

大都市圏の土地利用シミュレーションモデルに関する研究

京都大学工学部 正員 天野 光三
 愛媛大学工学部 正員 柏谷 増男
 京都大学大学院 学生員 ○ 安藤 朝夫

1. はじめに

大都市圏における土地利用パターンの予測に際しては、単に個々の立地主体に注目するのみならず、主体相互間の連関関係にも留意する必要がある。また、現実の立地は各種の都市活動の結果として実現されるものであるから、都市活動のストック面での分析はフロー面からの分析と結合されてはじめて、完全なものとなると考えられる。本研究はそのような総合的大都市圏土地利用シミュレーションモデルの開発を目指すものである。

2. モデルの基本的構成

モデル全体は、きわめて大規模なものとなるため、本研究では地域と活動の階層性を導入することによって、モデルの総合性をそこなうことなく、操作可能性を高めることを試みる。すなわち、地域のレベルとしては

- 圏域 [Rレベル]: 対象圏域全体
- 地域 [Lレベル]: 圏域内のまとまった都市地域(例: 都県)
- 地区 [Dレベル]: さらに細かい日常生活圏など(例: 都市)

の3つを想定し、これに対応して活動をその需給の均衡する領域の広さに応じて、それぞれRレベル活動, Lレベル活動, Dレベル活動の3レベルに分割する。

ここでは紙数の都合上、とくに産業立地に関する部分をとりあげて論ずる。その目的は、より上位のモデルから与えられる対象圏域全体での活動別従業者数ないし設備資本投資額を、前期以前のストック・フローの分析結果を用いて圏域内各地区に配分し、あわせて活動別の土地面積を推定することにある。そのために次の5つのサブモデルを想定する。

- (1) 地価サブモデル: 今期の地価を推定する。
- (2) 除却サブモデル: 既存の都市的土地利用の空間的除却とそれに伴う移転立地需要を算定する。
- (3) 産業立地配分サブモデル: 住宅建築を除く各活動の従業者数, 設備資本量を各地区に配分する。
- (4) 住宅立地配分サブモデル: 人口配置を推定。
- (5) 土地調整サブモデル: 従業者, 人口, 設備資本などの空間的分布に対応して, 地区別の土地利用の予測を行なう。

以下、産業立地配分サブモデルについて、その具体的内容を述べる。

3. 立地配分の基本的考え方

モデルは原則として、今期の圏域全体でのストックの変動量を各地区に配分することを通じて、今期のストック量を決定するという形をとる。そこでまず、変動量の配分を定式化する際の基本的考え方について述べる。

いま7期の地区dにおけるストック量が前期の情報を用いて

$$S^d(t) = f^d(t-1) \quad (i)$$

で与えられるとき、その地区配分率は

$$S^d(t) / \sum S^d(t) = f^d(t-1) / \sum f^d(t-1) \quad (ii)$$

したがって圏域全体でのストック量 $\sum S^d(t)$ は

$$S^d(t) = (f^d(t-1) / \sum f^d(t-1)) \sum S^d(t) \quad (iii)$$

のように地区dに配分される。差分演算子 Δ を $\Delta f(t) = f(t) - f(t-1)$ によって定義し、(iii)式の両辺にこれを施せば、

$$\Delta S^d(t) = \frac{f^d(t-1)}{\sum f^d(t-1)} \sum \Delta S^d(t) + \frac{f^d(t-1) \sum f^d(t-2) - f^d(t-2) \sum f^d(t-1)}{\sum f^d(t-1) \sum f^d(t-2)} \sum S^d(t-1) \quad (iv)$$

したがって変動量 $\sum \Delta S^d(t)$ の配分率は

$$\frac{\Delta S^d(t)}{\sum \Delta S^d(t)} = \frac{f^d(t-1)}{\sum f^d(t-1)} + \frac{f^d(t-1) \sum f^d(t-2) - f^d(t-2) \sum f^d(t-1)}{\sum f^d(t-1) \sum f^d(t-2)} \frac{\sum S^d(t-1)}{\sum \Delta S^d(t)} \quad (v)$$

で与えられるが、この式による配分は増加地区と減少地区の並存を許すものとなる。もし、(i)式が既存ストックをうまく説明しうるものであれば、この情報を用いる方が直接変動量を説明するよりも長期的には安定した結果を示しうるものと考えられる。

