画地単位の転換確率に基づく土地利用モデル

LAND USE CONVERSION MODEL BASED ON TRANSITION PROBABILITY OF LOTS

大佛俊泰*, 西松照生**, 吉川 徹***

Toshihiro OSARAGI, Teruo NISHIMATSU and Tohru YOSHIKAWA

Many studies on land use conversion have been carried out to provide fundamental information for the general plan of the future. Land use transition probabilities were usually estimated by calculating the areas of land in which land use categories were changed. However, it should be noted that the spatial unit of land use transition is a lot. This study describes a land use conversion model based on transition probability of lots. Change of land categories, division of lots, demolishing of buildings and reconstruction of buildings are described in this model. As an application of the model, we discuss the effect of land use policy by simulating the land use transition in the future.

Keywords: land use, lot, division of lot, land category, demolishing of building, reconstruction of building

土地利用, 画地, 画地分割, 地目, 家屋除却, 家屋更新

1. はじめに

都市・地域計画の分野においては, 将来の土地利用変化, および, その空間分布を予め把握しておくことは重要である。例えば, 都市マスタープランを策定する際には, 土地利用規制や都市基盤整備などが将来の土地利用に及ぼす影響について検討しておくことが必要となる。そのため, 将来の土地利用変化予測に関する研究はこれまで数多くなされてきた。例えば, そのなかでも代表的なものとして, 土地利用を含めた地域特性の相互関係をモデル化した計量経済モデルやローリーモデルなどについては古くから研究されており, 今までに多くの優れた成果が報告されている文1)~文2)。この種のモデルは, 広域的な空間範囲に関わる諸変数を導入することが比較的容易であることから, 政策変数をはじめ様々な要因が対象地域全体にどのような影響を及ぼすのかを評価する際に用いられてきた。しかし, モデルで扱われる諸変数が, ある空間的な広がりを持つゾーン内の集計量として定義されるため, 道路拡幅が沿道土地利用に与える影響など詳細な空間特性を組み込むことは難しい。また, 画地規模分布や建築物の経過年数分布などの地域特性は, 集計量としてモデルに組み込むことは可能であっても, それらの地域特性が将来の土地利用変化にもたらす影響の詳細な過程を明らかにすることは困

難であった。

交通計画の分野では, ゾーンごとに個人の交通行動を集計してからモデル化する方法と, 交通行動の基本単位である個人(または世帯)がどのような交通行動をとるのかをまずモデル化し, 得られた個人の交通行動をゾーン内で集計して交通需要を予測しようとする方法がある。前者は集計分析, 後者は非集計分析と呼ばれている。今日, このような非集計的な分析が交通計画をはじめマーケティングなど様々な研究分野において主流となりつつある背景には, 従来の集計分析に潜在する多くの課題だけでなく, 「意思決定は, なぜ, どのように行われるのか」といった行動科学的なモデル開発への強い要請がある文3)。

土地利用変化の将来予測モデルに求められる出力結果は, 関心のある地域(ゾーン)内での土地利用変化面積(集計量)である場合が多い。実際, 今までに提案されてきた土地利用変化の将来予測モデルは, 町丁目単位など空間的には詳細なものも含めて, 基本的にはゾーン内での土地利用面積をもとにした集計型のモデルであると言える。これに対して, 非集計的な視点からの土地利用変化の分析, すなわち, 土地利用の状態を決定付けている個々の活動主体(世帯や事業主)に着目した分析, 換言すれば, 土地利用変化の基

* 東京工業大学大学院情報理工学研究科
助教授・博士(工学)

** 東京工業大学大学院情報理工学研究科
大学院生(研究当時)

*** 東京都立大学工学研究科建築学専攻
助教授・博士(工学)

Assoc. Prof., Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo
Institute of Technology, Dr. Eng.

Graduate Student, Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo
Institute of Technology

Assoc. Prof., Department of Architecture, Graduate School of Engineering, Tokyo
Metropolitan University, Dr. Eng.

