研究レポート

Sentinel-2 衛星データを用いた水田の 排水性の評価手法



はじめに

Sentinel-2 衛星は、欧州宇宙機関 (ESA) が 2015 年 (2A 機)、2017 年(2B機)に打ち上げた地球観測 衛星であり、13の観測波長帯(バ ンド)を持ったマルチスペクトル センサーを搭載している。可視~ 近赤外バンドの画像データの地上 解像度は10mである。Sentinel-2 衛星データは、光学センサーデー タであるため、晴天時に観測され たものしか利用できないが、観測 頻度(5日毎、観測コースの重複 エリアでは平均3日毎)は高く、 かつ、無償で利用できる。

Sentinel-2 衛星データには、水域 の判定に有効な短波長赤外バンド の画像データ(地上解像度 20m) が含まれている。筆者は、その短 波長赤外バンドの画像データを利 用して水田の取水開始時期(代か き時期)を把握する手法を開発し、 この ARIC 情報で紹介¹⁾ した。そ の後、短波長赤外バンドの画像 データを利用して水田の排水性を 評価する手法²⁾を開発したので、 今回それを紹介する。本手法は、 タイミング(例えば、2~3月か つ大雨の5~6日後の晴天時) 良

く衛星観測が行われていなければ 適用できないが、本手法を適用し て排水性の評価マップが作成でき れば、暗渠排水計画や水田転作の 適地判定等において役立つ。

本手法の概要

本手法では、稲収穫後の圃場の うち、耕起が行われ、かつ、麦が 作付けられていない圃場を対象圃 場とし、大雨後のある時点(衛星 観測時)における田面の乾湿状態 に基づいて各圃場の排水性の良否 を相対的に判定する。すなわち、 排水性の悪い圃場ほど大雨の後、 田面がなかなか乾かないことに着 目し、湿潤状態の田面と乾燥状態 の田面が適度に混在した時点にお いて、田面が湿潤状態であった圃 場を「排水不良」、田面が乾燥状態 であった圃場を「排水良好」と判 定する。

稲収穫後に一度も耕起が行われ ていない圃場は、田面が稲わらの 残渣や稲の刈り株に覆われていて 田面の乾湿が判定できない。そこ で、その未耕起状態の圃場が十分 に少なくなった時期において、ま ず、近赤外バンドの画像データを

利用してその未耕起状態の圃場を 麦、牧草等の作付け圃場や耕作放 棄・保全管理田とともにまとめて 抽出し、「非対象」として除外する。 次に、短波長赤外バンドの画像 データを利用して残りの圃場(対 象圃場)を「排水不良」または「排 水良好|に区分する。

排水性の良否の判定手順 (Aエリア)

図-1 に示す A エリアを対象エリ アとし、Sentinel-2 衛星データと圃 場区画データ (GIS ポリゴンデー タ)を用いて、図-2に示すような 手順で排水性の良否を判定した。 その手順を説明する。

Aエリアでは、2021年2月15 日に日降水量 45~59mm の大雨 があった(図-1)。その6日後の2 月21日(この日まで降雨なし)に 観測されたレベル 2A(オルソ幾何 補正済み、大気補正済み)の Sentinel-2 衛星 データを ESA の WEB サイトからダウンロード(無 (近赤外バンド) と Band 12 (短波長赤外バンド) の画像データを判定に利用した。 なお、画像間で画素サイズが異な







図-2 Aエリアにおける排水性の良否の判定手順

るため、Band 12の画像の画素サ イズをリサンプリング処理によっ て10mにし(画素を2×2分割)、 両画像の画素サイズを10mに揃え た。

また、「筆ポリゴン」と呼ばれて いる農林水産省の圃場区画データ を同省の WEB ページからダウン ロード(無償)し、それから面積 5a 以上の田の区画ポリゴンを抽出 して判定に利用した。ただし、A エリアにはハス田(年中湛水状態) が存在するので、別途、2021年2 月 15 日の Sentinel-2 衛星データか ら作成した水指数(MNDWI)画 像¹⁾等を目視判読してハス田を把 握し、それを田の区画ポリゴンか ら除外した。

まず、Band 8、Band 12 それぞ れの画像に田の区画ポリゴンを重 ねてゾーン統計処理(平均)を行い、 Band 8の画素値(地表面での分光 反射率を10.000倍した値)の区画 平均(以下、B08と称す)および Band 12の画素値の区画平均(以 下、B12と称す)を求めて区画ポ リゴンの属性値とした。次に、

