

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：82107

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25292213

研究課題名(和文) 関東地方の過去130年間の土地利用・景観変遷データベースの構築と公開

研究課題名(英文) Development and dissemination of land use and landscape change database during the past 130 years in the Kanto Region, Japan.

研究代表者

岩崎 亘典 (Iwasaki, Nobusuke)

国立研究開発法人 農業環境技術研究所・その他部局等・研究員

研究者番号：70354016

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、明治時代初期に作成された迅速測図を元に、高解像度・高精度のラスターデータを作成するとともに、このデータを元に100mグリッドでの明治時代初期土地利用データベースを構築、公開した。次に、視図、断面図などの図郭外図についてデジタル化と位置の特定を行い、KML形式とCesiumを使ったWebページで公開した。視図が描かれた地点のうち、27地点において高解像度パノラマ写真を撮影し、現在の景観と比較可能なデータベースを構築、公開した。さらに、国土数値情報との比較により過去130年間の土地利用・被覆変化を類型化した。これらのコンテンツはライセンスは、CC BY 4.0 国際とした。

研究成果の概要(英文)：We developed hi-resolution and hi-accuracy Rapid Survey Maps raster data and a land use data base as a 100 m grid point data. Error of point based land use data is less than 1% compared with vector based land use data. We also developed landscape database which include a sketch of landscape in 130 years ago and hi-definition 360 degree panorama photo. Then, we analysed land use/cover change from the 1880's to 2010's. A model-based clustering method was applied to the land use/cover change data were summarized based on a 1 km by 1 km grid. The land use/cover change was classified into 29 categories, and we applied multi-dimensional scaling analysis to categorize data. Based on MDS analysis, the categories were divided into 6 groups, and each land use/cover change category had a strong relation with distance and direction from Tokyo and topographical features. Developed land use/cover database have been converted to GeoJSON and uploaded to GitHub as open data (CC BY 4.0 International).

研究分野：地理情報学、農村計画学

キーワード：迅速測図 土地利用・被覆変化 地理情報システム FOSS4G

1. 研究開始当初の背景

近年、様々な分野で過去の土地利用や景観情報の重要性が増している。例えば過去の土地利用が種の分布や絶滅に影響を与えることが知られており、環境省による「生物多様性総合評価」においても生物多様性の指標として利用されている。また東日本大震災における液状化被害が過去の土地利用と関係深いことも報告されている。さらには、人口減少期における都市・農村境界域の適切な計画のためにも、過去の土地利用は重要な情報である。このように、現状を評価、検証するためのベースラインとして、土地利用・景観データベースの必要性が高まっている。

応募者らはこれまで、明治初期に作製された「第一軍管区・迅速測図」(以下、迅速測図)を利用して、ベクタ形式による土地利用変化の定量的評価を行ってきた。また、迅速測図の全体像を把握し利用を促進する観点から、WebGIS「歴史的農業環境閲覧システム」(HABS)およびGISデータ提供サービス「歴史的農業環境WMS配信サービス」(HAWMS)を構築し、その全図幅をラスタ形式で利用・閲覧を可能とするとともに、過去の景観に関する研究を行ってきた。このデータは学術、一般を問わず様々な分野で活用され、その有用性が認められ第一回電子国土賞を受賞した。

また、迅速測図には視図、副図、断面図などの図郭外に描かれた図(図郭外図、図1)が存在し、その総数は1000枚以上に及ぶ。これらの図郭外図は過去の景観を立体的に復元するのに有効である。



図1 迅速測図・図郭外図(視図)の例。現在の千葉県鹿野山であるが、樹木がほとんど無い。現在は針葉樹が植林され、景観が一変している

2. 研究の目的

そこで本研究では、以下の3つの点について行うこととした。

① 土地利用・景観変遷データベースの構築

提案者らはこれまで、ベクタ形式のGISデータを作成して土地利用変化を定量的に評価してきたが、データ作成に多大な労力が必要なため広範囲の評価が困難であった。また迅速測図は土地利用に基づき彩色されているので、ラスタ形式による地図の閲覧は概要を把握するには有効であるが、定量的評価を行うのは困難であった。

そこで本研究では、迅速測図を用いて、明治初期の定量的な評価が可能な土地利用データベースを作製する。また、図郭外図については、その全てを対象に描画対象や視図の視点等に基づき類型化を行うとともに、位置を特定する。特に視図については現地調査により景観写真を取得し、過去と現在の景観比較が可能な景観データベースを作成する。

