

都市の道路ネットワークの複雑性に影響を及ぼす地理的条件の分析

全日本コンサルタント株式会社 助野祐一郎

1 はじめに

1-1 研究の背景

1983年、Mandelbrotによって「フラクタル」の概念が提唱された。このフラクタルとは、複雑な形態を定量化したときの値であり、この概念を用いることで、都市計画の分野では都市形態の複雑さを定量的に捉えることが可能になった。都市空間とフラクタルの¹⁾先行研究で、日本の都市空間が複雑に作られており、解析対象空間中の道路総面積が大きいほど道路ネットワークの複雑さに寄与していることが判明している。しかし、この先行研究の場合、解析を行った対象空間の範囲が、600m四方(600m×600m)という、絞った空間での研究であった。都道府県単位で複数の市町村を含んだ広範囲の道路ネットワークの複雑性や、歴史や地形などの地理的要素での都市の成り立ちと道路ネットワークの複雑性との関連を明らかになっていないと思われる。

1-2 目的

都市の地形や歴史などの地理的要素と道路ネットワークの複雑性の関連性を探求することを目的とする。道路ネットワークの複雑性の研究でも、国道、都道府県道、高速自動車道の三種類の道路だけに着目した研究にはあまり事例がないので、三種類の道路だけの場合、都道府県ごとにどのような違いが見受けられるかも考えていく。

1-3 対象地区

今回、NPO法人「コンサベーション GIS コンソーシアム ジャパン」からフラクタル解析を行うために使用する道路データを13県ぶん提供を受けた。県を5つのカテゴリー、「大都市」、「地方の中心都市」、「地方都市」、「中規模都市」に分類した。分類の基準には県庁所在地の人口を参考にしており、日本の総人口の1/100の120万人以上の都市を「大都市」とし、表1のようにまとめた。

表-1 対象地区

分類	都道府県	県庁所在地人口 (万人)
大都市	神奈川県	374.9
	埼玉県	130.8
	愛知県	232.8
	福岡県	159.3
地方の中心都市	宮城県	109.0
	新潟県	79.7
	広島県	119.9
地方都市	山梨県	18.8
	岐阜県	40.1
	群馬県	33.3
	熊本県	73.9
	沖縄県	31.8
中規模都市	千葉県	98.0

2 研究の方法

2-1 解析手法

本研究では、二次元画像によるフラクタル解析を行う。解析手法はボックスカウンティング法を用いた。²⁾ボックスカウンティング法とは、画像を一辺の大きさがrの正方形の小領域に分割した後、対象となる図形を含む小領域の個数N(r)を数える方法である。一辺の大きさを変化させ、同様に図形を含む小領域の個数を数える作業を繰り返す。一辺の大きさと数えた小領域の数を両対数グラフにプロットする。この時の近似曲線の傾きがフラクタル次元となる。これを式で表すと(1)式のようになる。

$$N(r) = 1/r^D$$

³⁾二次元画像におけるフラクタル解析でD値は、 $1 \leq D \leq 2$ の範囲の数値で表され、D値が2に近づくほど対象の形態が複雑であるといえる。解析には、アメリカ国立衛生研究所が開発した「ImageJ」を用いた。

2-2 都市空間画像の作成

フラクタル解析で使用する画像を正方形の画像で作成した。県庁所在地のターミナル駅を正方形の中心に配置し、解析範囲の面積が 36km²(6km×6km),100km²(10km×10km),400km²(20km×20km),900km²(30km×30km)の4種類の正方形を用意した。これは、解析範囲が広がった際、都市ごとの複雑さの変位を把握するため4種類用意した。

