

単位地域の細分化と順位・規模関係の同型性について
井上勝仁, 高橋孝明

On the homomorphic relationships between rank and size of regions under the
subdivision of unit area

Katsuhito INOUE and Takaaki TAKAHASHI

Abstract: 都市システムにおいて, 都市の規模と順位の間, 普遍的な関係 (ランク・サイズルール) が成立することが良く知られている. 本研究では, その関係が, メッシュで区分された地域を単位とした時も成り立つかどうかを調べる. とくに, 分析の対象地域と単位とする地域を同時に小さくしても, 同型的な関係が得られることを示す.

Keywords: メッシュ統計 (mesh statistics), 統合メッシュ (combined mesh), ランク・サイズルール (rank-size rule), 単位地域 (unit area), 九州地方 (Kyushu region)

1. はじめに

ランク・サイズルール (順位・規模法則) とは, それぞれの要素の出現数または要素の規模とその順位との間に観察される経験則である. それが都市システムについて成立することはよく知られている. そのときには, 要素として個々の都市を考え, そのサイズ (人口) とランク (順位) の関係を見る. 本研究では, 要素として通常の「都市」ではなく, メッシュで区切られた形式地域を考えて, ランク・サイズルールが成立するかどうか調べる.

とくに2つの点を検討する. 一つは, 分析の対象とする地域 (以下, 母地域とよぶ) を所与としたときに, 要素となるメッシュ地域 (以下, 単位地域とよぶ) の大きさを変えると, ランク・サイ

ズルールの当てはまり方がどのように変化するか, また, その特性がどう変化するか, という点である.

もう1つは, ランク・サイズルールに関する同型性である. 母地域を小さくしても依然としてランク・サイズルールが成立することを示す. 同型性は, たとえば Christaller (1933) の中心地理論における都市システムに見られる. ある規模, たとえば人口 30 万人, よりも小さい都市によって構成されるサブシステムの空間構造が, それよりもさらに小さい規模, たとえば 5 万人, よりも小さい都市によって構成されるサブシステムの空間構造と同型的になる. 簡単に言えば, 全体と部分が入れ子構造状に同型になるのである.

このような同型性に着目してランク・サイズルールを分析した研究は見られない.

2. 分析方法

2.1 対象地域とデータ

九州地方を研究の対象とする。ただし、沖縄県および離島群は分析対象外とした。

平成 17 年国勢調査の基準地域メッシュ（単位区画の 1 辺の長さが約 1km のもの）データを基に、単位区画の 1 辺の長さが 2km, 4km, 8km, 16km, 32km の統合メッシュデータを生成した。その際、沿岸部の単位区画において、海の面積が 25% を超えるものに関しては、随時、分析対象から外した。図 1 には、研究対象地域における 32km 統合メッシュとそれぞれのメッシュのランクが示されている。参考のために、金本・徳岡（2002）が設定した都市雇用圏も表示している。

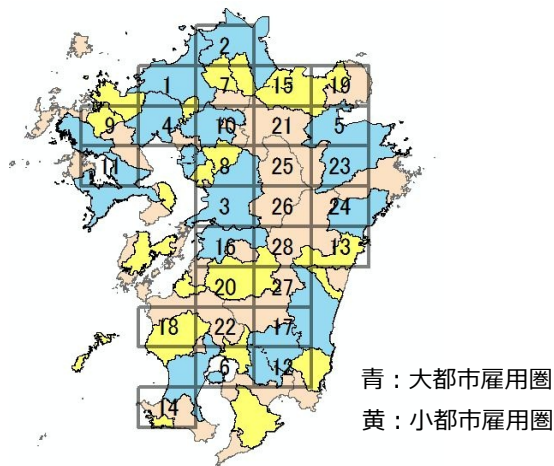


図 1. 32km 統合メッシュとそれぞれのメッシュのランク

2.2 分析手法

九州地方全域あるいは任意の統合メッシュを「母地域」と定義し、母地域を分割したメッシュを「単位地域」と定義する。すべての単位地域を合わせると母地域になる。ある母地域が与えられたとき、それを構成する単位地域について、次のようなランク・サイズルールを適用する。

