【土木学会論文集　第425号／IV-14　1991年1月】

地価の動的・空間的連関構造に関する基礎的研究

A STUDY ON THE DYNAMIC AND SPATIAL RELATIONSHIPS OF LAND PRICES

青 山 吉 隆*
By Yoshitaka AOYAMA

In Japan the land price has influenced each other in urban space strongly in last several years. As existing theories of land price which are based on the utility maximization theory, lack the aspect of dynamic and spatial interaction of land price, the rapid changing process of land price in Japan can not be explained well.

In this paper, the new concept of spatial relationships table of land price is introduced to explain the interaction in time and space dimensions. This table has the similar structure to the dynamic input-output table. The fundamental formulae of the behavior of land price are shown as the simultaneous difference equations.

Keywords : land price, spatial relationships, simultaneous equations

1．従来の地価理論とモデル

地価の研究は地代理論に基づいて発展してきた．地価は土地を所有することによって得られる利得を反映した土地の価格である[1]．従来からいわれているように，地価が地代の資本還元値であり[2]，地代が土地の使用価値を反映したつけ値地代によって決まるとすれば，地価は土地の立地条件の関数として表現できる．多くの都市経済学での研究成果で明らかにされているように[3]，単一中心都市における単純な住宅立地理論によれば，消費者が予算制約下において，彼の効用を最大化するという仮定によれば，つけ値地代は都心からの交通費用の減少関数として導かれる[4]．またわが国における初期の実証例においても地価は都心からの時間距離の指数関数として仮定されている[5]．また，より詳細な実証的研究においては，それぞれの土地の多くの立地条件を独立変数とする多変数モデルとして仮定されることが多い[6]．特に，地価は交通施設の整備によって変動するから，わが国では交通施設整備のインパクトスタディのために，交通費用を外生変数の1つとした多くの地価モデルが開発されている．

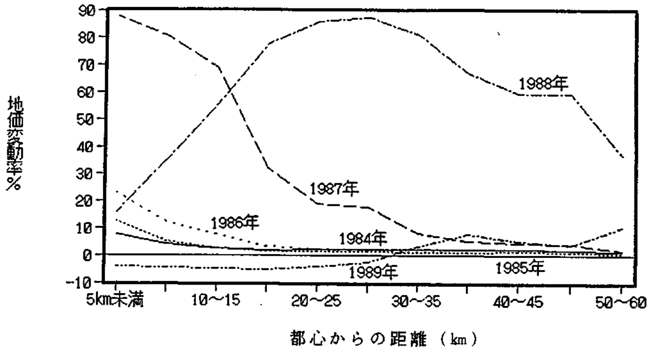
しかし，東京圏をはじめとするわが国の大都市での最近の地価上昇には，ある地点の地価が他の地点の地価に影響を与えたとしか考えられない現象が生じている．そこで地価の変動を説明するためには，こうした空間的な地価上昇の伝播作用を考慮する必要がある．従来の地価理論にはこうした地価の空間的波及という視点が欠けているために，現在わが国で生じている地価上昇のメカニズムをうまく説明することができない．

そこで本論では都市空間を全体としてとらえ，都市空間内部で生じる地価変動メカニズムの全体を同時に把握し，かつ時間軸に沿った動的過程を再現できる基礎的理論を提案する．

2．地価の変動[7]

過去7年間の東京圏の商業地の地価の変動率をみると，まず，1983年に東京都心3区の地価が8％上昇した．この都心部の地価上昇は1986年に53.6％のピークを迎え，1989年になってようやく値下がりに転じた．都心部での値上がりは，まず渋谷区，新宿区等の山手線主要ターミナル地区に波及し，1986年以後は外周区にまで波及している．こうした商業地での地価上昇に影響されて，住宅地の地価が上昇を始めた．図－1に示すように，

* 正会員　工博　徳島大学教授　工学部建設工学科
（〒770　徳島市中常三島町2-1）



図—1　首都圏の地価変動率[13)]

1985～1986 年の間にまず 5～15 km 距離圏の都心中心部が急上昇し，ついで 1987～1988 年の間に 15～50 km 距離圏の周辺部において地価が上昇していった．

