

# 調査研究

## 都市人口分布における成長法則

— 若干の外国都市人口への適用例 —

館 稔・三澤緋佐子

### 1. 目 的

われわれは、かつて、都市人口分布に関する法則<sup>1)</sup>を、これと関連の深い人口移動に関する法則とともに、17世紀後半のイギリス「政治算術」以降、クロノロジカルに考察した<sup>2)</sup>。

これらの法則は、いろいろの基準によって分類されるし、またおのずから特定の系譜をもっている<sup>2)</sup>。人口移動法則においては、1885年、E. G. Ravenstein の詳細な分析にはじまり、人口移動量と距離との関係に関する人口移動の距離法則が重要な地位を占めている。人口分布法則においては、1858年、Henry Charles Carey (1793—1879) にはじまって、1947年の John Q. Stewart にいたる物理学的ポテンシャルの法則と、いまひとつは、1913年、Felix Auerbach にはじまる都市人口順位法則 (rank-size rule) である。この種の順位法則は人口分布法則のなかで非常に重要な地位を占め、Brian J. L. Berry と William L. Garrison<sup>3)</sup> は、1941年および1949年の George Kingsley Zipf, 1933年の Walter Christaller, 1943年の N. Rashevsky および1955年の H. A. Simon の stochastic model の理論を順位法則の列に並べて論じている。順位法則は、一般に、

$$R^n \cdot P_R = M \quad (1)$$

または、
$$P_R = M/R^n \quad (1')$$

あるいは 
$$R \cdot P_R^n = M \quad (2)$$

または、
$$P_R^n = M/R \quad (2')$$

と書かれる。ここで  $R$  は都市人口の順位、 $P_R$  は順位第  $R$  番目の都市人口、 $n$  および  $M$  は常数であ

1) ここに「法則」とは集団規則性あるいは統計規則性をいう。

2) 館 稔、「近代形式人口学の発展(1)」, 人口問題研究所, 『人口問題研究』, 第79号, 1960年6月, 35~41ページ。

館 稔, 『形式人口学—人口現象の分析方法』, 1960, 456~467, 736ページ。

館 稔, 『人口分析の方法—形式人口学要論—』, 形成選書, 第1刷, 1963, 第3刷, 1967, 122~131, 243~245ページ。

館 稔, 「所得の地域分布と国内人口移動—デモグラフィの見地から, グラント初版発行三百年を記念して」, 一橋大学一橋学会編, 『経済学研究』, 7, 1963, 183~220ページ。

館 稔, 「人口都市化に関する人口法則」, 南亮三郎・館 稔編, 『人口都市化の理論と分析』, 人口学研究会研究叢書Ⅲ, 1965, 40~65ページ。

3) B. J. L. Berry and W. L. Garrison, "Alternate Explanations of Urban Rank-Size Relationships", *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 48, No. 1, March 1958, pp. 83~91.

る<sup>4)</sup>.

これらの法則を概観して、最もめだっている考え方は、人口移動はひとつの運動であって、人口集積の形式それ自体が運動の顕在的もしくは潜在的な力であるということである。したがって、その説明の理論の多くは、運動に対する抵抗、質量と距離など物理学的ポテンシャルや均衡、熱伝導、拡散などの物理学的法則や理論の援用である。

都市人口分布の順位法則に関連して、つとに、われわれは、特定の瞬間における都市人口分布の序列は、相異なる成長段階にある都市の人口の序列であると考えれば、これに成長法則の適用が可能であると考えてきた<sup>5)</sup>。

こうして、特定の人口静態において個々の都市はそれぞれ相異なるその成長の何らかの段階にあって、特定の人口静態における都市を、一般の順位法則とは逆に、都市人口の小さいものから大きいものへの順位でならべた場合、都市人口分布の順位には成長曲線、ことに累重的、循環的成長曲線が適用されるという仮説を設けることができる。成長曲線が適用されるとすれば、(1) 成長条件が一定である場合、それぞれの都市人口の成長の現段階を、成長曲線の軌道上に明らかにすることができる。したがって、成長条件が一定であるとした場合、それぞれの都市人口の成長限界を推定することができる。(2) また、このような考察を繰り返して時間的に追跡し、特定の都市人口がこの成長の軌道から離れてゆくことが明らかになった場合には、その都市人口の成長条件に変化が起っていることを推定することができる。(3) なおまた、特定の都市人口の歴史的な成長限界を、政策的に変えようとするならば、これまでの成長条件に変化を与えなければならない。都市計画や地域開発計画によって地域の産業立地条件の整備や生活環境の整備のために先行投資を行なうことなどは成長条件に変化を与える最も重要な方策の1つである。また逆に、都市計画や地域開発計画の都市人口成長に対して有する重要な意義はここにある。

