

## 都市住宅地の同質性・異質性に関する国際比較研究（梗概）

谷村 秀彦

## 1. 研究の目的と構成

現代における住宅地を分析するための1つのキーワードは異質性・同質性である。本研究は住宅地計画における文化的要因を探求することを動機として、住宅地の同質性・異質性に着目した。しかしながら空間的な同質性・異質性については残念ながら数量的な研究の蓄積が少ない。そこで同質性・異質性の概念を整理しつつ、いくつかの尺度の下で実際の住宅地の同質性・異質性を比較検討する。ここである住宅地が同質的であるということは、一定の区画が形態的・文化的・機能的に同一の性質を呈することを意味する。逆に異質的であるとは同一の性質を示さないことを意味する。ある1つの規準（例えば住宅の形態）についてある住宅地が同質的か否かは直感的には判定可能であるが、いざ厳密に比較・分析をしようとする途端に困難が起こる。それは同質性・異質性を測る尺度（測度）がないからである。そこで本研究では地理学の分野で空間統計として発展した“Spatial Autocorrelation”の理論的な展開を踏まえながら、いくつかの測度を比較・検討する。今回は住宅地の同質性・異質性に関して最も研究例の多い土地利用混在の問題を取りあげる。具体的には住宅地ごとに異なる土地利用の混在性を、数量的な尺度の下に統一的に分析する。

2章では spatial autocorrelation の理論的な展開を踏まえ、spatial autocorrelation による異質性の尺度化を考慮する。また既往の土地利用混在の研究を紹介し、そのなかからいくつかの混在度の指標を選び出す。また spatial autocorrelation の連続空間への拡張として新たな異質性の尺度を提案する。これらの異質性の指標は、2種類以上の土地利用に対しても定義可能で、対象空間は任意のポリゴン（地理的複体）で構成される。

具体的な研究の方法としては、これまで提案された複数の指標・尺度の特性を明らかにするため、最初にいくつかの分布パターンにその指標・尺度を適用する。そのため20×20のメッシュで仮想的な分布パターンを構築する。これらの仮想パターンごとに隣接による異質性を計算し分析する。次にある一定の「距離」離れた関係による異質性を計算して、距離により異質性がどう変わるかを分析する。最後に立地点ごとの異質性を計算して異質性の空間的な分布を明らかにする（3章）。

4章では現実の住宅地の土地利用図を分析する。現実の土地利用は不定型なポリゴンの集合として理解できる。日本の都市計画分野における従来の土地利用分析にはメッシュデータを用いることが多かったが、本研究においては自然な境界線（例えば町丁界や敷地境界線など）で区切られた領域（ポリゴン）をそのまま分析する。住宅地の例として韓国全州市の市街地の一部を実地調査し、土地利用図を作成した。また比較のために東京都千代田区の土地利用調査に基づく土地利用図より一部の住宅地を抽出して分析した。

## 2. Spatial Autocorrelationと異質性・同質性

空間の同質性・異質性は目的に応じてさまざまな視点で測ることができるが、ここでは研究例が多い住宅地の土地利用混在を扱う。混在性（同質性・異質性）を表現する尺度の候補として、空間の空間構成のパターンを空間的な相関関係としてとらえた空間統計量である spatial autocorrelation を用いる。Spatial autocorrelation はある2点  $i, j$  間の近接性と類似性の積の総和として定義され、

$$\Gamma = \sum \sum W_{ij} Y_{ij} \quad (2.1)$$

ただし、

$W_{ij}$  は  $i$  地点と  $j$  地点の近接性

$Y_{ij}$  は  $i$  地点での変数値  $X_i$  と  $X_j$  の類似性

(Ordland, 1988)。近接性は weighting function と言い、例えば隣接-非隣接による1-0関数や距離の逆数など、さまざまに定義することができる自由度の高い概念である。距離による影響の表われかたを見るために、特定の隣接関係（1次、2次、…、 $n$ 次の隣接関係）のみについて分析することが多く、これを spatial lag と言う。spatial autocorrelation を spatial lag の関数として表現した図を correlogram と言う。

比較するための変数が連続変数であるときは spatial autocorrelation の尺度として Moran の  $I$ (Moran, 1948) や Geary の  $C$ (Geary, 1954) と言われる指標が既に存在する。順序変数については Kendall の順位相

関係数  $\tau$  を用いた例がある (Olson, 1975)。名義尺度の場合には、いわゆる join 法と言われる指標が用いられる。これはある地域が同じカテゴリーに属する地域と隣接している回数や異なるカテゴリーに属する地域と隣接する回数を数え上げるものである。ランダムな分布状態のときの隣接の期待値と分散は解析的に求めることができるので、実際の隣接の数 (join と呼ぶ) とその期待値を比較することで分布の状態を判別することができる。代表的な例として「白い (white)」地域と「黒い (black)」地域の 2 種類の地域の分布を考え、その join を "BB join" (黒と黒が隣接する場合の数) や "BW join" (黒と白が隣接する場合の数) に分けて考える。ここでは join は 2 種類の混在に対して定義されているが、2 種類以上の混在についてもそのなかの 2 種類の相関として定義可能である。

これらの尺度は期待値と分散を求めることができるので、autocorrelation があるかないかを統計的に検定することが可能である。join 法の場合 2 項分布ならば、

$$E(BB) = \sum \sum w_{ij} p^2 / 2$$

$$E(BW) = \sum \sum w_{ij} p (1-p)$$

$$\text{var}(BB) = p^2 (1-p) (S_1 (1-p) + S_2 p) / 4$$

$$\text{var}(BW) =$$

$$\{4 S_{1p} (1-p) + S_{2p} (1-p) (1-4p(1-p))\} / 4$$

ただし、

BB, BW はそれぞれ黒-黒, 黒-白 join の本数  
 $p$  は黒の生起確率

$$S_1 = \sum \sum (w_{ij} + w_{ji})^2 / 2$$

$$S_2 = \sum_i (\sum_j w_{ij} + \sum_j w_{ji})^2$$

となる (Cliff & Ord, 1981)。join 法の場合には標準化のため分散から標準偏差、

$$z(BB) = \frac{BB - E(BB)}{\{\text{var}(BB)\}^{1/2}} \quad (2.2)$$

$$z(BW) = \frac{BW - E(BW)}{\{\text{var}(BW)\}^{1/2}}$$

を求め、相関の尺度とする。土地利用用途はカテゴリカルな変数であるので join 法をもって、混在度の指標とすることができる。

現在まで土地利用の混在についてはいくつかの指標が提案されてきた。spatial autocorrelation を用いた研究としては、Cliff & Ord (1981) のロンドンの土地利用を対象とした研究がある。ロンドンの一部を 500m 四

方のメッシュからなる 24×24 の地域で分割する。この 1 つ 1 つのメッシュに対して、オフィス、商業、工業の 3 種類の土地利用の床面積がそれぞれ与えられる。これに対して相関係数を計算した結果、2 種類の用途間には負の correlation が観察された。これは 2 種類の用途が競合的であることを示している。