図1 土地利用転換モデルの概念図

本単位である画地の状態変化に着目した土地利用分析は、上記の交通需要モデルの発展例と同様に、極めて自然な行動科学的な視点からの展開であるといえる。このような非集計分析は、前記の詳細な空間特性の組み込みを可能にする。また、地域特性の影響の詳細な過程を明らかにすることによって、集計分析による予測の精度向上や誤差評価に役立つ知見を与えることが期待される。

他方で、近年の地理情報システムの進展を背景として、土地利用に関するデータベースが急速に整備されるようになった。容易に入手可能となった複数時点のデータを用いて、土地利用変化をマルコフ連鎖としてとらえた研究も多く試みられている文4)～文6)。筆者らもこれまで幾つかの分析方法の提案と、現実のデータを用いた実証分析を試みてきた文7)～文11)。この方法は、地域特性の相互関係のモデル化は困難ではあるが、マルコフ連鎖の遷移確率を画地の転換確率と考えることによって、画地の状態変化にも適用できる可能性を持っている。しかし、従来のマルコフ連鎖型土地利用モデルを行動科学的な視点から眺めると、議論すべき課題が多く残されているように思われる。その中でも次の点に関する議論は重要である。すなわち、従来までのマルコフ連鎖型土地利用転換モデルでは、モデルの心臓部ともいえる遷移確率行列が、ある2時点間で観測された土地利用変化面積をもとに推定されている。この方法は非常に簡便であるものの、実際の土地利用転換の構造を見誤ってしまう危険性がある文10)。具体的には、面積から推定した場合（面積ベース）と、画地の数をもとに推定した場合（画地ベース）とでは、遷移確率行列が大きく異なる文11)。面積ベースの推定では、個々の立地主体の面積が不明であるので、非常に稀に生じる大規模開発による変化と、頻繁に発生している小規模変化とが基本的には区別されず、そのため、「個々の画地における土地利用変化の起こりやすさ」、すなわち、個々の立地主体に着目した遷移確率を正確に推定することができない。非集計分析的な視点からすれば、画地ベースの推定方法をとるべきであるが、使用可能なデータの制約から、従来まではメッシュデータをもとに面積ベースで推定されてきた。

このような課題に対して、筆者のひとりには、画地ベースの遷移確率を、メッシュデータから推定するための方法を提案している文11)。しかし、メッシュデータを用いている点にかわりは無く、擬似的な画地ベースの遷移確率にとどまっている。

そこで本研究では、従来のマルコフ連鎖型土地利用モデルにかえて、画地単位の転換確率に基づく一連の確率過程としての土地利用

時点 $t+1$ における山林・田畑の画地数 $x_{11}(t+1)$

$$x_{11}(t+1) = \left\{ (1-d) + d \sum_n nd_n \right\} t_{11} x_{11}(t) + \left\{ (1-d) + d \sum_n nd_n \right\} t_{12} x_{27}(t) + \sum_{j=1}^6 \left[(1-R) \left\{ (1-d) + d \sum_n nd_n \right\} + Rd \left(\sum_n nd_n - 1 \right) \right] t_{12} x_{2j}(t) \quad (1)$$

山林・田畑のままの画地数 更地から転換された画地数
家屋が除却される場合 敷地が分割されて家屋が残存する場合
家屋用途 j から転換された画地数

時点 $t+1$ における家屋用途 i の画地数 $x_{2i}(t+1)$

$$x_{2i}(t+1) = \left\{ (1-d) + d \sum_n nd_n \right\} t_{12} k_{i1} x_{11}(t) + \left\{ (1-d) + d \sum_n nd_n \right\} t_{22} k_{i1} x_{27}(t) + \sum_{j=1}^6 \left[(1-R) \left\{ (1-d) + d \sum_n nd_n \right\} + Rd \left(\sum_n nd_n - 1 \right) \right] t_{22} k_{ij} x_{2j}(t) + Rx_{2i}(t) \quad (2)$$

