

昭和期以前の関東地方の土地利用分布図の作成

爲季和樹・瀬谷創・山形与志樹・堤盛人

Land Use Maps in the Kanto Region: From Meiji to Showa era

Kazuki TAMESUE, Hajime SEYA, Yoshiaki YAMAGATA

and Morito TSUTSUMI

Abstract: The most widely used Japanese land use data in National Land Numerical Information Download Service is only available from Showa era. On the other hand, regional planning atlas has the land use data from Meiji to Showa era; however, it is only available in a pdf format and land use categories are different from the National Land Numerical Information. The objective of this study is to create the land use maps before Showa era in the Kanto region. The study first digitizes the regional planning atlas by a 1km mesh unit, and converts the land use categories to those of National Land Numerical Information using a multinomial logit model.

Keywords: 土地利用 3 次メッシュ (land utilization tertiary mesh), 地域計画アトラス (regional planning atlas), 多項ロジットモデル (multinomial logit model)

1. はじめに

国土数値情報の「土地利用 3 次メッシュデータ」は、昭和 51, 62 年度、平成 3, 9, 18, 21 年度について作成されている(平成 24 年 8 月 28 日現在)。これらは、都市気候モデル(足立・木村, 2010)における重要な入力変数として活用されている。一方、それ以前の過去の土地利用については、体系的に電子化され、利用可能なものは少ない。一般に何らかの将来予測モデルを構築するには、過去のデータを用いて検証することが重要であり、都市気候モデルにおいても過去の土地利用データに対するニーズは非常に大きい。しかしながら過去の土地利用データは通常入手困難なことから、アドホックな仮定が置かれることもしばしばである。利用可能な数少ない土地利用データとし

爲季和樹 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

筑波大学大学院 システム情報工学研究科

Phone: 029-853-5572

E-mail: s1120539@sk.tsukuba.ac.jp

ては、歴史的農業環境閲覧システム (<http://habs.dc.affrc.go.jp/index.html>) が挙げられる。これは、明治初期から中期にかけて関東地方を対象に作成された「迅速測図」を、GoogleEarth 用の kmz 形式でダウンロードできるようにしたものである。しかしながら、この画像データは区画によって色合いが異なるため、画像分類で土地利用図を作成するには大量の教師データが必要になり、実用的ではない。

したがって筆者らは、1984 年刊行の国土地理院『地域計画アトラス 国土の現況とその歩み』の GIS データ化を行うこととした。地域計画アトラスの「土地利用の変遷」は、東京、札幌、大阪、名古屋、北九州と福岡の五大都市の発展経緯を明らかにすることを目的に、明治 20 年前後、大正 10 年前後、昭和 20 年前後、50 年前後の 4 時期の土地利用の状況を表現したものである。データソースとしては、20 万分の 1 地勢図および 5 万分の 1 地形図(昭和 50 年のものには 2 万 5 千分の 1

土地利用図も併用)が用いられている。

残念ながら当図には位置座標の情報が含まれておらず、また地図としての精度・正確度、縮尺が不明なので、品質評価の観点(地理情報標準普及・利用推進委員会, 2004)からは問題があると言わざるをえない。しかしながら、数少ない貴重な過去の土地利用データの一つであるため、GISデータとして電子化する重要性は大きいと考えられる。

ところで、地域計画アトラスの土地利用分類区分は、広く用いられている国土数値情報の土地利用分類区分と一致しない。したがって、分類区分を国土数値情報に合わせておくことは実用上不可欠であると考えられる。以上より本研究では、次に挙げる3つを目的とする。

まず、地域計画アトラスのうち、今回対象とする「東京」の土地利用図を、前述の4時点についてGISデータとして整備する。次に、多項ロジットモデルを用いて、地域計画アトラスと国土数値情報の土地利用区分を合致させることを試みる。第3に、土地利用データが取得されていない領域について、統計的外挿を試みる。この3点目については、地域計画アトラスの「東京」が東京都市圏の一部地域のみでしか作成されていない一方で、都市気候モデルは関東地方全域で実行されることが多いことから外挿が求められる。

2. 地域計画アトラスのディジタル化

地域計画アトラスのGISデータ化は、次の手順で行った。

1. PDF形式のファイルをTIFF形式に変更。
2. 1のTIFF画像にArcGISを用いて座標付加及び幾何補正(GCPは数値地図2500の道路、鉄道、水系のいずれかから、各画像について各々20~30点程度取得)。
3. 2の画像をGeoTiff形式で出力。
4. 3の画像から教師データを取得し、最尤法を用いた画像分類を行う。

