

高雄都會區的人口密度分布模型 —人口密度函數理論的再驗證

何金銘*

一、前言

都市內人口分布的問題已被研究、討論近百年。這一百年來，由於前輩學者不斷地發展理論模型，不斷地累積經驗研究，不斷地討論、修正與補充，有關人口在都市內的空間分布的理論，幾乎已成定論，並且充分、成功地說明了都市發展過程中，人口聚集與擴散的現象。

早在1892年，Bleicher就發現每個大都市都有一個人口中心點，且都市內其他各點，隨著距離中心點愈遠，其人口密度愈低 (Newling, 1966:214)。

1951年，Colin Clark更進一步歸納出都市內居住人口分布的負指數模型 (negative exponential model)，以(A)式表之：

$$d(r) = d(0) e^{-br} \text{----- (A)}$$

其中 $d(r)$ 表距離市中心點 r 處的人口密度， $d(0)$ 為市中心點的人口密度， e 是自然對數的基底(=2.71828)， b 為密度斜率(density gradient)， r 為與市中心點的距離(Clark, 1951: 490~496)。

此一模型指出了市中心點的人口密度最高，其他各地則隨著對市中心點距離的增加，而呈負指數函數的比例遞減。Clark將(A)式取自然對數成(B)式：

$$\ln d(r) = \ln d(0) - br \text{----- (B)}$$

用(B)式研究歐美地區三十六個不同都市的人口密度分布情形，結果除了證實上述都市人口分布的負指數模型外，並補充說明如下：

- (1) 密度斜率(b 值)的大小，各都市不盡相同；
- (2) 密度斜率愈大，表示人口密度隨著對市中心點距離的增加而急劇下降；密度斜率愈小，則表示人口密度隨著對市中心點距離的增加而緩慢下降；但不論密度斜率大小，市中心區都比較密集擁擠；

* 國立中山大學中山學術研究中心助理研究員
國立中山大學中山學術研究所博士班研究生

(3) 理論上在市中心點， $r=0$ ，所以 $d(r)=d(0)$ ，即市中心點的人口密度最高，但事實上與實際情況不符，大多數都市的市中心點人口密度並非最高，此乃因市中心點是中心商業區 (central business district)，大多是非住宅區，但這並不影響負指數模型的有效性，因迴歸方程式的解釋度 (R^2) 都達到相當的顯著水準 (Clark, 1951:491~495)。

Clark的此一模型提出後，受到廣泛的重視，Winsborough (1963)，Berry, Simmons and Tennant (1963)，Newling (1966) 等對負指數模型加以驗證，結果都得到經驗上的支持。

其中Winsborough分析芝加哥市 (Chicago) 每隔十年的人口分布型態，指出：

(1) $d(0)$ 值可作為市中心點擁擠 (congestion) 程度的指標，隨著都市的發展， $d(0)$ 值漸趨減小，表示市中心人口漸呈較不擁擠的狀態；

(2) b 值可視為都市分散 (deconcentration) 程度的指標，都市愈發展， b 值愈下降，表示人口漸由市中心區往外移動，如果以 $r_0=1/b$ 表示都市人口的「重心點」，則隨著時間增加， r_0 值逐漸增大，意味了都市往外蔓延，開始有郊區化 (suburbanization) 的現象發生 (Winsborough, 1963:565~570)。

Berry, Simmons and Tennant以東西許多都市的實證資料驗證Clark的負指數模型，提出了「西方型」和「非西方型」(Western Cities and Non-Western Cities) 的主張，認為不論「西方型」或「非西方型」的都市，其人口密度分布模型都與Clark的主張一致，但

(1) 「西方型」的都市，隨著時間的發展，其市中心點的人口密度呈現先升後降的情形，且 b 值呈穩定的下降趨勢；而

(2) 「非西方型」的都市，其市中心點的人口密度卻一直穩定地增加，且縱然都市已經擴大，其 b 值卻依然維持不變，隨著時間的發展，都市的人口分布並不逐漸均勻分散，而是更趨擁擠 (Berry, Simmons and Tennant, 1963:389~405)。

Newling於1966年應用Clark的模型討論都市內人口密度的差異成長，發現都市人口增加或範圍擴大時， b 值確隨時間的進展而逐漸下降，因此乃假定 b 值亦隨時間的增加而呈負指數函數之變化，以(C)式表之：

$$b(t) = b(0) e^{-ct} \text{----- (C)}$$

其中 $b(t)$ 為 t 時間的 b 值， $b(0)$ 為最初的 b 值， e 為自然對數的基底， c 為 b 值的改變率， t 為時間間隔。Newling將時間與距離的因素同時考慮，用以分析不同距離的各區在某一時間的人口成長率，結果導出(D)式：

$$[1+g(r,t)] = [1+g(0,t)] e^{cr} \text{----- (D)}$$

其中 $g(r,t)$ 為 t 時間內，距離市中心點 r 處的人口成長率；而 $g(0,t)$ 為 t 時間內，市中心點的人口成長率； $c=b(0)-b(t)$ 。由於 b 值隨時間的增加而遞減， $b(0)$ 大於 $b(t)$ ，故 c 值為正

，所以 $g(r,t)$ 應大於 $g(0,t)$ ，即對市中心點的距離愈遠，其人口成長率愈高 (Newling, 1966: 213~225)。

Clark 的負指數模型固然普遍地得到經驗上的支持，也頗能說明都市發展過程中人口聚集與擴散的現象，但當初 Clark 以經驗資料驗證此一模型時，即發現「市中心點為人口密度最高點」的推論多與實際情況不合，主要原因是市中心點通常為商業用地，而非住宅區，人們可居住的空間有限，故實際居住人口反而比鄰近的地區少。既然人口密度最高點不在市中心點，而在鄰近市中心點的外圍區域，則取對數後的方程式為線性 (linear) 即不合理，合理的方程式應為曲線 (中間某處最高，向兩側低垂)，故 Tanner and Sherratt 提出了常態指數模型 (normal exponential model)，如 (E) 式：

$$d(r) = d(0) e^{-br^2} \text{----- (E)}$$

但此一模型仍不夠周延，因此一模型的曲線固定在「中間某處最高，再以對稱的曲度向兩側低垂」，與都市人口密度分布的現象不盡符合。於是 Newling 另提出二次指數模型 (quadratic exponential model)，以 (F) 式表之：

$$d(r) = d(0) e^{br-cr^2} \text{----- (F)}$$

此一模型是負指數模型與常態指數模型二者的綜合，當 $c=0$ ， $b<0$ 時，即為負指數模型；當 $b=0$ ， $c>0$ 時，即為常態指數模型。其中 b 值是衡量市中心點密度斜率變化的指標， b 值愈大，則市中心點的密度火山口 (density crater) 愈深陷，若 b 值為零或負值，則市中心點為人口密度最高點，此時都市即無密度火山口。 c 值是衡量離市中心點密度斜率變化的指標， c 的絕對值愈小，則都市愈蔓延，都市的範圍愈大。此一模型的優點在於它能涵蓋負指數模型與常態指數模型的狀況，並經由曲率的變化進一步符合人口分布的實際狀況。將 (F) 式取自然對數成 (G) 式：

$$\ln d(r) = \ln d(0) + br - cr^2 \text{----- (G)}$$

(G) 式的一次導函數 (the first derivative) 為：

$$\ln' d(r) = b - 2cr \text{----- (H)}$$

(H) 式為 (G) 式的斜率函數，當 $\ln' d(r) = 0$ 時，(G) 式有極大值，故可導出：

$$r(d \max) = b/2c \text{----- (I)}$$

即人口密度最高點在距離市中心點 $b/2c$ 處 (Newling, 1969: 242~252)。

以上 Clark 的負指數模型及 Newling 的二次指數模型，已被廣泛地應用於討論台灣幾個大都市及都會區的人口分布及都市擴張的情形 (Graff, 1976; 劉漢奎, 1978; 陳寬政, 1981; 黃萬居, 1981; 張萬均, 1982; 鄭彩夷, 1983; 王湧泉, 1985; 孫清山, 1986)。這些研究有兩個共同的結論，即一致支持 Clark 人口分布的負指數模型，或 Newling 的二次指數模型，也一致反證 Berry, Simmons and Tennant 的「西方型」與「非西方型」論點，

