

## 生存期間に着目した土地利用の時空間分析

水谷千亜紀, グレーガー・コンスタンティン, ロナルド・エストケ, コンドワニ・ムンタリ, 小荒井衛, 中埜貴元

### Spatio-Temporal Analysis on Land Use Considering Lifespan

Chiaki MIZUTANI, Greger KONSTANTIN, Ronald ESTOQUE, Kondwani MUNTHALI, Mamoru KOARAI, Takayuki NAKANO

**Abstract:** This paper aims to investigate lifespan of the land use categories in Tsukuba City, Japan, using a polygon-based land use data. Lifespan defined the observed term for a land use category using highly frequently up-dated land use dataset covering the period of February 25, 2000 to November 29, 2009. The results show that 70 % of the study area kept their respective initial land use during the study period. The highest frequency of change on the polygon-based land use was 6 times. The “developing & vacant land” land use category had a shorter lifespan than the other categories. Land use parcels that showed relatively longer lifespan have relatively large area. This might indicate the relationships between lifespan and area of land use.

**Keywords:** 生存期間 (lifespan), 土地利用 (land use), 時空間分析 (spatio-temporal analysis), ポリゴン型土地利用データ (polygon-based land use data)

#### 1. はじめに

生存期間は、地物のある状態が継続した期間と同時に、他の状態への移行期間ともいえ、地物の動態を把握する上で重要である。地理情報科学の分野では、空間情報と時間情報を併せて地物の状態を管理・把握に関する議論が1980年代からなされている (Langran, 1992)。地物の中でも、個人の資産であるとともに自治体の財源資産の基となる「土地」を対象に、属性情報やその継続期間をオブジェクトベースで管理する手法が開発されてきた (Samtaney,

et al., 1996; Chen, and Jiang, 2000)。それに対して、地域における人間活動を包括的に表すメソからマクロスケールの土地利用について、個々の土地利用の生存期間を把握することは容易ではない。その理由として、土地利用データの更新頻度、作成費用や整備事業の継続性が挙げられる。土地利用データの作成に用いられる衛星画像や空中写真を高頻度で取得するには、費用が膨大になる。国内では、都市計画決定がされている地方自治体では継続的に空中写真を撮影しているが、その成果が解析可能なデータセットとして公開されることはほとんどない。利用者の立場からいえば、時系列データセットとして蓄積があればある程、データの活用方法が広がる。しかし、データの整合性を保持しながら、整

---

水谷千亜紀 〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1

筑波大学生命環境科学研究科空間情報科学分野

Phone: 029-853-5694

E-mail: mizutani.sis@gmail.com

備事業を継続することは、細密数値情報（国土地理院）や国土数値情報（国土計画局）といった公的機関が提供する土地利用データセットの例から、その困難さを窺い知ることができる。それでも、複数の資料から関連する情報を統合することでテナントの寿命推定や存続率が分析されてきた（伊藤, 2003; 澁木ほか, 2008）。空間情報の利活用が進むにつれ、時間に関する関心は今後ますます高まるものと考えられる。そこで本研究は、土地利用の動態把握における時間情報の活用法を検討するため、更新頻度の高い土地利用データセットを用いて、土地利用種別毎に生存期間を分析する。なお、本研究では、ある土地利用の状態が保持される期間を生存期間と定義する。

## 2. 研究方法

### 2.1 使用したデータと対象地域

解析には、小荒井・中埜（2010）で作成された時空間データセットの土地利用（ポリゴン）を用いる。本土地利用データは、数値地図 5000（土地利用）首都圏（2000年）を基準として、衛星画像や空中写真など入手可能な資料を用いて、可能な限り時間分解能の高密度化が図られた（中埜・小荒井, 2011）。そのためポリゴン毎に土地利用の生存期間を分析することができる。本研究では、2000年2月25日から2009年11月29日までの計3565日を対象期間とし、計11時点の時間情報が年月日で付与されている。対象地域は、つくば市の研究学園駅周辺の15km<sup>2</sup>とした（図-1）。当該地域は、2005年のつくばエクスプレスの開通に伴い、土地開発が増進されており、短期間に土地利用の変化が確認される。また縁辺部や旧集落部では、対象期間に土地利用が変化しない地域と変化する地域が混在しており、土地利用の生存期間を分析するには適していると考えられる。

