必特別謹慎，切勿忘了整體！地理學經由統計分析所獲得的結果，往往因其忽略許多技術問題而發生動搖，本書對這些技術問題將予討論。同時，在地理學界中，對於“區位分佈 (locational distribution) 與空間方法 (spatial processes) 係統計分析的結果”之認知確亦有相當的成就，今日地理文獻已多有闡此類文章。因此，下章的論述希望能給予學者對地理學上統計分析的範圍（深度與寬度）有個深切的瞭解。所舉例子大部分屬於

經濟地理學與都市地理學部門，惟間亦有地理學其它部門及社會科學的例子。

首先，吾人將以科學的發展為背景來看地理學更進一步利用統計分析的趨勢。不論那一學門，科學方法對問題需有精密的認定，正確的描述，及假說（hypotheses）與模式（models）的系統描述與發展。假說與模式可以用來解釋事實的真象。科學調查工作具有循環性（或週期性）。亦即說，科學家依序從事於觀察事實，建立假說與模式，然後再以其邏輯結果檢定事實；注意期望事實（expected facts）或預測（predictions）與觀察事實（observable facts）間是否符合或有偏差，然後再從建立假說開始進行，如此周而復始。在這種調查工作過程中數理語言具有卓越的地位，主要是因其具有有力的邏輯特性的優點。本書不擬討論純數理分析與精密決定論關係。吾人之旨趣在於統計分析，亦即對情況的分析，以明瞭其特性上之變異及其關係。

Kemeny (1959) 曾論及不定數論（indeterminacy）及其有關統計定理的觀念在科學中可有二方面的解釋。第一，在許多研究部門上均有量度與計算的誤差，即使有精確的定數論定理存在，預測值仍會因若干小誤差而被推翻。認定這個事實的存在乃有“誤差理論（theory of errors）”的產生與龐大的統計技術體，包括推定步驟（estimation procedures）與最小平方法（method of least squares）的建立等。這些論題，有些將在本書中加以討論；惟有關量度與抽樣誤差的問題仍未全被社會科學家所研究，認識這一點是非常重要的。自然科學家，包括自然地理學者，以量度方法蒐集並記錄資料時會注意到這些誤差問題。而社會科學家對於誤差問題的關注則較晚，且極其不幸的，在地理學中對誤差問題之可被重視，亦極應強調，因為吾人常過於信賴普查（census）與各種未知誤差之出版資料。

第二，當所考慮的現象係為無已知定律的隨機分配時，則不定數

的敘述發生於科學上，尤其是社會科學。這個具有機遇因素之運算問題，及其存在於科學問題上的不定數論係為一種極為複雜的哲學問題。對本論題言，Kemeny (1959) 所著之書是一本極佳的參考書籍。

如同其它科學，地理學亦可利用演繹法並導出定數模式 (deterministic models) 而使研究中之現象關係無變異數 (variance)。試以農業土地租金模式為定數模式之例，在本情況，

$$R = Y(p) - E - Y(f)(k),$$

式中 R 係表示單位土地面積的租金， p 係表示單位生產的市場價格， Y 表示單位土地面積單位生產之產量， f 表示單位距離單位生產的運輸成本，而 k 則表示土地與市場間的距離。本模式可謂係一精密的數理函數 (mathematical function)，如式中右側各項為已知，則 R 可決定。

如果吾人蒐集一些問題中各要素的經驗資料，則可發現這種精確關係實不存在。自該資料分析的結果，吾人可得如下結論：要素間關係含有誤差項。試另舉一例，城市人口大小 (Y) 及其機能複合體 (X) 間之關係，表如下式：

$$Y = a + bX + e.$$

式中 a, b 係經驗常數， e 則為誤差項。現在，問題在於解釋該誤差項。問題中各要素間的關係係一十分精確的事項，而 e 則歸因於未被考慮到的因素。相反地，誤差可反映機遇或隨機影響，其出象 (outcomes) 在任何特別情況下絕無法預測。

機遇對科學調查可能十分重要，因而導致許多統計技術與數學理論的發展。再者，了解其發展的不同水準或階段係屬可能。例言之，根據 Neyman (1960) 的建議，其發展至少可分三個階段。第一階段，係在十九世紀注重用數學意義描述由機遇作用運算而發生的離勢問題。本階段之二作，以 K. Pearson 最為出色，他的理論次數曲線系

(system of theoretical frequency curves) 與曲線配合法 (method of curve fitting) 仍具權威性。在本書中以不同點言，地理學者企圖將各種數學曲線配合於觀察的地理資料，諸如都市級序—大小問題 (urban rank-size problem)，區域內城鎮的區位類型 (locational pattern of towns within an area) 及人口移動量類型 (Pattern of migration flow) 等研究上即為其三大例子。

