

## 山形市の距離帯別人口密度 にみられる変化傾向

井 上 孝

### I はじめに

都市内人口密度分布の変化傾向を定量的に説明する方法は、分布の解釈が2次元であるか1次元であるかによって、大きく2つに分類される。一般に、傾向面分析が2次元解釈による回帰分析に相当し、指数関数モデルによる分析が1次元のそれに相当する。前者は、実際の分布を特定の視点に偏ることなく捉えるので、対象地域に限って言えば、人口密度の変化傾向を空間的に理解しやすい。しかしながらその回帰式のパラメータは、それ自身では全く意味を持たず、地図化されて初めて解釈がなされる。これに対し後者は、各パラメータが重要な意味を持っているので、地域的、時系列的比較の場合、パラメータの数値の変化によって定量的な考察が容易にできるのである。すなわち、分布の解釈が2次元であるか、1次元であるかは、その目的に応じて使い分ける必要があるといえる。本研究は、山形市を特に対象地域に選んだが、その分析結果を他地域に参照するという予察的考察の立場をとったので、分析結果の相互比較が可能な点を重視し、分布を1次元に解釈することとした。すなわち、複雑な実際の人口密度分布から、都心からの距離に従う成分—距離帯別人口密度—のみを抽出し、それを分析対象とした。

都心からの距離のみを独立変数とし、分布を1次元的に解釈するモデルの中で、最も基本的であり、かつ、多くの研究に用いられているものは、以下に示すClark(1951)<sup>1)</sup>、およびNewling(1969)<sup>2)</sup>

によるモデルである。本研究においても、この2つのモデルを分析に用いた。Clarkモデルは、人口密度が都心からの距離に応じて減少する、という経験的事実を指数関数で表したものである。そのモデル式は式(1)で表される。

$$d(r)=d_0 \exp \{-ar\} \quad (1)$$

$d(r)$ ; 都心から距離  $r$  にある地点の人口密度,  
 $d_0$ ; 都心における理論的人口密度,  
 $a$ ; 人口密度の傾斜度,

Newlingは、Clarkモデルをさらに一般化し、都心部のいわゆるドーナツ化現象をモデルの中に取り入れた。Clarkモデルの指数部が距離  $r$  の1次式で表されるのに対し、Newlingモデルは以下の2次式で表される。

$$d(r)=d_0 \exp \{br-cr^2\} \quad (2)$$

$d(r)$ ; 都心から距離  $r$  にある地点の人口密度,  
 $d_0$ ; 都心における理論的人口密度,  
 $b, c$ ; 人口密度のパラメータ,

この2つのモデルをはじめとする、従来の指数関数モデルは、多くの都市においてその適合性が示されている。また、人口密度分布が時間的に変化する場合、式(1)、(2)における $d_0$ 、 $a$ 、 $b$ 、 $c$ などのようなパラメータが、一般にどのように変化していくかに関しても多くの報告がある。これに対して説明率 $R^2$ は、その変化形態(たとえば、単調増加、単調減少など)が各研究、各事例で異な

っており、パラメータの変化のような、明瞭な傾向が見いだされていない。この原因は、研究条件（たとえば、観測値の個数、対象範囲など）の違いであることが考えられるが、言及している研究がごく少数であるため明らかにされていない。すなわち、従来の研究に対して本研究が提示する第1の課題は、従来モデルの説明率の時間的変化には一定の傾向が存在するか、ということである。

距離帯別人口密度の変化傾向を明らかにすることを目的とした研究は、上述してきたような指数関数モデルによる分析が主流であったが、この方法は、1つの都市の全体的な傾向を1つの回帰式で表す、いわばマクロモデルである。たとえば、Clarkモデルでは、人口密度の傾斜度が都市全体で一定であることを前提としているのである<sup>3)</sup>。しかしよりミクロな視点から考えると、人口密度の傾斜度に一定の傾向があると仮定することは困難である。すなわち、そのような仮定を設けない新たな視点から、分布の変化傾向を分析する必要があると考えられる。この点が、従来の研究における第2の課題である。

## II 本研究の目的と研究方法

### II-1 本研究の目的

本研究の目的は、山形市の距離帯別人口密度の時間的変化に、どのような一般的傾向があるかを明らかにすることである。その際、前述した2つの研究課題を中心に考察し、本研究を、その課題の子察として特に位置づける。