このような地価上昇は同一の距離圏内部で一様に生じたのではなく，山手線沿線地区とその内側地区にまず生じ，ついで東京圏の南部地区，西部地区の住宅地に生じていった．また価格の高い地区ほど，上昇率が高くなっている．このように今回の東京圏の地価上昇を分析すると地価は地域選好性を伴って空間に波及していったことがわかる．このような地価高騰の空間的波及は都市内部だけでなく，都市間においても生じている．**表—1**は各都道府県の住宅地最高地価の対前年比変動率を示している．1985 年頃から東京都の住宅地最高価格は急激な上昇を続けており，1986 年にはついに 278%の暴騰となった．この年には東京都以外の府県はほとんど 10%以内の上昇で収まっていたが，1987 年には地価高騰の波が首都圏に移り，1988 年には首都圏，近畿圏，中部圏および岡山県，福岡県に波及し，1989 年には首都圏，近畿圏の外縁部および北海道，宮城県，広島県など地方中枢都市へ波及し，一方で東京，神奈川，埼玉などでは沈静化した．また，世界の主要都市の地価高騰にも影響を与えている．

このように，空間をこえて，ある地点の地価の変動が他の地点の地価の変動のかなりの部分を引き起こしていったと考えられる．この現象は，地価が急騰した土地の所有者はその土地を売却して，その資産でもっと安くて，広い土地を購入するという買い換え需要が空間を移動するためであると考えられているが[8),9)]，この現象を一般的に矛盾なく説明できるような基礎理論はまだない．

3．資産選択対象としての土地[10)]

ここではある任意の大きさの 1 つの土地を対象とする．まずこの土地を一定期間所有することによって土地のサービスから得られる純利益を u とすると，純利益はふつうは地代と考えられるが，その土地をたとえば駐車

表—1　都道府県別の地価変動率（%）[13)]

	1985年	1986年	1987年	1988年	1989年
北海道	5.26	4.29	4.11	19.74	47.80
青森県	1.39	0.00	0.00	0.00	1.37
岩手県	2.17	1.42	4.90	2.00	2.61
宮城県	3.47	5.03	6.91	9.45	11.36
秋田県	2.46	2.40	0.78	0.78	0.00
山形県	-1.92	-1.96	0.00	0.00	1.00
福島県	1.65	0.81	1.61	1.59	7.03
茨城県	0.00	-3.52	1.46	6.47	8.78
栃木県	2.52	1.64	0.81	12.00	28.57
群馬県	1.48	1.46	2.16	9.86	25.00
埼玉県	1.72	1.35	10.33	117.52	0.00
千葉県	1.72	5.76	31.41	75.61	12.92
東京都	25.79	278.00	38.89	17.14	0.00
神奈川県	5.03	4.23	91.89	97.18	-2.14
新潟県	1.62	0.00	0.00	1.60	17.80
富山県	3.97	3.82	4.29	3.53	5.11
石川県	2.28	1.79	1.75	4.31	11.57
福井県	2.27	3.89	3.21	3.63	4.50
山梨県	3.39	2.46	2.40	3.91	6.77
長野県	2.61	2.54	12.40	1.47	10.14
岐阜県	3.42	36.42	4.37	6.05	12.72
静岡県	2.70	3.07	4.68	19.92	34.92
愛知県	2.44	2.04	4.67	24.20	23.33
三重県	2.51	0.98	1.94	14.29	22.50
滋賀県	4.07	5.03	4.26	19.90	36.17
京都府	2.59	5.30	9.11	50.11	55.20
大阪府	4.99	7.39	14.75	68.57	55.93
兵庫県	3.01	3.19	12.11	67.82	35.62
奈良県	3.31	2.00	1.96	10.38	88.85
和歌山県	1.98	1.95	0.76	0.76	1.88
鳥取県	0.65	0.00	0.00	0.65	1.29
島根県	2.86	2.78	1.80	6.19	1.67
岡山県	1.96	2.56	2.50	40.24	11.74
広島県	4.83	0.29	13.51	14.68	28.04
山口県	2.88	2.10	1.37	2.03	2.65
徳島県	0.43	0.85	0.00	0.00	0.85
香川県	1.92	1.89	3.70	3.21	10.03
愛媛県	2.46	1.20	1.98	2.71	4.91
高知県	1.54	0.38	0.00	0.00	0.00
福岡県	2.25	1.47	10.11	50.82	19.57
佐賀県	3.16	2.22	1.14	0.72	1.52
長崎県	2.31	1.81	0.89	0.44	2.63
熊本県	3.85	1.85	15.15	2.63	9.23
大分県	5.56	5.26	0.00	2.14	4.90
宮崎県	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
鹿児島県	0.00	0.52	0.52	0.52	1.03
沖縄県	3.13	5.30	3.96	3.81	-8.00

