

日本道路公団 正・八塚 博

愛媛大学 正 安山信雄

愛媛大学 正 藤目節夫

1. はじめに

都市計画における主要な下位計画として、土地利用計画と交通計画とが上げられる。従来、都市問題に対して主としてどちらか一方からのアプローチが行われて来た。しかし、都市域における土地不足、交通混雑などの問題が大きくなるに従い、これら両者を相互に関連させた総合的な都市計画が要求されている。このような現状把握のもとに、われわれは土地利用計画を交通の側面からとらえることを試みるものである。ここではその基礎的段階として、交通費用最小を目的関数とし、土地利用の増加床面積を各ゾーンに配分するモデルをLP問題として定式化した。

2. モデルの構造

対象地域に土地利用床面積が増加する場合、全域の交通コストの増分が最小となるように、各ゾーンに立地するものと考え、交通コストの求め方の違いによりタイプ1、タイプ2の目的関数を作成した。また、制約条件として、投資額による制約、空地による制約、必要土地利用床面積による制約、増加床面積の制限を設けた。

a). タイプ1

$$\text{目的関数 } Z = \sum_{i,j,r,s} \Delta X_{ij}^{rs} d_{ij} w^{rs} \rightarrow \min \quad \text{---(1)}$$

ΔX_{ij}^{rs} はゾーン土地利用 (use) r からゾーン s へのトリップ数の増分、 d_{ij} はゾーン i , j 間の距離、 w^{rs} は use r , s の組み合わせごとの1交通台キロ当りのコストである。したがって、 Z は全域における交通コストの増加量であり、これを最小化しようとするものである。(1)式における ΔX_{ij}^{rs} は土地利用の増加床面積によって表わすために、まずゾーン s からゾーン s へのトリップ数 X_{ij}^{rs} にグラビティモデルを適用し、(2)式のように表わす。

$$X_{ij}^{rs} = C^{rs} \frac{(A_i^{rs} A_j^{rs})^{B^{rs}} (b_j^{rs} A_j^{rs})^{P^{rs}}}{d_{ij}^{T^{rs}}} \quad \text{---(2)}$$

ここで、 A_i^{rs} はゾーン s へのトリップ1単位が use s

へ発生するトリップ原単位、 b_j^{rs} はゾーン s の床面積1単位が use r から吸収するトリップ原単位である。 A_i^{rs} はゾーン s の現在の床面積である。 C^{rs} は定数および B^{rs} , P^{rs} , T^{rs} はパラメータである。(2)式を全微分することにより次式が得られる。

$$\Delta X_{ij}^{rs} = X_{ij}^{rs} \left(\frac{\alpha_i^{rs}}{A_i^{rs}} \cdot \Delta A_i^{rs} + \frac{\beta_j^{rs}}{A_j^{rs}} \cdot \Delta A_j^{rs} \right) \quad \text{---(3)}$$

ΔA_i^{rs} はゾーン s へのトリップ1単位の増加床面積である。(3)式を(1)式に代入すれば、

$$Z = \sum_{i,j,r,s} w^{rs} d_{ij} C^{rs} \frac{(A_i^{rs} A_j^{rs})^{B^{rs}} (b_j^{rs} A_j^{rs})^{P^{rs}}}{d_{ij}^{T^{rs}}} \left(\frac{\alpha_i^{rs}}{A_i^{rs}} \Delta A_i^{rs} + \frac{\beta_j^{rs}}{A_j^{rs}} \Delta A_j^{rs} \right) \rightarrow \min \quad \text{---(4)}$$

ゆえに、目的関数は ΔA について線形1次式として定式化できた。

b). タイプ2

$$\text{目的関数 } Z = \sum_{i,r} \frac{\partial K}{\partial A_i^{rs}} \Delta A_i^{rs} \rightarrow \min \quad \text{---(5)}$$

ここで K は現在の全域における総交通コストであり、ゾーン s からゾーン s へのトリップ1単位当りの交通コストを w_{ij}^{rs} で表わせば、 K は(6)式のようなになる。

$$K = \sum_{i,j,r,s} X_{ij}^{rs} w_{ij}^{rs} \quad \text{---(6)}$$

したがって、 $\frac{\partial K}{\partial A_i^{rs}}$ は、土地利用床面積の変化による交通コストの変化量であり、これを变形することにより次式が求まる。

$$\frac{\partial K}{\partial A_i^{rs}} = K^i / A_i^{rs} \quad (K^i = \sum_{j,s} X_{ij}^{rs} w_{ij}^{rs}) \quad \text{---(7)}$$

