

ポテンシャルモデルによる地方都市の空間構造の分析

Analysis of the Special Constructions in Local Cities Using Potential Model

佐々木昭士*・渡辺晴子**・田中大介**

By Shoji SASAKI, Haruko WATANABE and Daisuke TANAKA

1. はじめに

地方都市の多くは、地形の制約を受けた可住地域から構成され、都市機能の分布も空間的には複雑な状況となっている。現在、これらの状況に関する数理的な解析は少ないようである。そこで、可住地域の周辺の形状が都市機能の分布に影響を及ぼしている状況を解析するモデルについて検討した。

また、地方都市は、政令指定都市を除くと、都心への一点集中型とみなされる。しかし、人口や商店・事業所などの都市機能の分布をみると、都心からの距離だけでは数理化できないようである。そこで、都心から可住地域境までの距離を考慮したモデルを構築することにした。

2. ポテンシャルモデル

地形の制約がなければ、Burgessの同心円理論でも明らかであるが、図-1(イ)のように、都市機能は都心を中心とした同心円に近い分布になることが予想される。地形の制約があると、図-1(ロ)のように、都市機能は可住地域に相似な分布になっている。そこで、ポテンシャルを導入して都心を中心とした都市機能の分布を数理的に表示するモデルを考えた。ただし、都心を最大、可住地域境で最小のポテンシャルを境界条件とした。

2次元のラプラス方程式を曲座標で表し、ポテンシャルの全方向を均一にすると、

$$\frac{d^2\phi(r)}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\phi(r)}{dr} = 0$$

キーワード：都市計画

*正会員 工博 九州工業大学教授 工学部設計生産工学科
(〒804 北九州市戸畑区仙水町1-1 Tel.093-884-3107)

**学生会員 九州工業大学大学院工学研究科

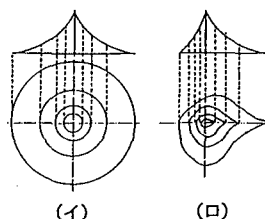


図-1 都市機能の分布

となる。上式の $\Phi(r)$ の解は、指数関数で表されるので、

$$\Phi(r) = \Phi_0 \exp(-r/r_0)$$

ここで、 Φ_0 は都心、すなわち $r=0$ におけるポテンシャルで、都心からの一定距離 r_0 を基準とする。 r_0 と r の比で表すことができる。

以上より、都心の値と基準距離によって、都市機能の分布をポテンシャルに相似させることが可能となる。

この研究ではメッシュデータを使用するのでメッシュは一定間隔の格子に相当し、差分法の適用に好都合である。ただし、標準メッシュは水平と垂直の比が1.267となるので距離が異なった長方形の格子として計算する必要がある。

ラプラス方程式は

$$\nabla^2 \Phi(x, y) = 0$$

ここに、 $\Phi(x, y)$: 地点 (x, y) におけるポテンシャルを水平距離 h_x 、垂直距離 h_y とする格子座標による差分形式に改めると

$$\begin{aligned} & \{\Phi(i+1, j) - 2\Phi(i, j) + \Phi(i-1, j)\}/h_x^2 \\ & + \{\Phi(i, j+1) - 2\Phi(i, j) + \Phi(i, j-1)\}/h_y^2 = 0 \\ \Phi(i, j) = & \{\Phi(i+1, j) + \Phi(i-1, j)\}h_y^2/(h_x^2 + h_y^2) \\ & + \{\Phi(i, j+1) + \Phi(i, j-1)\}h_x^2/(h_x^2 + h_y^2) \end{aligned}$$