場などに利用していれば駐車場の売り上げから費用を引いた残りであり，u は一般にインカムゲインとよばれる．また一期後における地価の予想値を p^*，現在の市場価格を p とすると一期後に土地を売却すると仮定した場合の値上り利益はキャピタルゲインとよばれ p^*-p で与えられる．したがって，土地を一期間所有することによって得られる収益はインカムゲイン u とキャピタルゲイン p^*-p の和となり，そのときの予想収益率 α^* は式(1)で与えられる．

$$\alpha^*=\frac{u+p^*-p}{p} \cdots\cdots(1)$$

たとえ，同一条件の土地であっても来期の地価の予想値 p^* は人によって異なり，またインカムゲイン u は土地の利用の仕方によって異なるから，予想収益率 α^* は人によって異なることになる．いま市場利子率を α とすると，$\alpha^*>\alpha$ の人にとっては金融市場から資本を借りてこの土地を市場価格 p で購入するのが経済合理的であり，その結果として土地需要が増加すれば p が上昇して α^* を減少させる方向に変化するし，逆に $\alpha^*<\alpha$ の人にとってはこの土地を市場価格 p で売却して，その資本を金融市場に投資するのが経済合理的であり，その結果として土地供給が増加すれば p が下落して α^* を増加させる方向に変化する．こうして，結局最終的には $\alpha^*=\alpha$ の均衡が成立して，式(2)の定常状態を得る．

$$\alpha=\frac{u+p^*-p}{p} \cdots\cdots(2)$$

ゆえに土地の市場価格 p は式(3)で与えられる．

$$p=\frac{u}{1+\alpha}+\frac{p^*}{1+\alpha} \cdots\cdots(3)$$

ここで

$$r=\frac{u}{1+\alpha},\quad q=\frac{p^*}{1+\alpha}$$

とおくと，r は土地のインカムゲイン u の現在価値であり，ここではこれを収益地価とよぶことにする．また q は将来の地価の予想価格の現在価値であり，ここでは期待地価とよぶことにする．市場地価 p はこれらの r と q の和として式(4)で与えられる．

$$p=r+q \cdots\cdots(4)$$

すでに述べたように従来の地価あるいは地代の理論や実証の多くは収益地価に関するものである．しかし現在首都圏をはじめとして日本各地でみられる市場地価の動態を明らかにするためには，式(4)からも明らかなように期待地価に関する理論的な解明が必要である．

4．地価の空間連関[11)]

ここでは，ある大きさの閉じた空間の都市地域を対象とし，この都市地域は n 個の地区に分割されているとする．それぞれの地区の内部は均一で，1つの代表的な地価をもっていると仮定できるほどの大きさとする．ある任意の地区 i の地価の市場地価が p_i で表わされるとする．またこの地区から一期間に得られる収益を r_i，この地区の一期後の地価の期待地価を q_i とすると，すでに3．で述べたように，市場地価 p_i，収益地価 r_i，期待地価 q_i の間には式(5)の関係がある．

$$p_i=r_i+q_i \quad (i=1,2,\cdots,n) \cdots\cdots(5)$$

ここで，土地の収益地価 r_i は立地条件に最も強い影響を受けると考えられるから，r_i は地区 i の立地条件の関数と仮定できるだろう．一方地価の将来の予想値 p^* が土地市場で形成されていくプロセスは非常に複雑であり，多くの要因が作用していると考えられる．しかし，最も強く影響する要因は，その空間内のすべての土地の地価の過去の動向であろう．いま，地区 i の収益地価 r_i がその地区の立地条件の関数として与えられているとし，r_i を要素とするベクトルを $R=\{r_i\}$ とおく．まずこの収益地価によって各地区の期待地価が形成される．最初の1回目の波及過程による期待値を $q_i^{(1)}$ とおけば，

$$q_i^{(1)}=\sum_{j=1}^{n} w_{ij}r_j \quad (i=1,2,\cdots,n) \cdots\cdots(6)$$

ここに，w_{ij} は地区 j の地価が地区 i の期待地価に及ぼす波及効果でありこれを空間連関係数と定義する．この空間連関係数を要素とする行列を $W=\{w_{ij}\}$ とおき，これを空間連関係数行列とよぶ．また $q_i^{(1)}$ を要素とするベクトルを $Q^{(1)}=\{q_i^{(1)}\}$ とおけば式(6)は式(7)と表わされる．

$$Q^{(1)}=\begin{bmatrix} q_1^{(1)} \\ q_2^{(1)} \\ \cdot \\ \cdot \\ q_n^{(1)} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdot & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \cdot & w_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_{n1} & w_{n2} & \cdot & w_{nn} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ r_n \end{bmatrix}=WR \cdots(7)$$

