

N-100

交通混雑緩和のための都市成長管理と誘導方策

○愛媛大学大学院 学員 矢島徹也
愛媛大学工学部 正員 柏谷増男
愛媛大学工学部 正員 朝倉康夫

1. はじめに

著者らはこれまで、道路網容量を考慮した最適土地利用配分モデルを用いて都市成長管理に関するシステム分析を行ってきた。このモデルより得られる結果は計画者による土地利用配分であり、現実的には実行できない。本論文では、むしろ何らかの方策を用いて各主体の立地行動を誘導することを検討する。具体的には、混雑区間に大きく影響を与えるゾーンへの立地に負荷を与えることが、交通面からみて好ましい立地パターンへの立地の誘導に有効か否かをモデルを用いて分析する。

2. 都市成長管理モデル、立地配分モデルの定式化

まず都市成長管理モデルとして、道路網容量を考慮した最適土地利用配分モデルを以下のように定式化する。このモデルは、道路リンクの容量制約とゾーンの面積制約のもとでフロア地代総額を最大にするような需要床面積の効率的配分を求めるものであり、都市成長管理で目標とすべきひとつの都市像を表していると仮定する。

(モデル1)

$$\max. Y = \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} \beta_{ik} \cdot X_{ik} \quad (1.1)$$

sub.to

$$\sum_{i \in I} X_{ik} = D_k = S \cdot D_k^0 \quad \text{for all } k \in K \quad (1.2)$$

$$\sum_{k \in K} (X_{ik} + G_{ik}) / u_k \leq N_i \quad \text{for all } i \in I \quad (1.3)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{k \in K} Q_{ia} \cdot \alpha_k \cdot (X_{ik} + G_{ik}) \leq R_{\max} \cdot C_a \quad \text{for all } a \in A \quad (1.4)$$

$$X_{ik} \geq 0 \quad \text{for all } i \in I, k \in K \quad (1.5)$$

各変数は、 X_{ik} : ゾーン i における立地主体 k の立地床面積 (決定変数)、 Y : 対象地域全体でのフロア地代総額 (目的関数値)、 β_{ik} : ゾーン i における立地主体 k の付け値、 D_k : 対象地域全体での立地主体 k の需要床面積、 D_k^0 : 需要床面積の基準値、 S : 需要床面積パラメータ、 G_{ik} : ザーン i における立地主体

k の既存立地床面積、 u_k : 地区環境条件のみを考慮した立地主体 k の容積率、 N_i : ザーン i の立地可能敷地面積、 Q_{ia} : 影響係数、 α_k : 立地主体 k の発生交通原単位、 C_a : リンク a の交通容量、 $R_{\max}$: リンク切断判定基準である。ここで、影響係数 (Q_{ia}) はゾーン i から発生した交通の内リンク a を利用するものの割合である。

式(1.1)は対象地域全体でのフロア地代総額を最大化することを示す。式(1.2)は、立地主体ごとの対象地域全体での需要床面積に関する制約式である。式(1.3)は、各ゾーンの立地可能敷地面積の制約式である。式(1.4)は、リンク a に生じる交通量をリンク容量によって制限している制約式である。式(1.5)は、立地主体別床面積 (X_{ik}) の非負条件である。しかし、現実的には各立地主体はゾーンの付け値のみを考慮して立地ゾーンを決定し、リンク容量制約式は機能し得ない。また立地はモデル1のように一括に行われるのではなく順次立地していく。したがって、リンク容量を考慮することなく、いわば早いもの勝ちに各立地主体が立地し、その結果として、混雑リンクの交通量は容量を大きく上回り、渋滞が生じることになる。

3. 道路混雑緩和政策を考慮した土地利用配分モデル

計画的な立地配分を行わなければ、多くの道路区間で交通量が容量をオーバーすることがわかった。道路施設の拡張が困難な現在では、これを改善するためには各立地主体を混雑区間に影響を与えにくいゾーンに立地するよう誘導する必要がある。このための制度としてはゾーン別の立地補助金制度や用途地域指定制度が考えられる。これらの制度が実施されたとすると付け値は変動するので、混雑区間への影響が大きいゾーンの付け値を差し引くことで道路混雑緩和の観点からの立地誘導政策を表現するようなモデルを提案する。定式化したモデルを以下に示す。

(モデル2)

Step 1: 繰り返し回数 $m=1$ とする。

Step 2: 以下の式で付け値を計算し直す。

$$\tilde{\beta}_{ik}^{(m)} = \beta_{ik} - \sum_{a \in A} \lambda_a^{(m)} \cdot Q_{ia} \cdot \alpha_k \quad (2.1)$$

$$\lambda_a^{(m)} = \lambda \frac{R_a \cdot C_a - V_a^{(m)}}{R_{\max} \cdot C_a - V_a^{(m)}} \quad (2.2)$$

