土地利用変化の方向と地域特性との関連分析

—首都圏市街化区域における住居系用途を中心とした土地利用変化動向の分析— その3—

A STUDY ON RELATIONSHIP BETWEEN COURSE OF LAND USE
CHANGE AND CHARACTERISTICS OF DISTRICT

石坂 公一*

Koich ISHIZAKA

The purpose of this paper is to analyze characteristics of land use change in relation to characteristics of district, such as land level above sea, time distance from Yamate Line, land use condition, zoning regulation etc. The result is as follows;

- (1) Agricultural and residential land component in stationary distribution of land use transition matrix have close relationship to characteristics of district.
- (2) Land use transition matrix has a kind of autonomous characteristic, so we should be aware of this characteristic and use it in land use planning.

Keywords : land use, stationary distribution, multiple regression analysis

土地利用、極限分布、重回帰分析

1. はじめに

市街地における土地利用変化の動向を市街地の特性や都市計画的規制・誘導手段との関係で分析することは、都市の土地利用計画の策定の基礎として重要な課題である。

これまでの報告¹⁾²⁾では、市街地における土地利用変化の動向を土地利用ポイントサンプリングデータから作成した土地利用遷移行列を用いて分析する場合の分析手法を提案し、それを首都圏の距離帯別の土地利用変化動向の分析に適用することを通して、地域別の土地利用変化の特性を検討してきた。その結果、土地利用変化の特性を土地利用遷移行列の特性として把握する限りにおいては、距離帯で示される都市的なポテンシャルの差異および用途地域で示される都市計画的規制は、地域の土地利用変化の特性にかなりの影響力を有していることが明らかとなった。

一方、市街地の土地利用変化の動向を地域特性との関

連で分析した既応の研究としては、最近のものに限っても農地の宅地化動向に着目した藍沢らの一連の研究³⁾⁴⁾、世田谷区を事例地とした既成市街地における研究⁵⁾、商業施設の沿道化過程をあつかった研究⁶⁾等があげられる。

これらの研究を通じて、農地の宅地化動向に関しては、大都市近郊の畑作集落では農地の土地利用は比較的安定していること、転用前後の地目・規模にはそれぞれ高い関連性があり、小規模な畑は宅地化の対象となりやすいこと、宅地化移行段階において一時転用といった用途未定地が増加すること等が指摘されている。また、世田谷区の既成市街地を対象とした研究からは、一種住専とその他の用途地域では土地利用構成の差異が大きいものの二種住専と住居地域では性格が類似してきていること、一種住専においても独立住宅用地の集合住宅用地化が顕著であること等が明らかにされている。

さらに、商業施設の沿道化過程の研究からは、近年ではこれまで都心型だった業種までが沿道化しつつあり、

* 建設省建築研究所第一研究部住宅計画研究室
室長・工博

Head, Housing Planning Div. Housing and Building Economy Dep.
Building Research Institute, Ministry of Construction, Dr. Eng.

より遠隔化、大型化してきていることが指摘されている。

これらの研究から、ミクロな地域レベルにおける土地利用変化と地域特性との関連性は定性的にはかなり明らかにされつつあると言えよう。

本研究は、これらの既成研究を踏まえ、土地利用変化の特性を各地域の都心からの距離や土地利用の現況等の社会・経済的特性、標高等の自然的特性および用途地域等の都市計画的規制・誘導手段に関連づけつつ、できるだけ定量的に明らかにすることを目的としている。

一般に土地利用区分を n とすると、土地利用遷移行列は全部で $n(n-1)$ の特性量を有する。この $n(n-1)$ の特性量は、固有値、固有ベクトルを用いた表現では、極限分布の $n-1$ 個の成分、1 以外の $n-1$ 個の固有値、この $n-1$ 個の固有値に対応する固有ベクトルの $n-2$ 個の成分（これらの固有ベクトルは成分の総和が 0、ノルムが 1）としてあらわされる。

したがって、総体としての土地利用遷移行列の特性を地域特性と関連づけて把握しようとする場合には、最終的にはこれらの $n(n-1)$ 個の特性量の各々について地域特性との関連性を分析する必要があるが、本報告では、その第一歩として、土地利用遷移行列の最も基礎的な特性量である極限分布をとりあげ、極限分布と各地域の地域特性との関連性を首都圏一円といったマクロな視点から分析した結果について報告する。

前報¹⁾でも述べたように、土地利用遷移行列は、一般に対角成分の値が大きく、1 以外の固有値の絶対値が大きい（1 に近い）ことが特徴であり、通常の計画期間内における土地利用変化を考える場合には、極限分布の持つ実用上の意味はあまり大きいものではない。しかし、土地利用遷移行列の特性量としての極限分布は、当該行列によって記述される土地利用変化が向かっている方向を包括的に指し示す指標であり、各地域における土地利用変化の特性を把握するうえでは重要な情報を有していると考えられる。

2. 研究の方法

(1) 分析の対象時点および対象地域

分析の対象とした基礎データは、前報と同じく首都圏宅地利利用動向調査で作成された 10m メッシュの土地利用データおよび 100m メッシュの用途地域、山手線からの時間距離、標高等のデータである。また、土地利用変化の分析の対象とした時点も前報と同じく、昭和 54 年から昭和 59 年の間の 5 年間である。前報でも述べたように昭和 54～59 年という時点は現在からすればかなり以前であり、地価バブルの発生と消滅を経た現在の状況からすると分析結果を今後の土地利用計画策定に反映させるといふ観点からは資料的な価値はやや落ちるとする考え方も

あるが、今後、新しい時点のデータが利用可能となった場合の比較対象を作成しておくという点では意味があると考えられる。

分析の対象とした地域は、前報と同様、首都圏宅地利利用動向調査の対象地域から、土地利用転換活動が制度的に強い制約を受けている地域および土地利用転換活動が多分に「人為的」と考えられる地域を除外した地域である⁹⁾。また、分析対象の用途地域は、住居系用途を中心として土地利用変化の分析を行うという研究の趣旨および対象となるポイント数の多さから第一種住居専用地域、第二種住居専用地域、住居地域の住居系の 3 つの用途地域とした。