5. 4から微小ポリゴンの自動削除を行い、その後属性不一致や形状の修正を目視で行う。

6. 得られたベクトルデータをラスター形式に変換。

7. 3次メッシュデータに変換し、土地利用種別ごとの面積を算出。

これを、明治21年、大正3年、昭和21年、昭和50年の4時点で行った。また、昭和50年の地域計画アトラスの種別分類はそれ以前の分類から細分化されているが(表-1参照)，全ての年で統一させるために分類項目の少ない方へ集約し直した。

表-1 土地利用種別の比較

地域計画アトラス	昭和21年・大正3年・明治21年	国土数値情報
昭和50年	昭和21年・大正3年・明治21年	昭和51年
市街地	市街地	田
その他集落	工業地	畠
飛行場自衛隊	その他集落	果樹園
田	飛行場自衛隊	その他の樹木畠
畠	田	森林
その他地域	畠	荒地
水域	公園緑地	建物用地A
工業地	その他地域	建物用地B
倉庫	水域	幹線交通用地
公園緑地		その他の用地
森林など		湖沼
運動競技施設		河川地A
		河川地B
		海浜
		海水域

3. 国土数値情報分類への変換

地域計画アトラスと国土数値情報の土地利用分類区分が異なるため(表-1参照)，地域計画アトラスの分類区分を国土数値情報における分類区分へと整合させる必要がある。本章では、統計モデルを用いてアトラス分類を国土数値情報分類への変換を行う。

地域計画アトラスの各セルの属性が与えられた下で、それらのセルが国土数値情報の土地利用区分のどの項目に割り当てられるかという多項離散選択問題とみなせることから、本研究では多

項ロジットモデルを用いて関係式を構築する。

多項ロジットモデルは、入力された特徴量からクラスラベルを予測する多値判別問題において用いられるモデルで、クラス事後確率の比の対数（対数オッズ比）が特徴量の線形和で表される。

セル k における土地利用種別 i の選択確率 P_{ik} は次式によって表される。

$$P_{ik} = \frac{\exp(\mathbf{x}_k \boldsymbol{\beta}_i)}{\sum_{j \in A_k} \exp(\mathbf{x}_k \boldsymbol{\beta}_j)} \quad (1)$$

ここで \mathbf{x}_k はセル k の特徴量（説明変数）、 A_k はセル k の選択肢集合、 $\boldsymbol{\beta}$ は選択肢によって異なるパラメータである。パラメータを最尤法で推定すれば、上記のモデルは t 年のセルの説明変数を入力することで t 年の各土地利用種別の選択確率が出力される関係式となる。

関係式の構築には、地域計画アトラスと国土数値情報の両データの時点が等しい必要があるが、カバーしている時間的な範囲が二つのデータ間で異なること等のデータセットの制約により、昭和 50 年の地域計画アトラスと昭和 51 年の国土数値情報のデータを用いる。教師データである被説明変数には、昭和 51 年の国土数値情報の土地利用 3 次メッシュデータの土地利用種別を用いる。これは、セル内に占める面積比の中で最大のものを代表値として与えたものである。特徴量である説明変数には、昭和 50 年の地域計画アトラスの土地利用種別の面積比の中から、説明変数間の多重共線性を VIF (Variance Inflation Factor) で確認した結果、市街地、工業地、飛行場、田、畠、その他地域、水域、公園緑地、の計 8 つの土地利用種別を用いたことにした。

得られたパラメータ推定値を基に、明治 21 年、大正 3 年、昭和 21 年でのそれぞれのセルにおける各土地利用種別の選択確率を求め、最も選択確率が高い種別を代表値として与えたものが図-1 である。