われわれは、こうした仮説を、検証するために、(1) 日本の戦前、1930年の国勢調査報告により、当時全国で市制をしいていた109市を採って、4つの logistic 循環を見出し、(2) 日本の戦後については、1965年の国勢調査報告によって、当時市制をしいていた市のうち人口5万以上のもの297市（東京都区部はこれを1市とみた）を採って、5つの logistic 循環を見出した。なお(3) 国際連合の『世界人口年鑑、*Demographic Yearbook*』によって、1962年ころの世界における人口100万以上の都市59を採り、3つの logistic 循環を見出した。こうして、われわれは、これらの事例に関する限り、ほぼ満足すべき結果を得た<sup>6)</sup>。

4) 式(2)および(2')については、

Walter Isard, *Location and Space-Economy. A General Theory Relating to Industrial Location, Market Areas, Land Use, Trade, and Urban Structure*, 2nd print, New York, 1960, pp. 55 fg.

Walter Isard, *Methods of Regional Analysis: an Introduction to Regional Science*, New York and London, 1960, pp. 32 n~33 n.

5) 館 稔, 上掲論文「近代形式人口学の発展(1)」, 38ページ。

館 稔, 上掲『形式人口学』, 466~467ページ。

館 稔, 上掲『人口分析の方法』, 129ページ。

館 稔, 上掲論文「所得の地域分布と国内人口移動」, 218~220ページ。

館 稔, 上掲論文「人口都市化に関する人口法則」, 60ページ。

館 稔・三澤緋佐子, 「日本における都市人口の成長曲線—“成長的順位法則”」, 人口問題研究所, 『人口問題研究所年報』1967年度, 第12号, 1967, 11~16ページ。

館 稔・三澤緋佐子, 「都市人口分布の「成長的順位法則」—日本の都市人口分布に適用した logistic 曲線」, 『日本人口学会会報』, No. 1, 昭和42年度, 1967, 15~17ページ。

6) 館 稔・三澤緋佐子, 上掲論文「日本における都市人口の成長曲線—“成長的順位法則”」。

館 稔・三澤緋佐子, 上掲論文「都市人口分布の「成長的順位法則」」。

さらに、経済的、社会的および文化的条件を異にする若干の外国の事例について上記の仮設を検証しようとするのがこの稿の目的である。国によって都市の定義や範囲もおおいに異っている。したがって、特定の国においてそれぞれ与えられた定義の都市が順位法則として成長法則にしたがうかどうか検証することが主眼であって、その形態の国際比較はこの稿の目的ではない。

## 2. 方 法

ここでは、資料が手元にある次の7つの国を選んだ。これらの国々と都市人口を採った資料とを列記すれば次のごとくである。国名はアルファベット順による。

- (1) セイロン：Department of Census and Statistics, Government of Ceylon, *Statistical Pocket Book of Ceylon*, Colombo, 1966, の Table 11 による。1963年センサスによる23主要都市をとる。
- (2) 台湾省：台湾省政府民政庁編、『中華民國台湾省人口統計, 中華民國五十四年』, 台北, 1966年10月, 表1による1965年市, 鎮, 郷別人口をとる。
- (3) インド：Central Statistical Organisation, Department of Statistics, Cabinet Secretariat, Government of India, *Statistical Abstract of the Indian Union*, 1965, New Series No. 13, New Delhi, 1966, Table 4 による。1961年センサスによる人口10万以上都市, 111市をとる。
- (4) 韓 国：韓国経済企画院, 『第13回韓国統計年鑑』, ソウル, 1966, 表42による。1965年10月1日センサス結果による32市の人口をとる。
- (5) タ イ：Central Statistical Office National Development Board, Government of Thailand, *Thailand Population Census 1960, Whole Kingdom*, Bangkok, 1962, Tabel 1a により人口2万以上の市町22をとる。
- (6) アメリカ合衆国：U. S. Department of Commerce, Bureau of the Census, *United States Census of Population 1960, Standard Metropolitan Statistical Areas*, Washington D. C., 1963, Table 1 により, 212の標準都市地区人口をとる。
- (7) ユーゴスラヴィア：Federal Institute for Statistics, Yugoslavia, *Statistical Pocket-Book of Yugoslavia*, Eleventh Issue, Beograd, March 1965, p. 116 により, 1961年において人口1万以上都市106市につき1964年における人口をとる。