山林・田畑から転換された画地数 更地から転換された画地数
家屋が除却される場合 敷地が分割されて家屋が残存する場合
家屋用途 j から転換された画地数

変数	$x_{ij}(t)$: 時点 t において、地目が i 、家屋用途が j の画地数 R : 家屋の残存確率, d : 画地の分割確率, d_n : n 分割される確率 t_{ij} : 用途 j から i への地目変化確率, k_{ij} : 用途 j から i への家屋更新確率
地目	1.山林・田畑 2.宅地
家屋用途	1.住宅 2.住宅(複合) 3.共同住宅 4.共同住宅(複合) 5.商業系 6.工場・倉庫 7.更地

図2 土地利用転換モデルの定式化

モデルを構築する。このためにまず、地方自治体等で整備されている固定資産課税台帳などの非空間データと画地の位置や形状などに関する空間データとを一体的に扱い、画地単位の原データを構築する方法を提案する。次に、各画地における「地目の変化」、「画地の分割」、「家屋の除却」、「家屋の更新」という事象を記述する部分モデルを構築し、これらを統合した土地利用モデルを提案する。さらに、推定されたパラメータをもとに土地利用モデルの推計精度について検討するとともに、将来の土地利用についての様々なシミュレーションを行い、用途地域変更や道路幅員拡幅などが土地利用変化へ及ぼす影響について検討する。

2. 土地利用転換モデルと統合データベースの構築

(1) 土地利用転換の考え方とモデル化

実際の都市空間内においては、メッシュデータのように等間隔で区切られた地点がそれぞれ独立に変化しているのではなく、様々な形状の異なる画地が一つの単位となって変化している。また、特に既成市街地においては、既存家屋が除却され、新たな用途の家屋が建設されることによって、土地利用変化が生じている。すなわち、家屋の除却のされやすさが、土地利用変化の方向やスピードを左右していると考えられる。さらに、山林・田畑などでは、土地の一部を分割して宅地化し、分譲住宅として売り出すことなども散見され、地目の変化だけでなく画地の分割についても議論しておく必要がある。以上のように、「地目の変化」が主たる関心事となる郊外部での土地利用変化とは異なり、既に宅地化が進行した既成市街地などにおいては、より具体的な土地利用のされ方や土地性状の変化、すなわち、「画地の分割」「家屋の除却」「家屋(用途)の更新」を含めた、より詳細な土地利用モデルが必要である。そこで、本研究では、従来から「地目の変化」で表現されてきた「土地利用変化」という概念を拡張し、土地と家屋の組み合わせを用いて、「画地の分割」、「家屋の除却」、「地目の変更」、「家屋の更新」という視

図3 同一変化筆の同定方法

図4 同一画地の同定方法

点から土地利用変化をとらえることにする。

モデルの構成を、図1に示してある。まず、①各々の画地が分割されるか否かが推定される。分割されると推定された画地では、さらに、何個の画地に分割されるかが推定される。次に、②既存家屋がある場合には家屋が除却されるか否かが推定される。除却されないと推定されれば、用途変化は起こらないものと考えて、次の時点の状態が定まる。続いて、③この段階で家屋が建っていない画地については、地目に変化が生じるか否かが推定される。地目が山林・田畑と推定されれば、次の時点の状態が定まり推定は終わる。最後に、④この段階で画地の地目が宅地であれば、家屋更新についての推定がなされる。以上のモデルを定式化し、図2に示した。

(2) 画地データの構築

本研究では、ケーススタディとして東京都三鷹市における平成6年から平成10年の固定資産課税台帳データをもとに転換確率を推計する。そこで、まず画地単位の前データ（以下、画地データ）を構築する必要があるため、その方法について述べる。

