

常住人口密度の推移形態について

早稲田大学 土木工学科(正) 大塚 全一
早稲田大学 土木工学科(学) 外尾 一則
早稲田大学 土木工学科(学) O・小川 涉

はじめに

小論は、市街地内の常住人口密度の推移形態を捉える方法を考察することを目的としている。市街地内を国土地理院の基準メッシュ、約500メートルメッシュの地区の連続したものとし、常住人口密度をそれぞれのグレードで11にランクわけし(以下、密度ランクという)、一定期間(昭和45年～50年)における各メッシュの常住人口密度の推移比率を求め、密度ランク間の推移マトリックスを作成した。推移マトリックスのパターンには、相対的上昇パターンと相対的下降パターンの二つのパターンがある。ここでは、各都市のとりうる推移マトリックスのパターンを、都市の諸指標を用いて判読する方法を示すこと、及び将来の推移マトリックスを策定するための簡便手法を提示することを具体的な目的としている。

1. 密度ランク推移マトリックスの特性

1-1. 密度ランク推移マトリックスの作成とその特色⁽¹⁾

市街地のメッシュにおける人口密度が、一定の幅(20%)で定めた密度ランク間を推移する状態を、一定期間における推移形態としてマトリックスに表わしたのが、密度ランク推移マトリックスである。これは9つの市街地人口規模別に作成している(表-1)。

この推移マトリックスについての特色を見ると、小規模都市(I、II)から中規模都市(III～V)にかけては、ゆるやかな変化の傾向から大きな変化の傾向へと移行し、さらに大規模都市(VI～IX)になると増加方向への比重が大きくなる変化の傾向へと転じており、人口規模によって異った推移形態をもつという特色が見られる。また、人口規模別推移マトリックスを用いて、各都市の50年の市街地人口を推定し、実人口と比較してみると、推定値の精度は高く、人口を再現する上での有効性が認められた。

1-2. 推移形態におけるパターンの抽出

11の密度ランクを低密度区分(40%未満)、中密度区分(40～119%未満)、高密度区分(120%以上)の三つに大別する。この三区分別に、密度ランクが一定期間に上のランクへ上昇、下のランクへ下降した割合をみると、次の特色がみられる(なお各密度ランクにおいて上のランクへ上がるものをランク上昇、下のランクへ下がるものをランク下降とここではいう。)。

①低密度区分におけるランク上昇、ランク下降の割合は、各都市において大きな差はない。

②中密度区分における推移形態には、次の二つのパターンが認められる。

(i)ランク上昇の割合がランク下降の割合より大である(これを相対的上昇パターンとする。)。

(ii)ランク下降の割合がランク上昇の割合より大である(これを相対的下降パターンとする。)。

	10	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260
10		0.447	0.466	0.087										
20		0.070	0.489	0.441										
40			0.197	0.505	0.268									
60				0.216	0.612	0.172								
80					0.446	0.432	0.122							
100					0.169	0.593	0.238							
120						0.250	0.625	0.125						
140						0.272	0.364	0.364						
160							0.200	0.600	0.200					
180								0.600	0.200	0.200				
200														
220														
240														
260														

表-1 密度ランクの推移マトリックス(市街地人口規模Ⅱ)

小規模都市においてはiii)のパターンをとる都市が多く、大規模都市では逆にi)のパターンをとる都市が多い。その間の中規模都市では、二つのパターンにわかれている。

③ 高密度区分においては、ランク下降の割合が非常に高く、その傾向は人口規模にかかわらず類似している。

以上のことから、低密度区分、高密度区分の推移形態は、各都市において類似しているとみなせる。しかしながら、中密度区分の推移形態においては、相対的上昇パターンの都市と、相対的下降パターンの都市が存在することが認められ、これを同一の推移マトリックスに表現することは不可能である。この中密度区分の二つのパターンに基づいて対象都市を分類したものが表-2である。この表にみられるように、小規模都市においては相対的下降パターンをとる都市が多く、大規模都市においては相対的上昇パターンをとる都市が多い。小規模から大規模への遷移期にある都市では、一定した傾向はなく、相対的上昇パターンの都市と相対的下降パターンの都市とが混在している。このような二つのパターンの相違を推移マトリックスに反映させるためには、人口規模別に作成した推移マトリックスを、さらに二種類にわけて作成する推移マトリックスへと改良する必要がある。

