

# フリーの GIS ソフトによる基本的な地域分析の方法<sup>1)</sup>

高橋重雄

## I. はじめに

本稿は高橋 (2017) および高橋 (2018) の続編として、QGIS を用いて簡単な地域分析を行う方法について紹介するものである。前稿と同様に、青山学院大学経済学部や経済学研究科で教育を受けた者が、卒業・修了後に自宅や職場で、フリーの GIS ソフトを用いて基本的な地域分析を行う場合の手順について説明したい。GIS の授業を受講していない現役の学部学生にとっても、本稿はレポートや卒業論文で地域分析を行う際の手引きとなろう。前稿と同様に、本稿で使用した QGIS のバージョンは 2.18.1<sup>2)</sup>で、パソコンの OS はマイクロソフト社の Windows 10 (64 ビット版) である。

本稿で紹介する地域分析例は、①重ね合わせによる地域特性の読み取り、②バッファ分析とその応用、③ボロノイ分割とその応用である。

## II. 重ね合わせによる地域特性の読み取り

最も基本的な地域分析として、異なる内容の分布図を重ね合わせ、地域の特

---

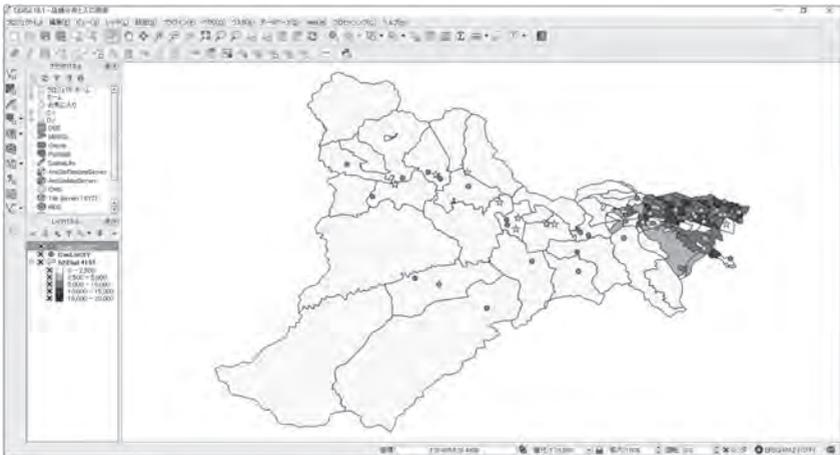
1) 本稿は、以下の研究プロジェクトにおいて、相模原市との連携事業に関連した教材としても位置付けている。平成 27 年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「地理情報システムの経済学的拡張」[高橋重雄 (代表)、矢吹初、三條和博、高橋朋一、宮原勝一 (以上青山学院大学)、小坂洋明 (奈良工業高等専門学校)、佐藤浩志 (明星大学)]

2) 2016 年 12 月にダウンロードしたバージョン。同じバージョンをダウンロードする方法は高橋 (2017) を参照してほしい。

性を読み取ってみよう。まず、高橋(2017)で作成した人口密度の階級区分図(図表V-7)と店舗の分布図(図表VI-6)を重ね合わせてみよう。人口密度の階級区分図は相模原市全体を示しているが、店舗の分布図は緑区の部分を示すのみである。そこで、ここでは店舗の分布図に合わせ、緑区の部分について、人口密度の分布と店舗の分布を重ねて示そう。具体的には次の作業を行う。

緑区におけるスーパーマーケットとコンビニエンスストアの分布を示した図(図表VI-6)のレイヤパネルにある境界データのレイヤ「h22ka14151」には、区内の各地区の面積と人口データが収められているので、高橋(2017)の第V章で示した要領で、各地区の人口密度を計算し、コロプレス図として表示することができる。要点を示すと、境界データのレイヤの「レイヤプロパティ」を表示し、タブメニューから「フィールド」を選び、「フィールド計算機」を使って人口密度を計算する。その後、「レイヤプロパティ」の「スタイル」で「段階に分けられた」を選び、人口密度を示すコロプレス図を作成する。完成した図(図表II-1)は、人口密度の高い地域に多くの店舗が立地していることを示している<sup>3)</sup>。

図表 II-1 店舗分布と人口密度分布を重ね合わせた結果



3) レイヤパネルにおいて店舗のレイヤが境界データの下にあると、店舗の分布が隠れ

次の例として、総合的な地域特性を表示している地理院地図との重ね合わせを行ってみよう。地理院地図とは、国土交通省国土地理院が整備してきた、デジタル化された地図や空中写真を Web ブラウザ上で閲覧できるようにしたもので、従来の大縮尺の地形図を重ね合わせると考えればよいだろう。先ほどの例と同様に、緑区におけるコンビニエンスストアとスーパーマーケットの分布図に地理院地図を重ね合わせてみよう。

QGIS で地理院地図を表示する方法は橋本 (2017) が詳しく説明しているので、ここでは要点のみを記す。まず、QGIS の地図ビューに緑区におけるコンビニエンスストアとスーパーマーケットの分布図を表示させた上で、「TileLayer Plugin」をインストールする。メインメニューで「プラグイン」「プラグインの管理とインストール」を選び「プラグイン」ウィンドウを出す。次に「検索」で「tilelayer」と入力し、リストに表示された「TileLayer Plugin」を選び「プラグインをインストール」ボタンを押す<sup>4)</sup>。インストール終了後「閉じる」ボタンを押して「プラグイン」ウィンドウを閉じる。

次に「TileLayer Plugin」の設定を行う。メインメニューから「プラグイン」「プラグインの管理とインストール」を選び、「プラグイン」ウィンドウを出す。左のメニューで「全ての」を選ぶ。次に「検索」に「tilelayer」と入力し、「ホームページ」をクリックすると詳細情報が表示される。このページの下方にある「How to use?」の文中にある「here」をクリックし、「Layer definition files」のページに入り、そこにある「GSI Tiles (地理院タイル)」の URL をクリックすると、レイヤ情報データが表形式で表示される。「GSIMaps.tsv」の右にある「Raw」ボタンを押すとレイヤ情報データの記述例が表示されるので、これをテキスト形式のファイルとして保存する。その際「文字コード」は「UTF-8」とし、ファ

---

て表示されないので、必要な場合は、店舗のレイヤを左クリックしたままドラッグして境界データの上に移すとよい。

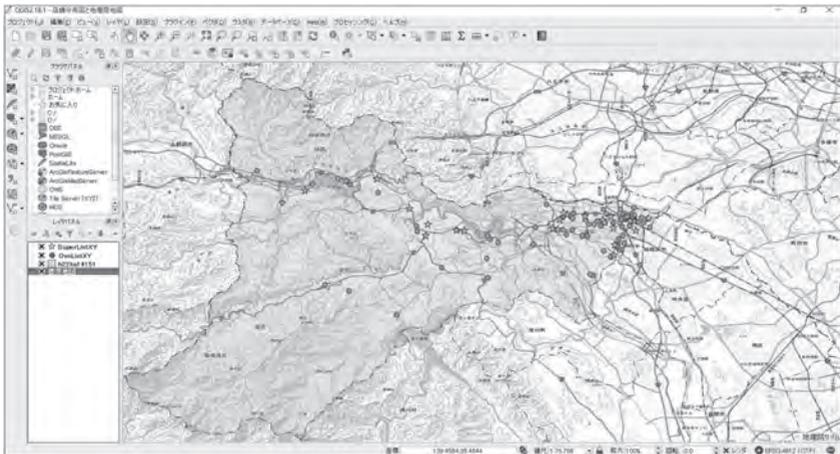
- 4) ネットワークへの接続環境によっては、「プラグイン」ウィンドウにリストが表示されない場合もある。その時には、QGIS のメインメニューで「設定」「オプション」を選び、「オプション」ウィンドウの左にあるメニューで「ネットワーク」を選び、「ウェブアクセスにプロキシを使用する」にチェックを入れ、「プロキシタイプ」が「Default Proxy」となっているのを確認してからやり直すとよい。

イル名は「GSIMaps.tsv」とする。保存先として「tilelayer」フォルダを作成しておく。

最後に、地理院地図を読み込んで表示させる。メインメニューの「Web」「タイルレイヤプラグイン」「タイルレイヤを追加する」を選び、「タイルレイヤを追加する」ウィンドウを出す。「設定」ボタンを押して「タイルレイヤプラグイン設定」ウィンドウを出し、ブラウザボタンを押して「外部レイヤ定義ディレクトリ」として「tilelayer」フォルダを選択する。「OK」ボタンを押して「タイルレイヤプラグイン設定」ウィンドウを閉じ、「タイルレイヤを追加する」ウィンドウに表示される、レイヤ情報データで設定した地理院地図の一覧から「GSIMaps」「標準地図」を選択し「追加」ボタンを押すと、レイヤパネルに「標準地図」が追加され、地図ビューに標準地図が表示される<sup>5)</sup>。

緑区におけるコンビニエンスストアとスーパーマーケットの分布図に標準地図を重ね合わせたのが図表II-2である。これを見ると、人口密度が高く店舗が多く立地している地域は橋本駅周辺であることや、緑区の西部は起伏のある地

図表II-2 店舗分布と地理院地図(標準地図)を重ね合わせた結果



- 5) 標準地図のレイヤがレイヤパネルの一番上にあると、緑区や店舗のレイヤが隠されて表示されないため、標準地図のレイヤを左クリックしたままドラッグして、レイヤパネルの中で一番下に移動させるとよい。

形で、主な道路沿いに店舗が分散的に立地していることなどがわかる。なおこの図では、緑区の表示の透過率を調整して<sup>6)</sup>、標準地図の内容がある程度見えるようにした。

### III. バッファ分析とその応用

バッファとは、施設の位置から一定の距離内の範囲を画定するなど、ある地物（フィーチャー）から一定の距離をもった範囲をレイヤ化する機能である。ここではまず、店舗のバッファを作成し、一定の範囲内にとどの程度の商圈人口がいるのかを算出してみよう。次に、バッファの重なり合うところを抽出するなど、多少複雑な作業の方法について説明し、買い物利便性の比較的高いところに住んでいる人の人数を算定する。

#### 1. バッファ分析の準備

高橋 (2017) の最後で取り上げた、相模原市の緑区におけるコンビニエンスストアとスーパーマーケットの分布図を用いてバッファ分析の説明を行いたい。その図をここで図表 III-1 として再度示した。ただしこの図は経緯度による地理座標系を用いているため、この図に直接バッファを描くと東西に引き伸ばされたバッファとして表示されてしまう。真円に近いバッファとして表示するためには、平面直角座標系で緑区を表示する地図を作成する必要がある<sup>7)</sup>。