次に成長曲線には幾多の種類があつて<sup>7)</sup>, どれを採るかを理論的に定めることは困難である。ここでは作業の便宜上, Raymond Pearl (1879~1940) の「ゲタばき logistic, augmented logistic」の単純なものを取り, これを累重的に合成することを原則とした。なお, 簡単のために, 適用方法は, 原則として, G. U. Yule の選点法をとった。すなわち,

$$P_R = d_n + \frac{L_n}{1 + e^{\frac{\beta - R}{\alpha}}}$$

ここで,  $R$  は都市人口を小さいものから大きなものへの順で列べた場合の順位,  $P_R$  は順位の函数としての都市人口の大きさ,  $d_n$  は第  $n$  番目の循環の下限の人口,  $L_n$  は第  $n$  番目の循環の上限の人口, したがって, 合成する場合には,

7) 吉原友吉, 『ロジスティック曲線論』(謄写), 1951年。  
篠崎吉郎・館 稔, 「Population Curve の研究」, 『日本人口学会記要』第2号, (和英両文), 1953年, 35~42ページ。

$$d_{n+1} = d_n + L_n$$

また、 $L_n$ は第  $n$  番目の循環における上限と下限との差、すなわち、極差を表わしている。1939年、Mark Jefferson は45か国について調べた結果、1国の指導的都市は不均衡に巨大であって、国民の能力や感情を表現するとし、これを「最大都市の法則」<sup>8)</sup>としたが、Jefferson の説明はしばらくこれを別問題としても、1国の最大の都市が不均衡に大きいということは明らかに事実として認められる。そこで、最大都市を含む二三の都市について上記の logistic の一般形は適用困難な場合が多い。そこで、数個の巨大都市については、logistic で統一するために、直角双曲線状の篠崎吉郎理学博士のいわゆる「cologicistic 曲線」<sup>9)</sup>を用いてみた。ここでは、簡単のために次の式を用いた。

$$P_R = \frac{A}{1 - KC^R}$$

しかし、1つの国を単位としてみないで、世界についてみると巨大都市の人口がことごとく循環的成長の軌道に乗ってくることに注意をひく<sup>10)</sup>。

ちなみに、Raymond Pearl は、アメリカ合衆国をはじめ、個々の多くの国々の人口成長に logistic 曲線を適用したほか、都市人口の成長として、個々の都市の人口増加にこれを適用した<sup>11)</sup>。しかし、われわれがここで試みたごとく、都市人口の集団にこれを適用したことはなかったようである。

### 3. 結 果

#### (1) セイロン

1963年のセンサスによる主要23都市について、次の3つの循環を見出した。これを図示したものが図1である。

$$\text{第1循環: } P_R = 5,000 + \frac{37,959}{1 + e^{\frac{1.1884303 - R}{0.9000618}}}$$

$$\text{第2循環: } P_R = 42,959 + \frac{57,533}{1 + e^{\frac{1.1121498 - R}{0.4305586}}}$$

$$\text{第3循環: } P_R = \frac{0.89864839}{1 - 0.04399108 (4.32830654)^R}$$

#### (2) 台湾省

(A) 1965年センサスによる12市について次の3つの循環が見出された。これを図示したものが図2である。

$$\text{第1循環: } P_R = 50,000 + \frac{105,638}{1 + e^{\frac{-0.3700164 - R}{0.6589319}}}$$

8) M. Jefferson, "The law of the primate city", *Geographic Review*, Vol. 29, No. 2, April 1939, pp. 226~232.

9) 篠崎吉郎, 「Logistic Curve の一般化について III」, 『大阪市立医科大学雑誌』, 第2巻第4号, 1953年7月, 265~272ページ。

篠 稔, 「Cologicistic 曲線の二三の適用例—わが国の2集落の事実について」, 『人口問題研究』第65号, 1956年8月, 1~11ページ。

10) 篠 稔・三澤緋佐子, 上掲論文「日本における都市人口分布の成長曲線」, 14~15ページ。

11) R. Pearl, *Studies in Human Biology*, Baltimore, 1924, pp. 634~637.