①同一画地の同定

固定資産課税台帳には、土地（筆）の情報が非空間データとして記録されている。このとき、すべての情報が各時点において空間情報とリンクされていれば、筆から画地を構成することは比較的容易である。しかし、現状では過年度の空間情報が存在しないため、手元にある情報から、過去の同一画地の状態を推定する必要がある。ただし、分筆や合筆が起きていると、一つの画地には複数の筆が関与することになる（図3）。そこで、まず任意の画地の变化過程に関与した筆（同一変化筆）の特定を行った。図3に示すように、平成6年の筆番号と平成10年の画地番号が分れば、同一変化筆を特定することが可能となる。

次に、図4に示すように、同一変化筆の中で分筆が起きているかどうかを判定し、起きている場合は平成6年も平成10年と同じ画地であったと判定する。分割が起きている場合、平成6年の識別コードを参照し、同一の所有者であれば、もともと同一変化筆にある筆は、すべて一つの画地であったと判断する。一方、所

図5 築年数別の家屋数と地番一致率

表1 画地に関する情報

説明変数	1	2	3	4	5	6	7
画地形状	H10画地面積 ~100㎡	~500㎡	~1000㎡	1000㎡~			
前面道路幅員	~4m	~6m	~10m	10m~			
土地利用規制	用途地域指定 1・2低層	1・2中高層	1・2住居	準住居	近隣商業	商業	準工業/工業
容積率(%)	50	80	100	150	200	300	500/600
建ぺい率(%)	30	40	50	60	80		
画地の場所性	地区 商業地区	工場地区	併用住宅地区	普通住宅地区			
バス停までの距離	~100m	~200m	~300m	300m~			
駅までの距離	~500m	~1000m	~1500m	1500m~			

有者が複数いる場合には、所有者ごとに各々画地を構成し、平成6年における画地とする。この際、筆の面積が30㎡未満の変化については、画地の分割ではなく、隣接する敷地同士を調整するための行為であるとみなし、分割とは考えないことにした。また、画地の統合については、統合前の筆に関する情報が存在せず、統合が起こる件数も少ないことから、本研究では考慮しないこととした。

②家屋位置の同定

家屋に関する非空間情報についても空間情報とリンクされていないため、家屋データに記載されている土地の地番をもとに家屋の位置を同定する。しかし、家屋データに記載されている地番は、建設された時点の地番であるため、現時点の地番とは整合しない可能性がある。そこで、地番の一致率について検証するため、空間情報とリンクされている平成10年に現存する家屋データを用いて、実際の地図上の地番と台帳上に記載されている地番の一致率を求めた（図5）。本番までの一致については、築40年ほどの建物でも80%近く一致しているが、詳細な位置情報を与える枝番においては、古い家屋ほど一致率が低い。これは、建設されてから現在までの間に、分筆や合筆が発生し、古い家屋ほど地番が変更される可能性が高くなるためと考えられる。

3. 土地利用転換確率の推定

以下で推定する各転換確率は、画地の形状、場所性、土地利用規制等の諸条件（表1）によって大きく異なると考えられる。そこで、土地利用転換の構造を説明するためにどの変数を組み込むことが適切であるのかについて検討する。一般に、説明変数が多いほど、転換構造を詳しく知ることができるが、データ数が限られており、分類が細かいと推定値が不安定になる。そこで、AIC（赤池情報量基準）文¹²⁾に基づく分割表解析モデル^{注1)}を用いて、統計的に有意な要因から順にモデルに組み込んでいく方法で転換確率を推定する。ただし、統計的に有意となる変数の組み合わせが、実際の都市政策について検討する上で活用できなければ意味がないため、こ

図6 モデルの導出方法（目的変数が画地分割の例）

表2 画地の分割モデルの分析結果

	第1変数	第2変数	第3変数	第4変数	第5変数	AIC値	分類数
画地の分割	現存家屋	画地面積	地目	道路幅員		-1172.50	32分類
				バス停		-1145.59	48分類

