

ランダムストリップを用いた市街地整序化に関する分析

申請中 筑波大学 大学院
01111251 立正大学
01013930 国土技術政策総合研究所
01009480 筑波大学

*加古 捺巳 KAKO Natsumi
小林 隆史 KOBAYASHI Takafumi
石井 儀光 ISHII Norimitsu
大澤 義明 OHSAWA Yoshiaki

1. はじめに

日本の都市計画において、土地地区画整理事業に代表される市街地整備は、これまで全国各地で実施されてきた。市街地整備が積極的に行われた背景には、モータリゼーションを受けての道路の直線化がある。それまでの徒歩のみを対象とした細く曲がっていた道路は直線化され、幅員も広がった¹⁾。

このような市街地整備によって街区の細分化が進む中でも、整序化にあらがいがら存在している敷地の例として、神社を取り上げる。神社のような長い歴史を持つ大規模な施設は、土地にしみ込んだ歴史を映し出し、都市景観にアクセントをつけてくれる。一方で、市街地整序化のために、敷地形状の縮小や変形などを伴う換地や減歩に留まらず、移転をも余儀なくされた神社は少なくはない。このような整序化にあらがえなかった神社は、地域の一体感へ貢献しているとも捉えられるが、他方で、味気のない全国共通の画一的な街並み創出に一役買ったとも言える。そこで、本研究では、市街地整序化以前からある既存敷地が、敷地整序化の圧力にあらがっている度合いを数量的に示すことを目的とする。

2. 理論

本研究では、「整序化にあらがっている」ということを「ランダムストリップが敷地と交わる」と考え、あらがっている度合いを、交わる本数の期待値を基準値として評価する。ランダムストリップとは、積分幾何学の分野で用いられてきた「ランダムライン」²⁾にライン幅の概念を加え一般化したものである：図1左参照。ランダムストリップを用いることで幅員を考慮でき、より現実に近い値で分析可能となる。ここでは、対象領域 K をよぎるランダムストリップ M が敷地 K_1 をもよぎる数の期待値を求める：図1右参照。ランダムラインを基盤とする都市解析研究は多いが³⁾、ランダムストリップを用いた都市計画研究は、著者らが知る限り皆無である。

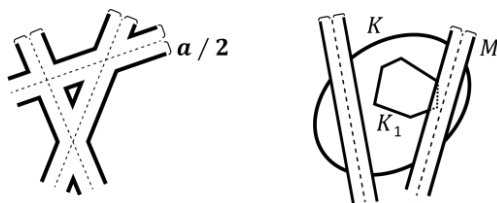


図1 ランダムストリップとあらがう敷地

まず、図1右のように、ランダムに分布するストリップ M が対象領域 K と敷地 K_1 とを同時によぎる確率を p とする。Santalo(1976)⁵⁾より、確率 p は次のように簡潔に表せる：

$$p = \frac{L_1 + \pi a}{L + \pi a}. \quad (1)$$

ただし、 a はストリップの幅、 L は対象地域の凸周長、 L_1 は敷地の凸周長である。ここで、 m 本のランダムストリップが対象領域 K をよぎったとすると、それが敷地 K_1 をもよぎる本数の期待値は mp であり、式(1)より、

$$mp = m \frac{L_1 + \pi a}{L + \pi a} = \frac{L_1 + \pi a}{\pi a} \cdot \left(m \cdot \frac{\pi a}{L + \pi a} \right). \quad (2)$$

J を K に含まれるランダムストリップ面積、 F を対象地域 K の面積とすると、ランダムストリップが m 本あるときの J の期待値は、次のように解析的に表せる⁵⁾：

$$J = F - \frac{L^m}{(L + \pi a)^m} F. \quad (3)$$

ここで、式(2)を m や L を使わない表現に変換することで、現実の道路網へ適用する。テーラー展開を用いて計算をすると、求める期待値は以下のように表せる。一次近似では、

$$mp = \frac{L_1 + \pi a}{\pi a} \cdot \frac{J}{F}. \quad (4)$$

さらに、二次近似では、

$$mp = \frac{L_1 + \pi a}{\pi a} \left(1 - \sqrt{1 - 2 \frac{J}{F}} \right). \quad (5)$$

以上のモデル化により、次の二点に分かった。第一に、敷地と交わる道路本数の期待値 mp はストリップ面積率 J/F 、ストリップ幅 a 、対象敷地周長 L_1 の関数で近似できる。第二に、その期待値は、両近似ともに、ストリップ面積率 J/F 、敷地周長 L_1 の増加関数となり、道路幅 a の減少関数となる。このように、道路や敷地の影響力を数学的に示す単純な説明モデルである。

3. 応用

3-1 使用データ

名古屋市にある熱田神宮と高座結御子神社を既存敷地として実証分析を行う。二社の周長 L_1 は、Google Map (2019年) の距離測定機能より、それぞれ 1820m、791m とした。道路幅 a 、道路面積 J 、市域面積 F は、それぞれ名古屋市の統

計データを用いる^{⑧⑨}。市域面積 F については、名古屋市制開始の1889年には約13km²であったが、2019年には約330km²となり、周辺の市町村との合併によって段階的に増加している特徴が見られた。なお、道路幅 a については、道路面積 J を道路総延長で割ることで算出した平均道路幅を用いた。

