

## 論文の内容の要旨

論文題目 敷地形状と建物棟数密度及び道路延長密度に関するモデル分析

一敷地一建物の原則及び格子状の道路網パターンに基づいて

氏名 薄井 宏行

望ましい住環境を実現するためには、現行の建物形態規制を再考する余地があると指摘されている。建物形態は敷地形状と建物形態規制に依存する一方で、敷地形状の多様さは建物形態を多様にするため、その結果として実現する住環境を把握することは困難だからである。従って、現行の建物形態規制を再考するためには、地域における敷地形状を分析することで、その現状を把握することが重要である。ところが、個々の敷地形状に関する空間データを入手することは容易でない。

このような背景を踏まえて、本論文では、個々の敷地形状が未知のとき、地域における敷地形状を分析する手法を検討する。建物形態を規定する指標として、敷地の間口と奥行に着目し、地域における敷地の平均間口及び平均面積（ネット）をそれぞれ間口及び面積とする矩形敷地を「モデル敷地」と定義する。このとき、「モデル敷地」の奥行は、地域における敷地の平均間口に対する平均面積（ネット）の比として定義される。

「モデル敷地」の形状は、地域における建物棟数密度と道路延長密度のバランスに依存する。一方で、建物棟数密度と道路延長密度は、それ自体が地域における平均的な住環境を反映する。前者は地域における建物間の平均相隣距離や建蔽率を反映し、建物の近傍における通風の良し悪しや火災発生時における延焼リスクを反映する。また、後者は地域における移動の効率性を反映する。このように、両者は、住環境の保健性、安全性、利便性及び快適性を反映する。そこで、「モデル敷地」の形状と建物棟数密度及び道路延長密度の関係を理論的かつ実証的に考察することで、地域における平均的な住環境を反映する密度指標値と敷地形状の平均像との関係を論じる。

第1章では、研究の背景と目的、既往研究の整理と本論文の位置づけ、論文の構成そして実証分析において使用する空間データを明確にしている。

第2章では、モデル敷地の間口、奥行、及び間口奥行比と建物棟数密度及び道路延長密度の関係について理論的かつ実証的に論じている。また、建物前面後退距離と地域における建物棟数密度及び道路延長密度の関係について論じている。

正方格子状の地域モデルを想定し、地域におけるモデル敷地の間口、奥行、そして間口奥行比を、建物棟数密度及び道路延長密度の関数として定式化することで、1)モデル敷地の間口は建物棟数密度（グロス）に反比例し、かつ道路延長密度に関する上に凸の2次関数となること、2)モデル敷地の間口が最大となる道路延長密度が存在すること、3)モデル敷地の奥行は建物棟数密度に依存せず、道路延長密度、地域の形状及び交差点密度に依存すること、4)モデル敷地の奥行は道路延長密度の凸関数となること、5)モデル敷地の間口奥行比は道路延長密度の単調減少関数となること、6)建物棟数密度（グロス）の増加はモデル敷地の奥行の増加に寄与する一方で、道路延長密度の増加はモデル敷地の間口の増加に寄与することを理論的に示している。

また、東京23区を対象に、モデル敷地の間口、奥行、そして間口奥行比の分布を示し、1)最頻値はそれぞれ11m, 16m, そして1.4であること、2)モデル敷地の間口と奥行の大小関係を決定する基準は道路延長密度の単調減少関数で与えられること、3)モデル敷地の間口奥行比の分布は道路網の充実度と比較して建物棟数密度が高い地域と低い地域を示していることを明らかにしている。

さらに、地域における建物前面配置自由度の平均  $\bar{D}_{Free}$  に着目し、1)  $\bar{D}_{Free}$  は道路延長密度の単調減少関数であること、2)道路延長密度が低い地域ほど、道路網整備は  $\bar{D}_{Free}$  の減少に寄与する一方で、道路延長密度が高い地域では、道路網整備よりもネットの実建蔽率を緩和するほうが  $\bar{D}_{Free}$  の減少に寄与すること、3)東京23区における  $\bar{D}_{Free}$  の最頻値は5mであること、4)モデル敷地の奥行と間口奥行比の変化に対して、モデル敷地の奥行に対する建物前面後退距離の平均  $\bar{D}_s$  の比及び  $\bar{D}_{Free}$  に対する  $\bar{D}_s$  の比は概ね安定傾向にあり、 $\bar{D}_{Free}$  の約半分を  $\bar{D}_s$  に割り当てる傾向にあることを示している。