$$\text{第2循環: } P_R = 155,638 + \frac{263,097}{1 + e^{\frac{0.0398571 - R}{0.7554351}}}$$

$$\text{第3循環: } P_R = \frac{0.02222102}{1 - 0.94451146(1.01869565)^R}$$

図1 1963年, セイロンの23主要都市人口分布に適用した logistic 曲線

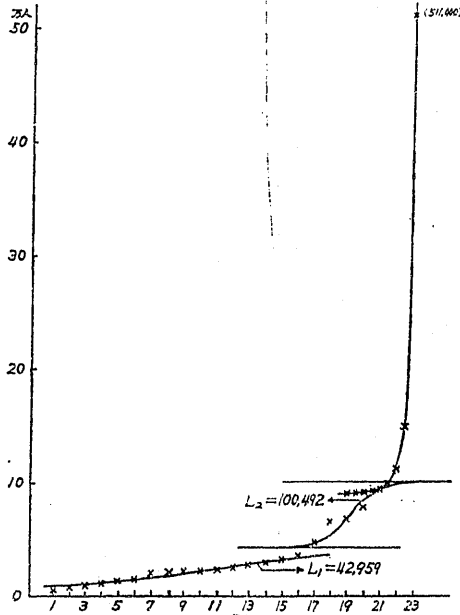
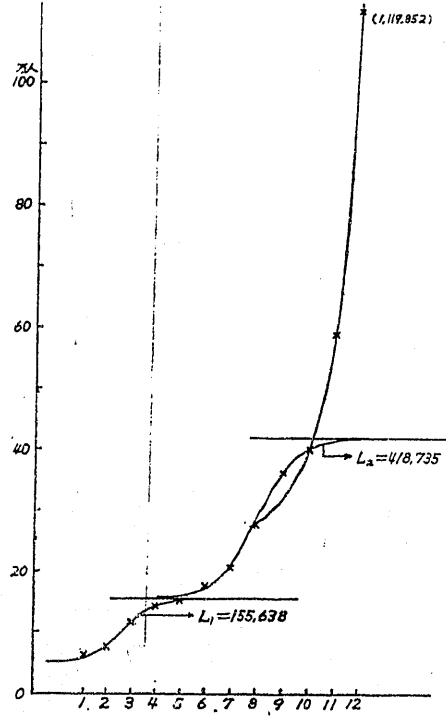


図2 1965年, 台湾省の12市人口分布に適用した logistic 曲線



(B) 台湾人口研究中心副研究員宋永澄氏の助言によって, 台湾省について実体的に都市をなすものとみられる人口5万以上の市と鎮と郷とを44採って次の3つの循環を見出した. これを図示したものが図3である.

$$\text{第1循環: } P_R = 50,000 + \frac{38,057}{1 + e^{\frac{1.1120844 - R}{1.1807443}}}$$

$$\text{第2循環: } P_R = 88,057 + \frac{153,400}{1 + e^{\frac{1.0874316 - R}{0.7514381}}}$$

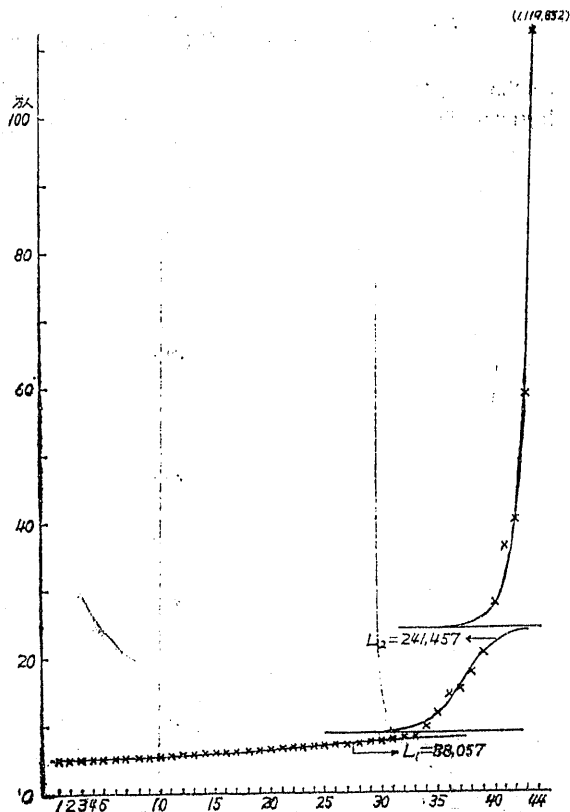
$$\text{第3循環: } P_R = \frac{-24.3089571}{1 - 70.4263864(0.2312889)^R}$$

### (3) インド

1961年センサスによる人口10万以上都市111市の人口について次の5つの循環を見出した. これを図示したものが図4である.

$$\text{第1循環: } P_R = 100,000 + \frac{65,901}{1 + e^{\frac{-0.0193214 - R}{1.1393717}}}$$

