

衛星データを利用した耕作放棄地の検出 -富山県を対象として-

Detection of Abandoned Farmland Using Satellite Data - A Case Study for Toyama Prefecture -

越智士郎 高木天翔* 村田大地*

OCHI Shiro TAKAGI Tensho MURATA Daichi

This study aims to develop a method for detecting abandoned farmland in Toyama Prefecture using Sentinel-2 satellite data and to generate an estimated distribution map. The analysis focused on the time-series variation of NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) during three key agricultural periods: the transplanting season (May), the growing season (August), and the harvesting season (September). The NDVI data were combined with parcel-level polygon data provided by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, and the analysis was conducted at the field (parcel) scale. The results showed that paddy fields exhibit significant seasonal fluctuations in NDVI corresponding to crop growth stages, whereas abandoned farmland tends to maintain relatively high NDVI values throughout the year. Based on the defined threshold criteria, approximately 5.5% of the cultivated land area in Toyama Prefecture was estimated to be abandoned farmland, which is generally consistent with existing statistical data. Future work will focus on improving accuracy through field validation and the integration of additional sensors.

キーワード: 耕作放棄地、衛星データ、筆ポリゴン、オープンデータ、富山県

1. はじめに

2024 年から 2025 年にかけて「令和の米騒動」と呼ばれる米不足が発生した。米の小売価格が高騰し、物価高も重なり社会問題化した。原因として、猛暑による生産量の減少、流通の問題など様々な要因が議論されている。原因の一つに、政府が 1970 年代から進めてきた減反政策による国レベルでの米生産量が低下していることが指摘されている¹⁾。また、政府の方針と相まって、農業従事者の高齢化や地方の過疎化により、全国的に耕作放棄地が増加していることも米生産量減少の原因となっている²⁾。耕作放棄地を有効使用し、米生産を増加させる機運が高まっている。

一方で近年、晩秋から初冬にかけて人の居住地域でのクマの出没・農業被害・人的被害が問題化している。耕作放棄地がクマが山から人里に移動する際の通り道や隠れ場所になっているとの指摘もあり、クマ被害への対策として耕作放棄地の適正な管理が求められている³⁾。

2010 年の統計データをもとにした分析によると、全耕地面積に対する耕作放棄地の割合は、全国平均で 10.6%、富山県は 47 都道府県中の 45 位(5.7%)であった⁴⁾。富山県は耕作放棄地割合の比較的少ない県ではあ

* 富山国際大学現代社会学部 2025 年度卒業生

るものの、2024年に発生した能登半島地震により、能登地域では耕作放棄が増加しているという調査報告もあり、影響は氷見市にも及んでいると考えられる⁵⁾。耕作放棄地に関する情報源は、主に農水省による農林統計データによるが、2020年に調査が廃止されている⁶⁾。本研究では、人工衛星データを利用した耕作放棄地の検出方法の開発を試みる。また本研究で開発した手法を適用し、富山県を対象に耕作放棄地の推定マップを作成する。

2. データ

2.1 衛星画像(Sentinel-2 衛星画像)

本研究では、ヨーロッパ宇宙機関(ESA)が無料で公開している Sentinel(センチネル)-2 衛星画像を利用した。ESA は地球環境の観測を目的に、表1に示す6種類の Sentinel 衛星シリーズを運用しており、いずれの衛星データもインターネットから無料で入手できる⁷⁾。一般に、土地被覆や植生の観測には Sentinel-2 のような光学衛星画像が使われる。しかし、光学画像は雲によって地表面の情報が遮られるため、観測時に地表が雲で覆われていると地上の情報を得ることができない。Sentinel-2 衛星の回帰日数は10日で、2機での運用が想定されており、5日毎に同一地域が観測できるよう設計されている。現在は2A、2B、2Cの3機体制で運用されているため、3~4日間隔で同一地点の観測が行われている。撮影頻度が高まることで、雲に影響されない観測機会を増やすことができ、定期的な観測を可能にしている。Sentinel-2 衛星には、12バンドの波長域を観測できる光学センサが搭載されており、バンドごとに空間解像度は異なる。表2に一部のバンドの特性を示す⁸⁾。以下で説明する正規化植生指標(NDVI)の算出には、Band4(赤バンド)と Band8(近赤外バンド)が用いられる。

