

普通畑を対象とした圃場地図生成手法の検討

奥田 篤, 飯島 俊匡, 堀 武司
近藤 正一, 高橋 裕之, 鈴木 剛*

Research on simplified method of map-making for upland field.

Atsushi OKUDA, Toshimasa IJIMA, Takeshi HORI
Shoichi KONDO, Hiroyuki TAKAHASHI, Takeshi SUZUKI*

抄 録

近年、離農による農家戸数の減少に伴い、担い手の営農規模は大きく増加しており、農業生産を安定的に持続させるために、作業管理や意思決定を支援する営農支援システムの利用により農業生産技術の高度化を図ることが期待されている。営農支援システムは、農地区画を地理図形データとして含む電子化された地図を基盤とするが、その作成には煩雑でコストがかかる作業が必要である。そこで、衛星写真および航空写真の正射画像から農地区画形状データを生成する手法を開発した。

キーワード：圃場地図，航空写真，領域抽出，営農支援システム

Abstract

In recent years the size of one farm are increasing because farms decrease. To continue agricultural production stably, it is expected that the advancement of the agricultural production technology is realized by the use of the farming support system supporting work management and decision making. The farming support system needs a computerized map including farm field as geography data. However, complicated work is necessary to make it. Therefore we developed a method to make geography data from an aerial photograph.

KEY-WORDS : field map, aerial photograph, region extraction, farming support system

1. はじめに

近年、農業従事者の高齢化や後継者不足により離農が進んでいる。離農した農家が耕作していた農地は、近隣の農業生産法人、大規模経営農家などの担い手に引き継がれることが多いため、農家戸数の減少に伴い、これら担い手の営農規模は大きく増加している¹⁾。このような状況の下で、農業生産を安定的に持続させるために、情報通信技術を活用した営農ノウハウのデータベース化、作業管理や意思決定を支援する営農支援システムの開発により農業生産技術の高度化を図ることが期待されている。これらは大規模化の進捗が著しい北海道型農業では特に有効であるため、道内の情報処理産業に

とって非常に大きなビジネスチャンスになり得る。

このような状況を踏まえて、当場では、これらの市場への道内企業の速やかな参入を支援するために、農業分野での情報通信技術の活用に関する知見・技術の確立を図っており、企業が営農支援システムを開発する際に共通的に利用可能な基盤の構築を進めている。その一環として、本研究では、衛星ないし航空機で撮影した空中写真を利用して圃場地図を生成する手法について検討した。

北海道を除く都府県全体の水田率が66.3%であるのに対して、北海道の水田率は19.5%であり、かつ畑耕地中の44.8%が果樹地・牧草地を除いた普通畑であることから、北海道農業においては普通畑が大きな耕地面積を占めている²⁾。また、

* 道総研 中央農業試験場, * Hokkaido Research Organization, Central Agricultural Experiment Station

事業名：経常研究

課題名：クラウドを活用する北海道型営農支援システムの共通基盤構築に関する研究

空中写真から圃場地図を生成する既往の試みは、畦があり区画の境界が明瞭である水田を対象としていることが多い。そこで、本研究では、境界に明瞭な構造物等が存在しない普通畑を圃場地図生成の対象とした。得られた検討結果を報告する。

2. 営農支援システムにおける農地区画形状データ

営農における農作業は圃場（農地区画）を主な単位として計画・実施される。したがって、これらの作業履歴を記録・管理する営農支援システムでは、データ構造のインデックス（索引）として、またユーザインタフェースとして、農地区画を利用することが合理的な構成となる。そのため、地理情報システムが、その主要な構成要素となり、農地区画を地理図形データとして含む電子化された地図が内蔵されることが望ましい。しかし、このような農地区画が地理図形データとして整備された電子地図は容易に入手できないため、現地における測量や地図上でのトレースなどの煩雑でコストのかかる作業により農地区画形状を取得・データ化し、これを電子地図中に地理図形データとして合成することが必要となり、システムの開発を阻害している。そこで、衛星写真及び航空写真の正射画像から農地区画形状データを生成する手法の開発に取り組んだ。