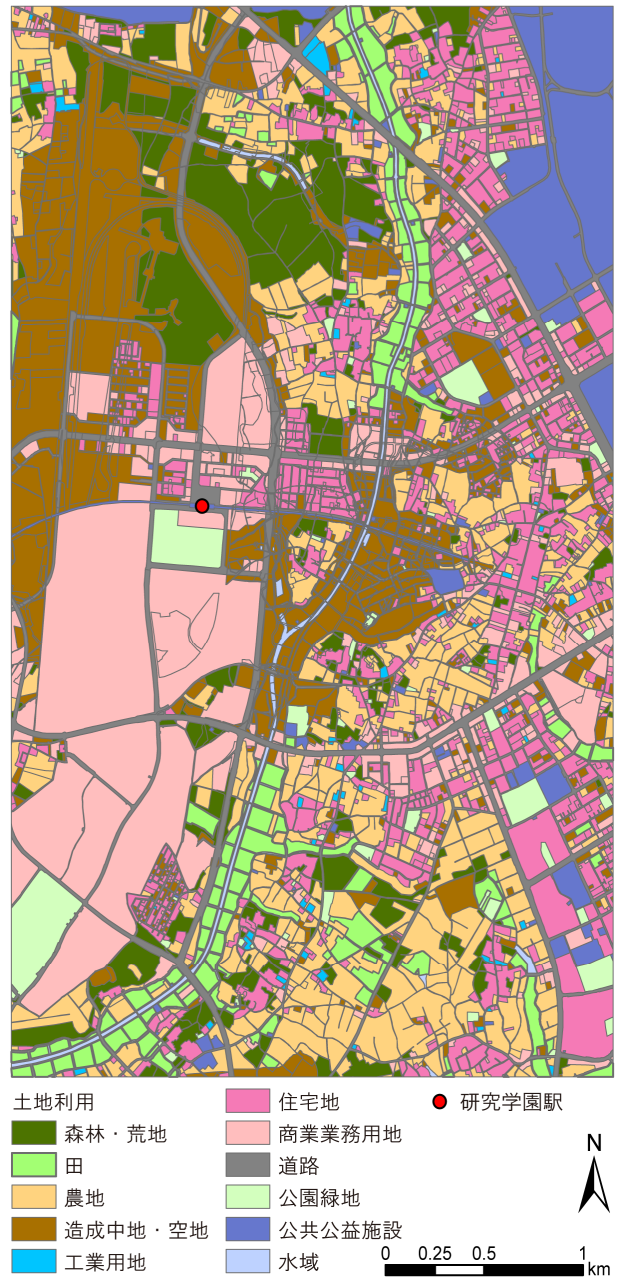


図-1 対象地域の土地利用（終点）

### 2.2 研究手法

まず期間の始点・終点における土地利用状況から土地利用の遷移状況に対する全体像を捉え、土地利用変化や変化回数を把握する。次に、土地利用毎にその状態が保持された期間（生存期間）を分析する。生存期間は日単位で扱い、0～3565日の範囲をとる。

生存期間の長短による特徴を把握しやすくするため、計 11 時点の時間情報の組みあわせに対応した生存期間を階級区分し、区分毎に分析する。

### 3. 分析結果

#### 3.1 土地利用状況

対象期間における土地利用の面積構成は、始点では森林、田畑（43.8%）と宅地・商地・道路等の都市的な用途（52.8%）とで、全域を二分していた。それに対して、終点では、造成中地が 2.6%から 17.4%に増加し、森林、田畑が 30.1%に減少した（図 2）。対象期間に土地利用が変化した面積は全体の約 30%に相当し、同一箇所で行った変化頻度は 1 回から最大 6 回であり、1 回（17.4%）、2 回（11.1%）

