

東京・大阪大都市圏における旧版地形図からの 土地利用メッシュマップ作成と土地利用変化の分析

山下亜紀郎・阿部やゆみ・高奥 淳

The creation of land use mesh data based on old topographic maps
and analysis of land use changes in Tokyo and Osaka Metropolitan Areas

Akio YAMASHITA, Yayumi ABE, and Kiyoshi TAKAOKU

Abstract: The purpose of this study is to create land use mesh maps in Tokyo and Osaka Metropolitan Areas and to analyze their land use changes. The method is as follows. First, 1 to 50,000 scale topographic maps in 1920s, 1960s, and 2001 were collected and scanned as TIFF image files. Second, 1/2 standard mesh data in the two metropolitan areas was created. Third, dominant land use was made out and input as category data by 1/2 standard mesh in the three years. This study could clarify the spatio-temporal characteristics of land use patterns and their changes in Tokyo and Osaka.

Keywords : 旧版地形図 (old topographic map), 土地利用 (land use),
メッシュデータ (mesh data), 東京 (Tokyo), 大阪 (Osaka)

1. はじめに

土地利用の分布やその時系列的変化は、自然環境や社会経済環境の現況や変化を端的に映す鏡であり、人間の営為が地表面に対して及ぼした影響を量る指標である。したがって、地理学のような人と自然の関係を空間的視点で捉える学問分野にとって、土地利用の分析はその基本をなすものといえる。

近年では、国土交通省等が中心となって、土地利用に関するデジタルデータが整備・公開されており、比較的容易に土地利用分析を行うことが可能となっ

た。そのような研究には例えば、杉森・大森(1996)や山下(2004)などがあるが、これらの既存デジタルデータは、1970年代から1990年代を対象としたもののみであり、それよりも古い年代のデータがないばかりか、それよりも新しい2000年以降のものさえ現状では未整備である。

それに対して、旧版地形図を用いて過去の土地利用を復原し、現在との比較分析を行ったものとしては、氷見山幸夫らによる一連の研究がある(氷見山・綿木, 1990; 氷見山ほか, 1991; 氷見山・太田, 1993; 氷見山・本松, 1994)。この研究では明治・大正期および昭和中期(1950年代)の5万分の1地形図から、日本全国2kmメッシュ単位の土地利用

山下: 〒069-8501 北海道江別市文京台緑町 582 番地

酪農学園大学 環境システム学部

TEL/FAX: 011-388-4907 E-mail: akio@rakuno.ac.jp

データを作成し、現在との比較を行っている。当時の日本の状況を知る大変貴重な資料であるが、データ作成に膨大な時間と労力を要すると推察され、このような時間スケールによる土地利用変化研究は、後に続くものが少ないのが現状である。

そこで本研究は、日本の二大都市圏である東京と大阪を対象として、5万分の1旧版地形図から土地利用メッシュマップを比較的簡便に作成する方法を提示し、各時期の土地利用の分布状況と過去から現在に至る変化を把握することを通して、都市化・工業化の進展と森林や農地などの緑地分布の変遷を時空間的に比較分析することを目的とした。

2. 土地利用メッシュマップの作成

2.1. 対象範囲と時期の設定

都市圏という用語の定義は、その尺度とするものによって多様であるが、本研究では土地利用を分析するという観点から対象範囲を画定した。すなわち、東京と大阪の都心（東京駅と大阪駅）からみて、都市部としての宅地が連なっている範囲を、国土地理院発行の細密数値情報より把握し、それを全て包含するようなやや広い地域を設定した。具体的には、5万分の1地形図の図幅で、東京は『三崎』『小田原』『平塚』『横須賀』『富津』『大多喜』『秦野』『藤沢』『横浜』『木更津』『上野原』『八王子』『東京西南部』『東京東南部』『五日市』『青梅』『東京西北部』『東京東北部』『秩父』『川越』『大宮』『野田』『姉崎』『千葉』『佐倉』『龍ヶ崎』『寄居』『熊谷』『鴻巣』『水海道』『高崎』『深谷』『古河』『小山』『土浦』『真壁』の36図幅分、大阪は『尾崎』『岸和田』『五條』『須磨』『大阪西南部』『大阪東南部』『桜井』『神戸』『大阪西北部』『大阪東北部』『奈良』『三田』『広根』『京都西南部』『京都東南部』『京都西北部』『京都東北部』の17図幅分を対象とした（以下、この範囲を東京圏、大阪圏とよぶ）。

