

## 時間管理型 GIS を用いた震災復興過程に関する類型分析 -神戸市長田区を対象として-\*

Pattern Analysis of the Recovery Process from Disaster by Using Spatial-Temporal GIS\*

河野 俊樹\*\*, 岡田 憲夫\*\*\*, 多々納 裕一\*\*\*\*

By Toshiki KAWANO \*\*, Norio OKADA \*\*\* and Hirokazu TATANO \*\*\*\*

### 1. はじめに

1995年の阪神大震災から既に五年が経過し、被害の大きかった神戸市長田区も、海側の地域を中心として復興が進んでいるといわれる。しかし一方で、新長田駅の北部に位置し、山麓線、長田箕谷線、大道通に囲まれた山側の地域では、空き地のままになっている土地や改修が行われていない道路などが多く復興が遅れている。この地域には学校等の文教施設が多く、本研究では以下文教地区と呼ぶことにする。この文教地区全体をさらに細かく観察するとさらに細かな小地区ごとに復興の進展に差異が現れている。つまり、新築住宅が建ちならび新しい街並みが形成されている地区もあれば、震災によって家屋が倒壊した土地が未利用のまま残されている地区もある。このような復興の差違を時間管理型 GIS を用いて視覚化しその要因について分析する。これにより刻一刻と変わる町の様子を空間的に分析することが可能となる。

### 2. 時間管理型 GIS の震災復興過程への援用

#### (1) DiMSIS の利用について

災害復興状況あるいは土地利用形態の具体的状況は、地理空間的分布特性として記録・表現されることが不可欠である。これに対し長田区では、復興状況管理に角本ら<sup>1)</sup>が開発した時間管理型 GIS が用い

られている。

すなわち、長田区では、震災後の倒壊家屋解体撤去業務に、GISが導入された経緯がある<sup>2)</sup>。使用されたシステムはDiMSIS(災害管理空間情報システム: Disaster Management Spatial Information System)を中心とし、解体家屋の位置の確定や申請の登録などの機能を有する。それ以後も改良が進み、空間データの時間管理が行える DiMSIS-Ex が開発された。DiMSIS-Ex は長田区災害復興状況管理に利用されており、行政業務活動の一環として、震災の発生後、区内全域を対象に倒壊家屋及び倒壊の危険があると判断された建物の写真が撮影され、その写真データを DiMSIS-Ex にリンクさせたデータベースが作成された。

本研究では、このデータベースを活用するとともに、震災から5年が経過した現在の写真データを採取し、復興していくまちの姿の視覚情報をリンクさせた時間管理 GIS データベースのプロトタイプを構築する。次いで DiMSIS-Ex を用いて、文教地区で家屋などの復興の進行に差異が生じた要因の究明を試みる。

### 3. 土地利用変化によるクラスター分析

#### (1) 概要

震災後の長田区文教地区の土地利用形態変化についてその類型化の方法と類型化規定要因の抽出を行うことにする。具体的にはクラスター分析技法を用いる。本研究では、現在の復興の状況を写真データとして採取し、DiMSIS-Ex にリンクさせた。撮影対象は震災以前には家屋であった土地が新築家屋・駐車場・空き地に変化した場所、また震災直後に撮影

\*キーワード: GIS, 土地利用, クラスター分析

\*\*学生員 京都大学大学院工学研究科 修士課程

(〒606-01 京都市左京区吉田本町, Tel 075-753-5070)

\*\*\*正員 工博 京都大学防災研究所

(〒611 宇治市五ヶ庄, Tel 0774-38-4035,

Fax 0774-38-4044)

\*\*\*\*正員 工博 京都大学防災研究所

(〒611 宇治市五ヶ庄, Tel 0774-38-4035,

Fax 0774-38-4044)

された場所である。その際に土地利用形態の変化を、あわせて記録した。利用形態の種別としては、次の5つを取り上げる。

(A) 新築家屋になった、(B) 旧家屋のままである、(C) 駐車場になった、(D) 空き地になったならびに (E) 大型建築物が残っている

なおこれ以外の利用形態についてはその他とした。

ここで「新築家屋になった」とは、震災の被害によって新しく建て直されたと判断される家屋、「旧家屋のままである」とは、震災以前から存在していると判断される家屋のことである。また、更地については、比較的土生産性の高い利用形態の代表を「駐車場になった」を取り上げている。一方未利用の場合を含めて比較的生産性の低い利用形態更地の代表として「空き地になった」とした。このような更地は、震災以前には家屋として利用されていたことを前提としている。「大型建築物が残っている」とは、大型の店舗や団地、学校等のことである。

これらの土地利用形態の地域的区分は、地理的な環境や街区の形態に大きく依存していると考えられる。本研究では、人間の居住単位として各町丁目、被災後均質的な特性を有した最小地域単位と考える。この最小地域単位を標本として文教地区を構成する典型的な標本群をクラスターとして特定することを考える。同時に、分析の結果から得られた土地利用形態のパターン化について DiMSIS-Ex を用いて、視覚化を行う。