注-1. 詳しくは、大塚・外尾

小川「常住人口密度の推移

過程についての基礎的考察

(昭和56年度都市計画学会学術

研究発表会論文集オ15号)

を参照。

注-2. 昭和45年・50年の国勢調

査人口の約500メトリメッシュ

集計のデータを用いている。

注-3. 人口密度10/km²以上の

ままとりとしてみた市街地

の人口規模。

都市規模	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
相対的上昇 パターン都市	鳥取	奈良 郡山	青森 大分 盛岡 徳島 福岡	平塚 高知	通称	鹿児島 長崎 新潟 金沢	岐阜	広島 仙台	札幌 福岡
相対的下降 パターン都市	佐賀 松江 山口 高松	久留米 長野 宮崎 山形 水戸 日立 福島	前橋 秋田 四日市 富山 佐世保 甲府 富山 富山	高松 旭川	和歌山 岡山 松山 浜松		熊本		

注 I: 10 万人未満 II: 10 万人以上 15 万人未満 III: 15 万人以上 20 万人未満
IV: 20 万人以上 25 万人未満 V: 25 万人以上 30 万人未満 VI: 30 万人以上 35 万人未満
VII: 40 万人以上 50 万人未満 VIII: 50 万人以上 100 万人未満 IX: 100 万人以上

表-2 人口規模別対象都市一覧

2. 都市の諸指標による推移パターンの判読

2-1. 指標の選択

中密度ランクに着目した場合、推移形態に二つのパターンがあることを示した。このパターンを説明づけるために、都市の性格を示す指標について検討する。メッシュを単位とする密度ランクの推移を説明する指標として、市街地を形成する各メッシュの密度推移は、市街地全体の性格を規定するような指標に間接的な影響を受けていると考え、次の6つの指標を取り上げた。

(i) 密度構成Ⅰ……(中密度区分のメッシュ数)/(低密度区分のメッシュ数)

(ii) 密度構成Ⅱ……(高密度区分のメッシュ数)/(中密度区分のメッシュ数)

(iii) 密度構成Ⅲ……密度構成Ⅰと密度構成Ⅱをクロスさせたもの。

(iv) 着工住宅床面積率……(基準年度の着工住宅床面積)/(可住地面積)

(v) 可住地余地率……(可住地面積)/(市街地面積)

(vi) 二次産業従業人口増減率……基準年より5年間における増減率。

ここで人口密度に関する指標を三つ取り上げたのは、密度推移は市街地全体の密度の構成に影響を受けている

という考えにもとづいている。また、着工住宅床面積率は住宅の指標として、可住地余地率は土地の指標として、二次産業従業人口増減率は産業経済の指標として、それぞれ取り上げた。

2-2. 都市の判読

前述の6つの指標を用いて数量化Ⅱ類により分析を行ない、指標の有効性を考察し、都市の判読を試みる。6つの指標を組み合わせて2種類の検討をした結果、パターン分類に対して、密度構成Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの説明力が高く、可住地余地率の説明力が低いことが判明した⁽⁴⁾。次に、三つの密度構成の指標の中から、指標を選択するために、着工住宅床面積率と二次産業従業人口増減率を共通指標に持って三つのケースを検討した。表-3に見られるように、密度構成ⅠとⅡを組み合わせたケースが最も相関比が高い。したがって、パターン分類に対する指標として、密度構成Ⅰ・Ⅱ、着工住宅床面積率、二次産業従業人口増減率の4つの指標を採用する。この4つの指標による数量化Ⅱ類の分析結果を表-4、図-1、図-2に示した。