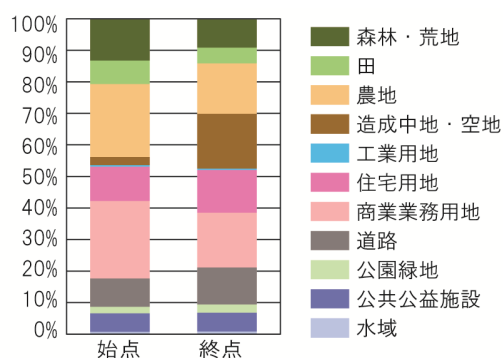


図 2 土地利用の面積構成比率

が総面積の約 30%にあたる変化部面積の 9 割を占め、変化頻度が高くなる程面積比は小さくなった（図 3）。主要な変化としては、森林や農地の造成地への転用、造成地から宅地・商業地・道路、商業地から森林・荒地や造成地が挙げられる。商業地から森林等への転用については、商業地と分類されていた民間の施設用地が、開発に伴う施設の解体により施設内の雑木林や道路等が個別に識別されるようになったため、商業地から森林・荒地等への変化が確認されたことによる。

#### 3.2 生存期間

生存期間毎に該当する面積総和の累積比率を求めた結果、全期間にあたる 3565 日が約半数を占め、630 日と 1615 日を境に面積比率が急増した（図 4）。

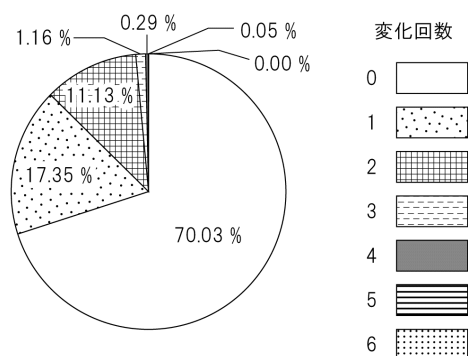


図 3 土地利用変化回数別面積比

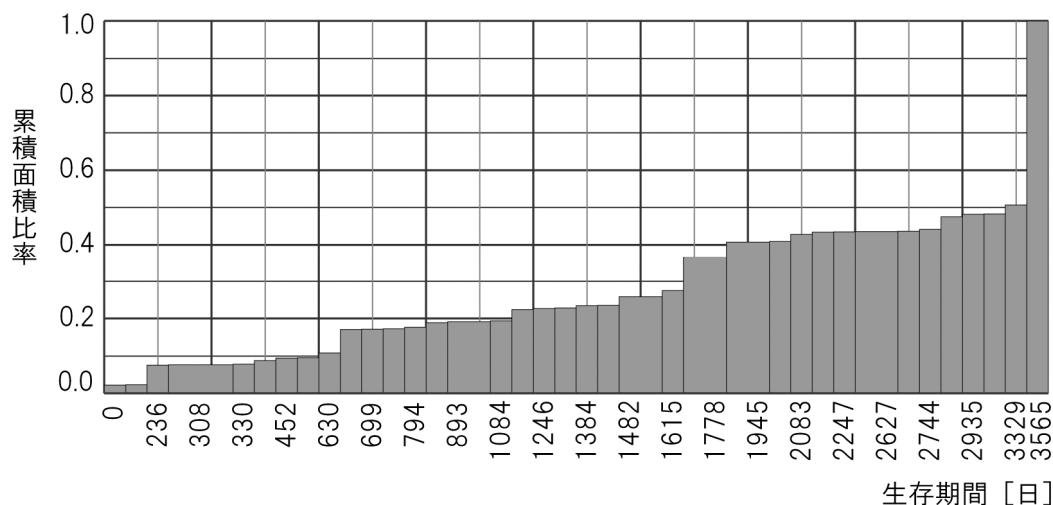


図 4 生存期間毎の累積面積比率

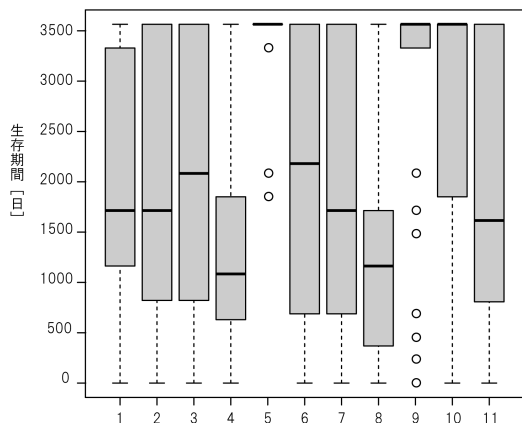


図-5 土地利用毎の生存期間

注)x軸の番号は以下の土地利用番号を示す(1. 森林・荒地, 2. 田, 3. 農地, 4. 造成中地・空地, 5. 工業用地, 6. 住宅地, 7. 商業業務用地, 8. 道路, 9. 公園緑地, 10. 公共公益施設, 11. 水域). ボックスから伸びた髭は最大・最小値を示し, 外れ値は丸で表現される. ボックスの上端, 下端はそれぞれ第1, 第3四分位, 太線は中央値を示す.

次にポリゴン数について, 土地利用毎に生存期間の頻度分布状況を図示する(図-5). ほとんどの土地利用が全範囲において生存期間を有しているのに対して, 5. 工業用地, 9. 公園緑地では全ポリゴンの75%以上が, 3000日よりも長い生存期間を有する. これは, 他の土地利用に転用されたり, 他から転用されていない, もしくは, その発生頻度が著しく低いことを意味する. ボックスの上端, つまり第3四分位数が最大生存期間を示す2, 3, 6, 7, 10, 11の土地利用については, 対象期間中一度も変化せずに初期状態が継続した部分が当該土地利用のポリゴン数の25%以上を占めている. 中でも10. 公共公益施設は, 中央値と上端が重なっており, 他の土地利用への転用されにくさを象徴するものといえる. 一方, 1. 森林・荒地, 4. 造成中地, 8. 道路に関しては, 値の分布範囲は全期間にわたって