2.2 NDVI(正規化植生指標)

NDVI(正規化植生指標)とはマルチスペクトルセンサ(カメラ)で観測した赤バンドデータ(R)と近赤外バンドデータ(IR)を使って、次の計算式で得られる指標である。

$$NDVI = \frac{(IR-R)}{(IR+R)} \quad (-1 \leq NDVI \leq +1) \dots (1)$$

R:赤バンドの反射強度(輝度)、IR:近赤外バンドの反射強度(輝度)

NDVI は「植物による光の反射の特徴を生かし衛星データを使って簡易な計算式で植生の状況を把握することを目的として考案された指標で、植物量や活力を示すもの」である⁹⁾。式(1)で計算される NDVI は-1 から+1の値をとり、+1 に近いほど植生率が高い、あるいは植生の活性度が高いと言われている。数値の目安として、森林や出穂期の水田で0.7以上、人工建造物の多い市街地で0(ゼロ)程度、水域でマイナスの値といった事例¹⁰⁾もあるが、利用する衛星の種類や空間分解能によっても NDVI は影響を受けるため、NDVI 値を実際の植生の量や活性度と関係づけるためには、現地調査を行い、実際の状態と関連付ける必要がある。

表1. Sentinel 衛星群の概要

名称	用途	センサ	運用	最大解像度	回帰日数
Sentinel-1 A,1B	地形観測 災害対応	SAR(合成開口レーダー)	2014	10m(5m)	12日
Sentinel-2 A,2B,2C	陸域観測 植生モニタリング	光学センサ (マルチスペクトル)	2015	10m	10日
Sentinel-3A,3B	海洋モニタリング 陸域モニタリング	マイクロ波放射計	2016	300m	27日
Sentinel-4	大気モニタリング	光学センサ (紫外線・可視光)	2025	8km	常時観測
Sentinel-5P	大気汚染観測	スペクトロメーター (紫外線・赤外線)	2017	3.5km	17日
Sentinel-6	海面高度観測 気温湿度観測	マイクロ波放射計	2020	300m	10日

表2. Sentinel-2 センサの特性(一部のバンドのみ)

バンド	波長	中心波長	解像度	用途
B1	藍	443	60m	エアロゾル
B2	青	490nm	10m	植生・土地被覆
B3	緑	560nm	10m	植生・土地被覆
B4	赤	665nm	10m	植生・土地被覆
B8	近赤外	842nm	10m	植生・土地被覆
B10	短波赤外	1375nm	20m	雲
B12	短波赤外	2190nm	20m	エアロゾル

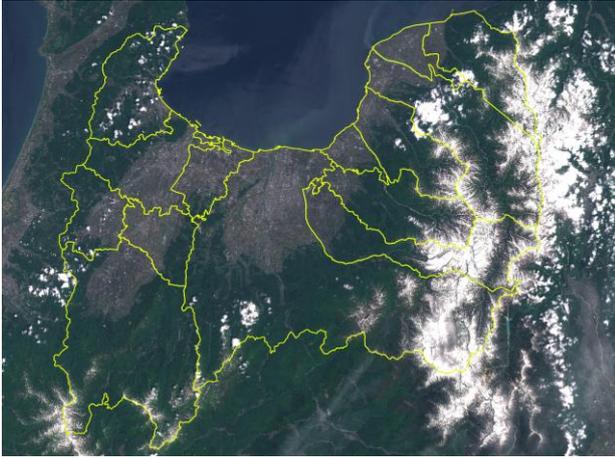


図1. Sentinel-2 画像(5月19日)

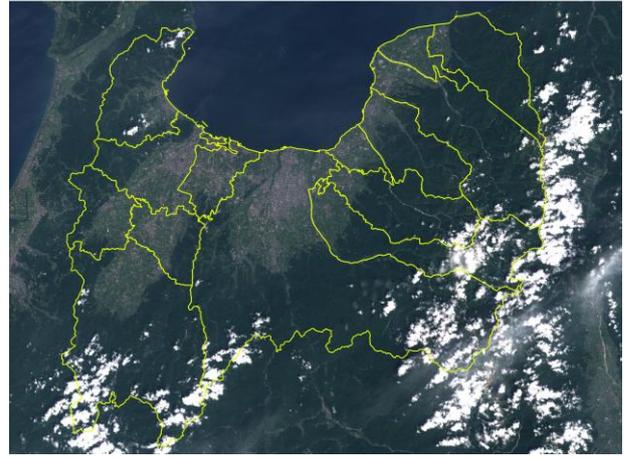


図2. Sentinel-2 画像(8月22日)