Cliff と Ord は土地利用を床面積という形で連続変数化した。例えばより小さいスケールの問題として、住宅地の住戸ごとの土地利用を扱うときなどは、床面積よりもどの用途かというカテゴリカルな変数として扱うほうが自然である。このようなカテゴリカルな変数として土地利用の spatial autocorrelation を研究したものに、join 法による大江 (1976)、小出 (1977) の研究がある。大江、小出は共に先に説明された join 法を用いて、都市の土地利用混在度をメッシュデータによって計測した。

大江は秋田市を対象に都市的土地利用と非都市的土地利用の 2 種類の、小出は福岡市市街地でより細かく 6 種に分類された土地利用の、それぞれ混在のパターンを示した。混在度は 100m メッシュによって構成される 500m 四方 (100m メッシュ 25 個から構成) の正方形を単位に join の標準偏差から求められる。この混在度をランク分けして都市全体の混在パターンが 500m メッシュで図示される。しかしながら混在度を計算する際に、25 個の要素間の関係では分布の正規性の仮定が満たされないことなどが原因で分析は必ずしもうまくいかなかった。

一方 spatial autocorrelation を使わない方法としては、山中ほか (1981) は隣接グラフの最大固有値と固有ベクトルは、領域の隣接関係に対して一意に定まることを用いて土地利用図を特徴づけようとした。隣接関係が与えられたときに各領域の規模は全体の隣接関係に基づくあるバランスによって配分される、という仮定の下でこの固有ベクトルの成分と実際の面積配分比を比較する。土地利用のパターンは固有ベクトルによる面積配分と実際の面積の相関係数で表現される。山中ほかは土地利用上の特性が異なる 4 地区を選択し、2 km×2 km の地区を 100m メッシュを単位に 15 種の土地利用により隣接行列化して相関係数を計算した。4 つの地区はその土地利用上の特徴から「市街地型」、「スプロール型」、「路村型」、「散村型」と呼んだ。結果としては「散村型」の土地利用が最も相関が高く ( $r=0.99$ )、「スプロール型」は相関が低い ( $r=0.45$ ) ことがわかった。

玉川 (1982) は用途の混在を「同種用途の集塊」と「異種用途の隣接」という 2 つの事項でとらえ、集塊の分析に "clump" を、隣接の分析に "join" を用いた。さらに全体としての秩序性・無秩序性を示す指標としてエントロピーを用いて合計 3 つの指標で土地利用混在を分析した。玉川は東京都の土地利用現況図を用いて都内 3 ヲ所の 17 種の土地利用を 17×23 の 25m メッシュで分析した。

結果としては clump による解析は、基準がランダムな状態にあるためほとんどの場合において同種用途は「集塊」するという結果となり、混在のパターンの差を示せないこと。join による解析ではある程度の結果が得られたものの、メッシュデータを用いたことから「隣接性」が建物単位の隣接性か土地利用単位の隣接性かがあいまいで、現実の地区の実感と比して中途半端に思われること、などが結論となった。

エントロピーによる混在度概念の発展形として Asami (1988) の混在度指標がある。これは土地利用混在度の指標として必要と考えられる10の公理に基づき、公理系を満たす指標を導出したもので、公理系を満たす指標としては対象とする都市の平均的な土地利用ベクトルと混在度を求めたいサブエリアの土地利用ベクトルとの距離関数が提案された。

ところで、地図は連続的な空間情報を与えるが、autocorrelation は離散的な  $\sum \sum W_{ij} Y_{ij}$  という関係で相関を与える。しかしこの結果は分析の最小単位の分割の仕方に依存する。そこで単位の分割の仕方に依存しない方法としてより一般的に距離を用いた拡張を行う。

autocorrelation は  $\Gamma = \sum \sum W_{ij} Y_{ij}$  で示される。一般的に n 次の autocorrelation  $\Gamma(n)$  では、 $w_{ij}$  が隣接関係により、

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & (i \text{ と } j \text{ は } n \text{ 次の隣接}) \\ 0 & (i \text{ と } j \text{ は } n \text{ 次の隣接でない}) \end{cases}$$

と定義される。ここでユニット j を点 c の集合 c (j) として考えると、あるユニット i, j 間の  $w_{ij} Y_{ij}$  は  $\int_{c(j)} w_{ic} Y_{ic} dc$  をユニット j の面積で割って規準化したものとなる。ユニットの分割方法に依存しないように、n 次の隣接ではなく距離 r 離れていることで autocorrelation を定義するとき、weighting function は上式に従って、

$$w_{ic} = \begin{cases} 1 & (d_{ic} = r, \text{ただし } d_{ic} \text{ は } i \text{ の重心と点の距離}), \\ 0 & (d_{ic} \neq r) \end{cases}$$

であり、 $w_{ic} Y_{ic}$  は距離 r の関数として  $Y_{ic}(r)$  で表現でき、また全てのユニットについて同様であるので全ての点の集合を C とすると、

$$\begin{aligned} \Gamma(r) &= \sum \sum \int_{c(j)} Y_{ic}(r) dc \\ &= \sum \int_c Y_{ic}(r) dc \end{aligned}$$

対象地域の全ての点は点 i の重心からの距離(r)と角度( $\theta$ )で表わすことができ、距離による異質性の尺度

$R1(r)$  は  $\int_c Y_{ic}(r) dc$  を  $\int Y_i(r) d\theta$  と書換えて、

$$R1(r) = \sum_i \int Y_i(r) d\theta \quad (2.3)$$

ただし

$Y_i$  は i の重心と点との類似性

となる。従って、半径 r の円周上で原点 i と同じ土地利用の長さがどれだけあるかが Autocorrelation の指標となる。これは例えば距離 r を rectilinear (マンハッタン距離) でとると、メッシュパターンにおいて隣接関係によって得られる correlogram と本質的に同値となる。すなわち距離 r がメッシュのサイズ (1 辺の長さ) の n 倍のときは n 次の autocorrelation (カテゴリカルなときは BBjoin と WWjoin の和) と等しい。これをリング法 1 と呼ぶ。

join法を含めて、これらの指標のどれも扱わなかった概念に「分析のスケール」がある。小さいスケールで考えるとき、大きいスケールで考えるときは比較するものが違ってくるはずだという考え方にたてば、従来の join などの方法ではスケールによる同質性の変化を表わすことができない。これはスケールの変化につれて、比較の基準も変えることで対応する。従ってある r 離れた幅 dr の円環の土地利用種別の面積構成比と半径 r の円の面積構成比のベクトルの「距離」をある点 i の半径 r のスケールでの異質性とおく。これを指標 R 2 とおくと、

$$R2(r) = \sum_i \|v_i(r) - V_i(r)\| \quad (2.4)$$

ただし

$v_i(r)$  は i の重心から距離 r 離れた円環の土地利用構成比 (ベクトル)

$V_i(r)$  は i の重心を中心とする半径 r の円の土地利用構成比 (ベクトル)