② データベースの利用・公開システムの作成

構築した土地利用および景観データベースは、運用中のHABSおよびHAWMSを改良して一般に公開するとともに、土地利用データについては、GISデータとしてダウンロード可能とする。

また、近年急激に普及しているスマートフォンやタブレット用に、野外で利用するためのアプリケーションを開発し、景観や土地利用に関する現地調査の効率化を図る。これらのアプリケーションも公開し、一般や他分野での利用を可能とする。

③ 130年間の土地利用・景観変遷の定量的評価

構築した土地利用データセットと1/10細密土地利用メッシュ(約100mメッシュ)とを統合し、約130年間の土地利用変化を明らかにする。さらに、景観変遷データベースを利用することにより、平面的変化だけでなく構造物や植生など立体的な視点を含めて明治初期からの景観変化を評価する。

3. 研究の方法

① 土地利用・景観変遷データベースの構築

まず、土地利用・景観変遷データベースについては、既にHABSで公開済みであったラスタ形式のデータを改良し、高解像度かつ高精度のデータを作成することとした。

次に、明治時代初期の土地利用データベースの設計を行った。本研究では、土地利用データの効率的な入力を可能とするために、点形式でデータを入力することとした。入力システムは、複数人で同時に作業が可能なために、データを保持するサーバーと、入力するクライアントを別にすることとした。入力システムの構築にあたっては、FOSS4Gと呼ばれるオープンソースの地理空間ソフトウェアを用いることとした。

サーバーとしてPostGISを用い、クライアントとしては、GISでの作業に習熟していないユーザーでも利用できるように、QGISを用いた入力アプリケーションを作成した。入力したデータについては、既存研究で構築済みのポリゴン形式の土地利用データを用いて、精度検証を行うこととした。

景観データベースについては、視図、断面図などの図郭外図についてデジタル化し、高精度幾何補正済みの迅速測図データを用いて位置を特定するとともに、Web等で閲覧可

能な形式に変換することとした。さらに、視図が描画された地点のうち、特徴的な景観を示す地点において、高解像度パノラマ写真の撮影を行うこととした。なお、一部の地点においては、土地利用の変化等のため、視図描画が行われた地点に到達すること困難だと考えられる。そこで、ドローンにより撮影した空撮画像を用いることにより、3次元モデルを作成し、景観復元の参考とすることとした。

② データベースの利用・公開システムの作成

①で作成したデータのうち、高解像度・高精度迅速測図データについては、HABSおよびHAWMSを用いて公開することとした。また、これらのデータをネットワーク接続がない環境でも利用できるように、オフライン環境でも閲覧可能なソフトウェアを開発することとした。

土地利用データベース及び景観変遷データベースについては、HABS等に統合する場合は大幅な改修が必要となるため、それぞれのコンテンツにあわせたWebサイトを構築することとした。

③ 130年間の土地利用・景観変遷の定量的評価

明治時代から現在までの土地利用変化を定量的に評価するため、国土数値情報土地利用細分メッシュデータと組み合わせた分析を行うこととした。土地料データとしては、明治時代の土地利用データと1976年および2009年度の国土数値情報土地利用細分メッシュデータを用いることとした。これらのデータを3次メッシュ単位で集計し、土地利用変化の類型化を行うこととした。

また、景観変遷の定量的評価については、視図と高解像度パノラマ写真の比較により、景観の構成要素が高さ方向に増加し、見通しが悪くなる場合、変化がない場合、見通しが良くなる場合に類型化し、そのメッシュ数を求めた。

4. 研究成果

① 土地利用・景観変遷データベースの構築

図2に本研究で作成した高解像度・高精度の迅速測図ラスタデータと、以前公開していた迅速測図データの比較を示す。旧データ(上)では図郭の結合部分で大きなずれが見られたが、新データでは大きく改善した。また、解像度が高くなったことにより、土地利用や村名などの注記の判別が容易になった。