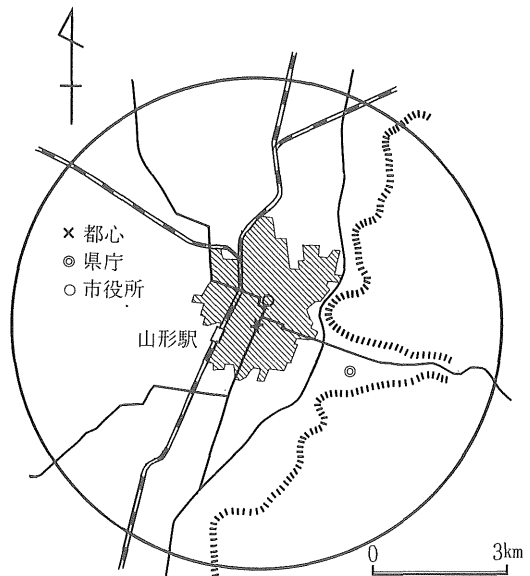
まず第1の課題については、従来の研究に比してより広い、次に示すような視点から説明率の変化傾向を把握する。その視点とは、単一地域の1つの時間的断面に対し、分析対象範囲の半径（すなわち、都心からの最大距離）を少しずつ変え、それぞれに対して算出する、複数の説明率の時間的変化の傾向をみるものである。このような分析を行うのは、説明率の変化に一定の傾向が見いだせない原因が、各研究の分析対象範囲の違いにあると考えたからである。

第2の課題については、隣接距離帯間の傾斜度

を、距離に対して独立した変数とみなし、この値によって距離別人口密度の変化量の説明を試みた。この方法を用いれば、人口密度の傾斜度に一定の傾向があるとする従来のモデルと異なり、ミクロ的な視点から、人口密度分布の時間的な変化傾向の説明が可能となる。

### II-2 研究方法

距離帯別人口密度を対象とする分析は、人口密度分布が都心を中心とした同心円構造となっていることを仮定しているの、対象地域の市街地は正円に近いことが望ましい。したがって対象となる都市は、ある程度の人口規模をもち、市街地の形状に大きな影響を与える他の都市、および海や山などの地形的障害から、なるべく独立して立地している必要がある。本研究の対象地である山形市（第1図）は、山形盆地の中心都市であり、以上のような条件を比較的良好に満たしていると考えられる。なお、山形市の市域人口とD I D人口は、1970年時点でそれぞれ204,127人、115,907人で



第1図 対象地域

円は、Clarkモデルの説明率が最大となる範囲を示し、それ以外の実線は国道を表わす。斜線部は1982年時点の市街地。

あり、1980年時点で237,041人、149,156人である。

分析には、山形市域を十分に包含できる範囲の、1970年、1975年、1980年の国勢調査分割メッシュデータを原データとして用いた<sup>4)</sup>。ただしDID地域以外については、分割メッシュデータが算出されていないので、基準メッシュの人口を便宜的に4等分し、その値を原データとして用いた。

この原データを距離帯別人口密度データに加工するには、まず、距離の基準となる都心を決定しなければならないが、従来の研究は、その際の合理的な説明が不十分であった。そこで本研究は、決定に際しての主観をできるだけ排除するために、指数関数モデルの説明率が最大となる地点を「都心」として位置づけた。具体的には、式(3)に示した回帰方程式によって得られるパラメータの組( $x_0$ ,  $y_0$ )が都心の位置となる。なお、この回帰方程式で用いる座標の原点は山形駅とした<sup>6)</sup>。また、このような方法では各年次ごとに都心の位置が移動するので、最終的に決定する都心は、3つの都心の重心とした。求めた都心を第1図にxで示したが、その位置は、山形市役所の南約0.4kmでありほぼ市街地の図形的中心とみなせる。

$$d(x,y) = d_0 \exp \left[ -a\sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2} \right] \quad (3)$$

$d(x,y)$ ; 座標 $(x,y)$ における人口密度、

$d_0$ ; 都心の理論的人口密度、

$a$ ; 人口密度の傾斜度、

$(x_0, y_0)$ ; 都心の座標

ただし、パラメータとして推定する値は、 $d_0$ ,  $a, x_0, y_0$ の4変数

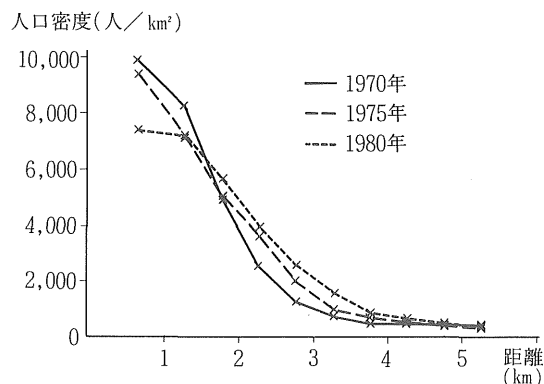
本研究でいう距離帯とは、この都心を基点とした幅0.5kmの距離帯のことであり、それぞれの人口密度の値は、各距離帯ごとにその中に包含される分割メッシュの数値を平均したものである。ただしこの際の包含の判断は、分割メッシュ中心点の位置によった<sup>7)</sup>。0~0.5kmの距離帯については、メッシュ数が少ないために例外的に0.5~1kmの距離帯に統合し、この距離帯から7.5~8kmの距離帯まで計13個の距離帯を作成した。