密度指標	その他の指標	相関比
密度構成Ⅱ	着工住宅床面積率 2次産業従業人口増減率	0.4299
密度構成Ⅰ、Ⅱ	着工住宅床面積率 2次産業従業人口増減率	0.5065
密度構成Ⅲ	着工住宅床面積率 2次産業従業人口増減率	0.3201

表-3 密度構成指標による比較

アイテム	カテゴリー カテゴリー区分 No	カテゴリー スコア	偏相関係数
密度構成Ⅰ	0.8 * 1	-115.12	0.390
	0.8~1.0	2 - 84.85	
	1.0~1.2	3 293.20	
	1.2以上	4 7.04	
着工住宅床面積率 (%)	125 * 1	- 51.17	0.227
	125~225	2 - 74.53	
	225~325	3 42.30	
	325以上	4 179.54	
二次産業従業人口増減率 (%)	-5 * 1	- 271.88	0.341
	-5~0	2 - 69.28	
	0~+5	3 24.61	
	+5以上	4 92.54	
密度構成Ⅱ	0.3以上	1 310.86	0.568
	0.2~0.3	2 - 161.23	
	0.1~0.2	3 - 74.30	
	0.1以下	4 - 261.74	

表-4 数量化Ⅱ類による結果

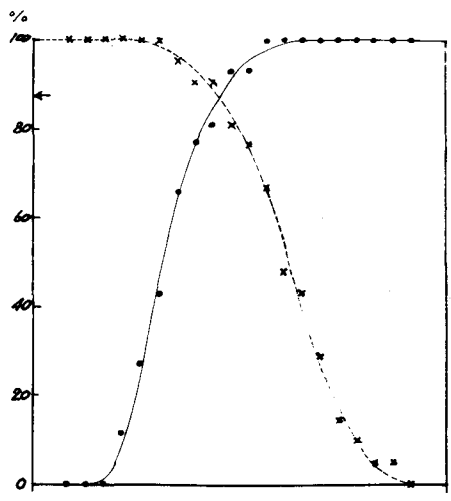


図-1 判別グラフ (累積度数) X 相対的上昇パターン ● 相対的下降パターン

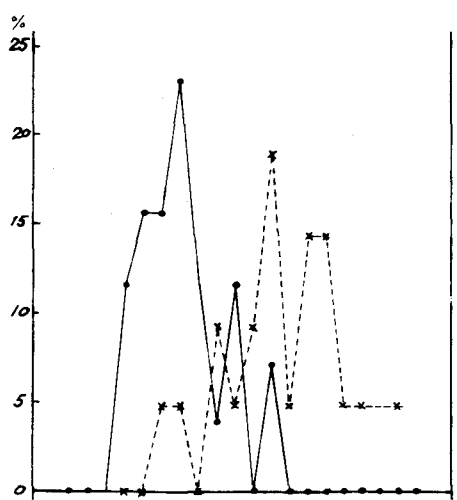


図-2 判別グラフ (度数)

表-4にみられるように、偏相関係数は、着工住宅床面積率⁽⁵⁾が0.227と最も低く、二次産業従業人口増減率がその次に低い(0.341)。最も高い指標は、密度構成Ⅱ(偏相関係数0.562)である。これは、密度構成Ⅰの偏相関係数が低い(0.390)ことを考え合わせると、低密度に比べ高密度側の密度構成が、中密度区分のメッシュの密度推移に影響していると考えられる。各指標が二つのパターンのわかれ方にどのような影響を与えているかを、表-4のカテゴリースコアから類推すると、次のようである。

(i)密度構成Ⅰ……低密度メッシュ数に対する中密度メッシュ数の比が高い程、上昇パターンに寄与する。

(ii)着工住宅床面積率……比率が高い程、上昇パターンに寄与する。

(iii)二次産業従業人口増減率……増加率が高い程、上昇パターンに寄与する。

(iv)密度構成Ⅱ……中密度メッシュ数に対する高密度メッシュ数の比が高い程、上昇パターンに寄与する。

この四つの指標による的中率は87%である。的中率と判別グラフの結果は良好であるので、これらの指標によって、各都市のパターンを判読することが可能である。これによって人口規模別・パターン別推移マトリックスへと精緻化することができることになった。したがって、近い将来の市街地人口を推定する場合に限るならば、このようなプロセスを経て得られる推移マトリックスによる推定方法は、かなり実用的なものになったものと判断する。