これがスケールを考慮した同質性の指標となる。これは Asami (1988) による混在の尺度の定義と同じであり、空間に拡張したものとなっている。これをリング法 2 (R 2) と呼ぶ。

以上 2 章では、同質性・異質性として土地利用の混在を分析する上で、いくつかの指標を列挙した。これらの指標をまとめると表 2-1 のようになり、これらの指標を 3, 4 章で検討する。

表2-1 混在度（異質性）の尺度とその特徴

	①固有ベクトル	②エントロピー	③join法	④リング法1	⑤リング法2
定義	用途ごとの隣接行列の最大固有値の固有ベクトルによる均衡面積配分と実際の面積配分の相関係数	用途間の隣接関係から計算されるエントロピー	用途間の隣接回数の期待値と分散から計算される標準偏差	ある点から半径 r の円周上の用途長から計算される異種用途の存在確率の平均値	ある点から半径 r の円周上の用途構成比と円内の用途構成比の距離の平均値
計算式			(2.2) 式	(2.3) 式	(2.4) 式
解釈	?	隣接の秩序性 大→ランダム 小→規則的なパターン	相関の大きさ 正→隣接する 0→ランダム 負→隣接しない	異種用途の存在確率 大→混在大 小→混在小	混在パターンの比較 大→非均質的 小→均質的
2種以上の用途	○	○	○	○	○
ポリゴン化	○	○	○	○	○
距離の効果	× (距離とは無関係)	n 次の隣接関係	n 次の隣接関係	任意の距離尺度	任意の距離尺度
スケールの効果	×	×	×	×	○
立地ごとの混在度	×	○	×	○	○

2種以上の用途とは、2種類以上の土地利用種別に対しても定義が可能かどうかを示している  
 ポリゴン化とは、メッシュデータだけでなく任意のポリゴンの集合にも尺度が計算可能かどうかを示している  
 距離の効果とは、correlogram を求める際にどのような spatial lagを設定することができるかを示している  
 スケールの効果とは、スケールの変化に応じて類似性の基準が変わるかどうかを示している  
 立地ごとの混在度とは、任意の立地点についての混在度が計算可能かどうかを示している

### 3. 仮想パターンによる尺度の検証

2章で示された同質性・異質性の尺度を検証するために2種類の用途(白-黒)から構成される20×20の仮想的なメッシュパターンをつくり、8種類のパターンにそれぞれ3種類の白-黒の構成比の組合せをつくり、それらに対して、隣接行列の固有ベクトル、エントロピー、join法、リング法1、リング法2を適用した。

固有ベクトルによる相関係数は仮想パターンがあまりに特殊(きれいに2色の領域が分かれている)なため、どれもがほぼ同じ結果となり混在のパターンを区別することはできなかつた。またこの指標はごく少数の混在に対して極端に強く反応することがわかった。エントロピーによる指標ではランダムなパターンと、極めて規則的なパターンに特徴が現われた。他のパターンでは大きな差は生じず、構成比の減少によってエントロピーが減少する大きさがパターンによって異なることがわかった。joinの標準偏差からは最も多くの情報を得ることができる。それはランダムな状態を基準に正の相関と負の相関として、隣接の状況によって符号の向きが変わるからである。これによって2種の土地利用が互いに競合する関係なのか、それとも無関係なのか、互いに補完する関係なのかを知ることができる。

次に距離が異質性にどのような影響を与えるかを知るために、spatial lagを考慮した異質性の定義を行った。

固有ベクトルの相関係数は本来の定義から距離の影響は無視されているので、それ以外の4つの尺度が試された。エントロピーにおいては多くのパターンで、ある程度の距離でエントロピーの最大値が観察され、それ以降はふたたびエントロピーが減少する傾向がある。直感的にはこの最大値をとる距離に近いほど混在性が高いが、理論的にこの最大値の位置との関係付けはなされていない。joinの correlogramの形が類似するパターンは混在パターンの形態的な類似性が強い。リング法1、2はともに多くのパターンで同じようなパターンを示し、混在パターンの判別は困難である。

しかしながら、リング法1、2によって各立地点ごとの異質性の強さが計算できるので、対象全体の異質性だけでなく、その内部の異質性の強い(弱い)地域の分布を知ることができる。その結果それぞれの仮想パターンで異質性が強い地域の分布の仕方を知ることができる。

結論としては、join法は2種類の用途間の関係を数値的に示すことができる。またjoin法の correlogramは混在の形態的な類似性(どういう形で分布しているか)をある程度判別することができる。エントロピーやリング法1は総体としての異質性の強さを表現している。リング法1による立地点別の混在度の分布図は、混在状況の空間的な理解を可能とする。

### 4 実際の住宅地の同質性・異質性

#### 4-1 対象地区の概要

韓国における住宅地調査は1988年3月に、全羅北道(Chollabuk-to)の全州市(Jeonju-si)において行った。全州市は韓国南西地方の内陸に位置する全羅北道の道庁所在地である(図4-1)。1987年末現在で、市域面積120.1km<sup>2</sup>、人口477,137人、世帯数106,868戸で、38の「洞(tong)」(行政区の単位)によって構成されている。本研究では、全州市のCBD(中央洞、慶園洞と呼ばれる地区)に隣接した住宅地である「校洞(kyo-tong)」の一部を調査の対象地域とし、住宅地の土地利用調査を行った(図4-2)。校洞の人口は11,058人(1986年現在)、人口密度は9282人/km<sup>2</sup>である。調査地区は李朝時代の伝統的な家屋が残り歴史景観地区に指定されている。歴史的な建造物として李朝時代の高級官吏の邸宅跡-学忍堂(hagin dang)-が一部残存し、瓦屋根の伝統的な家並が続いている。