本研究の分析は、すべてこのようにして作成した3年次の距離帯別人口密度データを用いて行ったが、その方法および手順は以下の通りである。まずそのデータを加工せずにそのままグラフ化し、変化傾向を概略的に把握した。次に、対象範囲の大きさをいろいろ変えて説明率を算出し、その数値の比較を行った。すなわち、1つの年次について複数の説明率が求められることになる。なおこの分析は、前述した2モデル(ClarkおよびNewlingモデル)について別々に行った。さらに後述するような基準のもとに、この2モデルに適した大きさの対象範囲をそれぞれ決定し、各パラメータを算出した。最後に、隣接距離帯間の傾斜度と距離帯別人口密度の時間的変化量、およびこれらに関するいくつかの指標間で関連分析を行った。それぞれの指標に用いたのは、時間的変化量に関する指標が4種、傾斜度に関する指標が8種である。また関連分析は、1970年の傾斜度と1970~1975年の変化量、および1975年の傾斜度と1975~1980年の変化量の2組について別々に行った。

### III 従来のモデルによる分析

#### III-1 距離帯別人口密度の分布 (1970年・1975年・1980年)

第2図は、1970年・1975年・1980年の3年次における山形市の距離帯別人口密度の分布を示したものである。このグラフによると、4.5km以遠の距



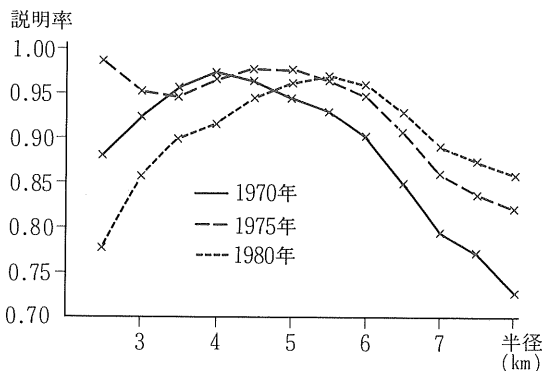
第2図 距離帯別人口密度の分布

離帯の人口密度は都市内人口密度としては極めて小さく、その対象期間における変化もほとんど確認できない<sup>8)</sup>。したがって、主として4.5km以内の距離帯について人口密度の変化傾向に言及する。

その変化傾向の1つとしてまず上げられるのは、都心に最も近い距離帯の人口密度が時間とともに減少しているのに対し、1.5～2km以遠の距離帯は増加傾向が認められることである。このことは、都市全体として人口密度の傾斜が緩くなっていることを示す顕著な証拠であるが、この期間における日本の都市の人口密度分布にごく一般的に現れる傾向でもある<sup>9)</sup>。これに対し、距離に対する人口密度の変化は3年次とも単調減少であり、都心部のいわゆるドーナツ現象は認められない。ドーナツ現象の主要原因は都市機能の増大、すなわちCBDの拡大にあるが、山形市にそのような現象が見いだせないのは、本研究で用いた分割メッシュが山形市のCBDに比較して大きいためであると考えられる。また、単調減少を示している事実は、山形市街地の近隣に、距離帯別人口密度に影響を与えるほどの大きな集落がなく、市街地の空間的な独立性が高いことを意味しよう。

### III-2 Clarkモデルによる説明

第3図は、3年次の距離帯別人口密度データを用い、対象地域の大きさを半径2.5kmから8kmまで0.5kmずつ変え、それぞれについて算出したClarkモデルの説明率を示したものである。この場合、



第3図 Clarkモデルの説明率の変化傾向

対象地域の大きさに応じて、独立変数の個数、すなわち距離帯の個数も変化する。たとえば、半径2kmの場合は3個であり、半径8kmの場合は15個となる。対象地域の大きさの最小を半径2.5kmとしたのは、回帰分析が成立するための独立変数の最少個数がClarkモデルの場合3個、Newlingモデルの場合4個であるからである。説明率には、個数変化による影響を考慮して自由度修正済みの値を用いた<sup>10)</sup>。