図7 画地の分割確率の例（地目が宅地の場合）

れとは別にシミュレーションを行う際に用いる変数の組み合わせについても検討した。変数の採択方法については、図6に示すとおりである。

(1) 画地の分割確率

既に家屋が建っている、画地の一部を切り売りすることもある。このような事象についても考慮するため、ここでは「現存家屋の有無」も説明変数の中に加えることにした。表2、および、図7に示すように、現存家屋の有無の説明力が最も高く、家屋がない場合は分割確率が高くなる。さらに残りの変数の中から2番目の変数について検討すると、「画地面積」が選ばれた。推定値をみると、面積の広い画地ほど、分割確率は高く推定されている。以下、同様に、説明変数を増やしていくと、表2に示す変数が有意な説明変数として採用された。また、後で行うシミュレーションのために、バス停までの距離も変数に含めて分割確率を推定してある。

(2) 家屋の除却確率

家屋の除却確率は、他の転換確率とは異なり、「ある時点において、家屋は除却されるまで存続し続けた」という事実を考慮して推定しなければならない。このことについては、建築物の除却確率に

表3 家屋の除却モデルの分析結果

家屋の除却		3変数	1200分類
説明変数	家屋用途	用途地域指定	築年数
分類数	3	5	築80年まで

表4 地目の変化モデルの分析結果

	第1変数	第2変数	第3変数	AIC値	分類数
地目の変化	分割の有無	画地面積	前面道路幅員	-1189.05	12分類
			用途地域指定	-1183.14	30分類

表5 家屋の更新モデルの分析結果

	第1変数	第2変数	第3変数	第4変数	AIC値	分類数
居宅	画地面積	分割の有無			-109.55	6分類
		用途地域指定			-81.31	15分類
居宅(複合※)	分割の有無				-20.07	2分類
共同住宅	分割の有無	画地面積			-89.00	6分類
					-1.27	2分類
共同住宅(複合※)	分割の有無				-6.48	2分類
商業系	分割の有無				-22.48	2分類
工場倉庫	分割の有無				-2152.88	24分類
更地	分割の有無	画地面積	建ぺい率		-2032.52	60分類
			用途地域指定 道路幅員			

(※) 居宅、共同住宅の床面積において、30㎡以上の商業系用途が含まれている場合、一般の居宅や共同住宅と区別するため、家屋用途を居宅(複合)、共同住宅(複合)として分類した。

ついて検討した研究文¹³⁾・¹⁴⁾の結果を参考に、表3に示す説明変数を採用した。

(3) 地目の変化確率

宅地から山林・田畑への転換は極めてまれであるため、条件によらず確率は一定と考えた。一方、山林・田畑であった画地の変化確率については、画地を分割して宅地化し、居宅を分譲するという一連の現象についても考慮するため、説明変数の中に「画地分割の有無」も加えることとした。採択された変数の結果を表4に示してある。表4より、「画地分割の有無」の説明力が最も高く、分割があった画地では、山林・田畑が宅地化される確率が非常に高いことが確認できる。

(4) 家屋の更新確率

ここでは、ある用途の家屋がどのような用途に更新されるかといった現象において、どのような要因が関与しているのかを求めた。表5に採択された説明変数の結果を示す。居宅からの更新では、「画地面積」と「画地分割の有無」が最良の評価を与える。しかし、後で行うシミュレーションでは、土地利用政策の影響について議論したいので、評価が大きく劣らない「用途地域指定」についても採用し、更新確率を推定した。共同住宅では、「画地分割の有無」と「画地面積」の2変数が選ばれ、画地面積が広いほど、共同住宅へ更新されやすく、また、画地の分割がある場合には、居宅へ更新されやすいことが判明した。居宅(複合)、共同住宅(複合)、商業系施設、工場・倉庫では、いずれもサンプル数が少ないことが起因して、「画地分割の有無」のみが採用された。また、更地からの更新では、3変数が採択されたが、他の転換確率で採用された変数との関係から、シミュレーションでは表5下段に示す変数の組み合わせ

