

衛星データと筆ポリゴンを用いた GIS ソフトウェアでの農業把握

齋藤 元也*

22. 本連載講座(7)について

農水省が農作物統計調査のために整備した全国の筆(圃場)ポリゴンを、圃場毎のIDを付け、農業関連情報のオープンデータとして2019年7月から提供を始めた。利用可能な衛星データおよびGISソフトウェアについては本連載講座(2)と(4)で解説した。GISソフトウェアは進化しており、衛星データの画像解析においても利用できる様になっている。このため、「衛星データと筆ポリゴンを用いたGISソフトウェアでの農業把握」として、これらのデータおよび技術を総合的に利用する方法を解説する。

23. 地図座標

23.1 地理座標系

地理座標は、地球を地球楕円体と見なし、その表面上における位置を表す経度と緯度により示す方法である。多くの地球楕円体の定義があり、世界的にはWGS84楕円体を使用した測地系WGS84というシステムが利用されており、ほとんどのGPSがこの座標系を採用している。日本で国土地理院が採用しているものはGRS80楕円体を使用したJGD2011またはJGD2000の測地系である。

23.2 投影座標系

地球楕円体上の経度・緯度を2次元の平面に表記する方法である。ユニバーサル横メルカトル図法(UTM)は、西経180度から東向きに6度ずつ1から60のゾーンに分割して示す方法で、日本は51帯～56帯となる。UTMの多くはWGS84楕円体を採用しているがITRF97楕円体なども利用されている。衛星データは、ほとんどUTMでの画像化がなされている。日本の大縮尺地図に使用されているのは、日本全国を19の地域に分割してそれぞれに座標原点を設けた平面直角座標系である。この座標系は測地系JGD2000およびJGD2011と関連しているのでGRS80楕円体である。

24. ArcGIS と画像処理

既に本講座の「10.5.1 ArcGIS」の項で解説しましたが、ArcGISはスタンダードのGISソフトウェアとして多くの機関に導入されており、圃場や資産管理のために使用されている方も多いと思われる。衛星データ等リモートセンシング等のデータ処理には、少し前までリモートセンシングデータ処理プログラムが必要であったが、今ではこのArcGISでほとんどの処理ができるようになった。本ソフトウェアは有料であるが、非商用の個人利用では年間18,000円(税別)でほぼ全ての機能が使用できる「ArcGIS for Personal Use」がある。

*さいとう げんや

東京大学大学院農学生命科学研究科特任研究員

〒113-8657 東京都文京区弥生3-1-1

東京大学大学院農学生命科学研究科7号館A棟617号室

25. 筆ポリゴン

農水省は耕地面積調査等の母集団情報として整備した全国の筆（圃場）ポリゴンを、圃場毎のIDを付け、農業関連情報のオープンデータとして2019.7から提供を始めた。関連するHPは、<http://www.maff.go.jp/j/tokei/porigon/index.html> である。この筆ポリゴンは、全国を200メートル四方（北海道は400メートル四方）の区画に区分し、そのうち耕地が存在する約290万区画について衛星画像等をもとに圃場形状に沿って作成したポリゴンを市町村毎のデータとしてある。全国統一のIDを付与しており、都道府県コード（2桁）、座標系コード（2桁）、重心点座標（X座標（7桁）、Y座標（7桁））を組み合わせた18桁の数値をIDとしている。平面直角座標系を採用しており、座標系コードは19ある座標系の番号である。上記のHP画面で「筆ポリゴンの利用に関するアンケートページへのリンク」をクリックしアンケートに答えると「筆ポリゴンダウンロードページ」が現れるので、都道府県単位または市町村単位でダウンロードすることができる。解析エリアの北海道芽室町の筆ポリゴンの1部を図65に、山形県酒田市について図66に示した。筆ポリゴンは市町村単位であり、ポリゴン数が多いので必要なポリゴンを取り出す場合は、ArcMapで筆ポリゴンを表示させ、必要とする筆ポリゴンを選択しておいてレイヤーの右クリックメニューからエクスポートすると必要なポリゴンを取り出すことができる。



図 65 筆ポリゴンの例（北海道芽室町）



図 66 筆ポリゴンの例（山形県酒田市）

26. 地図データ

26.1 ArcGIS Geo Suite 詳細地図

ESRI ジャパンが、(株)ゼンリンの地図データと国土交通省の基盤地図情報などを加工して開発した詳細な地図のデータベースであり、詳細なDEMも入っている。ArcGISのためのデータベースであり、ノートPCでの現地調査地点の確認や画像データの幾何補正に便利である。測地系 WGS84 のデータである。