この図をみると、Clarkモデルの説明率の変化傾向には、次に示すような2つの大きな特徴があることが理解できよう。1つは、一部(1975年における半径2.5km, 3kmの数値)を除き、説明率の、対象地域の大きさによる変化に、2次関数的な傾向がみられることである。すなわちどの年次においても、Clarkモデルを最もよく説明する半径を境として、その半径から離れるほど説明率が低くなっている。そしてもう1つの特徴は、その2次関数的な軌跡が、時間とともに外縁方向へ平行移動していることである。この平行移動によって、モデルを最もよく説明する半径が増大していることも認められる<sup>11)</sup>。

このように対象地域の半径を変えてみると、説明率の変化に一定の傾向が認められるが、その変化を、特定の半径に注目する従来の研究の視点からみると、種々のパターンが生じていることがわかる。たとえば、半径が3.5kmおよび4kmの場合は時間とともに説明率が減少しているのに対し、半径5km以上の場合は時間とともに増加するパターンとなっている。また、半径4.5kmおよび5kmの場合は、その値が増加から減少へ転じている。すなわち従来の研究のように、1つの対象地域に対してその範囲の大きさ(対象地域が円の場合、その半径)を1種類に限定すると、説明率の変化パターンが、対象地域によって異なる可能性が出てくるのである。また、このことがまさに、従来の研究が説明率の変化傾向にあまり言及しなかった理由だと思われる。

Clarkモデルのパラメータを求めるには、対象地域の半径を限定しなければならないが、ここでは、

第1表 Clarkモデルへの適用結果

年次	$d_0$	a	R <sup>2</sup>
1970年	16447**	0.819**	0.937
1975年	16930**	0.772**	0.968
1980年	16591**	0.726**	0.972

$d_0$  : 都心の理論的人口密度 \*\* 1%水準にて有意  
a : 人口密度の傾斜度 R<sup>2</sup> : 自由度修正の決定係数

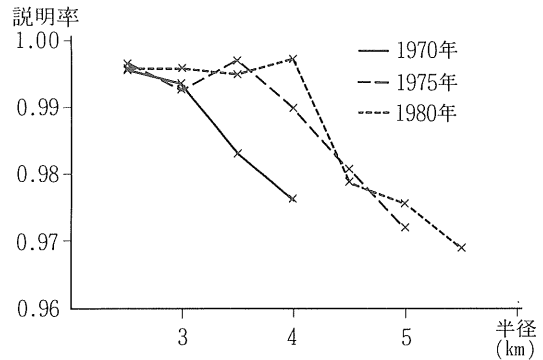
1980年の説明率が最大となる場合の半径5.5 kmを採用した。すなわち、半径5.5kmの円内に位置する全距離帯が回帰分析の対象になる。この円は、第1図に示したように山形市街地よりかなり大きくなるが、周辺の山辺町や中山町の市街地は含まれていない。

第1表は算出されたパラメータの年次変化を示したものである。この表によると、人口密度の傾斜度に明確な減少傾向が認められ、距離帯別人口密度の実数値をグラフ化した、第2図からの予想と一致することがわかる。しかしながら都心における理論的人口密度に関しては、人口密度の傾斜度と同様に減少する、という第2図からの予想に反して、ほとんど変化がみられない。これは、都心の人口密度の減少を示す距離帯が1、2個であり、全体の個数に比べて少ないため、回帰分析にその影響が現れなかったものと思われる。

### III-3 Newlingモデルによる説明

Clarkモデルの場合と同様にして、対象地域の半径をいろいろ変えNewlingモデルの説明率を算出すると、第4図のようになる。Newlingモデルは、式(2)におけるパラメータcが $c > 0$ であるとき、はじめてモデルとして意味を持つので、この成立条件を満たす場合のみ図示した。この図から、1970年、1975年、1980年においてNewlingモデルが成立する半径の範囲が、それぞれ4 km以下、5 km以下、5.5 km以下となることが理解できる。

Clarkモデルの説明率の変化を示した第3図との相違点としてまず上げられるのは、説明率の値が全般に非常に高く、その範囲が極めて狭いことである。Clarkモデルの値は0.726~0.986の間を動く



第4図 Newlingモデルの説明率の変化傾向

が、Newlingモデルのそれは、0.969~0.997の間を動くに過ぎないのである。また、Newlingモデルの場合、最も説明率が高くなる半径はどの年次とも4 km以下であり、この値が小さいことも相違点の1つである。しかしながらその値は、2.5 km、3.5 km、4 kmというように時間とともに変化していることが確認できる。つまり、Clarkモデルの場合ほど2次関数的な傾向が顕著でないものの、その軌跡が外縁方向に移動していることは、両者に共通した事実であるといえることができる。

第2表に示されたNewlingモデルの各パラメータは、Clarkモデルの場合と同様に、1980年の説明率が最大となる場合（半径4 km）について算出された数値である。Newlingは、 $b/2c$  および、 $b/\sqrt{2c}$  の値を指標として、都市の発達段階を幼年期、早壮年期、晩壮年期、および老年期の4つに区分したが、この時代区分に従うと、山形市の場合、1970年が幼年期、1975年が早壮年期、1980