$$\log y = A - \alpha \log x \quad (1)$$

x: それぞれの単位地域の人口の順位

y: それぞれの単位地域の人口

α : 人口分布の偏りを示す定数

A: 定数

そして、ランク・サイズルールの当てはまりの度合いを、回帰分析の決定係数により判定する。

ここで、

$$\alpha = - \frac{dy/y}{dx/x}$$

であるので、 α はランクに関するサイズの弾力性を表す。すなわち、1%ランクの数値が上がったときに（1%順位が落ちたときに）、何%サイズが小さくなるかを示す。

以下、二つの分析を行う。

まず、母地域を所与とし、単位地域の大きさを変えたときに、ランク・サイズルールの当てはまりがどう変化するかを調べる。具体的には、母地域として九州全域を取り上げ、単位地域を、2km 統合メッシュ、4km 統合メッシュ、8km 統合メッシュ、16km 統合メッシュ、32km 統合メッシュと大きくしていく。

次いで、母地域を小さくしたときに、ルールの当てはまりがどうなるかを調べる。先に、母地域を九州全域とし単位地域を 28 個の 32km 統合メッシュにして分析を行うと述べたが、今度は、28 個の 32km 統合メッシュを、それぞれ母地域として分析する。8km メッシュを単位地域とする場合、4km メッシュを単位地域とする場合の二つについて分析する。

3. 所与の母地域の分析

3.1 分析結果

母地域を九州全体とし、単位地域を、2km, 4km, 8km, 16km, 32km の統合メッシュとしたときの分析

結果を図1に表した。図の横軸はそれぞれの単位地域の人口の順位を対数変換したもの、縦軸はそれぞれの単位地域の人口を対数変換したものである。また、黒色、青色、緑色、紫色、赤色の曲線は、それぞれ単位地域が2km、4km、8km、16km、32km統合メッシュであるときの結果を表す。 α の推定値と決定係数、単位地域のメッシュ数は表2にまとめられている。

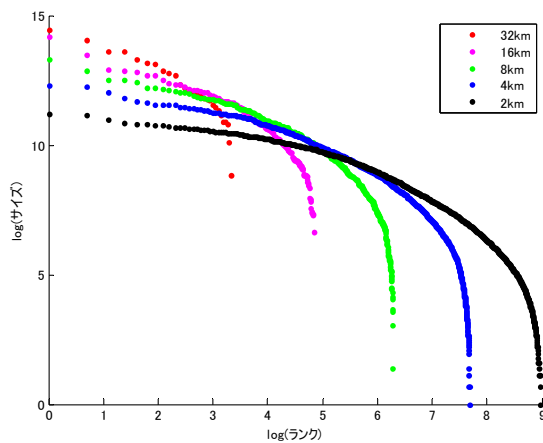


図2 母地域を九州全域とした場合のランクとサイズの関係

表1 母地域を九州全域とした場合の推定結果

	2×2	4×4	8×8	16×16	32×32
α	1.79	1.77	1.65	1.43	1.32
決定係数	77.9	75.2	77.0	82.3	81.9
サンプル数 (単位地域数)	7091	2160	532	126	28

3.2 考察

図2より2つの結果を読み取ることができる。1つは、1単位地域が大きくなるほど、概ね決定係数

が大きくなる傾向があることである。もう1つは α が一貫して減少していることである。

これら2つの結果は、同じ事実に基づいている。それは、都市システムを対象とした順位・規模分析でよく知られている現象と関連がある。規模が比較的大きい都市と中程度の都市についてはランク・サイズルールは当てはまりが良いものの、規模の小さい都市については当てはまりが悪くなる、という現象である。図2を見れば、統合メッシュを単位にした分析でも、同様に、規模の小さい単位地域に関して、凹関数的な変化により直線の当てはまりが悪くなっていることがわかる。それが大きな効果をもつかどうかで、直線の当てはまりが良いか悪いかが決まる。したがって、メッシュを粗くするほど当てはまりが良くなるという結果は、規模の小さい単位地域の人口がランクサイズルールから外れる影響が、次第に小さくなっていくことに拠ると解釈できる。