3-2 データの整理

整序化にあらがう度合いを時系列で比較するために、データの整理を行った。まず、市域面積の異なる年度の比較を行うため、対象範囲を現在の名古屋市中心部を含む1907年の市域に限定することにした。市域・行政区境界データについては、市域の拡大が少ない期間を同一面積とみなし、国土数値情報ダウンロードサービスから、1907~1920年、1937~1956年、1964年以降の3種類を入手した。道路延長データと道路面積データは、行政区ごとに道路幅員別に集計されているデータを活用するが、年度によってはデータに不備がある。したがって、市域境界データと道路データの揃う年度の中から、なるべく年度が均等間隔となるよう1910、1920、1937、1942、1950、1980、2007年という7時点を対象に設定した。

入手した道路延長・道路面積データは、上記の通り各時点における行政区単位の集計値のみであり、対象範囲とした1907年の市域単位の集計データは存在しない。そこで、対象範囲の7時点分の道路延長・道路面積データを面積按分により作成した。幅員のカテゴリー分けは、閾値を5.0mとする二段階区分に揃え、平均道路幅[m]を算出し、表1を得た。

表1 幅員別道路面積と道路幅員

	狭幅員道路 (5.0m未満)		広幅員道路 (5.0m以上)	
	道路面積[km ²]	道路幅[m]	道路面積[km ²]	道路幅[m]
1910	850,896	2.32	343,251	7.20
1920	850,348	1.56	1,036,481	10.39
1937	626,488	1.81	2,367,446	7.62
1942	668,422	1.78	2,654,875	9.71
1950	522,271	1.78	2,074,373	9.62
1980	360,711	3.35	6,180,219	13.78
2007	265,505	3.72	6,538,005	13.76

3-3 分析結果

敷地と交わる道路の本数の期待値について、7時点での計算結果を、道路幅員別に図2と図3に示した。まず、狭幅員道路の結果については三点読み取れる。第一に、1920年にピークがある単峰である。道路幅が積極的に進められたためだと解釈できる。第二に、二社の結果を比較すると、熱田神宮の期待値の方が圧倒的に大きい。敷地規模の影響を受けたと考えられる。第三に、一次近似と二次近似とに大きな差異が見られなかった。道路幅が小さいことに起因すると考えられる。一方、広幅員道路の結果については二点が読み取れる。第一に、狭幅

員道路とは対照的に、期待値が年々増加する。広幅員道路の建設や狭幅員道路の拡幅によると解釈できる。第二に熱田神宮の結果では、一次近似と二次近似とに多少の差異が見られた。

以上より、本研究では、小さな敷地よりも大きな既存敷地の方が整序化にあらがっていること、広幅員道路が増え道路面積密度が上がった現代において既存敷地がよりあらがうこと、これらを解析的に証明した。

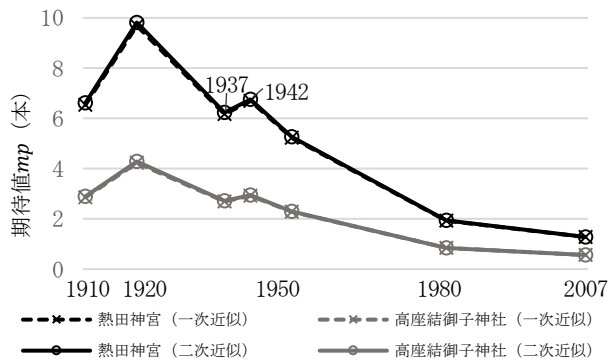


図2 狭幅員道路における期待値の変化

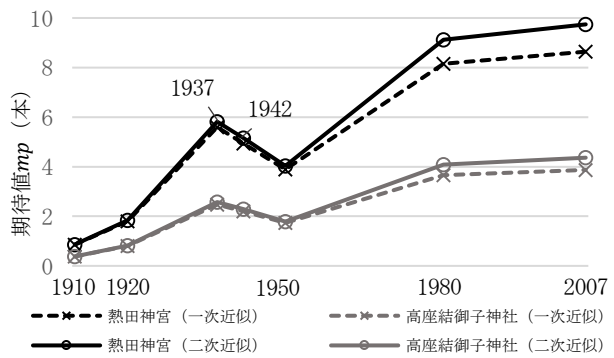


図3 広幅員道路における期待値の変化

参考文献

- 1) 名古屋市計画局・名古屋都市センター (1999) : 「名古屋都市計画史 I」, 名古屋都市センター.
- 2) 腰塚武志 (1977) : 「積分幾何学について(1)~(5)」, オペレーションズ・リサーチ, 21(9),21(10),21(11),21(12),22(1).
- 3) 栗田治 (1997) : 任意の領域の道路延長を推定する公式—Thickness 関数を用いた腰塚の推定公式の一般化—, 32, pp.145-150.
- 4) 高森賢司, 大澤義明, 腰塚武志 (2011) : 山アテ道路景観の地域比較分析—筑波山を対象とし Crofton の定理を用いて—, 都市計画論文集, 46(3), pp.379-384.
- 5) L. Santalo (1976) : *Integral Geometry and Geometric Probability*, Cambridge University Press.
- 6) 名古屋市総務局行政部統計課 (1989) : 「名古屋百年の年輪長期統計データ集」, pp.185-186, 名古屋市.
- 7) 愛知県名古屋参事会 (1900~1910) : 「名古屋市統計年報」, 名古屋市.
- 8) 名古屋市役所 (1910~1942) : 「名古屋市統計書」, 名古屋市.
- 9) 名古屋市緑政土木局路政部道路利活用課 (1966~2017) : 「名古屋市道路統計」, 名古屋市緑政土木局.