

職住複合形式による最適職住配置パターンの多様性

01205430 筑波大学 鈴木 勉 SUZUKI Tsutomu

1. はじめに

欧州の都市では都心にも人が住まい、休日でも人通りが絶えないことは、オフィス街に特化した日本の大都市の都心部の状況と対比されながら、時折耳にすることである。欧州では5~6階建の1~2階の部分店舗や事務所とし、2~3階以上の部分を住宅として利用するパターンが多いが、我が国では都心でも戸建住宅が多く、店舗や事務所ビルとは別々の敷地に建てられることが一般的である(従って、たとえ住宅が立地したとしてもグロス人口密度は低密にならざるを得ない)。本稿は職住複合形式の違い、すなわち、欧州のような職住が同一敷地の上下にある場合(これを混合形式と呼ぶ)と、日本のように別々の敷地に分けられている場合(これを分離形式と呼ぶ)とで、通勤距離・業務移動距離の和を最小とする最適職住配置のパターンがどのような影響を受けるかについて論じることを目的とする。

2. 混合形式での最適職住配置パターン

本稿では、[2]の通勤・業務総距離最小化による立体職住配置モデルの考え方をそのまま用いることにする。等質の(2n-1)個のゾーンからなる1次元都市があるとし、ゾーン中心間の距離は1としておく。このそれぞれのゾーンに、無数の建物からなる従業員・住宅床を積み上げることを考える。

混合形式では、図1(a)に示すように、従業員床が地上に接する階下に配され、住宅床はその上部に設置される。但し、ゾーン内部でそれぞれの階高は一定としておく。そして従業員床と住宅床の間に通勤交通が、従業員相互間に業務交通が発生し、その経路は一旦地上を経由するものとする。従業員間に発生する業務移動数は距離に依存せず、発着地の就業者数に比例するものとする。一般性を失うことなく従業員床の単位高さ当たり就業者密度を1とすると、水平及び垂直方向全ての通勤距離 D_c^I 、業務移動距離 D_b^I は以下のようになる[2]。

$$D_c^I = \sum_i \sum_j d_{ij} c_{ij} + \gamma \sum_i \left\{ (w_i + \frac{ar_i}{2}) r_i + \frac{w_i}{2} w_i \right\}$$

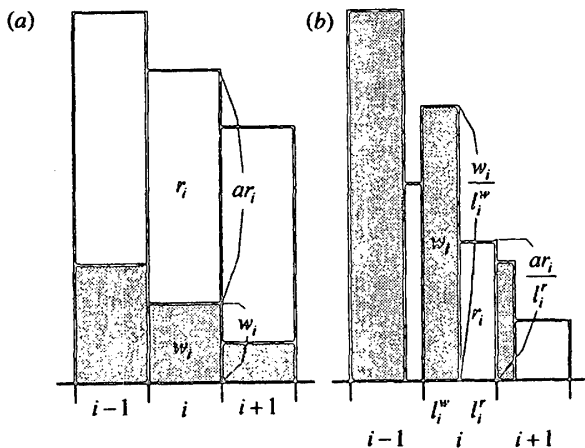


図1 職住複合形式 ((a)混合形式, (b)分離形式)

$$D_b^I = \frac{\alpha}{V} \sum_i \sum_j \{ (d_{ij} + \gamma \frac{w_i + w_j}{2}) w_i w_j \}$$

但し、

$d_{ij} = |i-j|$: ゾーン ij 間の距離 ($d_{ii}=1/3$),

c_{ij} : ゾーン i から j に通勤する就業者数,

r_i, w_i : ゾーン i に居住・勤務する就業者数,

a : 一人当たり職場床面積に対する住宅床面積の比,

α : 1人当たり業務移動発生数(業務移動発生率),

γ : 水平移動に対する垂直移動の重み(垂直負荷),

V : 全人口

である。従って、総人口一定のもとで総移動距離を最小化する問題は、

$$\begin{aligned} \min_{(c_{ij})} \quad & D^I = D_c^I + D_b^I \\ \text{s.t.} \quad & \sum_j c_{ij} = r_i, \quad i=1, \dots, 2n-1, \\ & \sum_i c_{ij} = w_j, \quad j=1, \dots, 2n-1, \\ & \sum_i \sum_j c_{ij} = V, \\ & ar_i \leq \bar{h}, \quad i=1, \dots, 2n-1, \\ & c_{ij} \geq 0, \quad i=1, \dots, 2n-1; j=1, \dots, 2n-1 \end{aligned}$$