(2) 分析の基礎的単位および対象データ

極限ベクトル等の土地利用遷移行列の特性量の算出に際しては、土地利用遷移行列を作成する地域の範囲をどう設定するかが問題となる。本研究のように土地利用遷移行列の特性量と地域特性との関連性を定量的に明らかにしようとする場合には、サンプル数にあたる分析対象地域の数にはできるだけ多いことが望ましいが、分析対象地域数を多くすることは、土地利用遷移行列を作成する基礎的な地域の単位をより小さくすることを意味し、土地利用遷移行列の特性量の安定的な算出が困難になるという問題が生じる。同様の問題は土地利用項目の区分の設定に関連しても生じる。この問題に対処するためには、分析の基礎的単位と土地利用項目を適切に設定する必要があるが、どのような地域単位・土地利用区分が適切かを一義的に決めることは困難である。

そこで本研究では、地域区分の最小単位としては区市町村を採用し、まず昭和 54 年（土地利用遷移行列の期首の時点）における住居系用途地域（第一種住居専用地域、第二種住居専用地域、住居地域をプールした地域）内の土地利用項目別構成比を指標として区市町村のクラスター分析を行って区市町村を類型化した。この後、同一の類型に属する区市町村はできるだけ同一の分析単位に含まれるように留意しつつ、区市町村の地理的な隣接状況、第一種住居専用地域、第二種住居専用地域、住居地域の面積等を考慮して、分析の基礎となる地域単位を設定するという方法をとった。最終的に設定した分析対象地域は図 1 に示す全部で 86 の地域である。また、土地利用項目の区分は以下の 9 区分とし、「河川湖沼等」「その他」「海」は分析の対象外としている。

「山林荒地等」	：	「田」「畑その他」
「農地」	：	「空地」「造成中地」
「空地系」	：	「工業用地」
「工業用地」	：	「一般低層住宅地」
「一般低層住宅地」	：	「密集低層住宅地」
「密集低層住宅地」	：	「中高層住宅地」

「商業業務地」 : 「商業業務地」
「公共公益施設」 : 「道路用地」「公園
緑地」「公共公益施設用地」

前報²⁾における距離帯別の分析では、分析対象となる土地利用区分は、山林荒地等と農地を統合した全部で8つの区分としていたが、本研究に先立つ予備的な分析の結果、より詳細な地域区分で見ると、山林荒地等と農地とでは土地利用転換の状況にかなり差異が見られることが判明したので、本研究では、山林荒地等と農地を分離し、全部で9つの区分とした。

図1の86の地域について、3つの用途地域ごとに昭和54～59年の間の土地利用遷移行列を作成し、極限分布を算出した。極限分布の算出にあたっては、土地利用区分ごとの期首のポイント数が0となる地域は除外している。前報²⁾の距離帯別の分析の場合には、この値は500未満とかなり大きくとったが、今回の分析のように地域単位をより小さくした場合には、同様の値をとると、農地系の面積がほとんど無くなってしまった都心部の地域、中高層住宅地が現状ではほとんど存在しない郊外部の第一種住居専用地域等のかなりの地域で極限分布の算出が困難となる。本研究では、定量的分析におけるサンプル数の確保に重点を置き、土地利用遷移行列の作成が可能な地域についてはすべての地域について土地利用遷移行列を作成し、極限分布の算出を行った。

この結果、地域によっては算出された極限分布が不安定となる可能性は避けられないが、これには、各地域ごとに極限分布の異常性を期首のポイント数、首都圏全体の傾向からの乖離の状況等を総合的に勘案して判断し、明らかに異常と思われる地域は定量的な分析の対象サンプルから除外するという方法で対応することとした。この方法は、データの選択に関して、ある種の恣意性を持ち込むことになり、基本的にはあまり好ましい方法ではないが、現在の状況では他にこれといった有効な方法は見当たらないことも事実である。

分析の対象とした被説明変数のデータは、以上により算出した第一種住居専用地域、第二種住居専用地域、住居地域の3つの用途地域別の極限分布の土地利用項目別の成分値である。また、説明変数となる地域特性変数としては、期首の時点（昭和54年）における各地域の9区分の土地利用項目別構成比および宅地利用動向調査の100mメッシュデータから集計した対応する地域別の平均容積率、平均標高、平均傾斜、最寄り駅から山手線までの時間、最寄り駅までの時間を用いた。

(3) 研究の方法

本研究では、極限分布の各成分と地域特性変数との間の関連性の定量的な分析を行うことを主な目的とし、極限分布の各要素を被説明変数、地域特性変数を説明変数とする重回帰分析とAICによる変数選択を行い、極限

図1 分析の基礎的単位

分布の各要素を規定している主要な地域特性変数の抽出を行った。次にこの結果を極限分布の各成分値の地理的な分布状況を見ながら分析するという方法を採用した。

これは、定量的な分析のみでは見落とされがちな地理的状況の特性をできるだけ把握しようとしたこと、および定量的分析の結果の解釈をよりの確なものとすることを意図したためである。

3. 極限分布の各要素と地域特性変数との関連分析

(1) 分析の方法

本節では、極限分布の各要素と地域特性変数との間の関連性を重回帰分析を用いて検討した結果について述べるが、その前に今回の分析で使用した地域特性変数の使用方法、変数選択の方法等について説明しておく。

前述したように、説明変数として使用した地域特性変数は、期首の時点（昭和54年）における各地域の9区分の土地利用項目別構成比および対応する地域別の平均容積率、平均標高、平均傾斜、最寄り駅から山手線までの時間、最寄り駅までの時間であるが、重回帰分析を行うにあたってはこれらの変数を以下のように変換して使用した。

昭和54年の土地利用項目別構成比

「山林・荒地等」	$p_1 \rightarrow \ln(p_1 / (0.40 - p_1))$
「空地系」	$p_2 \rightarrow \ln(p_2 / (0.55 - p_2))$
「空地系」	$p_3 \rightarrow \ln(p_3 / (0.20 - p_3))$
「工業用地」	$p_4 \rightarrow \ln(p_4 / (0.10 - p_4))$
「一般低層住宅地」	$p_5 \rightarrow \ln(p_5 / (0.60 - p_5))$
「密集低層住宅地」	$p_6 \rightarrow \ln(p_6 / (0.35 - p_6))$
「中高層住宅地」	$p_7 \rightarrow \ln(p_7 / (0.30 - p_7))$