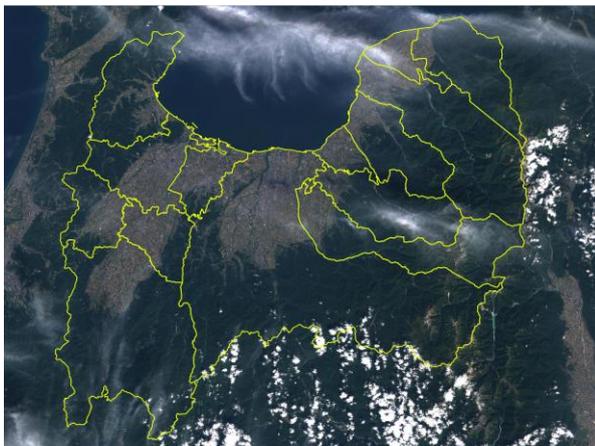


図3. Sentinel-2 画像(9月28日)



図4. 筆ポリゴン・サンプル(月岡駅周辺)

本研究では、耕作放棄地と作付けが行われている農地と区別するため、田植えの時期(5月)、植生の活性度が最も高まる時期(7~8月)、稲刈りの時期(9月下旬~10月)の3時期の衛星画像を使用することとした。この期間の Sentinel-2 データアーカイブの中から、富山県全域で雲ができるだけ少ない画像を選んだ。図1、図2、図3はそれぞれ、2025年5月19日、8月22日、9月28日のカラー画像である。5月19日は、富山県のほとんどの水田は田植えの前後にあたる。稲が作付けられる水田は湛水された状態にあり、稲は生育前であるため、NDVIは低い値を示すと考えられる。一方、耕作放棄地においては雑草等が生えはじめる時期である。8月22日は、水田は出穂前後でNDVIが高くなる時期である。一方、耕作放棄地においても雑草が放置されてままであればNDVIは高くなる。9月28日は、富山県内の水田の多くは稲の刈り取り後で、NDVIは低下すると思われる。ただし、刈り取り前の稲が残る水田もある程度存在すると思われる。野菜などを作付ける畑作の場合は、この3時期の間に植え付けや収穫などが発生し、NDVIが低下する時期が発生すると思われる。本研究では、3時期の衛星画像のNDVIの変化のパターンから耕作放棄地を検出する。

2.3 筆ポリゴン(農地ポリゴン)

筆ポリゴンとは、農林水産省統計部が耕地面積調査等の母集団情報として整備したオープンデータで、GIS(地理情報システム)ソフトウェア等において利用可能な農地の区画(筆)情報である¹¹⁾。



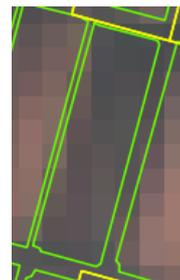
図5. 水田(1)写真
(2025年10月15日)



(2) 5月19日衛星画像



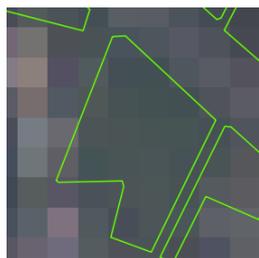
(3) 8月22日衛星画像



(4) 9月28日衛星画像



図6. 耕作放棄地(1)写真
(2025年10月15日)



(2) 5月19日衛星画像



(3) 8月22日衛星画像



(4) 9月28日衛星画像

データは JSON(JavaScriptObjectNotation)形式で、富山県は15市町村ごとに提供されている。富山県全体で約 38 万 2 千区画(筆)の農地が登録されている。図4は、月岡駅周辺の筆ポリゴン(水色)を表示したものである。背景画像には GoogleSatellite(GoogleMap に表示される衛星画像)を表示した。

3. 結果

3.1 水田と耕作放棄地の NDVI の変化

現地調査を行い、耕作放棄地の位置を特定し、水田と耕作放棄地における3時期のNDVIの変化の違いを見た。図5(1)、図6(1)はそれぞれ水田と耕作放棄地の現地写真である。写真の撮影日が10月15日であるため、水田では稲の刈り取り後時間も経過しており、切り株から緑の葉が生えだしている。(2)、(3)、(4)はそれぞれ、5月19日、8月22日、9月28日の衛星カラー画像である。5月19日の画像では、水田は耕作放棄地に比べて黒っぽい画像となっており、水田における湛水が影響していると思われる。8月22日の画像では、水田、耕作放棄地とも同じような濃い緑色に見える。9月28日画像では、水田は収穫後で稲が刈り取られたため薄い緑色から薄い茶色に8月から大きく変化しているのに比べ、耕作放棄地では8月22日画像から大きな変化は見られない。