時間軸上の範囲としては、およそ100年程度のスケールで捉えているが、基図とする5万分の1旧版地形図を、対象とする図幅全てについてほぼ同じ作成年代で揃えうるかどうかという点と、氷見山らの先行研究と重複しないという点から、古いものとし

て1927年（昭和2年）頃を採用した。そして現在（2001年）と、それらの中間として1960年代後半（1967年頃）の計3時期を取り上げた。

2.2. 基データの準備

2.2.1. メッシュデータについて

本研究で使用したメッシュデータの仕様は、緯度の間隔・経度の間隔・一辺の長さが、昭和48年7月12日行政管理庁告示第143号に基づく2分の1地域メッシュと同一とし、各メッシュに9桁のコード番号を付した。ファイル形式は、ポリゴンタイプのシェープ形式とし、5万分の1地形図の図幅毎に作成した。なお、1図幅あたりのメッシュ数は、 $40 \times 40 = 1600$ である。

2.2.2. 空メッシュファイルの作成

メッシュデータ作成には、ESRI ジャパン株式会社ホームページ (<http://www.esri.com/>) より、ユーザーに無償配布されている標準地域メッシュ・ポリゴン作成ユーティリティツールを使用した。このツールは、前項で述べたメッシュ間隔とコード番号の規格を満たすシェープファイル形式のメッシュデータを作成するプログラムである。

まず、メッシュ作成プログラムを読み込んだArcMapを起動する。起動後の画面に表示されているメッシュは、1次メッシュである。次に、任意の1次メッシュを選び、ツールバーのメッシュ分割ボタン「4」を選択すると、2分の1地域メッシュが作成される。なお、このツールによって作成されるメッシュの投影法は、日本測地系の緯度経度で定義されている。

2.2.3. 図幅別・年代別ファイルの抽出

次に、前項で作成されたメッシュデータに対して、日本コンピュータグラフィック社のNIGMASXを用いて、各地形図の図幅の座標範囲ごとに自動抽出を行い、図幅単位のシェープファイルを作成した。

また、これらのシェープファイルは、1927年頃、1967年頃、2001年の3時期に対して、それぞれ重複しないファイル名称を設定し、各年代それぞれ53図幅、計159図幅分のファイルを作成した。

2.2.4. 地形図の幾何補正

Tiff形式のファイルとしてスキャンされた地形図画像に対し、NIGMASXを用いて内図郭4点(左下, 左上, 右下, 右上)に緯度経度を付与し、幾何補正を行い、ワールドファイル(.tfw)も別途作成し座標情報を格納した。

次に、ArcGIS上にて、幾何補正を行った地形図およびワールドファイルを読み込み、日本測地系緯度経度として投影定義を行った。

2.3. 土地利用項目の設定

土地利用項目としては、既存データである「国土数値情報土地利用メッシュ」の11区分や「細密数値情報」の16区分を参考としながら、細かい分類項目は設定せず少なく区分することに努めた。その理由の1つは、1920年代、1960年代、現在の3時期を比較分析するためには、同じ分類項目で各時期の地図を作成する必要があるが、そのためには、どの時期の地形図からも判読可能な分類項目に絞る必要があるからである。

一方で本研究は、土地利用分布とその時系列的変化の分析から、都市化・工業化の時空間的特性を解明することを意図している。都市化を土地利用の観点から述べる際には、自然緑地と生産緑地・施設緑地および宅地(市街地)の区分を明確にしておくことは不可欠である。

以上のことを総合的に考慮し、本研究では以下に示す9つの土地利用項目を採用した。それらは、1. 「森林」(針葉樹, 広葉樹, 竹林), 2. 「草原・荒地」(公園, 人工緑地, ゴルフ場を含む), 3. 「田」, 4. 「その他農地」(畑, 果樹園, 牧草地), 5. 「工業用地」, 6. 「宅地」(工業用地以外の都市的土地利用), 7. 「水域・湿地」, 8. 「その他」(造成地, 未利用地など), 9. 「海」である。