「商業業務地」 $p_8 \rightarrow \ln(p_8 / (0.30 - p_8))$

「公共公益施設用地」 $p_9 \rightarrow \ln(p_9 / (0.60 - p_9))$

その他の地域特性変数

「平均容積率 (%)」 $v \rightarrow \ln((v-50)/(400-v))$

「平均標高 (m)」 $\ell \rightarrow \ln(\ell / (200 - \ell))$

「平均傾斜 (度)」 $s \rightarrow \ln(s / (10 - s))$

「最寄り駅から山手線までの時間 (分)」

$T \rightarrow \ln(T / (95 - T))$

「最寄り駅までの時間 (分)」

$t \rightarrow \ln(t / (40 - t))$

説明変数の候補としては、以上の14の変数に加えて「最寄り駅から山手線までの時間(変数変換後)の2乗」「最寄り駅までの時間(変数変換後)の2乗」「定数項」を使用した。時間関連の変数については2乗までの項を採用したのは既研究⁹⁾において、地域の都市的なポテンシャルを評価する場合には、時間関連の変数については少なくとも2乗までの項を考慮する必要性が指摘されていること、および予備的な検討の結果、時間関連の変数は、被説明変数に関して非線型的な影響を有していると考えられるケースが多かったことによっている。

また、被説明変数となる極限分布における各土地利用項目別構成比については、以下のような変換を行った。

「山林・荒地等」 $q_1 \rightarrow \ln(q_1 / (0.10 - q_1))$

「農地系」 $q_2 \rightarrow \ln(q_2 / (0.15 - q_2))$

「空地系」 $q_3 \rightarrow \ln(q_3 / (0.15 - q_3))$

「工業用地」 $q_4 \rightarrow \ln(q_4 / (0.50 - q_4))$

「一般低層住宅地」 $q_5 \rightarrow \ln(q_5 / (0.95 - q_5))$

「密集低層住宅地」 $q_6 \rightarrow \ln(q_6 / (0.35 - q_6))$

「中高層住宅地」 $q_7 \rightarrow \ln(q_7 / (0.95 - q_7))$

「商業業務地」 $q_8 \rightarrow \ln(q_8 / (0.70 - q_8))$

「公共公益施設用地」 $q_9 \rightarrow \ln(q_9 / (0.90 - q_9))$

ここで用いた変換の基本はいわゆるロジスティック変換で、自然対数をとる前の分子の定数を下限値、分母の定数を上限値として、下限値から上限値の間の区間を $-\infty$ から $+\infty$ の区間に引き延ばす変換となっており、変換後の値は、各変数が下限値と上限値の間のどのあたりに位置づけられるのかを示す指標となっている(下限値と上限値のちょうど中間にある場合には変換後の値は0となる)。このような変換を行ったのは、主として、回帰係数の計測結果の安定性を増加させることを目的とした以下のような計測技術上の「実用的」な理由によっている。①被説明変数となる極限分布における土地利用項目別構成比は、そのとり得る範囲が0～1の範囲に制限されていることから、原データをそのまま用いると必然的に「非線型的」な性格を持つようになるとともに、回帰分析の前提となる「誤差分散の不均一性」の仮定を満たさない場合が多くなり、安定的な回帰係数の計測が困難になる。②散布図等を用いた予備的な検討の結果、この

ような変換を行った方が、原データをそのまま用いるよりも各変数のデータのばらつき具合がより良好化(データが特定の領域に集中するような事態が少なくなる)され、より安定的な回帰係数の算出が可能であると考えられたことである。また、各変数の下限値と上限値の設定は、②の観点から散布図を見つつ、試行錯誤的に設定している。

変換の方法としては、この他にも種々のものが考えられるが、いずれの方法にも一長一短があり、重回帰分析を地域特性変数の抽出を行うという分析的な用具として用いる限りでは、ロジスティック変換を用いることによって、分析結果の解釈がそれほど大きく左右されることはないのではないかと考えられる。

以上のような変数変換を行った後、極限分布の各成分値を被説明変数とし、上記の全部で17の説明変数候補からなる説明変数のグループ(全部で $2^{17}-1=131071$ グループ)ごとに重回帰分析を行った。このような方法を探ったのは、説明変数の間には当然のことながら、重共線性が存在し、単純な方法では、被説明変数を規定している主要な変数を抽出することが容易でないためである。重回帰分析における変数選択の方法としては、種々の打ち切り基準および変数増加法、変数減少法等の方法が提案されているが、ここでは、モデル選択の基準としては、広く用いられているAICを採用し、AICから見た最良のモデルを確実に抽出することができるいわゆる総当たり法によって計測を行っている。この方法によって、説明変数間に高い相関が存在する場合には、相関の高い説明変数を同時に含むような重回帰式はAICの値が高くなり、AICが小さい重回帰式で選択された変数を検討することによって、説明変数間の重共線性の影響を排除し、被説明変数に大きな影響力を持つ変数のみを抽出することが可能となるはずである。また、重共線性の影響が少なくなるため、計測される回帰係数の安定性も増加することが期待できる。最良のモデルとしては、最小のAICを与える重回帰式を選べば良いことになるが、一方で、各モデルのAICの値の差が1未満の場合には、どのモデルも同程度の『良さ』を示している¹⁰⁾ことになるので、AICの差が1未満のモデルが複数得られた場合には、どのモデルを選ぶかは、分析者にまかされることになる。ここでは、総当たり法によって得られたすべての重回帰式から、AICの小さい順に10ケースを選択し、この中にAICの差が1未満の重回帰式が複数個含まれる場合には、AICの値、重相関係数、各説明変数のt値、回帰係数の標準誤差等を総合的に判断することで、極限分布の要素を規定している主要な地域特性変数の抽出を行っている。

また、異常値として、重回帰分析の対象から除いた地域は以下のとおりである。

① 第一種住居専用地域

極限分布が算出された82の地域のうち、異常値として除外した地域は、大宮（工業用地成分72%）、多摩・稲城（山林荒地成分11%）、木更津・袖ヶ浦（一般低層成分96%）、目黒・大田（中高層成分99%）、府中（中高層成分96%）の5地域である。大宮、木更津、目黒、府中の場合は、計画期間中のプロジェクトの影響、多摩・稲城の場合は、多摩ニュータウンの開発にともなう特殊事情と思われる。