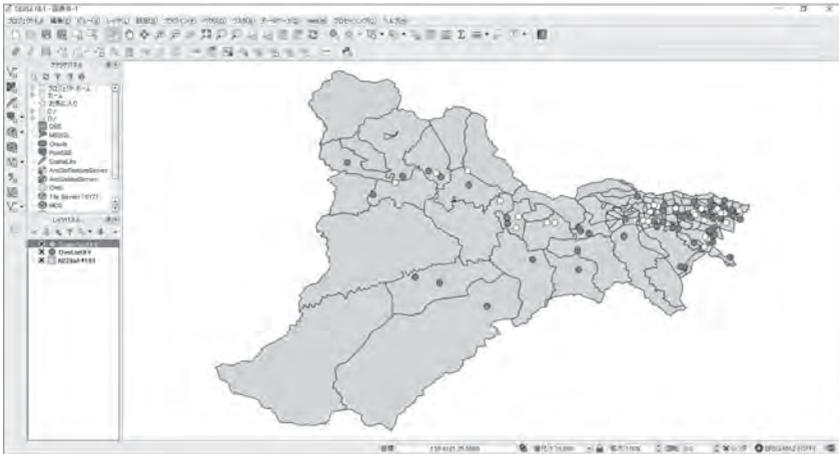
まず、ここで行う作業関係のデータを保存するフォルダを作成しよう。「バッファ分析用」フォルダを作り、その中に「H22 国勢調査 (小地域)」というフォルダを作成する。以降の作業は高橋 (2017) の第 III 章第 1 節 (境界データのダ

---

6) 透過率の調整は、緑区のレイヤをダブルクリックして「レイヤプロパティ」ウィンドウを表示し、「スタイル」タブで「透過率」のスライダーを移動することにより行うことができる。

7) 本稿で扱っている QGIS のバージョンの場合、経緯度による地理座標系を用いた地図にバッファを描こうとすると、バッファの大きさが適切に処理されずに巨大なバッファが作成されてしまう。

図表 III-1 経緯度による地理座標系で示した緑区における店舗の分布



ダウンロード) および第 III 章第 2 節 (境界データの地図化) と基本的に同じだが、その後データを入手するサイトの内容が大きく変わったので、ここでは変更後のサイトの操作を説明する。総務省の Web サイト「e-Stat 政府統計の総合窓口」<sup>8)</sup> にアクセスし、トップページで「地図で見る」「境界データダウンロード」を選び、「境界一覧」で「小地域」を選ぶ。「政府統計名」では「国勢調査」を選び、年次の候補では前稿で使用したデータに合わせ「2010 年」を選ぶ。すると「小地域 (町丁・字等別)」と「人口集中地区」の 2 つの候補が出るので、前者の「小地域 (町丁・字等別)」を選ぶ。次に「データ形式一覧」になるので、「世界測地系平面直角座標系・Shape 形式」を選び、「地域」では「神奈川県」を、神奈川県内の「地域」では「相模原市緑区」を選び、先に作成したフォルダ「H22 国勢調査 (小地域)」に保存し解凍する。

QGIS を起動し、先ほど解凍して得たシェープファイルを読み込む。メニューバーから「レイヤ」「レイヤの追加」「ベクタレイヤの追加」を選び、「ベクタレイヤの追加」ウィンドウを表示させる。このウィンドウにおいて、「ソースタイプ」として「ファイル」を選び、「エンコーディング」は「System」とする。次

8) <https://www.e-stat.go.jp/> (2019 年 1 月現在)

に「データセット」の入力欄右側にある「ブラウズ」ボタンを押し、「OGR のサポートするベクタレイヤを開く」ウィンドウを出し、「H22 国勢調査 (小地域)」フォルダにある緑区のフォルダを開く。表示された緑区のシェープファイルを選び、「OGR のサポートするベクタレイヤを開く」ウィンドウの「開く」ボタンを押し、さらに「ベクタレイヤの追加」ウィンドウの「開く」ボタンを押すと、緑区の地図が描かれる。

次に店舗の位置データを読み込む<sup>9)</sup>。この作業については高橋 (2017) の第 VI 章第 2 節 (店舗の分布図の作成) で説明したが、ここで概略を記す。この後の作業ではコンビニエンスストアとスーパーマーケットを区別したいので、まずコンビニエンスストアとスーパーマーケットの店舗リストを別々に作成する。その後、緑区の地図を表示した状態で、「レイヤ」「レイヤの追加」「デリミティッドテキストレイヤの追加」を選択し、「デリミティッドテキストファイルからレイヤを作成」ウィンドウで「参照」ボタンを押して位置情報を付したコンビニエンスストアの店舗リストの CSV ファイルを指定する。その際、「エンコーディング」が「System」になっていることを確認し、「ファイル形式」は「CSV(コンマで区切られた値)」を選び、また「X フィールド」が「fX」に、「Y フィールド」が「fY」になっていることを確認し、「OK」ボタンを押す。すると地図上に店舗の位置が表示されるが、地図ビューの上端に「CRS が定義されていません: デフォルト CRS EPSG:4326-WGS 84」と表示される。緑区の描画で使われている座標系 (平面直角座標系第 9 系, EPSG:2451) と異なるが、見た目では問題はない。これは座標系が異なっても自動的に同じ座標系にそろえて表示する「オンザフライ (OTF)」機能が働いているためである。店舗分布を表示するだけであれば、わざわざ座標系をそろえなくても構わないが、バッファ分析には影響が出るので、ここで座標系をそろえる作業を行おう。

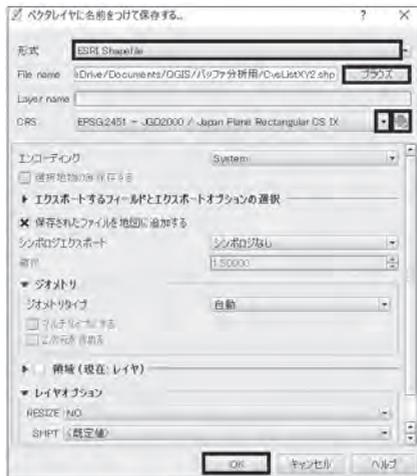
店舗レイヤの座標系を変更するために、以下の作業を行う。画面左にあるレイヤパネルで店舗のレイヤ (ここではレイヤ名「CvsListXY」) を右クリックし、

---

9) 店舗の位置データの作成方法は、高橋 (2017) の第 VI 章第 1 節 (店舗データの収集と位置情報の入手) を参照のこと。

出てくるリストから「名前をつけて保存する」を選ぶ。すると「ベクタレイヤに名前をつけて保存する」ウィンドウが出るので、「形式」を「ESRI Shapefile」とし、「File name」では「ブラウザ」ボタンを押して「バッファ分析用」フォルダに「CvsList: XY2」というファイル名で保存するように指定する(図表 III-2)。「CRS」ではドロップダウンリストに「EPSG:2451-JGD2000 / Japan Plane Rectangular CS IX」があればそれを選び、ない場合はドロップダウンリストを示す「▼」ボタンの右にある「CRS の選択」ボタンを押し、表示された「空間参照システム選択」ウィンドウにある「世界中の空間参照システム」のリストにある「投影座標系」「Transverse Mercator」「JGD2000 / Japan Plane Rectangular CS IX, EPSG:2451」を選び、「OK」ボタンを押す(図表 III-2)。そうするとレイヤパネルに「CvsListXY2」が追加される。念のためレイヤパネルにある「CvsListXY」と「CvsListXY2」のレイヤの「レイヤプロパティ」を表示する<sup>10)</sup>と各レイヤの座標系は異なっていることが確認できる。

図表 III-2 レイヤの座標系の変更



10) 各レイヤをダブルクリックすると、そのレイヤの「レイヤプロパティ」ウィンドウを表示できる。「一般情報」タブに、選択している座標系が表示される。

## フリーの GIS ソフトによる基本的な地域分析の方法

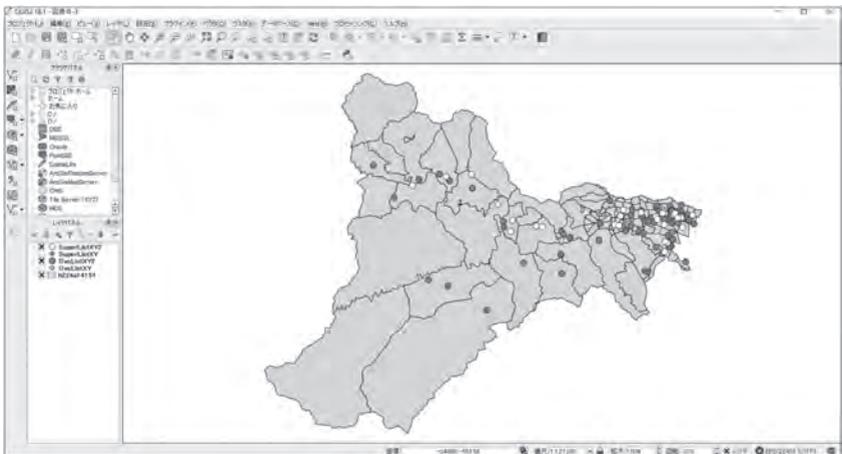
スーパーマーケットについても同様の作業を行う。すなわち店舗リストを読み込み「SuperListXY」レイヤとし、座標変換を行って「SuperListXY2」レイヤを作成する。図表 III-3 は、ここまでの作業でできた、緑区におけるコンビニエンスストアとスーパーマーケットの分布を示している。図表 III-1 と比べると、少し南北方向に引き伸ばされたように見えるが、これは用いた座標系の違いによるものである。

### 2. 基本的なバッファ分析

前節で作成した地図(図表 III-3)を用いてバッファ分析の説明を行いたい。この図において、仮にコンビニエンスストアの 500 メートル圏がその店舗の商圈とし、スーパーマーケットの場合は 1,000 メートル圏がその店舗の商圈としよう。そして、緑区の居住者のうち、どの程度の人々がこうした商圈内にいるのか、逆にどの程度の人々がこうした商圈から外れているのか、目安となる人口数を算出しよう。