26.2 基盤地図情報

基盤地図情報とは、電子地図における位置の基準となる情報のことで、国土地理院が、「測量の基準点、海岸線、公共施設の境界線（道路区域界）、公共施設の境界線（河川区域界）、行政区画の境界線及び代表点、道路縁、河川堤防の表法肩の法線、軌道の中心線、標高点、水涯線、建築物の外周線、市町村の町若しくは字の境界線及び代表点、街区の境界線及び代表点」の項目についてXML（Extensible Markup Language）ファイルで、第二次メッシュ（1/25,000地形図）の範囲毎のファイルになっており、JGD2011測地系のデータである。国土地理院のHP（<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>）からダウンロードできる。上記のHPで、「ダウンロード」→「基本項目のファイル選択へ」をクリックすると、標準地域メッシュの一次メッシュを記載した日本地図が現れる。右上の「ログイン」→

「新規登録」により指示に従い登録し、ログインIDとパスワードを得てログインする。入力項目をデフォルト値で、日本地図上にマウスのポインタを置き、マウスホイールを回して拡大すると、二次メッシュが現れるので、その場所をクイックすると、[選択リスト] 欄に選んだ二次メッシュが示される。「ダウンロードファイル確認へ」をクリックすると [ダウンロードファイルリスト] が現れるので指示に従い必要なものをダウンロードする。

国土地理院で、「基盤地図情報ビューア」を公開しており、上記HPの「符号化規則、ファイル仕様書、表示ソフトウェア等」の部分をクリックすることにより入手できる。この「基盤地図情報ビューア」により、シェープファイルに変換できるとしている。

26.3 基盤地図情報の ArcMap での表示方法

ダウンロードした基盤地図情報を入れるファイルである「ファイル ジオデータベース」を作製しておく必要がある。ArcMap を立ち上げ、一番上のラインの「カタログ」マークをクリックすると、[カタログ] Window が現れるので、格納するフォルダを右クリックし、「新規作成」→「ファイルジオデータベース」を選ぶと、[New File Geodatabase.gdb] というファイルできるので必要に応じて名前を変更する。ArcMap のメイン画面に戻り、「Arc Toolbox」のマークをクリックし、「変換ツール (国内データ)」→「国土地理院」→「基盤地図情報」をダブルクリックすると [基盤地図情報のインポート] Window が開くので、[入力ファイル] にダウンロードしたファイルの FG-GML…zip を入れ、[出力ファイル] に、カタログで作製した「…gdb」ファイルを指定し、[OK] をクリックする。「Arc Toolbox」に「変換ツール (国内データ)」がない場合は、ArcGIS Desktop 国内対応パック等のソフトウェアを PC に入れる必要がある。筆ポリゴンと基盤地図情報を重ね合わせて、北海道芽室町分を図 67 に、山形県酒田市分を図 68 に示した。

27. 衛星データ

27.1 Sentinel 2

既に、「9.2 Copernicus Open Access Hub」、「10.1 SNAP (Sentinels Application Platform)」、「10.1.2 Sentinel 2 の利用」等で解説した通りで、10m 分解能のバンドが可視・近赤外領域に4バンド、20m 分解能のバンドがレッドエッジ・近赤外・短波長赤外域に6バンド、60m 分解能のバンドが3バンドの計13バンドを観測している。ダウンロードした zip ファイルで一塊になっているが、解凍するとバンド毎の jp2 (JPEG2000) ファイルである。カラー合成等の処理をするためには、必要なバンドをまとめておく必要がある。ArcMap で使用する場合は、「Arc Toolbox」のマークをクリックし、



図 67 筆ポリゴンと基盤地図情報の重ね合わせ図 (北海道芽室町)

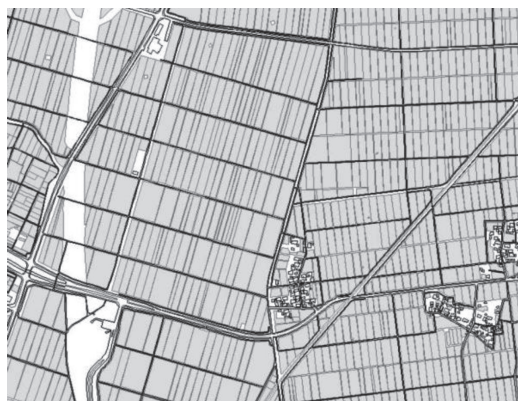


図 68 筆ポリゴンと基盤地図情報の重ね合わせ図 (山形県酒田市)

「データ管理ツール」→「ラスター」→「ラスタープロセッシング」→「コンポジットバンド」をダブルクリックすると [コンポジットバンド] Window が開くので、カラー合成に使用するバンドを [入力ラスター] に入れ、[出力ラスター] にパスおよびファイル名を入れる。Geotiff ファイルにしたい場合は拡張子を .tif とすることが必要である。