2.4. 土地利用メッシュデータの作成

先行研究におけるメッシュデータの作成方法としては2通り見受けられる。1つは、前述の氷見山らの研究や、堤(2008)、池見ほか(2008)などのように、紙媒体の地形図を土地利用境界で彩色したり、

それに基づくポリゴンデータを作成した後に、メッシュ単位の面積率を算出したり、代表的土地利用を判別する方法である。もう1つは、王尾ほか(2006)、王尾(2008)などのように、画像ファイルとしてスキャンした地形図を基に、直接的な目視判読によってメッシュ内の卓越土地利用を決定する方法である。

前者の方が、ポリゴン化という手順が1つ多い分、データの客観的信頼性はより高いといえるが、データ作成に要する時間と労力は膨大なものである。一方、各メッシュの土地利用面積や比率といった数値ではなく、卓越土地利用をカテゴリー値として入力する限りにおいては、王尾らの方法がはるかに簡便で効率的である。

以上をふまえ本研究では、王尾らの研究に倣い、東京圏、大阪圏3時期の5万分の1地形図に対して、2分の1地域メッシュを重ね合わせ、各々のメッシュ内で面積的に最も卓越する土地利用項目を目視によって判読し、そのメッシュの代表的土地利用とした。その際、データの客観的信頼性を高めるために、一度作成されたメッシュデータに対して、作成者とは別の人物による確認作業(判読結果の再検討とエラーチェック)を経ることとした。

2.5. 各年代地形図の凡例と土地利用項目の対応

地形図から土地利用を判読するには、地形図上に描かれる凡例(地図記号)に基づき判断しなければならないが、その際に地図記号の記載がない等、判断に苦慮する箇所が見受けられた。ここではそのような場合の対処法についていくつか例示する。

2.5.1. 地図記号がない空白地域

旧版地形図の畑地は、地類界線が描かれるのみで「畑」記号のない図幅があった(表1)。

そのような図幅の場合、空き地・未利用地と畑地の区別は地図記号だけではできないが、その際の土地利用の決定方法を図1に示した。

市街地外の空白地域において、明らかな農村的集落に近接する箇所は、農地として利用されている可能性が高いとみなし「畑」とした。それ以外は未利用地・造成地として「その他」に分類した。

表1 各年次における「畑」記号の有無

年次	「畑」記号
1927年頃	無
1967年頃	東京圏：有・無 混在 大阪圏：無
2001年	有

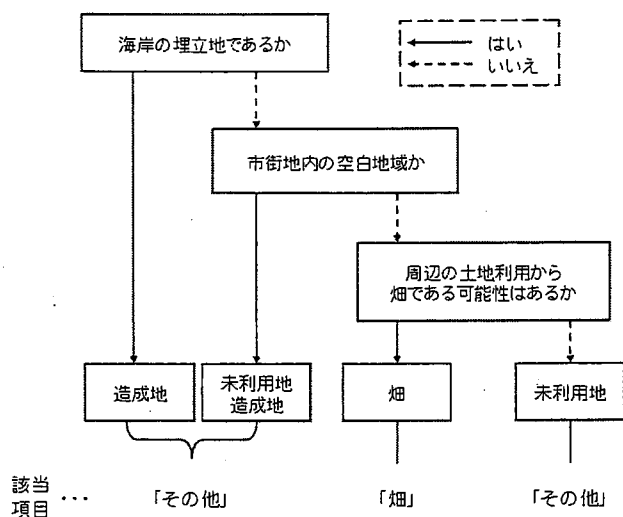


図1 空白地域の土地利用決定方法

2.5.2. 皇居・御所など

皇居や御所のような歴史的に機能が変化してきた広大な敷地は、1927年頃の地形図においては、軍事上の理由から明確な記載がなされていない箇所があった。この場合、1920年代に軍用地として利用されていたならば都市的土地利用とみなし「宅地」に、それ以外であれば主に緑地からなる庭園・公園とみなし「草原・荒地」とした。また、1967年頃と2001年においては、その土地利用を歴史的変遷と地図記号から考慮し、記念館・城郭などの施設用地が広い場合には「宅地」、それ以外なら「草原・荒地」とした。ただし、樹林の記号が卓越する場合は、「森林」とした。