3. 農地区画形状データ生成手法の検討

衛星写真（陸域観測技術衛星「だいち」撮影、パンシャープン画像、地上分解能2.5m）及び航空写真（NTT空間情報㈱撮影、地上分解能25cm）を原画像として、農地区画を抽出し、農地区画形状データを生成する手法を検討した。

原画像は、いずれも正射補正されたカラー画像であり、Geo

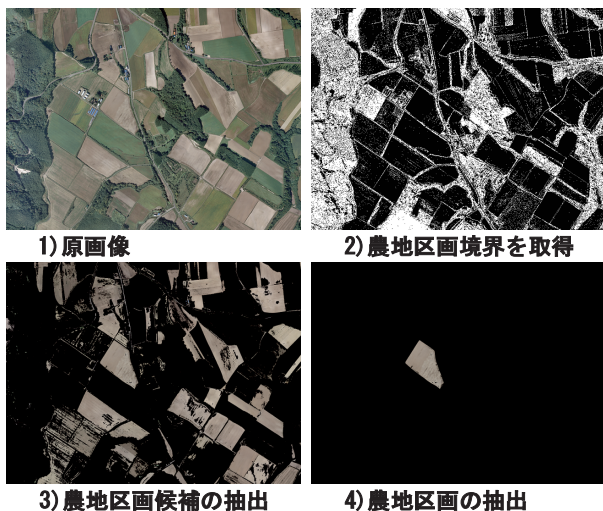


図1 航空写真画像からの農地区画形状の抽出例

Tiff形式の画像データとして（一財）日本地図センターから入手した。画像サイズは、衛星写真画像が4376×3932ピクセル、航空写真画像が8000×6000ピクセルである。座標参照系は、衛星写真画像が世界測地系（WGS84）・UTM座標系、航空写真画像が世界測地系（JGD2000）・平面直角座標系である。

農地区画の抽出及び形状データの生成手順は次のとおりである。

- (1)原画像をRGB色空間からHSV色空間に変換する。
- (2)HSV色空間に変換した画像に対し、ガウシアンピラミッド画像を2段階適用する。
- (3)輝度と色相の成分に対し、ウィンドウサイズ3×3のScharrフィルタを用いて水平、垂直エッジ強度を求め、それぞれのエッジ強度の合算する。
- (4)合算したエッジ強度をしきい値処理で二値化し、農地区画の境界候補とする。
- (5)オリジナルサイズのHSV色空間画像から農地区画の代表点を選ぶ。
- (6)代表点近傍の画像特徴量に近い画像特徴量を持つ領域を選択し、農地候補とする。ここで用いた画像特徴量は色相とした。
- (7)農地候補を(4)で求めた農地区画の境界候補まで拡張して一筆の農地区画とする。
- (8)得られた農地区画をベクター化し、農地区画形状データとする。