このことを確認するために、32km統合メッシュを単位地域とした分析において、最下位2地域を単位地域から外して回帰分析を行った。その結果が図3に描かれている。最下位ランクでの外れが起こる原因は、これらの単位地域は1辺が32kmと大きいがために九州山地を過剰に含むからである。これらは居住不可能な地域であるため、特別に、海と同様に分析対象外として扱った。その結果、下位ランクの地域が決定係数を低下させ、 α を押し上げることに寄与していたことがわかった。そして、最下位2つを除いたとしても、下位では、凹関数的な変化をしている。

いずれにせよ、以上の分析から、九州地域では、形式地域についてランクサイズルールが成立していると結論付けることができる。

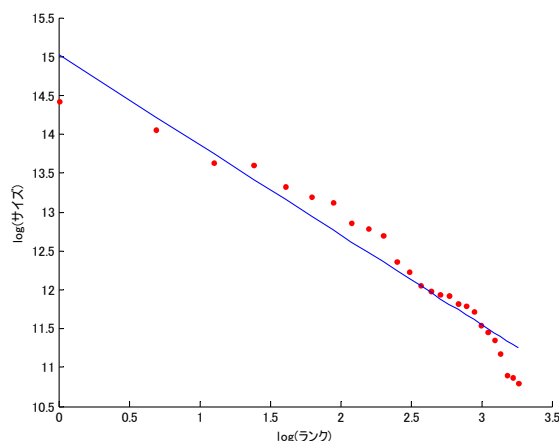


図3 母地域を九州全域，単位地域を，最下位2つを除いた32km統合メッシュとした場合のランクとサイズの関係

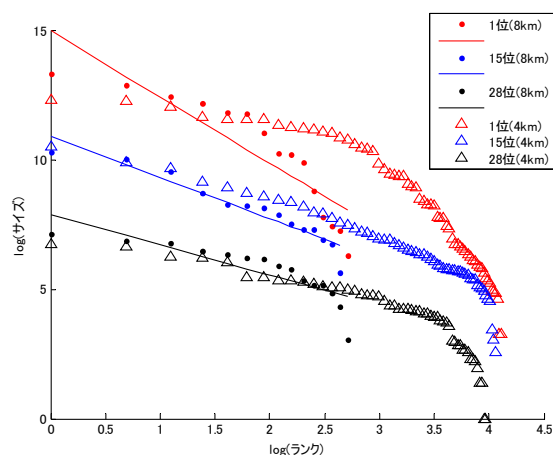


図4 母地域を32km統合メッシュ，単位地域を8km統合メッシュまたは4km統合メッシュにした場合のランクとサイズの関係

4. 母地域の変化分析

4.1 分析結果

次に，28の32km統合メッシュのそれぞれを母地域とし，8km統合メッシュまたは4km統合メッシュを単位地域として分析を行う。

図4は，代表的なものとして，人口規模が1位である32km統合メッシュ、15位である32km統合メッシュ、28位である32km統合メッシュのそれぞれを母地域とした分析の結果を示している。図の軸は図2と同様である。また，4km統合メッシュを単位地域とする場合は「△」，8km統合メッシュを単位地域とする場合は「●」でプロットした。赤色，青色，黒色の曲線は，それぞれ，母地域が1位，15位，28位の32km統合メッシュである場合を示す。

また，表2は，8km統合メッシュを単位地域とした場合の分析結果をまとめたものである。それぞれの32km統合メッシュを母地域にする場合について， α の推定値と決定係数，単位地域数を示している。なお，母地域は人口規模の多い順に並べてある。

表2 母地域を32km統合メッシュ，単位地域を8km統合メッシュとした場合の推定結果

順位	1	2	3	4	5	6	7
α	2.43	1.62	1.62	1.18	2.10	2.11	1.76
決定係数	78.6	69.2	89.8	59.6	82.7	85.0	78.6
サンプル数 (単位地域数)	15	15	13	15	12	12	16
順位	8	9	10	11	12	13	14
α	1.44	1.09	1.73	1.59	1.90	2.05	1.23
決定係数	60.6	84.5	82.0	72.8	78.5	88.5	87.9
サンプル数 (単位地域数)	16	16	16	15	16	14	12
順位	15	16	17	18	19	20	21
α	1.69	2.26	1.53	1.71	1.14	1.84	1.46
決定係数	88.8	91.2	70.7	71.9	90.5	84.1	85.0
サンプル数 (単位地域数)	14	15	16	12	14	16	16
順位	22	23	24	25	26	27	28
α	1.23	1.35	2.04	1.72	1.53	2.33	1.44
決定係数	63.1	77.0	86.6	68.3	57.9	89.8	73.2
サンプル数 (単位地域数)	16	16	16	16	16	13	15