注4. 今回の分析では、データ収集において問題があったため、指標として採用しなかったが、道路密度が一部の検討において密度ランク推移を説明するうえで重要な意味をもっていることがわかり、今後の検討が必要である。

注5. 今回はこの指標を取り入れてはいるが、データ内容の解釈も困難であり、今後の検討を必要とする指標である。

密度ランク 人/ha	相関係数	指 標							
		(1)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
10~19	0.79	○		○	○		○	○	
20~39	0.78	○			○	○	○	○	
40~59	0.75			○	○		○	○	
60~79	0.86	○			○	○	○	○	
80~119	0.82			○	○		○	○	
120~159	0.81	○	○	○		○	○	○	
160~199	0.80	○	○	○	○		○		
200~	0.70	○	○	○	○		○		

表-5 選択指標一覧

- ① 密度構成Ⅰ ③ 着工住宅床面積率
④ 二次産業従業人口増減率 ⑤ 密度構成Ⅱ
⑥ 常住人口分布形 ⑦ 市街地人口規模
⑧ 従業人口分布形 (○印は、採用指標であることを示す)

3. 推移確率の推定方法について

3-1 推移確率の分布形の仮定

相対的上昇パターンと相対的パターン⁽⁶⁾の二分類を加えた人口規模別・パターン別推移マトリックスは、近い将来の推定には有効であると考えるが、長期的に市街地人口密度の推移を予測していこうとするならば、非実用的である。そのため、長期予測に耐えうる手法が必要である。そこで、推移マトリックスの推移確率を推定するための簡便な手法を提案する。その前提として、次のような仮定をおく。

(i)各密度ランクの推移確率分布は、正規分布であるとす

る。平均値と分散が決定されれば、その密度ランクの推移確率を知ることができる。

(ii)各密度ランクにおいて、推移する幅は、例外的なメッシュを除けば、各都市とも非常に類似している。したがって、密度ランク別の分散⁽⁷⁾は、人口規模別、密度ランク別に一定の値であるとする。

(iii)平均値⁽⁸⁾(μ)は各密度ランク毎に求められ、その値は都市のもつ諸条件や社会経済条件の変動を考慮した形で推定されるとする。

3-2 密度ランク別の平均値の推定方法

各密度ランクにおける推移の平均値は、都市により異なった値をとっている。この平均値を定めるために、密度ランク別の平均変化量(Δ_i)を都市の諸指標によって推定する方法をとる。パターン⁽⁹⁾の判別に用いた四指標(密度構成Ⅰ、密度構成Ⅱ、着工住宅床面積率、二次産業従業人口増減率)に、従業人口分布形⁽⁷⁾、市街地人口規模⁽⁸⁾、常住人口分布形を加えた七指標を用いて、数量化Ⅰ類によって重回帰分析を行なった。

指標について分析を行なった結果、表-5に示す指標を变化の平均値を求める指標として採用した。これによると、密度構成Ⅱと人口規模とが、全密度ランク共通の指標となっている。それ以外の指標では、低密度区分のランクにおいては、密度構成Ⅰと従業人口分布形、中密度区分のランクにおいては、二次産業従業人口増減率と従業人口分布形が、それぞれの説明指標となっている。相関係数は、各密度ランクとも0.8前後の値を示しており、選択された指標は、変化量の平均値の決定に対して有効な指標であるとみえる。高密度区分のランクにおいては、データに問題があるため、変化量の平均値の決定に対する指標のもつ説明力は不明確であるが、相関係数から判断して、一応有効な指標であると言える。