05--■ 研究レポート



図-3 A エリアの 2021 年 2 月 21 日の B8-12-12 カラー画像



図-4 Aエリアの排水性の評価マップ

Band 8の画素値をR(赤)、Band 12の画素値をG(緑)とB(青) に割り当てて、図-3に示すような カラー合成画像(以下、B8-12-12 カラー画像と称す)を作成し、そ れを目視して明るく淡い赤色を呈 する区画(未耕起状態の圃場に対 応)、暗い色を呈する区画(排水不 良の圃場に対応)、明るく淡い青色 を呈する区画(排水良好の圃場に 対応)をそれぞれ50枚、150枚、 150 枚無作為に抽出した。次に、 抽出した区画のB08、B12のデー タを用いて、図-2の右上に示した ような散布図を作成し、赤色を呈 する区画とそれ以外の区画を分離 するB08の閾値、および、暗い色 を呈する区画と明るく淡い青色を 呈する区画を分離する B12の閾値 を目視により決定(前者は2050、 後者は1450)した。最後に、決定 した閾値を用いて田の区画ポリゴ

ンを「非対象」、「排水不良」また は「排水良好」に区分した。具体 的には、まずB08の値が2050以 上である区画ポリゴンを「非対象」 と判定し、次に残りの区画ポリゴ ンのうち、B12の値が1450以上で ある区画ポリゴンを「排水良好」、 それ以外を「排水不良」と判定した。 なお、麦、牧草等の作付け圃場や 耕作放棄・保全管理田の区画ポリ ゴン(明るく濃い赤色)は、未耕 起状態の圃場の区画ポリゴン(明 るく淡い赤色)よりも全体的に B08の値が大きく、B08の値が 2050 以上であるので、ここで「非 対象」と判定される。

判定結果を図-4に示す。これが 排水性の評価マップである。排水 不良の圃場(桃色の区画ポリゴン) と排水良好の圃場(青色の区画ポ リゴン)はそれぞれ比較的まとまっ て分布していた。この排水性の良

否は、2月21日(大雨の6日後) の田面の乾湿状態に基づいて相対 的に判定したものである。例えば 「10年確率の降水時に圃場の湛水 が4時間以上連続しない(4時間 排除)」といった物理的な指標に よって判定したものではないこと に留意されたい。また、大雨後、 田面の乾湿状態は経時的に変化す るので、別の日の衛星データを用 いれば、評価マップは多少異なっ たものになることにも留意された 630

排水性の良否区分の細分化 (B エリア)

別の日の衛星データも用いるこ とができれば、排水性の良否区分 を細分化した評価マップを作成す ることができる。図-1に示したB エリアを対象エリアにおいてその ような評価マップを作成した。そ の手順を説明する。

Bエリアでは、2021年2月15 日に日降水量 38~51mm の大雨 があった(図-1)。その大雨の翌日、 3日後、6日後、8日後および13 日後(13日後まで降雨なし)の B8-12-12 画像を図-5 に示す。翌日 の画像には雲・雲影(黄色の部分) が見られたが、それ以外の日の画 像には雲・雲影は見られなかった。 そこで、翌日以外の日の Sentinel-2 衛星データを用いて、図-6に示す ような排水性の評価マップを作成 した。

この評価マップでは、排水性の 良否を、「かなり排水良好」、「排水 良好し、「やや排水良好~やや排水 不良」、「排水不良」、「かなり排水 不好|の5区分で示している。判 定は、図-6の左下に示した分岐処 理によって行った。まず、2月18 日 (大雨の3日後)のBand 8と Band 12 の 画像 データ を 利用 し、 前章に示した手順で判定を行った。 すなわち、B08とB12を求め、同 日のB08の値が2300以上である 区画ポリゴンを「非対象」と判定し、 次に残りの区画ポリゴンのうち、 同日のB12の値が1760以上であ る区画ポリゴンを「かなり排水良 好」と判定した。次に、2月21日(大 雨の6日後)のBand 12の画像デー タを利用し、残りの区画ポリゴン のうち、同日のB12の値が1930 以上である区画ポリゴンを「排水 良好」と判定した。次に、2月23 日 (大雨の8日後)のBand 12の 画像データを利用し、残りの区画 ポリゴンのうち、同日のB12の値 が2000以上である区画ポリゴンを 「やや排水良好~やや排水不良」と