認為台灣都市的發展型態，與「西方型」都市的發展型態是一致的。

此外，這些研究中涉及高雄的有劉漢奎的「高雄市人口分布及其變遷之研究」、王湧泉的「高雄都會區的人口分布及其變遷」與孫清山的「高雄市的人口密度分布模式」。這三份報告中，劉漢奎與孫清山的研究範圍限於高雄市而未及於臨近的鄉鎮市，從自然區域(natural area)的觀點來看，未免美中不足；而王湧泉雖將研究範圍擴大到高雄都會區，但報告中卻未涉及二次指數模型的討論，也令人殊感遺憾。除了這些原因外，筆者認為人口密度函數理論的部分觀點仍有進一步釐清與補充的必要，這是本文試圖從高雄都會區的人口密度分布模型，對人口密度函數理論進行再驗證的動機。

二、資料蒐集與分析方法

在進行理論驗證之前，本文必須先解決下列問題：

1. 研究範圍的界定：自然區域的觀點認為一個都市的範圍不應受人為的「行政區域」限制，而應從人口的實質分布及與市中心區的互動關係來加以界定。本文採用這種觀點，將研究範圍擴大到高雄都會區，而不僅限於高雄市。但問題是高雄都會區，除了高雄市外，應再包括周邊的那些鄉鎮市？

早在民國六十一年，林瑞穗(1972:37~75)依(1)周圍地區的人口成長超過其中心都市；(2)周圍地區至少有65%從事非農業的有業人口；指出小港(現已併入高雄市)、鳳山兩地屬高雄都會區。民國六十六年，行政院經建會都市規劃處(1977:4)在「台灣地區綜合開發計畫」中，將高雄都會區的範圍界定為包括高雄市及小港、鳳山、鳥松、仁武、大社、橋頭、大寮、林園等市鄉。民國七十一年，交通部運委會(1982a, 現已改稱交通部運輸計畫研究所)在「高雄都會區大眾運輸系統規劃專題研究」中，將高雄都會區的範圍界定為包括高雄市(已併含小港)及鳳山、鳥松、仁武、大社、橋頭、梓官、大樹、大寮、林園等九市鄉。民國七十二年，內政部營建署(1983)在「台灣南部區域計劃規劃作業報告彙編」中，對高雄都會區的界定與交通部運委會界定者相同。但以上三項規劃，對都會區範圍之界定，都未說明所依據的指標或標準。民國七十四年，王湧泉(1985)以人口在交通幹道上的分布為主要依據，將高雄都會區的範圍界定為包括高雄市及鳳山、鳥松、仁武、大社、橋頭、梓官等市鄉之全部，林園、大寮、大樹、大社、彌陀等市鄉之部分。目前甚至有人主張高雄市應劃併整個高雄縣，擴大行政區域範圍。筆者(1987)曾從生活圈、規劃現況、產業結構與人口結構等觀點探討高雄都會區的範圍，結果發現鳳山、鳥松、仁武、大社都具有很高的都會化程度，而橋頭、梓官、大樹、大寮、林園的都會化程度則較低，更外圍的鄉鎮則沒有明顯的都會化跡象。綜合以上意見，並為配合部分資料取得之

方便，本文將研究範圍界定為高雄市及鳳山、鳥松、仁武、大社、大寮、林園、大樹、橋頭、梓官等九市鄉。

2. 市中心點的選擇：本文選擇高雄市政府為高雄都會區的市中心點。主要的考慮是高雄市政府位於中心商業區（鹽埕區），為市公車的最大的集結中心之一，且鹽埕區為高雄發展史上，早期開發的地區之一，其人口聚集與分散的現象亦最符合一般都市中心的發展過程，同時這也是學者們（孫清山，1986；王湧泉，1985；交通部運委會，1982a）的一致主張。

3. 統計單位的決定：高雄市改制前只有十個區，改制後增為十一個區，加上外圍九個市鄉，統計單位仍未超過二十個，似嫌太少；如以村（里）為統計單位，一則資料太過龐大，再則村（里）區域調整太過頻繁，人口與面積資料易滋生錯誤，故亦不宜採用為統計單位。經考量後，本文決定採用交通部運委會（1982a）民國六十八年調查的三十四個交通分區為統計單位，詳如圖一，但高雄及楠梓兩個加工區（14及20）因無居住人口，予以剔除，實際統計分析單位為三十二個。

4. 分析時段的選擇：既採用三十二個交通分區為統計單位，則各分區歷年的人口數必須由村（里）的人口數累加，而民國六十一年以前，村（里）人口資料已經殘缺不全，故本文分析時段受限在民國六十一年至七十八年，前後共十八年。

上述問題釐清後，接下來的工作是資料蒐集。驗證人口密度函數理論所需的資料包括各分區與市中心點的距離，及各分區歷年的人口密度。但各分區歷年的人口密度又必須由各分區歷年的人口數與土地面積計算而得。因此本文所需的資料包括各分區與市中心點的距離、各分區的土地面積、各分區歷年人口數與各分區歷年人口密度，資料蒐集方法簡述如下：

（1）各分區至市中心點的距離以市中心點至各分區地理中心點的直線距離為準，從地圖上測量換算而得。

（2）各分區各年底人口數由高雄市、縣政府警察區提供的各村（里）人口數累加計算而得。

（3）各分區的土地面積由交通部運委會（1982a:11）民國六十八年調查資料中取得。

（4）各分區各年人口密度，由各年人口數除以土地面積而得。

上述資料整理完後，將各分區歷年人口密度取對數，分別對距離（負指數模型），距離與距離平方（二次指數模型）進行迴歸，整理出所有統計量，一切分析準備工作即告完成。

- 01 鹽 埕
- 02 前 金
- 03 新 興
- 04 成 功 路
- 05 苓 雅
- 06 林 德 官
- 07 中 華 二 路
- 08 復 車 站
- 09 灣 子 內
- 10 覆 鼎 金
- 11 凹 子 底
- 12 內 惟
- 13 哨 船 頭
- 14 高 雄 加 工 區
- 15 高 籬 子 內
- 16 草 衙
- 17 左 營 公
- 18 菜 棧
- 19 楠 梓 加 工 區
- 20 楠 梓 加 工 區
- 21 右 昌
- 22 旗 津
- 23 小 港
- 24 大 坪 頂
- 25 鳳 山 甲
- 26 五 松
- 27 鳥 仁 武
- 28 仁 武 社
- 29 大 頭 官
- 30 大 橋 梓
- 31 大 橋 梓 官
- 32 大 橋 梓 官 樹
- 33 大 橋 梓 官 樹 寮
- 34 大 橋 梓 官 樹 寮 園



圖一 研究範圍與研究分區圖

三、驗證結果

表一列出了高雄都會區各分區土地面積與各年底人口數，表二列出了各分區與市中心點距離及各年底人口密度。

表一與表二顯示出高雄都會區的人口密集地分布在市中心，然後隨著與市中心點距離之增加，逐漸降低其人口分布之密度。這種現象與Clark及Newling等人的說法隱然相似。如以市中心點為圓心，分層向外觀察，則可以發現以下特性：A. 距離市中心點三公里以內的第一層，其人口密度最高，大致上是每平方公里兩萬至四萬人，除苓雅（05）、中華二路（07）外，均呈現逐年降低的趨勢。B. 距離市中心點三至九公里的第二層，其人口密度稍低，每平方公里五千至兩萬人，除草衙（16）、左營（17）、旗津（22）三區先升後降外，其餘各區均逐年增高人口密度，且速度甚快。C. 距離市中心點九公里以上的第三層，其人口密度極低，每平方公里一千至五千人，雖各區均逐年增高密度，但有的成長極速〔楠梓（19）、右昌（21）、小港（23）、鳥松（27）、仁武（28）、大社（29）〕，其他的則成長較緩。D. 在整個分析時段中，早期市中心與周邊區域的人口密度懸殊甚大，人口分布極不均勻，後由於第一層的密度逐年降低，第二、三層的密度逐年升高，終使人口分布的密集差異性得以逐漸減小。

將各年各分區的人口密度取自然對數後，分別對距離（負指數模型）及距離與距離的平方（二次指數模型）進行迴歸，可得這兩個模型的人口密度函數，將之整理如表三，並討論如下：

1. 兩個模型對高雄都會區的人口分布現象，都有甚高的解釋力（判定係數介於0.64與0.73之間），這使Clark及Newling的主張，得到再一次的確認（confirmation）。