と表される。但し最後の式は、居住部分の最高高さを \bar{h} とする住環境維持のための居住密度制約である。

$n=25, V=15, a=6, \gamma=2$ としたときのこの問題の解は、図2(a)のようになる (γ は職住各々の全体の分布形状に影響するが、相対的な職住配置パターンには影響しないので、定数としておく)。但し、対称性から中央を含めた右側 n ゾーンのみを示している。

a が小さい場合は従業員床は各ゾーンに広がり、住宅床はこれに合わせるようにつくられるが、 a が大きくなるに連れ従業員床は中心に偏り、住宅床も中心寄りに高層化する。居住密度制約を考慮した場合は、住宅が郊外に立地せざるを得ないケースでは、それに伴って従業員床も郊外に引き寄せられることが分かる。しかし、どの場合についても、従業員床が極端に集中するパターンは見られない。

3. 分離形式での最適職住配置パターン

一方、分離形式では、図1(b)のように、従業員床と住宅床はどちらも地上に接し、それぞれ別々の場所に設置される。但し、混合形式と同様、ゾーン内部でそれぞれの階高は一定とする。通勤交通、業務交通も同様に発生し、地上を経由するものとする。この場合、水平及び垂直方向全ての通勤距離 D_c^S 、業務移動距離 D_b^S は以下の通りである。

$$D_c^S = \sum_i \sum_j d_{ij} c_{ij} + \gamma \sum_i \left\{ \frac{w_i}{2l_i^w} w_i + \frac{ar_i}{2l_i^r} r_i \right\}$$

$$D_b^S = \frac{\alpha}{V} \sum_i \sum_j \{ [d_{ij} + \gamma (\frac{w_i}{2l_i^w} + \frac{w_j}{2l_j^w})] w_i w_j \}$$

但し、

l_i^r, l_i^w : ゾーン i における住宅床・従業員床の占める長さ

である。同様に、総移動距離を最小化する問題は、

$$\begin{aligned}
 \min_{(c_{ij}, l_i^s, l_i^w)} \quad & D^S = D_c^S + D_b^S \\
 \text{s.t.} \quad & \sum_j c_{ij} = r_i, \quad i=1, \dots, 2n-1, \\
 & \sum_i c_{ij} = w_j, \quad j=1, \dots, 2n-1, \\
 & \sum_i \sum_j c_{ij} = V, \\
 & \alpha \bar{h}^r \leq l_i^s, \quad i=1, \dots, 2n-1, \\
 & l_i^s + l_i^w = 1, \quad i=1, \dots, 2n-1, \\
 & c_{ij} \geq 0, \quad i=1, \dots, 2n-1; j=1, \dots, 2n-1, \\
 & l_i^s \geq 0, l_i^w \geq 0, \quad i=1, \dots, 2n-1
 \end{aligned}$$

となる。但し最後の式はゾーン*i*内の土地制約である。

$n=25, V=15, a=6, \gamma=2$ のときの解は図2(b)のようになる。これを見ると、 α が小さい場合は職住が混在し、大きくなるに連れて郊外から職住が分離されてくるのが分かる。また、居住密度制約が厳しくなるにつれ混在の部分が減少し、分離立地する傾向が読みとれる。分離形式の場合は、業務移動発生率や居住密度制約が大きい場合に、従業床の最適配置は集中立地となることが分かる。

4. 職住複合形式によるパターンの違い

両者を比較すると、混合形式/分離形式のどちらを採用するかで、多様な最適職住配置パターンが生み出されることが分かる。混合形式では都市全体が見た目にもコンパクトになる一方、分離形式では空隙が生じてしまうために、都市全体が広く高くなる。また、居住密度制約がある場合、分離形式では α がそれほど大きくななくても従業床が集中してしまう（東京の現状ケース？）が、混合形式にすれば同条件でも分散が望ましい状態になる。

職住配置が同じならば、目的関数の値は分離形式より混合形式の方が小さくなる（図3）が、必ずこうなることが式より証明できる。つまり、混合形式にすれば従業床が分散する場合でも総距離を小さくすることができる。

5. 結論と課題

以上のように、職住が混合形式か分離形式かどうか、職住配置パターンに大きく影響することが明らかとなった。これは、冒頭に述べた欧州と日本の職住配置の違いが職住複合形式に依拠している可能性を示すものであるが、職住複合形式というミクロスケールの違いが職住配置というマクロスケールを支配してしまうという意味で興味深い。なお、本稿では移動のために必要な道路空間を捨象して考えたが、この考察は今後の課題である。