このデータを用いて作成した100mグリッドの土地利用図を図3に示す。最も多い土地利用は森林の29.2%で、次いで畑、水田の順で多かった。



旧データ



新データ

図2 これまでに公開していた迅速測図ラスタデータと、高解像度・高精度迅速測図ラスタデータとの比較

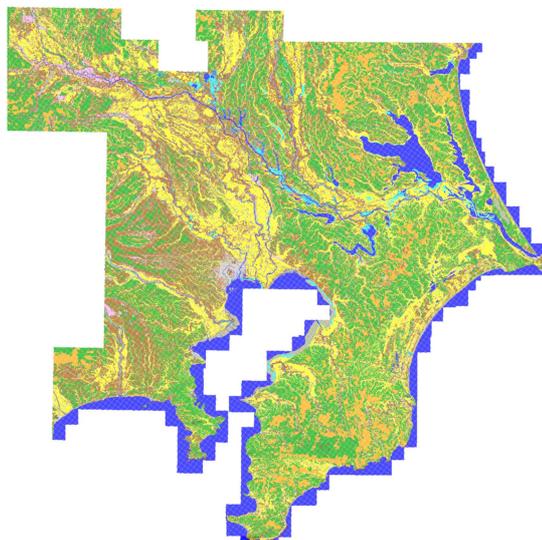


図3 明治時代初期の100mグリッド土地利用図

図郭外図については、全部で 1074 点あった。そのうち、河川や道路の断面図が最も多く 488 点、次いで祠や石碑等のランドマークが 396 点、景観図が 181 点であった。また、迅速測図内の一部についての拡大した副図等が 9 点であった。景観図が描画された地点のうち、27 地点で高解像度パノラマ写真の撮影を行った。パノラマ写真は、可能な限り 360 度での撮影を行った。図 4 に千葉県鴨川市鴨川松島の景観図とパノラマ画像の比較を示す。明治時代初期には、松が描かれているが、現在は常緑樹を主体とした植生に変化したことが明らかとなった。

また、ドローンにより撮影された空撮画像より作成した 3D モデルを活用することにより、到達が困難な地点からの視点を復元することが可能なことが、確認できた (図 5)。



迅速測図景観図



パノラマ写真

図 4 迅速測図景観図とパノラマ写真の比較



図 5 ドローンにより撮影された空撮画像から構築した 3D モデル

② データベースの利用・公開システムの作成

構築した各種データのうち、迅速測図ラスタデータについては、HABS および HAWMS を用いて公開した。その際、国土地理院が公開している地形図や空中写真との比較サイトを準備することにより、ユーザーの利便性をあげることにした。また、モバイル端末向けに Android ソフトウェアを開発し、オフライン環境でもこれらのデータの閲覧を可能とした。開発したソフトウェアは mbtiles という形式のファイルを読み込むことが可能であり、迅速測図ラスタデータや土地利用データベース等の多様なデータを、ネットワーク環境がない場合でも、表示することが可能と

なった。これにより、山間部等、電波の届かない地域での調査を効率的に実施できた。

明治時代土地利用データベースについて、GitHub (https://github.com/wata909/habs_test/) において、オープンデータとして公開した。入力した土地利用レコードは全体で約 170 万件あるので、一括して公開するのは難しい。そこで、標準地域メッシュの 2 次メッシュ単位でとりまとめ、GeoJSON 形式で公開した。GeoJSON 形式はテキストで記述されているため、GitHub 上で更新履歴が確認可能であるとともに、Web ブラウザ等での表示が容易であることが特徴である。公開した土地利用データは、http://wata909.github.io/habs_test/5440/rapid544000.html といった形で閲覧可能である。

Google Earth 等で閲覧可能な KML ファイルとして公開するとともに、FOSS4G の地図表示ライブラリーである Cesium を用いて Web 上でも閲覧可能とした (<http://habsniaes.github.io/HabsCesium/>)。

景観データベースについては、迅速測図の視図との比較可能な Web ページの構築を行った。公開アドレスは、http://habs.dc.affrc.go.jp/habs_panorama/habs.html および http://habs.dc.affrc.go.jp/habs_panorama/habs_b.html となっている。ここから、明治初期から現在にかけて土地利用が変わっている場合に景観が変化していることが明らかとなったが、土地利用変化がない場合であっても、樹木の成長や、樹種の変化などにより、景観が大きく異なることも明らかとなった。