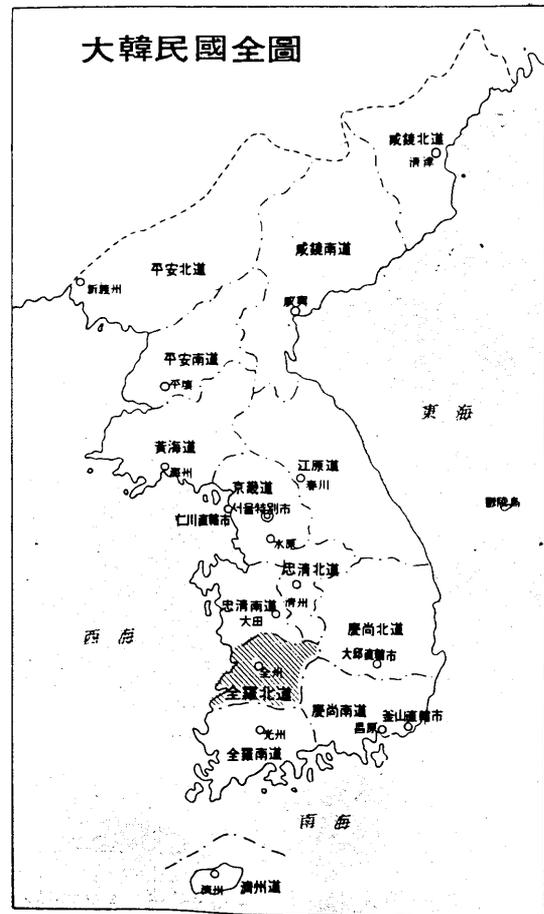
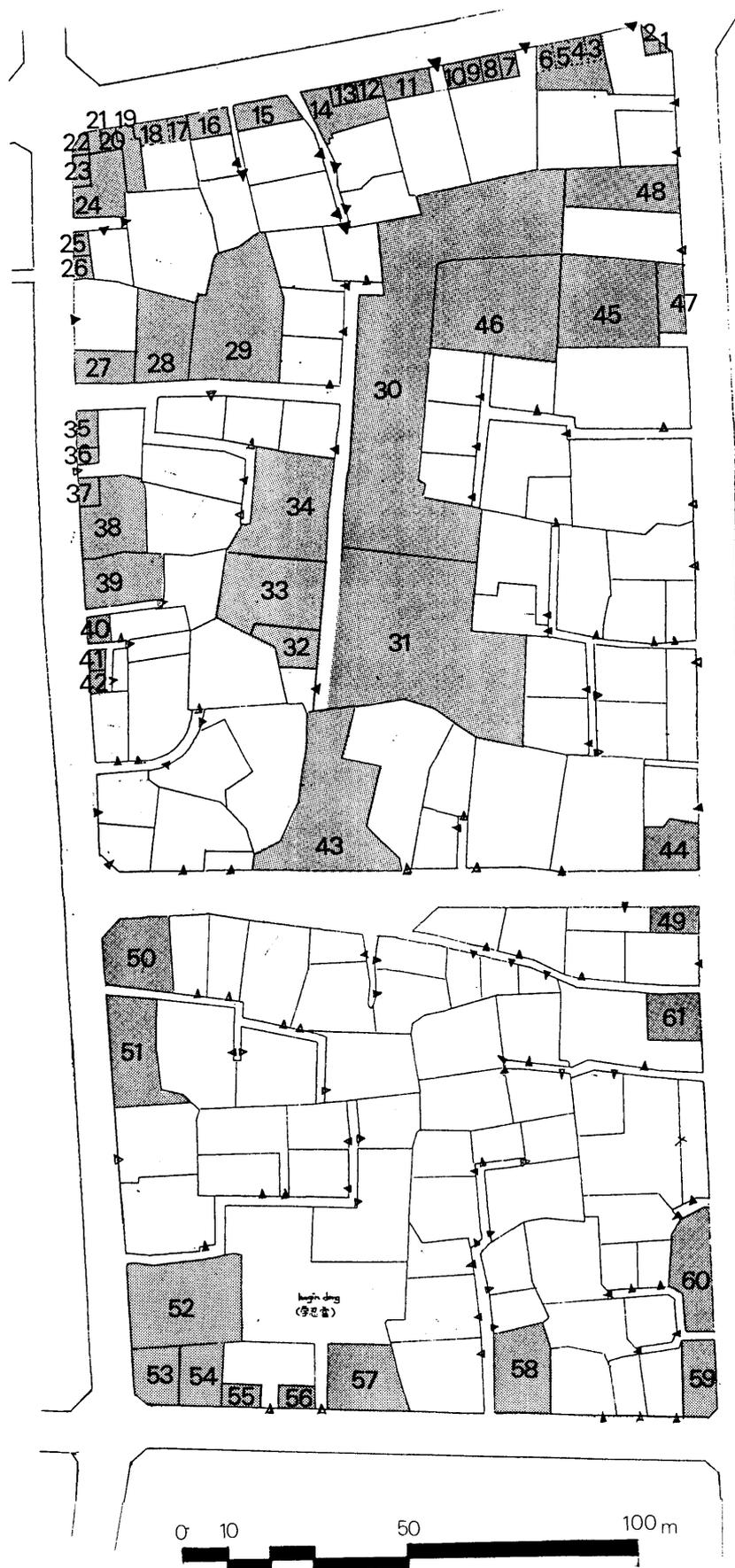


図4-1 全州市の位置



- 1 産
- 2 肉
- 3 リーニング
- 4 器修理
- 5 工士
- 6 大紳
- 7 自電
- 8 器
- 9 器
- 10 器
- 11 器
- 12 器
- 13 器
- 14 器
- 15 局 (漢業)
- 16 局
- 17 鑑
- 18 堂
- 19 堂
- 20 堂
- 21 貨
- 22 産
- 23 局 (漢業)
- 24 判
- 25 名
- 26 具
- 27 室
- 28 室
- 29 室
- 30 室
- 31 室
- 32 室
- 33 室
- 34 室
- 35 室
- 36 室
- 37 室
- 38 室
- 39 室
- 40 室
- 41 室
- 42 室
- 43 室
- 44 室
- 45 室
- 46 室
- 47 室
- 48 室
- 49 室
- 50 室
- 51 室
- 52 室
- 53 室
- 54 室
- 55 室
- 56 室
- 57 室
- 58 室
- 59 室
- 60 室
- 61 室

図4-2 韓国全州市校洞の一部 (住宅用途-非住宅用途による塗り分け)

現状は両側2車線の車道で囲まれた碁盤の目型の整然とした道路構成であるが、一步区画内の路地に入ると幾重にも枝分かれした複雑極まりない構造が出現する。路地の幅は2~3mで、コンクリート平板で舗装されている。校洞には大きな商店、事務所は無く、小規模な食堂や、雑貨商などが道路に沿って並んでいる。食堂以外の例えば電気商などは廃業状態のものも多い。この地区の特色としては女学校、自動車免許試験場が隣接しているほか、学生向けの自習室が存在することである。調査にあたっては、全州市の地籍図(1/600)をベースに用いて、現状の利用実態を実際に確認しながら、土地利用図を隣接した2つの街区について作成した(写真4-1(a), (b))。

これと対照のため、東京都千代田区が発行した土地利

用図を用いて、番町の一部で同様の土地利用図を作成した(図4-3)。番町は江戸時代の初期から旗本、すなわち幕府の官僚の住宅地として計画的に開発された地区であり、この意味で李朝の高級官僚の邸宅の有った校洞と歴史的に似ている。江戸の開発は徳川家康が本拠を移した1590年に始まるが、番町はそのなかでも最も早く武家地として開発された。大番士の組屋敷がここに造られたが、組屋敷1番から6番までの町ができたのが文禄元年(1592)とされている(東京百年史, 1巻, p483)。このときできた町割の基本は江戸時代、明治を通じて基本的に損なわれることなく現在に至っている。