この手法を航空写真画像に適用して農地区画を抽出した例を図1に示す。同様に、衛星写真画像に適用して農地区画を抽出した例を図2に示す。

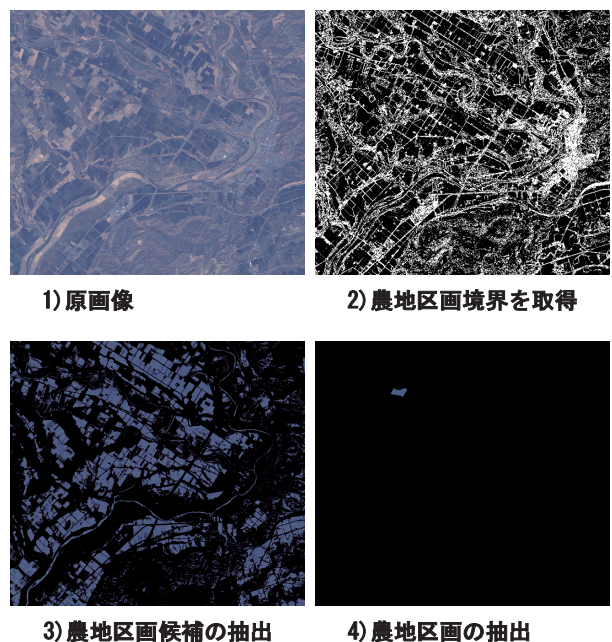
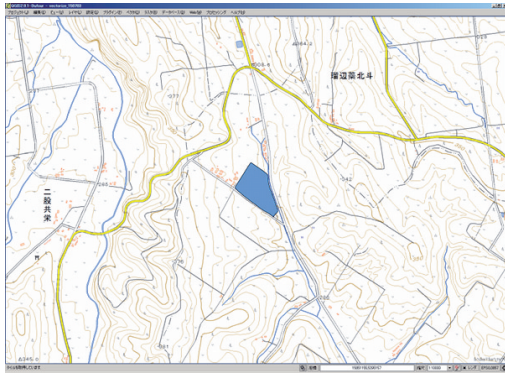


図2 衛星写真画像からの農地区画形状の抽出例



1) 航空写真から抽出



2) 衛星写真から抽出

図3 農地区画形状データの背景図への合成例

抽出した農地区画から農地区画形状データを生成し、地理情報システムに取り込み、適宜座標変換して、背景図への合成を試みた。試験に用いた地理情報システムはQGIS2.0.1 (OSGeo財団)である。背景図には電子国土基本図(国土地理院)を用いた。背景図の座標参照系は世界測地系(WGS84)・Pseudo-Mercatorである。地理情報システム上に背景図と農地区画形状データを合成して、縮尺1万分の1で表示した結果の画面表示例を図3に示す。

いずれの場合でも、農地区画形状が良好に抽出され、かつ適切な位置で背景図に合成されている。航空写真画像に比べて地上分解能の劣る衛星写真画像を原画像とした場合には、航空写真画像を原画像とした場合に比べて、抽出した農地区画形状の輪郭の一部に滑らかでない部分が認められるが、営農支援システムの地理図形データとして利用するには十分な水準で形状を保っている。

これらの結果より、本手法が、地理情報システムの地理図形データとして用いる農地区画形状データの生成に有効であることを確認した。

4. 圃場地図生成への適用の検討

開発した農地区画形状データ生成手法を用いて、網走郡津別町の農業法人が所有する圃場を対象に、航空写真からの圃

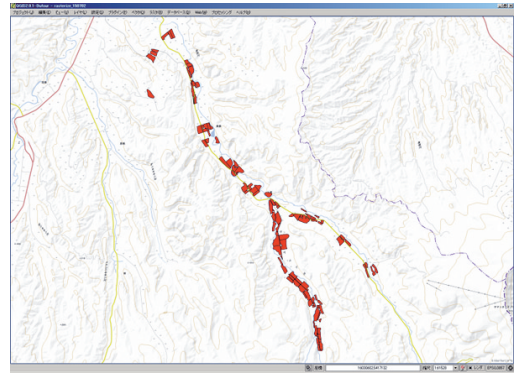


図4 圃場地図(電子国土基本図へ合成)

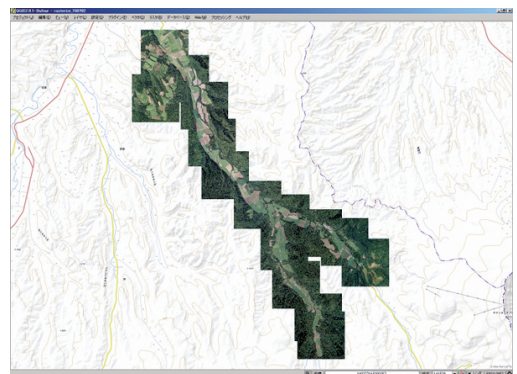


図5 航空写真画像(電子国土基本図へ合成)