2. 以負指數模型而言， $\ln d(0)$ 及截距密度 $d(0)$ 逐年升高，表示市中心的人口愈來愈擁擠，而 b 值（密度斜率）逐年下降，意味著人口逐年往外分散，故高雄都會區，在分析時段內，所呈現的人口分布趨勢是市中心點的人口密度逐年升高，但也伴同離心化之現象。此處必須再細加說明的是：A. 市中心的鹽埕區，其人口密度實際上是逐年遞減的，似與此處結論相矛盾。其實不然，因為「市中心點密度」是人口密度函數向市中心點推計的結果，是一種理論值，自不同於實際觀察值，理論值與觀察值互有出入是一種正常的現象，不可因此認定為互相矛盾。B. 「市中心點密度逐年升高，但也伴同離心化之現象」，此一結論也很容易被誤認為矛盾，但實際上並不矛盾。茲將高雄都會區負指數模型函數圖繪如圖二，從圖中可知截距密度確實逐年升高，而離心化的現象也確實伴同發生（如以每平方公里一千人或二千人之密度，其自然對數值分別為6.91與7.60，界定都會區人口密度的

表一 高雄都會區各分區土地面積與各年底人口數 (民國六十一至七十八年)

分區	面積	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
鹽埕 (01)	1,509	59464	58357	56033	52518	50524	49649	48551	45238	44052	43947	42893	42168	41859	41178	40423	39038	37733	36914
前金 (02)	1,916	60400	58537	57591	55403	52953	52067	51020	48051	46778	46677	45805	45485	44692	44488	43217	41663	40838	39523
新興 (03)	2,172	86289	89097	90003	89148	88549	87746	85971	81116	79334	79090	78888	78888	78263	77590	76695	76102	74386	73578
成功路 (04)	1,620	37632	37510	36931	35818	34971	33410	33256	32483	31159	30409	29540	28429	27869	27726	27638	27498	26997	26611
本報 (05)	1,184	29752	32421	34178	34939	34468	34422	34262	35391	36183	36087	35925	36010	35847	35813	36221	36683	38100	38784
林德官 (06)	4,923	65442	75275	82739	89245	93622	98551	104250	114505	120472	126536	133354	137275	142927	147447	152382	155488	155525	155070
中華二路 (07)	3,320	70708	73718	76348	77258	77388	77828	77321	77646	78817	80810	78108	78305	77982	77200	76737	76058	75423	74672
後車站 (08)	2,335	29343	33705	36241	40088	42199	43990	45883	47132	49992	49036	48425	48661	49525	49454	49640	49641	49233	48375
灣子內 (09)	5,580	11209	12138	16341	19796	23145	25435	29088	44748	52278	61732	70286	74609	83098	90580	100311	109581	117502	121603
震鼎全 (10)	5,479	26416	27343	31162	34439	37059	40581	44798	50775	54825	54558	55959	56793	58520	61093	63696	66697	69983	71699
四子成 (11)	4,240	5510	6191	6576	6830	7684	8321	8969	10461	11685	12999	13437	14069	15384	16609	17932	19667	21220	21711
內惟 (12)	12,553	63747	63407	64699	66936	67765	69296	69371	67841	67121	67896	67125	69118	69760	69699	69408	69846	70432	70705
嘴橋頭 (13)	2,953	25369	24422	24125	23658	23427	22829	21862	20985	20057	19698	19364	18972	18651	18037	17532	17244	16839	16438
藤子內 (15)	7,716	82901	85478	88509	92003	98213	103792	108964	113258	114394	119670	121545	122938	125665	127989	128507	133289	137090	139000
草衙 (16)	9,231	57364	61706	64750	68988	72628	74547	77337	79804	82361	78875	78656	76567	75268	72759	70100	69157	69235	69235
左營 (17)	12,031	94479	96402	96819	96935	96472	95962	94255	90963	90504	86675	84723	82769	80724	79314	78227	77288	76858	76247
菜公 (18)	7,357	9705	10285	11160	12292	13297	14747	17404	20646	20538	23085	24159	24907	26260	27245	27720	28793	29351	30691
楠林 (19)	13,907	39317	41212	44620	48224	50226	51707	52559	52490	53414	55724	58732	60575	61286	62292	63198	63908	65828	67077
右昌 (21)	13,010	15204	16256	16997	17653	18218	19223	21580	26229	30242	31950	34566	36299	38530	39689	40821	42228	44021	45384
旗津 (22)	6,129	36276	36826	37006	36745	37092	37241	37076	36899	36369	36136	35926	35500	35205	34772	34446	33799	33341	33177
小港 (23)	11,588	17520	18592	20313	22211	23916	26526	29939	35715	39895	42422	45102	48410	51509	54840	58327	61431	64845	66450
大坪頂 (24)	29,269	33059	33852	33952	35039	37292	38096	39557	40601	41653	43442	44404	44996	46308	46425	46622	46756	47836	51137
鳳山 (25)	9,803	84732	89867	94666	97441	100635	102234	104588	114355	120298	125273	132180	140237	141557	138980	140324	144757	147245	152424
五甲 (26)	16,938	36278	46253	57851	63322	69697	75748	83894	90510	97808	102037	108445	115031	118224	128042	131414	131502	135107	136369
鳥松 (27)	24,593	15139	14571	14854	15196	15945	16698	18463	19729	21405	22236	23412	24128	24825	25202	25439	25743	26792	27762
仁武 (28)	36,081	14432	16029	16689	17872	19506	21160	22907	25892	28042	29382	30531	31344	31948	32301	32505	33100	34109	34939
大社 (29)	26,585	15753	16339	16271	16512	17147	17798	18597	19358	19956	20267	20768	20999	21527	22373	22794	23502	24391	26355
楠橋 (30)	25,938	28545	28971	29101	29368	30079	31059	31809	33109	33991	34584	34983	35517	35543	35704	35517	35453	35759	35897
梓官 (31)	11,597	26927	27690	28103	28554	29550	31302	32500	33563	34685	35391	35872	36353	36611	36667	36821	36840	37119	37471
大樹 (32)	66,981	37880	38642	38957	39615	39878	40823	40802	41234	41580	41859	42341	42664	42669	42670	42627	42704	43090	43143
大寮 (33)	71,043	60479	62851	64812	68218	72031	74469	77164	78838	81236	82044	83208	83949	85363	86448	86729	87186	88528	90524
林園 (34)	32,286	49702	50384	51120	49279	50688	51507	52238	52787	54108	55301	56334	56934	57376	57735	58095	58322	59725	60220

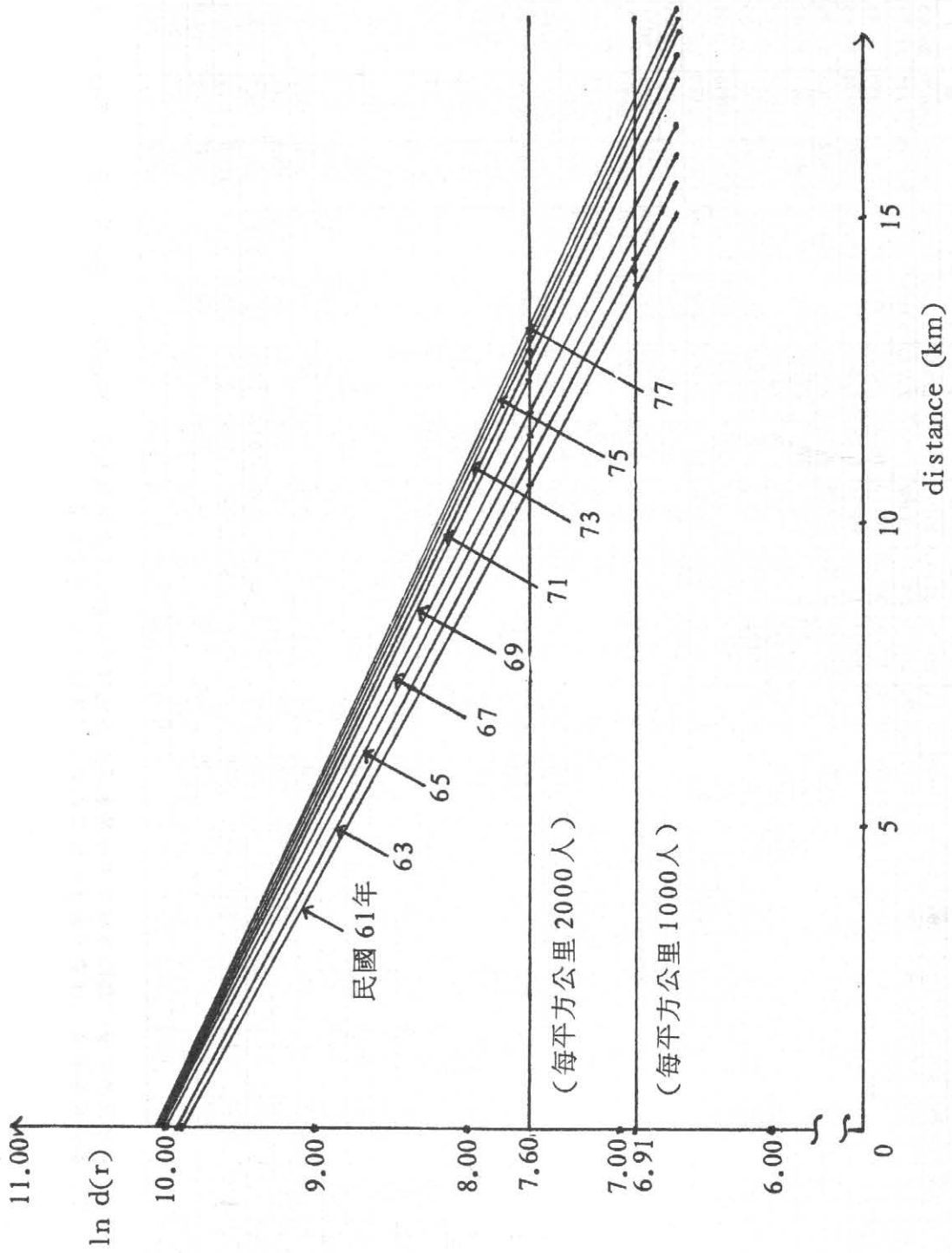
資料來源：1. 土地面積取自交通部運委會民國七十一年出版「高雄都會區大眾運輸系統規劃專題研究 (三) 運輸需求型態 (家庭訪問) 調查分析報告」第11頁。(單位：平方公里)