1回目の波及過程の結果生じた期待地価は続けて他の地区へ2回目の波及効果を及ぼすことになり，2回目の波及効果による期待地価 $Q^{(2)}$ は式(8)で与えられる．

$$Q^{(2)}=\begin{bmatrix} q_1^{(2)} \\ q_2^{(2)} \\ \cdot \\ \cdot \\ q_n^{(2)} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdot & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \cdot & w_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_{n1} & w_{n2} & \cdot & w_{nn} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} q_1^{(1)} \\ q_2^{(1)} \\ \cdot \\ \cdot \\ q_n^{(1)} \end{bmatrix}$$

$$=WQ^{(1)}=W^2R \cdots\cdots(8)$$

以下同様にして $Q^{(3)}=W^3R$，$Q^{(4)}=W^4R$，…となり，一般に k 回目の波及効果による期待地価ベクトル $Q^{(k)}$ は式(9)で表わされる．

$$Q^{(k)}=WQ^{(k-1)}=W^kR \cdots\cdots(9)$$

ゆえに式(4)より市場地価ベクトル $P=\{p_i^{(1)}\}$ は収益地価ベクトルと各波及過程における期待地価ベクトルの和

として式(10)で与えられる．

$$\begin{aligned}P&=R+Q^{(1)}+Q^{(2)}+Q^{(3)}+\cdots Q^{(k)}+\cdots\\&=R+WR+W^2R+W^3R+\cdots+W^kR+\cdots\\&=(I+W+W^2+\cdots+W^k+\cdots)R \quad\cdots\cdots(10)\end{aligned}$$

ここに I は $n\times n$ の単位行列である．式(10)において，$W^k=\{w_{ij}^{(k)}\}$ とおけば，$w_{ij}^{(k)}$ は k 回目の波及過程における影響であるから，一般に $1>w_{ij}\geqq w_{ij}^{(k)}\geqq w_{ij}^{(k+1)}$ と考えられる．いまこの性質より，波及効果が回数とともに逓減することを考慮し，$k\to\infty$ のとき，$w_{ij}^{(k)}\to 0$ とみなせば式(11)を仮定することができる．

$$\lim_{k\to\infty} W^k=0 \quad\cdots\cdots(11)$$

式(11)が成立すれば，定理[15]より行列 $(I-W)$ の逆行列が存在し，式(12)で与えられ，また波及効果が収束した定常状態においては市場地価 P は式(13)で与えられる．

$$(I-W)^{-1}=I+W+W^2+\cdots+W^k+\cdots \quad\cdots\cdots(12)$$

$$P=(I-W)^{-1}R \quad\cdots\cdots(13)$$

ここで定義より $w_{ij}\geqq 0$ であるから，すべての過程にとおける空間連関係数 $w_{ij}^{(k)}\geqq 0$ であり，したがって式(12)より逆行列 $(I-W)^{-1}$ は非負行列である（付録参照）．明らかに収益地価は $R\geqq 0$ であるから式(13)で与えられる市場地価 $P\geqq 0$ である．式(13)より (14)を得る．これは市場地価 P を未知数とする n 元線形連立方程式であり，この連立体系が非負解をもつことは明らかである．また定義より市場地価と収益地価の差は期待地価であるから，定常状態における期待地価を q_i としそのベクトルを Q とおけば，式(15)を得る．

$$P=R+WP \quad\cdots\cdots(14)$$

$$Q=P-R=WP \quad\cdots\cdots(15)$$

すなわち定常状態においては，期待地価は空間内のすべての地区の市場地価の相互の作用が連関して決定されることになる．そして式(15)より q_i が式(16)で与えられる．

$$q_i=\sum_{j=1}^{n} w_{ij}p_j \quad (i=1,2,\cdots,n) \quad\cdots\cdots(16)$$

さらに q_i のうち地区 j だけからの波及効果を q_{ij} とすれば $q_{ij}=w_{ij}p_j\ (i,j=1,2,\cdots,n)$ であり，地区 i の市場地価 p_i は式(17)となる．

$$p_i=r_i+\sum_{j=1}^{n} q_{ij} \quad (i=1,2,\cdots,n) \quad\cdots\cdots(17)$$

表一2　地価の空間連関表

地区	期待地価Q							収益地価	市場地価
	1	2	・	・	j	・	n	R	P
1	q_{11}	q_{12}	・	・	q_{1j}	・	q_{1n}	r_1	p_1
2	q_{21}	q_{22}	・	・	q_{2j}	・	q_{2n}	r_2	p_2
・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
i	q_{i1}	q_{i2}	・	・	q_{ij}	・	q_{in}	r_i	p_i
・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
n	q_{n1}	q_{n2}	・	・	q_{nj}	・	q_{nn}	r_n	p_n