② 第二種住居専用地域

異常値として除外した地域は、極限分布が算出された83の地域のうち、所沢（工業用地成分87%）、上尾（工業用地成分80%）、君津・富津（商業業務地成分97%）、鎌ヶ谷・印旛等（山林荒地成分15%）、蕨・戸田（中高層成分96%）、三郷・松伏・吉川（中高層成分97%）、小平（中高層成分99.8%）、保土ヶ谷・旭（中高層成分99.7%）、港北（中高層成分99.5%）、瀬谷・大和・綾瀬（中高層成分98%）の10地域である。鎌ヶ谷・印旛等は千葉ニュータウンの開発にともなう特殊事情およびその他の地域は計画期間中の計画開発の影響と考えられる。

③ 住居地域

異常値として除外した地域は、86の地域のうち、田無・保谷（中高層成分98%）、港北（中高層成分99.7%）の2地域である。両者とも計画開発の影響と考えられる。

重回帰分析および変数選択の結果は、表1に示すとおりである。以下では、表1を基本として、極限分布の各要素について、その地理的分布と重回帰分析の結果について述べる。

(2) 山林荒地成分

極限分布における山林荒地成分の値が大きい地域は、一種住専と住居地域の場合には、横浜・川崎の周辺区から町田、八王子を経由して、青梅、狭山丘陵にいたる地域、鎌ヶ谷、成田等の京成・成田線沿線および横須賀、小田原、富津等の神奈川、千葉の50～60km圏であり、東京の都心近接地域および埼玉県中央部には山林荒地成分の値の小さい地域が連担している。二種住専の場合もほぼ同様であるが、茨城、埼玉の50～60km圏でも山林荒地成分の高い地域が見られることが異なっている。

重回帰分析の結果を見ると、重相関係数は、各用途地域とも0.35～0.45と低く、回帰式のフィットは良いものではない。選択された変数も各用途地域に共通しているのは平均標高、平均傾斜といった自然条件に関係するものである。極限分布における山林荒地成分の値は主として地域の自然条件に規定されがかなり確率的なものであり、明確な傾向は持っていないと言える。

(3) 農地系成分

農地系成分の値が大きい地域は、用途地域によって若

表1 極限分布の土地利用項目成分を被説明変数とした場合の回帰係数 その1

説明変数 極限分布における土地利用項目成分	山林荒地成分			農地系成分			空地系成分		
	一種住専	二種住専	住居地域	一種住専	二種住専	住居地域	一種住専	二種住専	住居地域
重回帰係数	0.411	0.353	0.445	0.823	0.717	0.577	0.561	0.613	0.407
山林荒地									
農地系	0.462 5	0.556 1		1.410 1	0.926 1	0.848 1	0.284 1	0.336 1	
空地系								0.291 5	
工業用地					0.487 *	0.739 5			
一般低層住宅地							-0.539 1	0.389 5	
密集低層住宅地				-0.560 1				0.077 *	0.203 5
中高層住宅地				0.747 1			0.350 1	0.146 5	0.251 1
商業業務地				0.933 1					
公共公益施設				-1.241 1	-0.887 *				-0.483 5
平均容積率					2.474 5				
平均標高			0.570 1	0.172 *	0.390 5		0.259 1		
平均傾斜	0.776 1	0.314 *						0.128 5	
最寄り駅～山手線				-0.972 1	-1.543 1	-0.902 1	-0.443 1	-0.335 5	-0.223 *
同上2乗								0.205 5	-0.177 5
最寄り駅まで			-1.674 5	-0.628 *				1.648 1	
同上2乗			-2.143 1		-1.876 1		0.410 5	1.084 5	
定数項	-3.174 1	-4.607 1	-4.363 1			-2.138 1			

末尾の記号は、1: t検定1%水準で有意、5: t検定5%水準で有意、*: t検定10%水準で有意であることを示す。

干の差異はあるが、全体として見ると、行田、鴻巣等の高崎線沿線の50～60km圏、小田原周辺の郊外部の他、市川、船橋から川口、草加、足立を経て清瀬、三鷹、多摩区へいたる千葉県、埼玉県、東京都の20～40km圏の地域である。小田急・東海道方面は値の少ない地域が連担している。

重相関係数は、一種住専が0.82、二種住専が0.72、住居地域が0.58であり、住居地域を除くとかなり良好な結果が得られている。選択された変数および回帰係数を見ると、いずれの地域でも、期首の時点の農地系面積が+、山手線までの時間がーで選択されており、農地が多く残存しているほど、また山手線まで時間が近いほど極限分布における農地系成分の値は高いという結果となっている。既応の研究結果からの知見を踏まえると、期首の農地系面積の+は地域の農業経営のポテンシャルの高さをあらわし、山手線までの時間のーは都心に近接した地域ほど残存している農地は安定的に推移するという傾向を示しているものと考えられる。この他の変数としては、一種住専では、中高層住宅地、商業業務地が+、密集低層住宅地、公共公益施設、最寄り駅まで時間がーで選択されており、中高層住宅地等の形態の開発が進展している地域では農地がより多く保全される傾向があるのに対し、ミニ開発型の開発が進展した地域および公共公益施設の整備水準が相対的に高い地域では農地は保全されにくい傾向があると言える。

二種住専では、工業用地、平均容積率、平均標高が+、平均傾斜、最寄り駅までの時間の2乗がーで選択されており、農地の中でも標高の高い傾斜の緩やかな地域に存在している農地（畑地が多いと考えられる）の方が標高の低い地域の農地（田が多いと考えられる）よりも安定的であること、工業用地が多い地域ほど農地は保全され