本研究は平成9年度筑波大学学内プロジェクト研究からの助成に基づく研究成果の一部である。

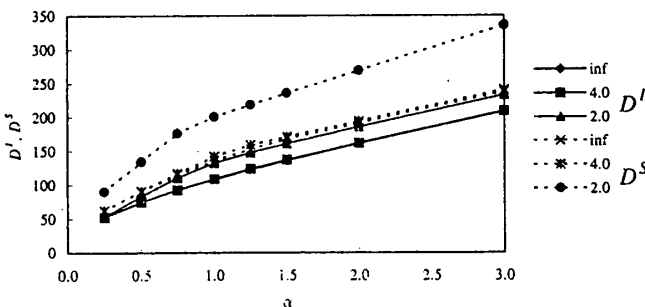


図3 D^I, D^S の比較

参考文献

- [1] (財)日本住宅総合センター (1994): 都心居住のための複合型住宅開発, 調査研究レポート No.90216, 平成6年7月.
- [2] 鈴木 勉 (1997): 職住分布と立体都市形態の最適化統合モデル, OR学会春季研究発表会アブストラクト集, 6-7.

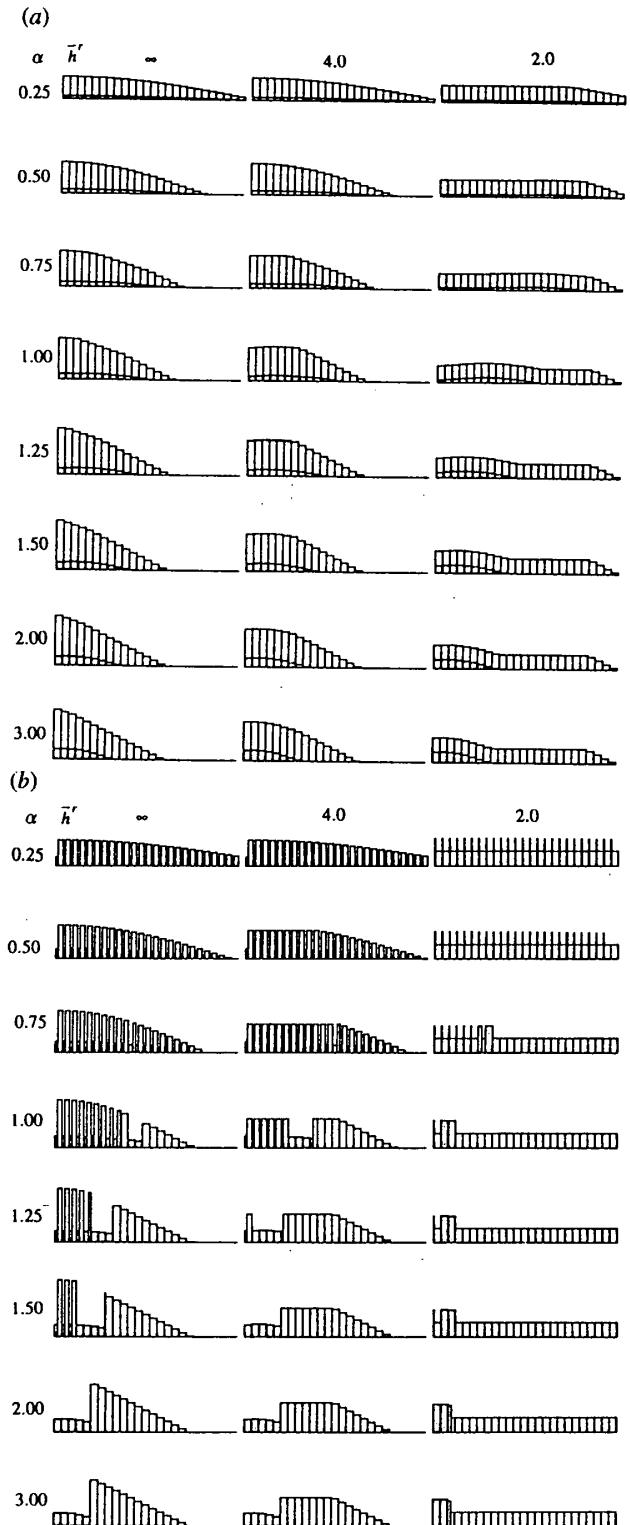


図2 α, \bar{h}^r の違いによる最適職住配置
(a)混合形式, (b)分離形式; 白抜:住宅床, 網掛:従業床