いるものの, これまでの土地利用と比較すると生存期間が短いものが多く該当している. さらに, 第3四分位数を比較すると, 4, 8が著しく生存期間が短い. とくに, 対象期間において面積比率を2.6%から17.4%に引き上げた造成中地に関しては, 中央値が1000日程度ともっとも短い値を示している. また, 第1, 3四分位の範囲ももっとも短期間に収まっている. 他方, 道路は, もともと9.0%だった面積比率が終点に11.7%へと増加した(図-2). このことから, 面積の大部分が生存期間3565日に該当すると考えられるが, 生存期間が短く面積の小さい領域が多数出現したことによって, ボックスの位置が2000日未満に留まっているものと予察される. つまり土地利用の出現頻度において生存期間の分布傾向が類似する4. 造成中地と8. 道路では, 背景が異なると考えられることから, 面積についても分布傾向を確認する(図-6). 図-6は, 土地利用の出現頻度, ならびに面積について累積割合を0から1に標準化し, 図-5と対応させて, 生存期間の中央値, 第1四分位数, 第3四分位数を土地利用種別毎に図示したものである. ここでは造成中地と道路に着目する. 図-6-4(造成中地)は面積と出現頻度が連動しながら増加している. 一方, 図-6-8(道路)の出現頻度は生存期間が2000日の段階では第3四分位数を超えているのに対して面積は第1分位数程度であり, 総面積の50%以上が3565日の生存期間(変化なし)を有している. 図-2にあるように, 対象期間において著しく増加した造成中地と, もともと9.0%の面積比率を有していた道路では, 総面積に対する変化部の割合の違いが, 面積の分布傾向に差異を生じさせた. また, 道路は新しく敷設される際に, 既存の土地利用をまたぐように用地が確保されるという幾何学的な特性を持つ. そのため, 一度の変化で複数のポリゴンが道路として識別され, 出現頻度が高まったものと考えられる.