以下 4-2節では以上3つの地区について第2章, 第3章で述べた尺度で実際に分析する。



写真4-1 a) b) 全州市校洞

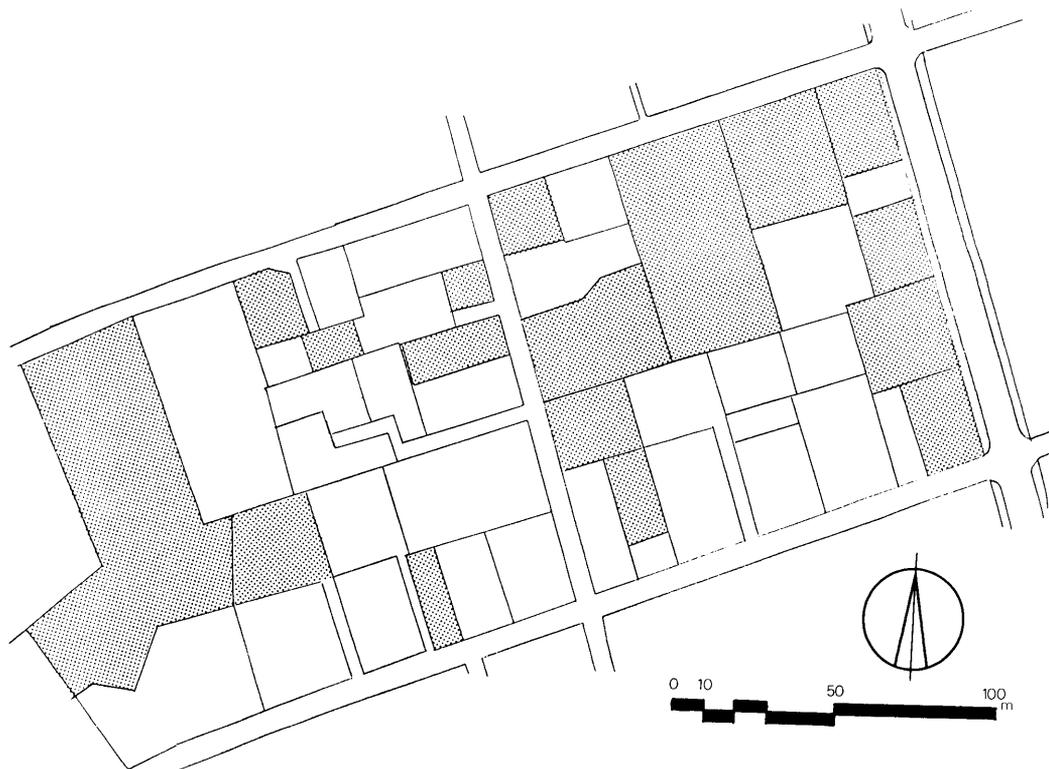


図4-3 千代田区番町の一部(住宅用途-非住宅用途による塗り分け)

## 4-2 異質性の分析とその結果

### 隣接による異質性の尺度

①最大固有値の固有ベクトルによる相関係数は、番町で最も高く(0.94)、全州1で最も低く(0.73)なる(表4-1)。山中ほか(1981)では相関係数が高い(0.99)のは「散村型」であり、次に高い(0.66)のが「市街地型」であった。散村型は田の中に1戸ずつ農家が散在するパターンで番町では住宅地のなかに事務所や駐車場が散在することを示している。この尺度が小さくなるほど、異種用途が混在していると考えられるなら、山中ほかの研究では最低の値は0.31であったので、本研究で対象とした地区はいずれもそれほど異質的でないことがわかる。

②のエントロピーによる尺度では全州1が最大(1.00)となり、全州2が最小(0.65)であった。これは全州2が他の2つの地区と比べて、黒-白(非住宅-住宅)の構成比が小さいことが原因だと考えられる。

③のjoin法の標準偏差では、番町が他の2地区とは符号の向きが逆になっている。これは spatial autocorrelationでは番町に弱い負の autocorrelation が認められるということである。ただしその標準偏差はいずれも小さく、むしろ番町はランダムなパターンに近いと言えよう。

それに比べると全州の2地区には弱い正の autocorrelation が認められる。これは全州においては非住宅が路線型の商店を意味していることによるものであろう。これは非住宅間の関係についてはほぼランダムに近い相関しか認められず、すなわち非住宅は決して集塊していないことから読み取れる。

### spatial lag の効果

隣接関係から述べた以上の事柄は、spatial lag を考

表4-1 隣接関係に基づく異質性の尺度

	全州1	全州2	番町
r	0.73	0.82	0.94
H <sub>2</sub>	0.67	0.45	0.61
BB join	49(45.2)	6(5.8)	13(15.1)
	0.31	0.03	-0.31
WW join	112(83.0)	124(100.6)	42(42.1)
	1.88	1.79	-0.001
BW join	96(122.6)	25(48.4)	53(50.6)
	-2.30	-2.11	0.29

かっこ内の数字はJOINの期待値慮した correlogram を調べることでより明確になる。

spatial lag によるエントロピーの変化(図4-4(a)~(c))は、全州1がほぼ単調に減少傾向に有ることが特徴である。逆に全州2は単調に増加してゆく。全州2と番町の8次以降の lag でエントロピーが急激に減少するのは境界の制約があるからである。従って全州2は全州1と逆に単調増加の傾向にあると言える。この全州1と全州2の示すパターンは3章の仮想パターンの結果にも観察されない傾向でもあり、何がこのようなパターンを生んでいるかは理解できない。ここがエントロピーの異質性の指標としての弱さであろう。ただし番町のパターンについては仮想パターンのランダムとよく一致することがわかる。

joinの correlogram を並べると(図4-5(a)~(c))、番町の correlogram が明らかに3-3節でみたランダムなパターンのそれと同じであることがわかる。これは先に述べたエントロピーによる結果と照合する。また全州1、全州2の隣接した2地区の correlogram は大きさの差こそあれ、パターンとしてよく似ていると言えよう。このことは数字の大きさだけでなく、correlogram の変化のパターンが土地利用のパターンをやはり表現していることをうかがわせる。

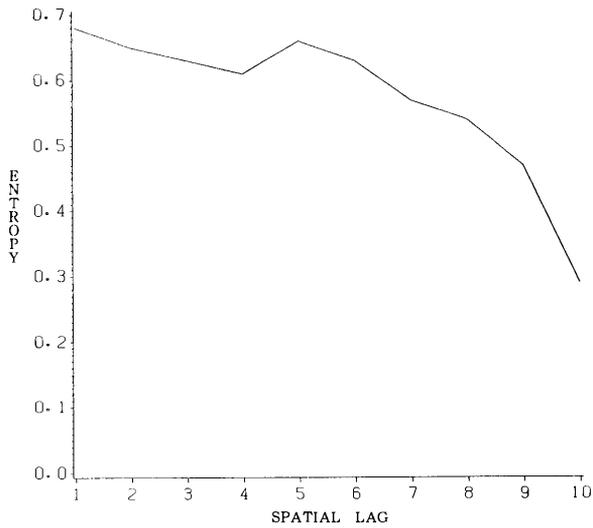
リング法1、リング法2はともに単調増加の傾向が読み取れる(図4-6(a)~(c))だけで、特に異なる傾向は読み取れない。ただ全州2が他の2つの地区より両方の指標とも低い値となっている。