すなわち，地区 i の地価 p_i は表一2に示すように，地区 i の立地条件によって決まる収益地価 r_i と他地区からの影響である期待地価 q_{ij} の和であり，この表を空間連関表と定義する．

こうして空間連関を考慮すると，ある任意の地点の市場地価は他のすべての空間における地区の収益地価ベクトル R と空間連関係数行列 W によって連立方程式体系として同時に与えられることになる．また式(14)より，ここで提案した空間連関表は，投入産出表と形式的類似性をもつことを指摘できる[12]．R は最終需要ベクトル，W は投入係数行列，P は産出額ベクトルに対比される．また式(13)は誘導形であり，最終需要に該当する収益地価を与件とするときの定常状態における市場地価を与えている．明らかに任意の土地 j の収益地価 r_j の変化は，空間内のすべての土地の地価に変化を生じさせる構造となっている．さらに収益地価 r_j はその土地の立地条件によって決まるから，たとえば立地条件を改変する交通施設整備は最終的に都市空間全体に新しい地価体系を引き起こすことになる．また空間連関係数 w_{ij} は地区 j の地価が地区 i の地価に及ぼす効果であるから，その大きさは，2つの地区間の距離と2つの地区それぞれの類似性に依存するだろう．すなわち，w_{ij} は各地区の環境条件，経済，社会的条件などから定義されるような両地区間の類似度の増加関数であり，また両地区間の空間距離あるいは時間距離の減少関数として定義されるだろう．したがって w_{ij} は立地条件の変化や交通施設整備によって変化するから，そうした施設整備は都市空間全体の地価の波及の構造を変えることになる．

5．地価の動的空間連関

4．で展開したように，空間内部における地価は相互に影響を及ぼし合っており，定常状態においては式(13)の均衡に到達する．ここでは，さらにこの均衡に至るまでの時間的経過を表現し，空間連関表の動学化を行う．まず式(5)において地区 i の市場地価 p_i は収益地価 r_i と期待地価 q_i の和として定義される．このうち期待地価は式(16)で明らかにしたように定常状態においてはすべての地区の市場地価からの波及効果によって決定される．しかし空間次元のほかに時間次元を考慮すると，地価の将来の期待値は過去の地価変動によっても影響を受けていると考えるべきであろう．そこである時間，たとえば年を単位とする時間変数 t を用いて地価を表現し，t 期における地区 i の期待地価 q_i が t 期からさかのぼって

T 期前までの過去の地価から波及効果を受けていると仮定し，式(18)とおく．

$$q_i(t)=\sum_{j=1}^{n} w_{ij}\{p_j(t)+\theta_1 p_j(t-1)+\theta_2 p_j(t-2)+\cdots+\theta_T p_j(t-T)\} \cdots\cdots\cdots\cdots (18)$$

ここで θ_s は s 期前の地価1単位が t 期の期待地価に及ぼす効果であり，これを時間連関係数と定義する．式(5)を時間変数 t 用いて変形し，i 地区の t 期の市場地価を $p_i(t)$，収益地価を $r_i(t)$とすれば，$q_1(t)$は式(19)と表わせるから，式(18)より式(20)を得る．

$$q_i(t)=p_i(t)-r_i(t) \quad (i=1,2,\cdots) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (19)$$

$$p_i(t)-r_i(t)=\sum_{j=1}^{n} w_{ij}\{p_j(t)+\sum_{s=1}^{T}\theta_s p_j(t-s)\} \quad (i=1,2,\cdots) \cdots (20)$$

また $q_i(t)$ のうち地区 j だけから地区 i への波及効果を $q_{ij}(t)$ とすれば，

$$q_{ij}(t)=w_{ij}\{p_j(t)+\sum_{s=1}^{T}\theta_s p_j(t-s)\} \quad (i,j=1,2,\cdots)$$

この $q_{ij}(t)$ を用いて t 期における市場地価，収益地価，期待地価の空間的・時間的な関連が**表一3**のように表現される．これは空間内のすべての地区の地価の動的関連を表わすものであり，この表を動的空間連関表と定義する．これに対して，**表一2**は静的空間連関表とよぶことができる．