水田と耕作放棄地の2地点(区画)のNDVIの変化を調べた。注目する筆ポリゴンには複数の画素が含まれるため、各ポリゴンに含まれるNDVI画素値の平均を求めその区画のNDVIとした。図7は水田と耕作放棄地のNDVIの3時点の変化を示したものである。5月19日は、水田は湛水状態にあり、NDVIはおよそ0.1で小さい値を示す。耕作放棄地はおよそ0.25である。8月22日には、水田、耕作放棄とも0.45と比較的大きな値を示す。9月28日には、水田のNDVIはおよそ0.2で、8月22日より大きく減少するが、耕作放棄地ではおよそ0.4で、水田

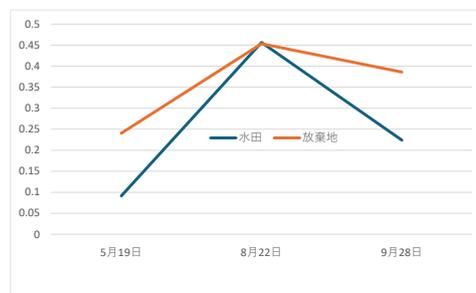


図7. 水田と耕作放棄地におけるNDVIの変動

に比べて減少幅は小さい。

3.2 耕作放棄地の検出

前項(3.1)で得られた結果を踏まえ、以下の方法で耕作放棄地の検出を行った。

- ① 5月19日画像において、NDVIが0.2以上の農地区画を耕作放棄地の候補地とする。0.2未満の農地区画は、田植え前の湛水状態あるいは裸地(土壌)の可能性はある。
- ② 8月22日画像において、0.4以上の農地区画を耕作放棄地の候補地とする。0.4未満の農地区画は植生の繁茂が抑えられており、畑地や造成地として管理されている可能性がある。
- ③ 9月28日画像において、0.35以上の農地区画を耕作放棄地の候補地とする。0.35未満の農地区画は植生が減少しており、稲刈り等が行われた可能性がある。
- ④ 上の条件①②③を全て満たす農地区画を耕作放棄地とする。

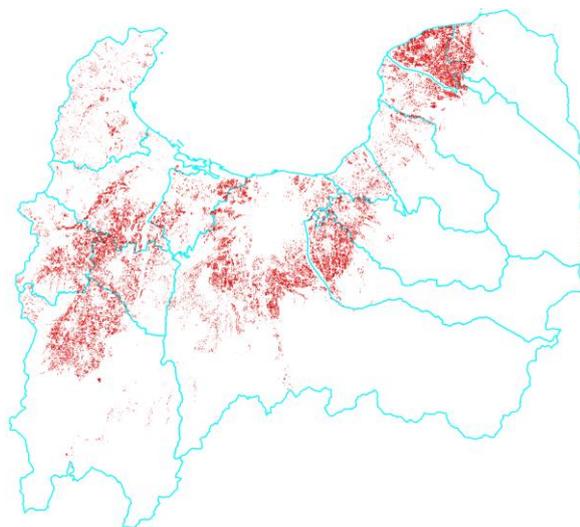
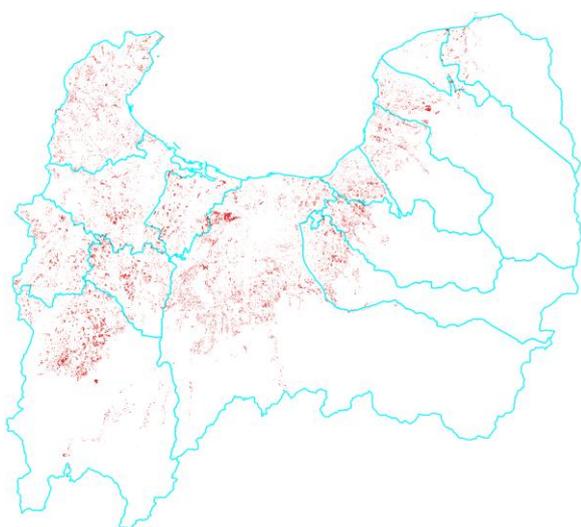