### 空間的な展開

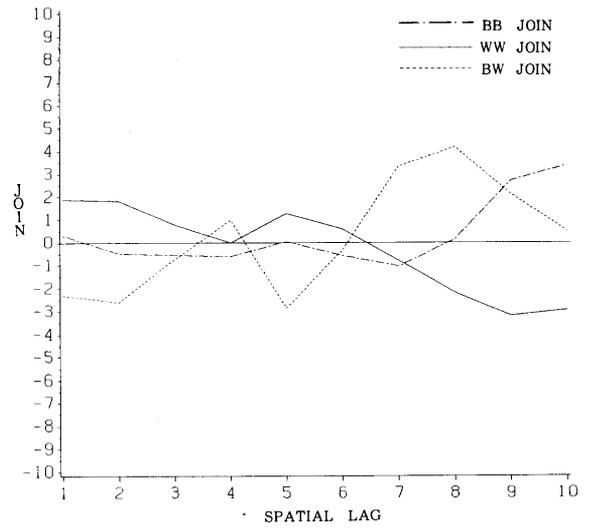
リング法1で計算される各土地利用単位(敷地)別の異質性を空間的に表現すると図4-7(a)~(c)となる。これはその敷地の重心から半径 r の円を想定し、円周上の異種土地利用発生確率を立体的に立ち上げたものである。従って高く立ち上がったものほど、周りを異種土地利用で囲まれている。

図4-7からは同じ全州でも、全州1のほうが混在が進んでいることが理解できる。全州1地区は道路に沿って商店が立地しているほかに、区画の中心に大規模な空地と、学生の自習室、縫製工場などが存在するためである。これに比べて、全州2の地区は明らかに道路沿いに異種用途が立地していることが理解できる。番町はこれといった特徴もなく異種用途が立地しているため、全体的に異質性が高くなっている。

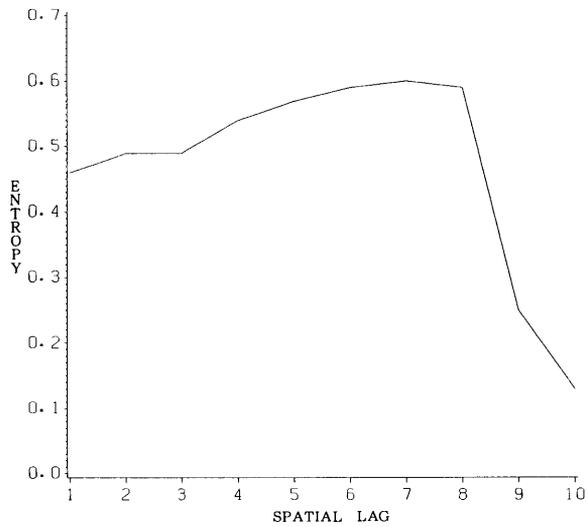
結果を一言でまとめると、全州は路線型の混在パターンが、番町にはランダム型の混在パターンが観察されるということになる。これは番町においては住宅から非住宅用途への転換が空間的にランダムな現象として起こることを意味している。つまり番町では例えば相続など非