る傾向があることが示されている。工業用地は住居地域の場合にも十で選択されている。この理由としては、都市的なポテンシャルが相対的に低く、農地が残存しやすい地域で郊外型の工業施設の先行的な立地が進行した影響とも考えられるが、あまり明確ではなく、今後、よりミクロな地域レベルでの実証的検討や新しいデータを用いた継続的な検討が必要であろう。また、各用途地域に共通して見られる山手線までの時間の $-$ 、一種住専における中高層住宅地、商業業務地の $+$ については、都市的なポテンシャルの高い地域においては、賃貸住宅経営等を通じて農家の経済的基盤が安定化し、残存する農地の土地利用転換動機が減少した結果と解釈できそうであるが、これについてもより詳細な検討が必要であると思われる。また、二種住専の場合には、最寄り駅までの時間の2乗が $-$ で選択されている。この場合には、求めた重回帰式は最寄り駅までの時間（変換後）に関しては、上に凸の2次関数となり、極大値を持つことになる。この極大値を与える点を実際に求めると20分となり、最寄り駅までの時間が20分となる地域で極限分布における農地系成分の値が極大となることを意味している。20分未満の地域では、利便性の高さから、20分を越える地域では、開発の相対的容易さ（たぶん地価の低さとしてあらわれていると思われる）から農地の他用途への転換が進行することを示していると推察される。

(4) 空地系成分

空地系成分の値の大きい地域は、一種住専と二種住専はやや異なっているが、横浜・川崎の中心区、練馬から所沢、立川にいたる西武線沿線、常総線沿線は共通している。一種住専と二種住専では、浦和、川口、足立、葛飾を中心とする地域の値が前者では小さく、後者では大きいことが異なっている。全体として、都心から10～30km圏で値が大きい地域が多く、郊外部では少なくなっている。住居地域の場合にはこれといった傾向は見られない。

重相関係数は、一種住専0.56、二種住専0.61、住居地域0.41であり高いものではない。選択された変数は、一種住専、二種住専に共通するものとして、農地系、中高層住宅地、最寄り駅までの時間の2乗が $+$ 、山手線までの時間が $-$ である。最寄り駅までの時間の2乗の係数が $+$ であることから、求められた式は最寄り駅までの時間（変換後）に関しては下に凸の2次式となり、一種住専の場合は最寄り駅までの平均時間が20分の地域で、二種住専の場合は13分の地域で極小となることになる。また、最寄り駅から山手線までの時間に関しては、一種住専の場合は単調な減少関数、二種住専の場合は山手線までの時間が66分の地域で極小値、住居地域の場合は33分の地域で極大値をとる2次関数となり、一種住専、二種住専の場合には一般に都心から遠い地域ほど空地系成分

表1 極限分布の土地利用項目成分を被説明変数とした場合の回帰係数 その2

説明変数と回帰係数	工業用地成分			一般低層住宅地成分			中高層住宅地成分		
	一種住専	二種住専	住居地域	一種住専	二種住専	住居地域	一種住専	二種住専	住居地域
重相関係数	0.405	0.543	0.506	0.575	0.732	0.787	0.750	0.641	0.644
山地系	—	—	-0.263 5	0.206 5	—	0.131 5	—	-0.493 5	-0.478 1
空地系	—	0.804 1	0.255 5	—	—	0.347 1	1.022 1	—	—
工業用地	—	—	—	—	0.463 1	—	-0.550 5	—	-0.835 1
一般低層住宅地	-1.198 1	—	-1.738 1	—	-0.322 5	0.344 5	—	—	0.680 *
中高層住宅地	—	—	—	—	0.921 1	1.107 1	—	-1.494 1	-1.911 1
商業業務地	—	—	—	—	0.188 5	0.234 1	0.775 1	—	—
公共施設	—	—	-1.106 1	-0.381 1	—	—	0.825 *	-0.540 1	—
平均地価	—	3.675 1	—	—	1.261 1	1.119 5	-0.914 *	—	-3.440 1
平均人口	—	—	—	—	—	-0.141 5	—	0.597 1	—
最寄り駅～山手線	-0.549 5	-1.156 1	—	0.654 1	0.752 1	0.263 5	-1.750 1	-1.713 1	-1.308 1
同上2乗	-1.096 5	—	—	—	0.620 5	—	—	—	—
最寄り駅まで	—	—	—	—	—	—	0.744 *	—	—
同上2乗	—	—	—	—	—	—	—	—	—
定数項	-5.190 1	-2.739 1	-5.728 1	0.832 1	—	0.897 5	-3.602 5	-7.841 1	-8.061 1

末尾の記号は、1：t検定1%水準で有意、5：t検定5%水準で有意、*：t検定0.06%水準で有意であることを示す。

の値は小さく、住居地域の場合は、都心から中間的な時間距離にある地域で大きくなる。農地系、中高層住宅地の $+$ は、農地が多く残存し、宅地化が進行しつつある地域や開発期間が相対的に長い中高層住宅地開発が進行している地域では、開発にともなう一時的な土地利用用途として空地系が多くなることを表現していると解釈できよう。いずれにせよ重相関係数の値からすると、極限分布における空地系成分の値はそれほど明確な傾向は持っていないようである。

(5) 工業用地

工業用地成分の値の大きい地域は、一種住専と住居地域はおおむね共通しており、取手・我孫子、松戸、三郷、足立、草加等の常磐線・東武伊勢崎線沿線の20～40km圏、大宮、川越、立川・日野等の高崎線・西武線沿線の30～40km圏である。従来からの住工混在型と考えられる地域と市街化の初期の時期に郊外型の工場が立地した地域が多い。二種住専の場合には、常磐線沿線の地域での値は平均的なものとなり、代わって川崎の中心部から多摩・稲城にいたる南部線沿線の地域で値が大きい。全体的には、埼玉、千葉の中間的な距離帯の地域に値が大きい地域が集積している。

重相関係数は、一種住専0.41、二種住専0.54、住居0.51であり、上記の地理的な特性はここで採用した説明変数では十分に表現されているとは言い難い。3つの用途地域に共通して選択されたのは定数項の $-$ のみであり、この他には二種住専と住居地域で農地系が $+$ 、一種住専と住居地域で一般低層住宅地が $-$ 、一種住専と二種住専で山手線までの時間が $-$ で選択されている。

この結果から、農地が多く残存しており、一般低層住宅地が少ない地域では工業用地は残存しやすい傾向にあると言えるが重相関係数の値からするとそれほど明確な

傾向ではない。また、住工混在的な地域に値の大きい地域が多いにも関わらず、工業用地は説明変数としては選択されていないが、これは説明変数として使用した期首の時点の工業用地面積データでは、従来からの住工混在地域と並んで、近年における工場の郊外展開の結果を反映して、外延部においても工業用地面積の割合が大きい地域が多く、工業用地面積は、従来からの住工混在地区を示す指標としては十分ではないことに起因していると思われる。このことから、土地利用変化過程における工業用地の位置は、現況の土地利用や立地条件のみではなく、地域の歴史性や地域の工業経営の特色（工業活動のネットワーク等）にかなり深く関係していると推察される。