表-1 類型別面積比率

類型	生存期間[日]	面積比率 [%]	出現頻度	平均面積[m <sup>2</sup> /個]
1	0~ 630	10.8	2430	992
2	688~ 1615	16.7	3598	1034
3	1714~ 3329	23.2	3446	1497
変化なし	3565	49.3	2592	4230

さらに、図-4に基づいて、生存期間を表-1のように階級区分し、面積と出現頻度から特徴を抽出する。本研究では、土地利用と生存期間を一組の独立したデータとみなす。土地利用が変化したポリゴンは、変化回数に1を加えた数の土地利用と生存期間を有するため、図-3と表-1とで「変化なし」の面積比率に違いが生じる。該当面積は類型1, 2, 3, 「変化なし」の順に増加するのに対して、出現頻度は類型2が最大値を示し、類型3, 「変化なし」, 類型1の順に減少する。類型2と類型3では、類型2の方が面積の増加に対して、ポリゴンの出現頻度の方が大きく増加した。このことは、類型2の生存期間を有し、相対的に面積の小さい土地利用が出現したことを表している。平均面積については、類型1と2は同程度であったが、類型3はそれらより大きく、「変化なし」は、変化したどの類型よりも大きかった。つまり、相対的に生存期間の長い類型ほどポリゴン一個当たりの平均面積が大きくなる。これは、複数時点のレイヤーを重ね合わせて、土地利用が異なれば領域が細分化されるという使用した時空間データの特徴といえる。

#### 4. おわりに

本研究では、土地利用の生存期間に着目した分析を行った。その結果、土地利用種別毎の生存期間による頻度分布の特徴が明らかになった。生存期間の長さとの関係性を示唆したといえよう。また、

ポリゴン型土地利用データを用いて生存期間の実態を把握する際には、出現頻度と面積の両面から分析することの重要性が確認された。

#### 参考文献

- 伊藤香織 (2003) : 東京中心部における商業・業務活動の寿命推定—空間分布と業種別傾向—。都市計画論文集, 38 (3), 133-138.
- 小荒井衛・中埜貴元 (2010) : つくば市の時空間データセットを用いた交通網と沿線土地利用の時空間解析。地理情報システム学会講演論文集, 19, 1-6 (CDROM).
- 澁木猛・秋山祐樹・柴崎亮介 (2008) : デジタル地図と電話帳データの時空間統合による店舗及び事業所の立体分布変動モニタリング手法。日本建築学会計画系論文集, 73 (626), 789-793.
- 中埜貴元・小荒井衛 (2011) : 中縮尺レベルの地理空間情報の時空間化に関する検討。国土地理院時報, 121, 51-61.
- Chen, J. and Jiang, J., 2000. An event-based approach to spatio-temporal data modeling in land subdivision systems. *Geoinformatica* 4, 387-402.
- Langran, G., 1992. *Time in Geographical Information Systems*. London: Taylor and Francis.
- Samtaney, R., Silver, D., Zabusky, N., and Cao., J., 1994. Visualizing features and tracking their evolution. *IEEE Computer*, 27, 20-7.