店舗のバッファは以下の操作で設定できる。QGIS のメインメニューで「ベクタ」「空間演算ツール」「固定距離バッファ」を選ぶと、「固定距離バッファ」

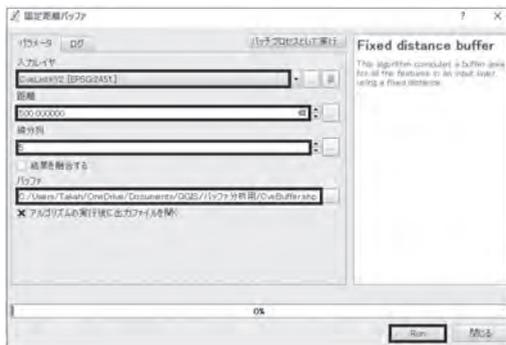
図表 III-3 平面直角座標系で示した緑区における店舗の分布



ウィンドウが表示される。ここで「入力レイヤ」に「CvsListXY2 [EPSG:2451]」を選び、「距離」は「500」とし、「線分列」<sup>11)</sup>は所与の「5」のままとし、「バッファ」欄の右にあるボタンを押し「ファイルへの保存」を選び、「バッファ分析用」フォルダに「CvsBuffer」という名称のシェープファイルとして保存する。「アルゴリズムの実行後に出力ファイルを開く」にチェックが入っていることを確認して、「Run」ボタンを押すとコンビニエンスストアに半径500メートルのバッファが描かれる(図表III-4,5)。レイヤパネルに「バッファ」レイヤが追加されるので、このレイヤの名称も「CvsBuffer」に変える。ここでバッファ表示に変更を加え、店舗の位置がわかるようにしたい。「CvsBuffer」レイヤのレイヤプロパティウィンドウを表示し、「透過率」のスライダーを移動して60%程度にした(図表III-6)。必要に応じ色も変えると、図表III-7で示すように、店舗の位置とそのバッファがわかりやすくなった。同様に、スーパーマーケットについて1,000メートルのバッファを加えたのが図表III-8である<sup>12)</sup>。この後の作業に使うので、この図を「店舗バッファ図」として保存しよう。

コンビニエンスストアの商圏が店舗から500メートル以内で、スーパーマーケットの商圏が店舗から1,000メートル以内と仮定して、各店舗の商圏内にい

図表 III-4 バッファの設定

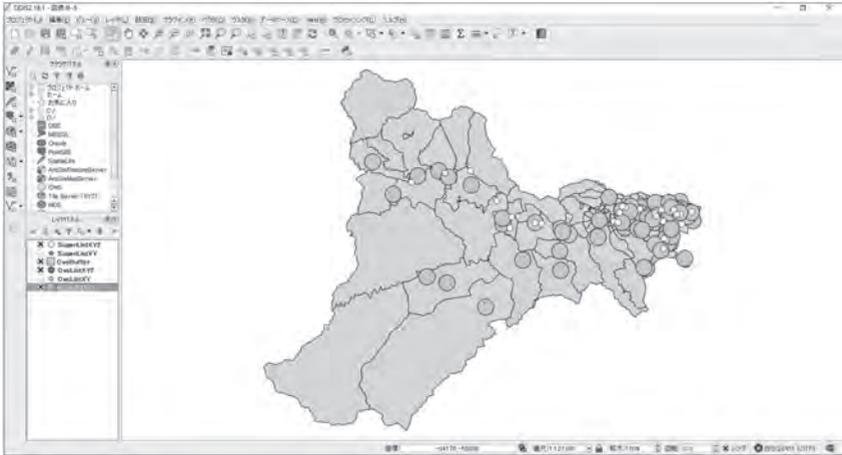


11) バッファを示す円を近似させる線分の数を示す。

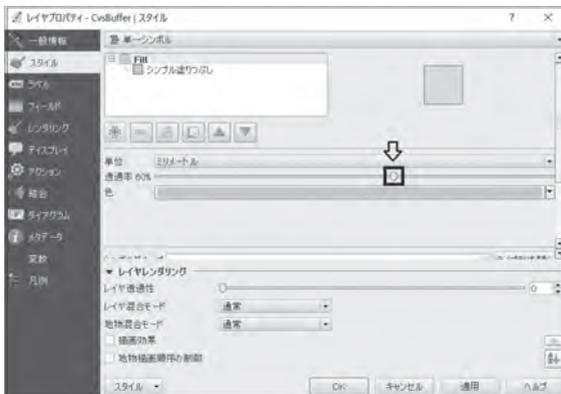
12) スーパーマーケットのバッファの「透過率」は80%程度とした。

## フリーの GIS ソフトによる基本的な地域分析の方法

図表 III-5 コンビニエンスストアのバッファ

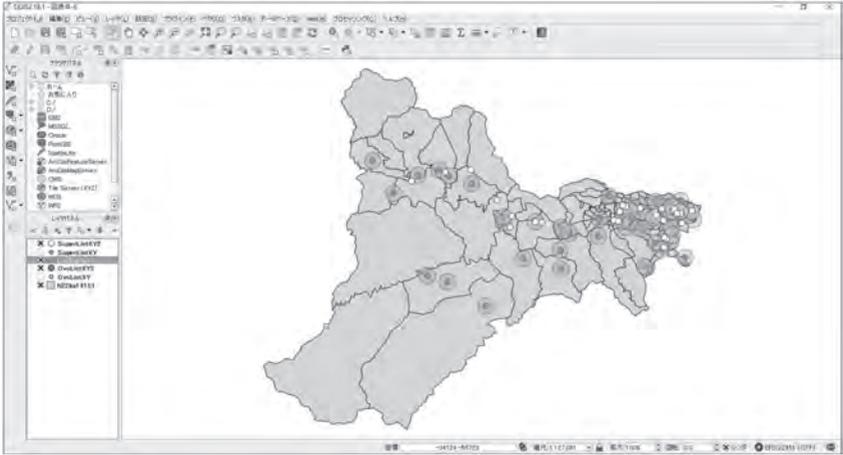


図表 III-6 バッファ表示の変更

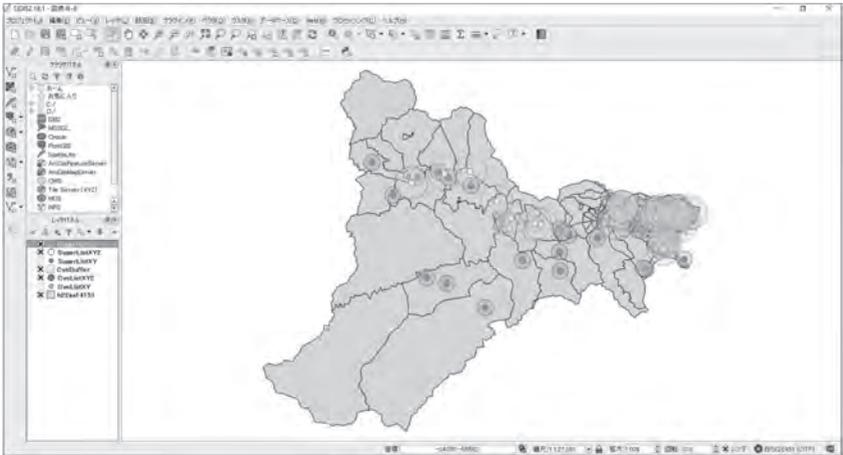


る人口数を算出しよう。各地区の人口数のデータが境界データに収められているので、その人口数を使い、図表 III-8 に示されている各地区内にその地区の人口が様に分布していると仮定して商圏人口を算出する。つまり地区ごとに、バッファで覆われている部分の面積とそうでない部分の面積の割合に比例させてその地区の人口数を割り振り、バッファの部分に割り当てられた人口を商圏

図表 III-7 バッファ表示の変更結果



図表 III-8 コンビニエンスストアとスーパーマーケットのバッファ

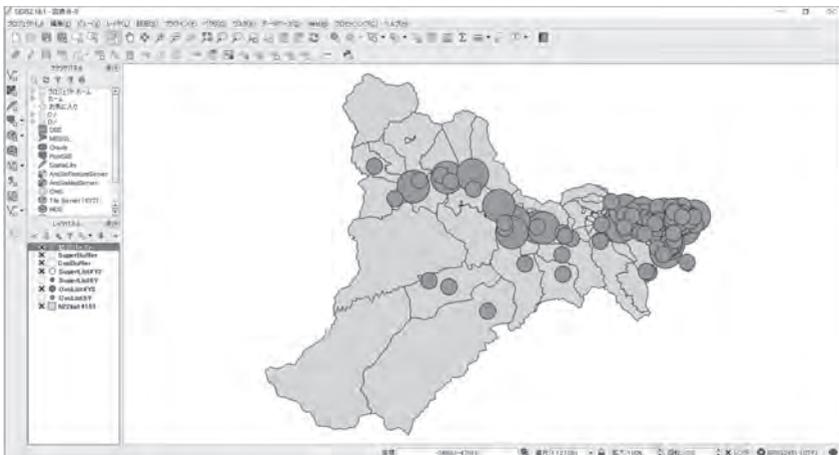


人口とする。例えばある地区の面積の割合が、バッファの部分 $\frac{3}{10}$ 、バッファからはずれた部分 $\frac{7}{10}$ で、その地区の人口が1,000人だった場合、この地区については300人が店舗の商圏内に居住し、700人が商圏外に居住するとみなす。この方法は「面積按分法」とも呼ばれる(大場, 2003)。

具体的には次のように作業を行う。まず、先ほど保存した「店舗バッファ図」(図表 III-8)において、コンビニエンスストアの500メートルのバッファとスーパーマーケットの1,000メートルのバッファを結合する。メニューバーの「ベクタ」「データマネジメントツール」「ベクタレイヤの結合」を選び、表示される「ベクタレイヤの結合」ウィンドウで、「パラメータ」タブにある「結合するレイヤ」で両バッファを選択後「OK」ボタンを押す。「結合された」には「結合バッファ」と入力し、「アルゴリズムの実行後に出力ファイルを開く」にチェックが入っているのを確認し、「Run」ボタンを押す。処理が終わるとレイヤパネルに「結合された」というレイヤが追加されるので、レイヤ名を「結合バッファ」と変えておく(図表 III-9)。この結合バッファは、コンビニエンスストアから500メートル以内、もしくはスーパーマーケットから1,000メートル以内となる空間範囲を示している。

次に、「結合バッファ」をクリップして「買い物到達圏」レイヤを作成する。クリップとは、指定したレイヤの範囲だけを抜き出す機能で、ここでは、「結合バッファ」内の人口数を算出するために、「結合バッファ」の空間範囲だけを抽出する。メニューバーの「ベクタ」「空間演算ツール」「クリップ」を選び、表