表一3　地価の動的空間連関表

地区	期待地価 Q(t)				収益地価 R(t)	市場地価 P(t)
	1	2	・・	n		
1	$q_{11}(t)$	$q_{12}(t)$	・・	$q_{1n}(t)$	$r_1(t)$	$p_1(t)$
2	$q_{21}(t)$	$q_{22}(t)$	・・	$q_{2n}(t)$	$r_2(t)$	$p_2(t)$
・	・	・	・・	・	・	・
・	・	・	・・	・	・	・
n	$q_{n1}(t)$	$q_{n2}(t)$	・・	$q_{nn}(t)$	$r_n(t)$	$p_n(t)$

式(20)をベクトル，行列で表現すると，空間・時間次元における地価の一般的な構造式(21)が得られる．

$$P(t)=R(t)+W\{P(t)+\sum_{s=1}^{T}\theta_s P(t-s)\} \cdots\cdots\cdots\cdots (21)$$

ここに $P(t)=\{p_i(t)\}$, $R(t)=\{q_i(t)\}$．したがって，過去の市場地価の時系列上の推移 $P(t-s)$ と t 期の収益地価 $R(t)$ を与件とすれば，t 期の市場地価 $P(t)$ は式(22)で与えられる．

$$P(t)=(I-W)^{-1}\{R(t)+W\sum_{s=1}^{T}\theta_s P(t-s)\} \quad \cdots\cdots (22)$$

結局，地価の動的・空間的な挙動の基本的な構造は式(21)の連立差分方程式によって表わされ，その構造は空間連関係数と時間連関係数とによって特徴づけられる．特に $\theta_s=0$ の場合には式(13)と一致する．なお，空間連関係数行列 $\{w_{ij}\}$ は需要者が将来の地価を予測するとき，空間内部の他の地区の地価に影響される大きさを表わしている．たとえば都心部の地価が高騰すれば郊外の地価が上昇するし，あるいは隣接地の地価の上昇は当然その地区の地価を上昇させる．さらに東京都の地価高騰は他の地方都市の地価上昇を招いたことはすでに2．で述べた．さらにこれらの空間的な波及にはタイムラグがあったこともすでに2．で述べた．将来の地価を需要者が予測するとき，過去の時系列上の地価に影響される大きさを表わしているのが時間連関係数ベクトル $\{\theta_s\}$ である．したがって，実証的研究のためには空間内部のすべての地区の地価の時系列データからこれらの係数を推定する必要がある．

6．簡単な動的空間連関構造の解（付録参照）

式(21)の連立差分方程式を初期値 $P(0)$，各期の収益地価 $R(t-s)$ を与えて解けば，地価の時間・空間次元における挙動を知ることができる．しかし式(21)の解を一般的に時らかにするのは困難であるので，ここでは簡単な動的空間連関構造をもった連立差分方程式の解を示す．まず収益地価が時間に対して一定であり，$R(t)=R$ とする．さらに t 期の期待地価は1期前の市場地価からのみ波及効果を受けるとする．すなわち $T=1$, $\theta_s=0\,;\,s>1$ とすれば，式(22)は次式のように簡単に表わされる．

$$P(t)=R+W\{P(t)+\theta P(t-1) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (23)$$

$$\therefore \quad P(t)=(I-W)^{-1}\{R+W\theta P(t-1)\}$$

ここで簡単化のために

$$A=(I-W)^{-1}W\theta, \quad C=(I-W)^{-1}R$$

とおくと

$$P(t)=AP(t-1)+C$$

この連立差分方程式を解いて次式を得る．

$$P(t)=A^tP(0)+(I-A^t)\cdot(I-A)^{-1}C \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (24)$$

この式(24)が初期値 $P(0)$, R および W, θ を与件としたときの市場地価の時系列的な変動を表わしている．さらにもし $\lim_{t\to\infty} W^t=0$ のとき $\lim_{t\to\infty} A^t=0$ であれば定常状態が存在して

$$P(\infty)=(\mathrm{I}-A)^{-1}C$$

$$\therefore \quad P(\infty)=(I-W-W\theta)^{-1}R \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (25)$$

式(25)を変形して定常状態における構造式(26)を得る．

$$P(\infty)=R+WP(\infty)+W\theta P(\infty) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (26)$$

以上が簡単な土地市場の動的・空間的構造である．

7．結　　論

本研究は土地市場における地価の空間・時間次元における挙動を一般的に記述するための基礎理論である．日本においてここ数年間に生じている地価高騰のメカニズ

ムを従来の地価理論では矛盾なく説明することができない．その大きな理由は，土地市場が資産選択市場に変質しているから，従来の単純な効用最大化仮説だけでは市場で生じているメカニズムをとらえきれないためである．そこで本論では，資産選択の場としての土地市場の構造を体系的に記述するための基礎理論を提案した．以下に本論によって明らかになったことをまとめる．