さらに、表2の結果から、 α の推定値と決定係数がそれぞれ母地域の順位とどのような関係があるかを図示したものが、図5と図6である。

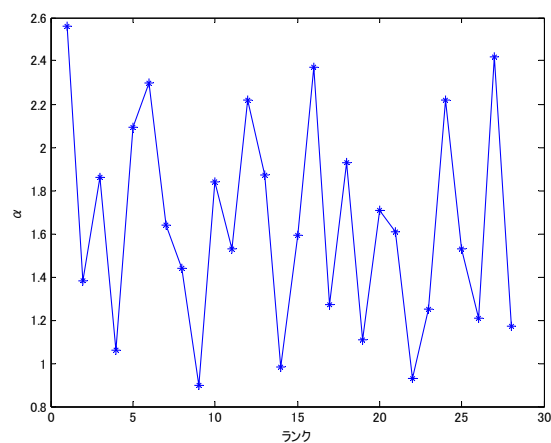


図5 母地域を32km統合メッシュ、単位地域を8km統合メッシュとした場合のランクと α の推定値の関係

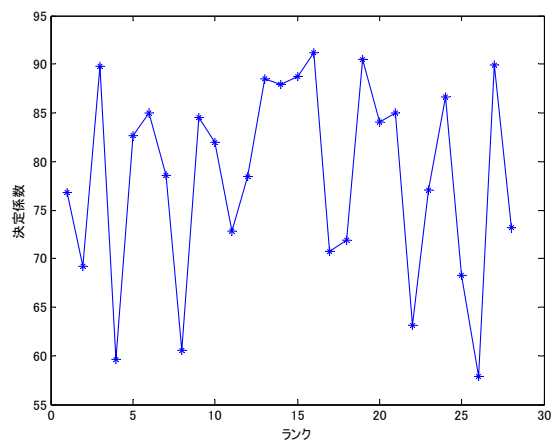


図6 母地域を32km統合メッシュ、単位地域を8km統合メッシュとした場合のランクと決定係数の関係

4.2 考察

図4で、母地域が異なる3つのケースのそれぞれ

れについて、4km統合メッシュを単位地域とする場合（「△」で表されている）と8km統合メッシュを単位地域とする場合（「●」で表されている）を比較すると、後者の方が直線の当てはまりが良くなっていることがわかる。つまり、単位地域が大きいほど、線形性が高まる傾向がある。これは、3節で分析した母地域が所与である場合と同様の結果である。3つのケースのいずれでも、下位の単位地域が凹関数的に変化してランク・サイズルール of 当てはまりを悪くしているが、この効果は単位地域が大きくなるほど縮小する。その結果、単位地域が大きくなると決定係数高くなり、 α は低くなるのである。

また、図5より、母地域のランクと α の推定結果の間に相関がないことから、ランクに関するサイズの弾力性は母地域の大きさに依存しないことがわかる。したがって、母地域が大きいからと言って、必ずしも、順位が落ちることで単位地域のサイズが大きく下がるわけではない。

5. まとめ

本研究により、形式地域を用いた分析でも、ある地域を構成するより小さな地域に関してランク・サイズルールが成立することが明らかになった。また、ある地域とそれを構成する小さな地域との関係は、その小さな地域とそれを構成するさらに小さな地域との関係と同型的である、ということがわかった。つまり、全体と部分に関して同型的な関係が存在する。これは、これまでに注目されることのなかった性質である。

謝辞

本研究を行うにあたっては、李召熙氏、河端瑞貴氏、栗原拓也氏、小木戸亮氏より貴重なコメントをいただいた。記して感謝する。

参考文献

金本良嗣，徳岡一幸，（2002）” 日本の都市圏設定基準”，「応用地域学研究」 No. 7 pp. 1-15.
Christaller, W., 1933). Die Zentralen Orte in Süddeutschland. Jena: Gustav Fischer.
（クリスタラー、『都市の立地と発展』、江沢譲爾訳、大明堂（1969））。