## (2) 距離の定義

既述したように標本に含まれる属性として、(A)(B)(C)(D)(E) の各土地利用形態を取り上げる。そして属性変数を各土地利用形態が町丁目単位において占める割合によって定義する。

多次元空間内の標本間の距離を測定する最も端的な方法は、ユークリッド距離を用いる方法である。本研究では、ユークリッド距離を採用する。

分析対象とする  $n$  個のオブジェクト  $i$  が、それぞれ  $p$  個の属性  $x_j$  で表されているとする。いま、それぞれの属性変数  $x_j$  に対して、オブジェクト  $r$  とオブジェクト  $s$  の属性変数  $x_j$  の値をそれぞれ  $x_{rj}$ 、 $x_{sj}$  とおくと、オブジェクト  $r$  と  $s$  の間のユークリッド距離  $d_{rs}$  は、重み  $w_j$  を導入して、次式で表

される。

$$d_{rs}^2 = \sum_{j=1}^p w_j (x_{rj} - x_{sj})^2 \quad (1)$$

ここでは、各オブジェクト間の距離を式 (1) により算出する。 $n = 49$  個の町丁目をオブジェクトとし、前述の土地利用形態  $p = 5$  個の属性からなるとする。属性変数として町丁目別の各土地利用形態の割合を用いるので、相対的な重みは生じないものとし、式 (1) において重み  $w_j = 1$  として計算を定義する。

## (3) クラスタ結合方法

各オブジェクト間の距離は前節のように定義されたが、次にこの情報を用いてどのようなアルゴリズムでクラスターを形成していくのが問題になる。本研究では、クラスター結合方法として、最遠隣法を採用する。最遠隣法は、クラスター間の最も遠い間の距離を利用する方法である。すなわち、それぞれのクラスターに含まれるすべてのオブジェクト間の距離を式 (1) に従い計算し、その距離の最大値をクラスター間の距離と定義する。そして、このクラスター間の距離が最小となるクラスターペアを新しいクラスターとして統合する。この方法を次々と繰り返すことにより、最終的にすべてのオブジェクトは1つのクラスターに集約されることになる。このような階層的なクラスターの形成過程はデンドログラムにより表現することができる。

## 4. クラスタのグルーピング

前節までの結果では、各クラスターに対しての意味付けは行っていない。そこで本節では、前節で得られたデンドログラムを用いて、文教地区をいくつかのグループに分類し、意味付けを行う。得られたデンドログラムのある距離  $d$  を仕切り値として切断する。切断された断面よりも小さい距離で現れるクラスターは、全て同じクラスターの中に分類される。

### (1) 4 クラスタに分類した場合

$$0.3754622 < d < 0.53004713$$

の範囲で切断する。

この結果得られたクラスターのパターンを、

DiMSIS-Ex を用いて表示したものが図 1 である。

・ クラスター A: 3 地区が含まれる。学校や団地などの大型建築物しかなく、一戸建ての家屋がないという点で特殊である。

・ クラスター B: 15 地区が含まれる。全土地利用に対して、新築家屋の割合が 2 割前後、旧家屋の割合が 6 割から 8 割弱を占める地域。このクラスターに含まれる地区は北西部に集中してしている。

・ クラスター C: 23 地区が含まれる。全土地利用に対して、新築家屋が 3 割から 4 割、旧家屋が 4 割から 6 割を占める地域。北東部と南西部に集中している。