以上の分析によって選択された指標を用いて、各密度ランク毎の平均値 μ_i (i は密度ランク)を次式によって決定することができる

Δi : 数値化Ⅰ類によって求める。

$\mu_i = (i \text{ の中央値}) + \Delta i$

人口規模によって決定された分散(σ^2)と平均値(μ_i)とによって、各密度ランクの推移確率が決定される(図-3)。この社会変動を加味した指標を考慮に入れた推移マトリックスによって、人口密度の推移形態を長期的に予測することが可能となる。

注-6. 詳しくは、大塚・外尾・渋谷「常住人口密度の変動形式についての基礎的考察(3)」(1981年1月土木計画学研究発表会議演集)を参照。

注-7. 従業人口密度分布の密度勾配によって4つのカテゴリーに分ける。

注-8. 従業人口の分布中心からの常住人口の分布平均距離によって3つのカテゴリーに分ける。

4. 市街地人口推定方法の適用

推移マトリックス作成対象都市以外の小山市を例にとり、人口規模別・パターン別推移マトリックスを用いる方法、推移確率を推定する方法、の二通りの方法を昭和45年-50年、50年-55年の密度ランク推移に適用する。

4-1 人口規模別・パターン別推移マトリックスによる人口推定

表6の case 1のフローに基づき、小山市の人口推定を行なう。2章で選択した四指標(密度構成Ⅰ, 密度構成Ⅱ, 着工住宅床面積率, 二次産業従業人口増減率)を用いて、昭和45年、50年の小山市のスコアを計算するとそれぞれ-335.49, -403.42となり、両年とも相対的低下パターン都市に分類される。また同年の市街地人口はそれぞれ47750人、54875人で、小山市の人口規模はⅠに属する。よって人口規模Ⅰの

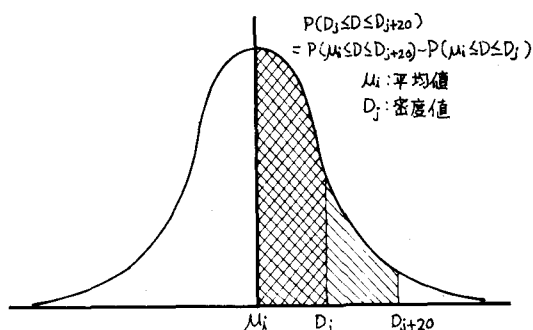
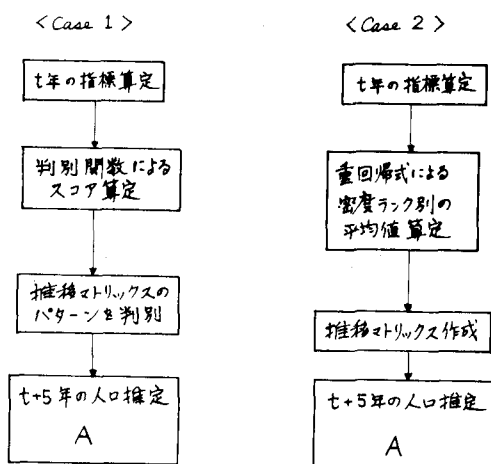


図-3 正規分布による推移確率の算定



A 推定人口の計算方法	
$D_{t+5} = T_t - t_{t+5} \cdot D_t$	
$P_{t+5} = P \cdot D_{t+5}$	
D_t : t年の密度ランク別メッシュ数マトリックス	
D_{t+5} : t+5年の密度ランク別メッシュ数マトリックス	
$T_t - t_{t+5}$: t-t+5年の平均推移マトリックス	
t_{t+5} : t年に密度ランクiにあったメッシュが t+5年に密度ランクjに推移する確率	
P : 人口推算マトリックス	
P_j : 密度ランクjのメッシュ数を人口に推算 する際の、ランクjの人口中央値	

表-6 人口推定フロー

推移マトリックスにより45年、50年を基準として、50年、55年の市街地人口を推定すると表-7となる。実際の推移形態と推定の推移形態を比較すると、中密度(60~119人/ha)では同一の推移を示しているが低密度区分のランクにおいては、動かない安定メッシュの割合が実際の推移形態において高く、ランク上昇の割合が低い。このことは50年-55年の推移において、さらに強く言える。45年-50年の推定結果から、人口規模別・パターン別推移マトリックスを、この期間の小山市に適用することは可能である。