2. 各分區各年底人口數由高雄市、縣政府警察局提供的各里人口數對照各分區含蓋的里別 (詳見附錄) 累加計算而得。

表二 高雄都會區各分區與市中心點距離及各年底人口密度 (民國六十一至七十八年)

分區	距離	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
鹽埕 (01)	0.5	39406	38673	37133	34803	33482	32902	32174	29979	29193	29123	28425	27944	27740	27288	26788	25870	25005	24463
前金 (02)	0.8	31524	30552	30058	28916	27637	27175	26628	25079	24414	24362	23907	23740	23326	23219	22556	21745	21314	20628
新興 (03)	2.1	39728	41021	41438	41044	40768	40399	39581	37346	36526	36413	36320	36320	36033	35723	35311	35038	34248	33876
成功路 (04)	1.7	23230	23154	22797	22110	21587	20623	20528	20051	19234	18771	18235	17549	17203	17115	17060	16974	16665	16427
林德官 (05)	2.6	25128	27383	28867	29509	29111	29073	28938	29891	30560	30479	30342	30414	30276	30247	30592	30982	32179	32757
林德官 (06)	4.5	13293	15290	16807	18128	19017	20018	21176	23259	24471	25703	27088	27884	29033	29951	30953	31584	31592	31499
中華二路 (07)	2.2	21298	22204	22996	23270	23310	23442	23289	23387	23740	24340	23527	23586	23489	23253	23114	22909	22718	22492
後車站 (08)	3.0	12567	14435	15521	17168	18072	18839	19650	20185	21410	21000	20739	20840	21210	21179	21259	21260	21085	20717
灣子內 (09)	5.0	2009	2175	2928	3548	4148	4558	5213	8019	9369	11063	12596	13371	14892	16233	17977	19638	21058	21793
覆鼎金 (10)	5.6	4821	4991	5688	6286	6764	7407	8176	9267	10006	9958	10213	10366	10681	11150	11625	12173	12773	13086
凹子底 (11)	3.8	1300	1460	1551	1611	1812	1963	2115	2467	2756	3066	3169	3318	3628	3917	4229	4638	5005	5121
內惟 (12)	3.2	5078	5051	5154	5332	5398	5520	5526	5404	5347	5409	5347	5506	5557	5552	5529	5564	5611	5633
哨船頭 (13)	1.6	8591	8270	8170	8012	7933	7731	7403	7106	6792	6671	6557	6425	6316	6108	5937	5839	5702	5567
橋子內 (15)	3.7	10744	11078	11471	11924	12728	13452	14124	14678	14826	15509	15752	15933	16286	16587	16655	17274	17767	18015
早街 (16)	6.3	6214	6685	7014	7474	7868	8076	8378	8645	8922	8545	8521	8295	8154	7882	7680	7594	7492	7500
左營 (17)	7.4	7853	8013	8047	8057	8019	7978	7834	7561	7523	7204	7042	6880	6710	6592	6502	6424	6388	6338
菜公 (18)	6.4	1319	1398	1517	1671	1807	2004	2366	2806	2792	3138	3284	3385	3569	3703	3768	3914	3990	4172
楠梓 (19)	11.4	2827	2963	3208	3468	3612	3718	3779	3774	3841	4007	4223	4356	4407	4479	4544	4595	4733	4823
古昌 (21)	11.0	1169	1250	1306	1357	1400	1478	1659	2016	2325	2456	2657	2790	2962	3051	3138	3246	3384	3488
旗津 (22)	5.0	5919	6008	6038	5995	6052	6076	6049	6020	5934	5896	5862	5792	5744	5673	5620	5515	5440	5413
小港 (23)	9.0	1512	1604	1753	1917	2064	2289	2584	3082	3443	3661	3892	4178	4445	4732	5033	5301	5596	5734
大坪頂 (24)	12.6	1169	1197	1201	1239	1319	1348	1399	1436	1473	1537	1571	1592	1638	1642	1649	1654	1692	1809
鳳山 (25)	8.0	8643	9167	9657	9940	10266	10429	10669	11665	12272	12779	13484	14306	14440	14177	14314	14767	15020	15549
五甲 (26)	7.6	2142	2731	3415	3738	4115	4472	4953	5344	5774	6024	6402	6791	6980	7559	7759	7764	7977	8051
鳥松 (27)	9.5	616	592	604	618	648	1086	751	802	870	904	952	981	1009	1025	1034	1047	1089	1129
仁武 (28)	11.2	400	444	463	491	541	586	635	718	777	814	846	869	885	895	901	917	945	968
大社 (29)	15.7	593	615	612	625	645	669	700	728	751	762	781	790	810	842	857	884	917	991
橋頭 (30)	14.4	1101	1117	1122	1131	1132	1160	1197	1226	1276	1310	1333	1349	1370	1377	1369	1367	1379	1384
梓官 (31)	14.2	2322	2388	2423	2462	2548	2699	2802	2894	2991	3052	3093	3135	3157	3162	3175	3177	3201	3231
大樹 (32)	17.6	566	577	582	591	595	609	609	616	621	625	632	637	637	637	636	638	643	644
大寮 (33)	14.7	851	885	912	960	1014	1048	1086	1110	1143	1155	1171	1182	1202	1217	1221	1227	1246	1274
林園 (34)	17.5	1539	1561	1583	1526	1570	1595	1618	1635	1676	1713	1745	1763	1777	1788	1799	1806	1850	1865

資料來源：1. 各分區與市中心點距離以市中心點至各分區地理中心點的直線距離為準，從地圖上測量換算而得。(單位：公里)
 2. 各分區各年底人口密度由表一計算而得。(單位：人/平方公里)



圖二 高雄都會區負指數模型函數圖

最低臨界值，則民國六十一、六十三、六十五、六十七、六十九、七十一、七十三、七十五、七十七年，高雄都會區的範圍半徑分別為13.8, 14.2, 14.6, 15.1, 15.7, 16.0, 16.3, 16.5, 16.7, 與10.6, 11.0, 11.4, 11.8, 12.3, 12.8, 13.0, 13.1公里），這種現象之所以發生，主要是都會區內各地的人口普遍增加，且外圍比中心有更高的人口成長。

3. Berry, Simmons, and Tennant (1963)認為「西方型」的都市，隨著時間的發展，其市中心點的人口密度呈現先升後降的情形，且 b 值（負指數模型）呈穩定的下降趨勢；而「非西方型」的都市，其市中心點的人口密度卻一直穩定的增加，且縱然都市已經擴大，其 b 值卻依然不變。表三指出高雄都會區的 b 值（民國六十三年以後）呈穩定的下降趨勢，市中心點的人口密度理論上雖一直增加（實際觀察值是一直減少），但自民國七十年以後已增加極微，幾乎停頓，民國七十八年甚至已開始出現減少的現象，這顯然與「西方型」「先升後降」的情形完全一致，高雄都會區的人口聚散現象與典型的「西方型」都市並無不同，故Berry等人的主張必須予以拒絕。

4. Winsborough (1963)在「人口密度隨著對市中心點距離的增加而遞減，且都市是圓形輻射式的發展」的假設下，導出 $ro=1/b$ ，將之定義為「都市人口對市中心點的某種平均值」，陳寬政 (1981)更進一步指出是人口分布的眾數值，可用於表示都市人口對市中心點的平均距離。據此，高雄都會區人口重心距離市中心點約4.6至5.1公里（見表中 $1/b$ 欄），且此一數值自民國六十三年以後逐年增大，顯示高雄都會區的人口重心逐年外移，亦即人口郊區化的現象發生。