図表 III-9 コンビニエンスストアとスーパーマーケットのバッファの結合結果

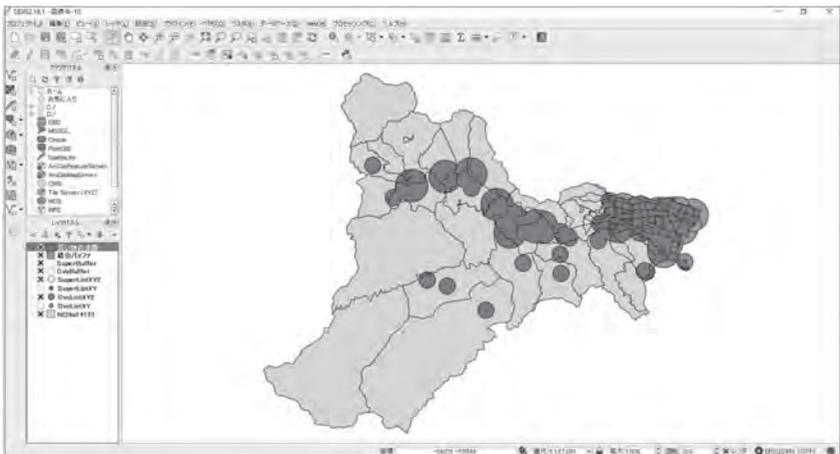


示される「クリップ」ウィンドウで、「パラメータ」タブの「入力レイヤ」に、人口数や面積のデータが入っているレイヤである「h22ka14151」を指定し、「レイヤをクリップする」に「結合バッファ」を指定し、「クリップされた」に「買い物到達圏」と入力し、「アルゴリズムの実行後に出力ファイルを開く」にチェックが入っているのを確認して「Run」ボタンを押す。レイヤパネルに「クリップされた」というレイヤが追加されるので、レイヤ名を「買い物到達圏」と変えておく（図表 III-10）。

次に、クリップされた地区の面積を算出するために、以下の作業を行う。メニューバーの「ベクタ」「ジオメトリツール」「ジオメトリカラムの出力／追加」を選び、「ジオメトリカラムの出力／追加」ウィンドウを出す。「パラメータ」タブの「入力レイヤ」で「買い物到達圏」を指定し、「計算に利用する」では「レイヤ CRS」を選び、「追加された地形の情報」では「買い物到達圏2」と入力し、「アルゴリズムの実行後に出力ファイルを開く」にチェックが入っているのを確認して「Run」ボタンを押す。レイヤパネルに「追加された地形の……」というレイヤが追加されるので、レイヤ名を「買い物到達圏2」と変える。

次に、クリップされた地区の人口数を算出する。ここでは、クリップされた

図表 III-10 結合バッファをクリップした結果



フリーの GIS ソフトによる基本的な地域分析の方法

地区の面積に人口密度を掛け合わせて人口数を算出する。「買い物到達圏2」の「レイヤプロパティ」ウィンドウで「フィールド」タブを表示し、「フィールド計算機」ボタンを押す(図表 III-11)。「フィールド計算機」ウィンドウが表示されるので、「既存のフィールドを更新する」にチェックを入れ、ドロップダウンリストから「JINKO」を選ぶ。「フィールド計算機」ウィンドウの中央エリアにある「フィールドと値」のボタンをクリックし(図表 III-12)、出てくるリストの下方にある「Density」<sup>13)</sup> をダブルクリックすると、式の入力欄に「“Density”」

図表 III-11 クリップされた統計区の人口の算出 (1)



図表 III-12 クリップされた統計区の人口の算出 (2)

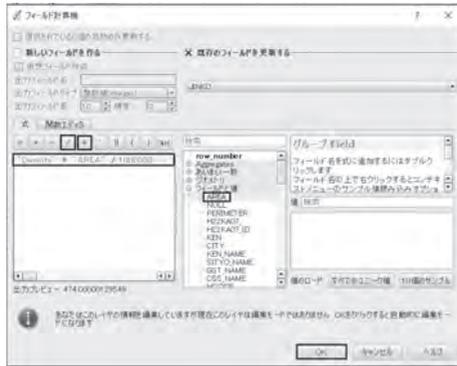


13) 「Density」がリストに入っていない場合は、「新しいフィールドを作る」にチェックを入れ、「JINKO」と「AREA」を使って「Density」を作成後、改めてここでの作業を行う。「Density」作成の詳細については高橋(2017)の第V章を参照のこと。

と入力される。この要領で、演算記号のボタンや数字のキーも使い、式の入力欄に「“Density” \* “area\_1” /1000000」<sup>14)</sup> と入力し「OK」ボタンを押す(図表 III-13)。その後、「編集モード切替」ボタンを押す(図表 III-14)、「保存」ボタンを押す。「OK」ボタンを押して、「レイヤプロパティ」ウィンドウを閉じる。

最後に、統計区ごとの人口を集計して、買い物到達圏内の人口を算出する。メニューバーの「ベクタ」「解析ツール」「数値フィールドの基本統計」を選び、「数値フィールドの基本統計」ウィンドウを出す。「パラメータ」タブの「ベク

図表 III-13 クリップされた統計区の人口の算出 (3)



図表 III-14 クリップされた統計区の人口の算出 (4)

ID	名称	フィールド名	統計名	統計値
1.0	AREA	面積	SUM	18.0
1.1	PESOMETR	面積	SUM	18.0
1.2	HEENAK7	面積	HE	0.0
1.3	HEENAK7.3D	面積	HE	0.0
4	KEN	面積	OSpring	0.0
5	ISTV	面積	OSpring	0.0
6	KEN.NAME	面積	OSpring	0.0
7	SETV.NAME	面積	OSpring	0.0
8	GET.NAME	面積	OSpring	0.0
9	OST.NAME	面積	OSpring	0.0

14) 「area\_1」のほかにも「AREA」があるが、後者は地区全体の面積で、前者はバッファ部分としてクリップされた部分の面積なので、間違えないようにすること。

フリーの GIS ソフトによる基本的な地域分析の方法

タレイヤーの入力」で「買い物到達圏2」を選び、「統計を計算するフィールド」で「JINKO」を選ぶ。「統計」で結果を保存するファイルを指定して、「Run」ボタンを押す。すると「結果」ウィンドウが表示され、「合計」が133,732人であることがわかる。これは、スーパーマーケット1,000メートルのバッファ内かコンビニエンスストア500メートルのバッファ内にいる人数で、比較的食料品の買い物をしやすい人数と考えることもできるだろう。この人数が、緑区の人口のどの程度にあたるのかを確認しよう。人口数や面積のデータが入っているレイヤである「h22ka14151」のレイヤを右クリックして属性テーブルを開き、属性テーブルの上方に並んでいるボタンから、「全てを選択」ボタンを押す(図表 III-15)、次に「選択している行をクリップボードへコピーする」を押して(図表 III-16) エクセルに貼り付け、「JINKO」の列の値を合計して人口総数を計算すると176,192人となる。あくまでも目安として使う数値ではあるが、緑区に住む人の76%は食料品を扱う店舗へのアクセスが比較的良好といえる。歩いて行ける範囲にコンビニエンスストアが1店舗あるだけで十分かという問題は

図表 III-15 「h22ka14151」レイヤの属性テーブルにおける操作 (1)

	AREA	PERIMETER	H22KA07_ID	KEN
1	12066030.000	17235.00	0	0.14
2	4501235.000	11403.420	0	0.14
3	8392582.000	19481.020	0	0.14
4	7094704.000	14481.080	0	0.14
5	4675820.000	12445.890	0	0.14

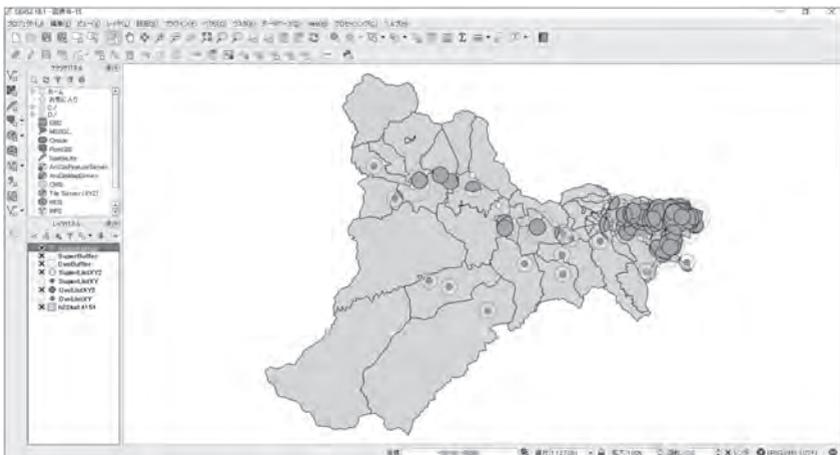
図表 III-16 「h22ka14151」レイヤの属性テーブルにおける操作 (2)

	AREA	PERIMETER	H22KA07_ID	H22KA07_NAME	H22KA07_NAME
1	12066030.000	17235.000	0		
2	4501235.000	11403.420	0	0.14	0.14
3	8392582.000	19481.020	0	0.14	0.14
4	7094704.000	14481.080	0	0.14	0.14
5	4675820.000	12445.890	0	0.14	0.14

あるので、近年取り上げられることの増えた「買い物弱者」となり得る状況を  
 かりうじて回避できる人数と見た方が適切かもしれない。

そこで、次に、スーパーマーケットから1,000メートルのバッファ内かつコ  
 ンビニエンスストアから500メートルのバッファ内にいる人数を算出してみよ  
 う。これまで作業を行った図は「買い物到達圏内人口推定用」等の名をつけて  
 保存し、改めて「店舗バッファ図」を読み込んで新たに作業を始めた方が、レ  
 イヤ構成が複雑にならずにすむ。スーパーマーケットとコンビニエンスストア  
 のバッファを示した地図において、メニューバーの「ベクタ」「空間演算ツ  
 ール」「交差」を選ぶと「交差」ウィンドウが表示される。このウィンドウの「パ  
 ラメータ」タブにある「入力レイヤ」では「SuperBuffer」を、「レイヤの交差」  
 では「CVSBuffer」を選び、その下にある「交差」には作成されるレイヤ名とし  
 て「Intersection」と入力し、「アルゴリズムの実行後に出力ファイルを開く」に  
 チェックが入っているのを確認して「Run」ボタンを押す。するとレイヤパネ  
 ルに「交差」というレイヤが追加されるので、レイヤ名を「Intersection」と変  
 える(図表 III-17)。このレイヤが示しているのは、スーパーマーケットへの距  
 離が1,000メートル以内であり、またコンビニエンスストアへの距離も500メ

図表 III-17 コンビニエンスストアとスーパーマーケットのバッファの交差結果



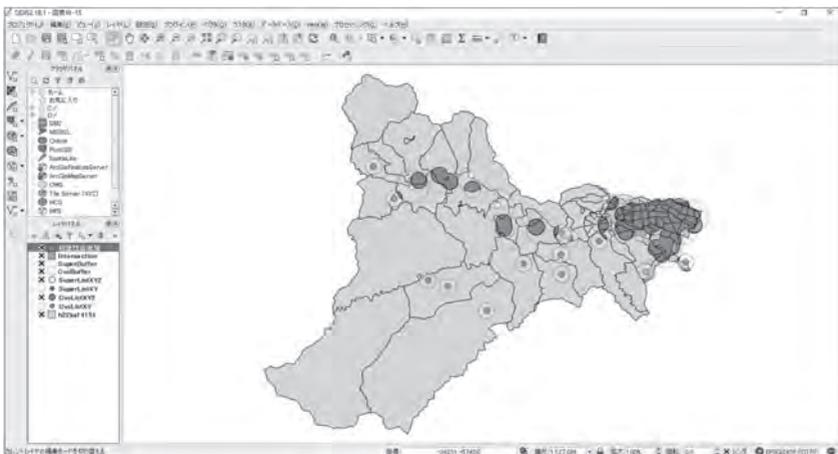
### フリーの GIS ソフトによる基本的な地域分析の方法

トル以内のエリアであるので、食料品の購入において比較的条件のよいエリアであると位置づけられる。先の作業と同様に、各地区内の人口分布が一様であると想定して、この「Intersection」レイヤ内の人口数を算出してみよう。