27.2 ALOS-2/PALSAR2

ALOS-2/PALSAR2 データは、「9.5 PLATFORM」および「9.4 AUIG2 (ALOS-2 / ALOS User Interface Gateway)」で、入手法について解説した。筆者は AUIG2 システムの利用ができるので、ALOS-2/PALSAR2 データの Geocoded 処理をして Geotiff ファイルとしたものを AUIG2 から入手した。筆ポリゴンにこの ALOS-2/PALSAR2 画像を重ねると若干ずれている (図 69 の左側) ことが判った。このため、ArcMap で ALOS-2/PALSAR2 を幾何補正して重さなり合うようにした。ALOS-2/PALSAR2 データは、周囲の山間部を含んでいるので、必要な平野部のみを切り出した。ArcMap では、「Arc Toolbox」のマークをクリックし、「データ管理ツール」→「ラスター」→「ラスタープロセッシング」→「クリップ」により、ファイル名と切り出す範囲の位置情報を入れることで切り出せる。Geotiff は Photoshop を使用すると画像を見ながら切り出すことができ、切り出した部

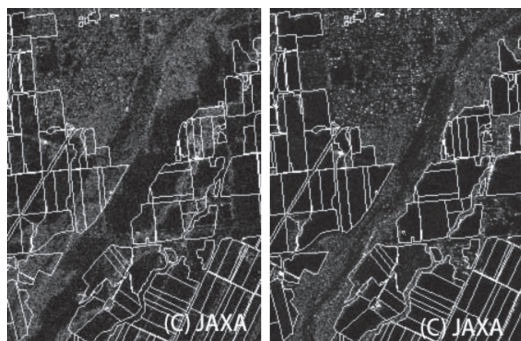


図 69 筆ポリゴンと ALOS2/PALSAR2 画像のずれと補正 (北海道芽室町 2019.5.27)

分を tiff ファイルで格納することで切り出しができる。筆ポリゴンに合わせて幾何補正するためには、地図座標系を外してしまう必要があり、「Arc Toolbox」→「データ管理ツール」→「投影変換と座標変換」→「投影法の定義」を選び、ファイル名を入れ、「現在の座標系をクリア」を選ぶ必要がある。Photoshop で切り出した場合は、座標系は自動的に無くなっている。幾何補正は、まず、対応する場所の筆ポリゴンを ArcMap に入れ、そのあとに補正する座標系の付いていない ALOS-2/PALSAR2 データを入れる。「ジオリファレンス」脇の欄が修正する ALOS-2/PALSAR2 がデータ名になっていることを確認し、「ジオリファレンス」をプルダウンして、「参照画面にフィット」を選ぶと ALOS-2/PALSAR2 のデータが表示される。[コントロールポイントの追加] タグをクリックし、画像とポリゴンの同じ場所を見つけ、最初に ALOS-2/PALSAR2 画像、次に筆ポリゴン表示をクリックすることを繰り返し、画像とポリゴンが一致したら、「ジオリファレンス」をプルダウンして、「レクティファイ」を選び、出力ファイル名等を与えると幾何補正がなされる (図 69 の右側)。

28. 筆ポリゴンと衛星データによる農業把握

28.1 北海道芽室町の農業把握

北海道芽室町は十勝平野の代表的畑作地帯であり、代表作物は、麦類、ジャガイモ、豆類、ビート、トウモロコシという畑作物である。近年は、長いも、ダイコン、カボチャ、キャベツ、ブロッコリー等の野菜類が増えてきている。

図 70 に筆ポリゴンと 2019.5.25 の Sentinel 2 バンド 8 を重ねた画像を示し、図 71 に筆ポリゴンと 2019.7.9 の Sentinel 2 バンド 8 を重ねた画像を示した。Sentinel 2 のバンド 8 は近赤外域であり植物の葉により高い値を示す。図 70 の十勝 5 月下旬は、まだ春になったばかりであり、図 70 で明るい箇所は秋まきの麦類と牧草のみである。図 71 の 7 月上旬になると、圃場で作物が育ち多くの圃場が明るくなっている。

明るさの違いは主に葉の量の違いを示している。図70と図71の最上部右側に、楕円をつけて圃場は1筆の圃場であるが、図72を見ると複数の作物であることが判る。畑地は1筆の



図70 筆ポリゴンと Sentinel 2 バンド 8 画像
(北海道芽室町 2019.5.25)



図71 筆ポリゴンと Sentinel 2 バンド 8 画像
(北海道芽室町 2019.7.9)



図72 筆ポリゴンと ALOS2/PALSAR2 画像
(北海道芽室町 2019.5.27)