第2表 Newlingモデルへの適用結果

年次	$d_0$	b	c	$b/2c$	$b/\sqrt{2c}$	R <sup>2</sup>
1970年	17843**	-0.627	0.098	-3.199	1.416	0.984
1975年	11927**	-0.238	0.144*	-0.826	0.443	0.993
1980年	7206**	0.223*	0.211**	0.528	0.343	0.998

$d_0$  : 都心の理論的人口密度 \*\* 1%水準にて有意  
b : 距離の1次項に関するパラメータ \* 5%水準にて有意  
c : 距離の2次項に関するパラメータ  
R<sup>2</sup> : 自由度修正の重決定係数

年が晩壮年期となる<sup>12)</sup>。またこの変化に伴い、都心の理論的人口密度が大幅に減少していることも特徴的である。すなわちNewlingモデルの結果に関する限り、1970～1980年にかけて、山形市の人口密度分布にかなりの形態的变化が起きたことになる。これに対して、前述したClarkモデルのパラメータは変化の幅が比較的小さく、際だった対照をみせている。同一の対象地域に対してこのような差が生じたのは、一般にNewlingモデルが、都心のいわゆるドーナツ現象を過大評価する傾向にあるためと思われるが、対象地域の半径の違いによる影響も考えられよう<sup>13)</sup>。

#### IV 人口密度の傾斜度による説明

##### IV-1 距離帯別人口密度の変化量 (1970～1975年・1975～1980年)

都市内人口密度は、都心からの距離帯  $r$  の関数としてだけでなく、時間  $t$  の関数でもあるので、2変数関数の意味で  $d(r,t)$  と表すこともできる。この表記法を用いると、一般に、ある距離帯  $r$  における人口密度の時間的変化量は、次式で定義できる。時間  $t$  から  $t + \Delta t$  までの、単位時間当りの変化量を  $\alpha_1$  とおくと、

$$\alpha_1 = \frac{d(r,t+\Delta t) - d(r,t)}{\Delta t} \quad (4)$$

人口密度の時間的変化を表す指標には、この  $\alpha_1$  以外にいくつか考えられるが、ここで用いたのは次の3種の計算値である。その1つは、式(4)の右辺を  $d(r,t)$  で割った式で与えられる、一般に人口増加率と呼ばれる指標である。その値を  $\alpha_2$  とおくと、

$$\alpha_2 = \frac{d(r,t+\Delta t) - d(r,t)}{\Delta t \cdot d(r,t)} \quad (5)$$

残る2つの指標には、 $d(r,t+\Delta t)$  と  $d(r,t)$  の両方に自然対数をとった値の、変化量および増加率を用いた。それぞれの値を  $\alpha_3, \alpha_4$  とおくと、式(6)、

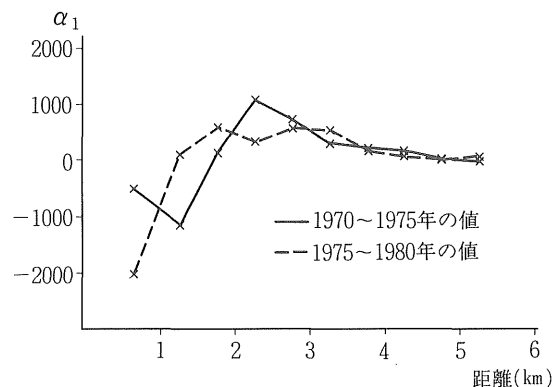
(7)で表される。

$$\alpha_3 = \frac{\log d(r,t+\Delta t) - \log d(r,t)}{\Delta t} \quad (6)$$

$$\alpha_4 = \frac{\log d(r,t+\Delta t) - \log d(r,t)}{\Delta t \log d(r,t)} \quad (7)$$

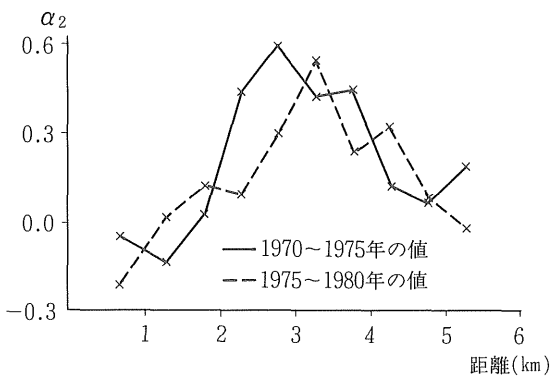
1970～1975年および1975～1980年の  $\alpha_1$  値の距離的变化を示したのが、第5図である。実線が1970～1975年における  $\alpha_1$  値であり、破線が1975～1980年の  $\alpha_1$  値である。両期間に共通していえる傾向は、都心に近い1, 2の距離帯の値が負でその絶対値が大きいこと、2 km付近の距離帯の値が最高値を示していること、そして都心から離れるほどその値は漸減し、0に収束していることである。すなわち山形市の人口密度は、概ね、都心から半径1.5 km以内で減少し、2 km付近で最も増加が著しいといえる。また、都心から離れるほど人口密度そのものも減少するので、その変化の幅が漸減していることは予想された事実である。