ここに、 $\Phi(i, j)$: 格子点 (i, j) 直交座標のポテンシャルは上式を緩和法で数値計算する。

3. モデルによる分析方法

ポテンシャルモデルによる都市構造の分析の流れを、図-2に示す。

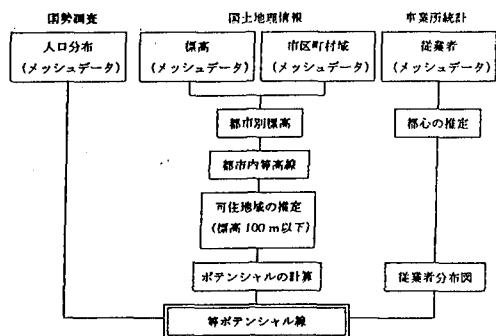


図-2 分析の流れ

図-2に示すように、まず、標高から可住地を推定する。臨海部の都市では、標高0mと100mの間に挟まれた地域を可住地とし、内陸の盆地では、標高0mと150mの間に挟まれた地域を可住地とする。この境界区域境をポテンシャルの境界条件とする。なお、標高には、1/4メッシュ(約250m)を使用した。

九州地方の都市における人口、従業員数の分布の分析結果から、福岡、北九州市両政令指定都市を除くと各都市の都心は、一点集中型の都市とみなされる。商店従業員数と事業所従業員数はいずれも最大となる地点(メッシュ)は一致している。したがって、商店従業員数と事業所従業員数との和が最大となる地点(メッシュ)を都心とした。

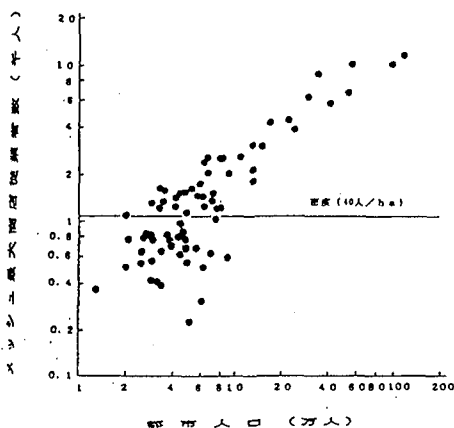


図-3 人口と都心の商店従業員数

九州地方の都市人口とメッシュ最大商店従業員数との関係を図-3に示す。図のように人口規模の大きい都市ほどメッシュ最大商店従業員数も大きくなる傾向にある。人口1万人以下の都市では、中心人口市街地の形成まで至っていないことから、商店従業員数も少なく、都市によって分散も大きい。

これらの計算によるポテンシャルは、メッシュごとに求められているので各メッシュの他の指標と対応しているので容易に比較分析をすることができる。また、空間構造を検討するには分布などの2次元で表示するためには、等ポテンシャル線を等高線と同様な方法で描くことによって図示できる。

4. モデルの適用

九州地方の都市へポテンシャルモデルを適用して、都市構造の分析を行った。

まず、比較的地形の制約の少ない佐賀市について分析する。佐賀市の等ポテンシャル線を図-4に示す。都心を100とし、可住地境を0としている。

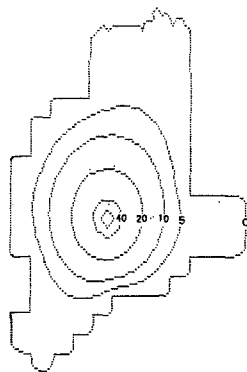


図-4 等ポテンシャル線(佐賀市)

図-4より、等ポテンシャル線は、都心を中心として、境界に近い曲線になっている。地形の制約が少ない佐賀市でもこのように等ポテンシャル線は境界に近い曲線となっている。

佐賀市における各地点のポテンシャル値と都心からの距離の関係を図-5に示す。図より、ポテンシャルと都心からの距離は、ほぼ指数関数で示され、都心からの距離が等しくても、ポテンシャルにはばらつきがみられる。都心から地区境までの距離が方向による相違によってばらつきが生じている。