・ クラスター D: 8 地区が含まれる。全土地利用に対して、新築家屋が 6 割から 7 割を占める地域。中央に集中してしている。

B、C、D の各クラスターを、図 1 の地図上で見ると、比較的近い属性を持った地区が、地理的に近い位置に存在していることが分かる。

## (2) 7 クラスターに分類した場合

前節では、文教地区を大きく 4 個のクラスターに分類し、各クラスターの特徴を述べた。本節では、さらに細かく、7 個のクラスターに分類する。この場合は、

$$0.2482256 < d < 0.3010316$$

の範囲で切断する。

この結果を DiMSIS-Ex 用いて表示したものが図 2 である。

・ クラスター A: 池田谷町は学校、五位ノ池 2 丁目は団地、蓮池町は球場であり、住居として利用されている土地がない。

・ クラスター B: 旧家屋が 6 割から 8 割弱を占める地区。文教地区で 1 番目に多く現れるパターンで、西部一帯に見られる。

・ クラスター Ca: 旧家屋が新築家屋より若干多く、未利用の土地が約 1 割を占める地区。北東部、西南部に見られる。

・ クラスター Cb: 旧家屋が 5 割前後で、未利用の土地が 2 割を越える復興の遅れている地区。3 地区しか含まれず、文教地区の中では特殊な地区と言える。

・ クラスター Cc: 文教地区で 2 番目に多くみられるパターンで、新築家屋が 3 割～4 割、旧家屋が 5

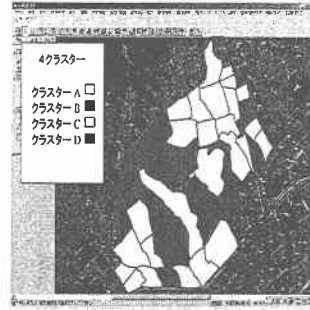


図 1: 4 クラスター分類

割～6 割、未利用の土地が約 1 割ある地区。南部、北東部に多く見られる。

・ クラスター Da: 新築家屋が 7 割前後を占める復興の進んでいる地区。中央部に集中して位置している。

・ クラスター Db: 新築家屋が 5 割から 6 割で、未利用の土地が 1 割を超える地区。比較的復興は進んでいる。

7 クラスターに分類した場合は 4 クラスターに分類した場合と比べて、クラスター Cb に見られるような復興の遅れている地区、さらにクラスター Da に見られるような復興の進んでいる地区をより特定・限定化して抽出していることがわかる。より細かな 7 クラスターに分類した場合でも、4 クラスターに分類した場合と同様に比較的近い属性を持った地区が、地理的に近い位置に存在していることが分かる。

## (3) 10 クラスターに分類した場合

本節では、さらに細かく 10 個のクラスターに分類する。この場合、

$$0.1699517 < d < 0.2264137$$

の範囲で切断する。

この結果を DiMSIS-Ex 用いて表示したものが図 3 である。

・ クラスター A: 池田谷町は学校、五位ノ池 2 丁目は団地、蓮池町は球場であり、住居として利用されている土地がない。

・ クラスター B1: 未利用の土地が 1 割前後存在し、旧家屋が 6 割強を占める地区。文教地区で 2 番目に多く現れるパターンで、南西部に多く見られる。

・ クラスター B2: 旧家屋が非常に多く、全体の 7



図- 2: 7 クラスター分類

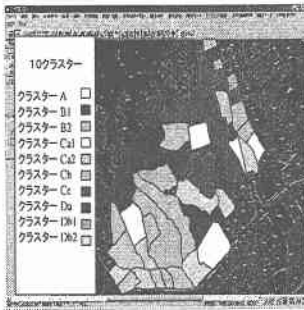


図- 3: 10 クラスター分類

割強を占めており、未利用の土地が少ない地区。4つの地区が隣接している。

- ・クラスター Ca1: 旧家屋が新築家屋より若干多く、また駐車場として利用されている土地が多い地区。2地区しか含まれず、文教地区では特殊な地区といえる。

- ・クラスター Ca2: 新築家屋と旧家屋がともに4割前後で、未利用の土地が約1割の地区。南西部に多く見られる。

- ・クラスター Cb: 旧家屋が5割前後で、未利用の土地が2割を越える地区。

- ・クラスター Cc: 文教地区で一番多くみられるパターンで、新築家屋が3割~4割、旧家屋が5割~6割、未利用の土地が約1割ある地区。北東部に多く見られる。

- ・クラスター Da: 新築家屋が7割前後を占める地域。中央部に集中して存在している。

- ・クラスター Db1: 新築家屋が旧家屋よりも多い一方で、空き地が2割以上を越える地域。このクラスターには、長田町5丁目しか含まれない。

- ・クラスター Db2: 新築家屋が5割を越え、未利

用の土地が1割の地区。

10クラスターに分類した場合は7クラスターに分類した場合と比べて、クラスター Ca1に見られるような駐車場として利用されている土地が多い地区、さらにクラスター Db1に見られるような特殊な地区がより細かな分類によりあぶり出されていることがわかる。クラスター Ca1に含まれる宮川2丁目、長田1丁目はともに南部の平地部に位置しており、どちらも商店街に近い。

## 5. おわりに

本研究では長田区文教地区を対象として、各町丁目別を標本とし、震災後の土地利用形態に関するクラスター分析を行った。最初にクラスター分類を行ったあと、仕切り値を3段階に設定しすることによって、クラスターを3段階に類型化し、各類型パターンの特徴を分析した。Dimsis-Exによる視覚化を行った結果、より直感的にそのパターンを明示することができ、各類型パターンに一貫して見られる特徴として、同じクラスター内に含まれる町丁目が偏在していることが分かった。このことは、土地利用形態が地理的距離に対して段階的に変遷していること解釈することができる。言い換えれば、単位地域間の距離が遠くなるにしたがい、急激にはなく、徐々に異なる土地利用形態に変わっていくといえる。このように土地の利用形態の変化の要因は地理的条件に関するものが多いと推察される。

また、地区道路の整備状況などのインフラストラクチャのサービス水準に依存することも少なくないことが推察される。これらの点については居住者の選択行動分析という視点から、より明示的な要因分析を行うことも可能なため、この点については研究発表時に説明する。

## 6. \*

### 参考文献

- [1] 角本 繁, 亀田 弘行, 畑山 満則: 空間データベースから時空間データベースへの転換と総合防災情報システムの構築-リスク対応型地域空間情報システムの実現に向けて(2)-, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.7, 1998.
- [2] 亀田 弘之, 角本 繁, 畑山 満則, 岩井 哲: リスク対応型地域空間情報システムの構築へ向けて -神戸市長田区での災害情報処理の経験から-, 日本リスク研究学会研究発表会論文集, No.10, 1997.