ゆえに、 Z はタイプ1と同様に、交通コストの増加量であり、 ΔA_i^{rs} について線形1次式となる。なお、これは現在の交通パターンが将来も変化しないと仮定できる場合である。したがって、交通パターンを変えないような微小な土地利用増加の場合にのみ適用しうるものである。

c). 制約条件式

上記の目的関数に対して次の制約式を設ける。これは目的関数1、2とも同じものである。

$$i) \text{投資額による制約 } \sum_i k_i \Delta A_i^{rs} \leq K^r \quad \text{---(8)}$$

k_i はゾーン s の地価、 K^r は use r の一期における投

資額の上限である。すなわち、土地利用が増加する場合何らかの投資があるが、ここでは、土地の購入費のみを考えそれを B により、制限したものである。

ii) 空地による制約 $\sum A_i \leq 0$ (9)

0 は i ゾーンの平均階層を考慮した利用可能な空地面積である。これによっても土地利用の増加床面積が制限されるものとする。

iii) 必要土地利用床面積による制約 $\sum A_i \geq B^r$ (10)

都市の一期に必要な土地利用床面積の増加を保障するもので B^r は u, r の必要土地利用面積である。

iv) 増加床面積の制限 $A_i \leq \beta_i A_i^0$ (11)

土地利用床面積の増加がある特定のゾーンに集中することを避けるためのもので、 β_i は過去の資料からトレンドによって求められる増加率である。

また、ここでは、床面積の増加のみについて考えているから $\Delta A_i \geq 0$ となり、したがって本モデルはLP問題として定式化できたことになる。

3) 結果およびその考察

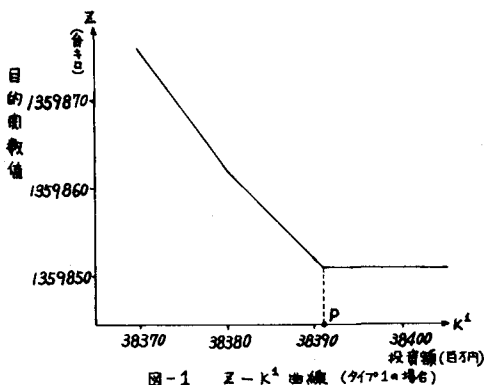
このモデルを大阪市へ適用することにより検証を試みた。ここでは、大阪市を区単位22ゾーンに分割し、土地利用は、1.住宅、2.商業、3.工業、4.事務所、5.その他、の5つに分類した。タイプ1では(4)式における β_i , β_j をすべて1とした。タイプ2における W_{ij} としてはゾーン間時間距離を使用した。タイプ1の計算の結果得られた各ゾーン各土地利用の増加床面積を表-1に示す。これによると、住宅は周辺ゾーンに、商業は都心部を中心に増加し、工業は、港に面したゾーンを中心に立地する、などわれわれの常識と一致する結果が得られている。しかし、この結果は制約式で設けた増加床面積の制限である $\beta_i A_i^0$ とはほとんど一致していることから、本モデルで得られた結果が現実の土地利用の構造と変化を反映して求められたものであるかどうかについては今後の考察が必要であろう。タイプ2についても同様の結果であった。

4) 感度分析

制約式の右辺の数値を操作することにより、これと交通コストとの代替関係に関する情報を得ることができる。一例として、住宅についての投資額 B^1 とタイプ1の交通コストとの代替関係を図-1に示す。この結果より、投資額を P 円以上に増加しても交通コ

表-1 各ゾーン各土地利用の増加床面積 (タイプ1の場合)

$Z = 1360751$ (セキロ) $\times 1000 m^2$					
USE ゾーン	1.住宅	2.商業	3.工業	4.事務所	5.その他
1.北 区	0	236	0.1	970	145
2.東 区	0	1710	0.1	605	24
3.南 区	0	240	1	335	27
4.西 区	0	58	9	650	56
5.浪速区	10.5	86	0.1	547	18
6.天王寺区	11	54	0.1	260	50
7.東住吉区	118	0	21.5	515	88.8
8.西淀川区	29	0	1.5	740	20
9.住吉区	108	17.4	30	845	0
10.西成区	37.5	21	7	406	68
11.旭 区	17	37	2.5	653	38
12.都島区	19	120	5	251	0.1
13.城東区	101	67	36	1065	270
14.東成区	18	26	6	330	45
15.生野区	46	5.5	34	332	141
16.大淀区	9	36	10	163	66
17.東淀川区	147	0.1	46	1957	301
18.大正区	28	45	0.1	176	40
19.港 区	52	40	21	453	16
20.福島区	10	37	9	275	64
21.此花区	30	20	19	290	0.1
22.西淀川区	19	14	71	482	62



ストは減少しないのであるから、交通コストからのみ判断するならば、住宅に対する投資額を P 円以上にすることは有効でないと言える。他の制約式についても同様に求められるであろう。

5) まとめ

ここでは、土地利用の配分に関するモデルを提案したが、本モデルでは交通コストのみしか考慮していないこと、 W_{ij} , W_{ij}^0 の決定が困難であること、操作性に乏しいことなど多くの問題点がある。これらの問題点を考慮したうえで、現実の土地利用の構造と変化を反映しうるモデルを作成する必要があるであろう。