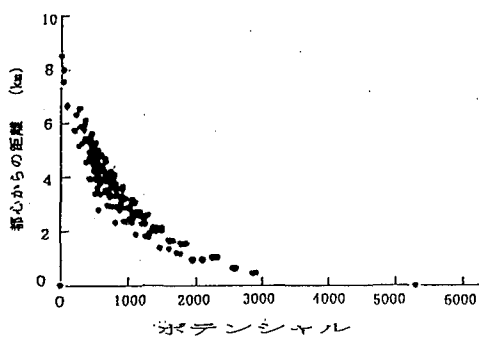


図-5 ポテンシャルと都心からの距離 (佐賀市)

佐賀市におけるポテンシャルと商店・事業所従業者数の関係は図-6のように、直線に近くなっている。

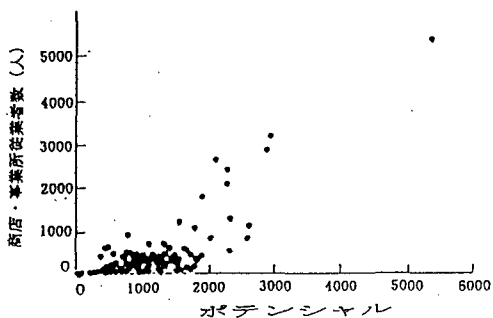


図-6 ポテンシャルと商店・事業所従業者数 (佐賀市)

図-7は熊本市の等ポテンシャル線を示す。北東に点在する0のポテンシャル線は、標高100m以上の森林によるもので、ポテンシャルの歪みが生じている。このように、熊本市の可住地は比較的に広いが、市域内に森林などが存在するために、都市機能の分布にも違法性が生じている。

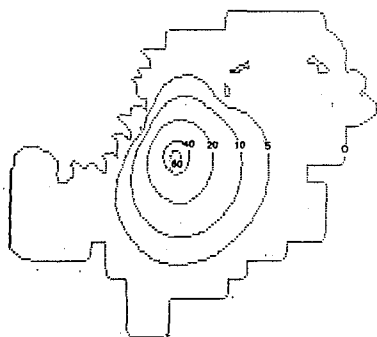


図-7 等ポテンシャル線 (熊本市)

図-8のポテンシャルと都心からの距離は、佐賀市の場合に比較し、ばらつきが大きいために、指数分布

ではあるが、幅の広い曲線群からなっている。

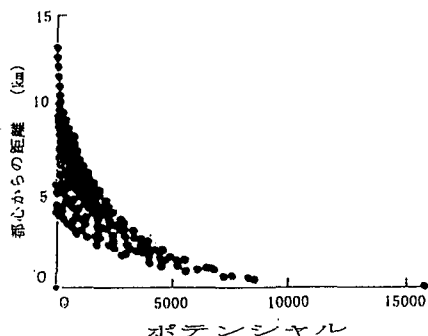


図-8 ポテンシャルと都心からの距離 (熊本市)

商店・事業所従業者数とポテンシャルの関係は図-9のように直線に近くなっているが、従業者の少ない地点が比較的多く、都心への集中度が少ないようである。

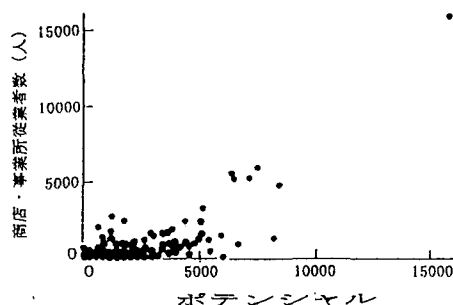


図-9 ポテンシャルと商店・事業所従業者数 (熊本市)

図-10は、リアス式海岸線に沿って線状の可住地域からなる長崎市におけるポテンシャルと都心からの距離を示す。図のように南北方向だけの可住地の伸びが存在するが、他の方向は海と山に制約を受けているので、図のような曲線となっている。