場地図生成を試みた。105区画の圃場の農地区画形状データを生成し、これらと既存の圃場地図に含まれる対応する圃場の地理図形データについて、それぞれの形状や大きさを比較することで、本手法を圃場地図生成に用いることの妥当性を検討した。

既存の圃場地図は、網走農業改良普及センター美幌支所が作成したものであり、同支所から提供を受けた。KML形式で電子化されており、座標参照系は世界測地系(WGS84)・緯度経度座標系である。地理情報システム上で電子国土基本図と合成して表示した結果を図4に示す。すべての圃場が、主として小麦・甜菜・馬鈴薯・豆類の栽培に供する普通畑である。

航空写真は、NTT空間情報㈱が提供している電子地図基盤データ配信サービスGEOSPACE CDSを通じて入手した。配信される画像サイズ256×256ピクセルの航空写真タイル(正射補正されたJPEG形式のカラー画像)を、縦横ともに32枚となるように充填して、画像サイズを8192×8192ピクセルとし、GeoTiff形式の画像を生成した。法人が所有するすべての圃場が含まれるように調整し、15枚の画像を得た。これらの画像の地上分解能は約30cmである。また、座標参照系は世界測地系(WGS84)・Pseudo-Mercatorである。地理情報システム上で電子国土基本図と合成して表示した結果を図5に示す。

調整した航空写真画像に本手法を適用して、農地区画を抽出し、農地区画ごとに、原画像の画像サイズ・地理座標が相等な二値化画像を生成した。他方、圃場地図から、各圃場毎に地図図形データを分離し、これらをラスタ化して、航空写真画像と画像サイズ・地理座標が相等な二値化画像を作成した。各農地区画について、対応する圃場と、二値化画像を比較することで、抽出の適切さ（識別率）、すなわち抽出対象とした農地区画が隣接する農地区画や森林・道路等と明瞭に分離可能であったか否かと、抽出できた場合の形状の類似性及び大きさの相違を検討した。

本手法により15枚の原画像から圃場105区画に対して98区画の農地区画が抽出された。このうち、85区画が適切に抽出されていた。識別率は81.0%である。図6に抽出例を示す。残り20区画は、隣接する2ないし3圃場を一つの区画として抽出していた。図7に抽出例を示す。これらは、隣接する圃場間に画像特徴の差異が非常に少ないために、分離に失敗したものである。ただし、いずれの区画も畑地のみを抽出しており、隣接する森林・道路などとは明瞭に分離されている。そのため、地理情報システム上で、これらを分割して適切な農地区画形状データを作成することは容易である。

適切に抽出された農地区画85区画について、目視にて、その形状を対応する圃場のそれと比較すると、すべての区画が良好に類似していることを認めた。

抽出区画と対応する圃場の大きさを比較するために、両者

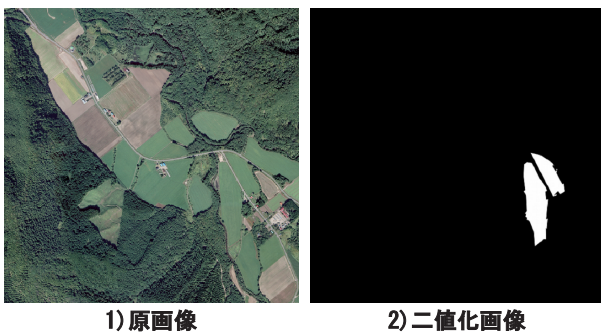


図6 適切に抽出した例

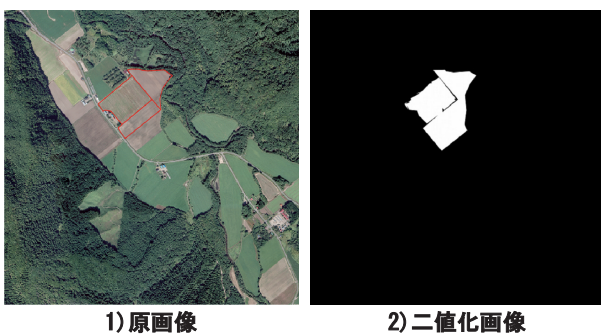


図7 隣接圃場とともに抽出した例

(原画像中の線は地理図形データの輪郭である。)