3. 土地利用変化の分析

以上の手順で作成された東京圏、大阪圏の3時期の土地利用メッシュマップを用いて、3時期の自然

緑地（森林および草原・荒地）、生産緑地（田およびその他農地）、都市（工業用地および宅地）の土地利用面積率を、都心からの距離圏別、および主要鉄道沿線1km圏について算出した。

まず都心から10kmごとの距離圏別に土地利用率の変化をみてる（図2）。東京圏では、1920年代から60年代にかけて、都心から30km以遠の地域で自然緑地が減少し生産緑地が増加しているのが特徴的である。そして1960年代から現代にかけて、生産緑地が大幅に減少し都市化が進展している様子が見えてくる。大阪圏では、1920年代には都心から10km圏においてもかなりの生産緑地がみられたが、現代までに都心部、郊外部双方で激減した。その一方で、自然緑地面積率は、1920年代から現在にかけていずれの距離圏でも大きな変化がないのが特徴的である。

以上は同心円的な土地利用変化を分析したものであるが、次にセクター的な観点から、都心からそれぞれ別の方向へ延びている鉄道沿線の土地利用変化を比較分析した。取り上げたのは、東京圏の常磐線（都心から東北東方向）、高崎線（北北西方向）、中央本線（西方向）、大阪圏の東海道本線京都方面（北東方向）、同兵庫方面（西方向）、関西本線（南東方向）である（図3）。

東京圏の常磐線と高崎線沿線は変化傾向がよく似ており、生産緑地が卓越していた状況から都市化が進展してきた。同沿線は関東平野の広大な低地部に相当し、早くから農地開発が行われていた地域であり、都市の外延的拡大も顕著であったといえる。一方、中央本線沿線は1920年代から生産緑地が最も少なく、それらが都市化でほぼ無くなった代わりに自然緑地はさほど減少していない。これは、八王子以東の都心側地域で生産緑地から都市への転換が進展した一方で、以西の多摩川上流域では現代でも森林が卓越するからである。

大阪圏では東海道本線兵庫方面で生産緑地が無くなっており、自然緑地も非常に少ない。これは海沿いの住宅地域を通っているからである。東海道本線京都方面と関西本線の1920年代の土地利用構成は似ていたといえるが、沿線に京都市や大阪市といっ