図3 1965年、台湾省の人口5万以上市、鎮および郷の人口分布に適用した logistic 曲線



$$\text{第2循環: } P_R = 165,901 + \frac{152,317}{1 + e^{\frac{0.9738524 - R}{0.5046758}}}$$

$$\text{第3循環: } P_R = 318,218 + \frac{257,915}{1 + e^{\frac{0.8355512 - R}{1.0413413}}}$$

$$\text{第4循環: } P_R = 576,133 + \frac{706,808}{1 + e^{\frac{0.8744513 - R}{0.5317787}}}$$

$$\text{第5循環: } P_R = \frac{5.3581609}{1 + 5.8798716 (0.3841125)^R}$$

(4) 韓国

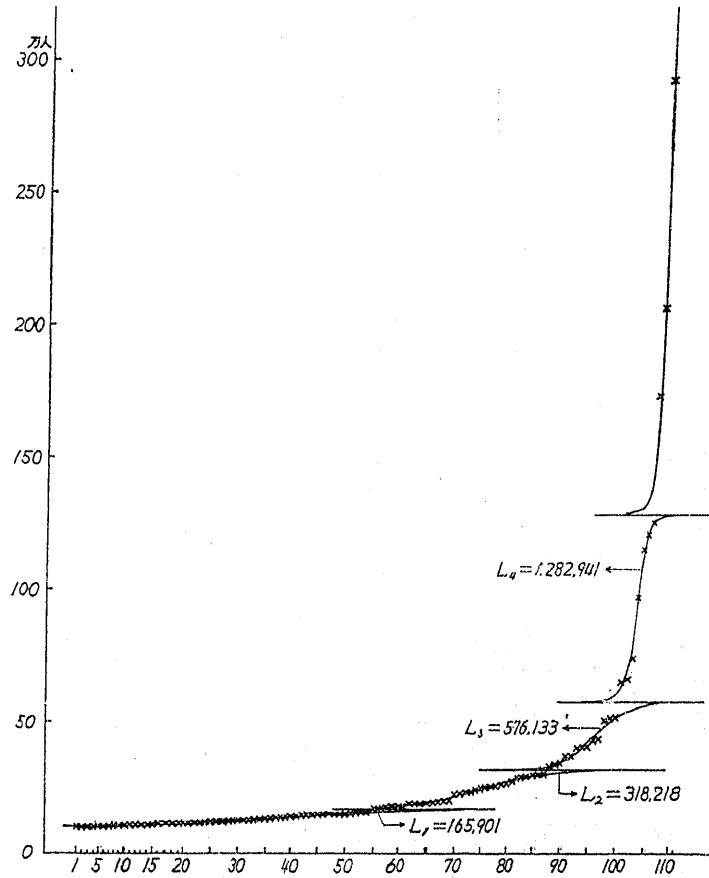
1965年センサスによる32市の人口について次の3つの循環を見出した。これを図示したものが図5である。

$$\text{第1循環: } P_R = 50,000 + \frac{54,459}{1 + e^{\frac{1.0210305 - R}{0.6515276}}}$$

$$\text{第2循環: } P_R = 104,459 + \frac{318,331}{1 + e^{\frac{0.4081026 - R}{1.0480416}}}$$

$$\text{第3循環: } P_R = \frac{-0.7936609}{1 - 1.9781304 (0.7881137)^R}$$

図4 1961年、インドの人口10万以上都市人口分布に適用した logistic 曲線



(5) タイ

1960年センサスによる人口2万以上の22市と町の人口について次の3つの循環を見出した。これを図示したものが図6である。

$$\text{第1循環: } P_R = 20,000 + \frac{8,581}{1 + e^{\frac{0.2801241 - R}{0.4309081}}}$$

$$\text{第2循環: } P_R = 28,581 + \frac{8,750}{1 + e^{\frac{0.2157834 - R}{0.7979391}}}$$

$$\text{第3循環: } P_R = \frac{14.9365421}{1 + 51.5842010 (0.0596229)^R}$$

(6) アメリカ合衆国

1960年センサスによる212の標準都市地区人口について次の6つの循環を見出した。これを図示したものが図7である。

$$\text{第1循環: } P_R = 50,000 + \frac{308,632}{1 + e^{\frac{0.8523454 - R}{1.3682023}}}$$