3 解析結果

フラクタル解析の結果を図3-2に示す。図3-2は各四方のフラクタル次元を数値が高い順に並べた図である。各四方をカテゴリーごとに注目すると、どの四方でもカテゴリーである程度まとまっていることが分かる。赤の「大都市」では、どの四方でも上位に位置している。これは、「大都市」の道路ネットワークが複雑に形成されていることを示している。また、黄色の「地方の中心都市」を緑色の「地方都市」が上回るケースも多く見受けられる。このことから、道路の複雑性は人口の規模に依存していないと思われる。また、そのほかにも、「20km四方」から「30km四方」にかけての沖縄県は順位と数値共に大きく低下している。これは、解析範囲に占める海の割合が増加したためだと考えられる。

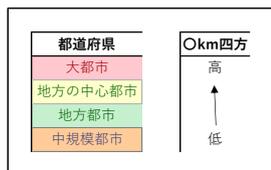


図3-1 凡例

都道府県	6km四方	都道府県	10km四方	都道府県	20km四方	都道府県	30km四方
福岡県(小倉)	1.34	沖縄県	1.37	沖縄県	1.47	愛知県	1.57
福岡県(博多)	1.33	福岡県(博多)	1.36	福岡県(博多)	1.43	岐阜県	1.51
神奈川県	1.32	福岡県(小倉)	1.36	愛知県	1.43	福岡県(博多)	1.49
埼玉県	1.30	新潟県	1.35	埼玉県	1.42	群馬県	1.47
沖縄県	1.29	神奈川県	1.34	群馬県	1.42	埼玉県	1.47
千葉県	1.28	岐阜県	1.34	新潟県	1.41	福岡県(小倉)	1.46
岐阜県	1.27	山梨県	1.33	福岡県(小倉)	1.41	山梨県	1.45
熊本県	1.27	埼玉県	1.31	山梨県	1.41	熊本県	1.45
新潟県	1.26	群馬県	1.31	熊本県	1.39	新潟県	1.45
山梨県	1.26	愛知県	1.30	岐阜県	1.38	沖縄県	1.44
群馬県	1.26	千葉県	1.29	広島県	1.38	神奈川県	1.40
愛知県	1.26	広島県	1.28	神奈川県	1.38	千葉県	1.38
広島県	1.25	熊本県	1.27	千葉県	1.34	宮城県	1.37
宮城県	1.18	宮城県	1.24	宮城県	1.34	広島県	1.37

図3-2 各四方のフラクタル次元

4 重回帰分析

4-1 変数の設定

4)重回帰分析とは、ある結果(目的変数)を説明する際に、関連する複数の要因(説明変数)のうち、どの変数がどの程度、結果を左右しているのかを関数の形で数値化し、それを元にして将来の予測を行う統計手法である。今回、目的変数と「30km四方のフラクタル次元」とした。

4-2 分析の結果

モデル分析の結果、道路ネットワークを複雑性に影響を与えやすい要素として、「城下町」、「森林地域の面積割合」、「最近大都市圏までの距離」であることが判明した。「城下町」の項目の係数が正、その他の二つの項目の係数が負であるので、「城下町である」と道路ネットワークをより複雑にする方に影響を与え、「森林地域の面積割合」と「最近大都市圏までの距離」が増加すると道路ネットワークを複雑にしない方に影響を与えることを示している。

表4 モデル分析結果

	係数
切片	1.446
城下町	0.085
大都市圏までの最短距離	-0.0001
森林地域の面積割合	-0.002

5 まとめ

今回、道路ネットワークの拡がり、複雑性を分析した。当初では、道路ネットワークの複雑性は都市人口に依るものと予測していた。しかし、分析の結果、人口ではなく都市の発起源が影響を及ぼしていることが判明した。今後、発起源に着目した分析や、都市の拡がりや道路ネットワークの関連性をコンパクトシティなどのまちづくりの分野にも活かせることを期待している。

6 参考文献

- 1)酒見浩平 フラクタル解析を用いた日本の都市空間の複雑さに関する研究
- 2)高安秀樹 「フラクタル」 朝倉書店 2013
- 3)児野武郎 表面粗さ曲線のフラクタル解析 2010
- 4)今野紀雄 「統計学 最高の教科書」SB クリエイティブ 2019