Step 3: m回目の床面積を以下のモデルで配分する.

$$\max. Y = \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} \tilde{\beta}_{ik}^{(m)} \cdot X_{ik}^{(m)} \quad (2.3)$$

sub.to

$$\sum_{i \in I} X_{ik}^{(m)} = D_k = S \cdot D_k^0 \quad \text{for all } k \in K \quad (2.4)$$

$$\sum_{k \in K} (X_{ik}^{(m)} + G_{ik}^{(m)}) / u_k \leq N_i \quad \text{for all } i \in I \quad (2.5)$$

$$X_{ik}^{(m)} \geq 0 \quad \text{for all } i \in I, k \in K \quad (2.6)$$

Step 4: 既存床面積及びリンク交通量を更新する.

$$G_{ik}^{(m+1)} = G_{ik}^{(m)} + X_{ik}^{(m)} \quad (2.7)$$

$$V_a^{(m+1)} = V_a^{(m)} + \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} Q_{ia} \cdot \alpha_k \cdot X_{ik}^{(m)} \quad (2.8)$$

Step 5: 全需要床面積を配分し終われば計算終了. そうでなければ $m=m+1$ として Step 2 へ.

変数は, λ_a : リンクaに固有のパラメータ, λ : パラメータの基準値, R_a : 付け値のみを考慮して順次立地させたときのリンクaの混雑度, $V_a^{(m)}$: リンクaの既存交通量である. 式(3.1)では, 付け値のみを考慮して順次立地させたときに交通が集中しやすく, 残存リンク容量が小さいリンクへの影響係数が大きいゾーンほど付け値が多く割り引かれる. このモデルでは, 各ステップの立地配分による道路混雑状況を調べながら付け値が繰り返し計算し直される.

4. モデル2を用いた立地誘導政策の考察

松山市を対象として立地誘導政策の効果を分析した. まず, 立地誘導政策を行わなかった場合を想定して, モデル2で付け値の割り引きを行わない配分を行った. これをケース1とする. 次に, 立地誘導政策を行った場合を想定して, モデル2による配分を行った. これをケース2とする.

4.1 使用データ

対象道路網は松山都市圏の平成2年度道路網に平成12年度までに事業化されている道路を加えたものである. β_{ik} は各ゾーンの立地主体別平均地価から算出した. D_k^0 は昭和55年から平成3年までに立地した床面積を, アパート, 住宅, 商業, 工業, 業務, その他の主体ごとに集計したものを用いた. N_i は, 松山広域

計画総括図より市街化区域の面積のみを求めた. u_k は, 現況容積率を参考にして求めた. Q_{ia} は, 平成12年度の推定OD交通量を対象道路網に配分して求めた. C_a , α_k は, 昭和55年度パーソントリップ調査のデータより求めた. λ は, この値を順次変化させて D_k を一括配分し, 混雑率が1.25を超えるリンクの数が最も少なかった $\lambda=0.6$ を用いた.

4.2 試算結果

$S=1.0$ として10等分割配分でケース1, ケース2を計算した結果, 混雑率が標準的な1.25を超えたリンクを表-1, 及び表-2に示す. ケース1では, 交通混雑を全く考慮せずに各立地主体が可能な限り付け値の高いゾーンに立地するので, 多くの道路区間で交通量が容量をオーバーすることがわかる. これに対しケース2では, なおも混雑区間が残るものの, ケース1に比べて道路混雑が緩和されていることがわかる. ここで $S=1.0$ でモデル1を計算し, その付け値総額とケース2の付け値総額を比較すると, モデル1の付け値総額が3,810億円であるのに対して, ケース2では3,811億円となり, ほぼ同じ値となった. ケース2の付け値総額がやや上回るのは, 3本のリンクで交通量が容量を超えていることから, より付け値の高いゾーンに配分されているためであると思われる.

5. おわりに

混雑区間に大きな影響を与えるゾーンへの立地に負荷を与えることで, 道路混雑を抑えることができる立地パターンに各主体の立地を誘導することが可能であり, その場合の付け値総額は規範的な立地パターンのときとはほぼ同じになることがわかった.

表-1

ケース1で配分した結果
混雑率が1.25を超えた
リンク

表-2

ケース2で配分した結果
混雑率が1.25を超えた
リンク

リンクNo.	リンク容量 (台/日)	混雑率	リンクNo.	リンク容量 (台/日)	混雑率
リンク①	33000	1.323	リンク①	33000	1.352
リンク②	33000	1.257	リンク②	10500	1.343
リンク③	10500	1.292	リンク③	10500	1.313
リンク④	10500	1.357			
リンク⑤	12100	1.591			
リンク⑥	10500	1.615			
リンク⑦	10500	1.418			
リンク⑧	33000	1.798			
リンク⑨	10500	1.320			
リンク⑩	12100	1.313			
リンク⑪	10500	1.291			