

広島大学 正会員 ○杉 恵 頼 孝
 広島大学 学生員 山 藤 和 彦

1. はじめに

本研究は、交通需要予測の1ステップである土地利用予測のうち、昼間就業人口（以下就業人口と略す）を取上げ、その分布要因を明らかにし、予測の精度を検討しようとするものである。研究対象地域は旧広島市で、そのゾーン区分は昭和42年行なわれたHATSのゾーニング（70ゾーン）を用いた。モデルとしては、回帰分析による方法を採用した。就業人口の分布要因は、(1)利用可能未利用地面積、(2)宅地面積、(3)都心からの所要時間、(4)交通施設への所要時間（距離）、(5)夜間人口、就業人口へのAccessibility（以下ACと略す）、(6)上下水道の整備状況、(7)地価、(8)用途地域制等が考えられるが、本研究はデータ収集の都合上(1)～(5)の要因を取上げた。(5)のACは次式で表わされる。

$$AC_{ij} = \sum_j P_j / T_{ij} \quad \text{①}$$

但し、 AC_{ij} ：iゾーンの夜間（就業）人口へのAC、 P_j ：jゾーンの夜間（就業）人口、 T_{ij} ：ゾーンi-j間の所要時間、 θ ：パラメータ 本研究ではデータの都合上、 T_{ij} はゾーンi-j間の直線距離、 $\theta=1$ とした。就業人口のデータは、昭和38, 41, 44, 47年の専業所統計調査を用いた。

2. 回帰モデルによる要因分析

本研究で用いた回帰モデルは次のようなものである。

$$E = a_0 + \sum_i a_i X_i \quad \text{②}$$

$$E = a_0 \prod_i X_i^{a_i} \quad \text{③}$$

但し、 E ：就業人口、 X_i ：分布要因、

a_0, a_i ：パラメータ

表-1 モデル1, 2による分析結果

就業人口	モデルと 重相関係数	利用可能 未利用地	宅地 面積	都心からの 所要時間	広島駅から 所要時間の 直線距離	鉄道駅から 所要時間の 直線距離	市役所から 所要時間の 直線距離	夜間人口 へのAC	就業人口 へのAC
オ 2 次 人 口	M1 R=0.6994 M2 R=0.6296	* ₁ ③ * ₂ ②	①	②	6	8	5	4	7
			①	4	7	8	6	3	5
			②	3	5	4	6	①	7
			①	3	5	4	6	2	7
オ 3 次 人 口	M1 R=0.7163 M2 R=0.7038	* ₁ 7 * ₂ ⑦	②	③	6	5	④	③	①
			③	6	5	④	④	②	①
			②	③	4	5		6	①
			①	④	③	5		6	②

($*_1$ ：従属変数との相関順位、 $*_2$ ：最終ステップのも値の順位)

まず分析年度を昭和41年とし、 E をオ2、オ3次産業人口（以下オ2、オ3次人口と略す）、 X_i を前章の(1)～(5)の要因として、Stepwise（変数増加型）法による回帰分析を行なった（表-1）。②式による分析をM1、③式による分析をM2と称す。表-1の名モデルの1行目の $*_1$ は従属変数と単相関係数（以下 r と略す）の高い変数から番号をつけたものである。Stepwise法による回帰分析では、この順番に変数が1つずつ増えていく。 $*_2$ は全ての変数が選ばれた時（最終ステップ）のも値の絶対値の大ききの順位を示している。 $*_1$ の○印は各ステップのも検定（危険率10%）で全ての変数が有意であることを示している。○印がないのは、そのステップで有意とならない変数を含んでいることを示している。 $*_2$ の○印は同じく最終ステップで有意となった変数を示している。 R は最終ステップでの重相関係数である。M2で利用可能未利用地面積が変数として含まれていないのは、この変数が零となるゾーンがいくつかあり、③式のモデルの都合上、これを含めることができないためである。

同表によると、 r の高い変数ほど、最終ステップで一般に r 値が大きくなっていることがわかる。オ2、オ3次人口とも宅地面積が主要な要因になっている。これは宅地面積が多くなれば、収容人口も増えるので当然の結果である。モデルによって、どの要因が重要になるかは異なってくるが、オ3次人口については、宅地面積、就業人口へのAC、夜間人口へのAC（あるいは都心からの所要時間）が主要な要因であることがわかる。 R はオ2次よりもオ3次人口の方がよく、M1とM2ではM1の方が少し R が高い。

次に、M1において、従属変数を就業人口密度（人口/宅地面積）に置換ると、従

表-2 モデル3による分析結果

就業人口	R	都心からの 所要時間の 直線距離	広島駅から 所要時間の 直線距離	鉄道駅から 所要時間の 直線距離	市役所から 所要時間の 直線距離	夜間人口 へのAC	就業人口 へのAC	就業人口 へのAC	就業人口 へのAC
オ2次 人口	0.5381	* ₁ 3 * ₂ ①	7	2	5	6	4	8	①
			7	4	2	6	3	8	5
オ3次 人口	0.8962	* ₁ ② * ₂ ④	5	①		7	6	④	③
			②	7		⑥	⑤	③	①