(6) 一般低層住宅地成分

一般低層住宅地の値が大きい地域は、一種住専はやや異なっているが、二種住専、住居地域はおおむね共通している。二種住専、住居地域の場合は、かなりはっきりした郊外型を示し、各方面とも40km圏以遠に割合が大きい地域が連なっている。反面、都心近接部では割合が小さい地域が多いが、中央線沿線だけは割合が小さい地域は30km圏まで達している。一方、一種住専の場合は、同一の距離帯でも値の大きい地域は、神奈川、千葉方面に集中しており、埼玉、茨城方面では相対的に値が小さい地域が多い。

重相関係数は、一種住専0.58、二種住専0.79、住居地域0.79であり、一種住専以外はかなり高い水準にある。各用途地域を通じて、共通に選択された変数は山手線までの時間が+であり、郊外部ほど一般低層住宅地が主体となる方向に向かっての土地利用変化が進行するという常識的な結果が示されている。また、二種住専と住居地域に共通して選択された変数は、一般低層住宅地、密集低層住宅地、平均容積率が+であり、低層住宅地が主体の市街化が進展している地域では一般低層住宅地成分の値は大きくなる傾向にあると言える。また、一種住専と住居地域では山林荒地が+で選択されているが、これは神奈川、千葉方面で値が大きい地域が多いということの反映であると思われる。

これらから、一般低層住宅地成分は、二種住専、住居地域のような制度的制約が比較的緩やかな用途地域においては、都心への近接性によって代表される都市的なポテンシャルや低層住宅地としての成熟度にかなり鋭敏に反応する指標であると言える。一方、一種住専においては、都心への近接性以外の要因の一般低層住宅地成分に対する規定力は弱く、重回帰式全体としての説明力も弱い。一種住専では、二種住専、住居地域と比べると、一般低層住宅地へ向かう土地利用の変化傾向にはかなりの多様性があると言えよう。

(7) 密集低層住宅地成分

密集低層住宅地成分の値の大きい地域は、一種住専と二種住専はおおむね共通しており、川崎の中心区から世田谷、練馬、朝霞、浦和を經由して越谷、春日部にいたる20～30km圏、立川、日野から狭山、川越にいたる40～50km圏であり、千葉、神奈川方面では少なくなっている。住居地域の場合もほぼ同様であるが、世田谷、練馬等の東京の西側の地域は、値が小さい地域に属していることが異なっている。

重相関係数は、一種住専0.79、二種住専0.64、住居地域0.64であり、一種住専では比較的高い。選択された変数は、一種住専と二種住専、住居地域とでは異なっている。一種住専の場合は、農地系、密集低層住宅地、商業業務地、最寄り駅までの時間の2乗が+、空地系、平均容積率、山手線までの時間が-であり、都心に近く、農地が残存しており、密集低層住宅地や商業業務地が多いスプロール的な開発が進行した地域では、密集低層住宅地成分が多くなる方向で土地利用変化が進む傾向があると言える。一方、二種住専と住居地域では、山林荒地、一般低層住宅地、公共公益施設、山手線までの時間が共通して-で選択されている。山林荒地の-は、山林荒地面積が相対的に多い千葉、神奈川方面での値の小ささの反映であると思われる。また、一般低層住宅地と公共公益施設の-は、一種住専における密集低層住宅地の+と同様、スプロール的な開発が進行した地域の特徴を示す指標と解釈できよう。二種住専ではこれに加えて、中高層住宅地が-、平均標高が+で選択され、住居地域では、工業用地が+、平均容積率が-で選択されている。これらから、二種住専や住居地域においてもスプロール的な開発が進行した、都心に比較的近い地域では、密集低層住宅地がより多く創出される方向で、土地利用変化が進む傾向があると言える。

(8) 中高層住宅地成分

中高層住宅地成分の値の大きい地域は、用途地域によってやや異なっているが、小田急線沿線の神奈川方面、中央線沿線と東京都下方面で値が高い地域が多いことは共通している。一種住専と二種住専、住居地域とで異なる点は、一種住専では、浦和、富士見、朝霞等の埼玉西南部で値が高い地域が見られるが、二種住専、住居地域ではこれらの地域の値は平均的なものとなっていること、一種住専では、50～60km圏は各方面とも値が小さい地域が多いが、二種住専、住居地域では、都下や埼玉西部方面では50～60km圏でも値が平均的な地域が見られることである。

重相関係数は、一種住専0.66、二種住専0.62、住居地域0.65であり、まあまあの水準にある。選択された変数を見ると、3つの用途地域に共通しているのは山手線までの時間、最寄り駅までの時間、同2乗である。回帰係数の値からは、一種住専では、都心からの距離が中間的

であり（20分の地点で極大値をとる）、最寄り駅までの時間も中間的（28分の地点で極大）な地域で、農地、空地、工業用地が少なく、中高層住宅地や商業業務地が多い都市化が進んだ地域で、中高層住宅地化が進展する傾向がある。一種住専では、高さ制限があり、制度上、中高層住宅は建設されないはずであるが、このような傾向が見られるということは、制度の趣旨からすれば望ましいことではなく、実際にどんな用途の建物がどんなメカニズムで建設されているかについて、よりミクロなレベルでの検討が必要であると言える。また、二種住専では、より都心に近く、最寄り駅までの時間が中間的（26分で極大）な地域で、山林荒地が多く残存する一方で、住宅地化が進行し、公共公益施設の整備が進んだ地域で中高層化が促進される傾向となっている。住居地域も二種住専とほぼ同様であるが、山手線までの時間がより大きい影響力を持つとともに密集低層住宅地の多さは中高層化の進展を抑制する方向を向いていることが異なっている。

以上のように、極限分布における中高層住宅地成分の大きさは、主として、山手線までの時間と最寄り駅までの時間で代表される都市的なポテンシャルの高さによって規定されていると言える。その他の選択された変数は用途地域によってさまざまであるが、選択された変数の状況を総合的に考えると、都市的なポテンシャルの高さに加えて、山林荒地面積に代表される方面別の差異、中高層住宅地化の進展状況、住宅地としての成熟度がかなりの重みを持っていると推察される。