③ 130 年間の土地利用・景観変遷の定量的評価

まず、明治時代の土地利用データと 1976 年および 2009 年度の国土数値情報土地利用細分メッシュデータの空間結合を行い、地域標準メッシュの 3 次メッシュ単位で集計した。集計したデータについて、クラスター分析により類型化した。分析にあたっては、まずモデルに基づくクラスター分析を行い、最適なクラスター数が 29 であることを求めた。次に、各クラスターに含まれるメッシュの土地利用率の平均値を求め、その値を多次元尺度構成法に供した。その結果、図 6 に示すように、土地利用変化は 6 つのクラスターグループと、3 つの独立したクラスターに分類された。この類型は、図 7 に示すように、山地・丘陵地、台地、沖積平野といった地形分類に依存することが明らかとなった。

さらに、これらの類型ごとに 3 次元の景観構造変化を評価した場合、全 16,737 メッシュのうち、3 次元的な変化が少ないメッシュが 48.0%、空間構造が高く、見通しが悪くなる変化が 20.4%、空間構造が低く、見通しが良くなる変化が 31.6%であった。特に、メッシュにおける森林や住宅地の占める面積が変化する場合に、大きな景観構造の変化が認められると考えられた。

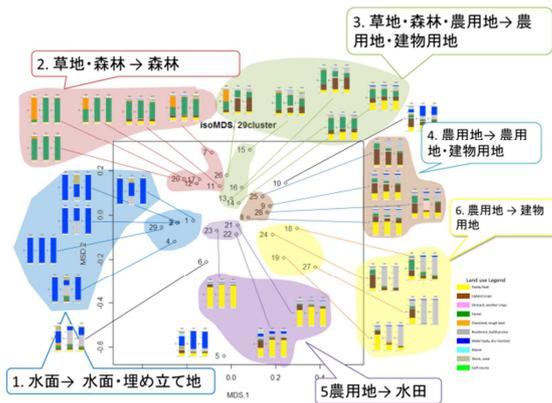


図6 クラスタ毎の土地利用変化の傾向と多次元尺度構成法に基づくクラスタグループ

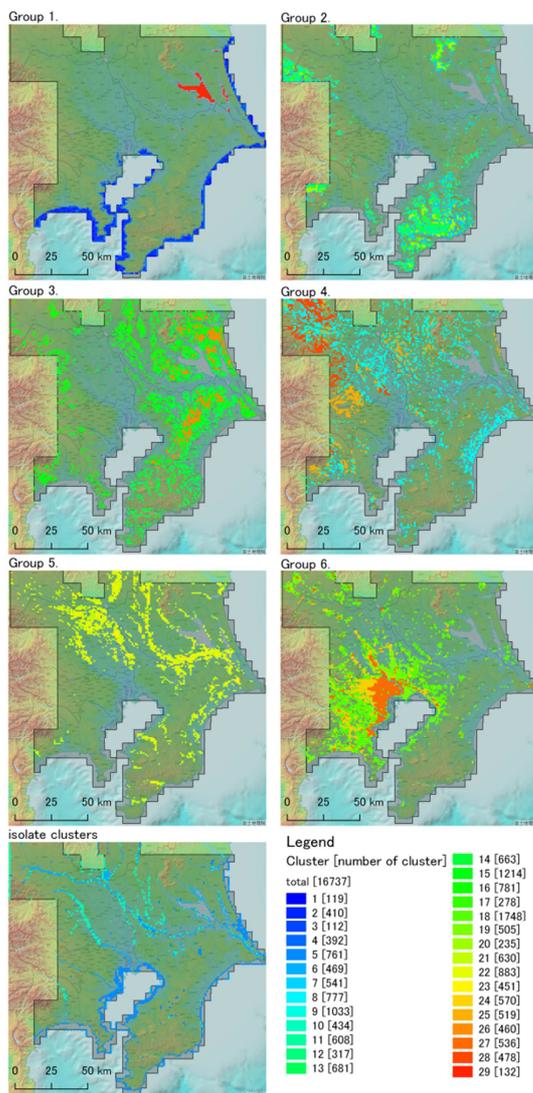


図7 多次元尺度構成法に基づくグループ毎の土地利用の空間的分布

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計件)