図 5 1965年, 韓国の32市人口分布に適用した logistic 曲線

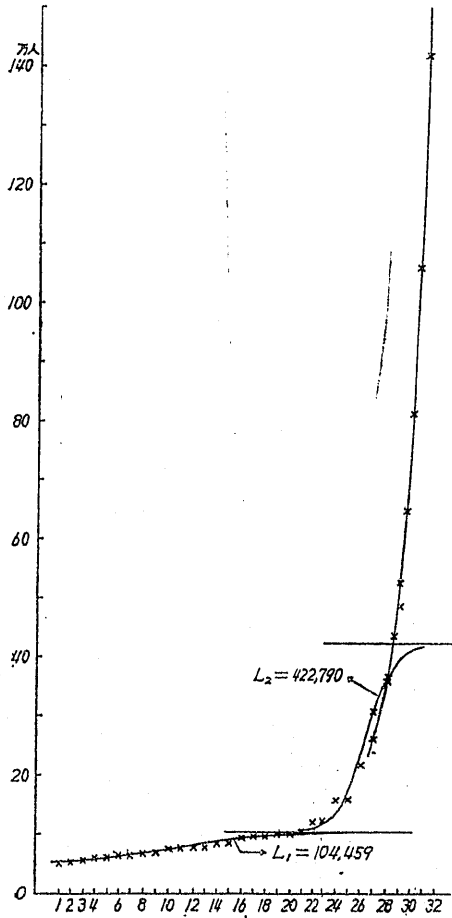
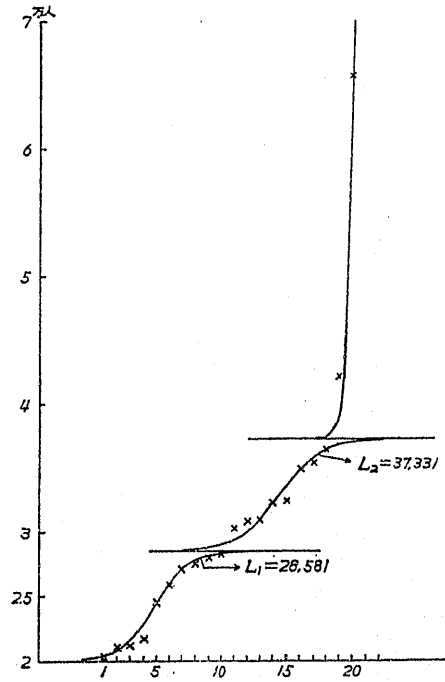


図 6 1960年, タイ22市と町人口分布に適用した logistic 曲線



$$\text{第 2 循環: } P_R = 353,632 + \frac{353,559}{1 + e^{\frac{0.3312389 - R}{1.3606881}}}$$

$$\text{第 3 循環: } P_R = 707,191 + \frac{416,666}{1 + e^{\frac{0.9283721 - R}{0.5490489}}}$$

$$\text{第 4 循環: } P_R = 1,123,857 + \frac{690,678}{1 + e^{\frac{0.2980435 - R}{0.4665737}}}$$

$$\text{第 5 循環: } P_R = 1,814,535 + \frac{3,835,579}{1 + e^{\frac{0.9507790 - R}{1.5902212}}}$$