属変数は先の (3), (4), (5) の要因と Linear な関係を持しない。そこで、これらの変数を表-2のように変換して、回帰分析を行なった。これをM3と称す。

表-2をみると、オ3次人口については、M1, M2よりもRが高くなっており、t検定で有意となった変数も増えている。

3. 予測モデルとしての回帰分析

将来の就業人口分布を予測するには、基準年次および過去の分布パターンが重要な要素になると考えられるので、先の分布要因にこれらの要素を含めて回帰分析を行なった。基準年次は昭和41年とし、目標年次は昭和47年である。②, ③式に昭和41年の就業人口を説明変数として含めたモデルをそれぞれM4, M5と称す。②式の従属変数を昭和41~46年の就業人口の伸びとし、昭和38~41年の過去の伸びを説明変数に含めたモデルをM6と称す。前章の分析で用いた要因のうち、宅地面積、就業人口へのACは将来予測が困難なため、本章の分析では省いた。広島駅からの道路距離、鉄道駅からの道路距離は相関度が高く、宇品港からの距離は、要因分析の結果あまり重要でないことがわかったので、同様に省いた。なお、データの都合上、夜間人口へのACは昭和45年、都心からの所要時間は昭和41年の値で代用した。

表-3の分析結果をみると、M4,5はいずれもM1,2よりもはるかにRが高くなっている。M6は就業人口の伸びを従属変数にしているため、Rは前者のモデルに比べて低くなっている。いずれにしても、昭和41年の就業人口のt値が非常に大きく、それ以外の変数としては、広島駅からの道路距離、あるいは都心からの所要時間が有意になっているだけである。

4. 予測モデルの精度

回帰分析によるモデルの精度を従来の人口推計で用いられている簡単な予測モデル「比例配分方式」、「トレンド方式」と比較してみる。比例配分方式とは、昭和47年の対象地域の全就業人口が与えられた時、昭和41年の各ゾーンの人口に比例配分して予測する手法である。トレンド方式とは、昭和41~47年の人口の伸びが与えられた時、昭和38~41年の伸びに基づいて、各ゾーンに配分する手法である。予測の精度比較には次式の% RMS 誤差を用いた。

$$\% \text{ RMS 誤差} = \sqrt{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2 / n} / \bar{y} * 100 (\%) \dots\dots\dots ④$$

但し、 $y_i, \hat{y}_i$: iゾーンの実績値と推計値、 $\bar{y}$: 実績値の平均値、 n : ゾーン数

表-4の結果をみると、回帰分析では、モデル別にそれほど大きな差は見られない。M6は人口の伸びを従属変数にしているため、RはM5,6に比べて低かったが、就業人口の予測に関しては一番精度がよくなっている。M3は就業人口密度を従属変数にしているため、M1,2に比べてRが高かったが、就業人口の予測の精度としては、M1よりも悪くなっている。手法別に比較すると、オ2次人口については、比例配分、トレンド方式のPresent Pattern法、回帰モデルの間には大きな差は見られない。オ2次人口では、基準年次の人口分布パターンが将来の分布にそれほど大きな影響を及ぼさない事がわかった。オ3次人口については、Present Pattern法、回帰分析のM4,5,6がM1,2,3に比べてはるかに精度がよい。これは、予測期間がわずか6年なので、基準年次の人口分布パターンが将来のそれに大きな影響を及ぼしているためである。

そこで、昭和38年を基準年次、昭和47年を目標年次として、両者の間の3次人口の回帰分析を行なうと、Rは0.8196、% RMS 誤差は55.6%となった。予測期間が9年でもM1,2,3に比べて、Present Pattern法の方が精度がよいが、6年間の予測期間に比べてかなり悪くなっている。従って、予測期間がそれよりも長くなると、Present Pattern法による精度は次第に悪くなり、20年のような長期の予測には、M1,2,3のような要因モデルの方が精度がよくなってくることが予想される。

表-3 モデル4,5,6による分析結果

就業人口	モデルと 相関係数	昭和41年 就業人口	昭和38年 人口の伸び	都心からの 所要時間	利用可能 利用地	昭和45年 人口の伸び	広島駅から 道路距離
オ2次人口	M4 R=0.8218	* ₁ ①		② 4	3 3	4 2	5 5
	M5 R=0.8753	* ₁ ①		3 3		4 4	② 2
	M6 R=0.4887	* ₁ ②	③ ①	① 4	4 3	5 5	6 6
		* ₂ ②					
オ3次人口	M4 R=0.9708	* ₁ ①		3 3	4 4	5 5	2 ②
	M5 R=0.9477	* ₁ ①		3 3		4 4	2 2
	M6 R=0.3827	* ₁ ①	2 5	3 3	4 4	6 6	2 ①
		* ₂ ②					

表-4 予測モデルの精度 (%RMS 誤差)

就業人口	比例配分	トレンド	回 帰 分 析					
オ2次人口	82.0	84.8	M1	74.6	M4	75.8		
			M2	83.9	M5	77.8		
			M3	83.6	M6	74.1		
オ3次人口	28.3	25.1	M1	75.9	M4	23.3		
			M2	80.9	M5	24.4		
			M3	76.0	M6	23.3		