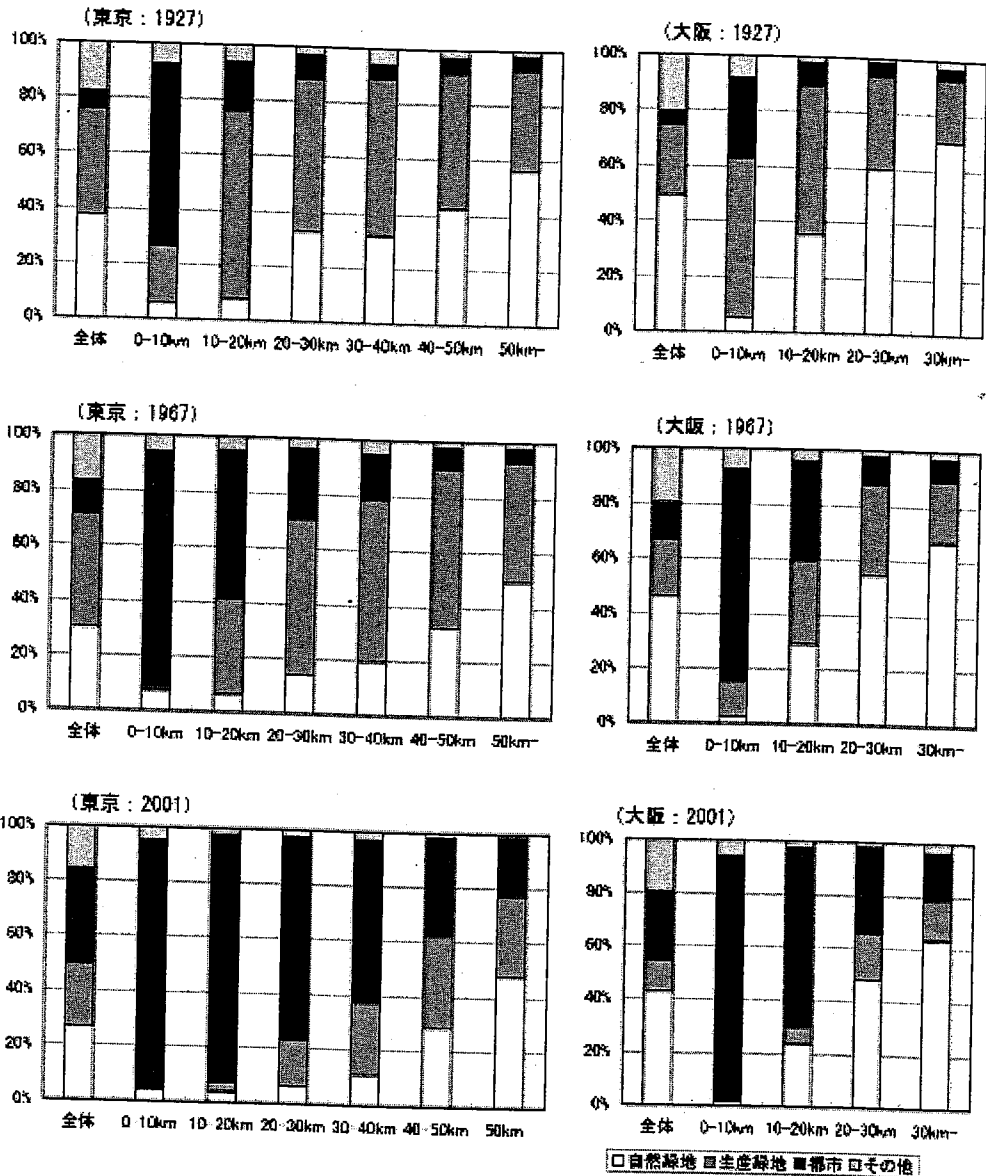


図2 距離圏別の土地利用変化

た県庁所在都市を含む東海道本線と、生駒山地や笠置山地を通る関西本線とでは現代までの都市化の進展度には明らかな差異がみられる。全体的に鉄道沿線の都市化は東京圏より大阪圏の方が先行しており、特に東海道本線兵庫方面が顕著である。

以上の分析結果を要約すると、東京圏外縁部の特に都心から東～北方向の平野部では、自然緑地→生産緑地→都市という2段階の土地利用変化が生じているのに対して、東京圏の西方向と大阪圏では1920年代から一貫して生産緑地から都市への変化はみられるが山間部の森林地域は変化していないことが示された。

4. おわりに

本研究は、2分の1地域メッシュというサイズを採用し、地形図画像の目視判読という簡便かつ効率的な手法で土地利用メッシュマップを作成した。その際、2度の確認作業（エラーチェックと判読困難箇所の検証）を行い、データとしての正確性と客観性を担保した。そして、東京圏、大阪圏における土地利用の分布パターンや約100年間での変化を時空間的に分析、解釈することができた。本研究の手法は、都市圏のようなある程度広範囲を対象とし、海外の地図や旧版地形図などを用いて同じ尺度の土地利用図を作れる汎用性があるものといえる。つまり、過去と現在、海外都市と日本都市の相対的な比較研