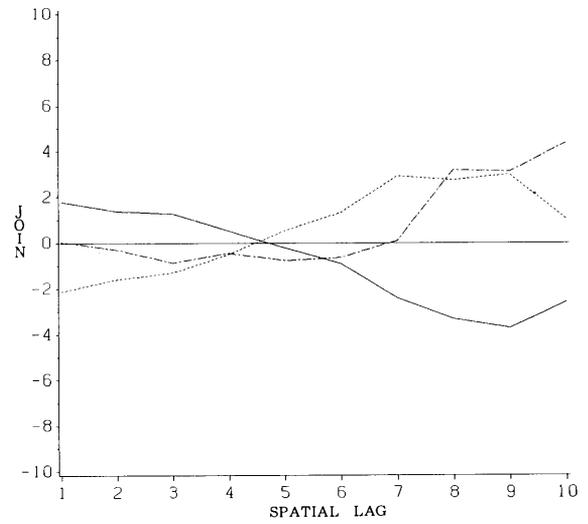
a) 全州 1



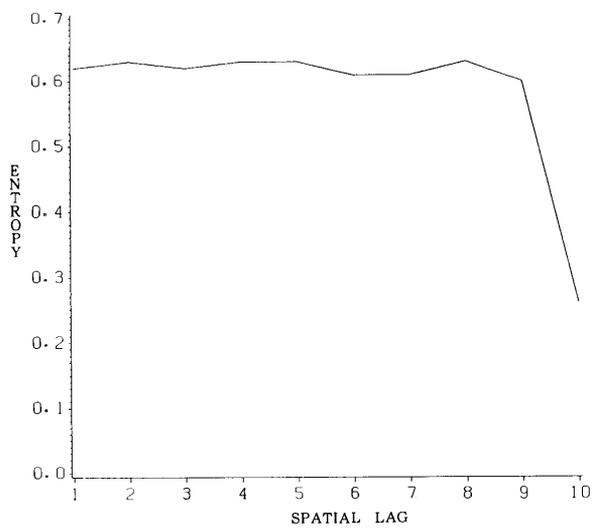
a) 全州 1



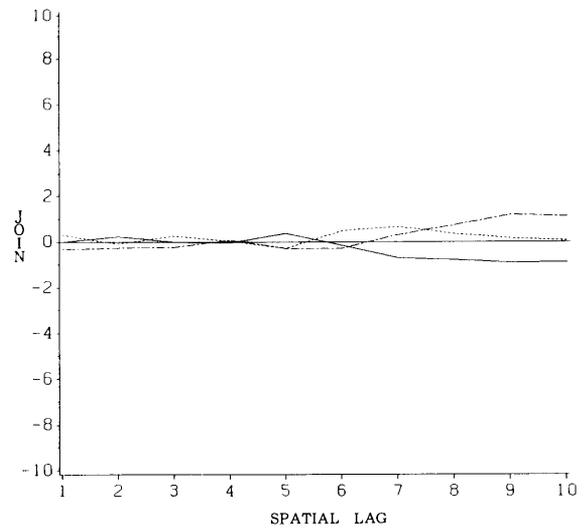
b) 全州 2



b) 全州 2



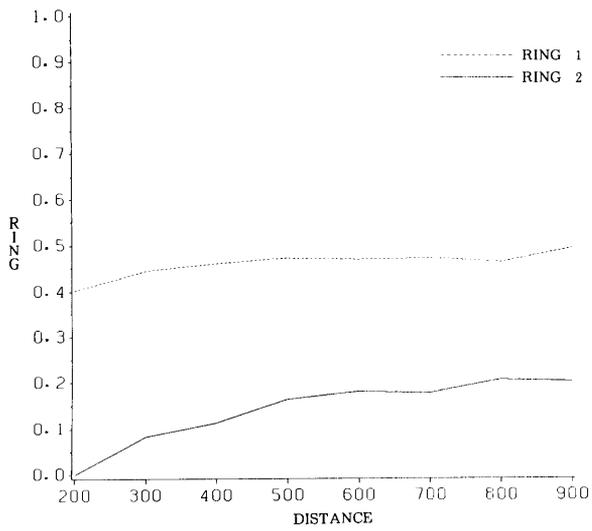
c) 番町



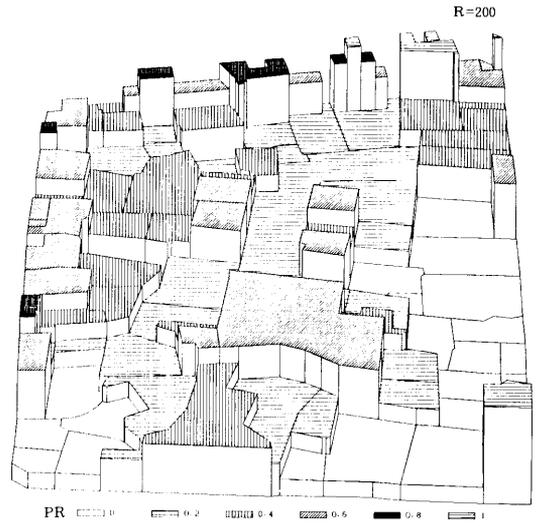
c) 番町

図4-4 (a) ~ (c) エントロピーの変化

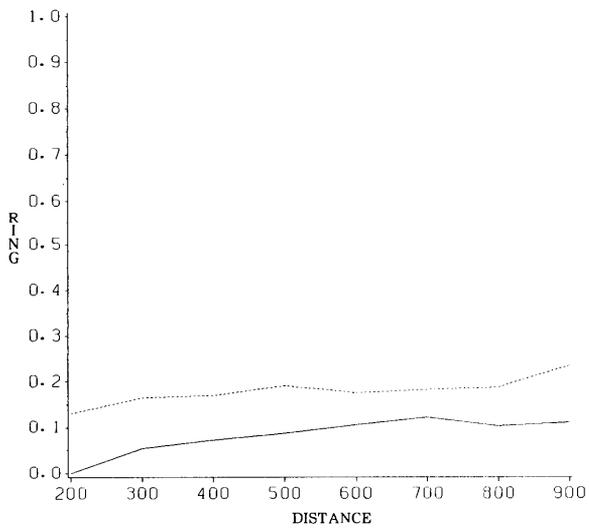
図4-5 (a) ~ (c) joinによるcorrelogram



a) 全州 1



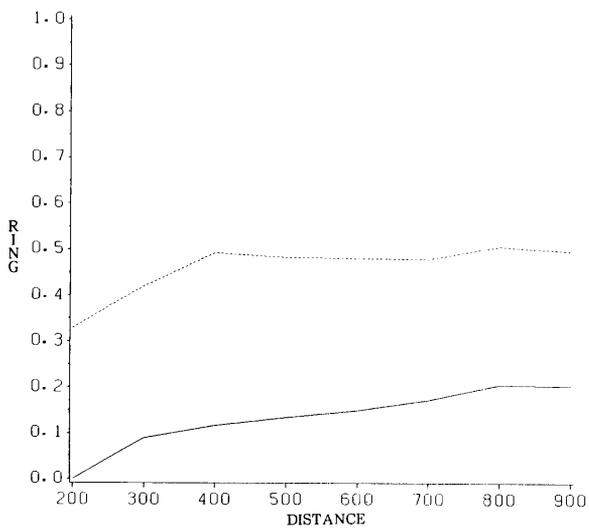
a) 全州 1



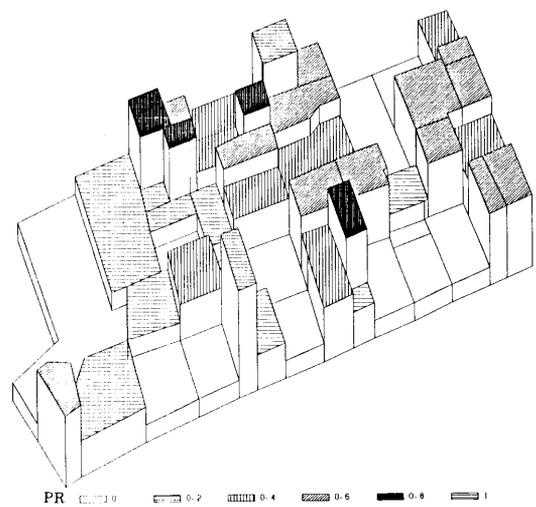
b) 全州 2



b) 全州 2



c) 番町



c) 番町

図4-6 (a) ~ (c) リング法1, 2による異質性

図4-7 (a) ~ (c) リング法1による敷地別の異質性

空間的な要因で用途の転換が起こっていることを想像させる。もちろん空間的な位置によって転換される用途が左右されないことも、このような結果の原因の1つであろう。逆に全州においては非住宅、特に商店の混在が路線型に特徴付けられ、極めて空間的な用途の分化傾向が読み取れる。これは混在している用途が全州では主に商店であるのに対して、番町では事務所、駐車場、空き地などであり、住宅に対する意味合いが大きく異なることも原因であろう。このような個々の用途間の近接性は用途を現在の2種類からより細かく分類することで知ることができる。このような用途種別間の関係を究明することは今後の課題とする。現実の土地利用混在においては「どのように混在するか」は「なにが混在するか」によってかなり変わるであろうことは容易に想像できる。

他の指標については、3章の分析と同様に固有ベクトルの相関係数はその数字の意味がいまひとつあいまいで、おそらく異質性の尺度として機能しているにもかかわらず、明確な意味付けができなかった。エントロピー尺度も、そのふるまいが混在の状況をどのように反映しているかが不明確で、混在パターンと関係付けることが困難である。しかしながらランダムなパターンについては判別が可能であった。リング法2の尺度は対象地区の規模がスケールの問題を扱うにはおそらく小さすぎたため、意味のある結果とならなかった。

## 5 住宅地と同質性・異質性

本研究は住宅地計画における文化的要因を探求することを動機として、住宅地の同質性・異質性に着目した。西欧型の同質的な住宅地と異なるいわゆるアジア的な、異質的な住宅地間の比較を行う。同じ異質的な住宅地といっても民族・文化によってその異質性の表われかたは各々異なってくるはずである。またその異質性自体も土地利用や住宅の形態といった目に見えるものから、血縁や社会階層といった目に見えないものまでさまざまな局面で異なる意味合いの異質性が存在するであろう。今回は最初の試みとして、このなかでも容易に知り得る土地利用の異質性を計測し、比較を行った。

比較のためには、異質性が数量的に定義される方が好ましいが、空間的な同質性・異質性については残念ながら数量的な研究の蓄積が少ない。そこで準備段階で同質性・異質性の概念を整理しつつ、いくつかの尺度の下で実際の住宅地の同質性・異質性を比較検討した。

ここである住宅地が同質的であるということは、一定の区画が形態的・文化的・機能的に同一の性質を呈することを意味する。逆に異質的であるとは同一の性質を示さないことを意味する。ある1つの規準（例えば住宅の