しかしながら両期間の  $\alpha_1$  値の動きを対比してみると、次のような特徴的な傾向の存在することがわかる。それは、グラフの凹凸が1970～1975年と1975～1980年の場合で逆になっている箇所が多く、定常波のような動きをみせていることである。たとえば、2～2.5 km, 3～3.5 kmなどの距離帯における  $\alpha_1$  値の変化がこれに相当する。



第5図  $\alpha_1$  値の距離的变化

$\alpha_2$  値の距離的变化を示した第6図には、その傾向が一層明確に表れている。この $\alpha_2$ は、式(5)に示されているように $\alpha_1$ を人口密度で割った値であるので、人口密度の低い距離帯の変化がより強調されるのである。このような現象が生じるのは、ある期間において人口密度が急増した地域は、その反動で次の期間の人口密度の伸びが抑制されるからだと思う。これに類似した現象として、人口増加率の最大地点が外縁方向へ移動する、いわゆる密度波動の存在がBlumenfelt (1954)らによって報告されているが、両者の関係、要因を明らかにするには、今後多くの事例を分析していく必要がある<sup>14)</sup>。なお、 $\alpha_3$ と $\alpha_4$ の変化は、形態的に $\alpha_2$ の変化とほぼ同型であるので、そのグラフを省略した。



第6図  $\alpha_2$  値の距離的变化

#### IV-2 距離帯別人口密度の変化量と傾斜度との相関

VI-1では、距離帯別人口密度 $d(r,t)$ の $r$ を固定し、その時間的变化を表す4つの指標を求めたが、その式中の $r$ と $t$ を入れ替え、 $\Delta r$ を距離帯の幅(0.5km)とみなせば、それらの値は、隣接距離帯間の傾斜度に関連する指標であると考えられる。この場合、式中に表れる項 $d(r+\Delta r,t)$ は、距離帯 $r$ の外縁方向に隣接する距離帯の人口密度を意味し、 $d(r+\Delta r,t)-d(r,t)$ は、時間 $t$ を固定した場合の、2つの距離帯の空間的な変化量に相当する。式(4)~(7)の $r$ と $t$ を入れ換えた式をそれぞれ $\beta_1, \beta_2,$

$\beta_3, \beta_4$ とおくと、次のように示される。

$$\beta_1 = \frac{d(r+\Delta r,t)-d(r,t)}{\Delta r} \quad (8)$$

$$\beta_2 = \frac{d(r+\Delta r,t)-d(r,t)}{\Delta r \cdot d(r,t)} \quad (9)$$

$$\beta_3 = \frac{\log d(r+\Delta r,t)-\log d(r,t)}{\Delta r} \quad (10)$$

$$\beta_4 = \frac{\log d(r+\Delta r,t)-\log d(r,t)}{\Delta r \cdot \log d(r,t)} \quad (11)$$

ここで、距離別人口密度が完全にClarkモデルに従うならば、特に $\beta_3$ は定数となり、この値が人口密度の傾斜度となる。また他の値 $\beta_1, \beta_2, \beta_4$ も、この $\beta_3$ 値に何らの関連ある動きをとる。これらの値を、隣接距離帯間の傾斜度に関する指標と呼ぶのはこのためである。

さらに式(8)~(11)において、 $\Delta r$ を $-\Delta r$ に置き換えた式をそれぞれ $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4,$ とおくと、その式中に表れる項 $d(r-\Delta r,t)$ は、距離帯 $r$ の都心方向に隣接する距離帯の人口密度を示すことになる。つまり、 $\beta_1 \sim \beta_4$ 値が、外縁方向の傾斜度に関する値であるのに対し、この $\gamma_1 \sim \gamma_4$ 値は、都心方向の値なのである。

第3表は、1970年の人口密度の傾斜度に関する8つの指標と、1970~1975年の人口密度の時間的变化を示す4つの指標の間で相関分析を行った結果である。この表は、1970年の傾斜度が1970~19