図8. 条件①(5月19日画像でNDVIが0.2以上)の農地区画 図9. 条件②(8月22日画像でNDVIが0.4以上)の農地区画

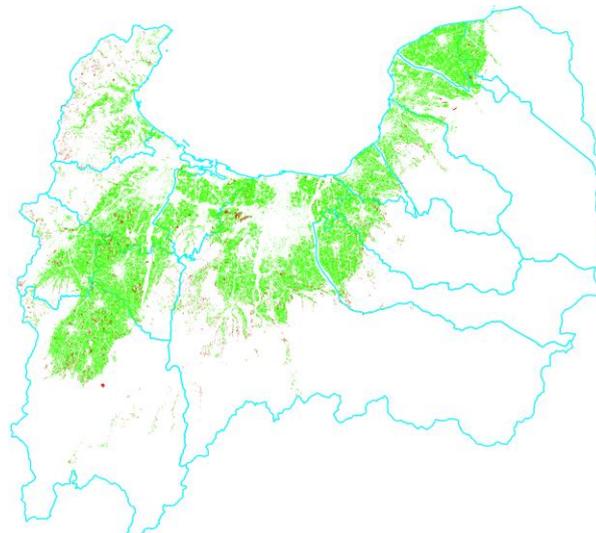
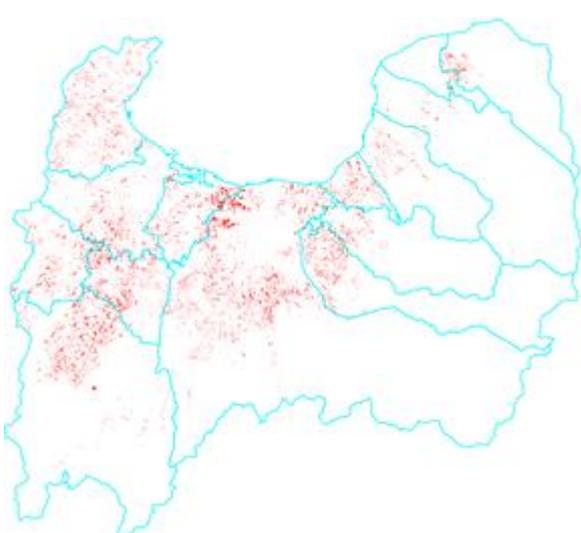


図10. 条件③(9月28日画像でNDVIが0.35以上)の農地区画 図11. 耕作放棄地候補地(赤色)とそれ以外の農地区画(緑色)

図8、図9、図10はそれぞれ①、②、③の条件を満たす耕作放棄地候補地である。図11は条件④を満たした耕作放棄地(赤色)とそれ以外の農地区画(緑色)を示したものである。

4. 考察と課題

表3は図11で検出した耕作放棄地候補地の面積を市町村別に集計したものである。富山県全体での農地区画(筆ポリゴン)の面積は約5万4千ヘクタールで、その5.5%の約3千ヘクタールが耕作放棄地と推定された。冒頭で述べたように、富山県の耕作放棄地の面積割合は2010年の報告で5.7%であり、本研究の結果は面積割合の点では、概ね合致する。耕作放棄地面積割合が大きい市町村は、氷見市(12.6%)、富山市(7.3%)、上市町(7.7%)であった。特に氷見市の数値が高い。能登半島地震の影響を調べるためには、震災前後での耕作放棄地の変化も見る必要がある。

面積割合の上では概ね合致しているものの、推定結果の精度については今後現地の情報を集めて検証する必要がある。今回利用した3時期の衛星画像は、画像に含まれる雲量などの条件から選ばれたものである。稲刈り後の画像として使用した画像は9月28日に観測されたものであるが、9月28日以降に稲刈りをした水田もあり、そうした水田が誤判定されていないか、検証する必要がある。

2024年度に調査された富山県の耕地面積は田耕地面積(54,700ha)と畑耕地面積(2,720ha)の合計57,400haである¹²⁾。今回算出した耕地面積は統計値より約2600ha(約4.5%)少ない。原因の一つとして、筆ポリゴンを衛星画像の画素サイズ(10mx10m)にあわせるために画像化(ベクトルデータのラスター変換)した際に生じた誤差が考えられる。画素サイズを小さく設定することで誤差を小さくすることは可能であるが、一方でGISソフトウェアのアルゴリズムにより発生する避けられない誤差でもある。