$$\text{第 6 循環: } P_R = \frac{-0.2446134}{1 - 1.4284807 (0.8567310)^R}$$

(7) ユーゴスラヴィア

1961年において人口1万以上の都市106市につき、1964年の人口について次の5つの循環を見出した。これを図示したものが図8である。



図 7 1960年, アメリカ合衆国 221 標準都市地区  
人口に適用した logistic 曲線

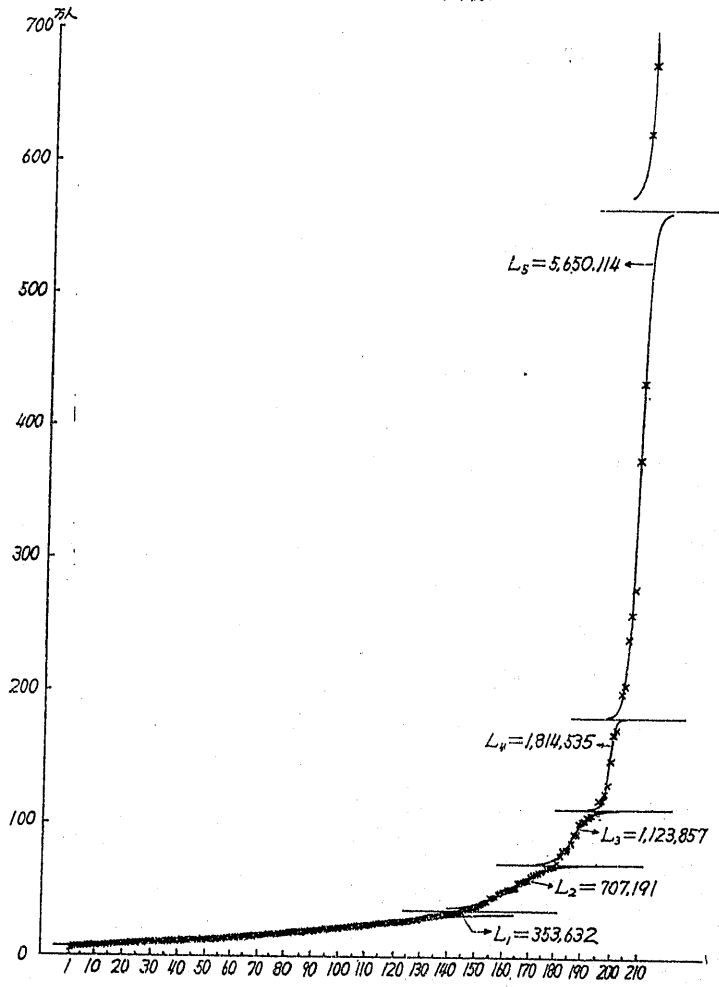
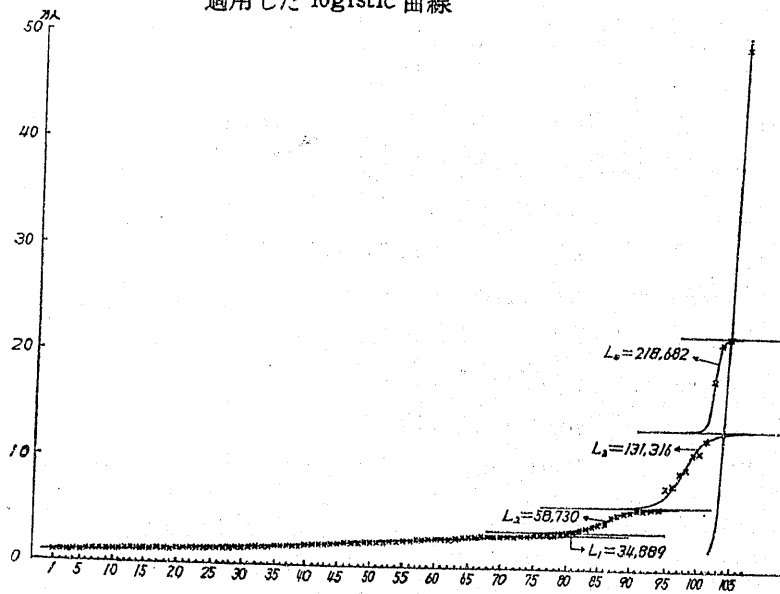


図 8 1964年ユーゴスラヴィア 106 市人口分布に  
適用した logistic 曲線



$$\begin{aligned}
\text{第1循環: } P_R &= 10,000 + \frac{24,889}{1 + e^{\frac{0.2840478 - R}{1.2180541}}} \\
\text{第2循環: } P_R &= 34,889 + \frac{23,841}{1 + e^{\frac{0.3217333 - R}{0.4857463}}} \\
\text{第3循環: } P_R &= 58,730 + \frac{72,586}{1 + e^{\frac{0.3412456 - R}{0.8111908}}} \\
\text{第4循環: } P_R &= 131,316 + \frac{87,366}{1 + e^{\frac{-0.0584717 - R}{0.4249048}}} \\
\text{第5循環: } P_R &= \frac{-0.2446134}{1 - 1.4284807 (0.8567310)^R}
\end{aligned}$$

われわれは、特定の人口静態における都市人口分布の順位には、累重的、循環的成長曲線が適用されるということを仮設した。そして、われわれはすでに、1930年と1965年とにおける日本の都市人口分布ならびに1962年ころの世界の人口100万以上大都市人口の分布について、この「成長的順位法則」が適合することを示した<sup>12)</sup>。いま、われわれは、この稿において差し当たり資料が手元にあった任意に選ばれた7カ国における8事例についてこれを検証したが、ここでも「成長的順位法則」がことごとく適合することを明らかにすることができた。

すでに一言したごとく、国によって都市の定義や範囲はいちじるしく異っているし、経済的、社会的、文化的諸条件も異っているから、これらの結果について国際比較を行うことは困難である。ただ、前回試みた日本の場合にも、今回の7つの国について試みた結果によってみても、共通して認められることは、成長曲線の循環の下限と上限との極差は、一般に、小中都市に比べて大都市においていちじるしく大きいということ、いい換えれば、都市の人口の規模が大きいほど、その一定の成長条件の下において、大きい成長のポテンシャルを内蔵しているということである。