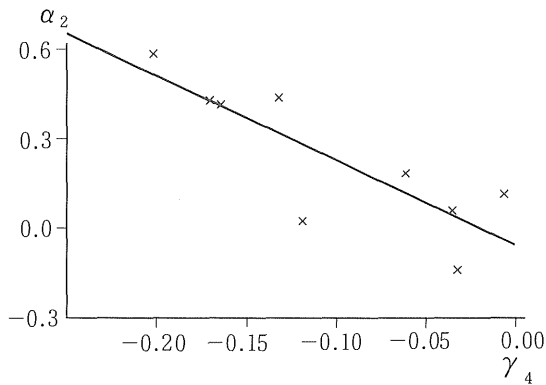
第3表 1970~1975年の人口密度変動に関する相関行列

	外縁方向				都心方向			
	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\gamma_3$	$\gamma_4$
$\alpha_1$	0.523	-0.278	-0.309	-0.428	-0.207	-0.716	-0.696	-0.710
$\alpha_2$	0.579	-0.128	-0.145	-0.275	0.054	-0.751	-0.742	-0.831
$\alpha_3$	-0.617	-0.102	-0.120	-0.254	0.809	-0.724	-0.715	-0.808
$\alpha_4$	0.643	-0.025	-0.042	-0.175	0.170	-0.663	-0.660	-0.771

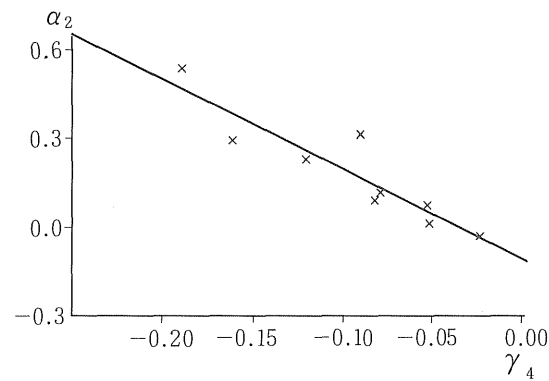
75年の時間的变化にどの程度影響を与えうるか、という因果関係を示したものであるといえる。この表によれば、ほとんどの相関係数が負値を示しており、傾斜度が急なほど人口密度が増加してい

第4表 1975～1980年の人口密度変動に関する相関行列

	外縁方向				都心方向			
	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\gamma_3$	$\gamma_4$
$\alpha_1$	0.348	-0.386	-0.382	-0.460	-0.672	-0.804	-0.809	-0.723
$\alpha_2$	0.657	-0.242	-0.231	-0.393	0.032	-0.847	-0.842	-0.915
$\alpha_3$	0.662	-0.250	-0.242	-0.401	0.024	-0.847	-0.847	-0.919
$\alpha_4$	0.715	-0.171	-0.163	-0.331	0.109	-0.789	-0.791	-0.880



第7図  $\gamma_4$ 値と $\alpha_2$ 値の関係およびその回帰直線 (1970～1975年)



第8図  $\gamma_4$ 値と $\alpha_2$ 値の関係およびその回帰直線 (1975～1980年)

ることが確認できる。しかし最も注目されることは、相関の強さの点で外縁方向と都心方向とにかなりの差が生じていることである。外縁方向の $\beta_2$ 、 $\beta_3$ 、 $\beta_4$ 値については、その相関係数の絶対値がすべて0.5以下なのに対し、都心方向の $\gamma_2$ 、 $\gamma_3$ 、 $\gamma_4$ のそれはすべて0.6以上である。

また、同様にして1975年の $\beta_1 \sim \beta_4$ 、 $\gamma_1 \sim \gamma_4$ 値と、 $\alpha_1 \sim \alpha_4$ 値の相関を示した表が第4表である。全般的な傾向は第3表と同じであるが、その相関係数の絶対値は第4表の方が大きく、特に $\gamma_4$ と $\alpha_2$ 、 $\gamma_4$ と $\alpha_3$ のそれは0.9を超えている。1970～1975年、1975～1980年の両期間に対し、まったく独立して相関分析を行ったにもかかわらず、このように同様な結果が得られたことは、都心方向に隣接する距離帯間の傾斜度と、人口密度の時間的变化の強い相関が一時的なものでないことを証明している。特に両期間を通じて相関の強い $\gamma_4$ と $\alpha_2$ については、その関係と回帰直線を第7図、第8図に示した。第7図に回帰直線から離れた点が2、3個見られる以外は、両図ともかなりの回帰直線の傾き、切片にほとんど違いが生じていないことは、何らかの普遍的な外力が存在することを示唆するものである。

## V むすび

本研究は、山形市を対象として、はじめに提示した2つの研究課題の予察的考察を中心に分析を進めてきた。その結果、山形市の距離別人口密度の変化には、次のような特徴的な傾向のあることが見いだされた。