図8 推計値と実測値の比較(面積集計の場合)

図9 推計誤差と変化の方向(面積集計の場合)

せを採用することとした。前面道路幅員が広い場所や、また商業地域などでは商業系への更新確率が高く推定されている。

4. モデルの適合性検証

(1) モデルの適合性についての検討

推定されたパラメータをもとに、モデルの適合性について検討する。具体的には、すべての画地をランダムに1/4と3/4の2組に分け、3/4の画地で転換確率を推定し、残りの1/4の画地で推計を行い、適合性を検証した。既に述べたように推定自身は画地単位で行っているが、都市計画においては面積に関する情報が求められることが多い。そこで、推定結果の適合性検証については、面積をもとに行った。図8には、平成10年の推定値と実測値の関係の一部を示している。居宅(複合)において若干過大推定されているが、おおむね良好な適合性を示している。

(2) 時間的安定性についての検討

推定されたパラメータが将来予測においても有効であるかどうかについては、厳密には検証することはできない。そこで、平成6年から平成8年の2年間でパラメータを推定し、平成8年から平成10年の変化を予測することで、簡便な適合性検証を試みた。ここでは、誤差の大きさについてだけでなく、各用途の土地利用の変化が増加か減少かという転換の方向についても検証した。図9は、

図10 地区別の推計誤差と範囲(面積集計の場合)

図11 土地利用予測の結果(三鷹市全体)

実測値に対する推定残差の割合を示したものであり、おおむね良好な適合性を示していることがわかる。

一般に、マルコフ連鎖型のモデルにおいては、遷移確率行列の定常性が仮定される。しかし、中長期的な社会経済活動と密接に関連している土地利用変化を記述する際には、この仮定はあまりに強い仮定であると言わざるを得ない。モデルの実践的な適用方法としては、データベースの更新などと合わせて、順次新たなデータを加えながら推計値や推計精度の見直しを行うことが必要である。例えば、遷移確率の時間的変化を組み込むために提案した方法^{文11)}などを適用することも考えられる。

(3) 推定可能な空間範囲についての検討

推定されたパラメータを比較的狭い範囲へ適用することの是非について検討した。三鷹市全体でパラメータを推定し、11町ごとに推計を試み、適合性を検証した(図10)。全体としては、おおむね良好な適合性を示しているが、新川で、多少推計結果にばらつきが見られる。このように空間範囲が狭くなると、大規模な画地についての推定が結果に大きく影響するので、面積集計レベルでは誤差が生じやすくなる。比較的狭い範囲へ適用するには注意を要する。

5. 将来土地利用予測のシミュレーション

(1) 将来土地利用予測からみた分析

推定パラメータをもとに、三鷹市全域における土地利用を20年先まで推計した(図11)。面積的には、山林・田畑が大きく減少す

図12 山林・田畑の転換方向と速度

図15 第1種、第2種低層住居地域における用途指定変更の影響

図13 更地の転換方向と速度

図16 準工業・工業地域における用途指定変更の影響

図14 幹線道路沿いの地域における土地利用転換

るのに対し、住宅、共同住宅は大きく増加し、宅地化が進展することが読み取れる。また、商業施設についてみると（図11右下）、工場・倉庫と同様に微減していることがわかる。しかし、商業施設と複合している共同住宅の割合は増加しており、今後、商業施設から共同住宅（複合）へ更新されていく可能性が伺える。さらに、画地ごとの平均面積について検討した（図11右上）。住宅や共同住宅などでは、全体の面積は増加しているが、一つ一つの画地面積においては商業施設と同様に大きく減少しており、画地の狭小化が進行することがわかる。また、共同住宅（複合）においては、平均画地面積は微増しており、一般の共同住宅とは異なり、家屋更新の際に画地は分割されにくく、むしろ、より大規模な画地が地目変化などによって新たに生成され、比較的大規模な建物が建設される可能性がある。