第二階段係指本世紀上半紀，以 R. A. Fisher 為中心的不定數法 (indeterministic approach) 的產生與統計分析的建立。在本時期，有關實驗設計的知識與統計假說的檢定紛紛成立，雖然有許多重要的修訂甚或相反方法之提出，本分析即衆所週知的統計推理 (statistical inference)，其要點在於樣本的使用以檢定假設或者抽取有賴用以選擇樣本的較大母羣 (parent groups or population) 的推論。具有邏輯基礎的假說究竟能被接受抑或被棄却則端賴數學上的機率論 (probability theory) 予以判定。

本書討論到刊登於地理學文獻上的諸統計推理問題。在地理學上的這些分析，多數集中於區位類型特性之假說的檢定，各種現象與地表的相互關係的程度，區域計劃的重要性與可行性，及區域間差別要素的重要性等諸問題上。

本書並不主張窮盡地理學中所有的統計分析。當然，本書極慎重地重新討論該等模式，以說明 Neyman 所述之第三階段關於科學上不定數論的發展，亦即動態的不決定論。這一個較新的且更需要有數理基礎的時期，特別注重受隨機變化的演進程序之研究。本期的發展，地理學亦參與其中，而地理學研究特性的“領域”反映在當前的研究上，諸如：人口移動，文化傳播，流域盆地的發育，氣候變遷，與都市系統等。目前，這些地理模式雖僅粗具規模，但亦已有了相當多的方法可供將來地理學進一步的研究。對這些方法作更完善的討論，即

將出現殆無疑義；在本書中最後一章將略予討論。

在此應加強調的是本書主要目的並非在於使本書成為一本純統計技術的書籍。本書內容並無高深數學理論而僅在某種情形下陳述有關的理論觀點。如前所述，本書首要目的在於論述地理學中的統計應用，以期地理學生能透過瞭解應用上的優劣點而更能把握統計技術的應用法，俾對地理學的研究更有貢獻。

是故，採用本書為教本時，希望能補充以更多高水準的統計學導論書籍作為參考之用。作者從事計量地理學的教學經驗中，發現諸如 Hoel (1960) 的著作可供一般學生的參考，而 Fraser (1958) 及 Johnson 和 Leone (1964) 的書則可供程度較高的學生作參考。上列參考書可供本書前六章大部分方法上的技術討論的參考。對於後面幾章有關複變量分析 (multivariate analysis) 則無相當的參考書籍，然而 Kendall (1957) 及 Morrison (1967) 的大作則為極佳的參考書。

本章各章節之劃分正可反映今日計量地理學研究上的主要論題，第二、三章僅在論述統計上與機率論上的若干標準導論題目，並提供其在地理學研究之應用上的參考。第四章係提供統計推理與區域點抽樣方法的鳥瞰。自其所舉出的若干例子看，顯然地推理問題在地理研究上尚不甚被重視，這種情形亦正反映了部分地理學者的典型關注在於總人口數而非從其中抽取樣品。

第五章係在強調空間分析的若干特殊問題，特別是隨機點方法的性質，如本書所提出者，本文的分析結果較諸經驗研究結果更予人深刻印象。第六章係在討論迴歸與相關分析，是本書中最長的一章，為複變量分析的關鍵。如果只從所提供的參考資料言，本章的長度顯屬合理，因其分析為地理學上統計工作的重要部門。不幸地，在這種分析中，有關空間情況的技術問題乃屬顯而不彰，故本章中有一段專門討論一些這類問題。

對大學四年級與研究部一年級學生言，本書前六章應屬易於討論者。

第六章後幾段及本書最後三章（即七、八、九章）則需有矩陣代數（matrix algebra）的知識：關於矩陣代數導論將於附錄A中提及。顯然地，本書對複變量分析的簡短處理，將無法達到完善的地步。本書之目的僅在向讀者揭示一些多樣性的應用，以強調研究問題上獨一的地理特性，第八章所討論的分區問題即清楚地說明了這點。最後一章說明當前計量地理學研究的趨勢。對機率的系統研究及理論與演繹法的日漸注重保證將來地理學在計量研究上將有其高度的發展性。

在全書各章中，均一一附有讀物與論文，這些對地理學者所使用的特別技術均有最佳例述。其它讀物可自本書最末的參考書目錄中獲得。在本書中討論到的許多文章裏大部分得自最近出版的一本Berry與Marble（1967）編著的極優良的書上。

建議讀物

- Burton, I. (1963), "The Quantitative Revolution and Theoretical Geography." *The Canadian Geographer*, Vol. 7, PP. 151-162.
- Chorley, R.J. (1964), "Geography and Analogue Theory." *Annals, Association of American Geographers*, Vol. 54, PP. 127-137.
- Haggett, P. (1965), *Locational Analysis in Human Geography*. New York: St. Martin's Press, Inc., PP. 1-27.
- Kemeny, J.G. (1959), *A Philosopher Looks at Science*. Princeton: D. Van Nostrand Co., Inc., Chapters 1-10.
- National Academy of Sciences - National Research Council (1965), *The Science of Geography. Report of the Ad Hoc Committee on Geography*, Earth Sciences Division.
- Neyman, J. (1960), "Indeterminism in Science and New Demands on Statisticians." *Journal of American Statistical Association*, Vol. 55, PP. 625-639.