人口数を算出する手順は、先ほど買い物到達圏内の人口数を算出した手順と同様である。まず「Intersection」レイヤをクリップして「利便性高地域」レイヤを作成する。メニューバーの「ベクタ」「空間演算ツール」「クリップ」を選び、表示される「クリップ」ウィンドウで、「パラメータ」タブの「入力レイヤ」に、人口数や面積のデータが入っているレイヤである「h22ka14151」を指定し、「レイヤをクリップする」に「Intersection」を指定し、「クリップされた」に「利便性高地域」と入力し、「アルゴリズムの実行後に出力ファイルを開く」にチェックが入っているのを確認して「Run」ボタンを押す。「レイヤパネル」に「クリップされた」というレイヤが追加されるので、レイヤ名を「利便性高地域」と変えておく（図表 III-18）。

次に、クリップされた地区の面積を算出するために、以下の作業を行う。メニューバーの「ベクタ」「ジオメトリツール」「ジオメトリカラムの出力／追加」を選び、「ジオメトリカラムの出力／追加」ウィンドウを出す。「パラメータ」

図表 III-18 交差部分をクリップした結果



タブの「入力レイヤ」で「利便性高地域」を指定し、「計算に利用する」では「レイヤ CRS」を選び、「追加された地形の情報」では「利便性高地域 2」と入力し、「アルゴリズムの実行後に出力ファイルを開く」にチェックが入っているのを確認して「Run」ボタンを押す。レイヤパネルに「追加された地形の…」というレイヤが追加されるので、レイヤ名を「利便性高地域 2」と変える。

次に、クリップされた地区の人口数を算出する。ここでも、クリップされた地区の面積に人口密度を掛け合わせて人口数を算出する。「利便性高地域 2」の「レイヤプロパティ」ウィンドウで「フィールド」タブを表示し、「フィールド計算機」ボタンを押す。「フィールド計算機」ウィンドウが表示されるので、「既存のフィールドを更新する」にチェックを入れ、ドロップダウンリストから「JINKO」を選ぶ。「フィールド計算機」ウィンドウの中央エリアにある「フィールドと値」のボタンをクリックし、出てくるリストの下方にある「Density」<sup>15)</sup>をダブルクリックすると、式の入力欄に「“Density”」と入力される。この要領で、演算記号のボタンや数字のキーも使い、式の入力欄に「“Density” \* “area\_1” /1000000」と入力し「OK」ボタンを押す。その後、「編集モード切替」ボタンを押し、「保存」ボタンを押す。「OK」ボタンを押して、「レイヤプロパティ」ウィンドウを閉じる。

最後に、統計区ごとの人口を集計して、「利便性高地域 2」内の人口を算出する。メニューバーの「ベクタ」「解析ツール」「数値フィールドの基本統計」を選び、「数値フィールドの基本統計」ウィンドウを出す。「パラメータ」タブの「ベクタレイヤーの入力」で「利便性高地域 2」を選び、「統計を計算するフィールド」で「JINKO」を選ぶ。「統計」で結果を保存するファイルを指定して、「Run」ボタンを押す。すると「結果」ウィンドウが表示され、「合計」が95,936人であることがわかる。これは、スーパーマーケット1,000メートルのバッファ内において、かつコンビニエンスストア500メートルのバッファ内にいる人数で、先ほど出した人数(133,732人)よりも買い物をしやすい地域にいる人数といえ

15) 先ほどと同様に、「Density」がリストに入っていない場合は作成してから、ここでの作業を行う。

るだろう。この人数は緑区に住む人の 54% に相当する。

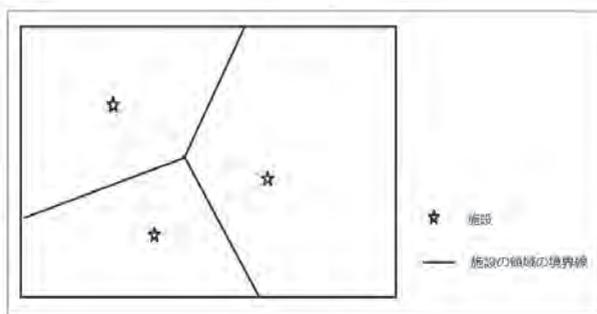
#### IV. ボロノイ分割とその応用

複数の施設が存在し、一番近い施設を利用すると想定した時に、各施設の影響圏（領域）は、隣接する 2 つの施設を結ぶ線分の垂直二等分線で構成される多角形として表すことができる（図表 IV-1）。こうした領域分割のやり方はボロノイ分割と呼ばれる。ここでは、相模原市緑区における消防署のおおよその担当領域をボロノイ分割によって求め、領域内の人口数がほぼ同じなのか、ある程度差があるのかを確認しよう。火災の発生率が一律だとすると、人口分布にある程度対応して消防署が配置され、火災現場に近い消防署から消防車が派遣されると考えられるので、ボロノイ分割による検討には比較的適した例だと思われる。ただしここではボロノイ分割の方法を説明するのが目的なので、ボロノイ分割の結果に基づいただけの検討を行う。実際には夜間人口だけではなく昼間人口を考慮することも必要だし、木造家屋の分布や隣接する自治体との連携も考慮する必要がある等、分析としては不十分なことは否めない。

##### 1. ボロノイ分割の準備

まず緑区に配置されている消防署のリストを作成し、各消防署の位置データ

図表 IV-1 ボロノイ分割の例



を取得し、地図上に表示したい。相模原市のHPから、市内にある消防署の情報を入手できる<sup>16)</sup>。それに基づき、緑区にある消防署のリストを作成した(図表IV-2)<sup>17)</sup>。消防署の住所に基づき、消防署の位置を示す緯度と経度のデータを取得したい。高橋(2017)の第VI章(施設の分布を示す地図の作成)で説明した、東京大学空間情報科学研究センターが提供している「CSV アドレスマッチングサービス」を利用して位置情報を入手しよう<sup>18)</sup>。図表IV-2で示したリストをCSVファイルとして保存し、「CSV アドレスマッチングサービス」に送信する。その際、「住所を含むカラム番号」には、このファイルの場合は「2」を入力する。「入力ファイルの漢字コード」は「自動設定」のままでよいが、図表IV-2にあるように1行目に漢字の入ったセル(ここではB1セルの「住所」)がないと、返送されたファイルに文字化けが生じてしまう。

返送されてきたファイルは送ったファイルと同じ名称がついているので、元のファイルを上書きしないように、別の名称をつけて保存しよう。図表IV-3に

図表IV-2 緑区における消防署のリスト

	A	B
1		住所
2	北消防署	神奈川県相模原市緑区橋本4-16-6
3	北消防署大沢分署	神奈川県相模原市緑区大鳥1745-1
4	北消防署相原分署	神奈川県相模原市緑区相原4-14-9
5	北消防署城山分署	神奈川県相模原市緑区川尻1699-1
6	津久井消防署	神奈川県相模原市緑区寸沢嵐574-2
7	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市緑区吉野433-1
8	津久井消防署青根分署	神奈川県相模原市緑区青根1372-1
9	津久井消防署鳥屋出張所	神奈川県相模原市緑区鳥屋789-7

16) [http://www.city.sagamihara.kanagawa.jp/shisetsu/fire\\_etc/fire/index.html](http://www.city.sagamihara.kanagawa.jp/shisetsu/fire_etc/fire/index.html) (2019年1月現在)

17) 2019年1月現在のもの。津久井消防署救急隊派出所は、関係者に確認したところ消防車は配置されていないとのことなので、リストには含めなかった。また同サイトにある説明によると、津久井消防署の管轄区域は津久井地区、相模湖地区、藤野地区で、北消防署の管轄区域は、津久井消防署の管轄区域以外の緑区の区域となっている。

18) <http://newspat.csis.u-tokyo.ac.jp/geocode-cgi/geocode.cgi?action=start> (2019年1月現在) 高橋(2017)で紹介したURLとは異なる。ただし入力画面の構成に変化はない。

図表 IV-3 位置情報の入った消防署のリスト

	A	B	C	D	E	F	G
1		住所	LocName	FX	FY	IConf	iLvl
2	北消防署	神奈川県相模原市緑区橋本4-16-6	神奈川県/相模原市/緑区/橋本/四丁目/16番	139.349	35.59716	5	7
3	北消防署大沢分署	神奈川県相模原市緑区大島1745-1	神奈川県/相模原市/緑区/大島/1745番地	139.3261	35.57456	5	7
4	北消防署相原分署	神奈川県相模原市緑区相原4-14-9	神奈川県/相模原市/緑区/相原/四丁目/14番	139.3206	35.59933	5	7
5	北消防署観山分署	神奈川県相模原市緑区川尻1699-1	神奈川県/相模原市/緑区/川尻/1699番地	139.3081	35.59053	5	7
6	津久井消防署	神奈川県相模原市緑区寸沢嵐574-2	神奈川県/相模原市/緑区/寸沢嵐/574番地	139.2239	35.5989	5	7
7	津久井消防署緑区緑派出所	神奈川県相模原市緑区去井157-1	神奈川県/相模原市/緑区/去井/157番地	139.2652	35.58335	5	7
8	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市緑区吉野433-1	神奈川県/相模原市/緑区/吉野/433番地	139.1663	35.61607	5	7
9	津久井消防署青根分署	神奈川県相模原市緑区青根1372-1	神奈川県/相模原市/緑区/青根	139.1185	35.51739	5	5
10	津久井消防署鳥屋派出所	神奈川県相模原市緑区鳥屋789-7	神奈川県/相模原市/緑区/鳥屋/789番地	139.2225	35.54525	5	7

示した内容を見ると、住所から経緯度に変換する際使われた住所の階層レベルを示す「iLvl」が、津久井消防署青根分署のものだけ「5」と低くなっている。C列にある、変換に使われた住所をみると青根までで、番地が変換に使われていない。念のためグーグルマップで取得できる経緯度の値と比べてみると<sup>19)</sup>、青根分署のものだけ違いが少し大きめであったため、以降の分析は、青根分署の経緯度だけ、グーグルマップで得た値に差し替えて行った。