（2）土地利用計画の影響分析

①山林・田畑の転換方向とその速度

山林・田畑の転換について詳細に検討した（図12）。現在の山林・田畑は、面積では20年間で約75%にまで減少することがわかる。その転換先の用途は住宅か更地であり、住宅への転換は今後も大きく増加する傾向にあることがわかる。さらに用途地域の違いによる転換先の違いについて検討した（図12右）。第1種、第2種中高層住居専用地域・第1種、第2種住居地域では、宅地化が非常に早く、20年間で約半分が宅地化されることがわかる。また、他の用途指定に比べて、共同住宅や商業系施設、更地へ更新される割合が非常に高い。それぞれ全体平均の約3倍、5倍、2倍の面積が転換しており、用途地域指定の違いによる影響が明瞭に現れている。

②更地の転換方向とその速度

山林・田畑と同様に更地の推移についても検討した（図13）。現存する更地は、20年後には面積で35%にまで減少した。また、用途地域別の転換をみると（図13右）、準住居地域・近隣商業地域と商業地域では比較的転換は少なく、前者では住宅（複合）への、後者では共同住宅（複合）や商業施設への転換が比較的高くなっている。

③幹線道路沿いの地域における土地利用転換分析

都市計画道路の幅員を拡張した場合における、将来の土地利用への影響について検討した（図14）。現状に比べ、住宅への転換が押

さえられ、逆に商業施設や共同住宅（複合）への転換が増加する傾向が現れている。したがって、道路拡幅計画の過程においては、沿道地域が無秩序に開発されないよう開発ポテンシャルをコントロールする必要がある。

④用途地域指定別の土地利用転換分析

駅前の近隣商業地域、商業地域と隣接する第1種、第2種低層住居専用地域に着目し、用途地域指定の変更による影響について検討した(図15)。用途地域指定を変更しなければ、居宅は増加の方向にあるが、第1種、第2種中高層住居専用地域・第1種、第2種住居地域、準住居地域・近隣商業地域、商業地域のいずれの用途指定へ変更しても居宅は減少に転じることが分かる(左上)。一方、用途指定の変更により、共同住宅（複合）や商業施設への転換は増加しており(右上, 左下)、特に、商業地域へ変更すると、大きく増加する可能性が読み取れる。つまり、利便性の高い駅前などにある第1種、第2種低層住居専用地域においては、用途地域指定を緩めると商業施設などへの転換が急速に進行する可能性がある。

また、準工業地域・工業地域では、工場の移転・廃業にともなう跡地利用の問題など、用途地域指定の改正について十分に議論しておく必要がある(図16)。第1種、第2種低層住居専用地域に変更すると、居宅などの住居系が増え、住宅地として育成していくのに対し、第1種、第2種中高層住居専用地域・第1種、第2種住居地域に指定すると居宅、共同住宅、商業施設、工場・倉庫、更地といった用途が構成比20%付近で混在した土地利用構成になることが伺える。また、商業地域に指定した場合、変化の速度は緩やかで、山林・田畑のみが急速に宅地化されていくことがわかる。以上のように、工業系の地域では、次に指定される用途指定によって大きく転換の方向が異なることから、転換方向については十分吟味した上で用途指定は設定されるべきである。

6. まとめ

本研究では、面積をもとに土地利用遷移確率を推定していた従来の方法にかえて、画地単位で転換確率を推定する方法を構築し、これをパラメータとして組み込んだ土地利用モデルを提案した。具体的には、まず固定資産課税台帳などの非空間データを、画地単位の空間データとリンクして一体的に活用することの重要性和具体的な方法を示した。さらに、各画地において、「地目の変化」、「画地の分割」、「家屋の除却」、「家屋の更新」という事象を記述する部分モデルについて検討し、それらを統合化した土地利用モデルを提案した。モデルの適合性、時間的安定性、モデルの適用空間範囲に関する検証を行い良好な結果を得た。さらに、土地利用変化のシミュレーション