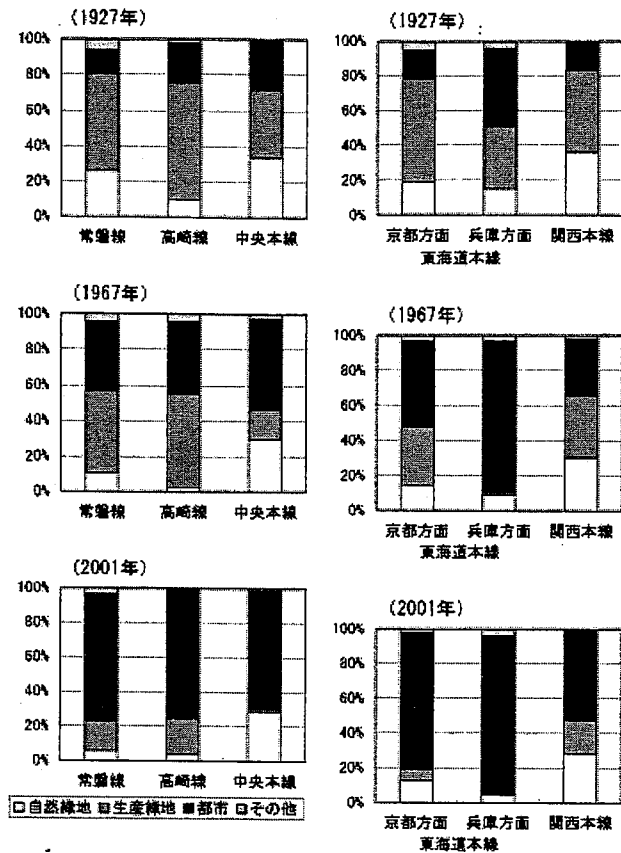


図3 鉄道沿線1km圏の土地利用変化

究に適しており、筆者らは同様の手法で既に、ソウル、台北、マニラ、バンコクの土地利用メッシュマップを作成している(山下ほか, 2008)。今後は、地形をはじめとして地質、水質等、自然環境に関するデータと重ね合わせた関係解析や、海外を含めた他都市、他時期のデータ整備によって、都市化・工業化と都市環境問題の進展について都市間比較による相対的な分析・考察を進める予定である。

謝辞

旧版地形図の収集においては、立命館大学の吉越昭久先生、戸所泰子氏にご協力いただいた。土地利用メッシュマップの作成においては、酪農学園大学の学生諸氏(佐々木賢介氏、佐野友美氏、菅原亮太氏、橋浦弥里氏、橋本操氏、細川裕香氏)、株式会社サンコーの九島至郎氏、今村一規氏、大川夏奈氏には多大なる貢献をいただいた。本研究は、総合地球環境学研究所プロジェクト「都市の地下環境に残る人間活動の影響(プロジェクトリーダー:谷口真人)」から研究助成を受けた。また本研究は、東京大学空間情報科学研究センターの「空

間データ利用を伴う共同研究(共同研究番号:119, 研究代表者:吉越昭久)の成果の一部であり、国土地理院提供の「数値地図50000(地図画像)(データセットID=344000)」を使用した。以上記して謝意を表す。

参考文献

- 池見洋明・江崎哲郎・三谷泰浩・マリサ・メイ・リン・石松裕一郎・松木洋忠(2008) 過去100年間の100mメッシュ土地利用図作成とGIS分析。「地理情報システム学会講演論文集」, 17, 57-60.
- 王尾和寿(2008) 流域圏における水系を視点とした景観特性の分析—那珂川, 霞ヶ浦, 鬼怒川, 小貝川の各流域を事例として—.「地学雑誌」, 117, 534-552.
- 王尾和寿・桑原祐史・村山祐司(2006) 地形および河川からの距離に着目した景観変化の解析。「地理情報システム学会講演論文集」, 15, 463-466.
- 杉森啓明・大森博雄(1996) 土地利用データによる多摩川中下流域の景観動態の把握。「GIS—理論と応用」, 4, 51-62.
- 堤 純(2008) 別府湾沿岸域における土地利用変化—GISによる250mメッシュ分析—.「地理情報システム学会講演論文集」, 17, 53-56.
- 水見山幸夫・岩上 恵・井上笑子(1991) 明治後期—大正前期の土地利用の復。「北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告」, 26, 55-63.
- 水見山幸夫・太田伸裕(1993) 大正期—現代の北海道の土地利用変化。「北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告」, 28, 1-13.
- 水見山幸夫・本松宏章(1994) 明治・大正期—現代の東北地方の土地利用変化。「北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告」, 29, 1-16.
- 水見山幸夫・綿木尚弘(1990) 大正期の北海道の土地利用の復原。「北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告」, 25, 25-34.
- 山下亜紀郎(2004) 日本の主要流域における土地利用特性とその地域差。「地理情報システム学会講演論文集」, 13, 79-82.
- 山下亜紀郎・阿部やゆみ・高奥 淳(2008) アジアのメガシティにおける5万分の1地形図からの土地利用メッシュマップ作成。「地理情報システム学会講演論文集」, 17, 205-208.