次に、緑区の地図を作成し、位置情報のついた消防署のリストを読み込み、消防署の位置を地図上に表示しよう。具体的には高橋(2017)の第VI章第2節(店舗の分布図の作成)と同じ作業なので、ここでは要点のみ示す。「レイヤ」「レイヤの追加」「バクタレイヤの追加」を選び、緑区の境界データ(シェープファイル)を指定し、緑区の地図を表示する<sup>20)</sup>。次に「レイヤ」「レイヤの追加」「デリミテッドテキストレイヤの追加」を選び、「デリミテッドテキストファイルからレイヤを作成」ウィンドウで、図表IV-3に示した内容のCSVファイルを指定し、地図上に消防署の位置を表示する。消防署の位置を示すレイヤには緑区の地図とは異なる座標系が使われるので、位置の表示だけであれば自動的に修正が行われて問題はないものの、ボロノイ分割を行う段階で影響がでる

19) グーグルマップのWebサイトで、検索ボックスを使い津久井消防署青根分署の位置を建物が表示されるスケールで表示させ、その場所を右クリック後、「この場所について」を選ぶと、緯度と経度が表示される。

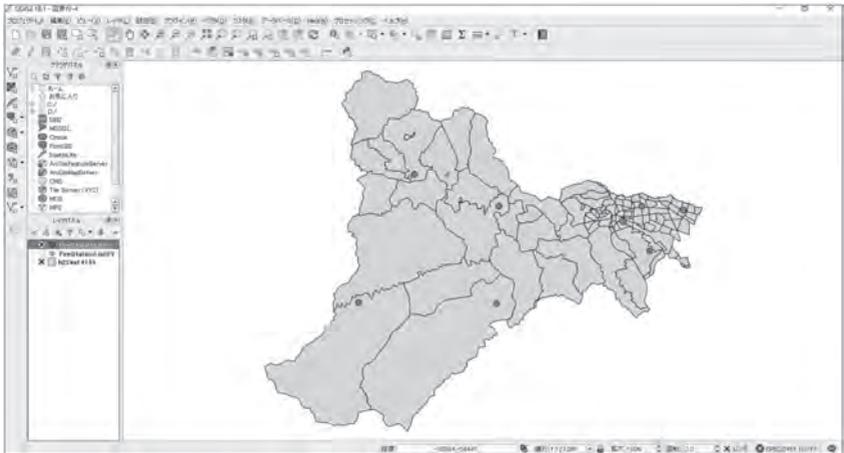
20) この作業で必要になるので、この段階で、境界データの属性テーブルに「Density」が入っているかを確認するとよい。入っていない場合は、バッファ分析で説明した要領で「Density」を追加しておく。

ので、消防署の位置を示すレイヤの座標系も緑区の地図と同じ、「EPSG:2451」にそろえておく<sup>21)</sup>。ここまでの作業でできた図を図表 IV-4 に示す。

## 2. ボロノイ分割

ボロノイ分割の作業は以下のように行う。QGIS のメインメニューで「ベクタ」「ジオメトリツール」「ボロノイポリゴン」を選び、「ボロノイポリゴン」ウィンドウを出す。「パラメータ」タブを表示し「入力レイヤ」では「FireStationListXY2 [EPSG:2451]」を選び、「バッファ領域」はこの場合「80」とする。「ボロノイポリゴン」では右側のボタンを押し、「ファイルへの保存」を選ぶ。「ファイル保存」ウィンドウが出るので、「ファイルの種類」を「SHP ファイル (\*.shp)」とし、「エンコード」は「System」とし、ボロノイ分割用のフォルダに「消防署ボロノイ」というファイル名で保存するように設定し、「保存」ボタンを押す。

図表 IV-4 緑区における消防署の立地



21) 本稿第 III 章第 1 節（バッファ分析の準備）における、店舗の位置データの読み込みに関する説明を参照のこと。消防署のレイヤを新たなレイヤ「FireStationListXY2」として保存する時に、座標系が「EPSG:2451」となるように指定する。消防署の位置を読み込んだ段階でのレイヤ（「FireStationListXY」）の座標系を変更するだけではうまくいかない。

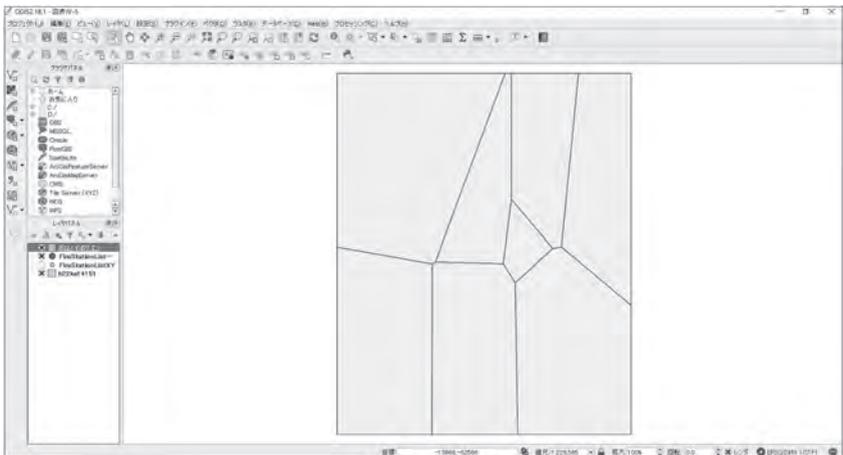
「ボロノイポリゴン」のウィンドウに戻るので、「アルゴリズムの実行後に出力ファイルを開く」にチェックが入っているのを確認し「Run」ボタンを押すと、ボロノイポリゴンが表示される（図表 IV-5）。このままだと緑区の地図が見えないので、レイヤパネルにある「ボロノイポリゴン」の「レイヤプロパティ」ウィンドウの「スタイル」タブで「透過率」を 60% 程度にしたのが図表 IV-6 である。

図表 IV-6 では、相模原市緑区にある 8 つの消防署のそれぞれの領域が示されている。直線距離で測った場合だが、各消防署の領域は、その消防署に一番近いエリアを示している。先述したように、この結果だけでは不十分だが、火災現場に少しでも早く到達するために、一番近い消防署から消防車を派遣するのが望ましいことを考えると、おおまかな目安としての意味はあるだろう。そこで、各領域内の人口を算出し、領域内の人口がある程度一定なのか、あるいは消防署ごとに比較的大きな違いがあるのかを確認しよう。

### 3. ボロノイ分割結果の検討のための追加作業

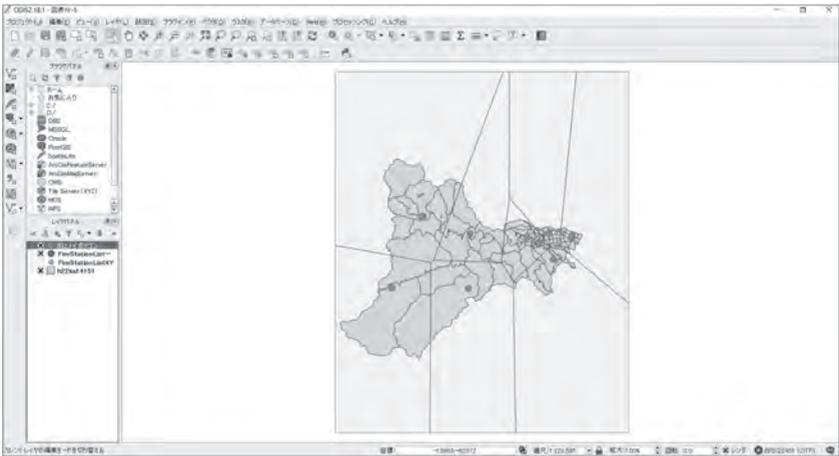
各消防署管轄域の人口を算出するために、以下の作業を行う。ボロノイ分割

図表 IV-5 ボロノイポリゴンの表示 (1)



の結果作成されたレイヤである「ボロノイポリゴン」(図表 IV-6)の属性テーブルには、消防署の情報しか入っていない(図表 IV-7)。そこで、各ボロノイポリゴンにどの地区が属しているのかを示すレイヤを新たに作りたい。その上で、複数の消防署の管轄域に分割された地区については、それぞれの管轄域に属する部分の面積を計算し、地区内では人口分布が一様であると仮定して、面積に比例させて、各管轄域に属する部分の人口数を算出する。コンビニエンスストアとスーパーマーケットの商圈人口を算出した時と同様に、面積按分法を用いて、各消防署の管轄域内の人口を推定するわけである。

図表 IV-6 ボロノイポリゴンの表示 (2)



図表 IV-7 「ボロノイポリゴン」の属性テーブル

Field 1	住所	LocName	FX	FY	IContf	北緯
1	津久井消防署	神奈川県相模...	139.166333...	35.6160700...	5	7
2	北消防署大...	神奈川県相模...	139.326069...	35.5748589...	5	7
3	津久井消防署	神奈川県相模...	139.129290...	35.5452470...	5	5
4	北消防署相...	神奈川県相模...	139.320660...	35.5993900...	5	7
5	北消防署	神奈川県相模...	139.346660...	35.5971600...	5	7
6	北消防署相...	神奈川県相模...	139.306060...	35.6063000...	5	7
7	津久井消防署	神奈川県相模...	139.223908...	35.5969000...	5	7
8	津久井消防署	神奈川県相模...	139.223460...	35.5452500...	5	7

まず、各消防署の管轄域に属する地区を示すレイヤを作成しよう。図表 IV-6 に示される作業の段階で、メインメニューの「ベクタ」「空間演算ツール」「交差」を選び、「交差」ウィンドウを表示させる。「パラメータ」タブの「入力レイヤ」として消防署の管轄域を示している「ボロノイポリゴン」を、「レイヤの交差」に地区に関する情報が入っている「h22ka14151」を指定する。「交差」には「Intersection」と入力し、「アルゴリズムの実行後に出力ファイルを開く」にチェックが入っているのを確認し、「Run」ボタンを押す(図表 IV-8)。すると「交差」というレイヤがレイヤパネルに追加されるので、レイヤ名を「Intersection」に変える。このレイヤの属性テーブルを開くと、各消防署の管轄域に属する地区の属性が表示される(図表 IV-9)。例えば「津久井消防署藤野分署」は 14 行分あるが、この消防署の管轄域には 14 地区が含まれ、それぞれの地区の面積(図表 IV-9 にある「AREA」の列)や人口(属性テーブルの右方向の列にあるので図表 IV-9 では示されていない)がわかる。ただし、この段階では、別の消防署の管轄域にも属している地区もその地区全体の面積や人口が示されているため、このままでは各管轄域の人口数の算出はできない。