（1） 本理論では土地市場における地価の動態を空間・時間次元における波及過程として初めて一般化した．理論構造は産業連関論と形式的な類似性をもっており，連立差分方程式の体系として表わされる．本理論によって空間・時間次元における地価の動態を従来のモデルとは全く異なった視点から統一的に解釈する1つの方向性を示唆することができた．

（2） 土地市場における地価の相互作用を空間連関係数，時間連関係数といえパラメーターによって表現し，新しく空間連関表およびその一般形としての動的空間連関表という概念を提案した．

（3） 対象とした動的空間連関構造の連立差分方程式の非負解の存在条件，定常状態の存在条件を明らかにした．

（4） 理論的構造が今後実証化されれば，土地政策の効果測定に利用できる．たとえば(a)都市施設整備，再開発等による収益地価の変化および交通施設整備による空間連関係数の変化が都市空間全体に及ぼす影響の推定とそれにより生じた便益の帰属の判定．(b)収益地価とは無関係に投機によって地価が $\varDelta P$ 変化した場合，その影響は式(23)あるいは式(24)において $P(0)$ を $P(0)+\varDelta P$ として測定できる．式(24)よりこの影響 $\varDelta P(t)$ は $A^t\varDelta P$ となり，$t\to\infty$ のとき $A^t=0$ であれば0に収束する．(c)地区 j を地価の監視区域として設定すれば地区 j の地価抑制効果だけでなく，他の地区への影響による期待地価の上昇が抑えられ，w_{ij} が減少することによって，他の地区の地価を抑制する効果もあることがわかる．(d)土地税制は主にキャピタルゲインを変化させることによって都市空間全体の新しい地価体系に影響を与える．また人口増減，所得変化，金利などによる土地需要の増減は収益地価を変化させて全体に連関して新しい地価体系を形成することを示唆した．

（5） しかし空間連関係数および時間連関係数の観測可能性と実証的解明，その構造と安定性，さらに連立差分方程式の実用的な解法などについては今後の課題である．また，いうまでもなく地価は需要と供給によって最終的には均衡価格が決定されるから，供給のメカニズムを本理論に追加して，全体の構造を補完することも今後の課題として残っている．

謝　辞：本研究をまとめるにあたって，ペンシルバニア大学の藤田昌久教授からは非常に有益なコメントをいただいた．特に理論を動学化するうえで，藤田教授の示唆は重要であった．また匿名の本誌査読委員から指摘された意見はきわめて有意義であり，この意見に基づいて本論はいくつかの重要な修正をすることができた．ここに記して心から謝意を表する次第である．なお，本研究の一部は(財)日本住宅総合センターの研究助成金によって行なわれたものであり，感謝の意を表したい．

付録　W^k および A_t の収束条件と非負解 $P(t)$ の存在条件

数学定理によれば式(11)が成立するための一般的な必要十分条件は行列 W の固有値 λ について，$|\lambda|<1$ が成立することである．また Input-Output 理論においては，W のノルムを $\|W\|$ とすれば産業連関理論の構造より $\|W\|<1$ であり，このとき $|\lambda|<1$ が成立することがわかっているから，式(11)が成立する．この場合には $(I-W)^{-1}$ は Lenotief Inverse Matrix とよばれ，非負行列であるから，$R\geqq 0$ のとき式(12)の P は非負解である．さらに一般的に P が非負解をもつための必要十分条件は，行列 W が Hawkins-Simon の条件を満足することである．しかし，今の段階では W の構造が実証的に明らかではないので，一般的に W がこれらの条件を満足するか否かについては言及できない．

ただし，わが国の最近の地価動向にみられるように，地価の空間的波及がより高価格の地区から低価格の地区へと方向性をもっているとみなされる場合には以上の条件が満たされる．いま $r_i\leqq r_j$ のとき $0\leqq w_{ij}<1$, $r_i>r_j$ のとき $w_{ij}=0$ とすれば，$r_i\leqq r_j$ のとき $i<j$ となるように地区を並べれば，空間連関係数行列 W は式(A・1)のような三角行列で表わされる．

$$W=\begin{bmatrix} w_{11} & & & \\ & w_{22} & & * \\ 0 & & \cdot & \\ & & & \cdot \\ & & & w_{nn} \end{bmatrix} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (\mathrm{A}\cdot 1)$$