圃場に多種の作物を作ることや数筆圃場の境界を無くし1つの作物を栽培することがある。

図72に筆ポリゴンと2019.5.27のALOS2/PALSAR2を重ねた画像を示し、図73に2019.7.13の同様の画像を示した。ALOS2/PALSAR2は合成開口レーダと呼ばれ、自らマイクロ波を発射し、戻ってくるマイクロ波を観測している。圃場が平になっていると発射したマイクロ波は地面にぶつかった後も前に進み衛星の方に戻る量は少ない。反対に土壌面が耕起されたり作物が大きく育ち土壌表面に凹凸があると衛星に戻ってくるマイクロ波の量が多くなり明るくなる。図72では暗い圃場が多いが、図73では明るい圃場が多くなっている。

28.2 山形県酒田市の農業把握

山形県酒田市のある庄内平野は日本海側の代表的な水田稲作地帯であるが、近年の米あまり状況の中で枝豆栽培に力を入れ「だだちゃ豆」というブランド作物を作り上げている。転換畑としての大豆と麦類の栽培のほか、長ネギ等の野菜の栽培も増えてきている。

図74に筆ポリゴンと2019.7.7のSentinel 2バンド8を重ねた画像を示し、図75に同日のバンド11の画像を示した。前述の様にSentinel 2のバンド8は近赤外域であり植物の葉に反応する。一方、Sentinel 2のバンド11は短波長赤外域であり水があると低下する。波長が長いので植物



図73 筆ポリゴンと ALOS2/PALSAR2 画像
(北海道芽室町 2019.7.13)

の葉をかなり透過する能力があり、稲が育った水田においても湛水されていると暗くなる。バンド8で明るくバンド11で暗い圃場は水稻の育っている水田、バンド8とバンド11とも明るい圃場は畑作物の育っている圃場、バンド8が暗くバンド11が明るい圃場は畑作物がまだ小さい圃場、バンド8とバンド11とも暗い圃場は水稻がまだ小さい水田（飼料用水稻）と認められる。水田には畦畔があり、図74および図75では1筆に2作物を栽培している例は認められなかった。

図76に筆ポリゴンと2019.5.14のALOS2/PALSAR2画像を重ねた画像を示し、図77に同様な2019.6.30の画像を示した。圃場が湛水状態だと水面がほぼ完全な平面となり、衛星の方に戻るマイクロ波は非常に少ない。5月中旬



図74 筆ポリゴンと Sentinel 2 バンド 8 画像 (山形県酒田市 2019.7.7)

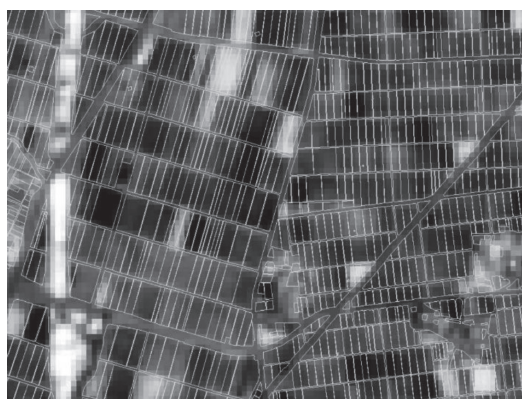


図75 筆ポリゴンと Sentinel 2 バンド 11 画像 (山形県酒田市 2019.7.7)

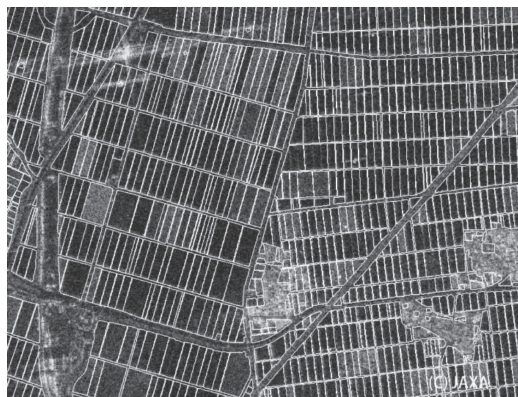


図76 筆ポリゴンと ALOS2/PALSAR2 画像 (山形県酒田市 2019.5.14)



図77 筆ポリゴンと ALOS2/PALSAR2 画像 (山形県酒田市 2019.6.30)

の画像では、田植え直後であり稲はまだ小さいので、湛水した水田は暗く、湛水されていない圃場は明るいので圃場の湛水状態が判る。7月上旬の画像では育った稲からの散乱があり、明るいところが湛水してないという判定はできなく、5月が暗く7月が明るくなっているところは稲が育っている水田と認められる。7月の画像で暗いところは稲が小さい湛水水田であり、直播の水稻で飼料米の可能性が高い。

謝辞

本原稿の執筆に当たり、農水省農林水産政策研究所國井大輔氏、ESRI ジャパン 櫻井洋祐氏・土田雅代氏の御指導と御校閲を頂いた。ここに記して御礼申し上げます。