そこで、複数の消防署の管轄域に属している地区について、各管轄域に属する部分の面積がわかるように、次の作業を行う。メインメニューの「ベクタ」「空間演算ツール」「クリップ」を選び、「クリップ」ウィンドウを表示させる。「パラメータ」タブの「入力レイヤ」では「交差」を、「レイヤをクリップする」

図表 IV-8 「交差」ウィンドウでの対応

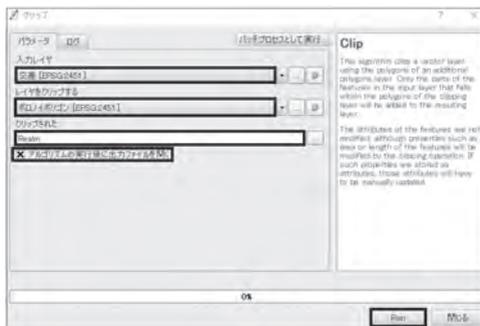


では「ボロノイポリゴン」を、「クリップされた」に、ここでは「Realm」<sup>22)</sup>と入力する。「アルゴリズムの実行後に出力ファイルを開く」にチェックが入っているのを確認し、「Run」ボタンを押す(図表 IV-10)。レイヤパネルに「クリップされた」というレイヤが追加されるので、名称を「Realm」に変えておく。クリップされた各地区の面積を算出するために、メインメニューの「ベクタ」「ジオメトリツール」「ジオメトリカラムの出力/追加」を選び、「ジオメトリカラムの出力/追加」ウィンドウを出す。「パラメータ」タブの「入力レイヤ」では「Realm」を、「計算に利用する」では「レイヤ CRS」を選び、「追加された地形

図表 IV-9 「交差レイヤ」の属性テーブル(部分)

	Field 1	住所	LocName	IX	IY	ICorrf	ILvl	AREA	PERIMETER
1	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13616634	3561607	5	7	12066030.00	17235.05000
2	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13616634	3561607	5	7	4501335.00	11401.42000
3	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13616634	3561607	5	7	8362592.00	19461.02000
4	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13616634	3561607	5	7	7064704.00	14461.06000
5	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13616634	3561607	5	7	4875620.00	12445.89000
6	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13616634	3561607	5	7	2600686.00	10220.75000
7	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13616634	3561607	5	7	1106234.0000	2269.38100
8	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13616634	3561607	5	7	3737594.00	14062.76000
9	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13616634	3561607	5	7	4854629.00	15045.06000
10	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13616634	3561607	5	7	4930951.00	11930.89000
11	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13616634	3561607	5	7	4599738.00	10410.97000
12	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13616634	3561607	5	7	3134735.000	625.11200
13	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13616634	3561607	5	7	10876690.00	22771.27000
14	津久井消防署藤野分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13616634	3561607	5	7	26522550.00	3118319.0000
15	北郡原署大沢分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13632610	3557456	5	7	5690478.00	14878.35000
16	北郡原署大沢分署	神奈川県相模原市	神奈川県相模原市	13632610	3557456	5	7	2658894.0000	2703.21700

図表 IV-10 「クリップ」ウィンドウでの対応

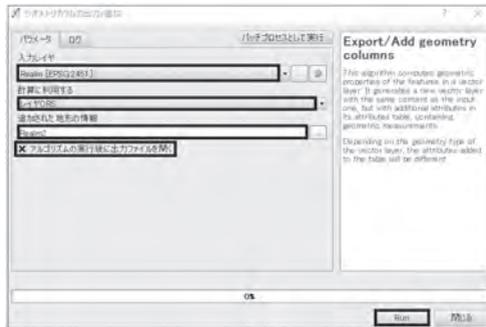


22) 別の任意の名称をつけても構わない。

フリーの GIS ソフトによる基本的な地域分析の方法

の情報」では「Realm2」と入力し、「アルゴリズムの実行後に出力ファイルを開く」にチェックが入っているのを確認後、「Run」ボタンを押す(図表 IV-11)。レイヤパネルに「追加された地形の……」というレイヤが追加されるので、レイヤ名を「Realm2」に変える。このレイヤの属性テーブルを開いてみると、テーブルの右端に「area\_1」と「perimete\_1」の2列が加えられているのがわかる(図表 IV-12)。この2列に示される値は、各地区のうち当該管轄域(図表 IV-12 の場合は津久井消防署藤野分署の管轄域)に入っている部分の面積と周長である。1行目の地区はすべてが津久井消防署藤野分署の管轄域に入っているなので、属性テーブルの左側にある「AREA」の列にある値と同じだが、4行目の地区は一部しかこの管轄域に入っていないので、「AREA」と「area\_1」の値に大きな違いがあることも確認できる<sup>23)</sup>。

図表 IV-11 「ジオメトリカラムの出力/追加」ウィンドウでの対応



図表 IV-12 「Realm2」レイヤの属性テーブル(一部)

H22KA14_ID	Density	area_1	perimete_1
1	79.047580	12056029.1...	17235.0463...
2	105.302094	4428471.20...	10915.2627...
3	154.302931	8392582.21...	19461.0161...
4	282.748116	982388.528...	5793.97951...
5	417.160601	4875819.72...	12445.8857...

23) 4行目の地区の場合、「AREA」は7,094,704(図表 IV-9 参照)、「area\_1」は982,389(図表 IV-12 参照)である。

次に、面積按分法を用いて、各消防署の管轄域内の人口数を算出する。この作業は、先にコンビニエンスストアとスーパーマーケットのバッファ領域に入る人口数を算出したのと同じ手順である。まず、クリップされた地区の面積に人口密度を掛け合わせて人口数を算出する。「Realm2」の「レイヤプロパティ」ウィンドウで「フィールド」タブを表示し、「フィールド計算機」ボタンを押し「フィールド計算機」ウィンドウを表示させる。「既存のフィールドを更新する」にチェックを入れ、ドロップダウンリストから「JINKO」を選ぶ。「フィールド計算機」ウィンドウの中央エリアにある「フィールドと値」のボタンをクリックし、出てくるリストの下方にある「Density」をダブルクリックすると、式の入力欄に「“Density”」と入力される。この要領で、演算記号のボタンや数字のキーも使い、式の入力欄に「“Density” \* “area\_1” / 1000000」と入力し「OK」ボタンを押す。その後、「編集モード切替」ボタンを押し、「保存」ボタンを押す。「OK」ボタンを押して、「レイヤプロパティ」ウィンドウを閉じる。

最後に、各消防署の管轄域内の人口を算出する作業を行う。レイヤ「Realm2」の属性テーブルの内容をエクセルにコピーして作業を進めよう。バッファ分析の時と同様に(図表 III-15, 16 参照), レイヤ「Realm2」の属性テーブルを開き、「すべてを選択」ボタンを押し、次に「選択している行をクリップボードへコピーする」ボタンを押してエクセルに貼り付ける。列の数が多いので、作業に必要な列を削除しよう。ここでは、消防署の列 (field\_1), 地区名 (MOJI), 面積按分して算出した人口数 (JINKO) を残した。参考のために、地区の面積 (AREA), 地区コード (KEYCODE2), 地区の人口密度 (Density), 面積按分のために使用した地区の面積 (当該消防署の管轄域に属する部分の面積, area\_1) も残した(図表 IV-13)。おおよそ消防署の管轄域ごとにまとまって並んでいるが、分断されている場合もある。例えば図表 IV-13 で示された部分でいうと、「津久井消防署藤野分署」に属する 14 地区の後に「津久井消防署青根分署」に属する牧野地区の行が入っているが、「津久井消防署青根分署」に属する他の地区は、次の「北消防署城山分署」の後の行にも示されている。そこで、消防署ごとに、その管轄域に属する地区をまとめたい。ここでは別のシートで、コピー

貼り付けの作業を行い、管轄域ごとの人口の合計値を算出した（図表 IV-14）。

#### 4. ボロノイ分割結果の検討

分析結果をみると、各消防署の最寄地区を管轄域とした場合、管轄域内人口には比較的大きな違いのあることがわかる。管轄域内人口が一番多いのは、区の東部にある北消防署の4万人あまりで、一番少ないのは、西南部にある津久井消防署青根分署の3千人弱となっている。こうした違いを検討するために、本稿の最初で行った、地図の重ね合わせを行おう。

まず、ボロノイ分割の結果と人口密度分布との対応を検討する。図を見やす

図表 IV-13 エクセルに貼り付けたデータの加工

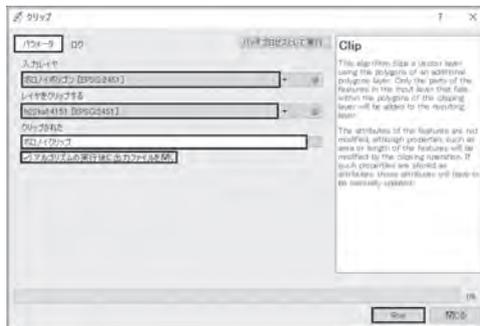
	A	B	C	D	E	F	G
1	field_1	AREA	KEYCODE? MOJI		HINKO	Density	area_1
2	津久井消防署藤野分署	12,056,030	1510490 佐野川		983	79.05	12,056,029
3	津久井消防署藤野分署	4,501,335	1510390 小原		466	105.30	4,425,471
4	津久井消防署藤野分署	8,392,582	1510430 壹野		1,295	154.30	8,392,582
5	津久井消防署藤野分署	7,094,704	1510400 千木良		278	282.75	982,389
6	津久井消防署藤野分署	4,875,820	1510380 与瀬		2,034	417.16	4,875,820
7	津久井消防署藤野分署	2,600,986	1510450 澤井		659	253.37	2,600,986
8	津久井消防署藤野分署	110,523	1510450 澤井		0	0.00	110,523
9	津久井消防署藤野分署	3,737,594	1510440 小淵		1,922	514.23	3,737,594
10	津久井消防署藤野分署	4,859,269	1510410 若柳		228	309.72	736,778
11	津久井消防署藤野分署	4,930,951	1510460 日連		1,891	383.50	4,930,951
12	津久井消防署藤野分署	4,606,738	1510470 名倉		1,142	247.90	4,606,737
13	津久井消防署藤野分署	31,347	1510500 与瀬本町		162	5,167.90	31,347
14	津久井消防署藤野分署	10,176,690	1510420 守沢嵐		294	335.57	877,565
15	津久井消防署藤野分署	28,523,550	1510480 牧野		1,093	81.27	13,452,877
16	津久井消防署青根分署	28,523,550	1510480 牧野		915	81.27	11,263,377
17	北消防署城山分署	3,538,589	1510270 三井		122	286.10	428,162
18	北消防署城山分署	3,582,823	1510290 中野		45	1,395.83	32,367

図表 IV-14 ボロノイ分割の結果

	管轄域内人口（推定，2010年，人）
北消防署	40,748
北消防署大沢分署	29,473
北消防署相原分署	34,168
北消防署城山分署	31,126
津久井消防署	18,417
津久井消防署藤野分署	12,417
津久井消防署青根分署	2,862
津久井消防署鳥屋出張所	6,979
計	176,190