立地配分は地域の階層性に対応して、圏域→地域、地域→地区の2段階に分割して行なう。この場合、地域配分の結果が地区配分のコントロールトータルとして作用するため、地区配分の安定性が増加する。一方需給バランスの仮定から、Lレベル活動の場合、各地域内の需要はすべてその地域内から供給されねばならないため、地域配分では立地選択の自由はないのに対し、地区配分では立地選択の自由が存在する。したがって地域配分と地区配分は異なるモデル式となるはずであり、2段階配分は活動の階層性に対応した配分方法でもあるということが出来る。

4. 産業立地配分サブモデルの構成

このサブモデルは、製造業の立地配分を行なう製造業セクターと、それ以外の活動を扱う非製造業セクターに2分され、前者においては設備資本投資額、後者においては従業者増を被配分指標として定式化を行なう。ただし、農林水産業、鉱業、建設業についてはその性質上、他のすべての活動の立地が決定された後に別途取り扱う必要がある。以下製造業セクターを例にその配分方法を述べる。

まず環境規制は、前期のフロー分析の結果地区dにおけるP物質排出量 $Y_p^d(t)$ が環境基準値を越えた地区には、P物質を排出する活動は新たに立地させないという形で事後的に考慮する。したがって $d \in Q^p(t)$ なる地区dについてのみ立地を考慮すればよい。ここに

$$Q^p(t) = \{d \in \mathcal{D} \mid Y_p^d(t) < P_p^d\} \quad (vi)$$

また複数の公害物質を考慮する場合には、

$$Q^l(t) = \bigcap_p Q_p^l(t) \quad (vii)$$

についてのみ立地を考慮すればよく、 $Q^l(t)$ が空であるような地域 l については、地域配分の段階で立地対象から除くことができる。

$$f_l^j(t) = [\alpha_{l1} \sum_j \alpha_{lj} X_j^l(t-1) + \hat{Y}_l^j] e^{-\lambda_j TF^{lj}} + \alpha_{l2} \sum_j \alpha_{lj} X_j^l(t-1) e^{-\lambda_j TF^{lj}} \quad (viii)$$

で説明されるとする。ここに α_{lj} は投入係数、 X_j^l は l 地域 j 活動生産額、 \hat{Y}_l^j は l 地域内純最終需要、 TF^{lj} は l 間の輸送費、 VL^l は地域 l の平均地価である。したがって(viii)式は、第1項の市場直接性、第2項の原料直接性を地価と割り引いた形となっている。このとき地域 l における設備資本投資額 $\Delta K_P^l(t)$ は、あらかじめ立地の決定されている政策による投資額を $\Delta K_{P_0}^l(t)$ として、

$$K_P^l(t) = \frac{f_l^j(t-1)}{\sum_j f_l^j(t-1)} + \frac{f_l^j(t-1) \sum_j f_l^j(t-2) - f_l^j(t-2) \sum_j f_l^j(t-1)}{\sum_j f_l^j(t-1) \sum_j f_l^j(t-2)} \frac{\sum_j K_P^l(t-1)}{\Delta K_{P_0}^l(t-1)} \quad (ix)$$

$$\Delta K_P^l(t) = K_P^l(t) (\Delta K_{K_0}^l(t) - \Delta K_{P_0}^l(t)) + \Delta K_{P_0}^l(t) \quad (x)$$

で与えられる。したがって $K_K^l(t)$ は

$$K_K^l(t) = (1 - \rho_l) (K_K^l(t-1) - \rho K_K^l(t)) + \Delta K_K^l(t) \quad (xi)$$

ここに ρ_l は l 産業の資本減耗率、 ρK_K^l は地域 l における除却量である。地区配分も同様であり、 $\Delta K_K^l(t)$ が得られたならこれに対して必要土地面積が計算される。その際土地制約をみたすように他の用途との調整を行ない、土地利用を予測するのが土地調整サブモデルである。

5. おわりに

本研究の目的とするような総合的モデルにあっては、個々の定式化は全体との整合性を保つものでなければならぬ。ここでは紙数の都合上製造業セクターの概容を述べるにとどまったが、他の部分についてもこの点に留意した定式化がなされている。しかし未だ不十分な点も多々あると思われるので、今後共モデルの改良を試み、現実の都市計画に適用可能なものにして行きたいと考えている。