(9) 商業業務地成分

商業業務地成分の値の大きい地域の地理的分布は用途地域によってやや異なる。一種住専では、値の大きい地域は川口、足立、豊島等の従来からの住商混在地域の他、飯能、行田等の埼玉県の50～60km圏、市川、船橋、松戸、取手等の総武・常磐線沿線の20～30km圏の地域であり、東京都下、神奈川方面では値の小さな地域が多い。これに対して、二種住専では、従来からの住商混在地域に加えて、練馬・杉並といった業務地化が進行していると思われる地域および千葉、神奈川の50～60km圏の郊外部の地域で値が大きくなっている。また、住居地域では、従来からの住商混在地域では値は平均的なものとなり、中央線沿線の業務地化の進行地域および各方面の50～60km圏の郊外部で値が大きい。これらから、極限分布における商業業務地成分の値は従来からの住商混在地域における商業業務地の再創出、中央線沿線等における商業業務地化の進展、郊外部における大規模な沿道型商業施設開発といった性格の異なる土地利用の変化傾向を同時に示しているものと考えられる。

重相関係数は、一種住専0.62、二種住専0.58、住居地域0.52であり高いとは言えない。性格の異なる要因に起因する値を同一の説明変数で説明しようとするに無

表1 極限分布の土地利用項目成分を被説明変数とした場合の回帰係数 その3

説明変数 極限分布における土地 利用項目別成分	中高層住宅地成分			商業業務地成分			公共公益施設成分		
	一種住専	二種住専	住居地域	一種住専	二種住専	住居地域	一種住専	二種住専	住居地域
住居開発数	0.663	0.622	0.648	0.615	0.584	0.516	0.558	0.679	0.653
山林荒地		0.799 1	0.412 5		-0.271 1			-0.563 1	
農地系	-0.704 5						0.346		
空地系	-0.963 5		-0.420 5			-0.336 1	0.331 5	-0.463 1	
工業用地	-1.337 5			0.394 5		0.334 5			
説明変数と回		1.261 1		-0.611 1			-0.389 5	-0.965 1	0.392 5
低層住宅地		0.511 1	-0.375 5					-0.237 5	0.290 1
中高層住宅地	0.642 5	0.458 5			-0.177 5				
商業業務地	1.994 5				0.692 1				-0.492 1
公共公益施設		1.335 1		-0.520 5		-0.763 1		-0.590 5	0.828 1
係数									
平均系開発		-2.183 5		0.527 5	0.791 5			1.162 5	0.954 5
平均係数							0.177 5		
平均係数		-0.461 5	-0.271 *	-0.144 5	0.221 5			0.361 1	
最寄り駅～山手線	-2.945 1	-0.582 *	-1.623 1			0.295 5		-0.930 1	
同上2乗	-1.106 1					0.143 5	0.229 1	-0.283 1	
最寄り駅まで	1.906 5	-2.265 5	-2.476 1	-1.264 1	1.247 1		-0.704 1		0.436 1
同上2乗	-1.137 *	-1.771 5	-1.836 1				0.458 5		
定数項			-4.660 1	-2.392 1		-1.155 1	-1.733 1	-2.701 1	

本記号は、1：1検定1%水準で有意、5：1検定5%水準で有意、*：1検定10%水準で有意であることを示す。

理があるとも言える。選択された変数も各用途地域でまちまちであり、明確な傾向は見られない状況となっている。

(10) 公共公益施設成分

公共公益施設成分の値の大きい地域は、各用途地域ともどちらかと言えば都心に近い地域が多いが、あまり明確な傾向は持っていない。公共公益施設成分の値も、商業業務値成分の値と同様、都心近接部における再開発的な土地利用転換活動にともなう公共用地の創出と郊外部の特定の地域におけるある程度以上の規模の新開発にともなうものという性格の異なる要因に起因しているのではないかと考えられる。公共公益施設の面積が大きく変動するのは、区画整理等の都市計画事業による場合が多く、要因分析を行うことはあまり意味がないとも言える。

重相関係数は、一種住専0.56、二種住専0.68、住居地域0.65であり、二種住専、住居地域ではそれほど低い値であるが、選択された変数および回帰係数の符号はまちまちであり統一的な解釈は困難である。

(11) まとめ

極限分布の土地利用項目別成分のうち、地域特性変数と比較的高い関連性を有しているのは、農地系成分、一般低層住宅地成分、密集住宅地成分、中高層住宅地成分、公共公益施設成分であり、その他の成分と地域特性変数との関連性は比較的薄い。地域特性変数との関連性が比較的高い成分のうち、公共的な意思による影響が大きいと考えられる公共公益施設成分を除いた成分についての分析結果をまとめると以下ようになる。

① 農地系成分

農地系の面積が多く市街化の初期的な段階にある地域では、農地はより多く保全される方向で土地利用変化が進行するが、農地が少なくなるにつれて、農地の減少傾

向は加速されていく。この過程において、工業や中高層住宅等の形態の開発および都心への近接性や地区内の利便性は農地を保全する方向で働き、ミニ開発型の形態の開発および公共施設の整備の推進は逆の方向で働く傾向がある。

② 一般低層住宅地成分

一般低層住宅地に向かう土地利用変化に関しては、一種住専と二種住専、住居地域は異なった構造を持っている。都心からの距離が遠い地域では一般低層住宅地の割合が大きくなる方向に向かうという傾向は共通しているが、一種住専では、現況の土地利用状況との関連性が薄いのに対し、二種住専、住居地域では、低層住宅地が多いほど一般低層住宅地成分は増加するという傾向が存在している。制度的に中高層住宅地化が可能な地域であっても低層住宅地としての成熟化は、ある程度自律的に進行する傾向があると言え、現実の土地利用状況において都心に近接しているにも関わらず、一般低層住宅地の割合が高い、杉並、中野、世田谷等の地域の形成にあたってはこのような自律性の存在の影響が大きかったのではないかと考えられる。今後、ミクロなレベルでの実証的な分析等を通じて、この自律性をもたらす要因を解明することが課題であろう。