一方で、第2章では、これらの結果を得るために、以下の三つの仮定を設けている。

第一に、正方格子状の地域モデルを仮定している。ところが、実市街地における地域の形状及び道路網パターンは不定形である。このため、想定する地域の形状及び道路網パターンの違いがモデル敷地の間口、奥行及び間口奥行比の算出結果に及ぼす影響を考察する余地が残されている。

第二に、地域における敷地の平均奥行と平均間口奥行比を考える代わりに、モデル敷地の奥行と間口奥行比を考えている。なぜなら、敷地の平均奥行や平均間口奥行比は、建物棟数密度や道路延長密度を用いて直接的に定式化することができないためである。

第三に、地域に存在するすべての建物について、建物と道路の近接性が成立することを仮定している。

上記の三つの仮定の妥当性について、第3章から第6章において論じている。

第3章では、道路延長密度が同じとき、想定する地域形状及び道路網パターンの違いが、敷地の平均間口の算出結果の違いに及ぼす影響を理論的に考察している。その結果、1)地域形状が正方形でない地域において、地域形状は正方形と想定するとき、道路網パターンがランダムパターンの場合における敷地の平均間口  $\bar{F}_R$  は実際よりも短くなること、2)想定する道路網パターンに関らず、敷地の平均間口が等しくなるような道路延長密度  $\lambda_0$  が存在する一方で、 $\lambda > \lambda_0$  のとき、その差は  $\lambda$  の2乗に比例して急速に拡大することを明らかにしている。

また、実市街地を対象に、想定する地域形状及び道路網パターンの違いが敷地の平均間口の算出結果に及ぼす影響を検証した結果、1)地域形状を正方形と想定することによる、 $\bar{F}_R$  の算出結果の違いはほとんど生じないこと、2)想定する道路網パターンの違いによる、敷地の平均間口の算出結果の違いは、平均5%であり、最大でも約20%であること、3)道路網パターンがランダムパターンをなす地域における敷地の平均間口は、格子状パターンをなす地域における敷地の平均間口よりも短くなるものの、その程度を実市街地において検証した結果、両者の差の平均は約4%であり、最大でも約20%であることがわかった。加えて、4)実市街地における道路延長密度は  $\lambda_0 < \lambda < \lambda_R^*$  の範囲に分布すること、5)  $\lambda$  と  $\lambda_0$  の乖離度を確認した結果、その最頻値は0.2であることを明らかにしている。

さらに、想定する地域形状及び道路網パターンの違いがモデル敷地の奥行の算出結果に及ぼす影響を検証した結果、正方格子状パターンを想定するとき、1)地域形状が細長いほど、モデル敷地の奥行の相対誤差は大きくなること、2)正方格子状パターンを想定する場合と実市街地における地域形状及び道路網パターンを考慮する場合の両者における交差点密度の大小関係によって、モデル敷地の奥行の相対誤差に及ぼす影響は異なること、3)正方格子状パターンを想定するとき、実市街地における地域形状及び

道路網パターンを考慮する場合と比較すると、モデル敷地の奥行は約10%短くなることを明らかにしている。

従って、モデル敷地の間口及び奥行を算出するために、規範的な道路網パターンとして正方格子状パターンを想定するとき、これらの性質を考慮する必要があることを指摘している。

第4章では、地域における敷地の平均奥行を簡便に推定する方法について論じている。

まず、ノンパラメトリック検定の一つである、二種類の変数の値が既知の場合の条件付検定を用いる方法に基づいて、地域における敷地間口と敷地奥行の独立性を検定する方法を構築している。

つぎに、道路網パターンが格子状の地域として東京都墨田区石原3丁目、不規則な地域として東向島5丁目を選定し、敷地の間口と奥行の独立性を検定した結果、有意水準1%のもとで、敷地間口と敷地奥行の独立性は成立することを明らかにしている。また、敷地の平均奥行 $\bar{D}$ と敷地の平均間口に対する平均面積の比 $\bar{s}/\bar{F}$ の相対誤差を算出した結果、1)石原3丁目の場合は4%、東向島5丁目の場合は21%であること、2)両者の町丁目において、 $\bar{s}/\bar{F}$ は $\bar{D}$ を過小に推定することを明らかにしている。とくに、東向島5丁目のように、道路網パターンや建物配置が不規則である場合、 $\bar{D}$ と $\bar{s}/\bar{F}$ の相対誤差は大きくなる傾向にあり、その差の程度は17%となることを明らかにしている。