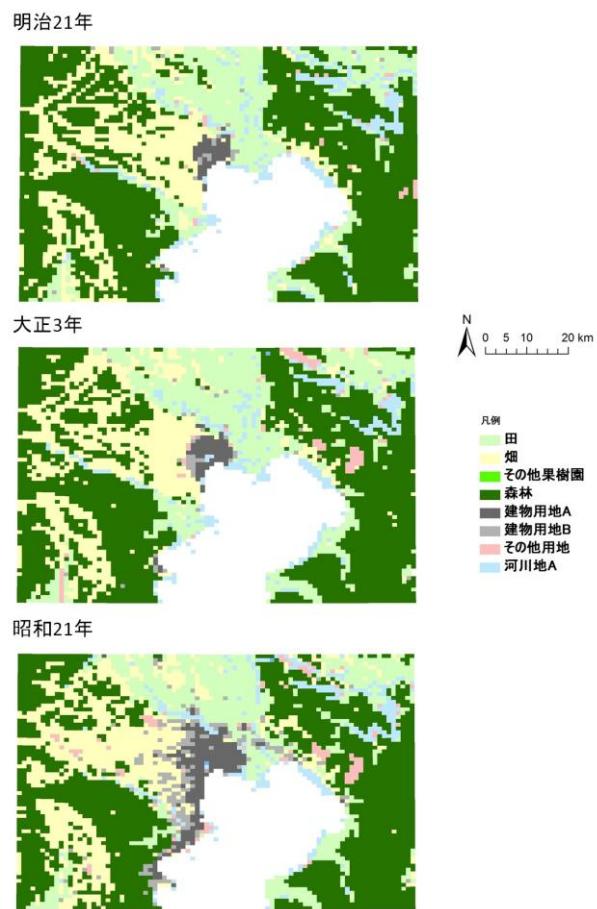


図-1 東京周辺の土地利用推定結果

4. 関東地方への外挿

前章では、広く用いられている国土数値情報の分類区分による東京周辺の明治～昭和期の土地利用図を作成したが、都市気候モデル等の分析ではより広域なデータが必要とされることが多い。得られたデータが東京周辺のみであるのに対し、その範囲外である外側の領域を推定するため統計的外挿となる。

データが空間的に同じ範囲でなおかつ複数年得られていることから、最も単純な方法としてマルコフ遷移確率を用いることが考えられる。しかしながら、時間間隔が等間隔でないこと、また、個々のセルの属性が無視されること、といった理由から上述手法は望ましくない。本研究では、昭和 51 年の国土数値情報の関東地方のデータと、

前章の推定で得られた昭和期以前の東京周辺の土地利用種別を用いて、前章と同様多項ロジットモデルによる外挿を試みる。

第3章で推定した t 年の国土数値情報の土地利用種別の面積比と地形傾斜を各セルの特徴量として、各 t 年ごと（明治21年、大正3年、昭和21年）にパラメータを推定する。VIFを確認した結果、面積比に関しては、田、畑、果樹園、その他樹木畠、森林、荒地、建物用地A、建物用地B、幹線交通用地、湖沼、河川地A、河川地Bの計12種を用いる。これにより、第3章と同様の要領で、昭和51年における土地利用種別の特徴量が与えられたとき、 t 年ではどの種別に分類されているかを判別する関係式を構築する。なお、昭和50年に関しては、昭和51年の国土数値情報のものを真値とするためパラメータ推定は行わない。

図-2は、紙面の制約上、明治21年の土地利用分布の推定結果のみを示している。モデルの推定で用いたデータが第3章で推定されたデータであるため、その時点で排除された土地利用種別は選択肢に含まれないことから、昭和51年時点と比べて分類項目が減っている原因のひとつとして考えられる。

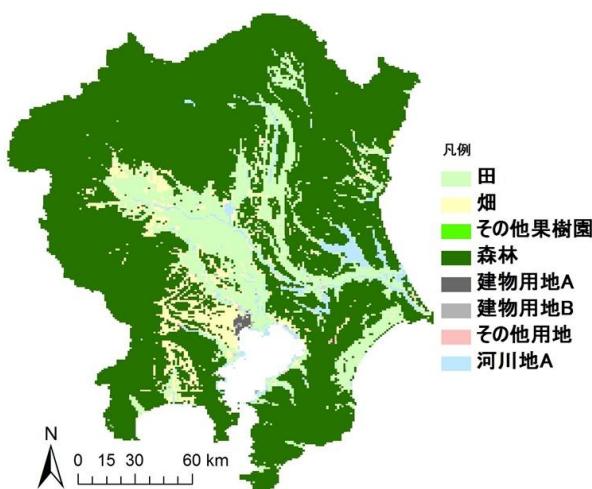


図-2 明治21年の関東地方の土地利用推定結果

4. おわりに

本研究では、明治期から昭和期にかけての関東地方の土地利用分布図の作成を試みた。作業は大きく分けて、1. 明治～昭和期の地域計画アトラスのGISデータ化、2. 地域計画アトラスから国土数値情報の分類項目への変換、3. 外挿による関東地方の土地利用図の作成、の3つを行った。

近傍メッシュが類似した土地利用変化を示すと考えられることから、これを明示的にモデル化することにより（例えば、Cao et al., 2011; Chakir and Parent, 2009）更なる精緻化を図ることが今後の課題として挙げられる。

謝辞

ディジタイズの作業で、嶋田章氏（環境省）のお力添えをいただいた。なお、本研究は文部科学省適応イニシアチブプロジェクトの助成を受けて実行したものである。

参考文献

- 足立幸穂・木村富士男 (2010) : 近年の関東域における高温化傾向の要因分析, 気候影響・利用研究会会報, 28, 5-13.
- 地理情報標準普及・利用促進委員会 (2004) : 空間データ品質評価に関するガイドライン
- Cao, G., Kyriakidis, P. C. and Goodchild, M. F., 2011. A multinomial logistic mixed model for the prediction of categorical spatial data, *International Journal of Geographical Information Science*, **25**(12), 2071-2086.
- Chakir, R. and Parent, O., 2009. Determinants of land use changes: A spatial multinomial probit approach, *Papers in Regional Science*, **88**(2), 327-344.