5. Newling (1966)在討論Clark的負指數模型時，假定 b 值亦隨時間的增加而呈負指數函數之變化，結果導出 (D) 式，並作出「在相同的時期，離市中心點愈遠的地區，其人口成長率愈高」的推論（見前言）。然而表四卻顯示高雄都會區各分區的人口成長率並不符此一規則（較遠的大社、橋頭、梓官、大樹、大寮、林園各年的人口成長率並沒有較高，反而較近的凹子底、灣子內、菜公、右昌、小港、五甲有較高的成長），可見此項規則沒有得到經驗上的支持，仍有進一步討論的必要。本報告將於後文「討論」中詳加申論。

6. 以二次指數模型而言， b 值係用以衡量市中心點密度斜率變化的指標，若 b 值為正，則市中心點有密度火山口，且其 b 值愈大，火山口愈深陷；若 b 值為負或零，則市中心為人口密度最高點，都市無密度火山口存在。 c 值則係用以衡量離市中心密度斜率變化的指標， c 值的絕對值愈小，則都市的範圍愈大。表三顯示高雄都會區二次指數函數的 b 值為負，故理論上市中心仍是人口密度最高點，密度火山口並未出現，但 b 值有漸趨於正的傾向，故密度火山口將於未來出現，此亦可由市中心點人口密度逐年下降推知。又表中 c 值的絕對值極小，且逐年下降，表示高雄都會區的範圍甚廣，且逐年往外擴張，再一次說明了人口外移的現象。

表三 高雄都會區民國六十一至七十八年人口密度函數

年度	lnd(0)	b	c	d(0)	R	R ²	signif	1/b	b/2c
負指數模型： $\text{lnd}(r) = \text{lnd}(0) - br$									
61	9.8716	0.2146		19372	0.8042	0.6467	0.000	4.660	
62	9.9184	0.2147		20300	0.8079	0.6567	0.000	4.658	
63	9.9716	0.2156		21410	0.8162	0.6662	0.000	4.638	
64	10.0026	0.2151		22084	0.8223	0.6763	0.000	4.649	
65	10.0252	0.2132		22589	0.8283	0.6861	0.000	4.690	
66	10.0440	0.2113		23017	0.8324	0.6929	0.000	4.733	
67	10.0676	0.2091		23567	0.8389	0.7037	0.000	4.782	
68	10.1040	0.2068		24441	0.8473	0.7178	0.000	4.836	
69	10.1198	0.2045		24830	0.8478	0.7187	0.000	4.890	
70	10.1383	0.2036		25293	0.8507	0.7237	0.000	4.912	
71	10.1407	0.2013		25354	0.8485	0.7199	0.000	4.968	
72	10.1462	0.2000		25494	0.8472	0.7178	0.000	5.000	
73	10.1576	0.1992		25786	0.8480	0.7191	0.000	5.020	
74	10.1646	0.1984		25967	0.8476	0.7184	0.000	5.040	
75	10.1713	0.1979		26142	0.8460	0.7157	0.000	5.053	
76	10.1790	0.1973		26344	0.8451	0.7142	0.000	5.068	
77	10.1857	0.1967		26521	0.8436	0.7117	0.000	5.084	
78	10.1734	0.1930		26197	0.8404	0.7063	0.000	5.181	
二次指數模型： $\text{lnd}(r) = \text{lnd}(0) + br - cr^2$									
61	10.6611	-0.4952	-0.0160	42664	0.8490	0.7208	0.000		15.48
62	10.6572	-0.4772	-0.0150	42497	0.8474	0.7181	0.000		15.91
63	10.6410	-0.4535	-0.0136	41815	0.8488	0.7205	0.000		16.67
64	10.6038	-0.4287	-0.0122	40288	0.8491	0.7210	0.000		17.57
65	10.5718	-0.4075	-0.0111	39019	0.8510	0.7242	0.000		18.36
66	10.5431	-0.3886	-0.0101	37915	0.8518	0.7256	0.000		19.24
67	10.4985	-0.3622	-0.0087	36261	0.8538	0.7290	0.000		20.82
68	10.4315	-0.3232	-0.0066	33911	0.8562	0.7331	0.000		24.48
69	10.3902	-0.3006	-0.0055	32539	0.8540	0.7293	0.000		27.33
70	10.3771	-0.2884	-0.0048	32116	0.8556	0.7321	0.000		30.04
71	10.3379	-0.2713	-0.0040	30881	0.8519	0.7257	0.000		33.91
72	10.3145	-0.2598	-0.0034	30167	0.8498	0.7221	0.000		38.21
73	10.2993	-0.2495	-0.0029	29712	0.8498	0.7222	0.000		43.02
74	10.2839	-0.2408	-0.0024	29258	0.8489	0.7206	0.000		50.17
75	10.2672	-0.2320	-0.0019	28773	0.8468	0.7171	0.000		61.05
76	10.2491	-0.2222	-0.0014	28257	0.8455	0.7149	0.000		79.36
77	10.2234	-0.2101	-0.0007	27540	0.8438	0.7120	0.000		150.07
78	10.1956	-0.2009	-0.0005	26785	0.8404	0.7063	0.000		200.90

- 說明：1. 本表中列記的b值與c值係方程式中的b與c，而不包括（方程式中）b，c前的+，-號。
2. 1/b代表都市人口的「重心」點，只適用於負指數模型；
b/2c代表都市人口的最高（或最低）點，只適用於二次指數模型。

7. Newling(1969)曾以二次指數函數的一次導函數，導出當 $\ln'd(r)=0$ （二次指數函數的瞬間斜率為0）時，二次指數函數有極大值，因而定義 $r(d \max)=b/2c$ ，即人口密度的最高點在距離市中心點 $b/2c$ 處（見前言）。然而表三計算的 $b/2c$ ，其值卻都大於15，甚至大於50，大於100，如果按照Newling的理論來解釋，其意義為「高雄都會區的人口密度最高點在距離市中心點15（或50或100）公里之處」，即在大社（15公里）、台南（50公里）或新營（100公里），顯然與事實不符。本報告亦將於下文「討論」中詳加申論。

四、討 論

Clark的負指數模型與Newling的二次指數模型幾乎都得到所有經驗研究的一致支持，人口密度在都市內的空間分布現象，可以說已經得到相當完美的理論說明。但如果將這兩個模型加以比較，則顯然二次指數模型比負指數模型具有更高的解釋度。這可從兩方面來說：（1）理論上二次指數模型包含了負指數模型（當二次指數模型的二次項係數 $c=0$ 時即為負指數模型），當人口密度的分布狀況（對數化後）是線性時，二次指數模型仍然適用，並且與負指數模型有相同的解釋力（高雄都會區民國七十八年的人口密度分布模型即為一類似的例子）；當人口密度的分布狀況（對數化後）線性的方式不能理想地解釋時，二次指數模型即能在負指數模型的基礎下，透過二次項係數的作用，使（負指數模型的）線型產生適當的彎曲，以更接近於人口密度分布的實際狀況，此時二次指數模型的解釋力，必然地，比負指數模型高。（2）經驗上每一個都市在整個發展過程中都有「集中化」與「分散化」的階段，當都市處於「集中化」的時期，其人口密度的分布係隨著離市中心點的距離愈遠而呈急劇的下降，再以漸近線的方式向遠方延長，此時負指數模型的解釋力將（因線型的不能向右上彎曲而）遜色許多；當都市處於「分散化」的時期，其市中心區的人口密度並非最高，人口密度最高點在離市中心點某一距離之處，市中心形成一密度火山口，此時負指數模型的解釋力也將（因線型的不能向左下彎曲而）遜色許多。故筆者認為不論從理論上或經驗上來看，二次指數模型都比負指數模型更適合說明都市內的人口密度分布現象。

Berry, Simmons and Tennant「西方型」與「非西方型」的主張受到相當多經驗研究的反證，此一主張似不能成立。筆者認為 Berry等人，之所以區分東、西方都市人口密度分布的差異性，可能是受一時現象的誤導，而沒有看清都市發展的趨勢。理由如下：近代各國的都市化，大致上是伴隨著工業化發生的，「西方」國家工業化的腳步較早，到本世紀其都市多已處於成熟期的階段，市中心人口開始外移，都市的範圍開始往外擴散，「郊區化」現象劇烈發生，故市中心區人口密度逐年下降（如往前觀察則是先升後降），密度