ちなみに参考のために、ここに採った7つの国における Auerbach-Zipf の都市人口順位法則にもとづいた適合結果を、適合度の良い順に、仮りに、A, B, Cによって表わすと、セイロン：C、台湾省（12市のみの場合）：B、台湾省（44市鎮郷にした場合）：C、インド：A、韓国：B、タイ：C、アメリカ合衆国：C、ユーゴスラヴィア：Bというような結果となり、順位法則に非常によく適合しているとはいえないように思われる。順位法則による計算結果を掲げると、次のごとくである。

$$\begin{aligned}
\text{セイロン: } \log P_R &= 5.6357179 - 1.1990860 \log R \\
\text{台湾省 (12市のみ): } \log P_R &= 6.1222872 - 1.0817543 \log R \\
\text{台湾省 (44市鎮郷): } \log P_R &= 5.9286416 - 0.7941523 \log R \\
\text{インド: } \log P_R &= 6.6598061 - 0.8192762 \log R \\
\text{韓国: } \log P_R &= 6.3847293 - 1.1458644 \log R \\
\text{タイ: } \log P_R &= 5.6186471 - 1.0652402 \log R \\
\text{アメリカ合衆国: } \log P_R &= 7.3409072 - 0.9976533 \log R \\
\text{ユーゴスラヴィア: } \log P_R &= 5.8071801 - 0.8521300 \log R.
\end{aligned}$$

12) 館 稔・三澤緋佐子，上掲論文「日本における都市人口の成長曲線—“成長的順位法則”」。  
館 稔・三澤緋佐子，上掲論文「都市人口分布の「成長的順位法則」」。

## Growth Curve Applied to the Distribution of City Populations in Selected Countries

Minoru TACHI and Hisako MISAWA

The hypothesis of this study is that at a particular time, every city is on a certain stage of its growth under similar or different conditions and therefore, if the city populations counted by the population census are placed in a row from the smallest to the biggest in their size, cumulative cycles of growth might be found out. The authors have verified this hypothesis by some facts experienced in Japan<sup>1)</sup>. In this article, they furtherly prove this hypothesis by the facts taken place in the following countries in the following years; (1) Ceylon, 23 principal cities, in 1963, (2) China (Taiwan), 12 cities, and 44 cities and towns with population of 50,000 and over, in 1965, (3) India, 111 cities with population of 1 lakh and over, in 1961, (4) Korea (Republic of), 32 cities, in 1965, (5) Thailand, 22 cities and towns with population of 20,000 and over, in 1960, (6) United States of America, 212 standard metropolitan statistical areas, in 1960, and (7) Yugoslavia, 106 towns "with more than 10,000 of population in 1961," in 1964.

Raymond Pearl's "augmented logistic curves" are used, for convenience, to represent the cumulative growth cycles. In many countries, Mark Jefferson's "law of the primate city" is found, and some very big city populations including that of the primate city do not fall on the orbit of the normal growth curve. Therefore, "cologistic" curves<sup>2)</sup> of hyperbolic type are used for several big cities in different countries.

International comparison is not the purpose of this article. Because definition and scope of the city as well as economic, social, and cultural circumstances are greatly divergent in different countries.

It is generally observed that in every country, city-populations follow the locus of the cumulative logistic cycles, and the hypothesis of this article is fairly well proved. As a rule, it may safely be said that cities with bigger population have cycles with much wider range between the upper and the lower limits than those with smaller population.

---

1) Minoru Tachi and Hisako Misawa, "Growth curve applied to the distribution of city populations in Japan—A growth curve as a rank-size rule", *Annual Reports of the Institute of Population problems*, No. 12, 1967.

M. Tachi and H. Misawa, "Growth curve as a rank-size rule of the distribution of city-populations, a logistic curve applied to the distribution of city-populations in Japan", *Bulletin of the Population Association of Japan*, No. 1, 1967, Tokyo, 1967.

2) Kichiro Shinozaki, "On the generalization of the logistic curve, III. Population curve for Japan and supplementary notes on the  $s \sim n$  diagram", *Journal of the Osaka City Medical Center*, Vol. 2, No. 4, July 1953, pp. 265-272.

Kichiro Shinozaki and Minoru Tachi, "A study on population curve", (in English), *Archives of the Population Association of Japan*, No. 2, 1953, pp. 35-36.