4-2. 推移確率推定方法による人口推定

表-6のcase2のフローに基づき、推定を行なう。表-8に示した平均値と分散を用いて、密度ランク毎に推移確率を図-4に示す方法により求める。ただし推移確率として0.05未満の値はゼロとし、各ランク毎の確率の総和を1にするように調節する。こうして求めた修正推移マトリックスにより推定人口を求めると、表9のとおりのとおりである。二期間の推移形態を、推定と実値とを比較すると、正規分布で仮定した場合、低密度区分のランクでは、実際よりランク上昇する確率が、両期間とも高く算定されてしまう。中密度区分のランクにおいては、正規分布の仮定が比較的あてはまっていると言える。このことから、推定人口は両期間ともかなり過大に評価されるが、人口規模別・パターン別推移マトリックスによる推定誤差と大きな差はないので、正規分布と仮定して求めた方法の適切性を示している。

基準年	5年後の推定人口(人)	5年後の実人口(人)	誤差
45	58394	54875	6.4 %
50	72096	63875	12.9 %

表-7 人口規模別・パターン別推移マトリックスによる推定値

密度ランク 人/ha	基準年 45		基準年 50	
	平均値	分散	平均値	分散
10 ~ 19	23.5	125.4	21.8	125.4
20 ~ 39	38.4	187.7	38.4	187.7
40 ~ 59	54.7	262.4	50.7	262.4
60 ~ 79	63.1	292.4	63.1	292.4
80 ~ 119	79.2	445.2	74.2	445.2

表-8 各密度ランクにおける平均値と分散

5. まとめ

- ①市街地内の人口密度の推移形態は、中密度区分に着目すると、相対的上昇パターンと相対的下降パターンにわかれる。小規模都市においては相対的下降パターンをとる都市が多く、大規模都市では相対的上昇パターンの都市が多い。中規模都市においては相対的上昇パターンの都市と相対的下降パターンの都市とが混在する。
- ②相対的上昇パターンの都市と相対的下降パターンの都市とを判断するためには、市街地の密度構成(Ⅱ・Ⅲ)が重要な指標であり、他に住宅の着工状況、二次産業従業人口の伸びも考え合わせる必要がある。
- ③人口密度の推移形態を推定する方法を簡便化する手法として、推移確率分布を正規分布と仮定することはほぼ妥当である。
- ④正規分布を決定する平均値は、社会的変動を加味した指標によって各密度ランク毎の平均変化量を求めることで定まる。
- ⑤今回の分析においては、対象都市を地方中心都市という類似性の強い都市に限定したため、小山市に適用した事例では結果にかなりの誤差が見られる。しかし推定量としてはプラス側の安全サイドであり、今後はより正確さを目指しての研究がさらに必要である。

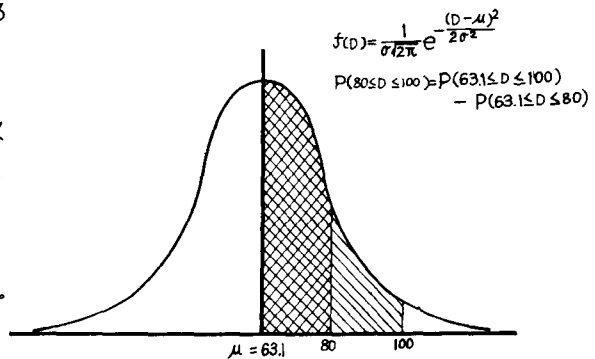


図-4 正規分布(小山市、密度ランク60~79人/haの場合)

基準年	5年後の推定人口(人)	5年後の実人口(人)	誤差
45	60905	54875	11.0 %
50	70849	63875	10.9 %

表-9 修正推移マトリックスによる推定値