今回、比較的簡便な方法で耕作放棄地の検出を試みた。検出結果の検証を行っていない段階ではあるが、検出手順には整合性があると考えている。現在3機体制で運用されているSentinel-2衛星群により3~4日間隔での観測が可能になり、実用性は高まっている。しかし、特に6月、7月、8月は雲の影響で利用できる画像が限られるため、使用する画像によって検出精度に影響が出ることは免れない。今後、雲の影響を受けないSAR(合成開口レーダー)で観測するSentinel-1衛星画像を併用するなどして検出精度が安定する手法の開発に取り組みたい。

謝辞

本研究の一部は大学コンソーシアム富山「地域フィールドワーク研究助成」の支援を受けて実施されました。ここに謝意を表します。

表3. 市町村別耕作放棄地面積(推定値)

市町村	全耕地 面積(ha)	耕作放棄地 (推定)ha	耕作放棄地 割合
富山市	12,287	892	7.3%
高岡市	4,841	210	4.3%
魚津市	1,824	81	4.4%
氷見市	2,796	352	12.6%
滑川市	2,117	62	2.9%
黒部市	2,558	50	2.0%
砺波市	4,575	249	5.4%
小矢部市	3,384	203	6.0%
南砺市	6,949	520	7.5%
射水市	3,516	86	2.4%
舟橋村	164	2	0.9%
上市町	1,544	119	7.7%
立山町	3,201	177	5.5%
入善町	3,661	2	0.1%
朝日町	1,360	28	2.0%
合計	54,775	3,034	5.5%

参考文献

1. 稲垣公雄、“『令和のコメ騒動』(8) 令和7年産748万トンによりコメ価格は低下するのか”(コラム)、三菱総合研究所、2025年11月7日：<https://www.mri.co.jp/knowledge/column/20251107.html>
(2026年2月25日参照)
2. 青木伸太郎、“農地の未来を守るために～有効活用と耕作放棄地への対策～”、徳島経済、2025(Spring): 81-98(2025):https://www.teri.or.jp/mn/wp-content/uploads/2025/04/2025_114_nohchi.pdf
(2026年2月25日参照)
3. クマ類保護及び管理に関する検討会(環境省)、“クマ類による被害防止に向けた対策方針(概要)”、2024年2月8日：<https://www.env.go.jp/nature/choju/effort/effort12/kuma-prevention-summary.pdf>
(2026年2月25日参照)
4. 矢挽尚貴、“統計データによる耕作放棄地と集落営農の関係分析”、農村工学研究所技報217号:75-83(2015):https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/archive/files/nkkgiho217_07.pdf
(2026年2月25日参照)
5. 中村華子、“現地検討会「能登半島地震による影響と自然再生」(1)実施報告”、日本緑化工学会 コミュニティレター2号:27-28(2025):<https://www.jsrt.jp/wordpress/wp-content/uploads/topic/CL2-3.pdf>
(2026年2月25日参照)
6. 伊藤操子、“中山間地域等での耕作放棄で増大する植生荒廃地:実態調査と対策への提言”、草と緑(Weeds and Vegetation Management)16:27-37(2024):
https://www.jstage.jst.go.jp/article/iuws/16/0/16_27/_pdf/-char/ja
(2026年2月25日参照)
7. 祖父江真一、“Copernicus計画とSentinelシリーズの現状について”、日本リモートセンシング学会誌、Vol.42(2):143-147(2022):https://www.jstage.jst.go.jp/article/rssj/42/2/42_42.143/_pdf/-char/ja
(2026年2月25日参照)
8. リモートセンシング技術センター、“Sentinel-2A / 2B / 2C / 2D”:
<https://www.restec.or.jp/satellite/sentinel-2-a-2-b.html>
(2026年2月25日参照)
9. 国土地理院、“植生指標データについて”:<https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/ndvi.html>
(2026年2月25日参照)
10. 宙畑、“衛星で農作物の生育状況を把握! 農業分野で利用が進む「植生指数時系列情報」の使い方”(2021/8/12):<https://sorabatake.jp/22019>
(2026年2月25日参照)
11. 農林水産省、“農地の区画情報(筆ポリゴン)のデータ提供・利用”:
<https://www.maff.go.jp/j/tokei/polygon/index.html>
(2026年2月25日参照)
12. 農林水産省、“都道府県の姿・グラフと統計でみる農林水産業”:
<https://www.machimura.maff.go.jp/machi/contents/16/index.html>
(2026年2月25日参照)