③ 密集低層住宅地成分

密集低層住宅地は、前述したように、都市的なポテンシャルが高く、スプロール的な開発が進行している地域でより多く創出される傾向があり、一般低層住宅地と同様、ある種の自律性を持っている。都市計画的には、密集低層住宅地はいずれの用途地域においても抑制されるべき性格の土地利用用途であるが、一度、スプロール的な市街地が形成されると密集低層住宅地が再生産される方向で土地利用変化特性が影響されてしまう。また、一種住専においては同時に農地の減少傾向も加速され、住環境は二重の意味で悪化する方向に向かう傾向にある。

④ 中高層住宅地成分

中高層住宅地成分の値を規定する要因は、大きくは、都心への近接性、山林荒地面積で示される方面イメージとまとまった開発素地の存在、住宅地としての成熟イメージの3つであると思われる。また、一種住専、二種住専では、中高層住宅地もある種の自律性を有しており、一種住専の場合には、中高層化を抑制する方向での規制、二種住専の場合には、中高層化を促進する方向での誘導等の施策によって中高層化に向かう流れを制御できる可能性がある。この他に、二種住専においては、一般低層住宅地の増加は、中高層化を促進する方向で作用する傾向がありそうである。

4. 結語

土地利用遷移行列の極限分布を指標として、首都圏に

おける土地利用変化の方向と地域特性との関連性を分析した結果、極限分布における農地系、一般低層住宅地、密集低層住宅地、中高層住宅地成分は、地域特性とかなりの関連性を有していることが明らかとなった。特に、地域特性として現況の土地利用状況に着目した場合には、上記の各成分はいずれもある種の自律性ともいべき性格を有しており、土地利用変化の方向は、期首の時点の土地利用状況によってかなりの影響を受けると言える。このことは、土地利用遷移行列が定常的でなく、都市の土地利用変化は、以前の変化の結果としての期首の時点の土地利用状況に影響されながら次第に方向を変えつつ進行していくという特性を有していることを意味している。

逆に言えば、計画的な開発等によって、一度、土地利用状況を変化させるとその後の土地利用変化の方向は開発の結果を反映したものに变化するというものであり、土地利用変化の方向を制御する可能性があるということである。このこと自体は、定性的には、都市計画の「常識」に近いものであろうが、本研究のような定量的な分析を通じても確認される。

土地利用変化を制御する都市計画的な手段としては、用途地域の指定と容積率の設定および公共公益施設の整備等がある。

本研究では、用途地域の違いによる差異を抽出するために用途地域ごとの分析を行い、一種住専と二種住専、住居地域との間にはかなり明確な差異があることが把握された。しかし、二種住専と住居地域との間の差異は極限分布における商業業務地成分の違い等が見られるものの、いまひとつ明確には把握できなかった。実際にあまり差異がないためであるのか誤差に隠れてしまった結果であるのかは不明であるが、今後のより詳細な検討が必要とされる事項であると思われる。

また、容積率に関しては、説明変数として選択された場合でも、平均容積率が高いほど一般低層住宅地成分は多くなり、中高層住宅地成分は少なくなる等、回帰係数の符号は常識とは異なることが多く、容積率自身の影響力は明確には抽出できなかった。これは、容積率が一般的に、東京都下、神奈川方面ではその他の地域よりも低く設定されており、説明変数としての容積率は、これらの地域を表現する指標として使われてしまった結果と考えられる。これに関連して、土地利用変化の方向を規定する要因としての「方面」の重要性が指摘できる。本研究では、鉄道沿線を中心とした「方面」の特性は、地域の自然的条件や期首の時点の土地利用の状況等で説明できると考え、「方面」別のダミー等は説明変数としては使用しなかったが、結果として、地図化した結果ではかなり明確な地理的分布の特徴を持っている場合でも重相関係数は低いという事態が生じた。首都圏における「方

面」の持つ影響力の大きさと定量的なデータを用いた場合の「方面」別特性の表現の困難さはこれまでも数多く指摘されてきたが、今回も同様の状況に直面したと言える。今後、定量的な分析を進めるにあたっては、早期に解決されるべき課題であると言えよう。一方、公共公益施設の整備効果は、今回の定量的な分析を通じてそれなりに把握されたように思われる。

本研究は、土地利用遷移行列の特性のうち、極限分布のみを対象としたものであり、1以外の固有値、極限分布以外の固有ベクトルの分析が残された課題である。理論的な検討の結果からも明らかなように、通常の計画期間内における土地利用変化の予測に際しては、これらの指標の分析は重要な課題であり、計測に際しての誤差の影響等も含め、今後の研究課題としたい。

注・参考文献

- 1) 石坂公一：土地利用遷移行列の分析手法に関する考察、日本建築学会計画系論文報告集、第 436号、pp59～69、1992年 6 月
- 2) 石坂公一：首都圏における距離帯別の土地利用変化動向、日本建築学会計画系論文報告集、第 442号、pp97～105、1992年12月
- 3) 藍澤 宏ほか 1 名：農業的土地利用からみた集落の類型とその構造変化に関する研究、日本建築学会計画系論文報告集、第 434号、pp79～88、1992年 4 月
- 4) 藍澤 宏ほか 1 名：大都市近郊地域の土地利用変容からみた宅地化動向に関する研究、日本建築学会計画系論文報告集、第 435号、pp59～68、1992年 5 月
- 5) 藍澤 宏ほか 2 名：大都市の既成住宅地における土地利用変容からみた居住地形形成要因に関する研究、日本建築学会計画系論文報告集、第 448号、pp39～48、1993年 6 月
- 6) 角谷弘喜ほか 1 名：商業施設立地の沿道化・沿道遠隔化過程に関する研究、日本建築学会計画系論文報告集、第 446号、pp 119～129、1993年 4 月
- 7) 藍澤 宏ほか 1 名：広域における地形条件からみた土地利用形成に関する研究、日本建築学会計画系論文報告集、第 420号、pp31～39、1991年 2 月
- 8) 青木義次ほか 1 名：都市空間の『場所性』を組み込んだ空間影響モデル、日本建築学会計画系論文報告集、第 444号、pp99～105、1993年 2 月
- 9) 前掲 2) 参照。
- 10) 坂元慶行ほか 2 名：情報量統計学、共立出版、昭和58年

(1993年 8 月 30 日原稿受理, 1994 年 2 月 21 日採用決定)