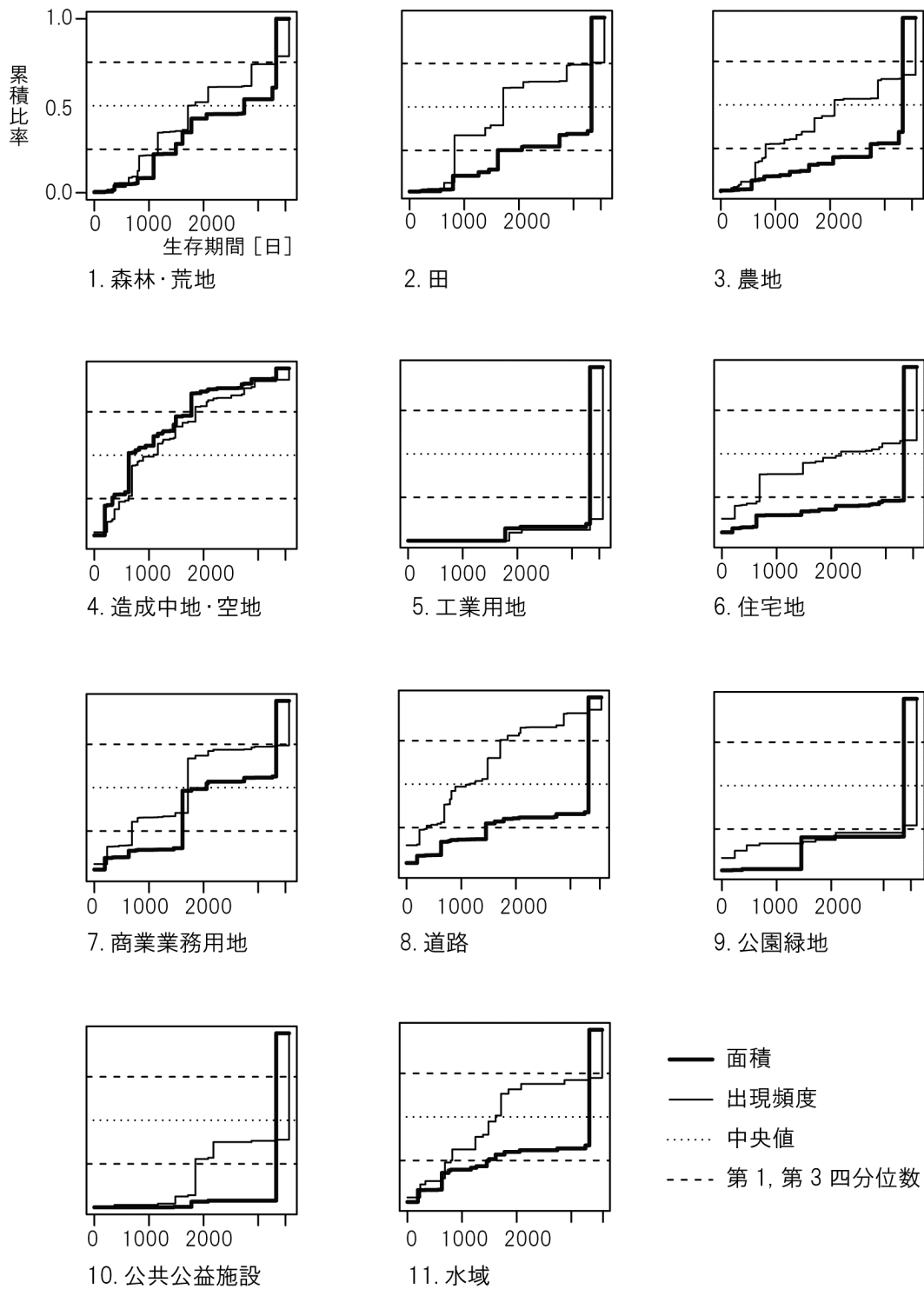


図-6 土地利用種別毎の生存期間別累積出現頻度比率と累積面積比率

注) x 軸は生存期間 [日], y 軸は土地利用種別毎の面積と土地利用の出現頻度を総和に対する累積比率を示す。