図-5 Bエリアの2021年2月16日、2月18日、2月21日、2月23日 および2月28日のB8-12-12カラー画像

判定した。最後に、2月28日(大 雨の13日後)のBand 12の画像デー タを利用し、残りの区画ポリゴン のうち、同日のB12の値が1980

以上である区画ポリゴンを「排水 不良」、それ以外を「かなり排水不 好|と判定した。

05--- 研究レポート

ARIC情報 | No.146 2022-07 • 21



図-6 Bエリアの排水性の評価マップ

EO Browser の活用

図-7に示す Web ツール [EO] Browser」を利用すると、誰でも 簡単に B8-12-12 カラー画像をブラ ウザ (Google Chrome 等) の画面 に表示させることができる。EO Browserは、無償かつアカウント を作成せずに利用できる(アカウ ントを作ってログインすると様々 な機能が利用できるようになるが、 特に不要)。排水性の評価マップの 作成はGISソフト (ArcGIS や QGIS 等)を用いて行う必要がある が、EO Browserを使って対象エ リアのB8-12-12カラー画像を表示 して目視判読するだけでも排水性 は十分に評価できる。その手順を 説明する。なお、大雨後のB8-12-12カラー画像の検索にあたり、気 象庁の「過去の気象データ検索」 サイト (https://www.data.jma. go.jp/obd/stats/etrn/)を使って対 象エリア近くのアメダスの観測雨 量を調べ、大雨のあった日を把握 すること。

①ブラウザで EO Browser の URL (https://apps.sentinel-hub.com/eobrowser) を開く。

②最初にローマ近郊が地図に表示 されるので、マウス操作によって 表示位置を移動させ、対象エリア を表示させる(図-7のA)。なお、 後で対象エリアの B8-12-12 カラー 画像を表示させた状態でブック マーク(お気に入り)を保存すると、 次回はそれを開くだけですぐに同 画像が表示されるようになる。 ③左側の「Discover | タブにおいて、 「Sentinel-2」にチェックが入った 状態 (図-7のA) でパネルを下に スクロールして最下部にある 「Time range」で検索期間をセッ トし、「Search」ボタンをクリック する (図-7のB)。Sentinel-2 衛星 データのサムネイル画像が一覧表 示されるので、それをクリックし て衛星データを選択する(図-7の

④ 「Visualize」 タブになり、選択 した衛星データの True color 画像 が表示される (図-7のD)。パネ ルを下にスクロールして最下部に ある[Custom | (図 -7 の E)をクリッ クする。カスタム設定用のパネル が開くので、「Composite」でマウ スのドラッグ操作によってRに B08、GにB12、BにB12を割り

 $C)_{\circ}$





当て (図-7のF)、B8-12-12カラー 画像を表示させる。他の日のB8-12-12 カラー画像に切り替えたい場 合には、「Visualize」タブの最上部 にある「Date」の右隣をクリック してカレンダーを表示させ(図-7 のG)、背景の色が薄い日付(衛星 観測日)をクリックする。

(5)冬期(積雪なし)のB8-12-12カ ラー画像 (図-7のH) において湛 水状態のハス田は赤黒色を呈する。 また、稲収穫後の未耕起状態の圃 場、麦・牧草等の作付け圃場、耕 作放棄田・保全管理田は、明るく 濃い赤色または明るく淡い赤色を 呈する。目視判読でそれらを除外

した後、残りの圃場のうち、暗い 色を呈している圃場を排水不良、 明るく淡い青色を呈している圃場 を排水良好と判定する。なお、雨 で冠水している圃場(排水不良) も赤黒色を呈することに留意する 必要がある。

おわりに

本稿では、Sentinel-2 衛星データ と農水省の圃場区画データ(筆ポ リゴン)を用いて水田の排水性を 圃場単位で広域評価する手法を紹 介した。どちらのデータも無償で ダウンロードできる。また、デー タ処理はフリーソフトの QGIS を

図 -7 EO Brower ツールの画面と B8-12-12 カラー画像

用いて行うことができる。簡易的 には、ブラウザで EO Browser を 開いて B8-12-12 カラー画像を目視 判読して評価することもできる。

05--- 研究レポート

引用文献

- 1) 福本昌人 (2021): Sentinel-2 衛星データを用いた水田の取 水開始時期の把握手法、 ARIC 情報、141、20-25
- 2) 福本昌人、篠原健吾(2022): Sentinel-2 衛星データによる 水田の排水性評価、農業農村 工学会論文集、314、II 85-II 92

ARIC情報 | No.146 2022-07 • 23