

農業・生態系保全のための関東域高解像度土地利用・土地被覆図の開発

筑波大学 ○伊藤駿・奈佐原（西田）顕郎

JAXA 平山颯太

RESTEC 今村功一・平出尚義・大串文美・佐竹峻

1. はじめに

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) は高解像度土地利用・土地被覆図 (HRLULC-Japan) を数年おきに作成・公開しており、我々は次期バージョンアップのためのアルゴリズム開発に取り組んでいる。2023 年 9 月現在、HRLULC-Japan の最新のプロダクトであるバージョン 21.11 では、空間方向ではなく時間軸方向およびスペクトル方向で畳み込みを行う多時期土地利用・土地被覆分類アルゴリズム” SACCLASS2” を用い、12 カテゴリで Overall Accuracy (OA) 88.85% の日本域 LULC マップが作成された [1]。だが、HRLULC-Japan はカテゴリ追加の面で改善の余地がある。そこで本研究では、HRLULC-Japan の改善のための試験的研究として、バージョン 21.11 の 12 カテゴリに加え、湿地と農業用温室という新カテゴリを設けた。湿地はエコトーンとして高い生物多様性で知られている一方、温室効果ガス排出源として気候変動の側面でも重要であり、近年ニーズが高まりつつあるカテゴリといえる。また、農業用温室では、ハウス内の植物の生育増進のために二酸化炭素発生装置やヒートポンプが用いられており、気候変動対策の観点で重要なカテゴリである。これらのカテゴリを新たに導入し、関東域を対象域として農業・生態系保全により有用な LULC マップを作成した。

2. 方法

正確な LULC マップ作成には、対象域での十分な知識が要求されるため、筆者らに馴染み深い関東域 (北緯 35 度から 37 度、東経 139 度から 141 度までの矩形領域) を対象域とした。

分類カテゴリはバージョン 21.11 の 12 個 (水域・人工構造物・水田・畑地・草地・落葉広葉樹・落葉針葉樹・常緑広葉樹・常緑針葉樹・裸地・竹林・ソーラーパネル) に湿地と農業用温室を加え、14 個とした。

本研究で用いた多時期土地利用・土地被覆分類アルゴリズム” SACCLASS2” は、教師あり学習のアルゴリズムであるため、教師検証点の整備を行った。図 A に示すように、教師点が 4229 点、検証点が 406 点である。ここでは、特に新カテゴリの教師検証点収集方法について説明する。

カテゴリID	カテゴリ名	教師点数	検証点数
1	水域	223	25
2	人工構造物	445	57
3	水田	931	88
4	畑地	350	51
5	草地	181	11
6	落葉広葉樹	197	10
7	落葉針葉樹	176	1
8	常緑広葉樹	64	12
9	常緑針葉樹	395	28
10	裸地	146	15
11	竹林	113	6
12	ソーラーパネル	260	20
13	湿地	330	36
14	農業用温室	418	46
	Total	4,229	406

図 A: 教師検証点数

湿地の教師検証点の候補は大きく分けて 3 つの方法で収集した。1 つ目の方法では、ESA WorldCover 2021 で湿地に分類されているエリアを Google Earth Pro で確認した。2 つ目が、文献情報を参考に湿地らしきエリアの情報を収集し、Google Earth Pro で確認する方法だ。ラムサール条約湿地や、遊水地のほか、バードウォッチングサイトの文献情報も参考にした。生物多様性に富む湿地は、バードウォッチングサイトになりやすい、という特性を活かした次第である。そして 3 つ目が、谷津に立地する湿地らしきエリアから収集する方法だ。谷津とは谷あいの地形であり、周囲から伏流水が湧水するため、古くから水田が立地してきた。だが近年耕作放棄が進み、湿生植物が茂りつつあるため、こうした地域に焦点を当てた次第である。農業用温室は、Google Earth Engine 上で Google Satellite 画像を表示し、農業用温室と思われる箇所を教師検証点候補とした。最終的にこれらの教師検証点候補を再判読し、教師検証点を選定した。

SACCLASS2 へのインプットデータには、衛星画像

と、それらから算出される指標、およびその他付加データを用いた。衛星画像としては、Sentinel-2 の光学衛星画像と、ALOS-2/PALSAR-2 および Sentinel-1 の SAR 画像を利用した。さらに、ALOS World 3D (AW3D) の数値表層モデル (Digital Surface Model, DSM) と、DSM から算出される傾斜、OpenStreetMap (OSM)、農林水産省の農地区画データ「筆ポリゴン」をラスタライズしたもの[2]を補助データとして用いた。