火山口愈來愈深陷，密度斜率（b值）亦逐年降低；但「非西方」國家工業化的腳步較晚，Berry等人使用這些國家的資料驗證Clark的理論時，這些國家的都市正處於「集中化」的時期，人口往市中心聚集，「郊區化」的現象尚未明顯發生（一九六〇年代以前台灣的都市亦是如此），故市中心的人口密度愈來愈趨擁擠，密度斜率（b值）也始終沒有下降。然而到了一九八〇年代以後，這些「非西方」國家的都市，隨著時間的發展，也開始產生市中心人口外移、密度火山口出現，都市擴散與「郊區化」發生的現象（台灣的台北、台中、高雄都是如此），這些現象，與所謂「西方型」的都市並沒有兩樣，這是現代都市發展到成熟期以後的共同結果，Berry等人的主張應不能成立。

Newling在討論Clark的負指數模型時，假定密度斜率（b值）亦隨時間的增加而呈負指數函數之變化，結果導出「在相同的時期，離市中心點愈遠的地區，其人口成長率愈高」的結論。本文以高雄都會區的人口資料驗證本項結論，結果卻發現此一規律並不存在。筆者認為這是一項錯誤的推論，理由如下：（1）首先，「將密度斜率（b值）假設為隨時間的增加而呈負指數函數之變化」即有不妥。雖然密度斜率在都市到達成熟期，「郊區化」的現象發生後，呈現逐年遞減的現象，但都市在跨入成熟期以前，先經過「集中化」的階段，在「集中化」的時期，密度斜率不但可能不逐年遞減，而且可能逐年遞增，Newling此項假設，可能受都市發展後期現象之誤導，前題錯誤，結論怎能正確？（2）即若上述假設成立，Newling 導出(D)式，由(D)式推論 $g(r,t)$ 大於 $g(0,t)$ ，其意義也應該是「都市內其他各點的人口成長率比市中心點的人口成長率高」，而不是「對市中心點的距離愈遠，其人口成長率愈高」。筆者認為都市內各地區人口成長率的高低，將隨著都市發展的不同階段而有所不同：都市剛形成之時，人口往市中心聚集，市中心區人口成長率應最高；接著市中心區的人口成長可能減緩，甚至趨於停頓，人口成長最快的將由臨近市中心區的第二圈取代，同時第三圈亦已形成，都市往外擴張；其次市中心區出現人口負成長，第二圈成長趨緩，第三圈成長加速，同時第四圈亦已形成，都市繼續往外擴張，「郊區化」現象開始發生，都市趨於成熟階段；最後市中心區與第二圈都出現人口負成長，第三圈成長趨緩，第四圈成為人口成長重心，同時第五圈亦已形成，「郊區化」的現象開始加劇，都市漸趨於老化。

Newling提出二次指數函數模型後，又以二次指數函數的一次導函數導出當 $\ln'd(r)=0$ 時，二次指數函數有極大值，因而定義 $r(d_{max})=b/2c$ ，即人口密度的最高點在距離市中心點 $b/2c$ 處。然而本文由高雄都會區的二次指數函數模型計算出的 $b/2c$ ，其值卻都大於15，甚至大於50，大於100，照Newling的理論來解釋，其意義為「高雄都會區的人口密度最高點在距離高雄市政府15（或50，或100）公里之處」，顯然與實際不符。事實上Newling的此一結論，係建立在 b值為正，市中心有密度火山口的前題之上，以高雄都會區為例，

因市中心並無密度火山口，市中心點即為人口密度最高點，自不在離市中心點 $b/2c$ 處。為說明方便，將高雄都會區二次指數模型函數圖繪如圖三，圖中顯示民國六十一、六十四、六十七、七十年人口密度最高點都在市中心點，且圖形都是開口向上的拋物線（為繪圖方便，以折線代替曲線），不同於 Newling 所述的開口向下，故圖形具有最低點。事實上，當 $\ln'd(r)=0$ 時，二次指數函數必具有極值（極大值或極小值），而非必具有極大值，高雄都會區的二次指數函數即具有極小值之一例，人口密度最低點存在於離市中心點 $b/2c$ 處（各年數值已算列於表三中）。此點右邊的函數圖形，其函數值隨著離市中心點愈遠而愈大（即人口密度愈高），這顯然與事實現象不符，故人口密度最低點右邊的函數圖形並不實際存在。如此，則當 b 值轉正，市中心出現密度火山口以前， $b/2c$ 為都市人口分布的理論極限點，可藉以界定都會區的範圍。據此推論，則高雄都會區的範圍半徑，民國六十一年為 15.48 公里，民國六十四年為 17.57 公里，民國六十七年為 20.82 公里，此後由於 c 值太小， c 值對函數的影響力沒有達到顯著水準，使得此項估計漸趨於偏差，但亦說明了高雄都會區逐年擴張之現象。綜上申論，可知 Newling 「人口密度最高點在距離市中心點 $b/2c$ 處」的論點需再補充，當都市還未完全成熟，二次指數函數的 b 值尚未轉正，市中心密度火山口尚未出現以前，人口密度最高點在市中心處，此時 $b/2c$ 處是人口密度的最低點。

五、結 論

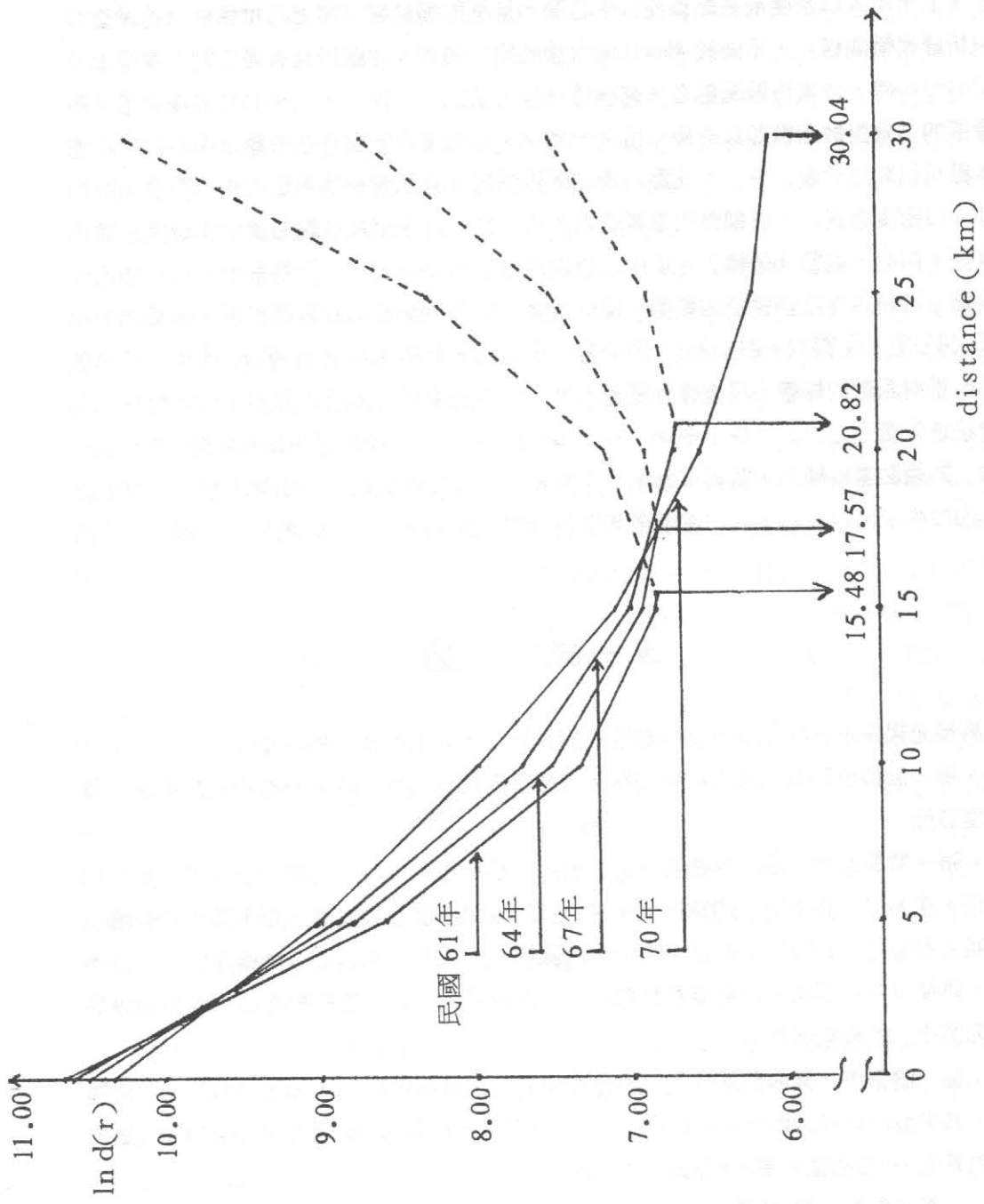
茲將補充與修正後的人口密度函數理論摘述如下，以做為本文的結論。

一、每一個都市都有一個人口中心點，且都市內其他各點，隨著距離中心點愈遠，其人口密度愈低。

二、每一個都市的發展，都循著一定的軌跡。都市剛形成時，必有一段人口「集中化」的過程，在人口「集中化」的時期，市中心區的人口密度愈來愈高，都市擴大的範圍有限；但隨之而來的「分散化」時期，使市中心區的人口成長由劇趨緩，由緩趨負，人口向外移動，終使市中心區的人口密度愈來愈低，外圍地區的人口密度愈來愈高，都市向外蔓延，「郊區化」的現象發生。