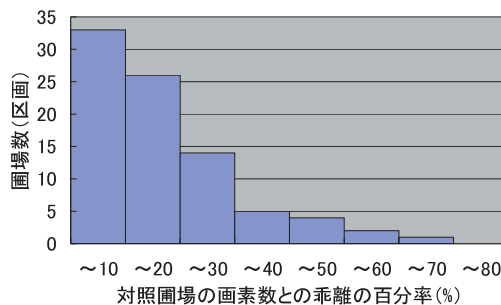


図8 画素数の乖離の度数分布図

の画素数を比較した。両者の間には、平均15.3%の乖離があった。両者の乖離の対照圃場の画素数に対する百分率をヒストグラムとして図8に示す。ほとんどの抽出区画で画素数が対照圃場のそれに比べて少なく、圃場面積が小さいほど両者の乖離が大きくなる傾向が認められた。これは、農地区画の境界候補を得るためのエッジ抽出処理において、境界の切れ目が生じないよう弱いエッジも含めて抽出しているため境界線が太くなり、圃場を侵食するためと考えられる。

本手法により抽出された農地区画は、面積の正確性については改善の余地があるものの、形状については、大きく膨張して隣接する農地区画間で干渉が生ずることもなく、かつ良好に類似しており、これらから営農支援システムでインデックスとして使用するために充分満足し得る地理図形データを生成可能である。

本手法による農地区画の抽出に要した時間は、手作業を含めて40分程度である。ここでは、CPUにIntel Core i7-3930K（動作周波数3.2GHz）、16GBのメモリを搭載した64bit Microsoft Windows 8.1をOSとするコンピュータを用い、開発言語にC++及びC#, 画像処理ライブラリとしてOpen CV（Open Source Computer Vision Library, itseez）を利用した。人手により地形図・地籍図・航空写真等をトレースして圃場の地理図形データを作成する際に要する時間は、対象圃場の形状の複雑さや用いる背景図の縮尺・明瞭さ等により変化するので一概に言及できないが、水田を主な対象として作業した場合で、1時間当たり50~150区画が処理可能とされている³⁾。普通畑を対象に作業した場合は、区画境界が明瞭でない場合が多いため、さらに時間を要すると思われる。実際に検証対象とした圃場図の作成には2時間程度を要した。したがって、本手法は、これらの作業を効率化することが可能であると考えられる。

以上の結果から、開発した農地区画形状データ生成手法が、農業法人に向けて営農支援システムを開発する際に必要となる圃場地図の作成に有効であることが確認された。

5. おわりに

本研究では、営農支援システムの開発に必要な農地区

画の地理図形データを衛星写真および航空写真から簡便に生成する手法を開発した。農業法人の所有する農地を対象に、圃場地図の作成を試み、既存の圃場地図と同水準の圃場地図が作成でき、かつ作成作業の効率化に有効であることを確認した。

今後は、引き続き、農地区画の抽出精度の向上と地理図形データ生成の自動化に関する技術開発を進める予定である。

謝辞

圃場地図を提供いただいた株式会社希来里ファーム・北海道オホーツク総合振興局網走農業改良普及センター美幌支所に感謝いたします。

引用文献

- 1) 農林水産省：2010年世界農林業センサス 第2巻 農林業経営体調査報告書 ー総括編ー，(2011)
- 2) 農林水産省：平成26年耕地及び作付面積統計，(2015)
- 3) 吉田智一・高橋英博：GISマップ表示コンポーネントを利用した圃場地図作成ソフト，農業情報研究，18(1)，pp.41-51，(2009)