図-5の佐賀市、図-8の熊本市、この図-10の3枚を比較すると、可住地の空間分布特性が明らかとなる。

図-11は諫早市の等ポテンシャル線を示す。人口8.7万人の干拓の農業と長崎市の後背地である地方都市で図のように山と海に挟まれた都市である。

また、図-12は、中九州の内陸盆地の都市である日田市のポテンシャル線を示す。

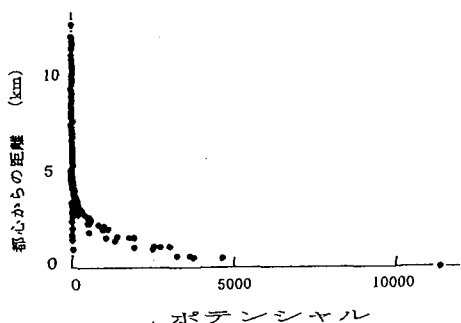


図-10 ポテンシャルと都心からの距離（長崎市）

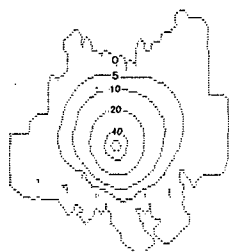


図-11 等ポテンシャル線（諫早市）

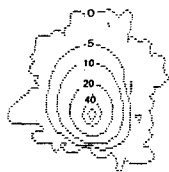


図-12 等ポテンシャル線（日田市）

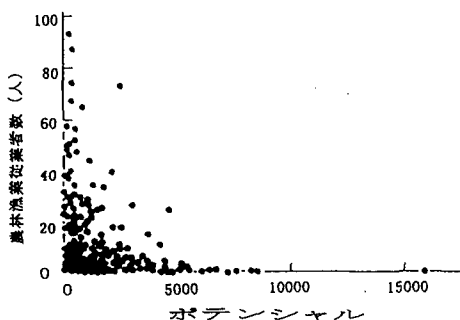


図-13 ポテンシャルと農林漁業従業者数（佐賀市）

図-13は、佐賀市における農林漁業従業者数とポテンシャルの関係を示すもので、図-6で示した商店・事業所従業者数とポテンシャルの関係と比較すると都市機能を表示する第3次産業と第1次産業の分布がポテンシャルを尺度としてポテンシャルの大きい

地域に第3次産業、小さい周辺部に農業が分布している状況を明示することが出来る。

5. ポテンシャルと地方都市の空間構造

地方都市は海と山などに挟まれた可住地域に都市機能が分布している。一方、都心は過去の歴史的な経過によって現在の位置に形成されている。

この両者については、各都市によって異なっているが、都心と可住地域は固定されたものとみなすと、この研究のようなポテンシャルを尺度にして、空間構造の分析が考えられる。

都市機能として、商店・事業所従業者数を指標として、その空間分布をポテンシャルを尺度にして分析した。空間分布には多くの要素が重なることから、単純な分布で表示することが出来ない。しかし、多くの都市で明らかなように、ほぼポテンシャルに近い分布となっている。各都市の都市機能の詳細な分布はこのポテンシャルを尺度として分析し得ることを明らかにした。

都心からの距離とポテンシャルの値の分布から、各都市の空間構造、すなわち線状、放射状か、また可住地域境の変化の大小などについて明らかにした。

地方都市の空間構造は、複雑ではあるが、その分布特性を数量的に明示するモデルとしてポテンシャルは有効であり、今後、このモデルによる各都市内部の諸機能分布を分析する方法を検討する。

標高、市町村域は国土地理院の国土情報、従業者数、人口は、国勢調査（平成2年度）の各メッシュデータを使用した。

参考文献

- 1) 国土地理院：数値地図ユーザーガイド，日本地図センター，(1994)
- 2) 日本統計協会：データファイル説明書（平成2年国勢調査）
- 3) 日本統計協会：データファイル説明書（平成2年事業所統計）

謝辞

本研究の実施に当たり、九州工業大学都市計画研究室の諸氏の協力を得た謝意を表する。