三、每一個都市，其內部居住人口的分布模式可以負指數模型： $d(r)=d(0)e^{-br}$ 來加以說明，其中 $d(r)$ 代表距離市中心點 r 處的人口密度， $d(0)$ 為市中心點的人口密度， e 是自然對數的基底， b 為密度斜率， r 為與市中心點的距離。

1. 各都市密度斜率 (b 值) 的大小不盡相同，同一都市在不同時期的密度斜率也不一致，將隨著都市的發展而產生變化。



圖三 高雄都會區二次指數模型函數圖

2. b 值愈大，表示人口密度隨著對市中心點距離的增加而急劇下降； b 值愈小，則表示人口密度隨著對市中心點距離的增加而緩慢下降。

3. b 值可視為都市「分散化」的指標。在都市發展過程中， b 值先升後降，其後即呈穩定的下降趨勢，如以 $r_0=1/b$ 表示都市人口的「重心點」，則隨著都市的發展， r_0 值逐漸增大，意味了人口「重心」往外移動，都市往外蔓延。

4. $d(0)$ 值可視為市中心點擁擠程度的指標，隨著都市的發展， $d(0)$ 值也是先升後降，其後即穩定地漸趨減小，表示市中心人口漸呈較不擁擠的狀態。

5. 東、西方都市，如往前、往後延長觀察的時段，則兩者同樣都有「集中化」與「分散化」的過程，兩者在人口密度的分布模式上應無不同。

6. 負指數模型對市中心點推計的人口密度理論值，每每與實際情況不符，因都市「分散化」的現象發生後，市中心點的人口密度並非最高，這也是負指數模型的解釋力不及二次指數模型的重要原因之一，但這並不影響負指數模型的有效性，因迴歸方程式的解釋度都達到相當的顯著水準。

四、二次指數模型： $d(r)=d(0)e^{br-cr^2}$ 是另一個能充分說明都市內人口密度分布現象的模型。

1. 其中 b 值是衡量市中心點密度斜率變化的指標， b 值愈大，則市中心區的密度火山口愈深陷，若 b 值為零或負值，則市中心點是人口密度的最高點，此時都市即無密度火山口存在。

2. c 值是衡量離市中心點密度斜率變化的指標， c 的絕對值愈小，則都市愈蔓延，都市的範圍愈大。

3. 若 $-c$ 為負（ c 為正），則對數化後的二次函數，其圖形為一開口向下的拋物線，在 $r=b/2c$ 處有人口密度最高點，此種情況發生在都市「分散化」的時期，隨著都市的發展， $b/2c$ 的值愈來愈大，表示人口「重心」逐年往外移動。

4. 若 $-c$ 為正（ c 為負），則對數化後的二次函數，其圖形為一開口向上的拋物線，在 $r=b/2c$ 處有人口密度最低點，此種情況發生在都市「集中化」或「集中化」過渡到「分散化」的時期，隨著都市的發展， $b/2c$ 的值愈來愈大，表示都市的範圍愈往外擴張。

5. 二次指數模型包含了負指數模型的狀況（當 $c=0$ ， $b<0$ 時即為負指數模型），因此負指數模型能解釋的分布現象，二次指數模型也必然能解釋，此外二次指數模型又能透過二次項係數（ c ）的適當調整，而使對分布現象的解釋度更加提高，故二次指數模型比負指數模型更能解釋都市內人口密度的分布現象。

參考文獻

一、中文部份

王 魯

1984 「高雄市的都市地理」，屏東師專學報，2：304-346。

王湧泉

1985 高雄都會區的人口分布及其變遷。碩士論文，中山大學中山學術研究所。

內政部營建署

1983a 「台灣南部區域人口與經濟現況分析」，台灣南部區域計劃規劃作業報告彙編，2(1)-2。台北：內政部營建署。

1983b 「台灣南部區域計劃高雄、台南都會區現況分析」，台灣南部區域計劃規劃作業報告彙編，2(1)-4。台北：內政部營建署。

1983c 「台灣南部區域實質發展現況分析」，台灣南部區域計劃規劃作業報告彙編。2(3)-6。台北：內政部營建署。

內政部

1989 中華民國台閩地區現住戶口統計表。台北：內政部。

行政院主計處

1987 中華民國統計月報。76年4月。台北：行政院主計處。

交通部運委會

1982a 運輸需求型態（家庭訪問）調查分析報告。高雄都會區大眾運輸系統規劃專題研究（三）。台北：交通部運委會。

1982b 高雄都會區都市發展分析及預測。高雄都會區大眾運輸系統規劃專題研究（十一）。台北：交通部運委會。

1984 高雄都會區大眾運輸系統規劃報告。台北：交通部運委會。

何金銘

1987 高雄市行政區域劃分之研究。碩士論文，中山大學中山學術研究所。

李先良

1972 「都會區域發展與問題及其未來之趨勢」，政大學報，26：33-59。

林永瑞、林正儀

1981 台北市適當區級規模之研究。台北：台北市政府研考會。

林瑞穗

- 1972 「台北、高雄二都會地區形成之比較研究」，台灣文獻，23(1)：37-75。
 1980 「台北都會區的區位因素分析」，台大社會學刊，14：113-123。

孫清山

- 1983 「台灣都市社會結構指標之探討」，中國統計學報，21(7)：14-28。
 1986 「高雄市的人口密度分布模式」，東海社會科學學報，5：195-208。

高雄市政府文獻委員會

- 1981a 高雄市政十年。高雄：高雄市政府。
 1981b 高雄市改制專輯。高雄：高雄市政府。
 1983 高雄市舊地名探索。高雄：高雄市政府。
 1985 重修高雄市志，卷首、卷一地理志。高雄：高雄市政府。
 1986 重修高雄市志，卷十一警衛志。高雄市政府。

高雄市政府主計處

- 1989 中華民國七十八年高雄市統計要覽。高雄：高雄市政府主計處。

高雄縣政府

- 1986 民國七十四年高雄縣統計要覽。高雄：高雄縣政府。

章英華

- 1986 「台灣都市區位結構的比較研究：以台北、台中、高雄為例」，台大社會學刊，18：25-50。

陳寬政

- 1981 「台北都會區的人口分布與變遷」，台大人口學刊，5：51-69。

陳震東

- 1979 「近十年來台灣五大都市人口變動之研究」，台南師專學報，12：1-83。

黃萬居

- 1981 台北市人口分布與變遷之研究。碩士論文，中國文化大學政治研究所。

張萬鈞

- 1982 台中市人口分布及其變遷之研究。碩士論文，國立師範大學地理學研究所。

經建會都市規劃處

- 1977 台灣地區綜合開發計畫。台北：行政院經建會。

鄭彩夷

- 1983 台中都會區的人口分布及其變遷之研究。碩士論文，東海大學社會學研究所。

劉漢奎

1978 高雄市人口分布及其變遷之研究。碩士論文，中國文化大學地學研究所。

謝延庚

1981 「台北市行政區域劃分之研究」，中興大學行政學報，13：1-15。

鐘起岱

1981 「因子生態模型的發展及其在都市分析的應用」，台灣經濟，93：79-90。

羅惠群

1978 高雄市區域地理研究。高雄：復文書局。

二、英文部份

Berry, Brian J.L., T.W. Simmons, and R.J. Tennant

1963 "Urban Population Density: Structure and Change," *Geographical Review* 53 (July): 389-405.

Burgess, Ernest W.

1925 "The Growth of The City: An Introduction to Research Project," in Robert E. Park, Ernest W. Burgess and R.D. Mchn, (eds.), *The City*. Chicago: University of Chicago Press.