まず、① Newling の分類に基づくと、1970年、1975年、1980年の3年次は、人口密度に関してそれぞれ異なる発達段階に区分されることである。このことは、この期間が、山形市における人口密度の分布形態の大きな転換時期であったことを意味する。また、②1970～1975年と1975～1980年における人口密度増加率の距離的变化に、定常波のような動きが見られたことも、特徴的な傾向の1つであろう。説明率の変化傾向に関しては、対象地域の半径を変えることによって、③ Clark・モデルと



Newlingモデルの説明率は、半径に対して2次関数的な軌跡を描き、その軌跡は、時間的に外縁方向に平行移動していくことが見いだされた。相関分析の結果からは、④都心方向に隣接する距離帯間の傾斜度と、人口密度の時間的変化の間に、強い負の相関関係がみられた。つまり、都心方向への傾斜度が急なほど、人口密度の時間的変化が大きくなるが、この傾向は、1970～1975年と1975～1980年の両期間に共通している。

以上の中で③、④が、前述した2つの研究課題に対する回答となっており、いずれも興味深い結果が得られている。しかしながら、その結論が山形市独自のものか、普遍的法則なのかの判断は、対象地域が1つである本研究の言及範囲を超える。したがって、より多くの地域に対して同様な分析を行い、その結果を比較検討することが、今後の課題として残されているといえよう。

本稿を作成するにあたり、奥野隆史、佐々木博、斎藤 功、手塚 章先生をはじめとする筑波大学地球科学系の先生方に、終始ご指導をいただきました。また、現地調査の際に、山形市役所企画部企画調整課、山形県庁企画調整部の方々に特にお世話になりました。ここに深く感謝申し上げます。なお数値計算には、筑波大学学術情報処理センターのFACOM M382を利用しました。

#### 〔注および参考文献〕

- 1) Clark, C. (1951): Urban population densities. *Journ. of the Royal Statistical Soc.*, **114**, 490～496.
- 2) Newling, B. E. (1969): The spatial variation of urban population densities. *Geogr. Rev.*, **59**, 242～252.
- 3) Newlingモデルは、人口密度の傾斜度が距離の2次関数になることを前提にしている。
- 4) 具体的には、第2次地域区画メッシュコードの22, 23, 32, 33を採用した。
- 5) 分割メッシュデータは、D I D地域の変化に応じてその個数が変化するので、各年次のデータ数を統一させるには、このような基準メッシュデータによる補正を行う必要がある。
- 6) この回帰分析の対象範囲は、全分割メッシュの中で、原点とメッシュ中央点との距離が6 km以下のものに便宜的に限定した。
- 7) 各距離帯の距離の代表値には、都心と分割メッシュ中央点の距離の平均値を用いた。
- 8) この傾向は、5.5 km以遠の距離帯についてもほぼ同様なので、それらの距離帯の数値はグラフから省いた。
- 9) この事実は、たとえば、森川、石水らの研究に報告されている。  
森川 洋 (1976): 都市の人口密度分布とその変化—広島市を例として—。地学雑誌, **85**, 238～254。  
石水照雄・Mydel, R. S. (1984): 本邦大都市圏の空間構造と空間的過程。名古屋大学文学部研究論集, **89**, 史学, 30, 37～104.
- 10) 自由度修正済みの説明率は、次式で表される。  
Clarkモデルの場合、 $R^2 = 1 - E(n-1) / (S(n-2))$   
Newlingモデルの場合、 $R^2 = 1 - E(n-1) / (S(n-3))$   
ただし、E; 残差平方和、S; 修正平方和、n; データ数
- 11) 前述したように、1975年における半径2.5 km, 3 kmの数値を除いて考察した。
- 12) Newlingは、 $b/\sqrt{2c} < 0$ ,  $b/\sqrt{2c} < -1$  のとき幼年期,  $b/\sqrt{2c} < 0$ ,  $b/\sqrt{2c} > -1$  のとき早壮年期,  $b/\sqrt{2c} > 0$ ,  $b/\sqrt{2c} < 1$  のとき晩壮年期,  $b/\sqrt{2c} > 0$ ,  $b/\sqrt{2c} > 1$  のとき老年期と区分した。前掲2)。
- 13) Guestがトロントに対して行った分析は、現実のドーナツ現象と、Newlingモデルによる評価がかなり異なることを指摘した好例である。  
Guest, A. M. (1975): Population suburbanization in American metropolitan areas, 1940-1970. *Geogr. Analysis*, **7**, 267～283.

- 14) Blumenfelt, H. (1954): The tidal wave of metropolitan expansion. *Journ. Amer. Inst. of Planners*, **20**, 3  
~14.