を行い、用途地域指定や道路幅員の変更が将来の土地利用に及ぼす影響について考察した。本モデルを用いれば、具体的な土地利用政策と実際の土地利用変化の様子と対応させながら検討することが可能となることを示した。

本稿は三鷹市との共同研究^{文15)}において、筆者らが行った研究をもとに文献16)を加筆・修正したものである。

注

- 1) 分割表解析モデルの理論と応用については、文献12)において詳細に解説されている。例えば画地分割確率を推定する場合には、まず、すべての画地を面積情報などをもとに幾つかのクラスに分類して分割されるか否かの観測度数を求め、分割表(クロス表)を作成する。この観測度数を得る確率が多項分布に従うことを利用して対数尤度関数を定義する。この関数を用いて多項分布確率を最尤推定し、さらにAICの値を計算すれば、各クラスで観測確率が異なるかどうか、すなわち、面積などの画地属性が画地分割の発生と関連性があるのか、独立であるのかを判断することができる。

参考文献

- 1) 金子敬生ほか：地域経済の計量分析，勁草書房，1973
- 2) David Foot(青山吉隆ほか訳)：都市モデル-手法と応用，丸善株式会社，1984.6
- 3) 土木学会土木計画学研究委員会：非集計行動モデルの理論と実際，丸善株式会社，1995.5
- 4) 金俊栄ほか：土地利用遷移行列による都市の土地利用用途転換の分析，日本建築学会計画系論文報告集，424, 69-78, 1991.6
- 5) 石坂公一：土地利用遷移行列の分析手法に関する考察 その1，日本建築学会計画系論文報告集，436, 59-69, 1992.6
- 6) 村山祐司：東京大都市圏における土地利用の転換過程—マルコフ連鎖モデルを利用して—，『日本の三大都市圏 その変容と将来像』高橋伸夫・谷内達編，古今書院，49-72, 1994.11
- 7) 吉川徹ほか：用途地域指定の主旨からみた土地利用遷移の分析，日本都市計画学会学術研究論文集，25, 373-378, 1990.10
- 8) 大佛俊泰・倍田賢一：安定地点を考慮した土地利用遷移予測モデル，GIS-理論と応用，vol.4, no.2, pp.1-6, 1996.8
- 9) 大佛俊泰・栗崎直子：効用概念に基づく土地利用遷移確率モデルの構築とその応用，GIS-理論と応用，vol.4, no.2, pp.7-14, 1996.8
- 10) 吉川徹：多項分布による敷地土地利用転換モデルに関する考察，総合都市研究，53, 113-121, 1994.9
- 11) 大佛俊泰・倍田賢一・青木義次：都市メッシュデータを用いた土地利用遷移確率行列の推定方法，総合都市研究65, pp.25-34, 1998.3
- 12) 坂元慶行・石黒真木夫・北川源一郎：情報量統計学，共立出版，1983.1
- 13) 大佛俊泰・清水貴雄・吉川 徹：建築物の寿命に及ぼす要因分析，地理情報システム学会講演論文集 Vol.9, pp.141-146, 2000.10
- 14) 大佛俊泰・清水貴雄・吉川 徹：建築物の除却要因と残存率の推定，日本建築学会大会学術講演梗概集(F-1) pp.801-802, 2000.9
- 15) 東京都三鷹市：三鷹市都市構造シミュレーション，東京都三鷹市，2000
- 16) 大佛俊泰・西松照生・吉川 徹：画地単位の転換確率を用いた土地利用転換分析，地理情報システム学会講演論文集 Vol.9, pp.147-152, 2000.10

(2002年3月8日原稿受理，2002年11月8日採用決定)