第5章では、面ボロノイ分割を用いる方法に基づいて建物と道路の近接性を定義し、バッファ領域を用いる方法ほどの程度の精度で建物と道路の近接性を判定できるのか検証している。東京都文京区千駄木2丁目を対象に、道路境界線からの最適バッファ距離 $BF^*$ を算出した結果、 $BF^*$ は4mであることを明らかにしている。また、擬似面ボロノイ分割を用いる近接性判定方法とバッファ領域を用いる近接性判定方法の判定精度比較を行った結果、後者の方法では、道路に対する壁面後退距離が長い建物について判定精度が劣るものの、両者の近接性判定精度の差は0.2%から3.3%であることを明らかにしている。さらに、当該町丁目における建物のうち、15%から18%の建物は道路に近接しないことを明らかにしている。一方で、分析に要する時間を比較した結果、後者の方法は前者の方法の約11分の1である。従って、近接性判定精度と分析に要する時間と手間を勘案すれば、バッファ領域を用いる近接性判定方法は、擬似面ボロノイ分割を用いる近接性判定方法の代替的方法として用いることができるという結論を得ている。

第6章では、道路境界線からの最適バッファ距離を簡便に推定する方法を構築している。

既往研究で得られた知見に基づいて、任意の町丁目における道路境界線からの最適バッファ距離は、町丁目の平均敷地面積（グロス）をもつ正方形敷地の奥行 $D$ に線形比例すると仮定している。建物棟数密度を用いて任意の町丁目における正方形敷地奥行 $D$ の値を算出し、 $D$ が10m, 12.5m, 15m, 17.5m, 20mとなる町丁目を選定し、選定した町丁目における道路境界線からの最適バッファ距離を算出している。道路境界線からの最適バッファ距離を被説明変数とし、正方形敷地奥行を説明変数とする単回帰分析（ただし、定数項は0とする）を行った結果、道路境界線からの最適バッファ距離は正方形敷地奥行に比例定数0.35を掛ければ推定可能であることを明らかにしている。決定係数は0.74である。従って、算出が容易な建物棟数密度を用いて道路境界線からの最適バッファ距離を簡便に推定できることを明らかにしている。

また、本推定方法を用いて、東京23区の各町丁目における建物と道路の近接性を判定し、道路に近接しない建物棟数の割合を算出した結果、1)当該割合の度数分布は単峰性を有すること、2)平均と最頻値

はそれぞれ21.1%と20%であること, 3)東京23区のすべての町丁目の約半数において, 当該割合は20%未満となること, 4)都心部とくに格子状の道路網パターンをもつ町丁目では, 当該割合は10%未満となる一方で, それ以外の町丁目では, 当該割合は20%前後となることを明らかにしている.

比例定数 0.35 は, 都市計画的にも興味深い数値である. 簡単なモデルを構築することによって, 道路境界線からの最適バッファ距離の都市計画的な意味を理論的に見出すことを試みた. その結果, 道路境界線からの最適バッファ距離は, ある町丁目における前面道路境界線からの平均的な建物壁面後退距離であることを明らかにしている. これは, 敷地所有者が法律を遵守して建築面積を最大化しようとした結果であると解釈できる. また, 正方形敷地奥行  $D$  に対する建物壁面後退距離の比  $\beta$  を導出し,  $D$  に対する  $\beta$  の感度分析を行った結果,  $\beta$  の増加率は  $D$  の通減関数であることを明らかにしている. これは, 比例定数 0.35 の安定性を保証する上で重要な示唆を与える.

第7章では, 本論文の総括と今後の課題について述べている.

主な結論はつぎのとおりである.

個々の敷地形状が未知のとき, モデル敷地に着目することで, 地域における敷地形状を分析する手法を検討した. 現実の都市空間は, 様々な形状をもつ敷地とその集合である街区, そして街区の集合と互いに双対関係にある道路網で構成される. このような不定形の都市空間における敷地形状の平均像を捉えるために, 1)正方格子状の地域モデル, 2)敷地の間口と奥行の独立性, 3)一敷地一建物の原則を想定する妥当性を検証した. その結果は, 第3章から第6章までに各章において述べているとおりである. もし, 1)から3)までを想定することが妥当であるならば, a)モデル敷地に着目すること, b)不定形の都市空間を正方格子状の地域モデルに変換することは妥当であり, c)第2章におけるモデル敷地の形状分析の結果は, 現実の都市空間における敷地形状の平均像を捉えたものであるといえよう.