くするために、図表 IV-6 で示した分割結果から、ボロノイポリゴンの周辺部を除き緑区の部分だけを示したい。図表 IV-6 で示される作業の段階で、入力レイヤとしてボロノイポリゴンを、クリップレイヤとして緑区を指定して、緑区の部分を切り取る作業を行う。具体的には、メインメニューの「ベクタ」「空間演算ツール」「クリップ」を選び、表示された「クリップ」ウィンドウで、「パラメータ」タブが表示されていることを確認し、「入力レイヤ」では「ボロノイポリゴン」を、「レイヤをクリップする」では「h22ka14151」を指定し、「クリップされた」には「ボロノイクリップ」と入力し、「アルゴリズムの実行後に出力ファイルを開く」にチェックが入っていることを確認後、「Run」ボタンを押す(図表 IV-15)。レイヤパネルに「クリップされた」というレイヤが追加されるので、このレイヤの名称を「ボロノイクリップ」として、このレイヤと消防署のレイヤだけを表示したのが図表 IV-16 である<sup>24)</sup>。この図はあとでも使うので、ここで保存しておきたい。ただし、このままプロジェクト名をつけて保存するとレイヤ「ボロノイクリップ」の内容が消えてしまうので、ここで「ボロノイクリップ」レイヤを「ボロノイクリップ2」として保存した上で<sup>25)</sup>、プロジェ

図表 IV-15 ボロノイ分割後の緑区のクリップ (1)

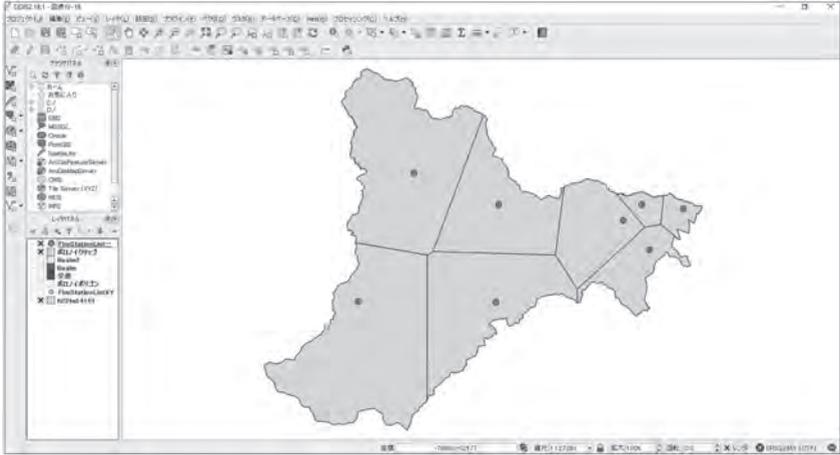


24) レイヤパネルにある「ボロノイポリゴン」のチェックをクリックしてはなし、そのレイヤを表示しないようにできる。また消防署の位置を示すレイヤ「FireStation-ListXY2」を左クリックしたまま「ボロノイクリップ」レイヤの上に移動して、消防署の位置も表示させるとよい。

25) 「ボロノイクリップ」レイヤを右クリックし、「名前をつけて保存する」を選ぶ。

## フリーの GIS ソフトによる基本的な地域分析の方法

図表 IV-16 ボロノイ分割後の緑区のクリップ (2)



クト名を「図表 IV-16」として保存するとよい。

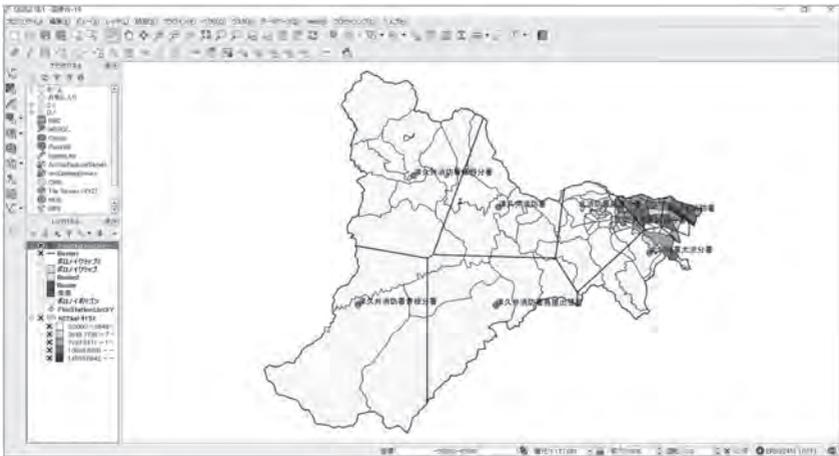
クリップしたボロノイ分割結果と人口密度分布図を重ね合わせよう。重ね合わせに必要なのは、ボロノイポリゴンの境界線だけなので、「ボロノイクリップ 2」レイヤから境界線だけを抽出したい。そうでないと、人口密度の分布を示すレイヤと重ねた時に、人口密度の表示がうまくできない。「ボロノイクリップ 2」レイヤの透過度を 100% にして、人口密度の分布を示すと、ボロノイポリゴンの境界線も表示されなくなってしまう。境界線が見える程度にレイヤの透過度を上げると、レイヤの重なり合いにより人口密度の階級が正しく表示されなくなってしまうので、境界線だけ抽出して、新たなレイヤとしたい。メインメニューの「ベクタ」「ジオメトリツール」「ポリゴンをラインへ」を選び、「ポリゴンをラインへ」ウィンドウを出す。「パラメータ」タブの「入力レイヤ」では「ボロノイクリップ 2」を選び、「ポリゴンからのライン」欄に「Border」と入力し、「アルゴリズムの実行後に出力ファイルを開く」にチェックが入っていることを確認して「Run」ボタンを押す。レイヤパネルに「ポリゴンからのライン」レイヤが作成されるので、レイヤ名を「Border」に変え、このレイヤをダブルクリックして「レイヤプロパティ」ウィンドウを出し、「スタイル」タブで線の

色や太さを変えるとよい。

最後に、レイヤパネルにあるレイヤ「h22ka14151」の「レイヤプロパティ」ウィンドウの「スタイル」タブで人口密度のコロプレス図を作成する設定をし<sup>26)</sup>、このレイヤも表示するようにレイヤにチェックをいれたものが図表IV-17である<sup>27)</sup>。ここでは、消防署の名称も表示した<sup>28)</sup>。緑区の東部に位置する北消防署や北消防署相原分署の管轄域は人口密度も高く、その分、ポロノイ分割で設定した管轄域も狭い。一方、区の西部は人口密度も低く、こうした地域を担当する津久井消防署、津久井消防署藤野分署、津久井消防署青根分署、津久井消防署鳥屋出張所のポロノイポリゴンは大きめになっていることがわかる。

次に、地理院地図とポロノイ分割の結果を重ね合わせてみよう。本稿の第II章で説明した要領で、地理院地図のレイヤを読み込む。ここでは図表IV-16に

図表IV-17 ポロノイ分割結果と人口密度分布の重ね合わせ



26) 設定の詳細は、本稿の第II章(重ね合わせによる地域特性の読み取り)を参照のこと。

27) レイヤパネルにある「ポロノイクリップ2」および「ポロノイクリップ」のチェックをはずし、このレイヤを表示させないようにする。

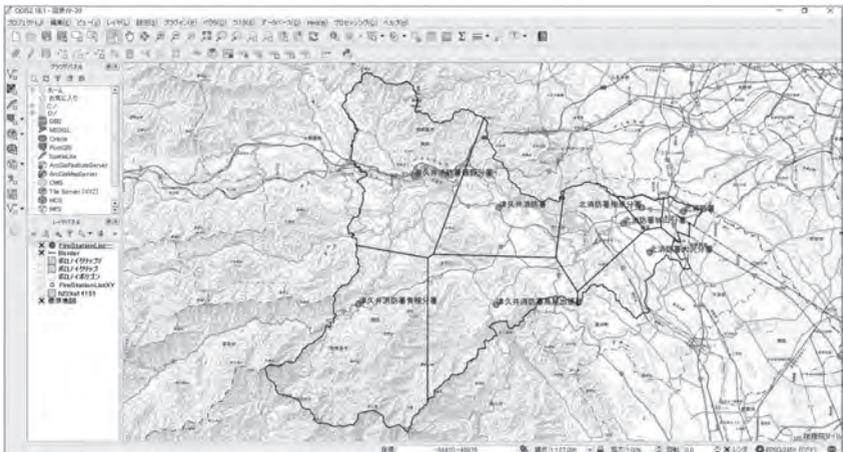
28) レイヤパネルにあるレイヤ「FireStationListXY2」のプロパティの「ラベル」タブで、「このレイヤのラベル表示」を選び、「ラベル」欄で「field\_1」を選び、フォントの大きさや色、配置する位置を設定する。

地理院地図を重ね合わせてみよう。「標準地図」のレイヤをレイヤパネルの一番下に置き、「ボロノイクリップ2」「ボロノイクリップ」「h22ka14151」レイヤのチェックをはずして地理院地図の内容が見えるようにし、人口密度分布の図と重ね合わせ時と同様に、ボロノイポリゴンの線分を別レイヤとして表示したのが図表 IV-18 である。ここでも、消防署の名称を表示する設定にした。この図を見ると、大きめのポリゴン内にある消防署は主要道路沿いに位置していることがわかる。緑区の西部は人口密度も低く、多くの家屋が主要道路沿いに立地しているであろうことを勘案すると、管轄域の広さから受ける印象よりも、火災現場への到達時間は短めに住む可能性がありそうだ。

## V. おわりに

本稿では、基礎的な地域分析として、QGIS を使った地図の重ね合わせ、バッファ分析、ボロノイ分割について説明した。ここでは説明していない分析機能も豊富にあるので、ここで紹介した操作がある程度できるようになった人は、今木・岡安 (2015) や橋本 (2017) 等を参考に、QGIS を使って多様な分析を試

図表 IV-18 ボロノイ分割結果と地理院地図の重ね合わせ



みてほしい。

**参考文献**

今木洋大・岡安利治編著 (2015) 『QGIS 入門 第2版』 古今書院。

大場亨 (2003) 『ArcGIS8 で地域分析入門』 成文堂。

高橋重雄 (2017) フリーの GIS ソフトによる基本的な地図資料の作成方法, 『青山経済論集』 第69巻第2号, pp. 153-195.

高橋重雄 (2018) フリーの GIS ソフトによる基本的な地図資料の作成方法(その2), 『青山経済論集』 第69巻第4号, pp. 189-224.

橋本雄一編 (2017) 『二訂版 QGIS の基本と防災活用』 古今書院。