形態）についてある住宅地が同質的か否かは直感的には判定可能であるが、いざ厳密に比較・分析をしようとすると途端に困難が起こる。それは同質性・異質性を測る尺度（測度）がないからである。そこで本研究では地理学の分野での空間統計として発展した“Spatial Autocorrelation”の理論的な展開を踏まえながら、いくつかの測度を比較・検討した。

その結果、住宅地の同質性・異質性の尺度として、①固有ベクトル：同種用途により縮約された隣接行列の最大固有値の固有ベクトルによる均衡面積配分と実際の面積配分の相関係数、②エントロピー：隣接関係のエントロピー、③join法：隣接の回数の標準偏差、④リング法1：半径  $r$  の円周上の異種用途の存在確率、⑤リング法2：半径  $r$  の円周上の用途比率と円内の用途比率の距離の5種類が適用可能な手法として挙げられた。この指標の挙動を確かめるために、仮想的な分布パターンをメッシュデータ上に構築し5つの指標を適用した。

分析手法上の結論としては、変数（例えば土地利用）間の関係を表わすにはjoin法が最もよいこと。地域の混在のパターンを判別するにはjoinのcorrelogramの形から判別することが可能であること。またリング法1は立地別の空間的な異質性の分布を示す手法として有効であることが言える。

その他の手法は、固有ベクトルによる結果はその数値が何を表わしているかの解釈が困難であり、異質性（混在度）の分析には不適當であった。エントロピーはランダムな状態に近いかわからないかしかし実際にはわからず、混在のパターンの判別には有効ではなかった。リング法2はスケールの効果が今回の分析の規模ではあまり表われなかった。

以上の結果をもとに土地利用用途の混在の同質性・異質性を韓国・日本の2地域で計算し、それぞれの地域の用途混在のパターンが異なることを明らかにした。本研究では韓国全羅北道の道庁所在地である全州市、そのCBDに隣接した住宅地である校洞（洞は韓国において市内をわける行政区の事）の一部と、千代田区の番町の一部を比較の対象とした。全州市は李氏朝鮮発祥の地で、全羅道の中心都市として近世から人口が集積していた。そのなかで校洞は当初より住宅地として存在し、現在では歴史的景観保全地区として指定されている。番町は徳川氏の江戸開府当時に武家地として最初に開発された土地で、江戸時代当時の町割が現在に至るまでそのまま残っている。校洞には李朝時代の高級官僚の邸宅跡が残っているが、番町も幕府の官僚の住宅地であり、ともに歴史的な共通性がある。

この2つの地域の比較において、join法、エントロピーなどから番町の混在のパターンはランダムな混在パターンに近いことが明らかにされた。全州の住宅地はり

ング法による敷地別の異質性の分析から、路線型の混在パターンであることが示された。これらの違いの原因としては、用途変更の発生原因の違い、混在している用途種別による違いが考えられる。例えば番町の用途変更は相続などの非空間的な事象により発生しているの、ランダムな混在パターンが生成されたのではないだろうか。あるいは番町の混在要素は事務所や駐車場など住宅地に対しては互いに排斥しあう要因が少ない土地利用で、逆に全州では混在要素が商店である。このような土地利用種別の差も原因の1つであろう。こうしたより詳細な分析については今後の課題としたい。

住宅地の異質性を分析する上で今後の課題としては、手法的には、第1に分析の対象地区の辺縁部の影響をどうするかが挙げられる。どの手法によっても無限の領域を考えない限り境界線の外側の土地利用をどう扱うかが問題となる。今回の分析においては境界線の外側を無視したが、4章のエントロピーの分析で見られたように、この扱いによって結果が影響を受けていることが予想される。従って境界線の外側をどう扱うか、無視するなら無視することによる偏りの評価が必要となる。第2にリング法1とリング法2についてはその確率分布などが求まっておらず、理論的な展開と改良が必要である。

本来の目的である住宅地の構成についての相違については、より多くの地区を対象に実証例を集めることで議論を一般化させることが必要であろう。実証例を集めることで correlogram と混在のパターンとの関係についてより明確な関係付けが期待される。またスケールの違いによる異質性の差を分析するためには今回より大きな規模で分析を行う必要がある。さらに今回は土地利用に限って異質性を求めたが、より文化的な（例えば人の交流の疎密や社会階層の違いなど）同質性・異質性を求めることも可能である。そしてこれらにより明らかになった現象が、どのような原因から成り立っているのかを考察する必要がある。このような空間構成のルールとなるものを抽出することができないだろうか。

以上のような空間の構成のルールが明らかになれば、分析を通じて明らかにされた空間的な諸要素の関係を以て、住宅地の形成モデルを構築することが考えられる。このようなモデルでは、例えばある土地利用図が与えられたときに、どのような空間の構成のルールによってその土地利用パターンが発生したかを明らかにできる可能性がある。あるいは特定のルールの下でどのように住宅地が形成され・変化してゆくかをシミュレートすることも可能である。このような住宅地の形成モデルあるいはより広範な意味での土地利用モデルは、従来の住宅立地モデルでは扱われていない、よりマイクロなレベルでの意志決定行動を対象にしていると言える。こうした分析と計画が一体となったようなモデルを作成することが、本

研究における将来的な最終目的である。

#### <参考文献>

- Asami, Yasushi. (1988). An Axiomatic Approach to a Measure of Land Use Mixture. *Environment and Planning A*, forthcoming.
- Cliff, A. D., & Ord, J. K. (1981). *Spatial Processes: Models & Applications*. Pion.
- Geary, R.C. (1954). The contiguity ratio and statistical mapping. *Incorporated Statistician*, 5, 115-145.
- 樋口 節夫. (1979). 都市の内部構造. 古今書院.
- 小出 治. (1977). 土地利用混在度の適用並びにその検定. 第12回日本都市計画学会学術研究発表会論文集
- Moran, P.A.P. (1948). The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 37, 243-251.
- 大江 守之. (1976). 土地利用混合に関する基礎的考察. 東京大学工学部卒業論文
- Odland, John. (1987). *Spatial Autocorrelation*. Sage.
- Olson, Judy M. (1975). Autocorrelation and visual map complexity. *Annals of the association of American geographers*.
- Ord, J. K. (1980). Tests of significance using nonnormal data. *Geographical Analysis*, 12, 387-392.
- Sokal, R.R. & Oden, N.L. (1978). Spatial autocorrelation in biology 1: Methodology. *Biological Journal of the Linnean Society*, 10, 199-228.
- 玉川 英則. (1982). 土地利用の秩序性の数理的表現に関する考察. 第17回日本都市計画学会学術研究発表会論文集.
- 山中 知彦 ほか. (1981). グラフ化による土地利用図の分析. 第16回日本都市計画学会学術研究発表会論文集

#### <研究組織>

主査	谷村 秀彦	筑波大学・社会工学系教授
委員	岩崎 駿介	筑波大学・社会工学系助教授
協力	歳森 敦	筑波大学・社会工学研究科