Clark, Colin

1951 "Urban Population Densities," *Journal of Royal Statistical Society, General A*: 490-496.

Graff, Micheal A.

1976 *Changing Urban Population Density Gradients in Taipei*. Ph. D. Dissertation. Dept. of Geography, Michigan State University, East Lansing.

Harris, Chauncy D. and Edward L. Ullman

1945 "The Nature of Cities," *Annals of The American Academy of Political and Social Science*.

Hoyt, Homer

1939 *The Structure and Growth of Residential Neighborhoods in American Cities*. Washington D. C.: Federal Housing Administration.

Newling, Bruce E.

1966 "Urban Growth and Spatial Structure: Mathematical Models and Empirical Evidence," *Geographical Review* 56 (April): 213-225.

1969 "The Spatial Variation of Urban Population Density," *Geographical Review* 59 (April): 242-252.

Winsborough, Hal H.

1963 "An Ecological Approach to the Theory of Suburbanization," *American Journal of Sociology* 68 (March): 565-570.

附 錄

高雄都會區各分區的面積（交通部運委會民國六十八年調查資料）及民國七十八年涵蓋村里數（僅重行劃分者列出里名）

- 01鹽 埕 面積1.509平方公里，含21里。
- 02前 金 面積1.916平方公里，含20里。
- 03新 興 面積2.172平方公里，含32里。
- 04成 功 路 面積1.620平方公里，含博仁 苓洲 苓昇 苓雅 苓中 苓東 城東 城西 意誠 鼓中 田西 人和等13里。
- 05苓 雅 面積1.184平方公里，含美田 日中 仁政 普照 和煦 晴朗 廣澤 林園 華堂 普天 林富等11里。
- 06林 德 官 面積4.923平方公里，含林西 林南 林德 福東 福西 福南 五福 福海 凱旋 奏捷 永康 林興 林靖 福地 福人 福居 五權 同慶 福隆 福康 林中 福壽 正義 林華 林榮 福祥 朝陽 安祥 正心 正中 民主 正仁 林貴 正大 光華 衛武 正道等37里。
- 07中華二路 面積3.320平方公里，含德東 德行 精華 民享 安宜 安邦 十全 十美 德北 立誠 立業 港西 建東 安泰 鳳南 興德 鳳北 德西 九如 豐裕 川東 裕民 力行 千歲 立德 千北 千秋等27里。
- 08後 車 站 面積2.335平方公里，含灣興 安東 安和 達德 達明 達仁 達勇 同德 德智 德仁 安生 港東 港新 港北 博愛 長明等16里。
- 09灣 子 內 面積5.580平方公里，含寶獅 寶龍 寶興 寶盛 寶中 寶華 寶民 寶國 寶珠 寶玉 本武 正興 安康 安寧 安吉 博惠等16里。
- 10覆 鼎 金 面積5.479平方公里，含鼎金 鼎盛 鼎西 鼎泰 本館 本文 灣子 灣愛 灣中 灣華 灣勝 灣利 灣復 灣成等14里。
- 11凹 子 底 面積4.240平方公里，含龍子 明誠 華豐 裕豐 等4里。
- 12內 惟 面積12.553平方公里，含前鋒 光榮 民族 自強 鼓岩 建國 內惟 忠正 龍井 樹德 正德 和平 民強 厚生 寶樹 綠川 河邊 興宗 光化 山下 登山 峰南 桃園 雄峰 鼓峰等25里。

- 13哨 船 頭 面積2.953平方公里，含麗興 延平 新民 維生 惠安 壽山 哨船頭等7里。
- 15籬 子 內 面積7.716平方公里，含忠純 忠誠 西山 興邦 建隆 良和 振興 西甲 盛興 興中 復國 忠孝 竹內 竹西 瑞竹 瑞南 瑞豐 瑞祥 瑞東 瑞和 瑞平 瑞隆 瑞北 瑞西 瑞崗 瑞興 瑞誠 瑞華 君毅 壯勇 竹東 竹南 竹北等33里。
- 16草 衙 面積9.231平方公里，含草衙 明孝 明正 明義 仁愛 德昌 平等 平昌 明禮 信義 信德 明道 興化 興仁 前鎮 鎮東 鎮榮 鎮昌 鎮海 鎮陽 鎮中 鎮北等22里。
- 17左 營 面積12.031平方公里，含頂西 頂北 尾西 尾北 尾南 廟北 廟東 中北 中南 聖后 聖西 聖南 路東 城南 埤東 埤北 埤西 部北 部南 自治 自立 崇實 明建 合群 自住 自勉 復興 進學 屏山 果貿 果惠 海勝 莒光 永清 果峰 光輝 祥和等37里。
- 18菜 公 面積7.357平方公里，含新上 新中 新下 海光 菜公 新光等6里。
- 19楠 梓 面積13.907平方公里，含東寧 享平 五常 惠民 中陽 清豐 錦屏 玉屏 稔田 金田 宏毅 宏南 宏榮 和昌 隆昌 惠楠 瑞屏等17里。
- 21右 昌 面積13.010平方公里，含廣昌 福昌 泰昌 興昌 建昌 中和 中興 籃田 大昌 裕昌 加昌 仁昌等12里。
- 22旗 津 面積6.129平方公里，含12里。
- 23小 港 面積11.588平方公里，含小港 港口 港乾 港興 鳳宮 店鎮 青島 濟南 山東 二苓 大苓 中厝 桂林 廈莊等14里。
- 24大 坪 頂 面積28.269平方公里，含高松 孔宅 坪頂 大坪 鳳森 鳳林 鳳源 鳳興 鳳鳴 海澄 海昌 海豐 海原 海城 山明 龍鳳等16里。
- 25鳳 山 面積9.803平方公里，含成功 和德 和興 南興 興仁 鳳崗 曹公 鎮北 縣衙 文山 文英 中和 忠義 縣口 光明 三民 鎮東 鎮西 興中 中正 新興 美齡 埤頂 瑞竹 海光 海風 協和 忠誠 北門 東門 瑞興 鳳東 忠孝 文德 文華等35里。
- 26五 甲 面積16.938平方公里，含鎮南 誠正 誠意 過埤 生明 誠德 老爺 五福 新甲 武漢 正義 一甲 福興 福誠 南成 富甲 國泰 新強 天興 國光 國隆 新富 大德等23里。

- 27鳥 松 面積24.593平方公里，含7村。
- 28仁 武 面積36.081平方公里，含11村。
- 29大 社 面積26.585平方公里，含8村。
- 30橋 頭 面積25.938平方公里，含17村。
- 31梓 官 面積11.597平方公里，含14村。
- 32大 樹 面積66.981平方公里，含18村。
- 33大 寮 面積71.043平方公里，含26村。
- 34林 園 面積32.286平方公里，含19村。

REEXAMING THE MODEL OF POPULATION DENSITY FUNCTION: A STUDY OF KAOHSIUNG METROPOLIS

*Chin-ming Ho**

(ABSTRACT)

This paper tests both Clark's negative exponential model and Newling's quadratic exponential model against the population densities in districts of Kaohsiung Metropolis. It proposes four theoretical amendments and supplements to the population density function and the related theories. First, Newling's conclusion, derived from the first derivative of the quadratic exponential model, that "the highest point of the urban population density lies at the place which is $b/2c$ away from the center of the city," is true only when the b parameter (density gradient) is positive, and when there is a density crater at the center of the city. Otherwise, the highest point lies at the center when the city is undergoing "centralization", and does not have a density crater. Meanwhile, the place which is $b/2c$ away has the lowest point of the population density. Second, after examining Clark's negative exponential model, Newling concludes that "in the same period, the farther the region is away from the center of the city, the higher the rate of population growth will be." This point is not true in the following two aspects: (1) it is not appropriate to assume that the density gradient will "decline exponentially as time marches on"; on the contrary, it will increase accordingly when the city is experiencing its period of "centralization", (2) instead of the previous interpretation, the implication of this formula should be revised as: "the rate of population growth is higher everywhere outside than in the center of the city." Third, Berry's arguments about the "Western cities" and "Non-Western cities" cannot be sustained since he was misled by the temporal phenomenon. There should have been no differences in the distributive pattern of the population density between these two kinds of cities, since, if investigated both backward and forward in longitude, they both have the "centralization" and "decentralization" processes. Fourth, the quadratic exponential model explicates the distributive phenomenon much better than the negative one. Moreover, there are significant divergences in their interpretative power between the two models, especially at the stage of "centralization" when the city is newly established, and at the last stage of declination after "decentralization."

*Assistant Research Fellow, Sun Yat-Sen Center for Policy Studies, National Sun Yat-Sen University.