1. 岩崎亘典, デイビッド・スプレイグ, 寺元郁博, 藤田直子, 房総半島における過去130年の土地利用変化, 第61回日本生態学会大会, 2014年3月15日, 広島国際会議場(広島県広島市)
2. Nobusuke Iwasaki, Ikuhiro Teramoto, David S Sprague, Development and Improvement of Historical Agro-Environmental Browsing System, INTERNATIONAL GEOGRAPHICAL UNION 2013 KYOTO REGIONAL CONFERENCE, 2013年8月7日, 京都国際会議場(京都府京都市)
3. 寺元郁博, 大規模タイル画像を生成した話, FOSS4G 2013 Tokyo, 2013年11月1日, 東京大学(東京都目黒区)
4. デイビッド・スプレイグ, 岩崎亘典, 幅による水田の類型化手法の精度と再現性, 地理情報システム学会, 2014年11月7日, 中部大学(愛知県春日井市)
5. 岩崎亘典, FOSS4Gを活用した明治時代初期土地利用DBの構築と土地利用変化の解明, FOSS4G 2014 Tokyo, 2014年11月1日, 東京大学(東京都目黒区)
6. 岩崎亘典, QGISアプリケーションを用いた明治時代初期の土地利用DBの構築, FOSS4G 2014 Hokkaido, 2014年6月27日, 北海道大学(北海道札幌市)
7. 寺元郁博, 大規模タイル地図をオフラインにAndroid端末で使う, FOSS4G 2014 Osaka, 2014年10月26日, 大阪市立大学(大阪府大阪市)
8. 岩崎亘典, デイビッド・スプレイグ, 藤田直子, 寺元郁博, 山口欧志, 歴史的農業環境閲覧システムに見る明治時代以降の関東平野の都市化・スプロール化, 2014年度地域研究コンソーシアム次世代ワークショップ スプロール化した都市の中の隠された智慧(招待講演), 2015年1月30日, 総合地球環境学研究所(京都府京都市)
9. 岩崎亘典, 古いデータあるんですが、誰か使ってくれませんか? ~関東地方迅速測図に関する各種データのご紹介~, ジオメディアサミット大阪2015 ~時空間メディアの可能性について考えてみよう~, 2015年7月7日, 大阪イノベーションハブ(大阪府大阪市)
10. 岩崎亘典, “古い地図”にみる人の活動と里山の変化 -関東地方・迅速測図を例として-, 奈良大学地理学特別講義, 2015年7月13日, 奈良大学(奈良府奈良市)
11. Nobusuke Iwasaki, David Sprague, Naoko Fujita, Ikuhiro Teramoto, Hiroshi Yamaguchi, Developing a Land Use Database of the Kanto Region, Japan in the 1880's, FOSS4G Seoul 2015, 2015年9月19日, SEOUL (SOUTH KOREA)

12. 岩崎亘典、デイビッド・スプレイグ、藤田直子、寺元郁博、山口欧志、明治時代初期の関東地方土地利用データベースの公開、第63回日本生態学会大会、2016年3月23日、仙台国際センター（宮城県仙台市）

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

○取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等

歴史的農業環境閲覧システム

<http://habs.dc.affrc.go.jp/>

歴史的農業環境閲覧システム・Cesium版

<http://habsniaes.github.io/HabsCesium/>

迅速測図・図郭外図データ

<http://habs.dc.affrc.go.jp/kml/shizu.kmz>

歴史的農業環境パノラマ閲覧システム

http://habs.dc.affrc.go.jp/habs_panorama/habs.html

明治時代初期土地利用・被覆デジタルデータベース

https://github.com/wata909/habs_test

公開したデータは「クリエイティブ・コモンズ 表示 2.1 日本」または、「クリエイティブ・コモンズ 表示 4.0 国際」ライセンスで提供している。

6. 研究組織

(1)研究代表者

岩崎 亘典 (IWASAKI, Nobusuke)

国立研究開発法人農業環境技術研究所
生態系計測研究領域・主任研究員

研究者番号：70354016

(2)研究分担者

藤田 直子 (FUJITA, Naoko)

九州大学・芸術工学研究科（研究院）・准教授

研究者番号：20466808

Sprague David (SPRAGUE, DAVID)

国立研究開発法人農業環境技術研究所
生態系計測研究領域・上席研究員

研究者番号：90282285

寺元 郁博 (TERAMOTO, Ikuhiro)

国立研究開発法人農業食品産業技術総合

研究機構 近畿中国四国農業研究センター・主任研究員

研究者番号：40373245

山口 欧志 (YAMAGUCHI, Hiroshi)

立命館大学衣笠総合研究機構 研究員

研究者番号：50508364

(3)連携研究者

無し

(4)研究協力者

小野原彩香 (ONOHARA, Ayaka)

東京大学大学院理学系研究科, JSPS 特別研究員(PD)