Sentinel-1 と Sentinel-2 は、2022/06/01 から 2023/05/31 までの 2ヶ月刻みの 6 時期画像を用いた。なお、Sentinel-2 については、雲マスクをしつつ 2ヶ月毎にメジアンコンポジットを取ると、特に雲に覆われる日の多い夏季にデータの欠損したピクセルが生まれてしまう。それを防ぐために、該当時期の前後の時期、及び前年と一昨年 of 該当時期の衛星画像も取り入れてメジアンコンポジットを行い、クラウドフリーな衛星画像を取得した。OSM や DSM などの補助データは時間的に一様と考え、6 時期にわたり共通する値を用いた。また、ALOS-2/PALSAR-2 は夏季のモザイク画像を 6 時期共通の値として用いた。

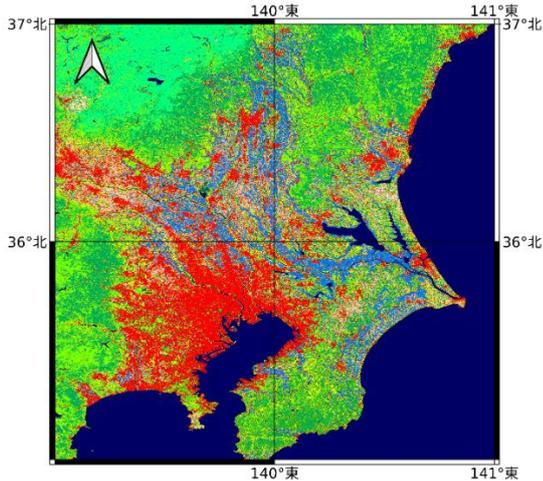


図 B: 作成した LULC マップの概観

		実際のカテゴリID														使用者	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	精度[%]	
分類後の カテゴリ ID	1	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	2	0	53	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	93.0 ± 6.6
	3	0	0	88	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	97.8 ± 3.0
	4	0	0	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	97.9 ± 4.0
	5	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	6	0	0	0	0	0	10	1	0	0	0	1	0	0	0	0	83.3 ± 21.1
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	100
	9	0	0	0	0	0	0	0	6	27	0	0	0	0	0	0	81.8 ± 13.2
	10	0	4	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	75.0 ± 21.2
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	100
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	100
	13	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	1	0	36	0	0	80.0 ± 11.7
	14	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	95.6 ± 6.0
作成者 精度[%]		100	93.0 ± 6.6	100	92.2 ± 7.4	36.4 ± 28.4	100	0	50.0 ± 28.3	96.4 ± 6.9	80.0 ± 20.2	66.7 ± 37.7	100	100	93.5 ± 7.1	OA: 92.4 ± 2.6	

図 C: 混同行列。図中のカテゴリ ID とカテゴリ名の対応は図 A の通り。

3. 結果

得られた LULC マップを図 B に、混同行列を図 C に示す。検証点による評価を行ったところ、OA は 92.36%、κ 係数は 0.9132 となった。

4. 考察

農業用温室は、農業利用されている土地でありながら、バージョン 21.11 では畑地ではなく人工構造物として分類されていた。だが、新カテゴリ「農業用温室」を設けることでこの問題が解消され、人工構造物と農業用温室の間の誤分類も少なかった。農業用温室は人工構造物に類似した高い反射率を示すものの、筆ポリゴンをインプットに追加することで人工構造物と区別して分類ができたと推測される。

また、湿地カテゴリの追加により、ラムサール条約湿地をはじめとする湿地を、草地でなく湿地として分類できるようになった。これは、土壌水分に感度があることで知られる L-band SAR である ALOS-2/PALSAR-2 をインプットに用いたことで、湿地の高い土壌水分を検出できたためだと推測される。

一方、目視確認の結果、積雪地域の分類が上手くできていないことが確認された。対象域の北西は積雪地域であり、落葉針葉樹や湿地に過分類されていた。これは、積雪地域において積雪という気象イベントが重要視され、積雪地域にも十分に教師点が分布していた落葉針葉樹や湿地に誤分類されやすくなってしまったためだと考えられる。

参考文献

- [1] 平山颯太・田殿武雄・大木真人・水上陽誠・奈佐原 (西田) 顕郎, 2022. JAXA 高解像度土地利用土地被覆図日本域 21.11 版 (HRLULC-Japan v21.11) の作成, 日本リモートセンシング学会誌, 42(3), pp. 199-216.
- [2] 泉澤遥・平山颯太・水上陽誠・奈佐原 (西田) 顕郎, 2023. 統合的ローカライゼーションによる沖縄島域高解像度土地利用土地被覆図の作成, 日本リモートセンシング学会誌, 43(2), pp. 73-85.