ただし $*$ は $w_{ij}\geqq 0$

W の固有値 λ は式(A・2)を解いて得られる．

$$|\lambda I-W|=\begin{bmatrix} \lambda-w_{11} & & & \\ & \lambda-w_{22} & & * \\ & & \cdot & \\ & 0 & & \cdot \\ & & & \lambda-w_{nn} \end{bmatrix}$$

$$=\prod_{i=1}^{n}(\lambda-w_{ij})=0 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (\mathrm{A}\cdot 2)$$

$\therefore\quad \lambda=w_{11}, w_{22}, \cdots, w_{nn}$

$$\therefore \quad \max|\lambda| = \max w_{ij} < 1 \cdots\cdots (\mathrm{A}\cdot 3)$$

ゆえに，式(11)が成立し，$(I-W)$の非負の逆行列が存在し，収益地価 $R \geqq 0$ のとき，非負解 P が存在することが証明された．

また定理より，

$$\|(I-W)^{-1}\| \leqq (1-\|W\|)^{-1}$$

ゆえに A の定義より，$\lim_{t\to\infty} A_t = 0$ の十分条件は式(A・4)である．

$$\|A\| \leqq \frac{\|W\||\theta|}{1-\|W\|} < 1 \cdots\cdots (\mathrm{A}\cdot 4)$$

さらに W が三角行列であるとき，$(I-W)^{-1}$ と W^k もまた三角行列となるから，式(24)における行列 A および A^t もまた三角行列になる．したがって $A=\{a_{ij}\}$ とおくとき，式(A・2)と同様にして A の固有値 μ は式(A・5)である．

$$\mu = a_{11}, a_{22}, \cdots, a_{nn} \cdots\cdots (\mathrm{A}\cdot 5)$$

ゆえに $(I-A)$ の非負の逆行列，非負解 $P(t)$ および定常状態が存在するための必要十分条件は式(A・6)である．

$$\max|\mu| < 1 \cdots\cdots (\mathrm{A}\cdot 6)$$

A の定義より，式(A・7)が成立しているから

$$a_{11} = w_{11}\theta/(1-w_{11}) \cdots\cdots (\mathrm{A}\cdot 7)$$

結局，θ と w_{ii} との間に式(A・8)が成立することが，必要十分条件となる．

$$0 \leqq |\theta| < (1-w_{ii})/w_{ii} \quad (i=1, 2, \cdots, n) \cdots\cdots (\mathrm{A}\cdot 8)$$

参考文献

1) 中村英夫 編著：国土調査，技報堂出版，pp.85～98，1984.
2) 石原舜介 監修：不動産学概論，リクルート，pp.226～236，1987.
3) たとえば，山田浩之：都市の経済学，東洋経済新報社，pp.115～128，1980.
4) Fuijta,M.: Urban Economic Theory, Cambridge University Press, New York, pp.11～49, 1989.
5) たとえば，青山吉隆：都市圏におけるマス・トランスポーティションの最適計画，経営科学，Vol. 13，No. 1，1969.
6) 中村英夫・林　良嗣・宮本和明：都市近郊地域の土地利用モデル，土木学会論文報告集，No. 309，1989.
7) 青山吉隆・芝原靖典：大都市地域における地価の空間連関表，日本不動産学会梗概集4，pp.47～50，1988.
8) 野口悠紀雄：土地の経済学，日本経済新聞社，pp.51～55，1989.
9) 野村総合研究所土地問題研究会編集：地価と土地システム，野村総合研究所情報開発部，pp.200～222，1988.
10) 岩田規久男：土地と住宅の経済学，日本経済新聞社，pp.17～54，1979.
11) Aoyama,Y.: Spatial Relations Table of Land Price and Transportation in Urban Area, Proceedings of The Fifth World Conference on Transport Research, Vol. IV, pp.595～608, 1989.
12) Miller,R.E. and Peter,D.B.: Imput-Output Alalysis: Foundations and Extensions, Englewood Cliffs, New Jersey; Prentice-Hall, pp.1～39, 1985.
13) 国土庁土地鑑定委員会編：地価公示，大蔵省印刷局，1985，1986，1987，1989.
14) たとえば，松田正一・州之内治男・杉山昌平：ORのための基礎数学3，丸善，pp.49～55，1963.
15) たとえば，松田正一・州之内治男・杉山昌平：ORのための基礎数学2，丸善，pp.263～274，1963.

(1990.3.14・受付)