

深層学習による衛星画像を用いた土地利用改変箇所の抽出

一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構

酒谷 幸彦（現：明治コンサルタント株式会社）

内山 均志、千葉 幹、○寺山 祐司

アジア航測株式会社

屋木 わかな、角田 里美

長野県 吉村 元吾、山田 晃

1. はじめに

土砂災害防止法、盛土規制法では、土地利用の改変状況等を確認して、改変により必要があれば基礎調査をする必要があるが、衛星画像を用いて土地利用改変箇所を抽出する方法は既にいくつか提唱されている¹⁾²⁾。しかし、AI による抽出結果に対して実際の現地状況に着目した検討事例は少ない。

そこで、本研究では、上記の法制度で基礎調査に基づき指定された区域内における改変箇所の把握をするにあたって、AI による土地改変箇所の抽出に加え、目視による机上調査と現地踏査を実施し、土地利用改変箇所の実態の把握を試みた。

2. 本研究で用いた抽出手法

これまでに当機構が開発した土地利用改変箇所の抽出プログラム³⁾は、東京近郊の 6 月～9 月に取得された衛星画像 (Sentinel-2) で学習した深層学習モデルである。過年度の研究では他県への適用時に改変地がほとんど抽出されなかったため、教師データの追加と抽出判定区分の見直し等を行い、400 m²以上の改変地 (森林、草地、裸地、水域、人工構造物への改変) において 7 割以上の再現率 (正解データ中で当該クラスを正しく検出できた割合) で抽出分類をすることができた。また、適合率 (推論結果中で当該クラスを正しく検出できた割合) は 1 画素 (10m×10m) のみの抽出箇所でも 8 割以上で抽出分類ができた。

しかし、改良したモデル (以下、土地利用改変箇所抽出プログラム) のうち裸地への改変地の再現率は 50%程度と低かったため、山林が裸地化した箇所などを追加した教師データを作成し、造成地と非造成地を分類する造成地抽出プログラムを開発した。

3. 調査方法及び検証結果

2.で開発したプログラムが指定地等における改変を抽出できているか検証することを目的として、土地利用変化箇所の抽出に関する検証 (3.1) と、指定区域内における地形改変状況の確認を目的として造成地抽出プログラムを用いた基礎調査及び砂防指定地内の監視を想定した検証 (3.2) を行った。

3.1 土地利用変化箇所の抽出に関する検証

土地利用変化箇所抽出プログラムによる 2018 年と

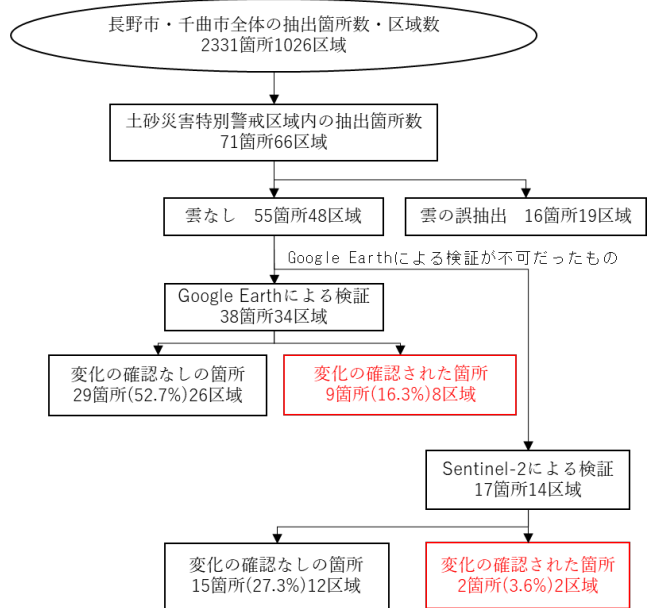
2023 年の衛星画像を長野市・千曲市と軽井沢町・御代田町に適用した結果に基づき、抽出結果の検証を行った。抽出結果は、衛星画像とおおむね同時期に取得された Google Earth やストリートビューなどを比較し、抽出箇所の中に 1 画素でも正しい判定があれば正解として正誤の判定を行った。この検証の結果は表 1 に示す通りで、前述の再現率・適合率よりも低いものとなった。特に正解の割合が低い軽井沢町・御代田町には、ビニールハウス等畑の微細な状況変化が多く、これらが、畑の誤抽出や道路の誤抽出等が正誤率の低下の一因と考えられた。

表 1 土地利用改変箇所の正誤率

	正解	不正解	主な課題
長野市・千曲市	65.1%	29.7%	「人工構造物」への変化の不正解率が高い。
御代田町・軽井沢町	51.1%	44.4%	「森林」や「農地」への変化の不正解率が高い。

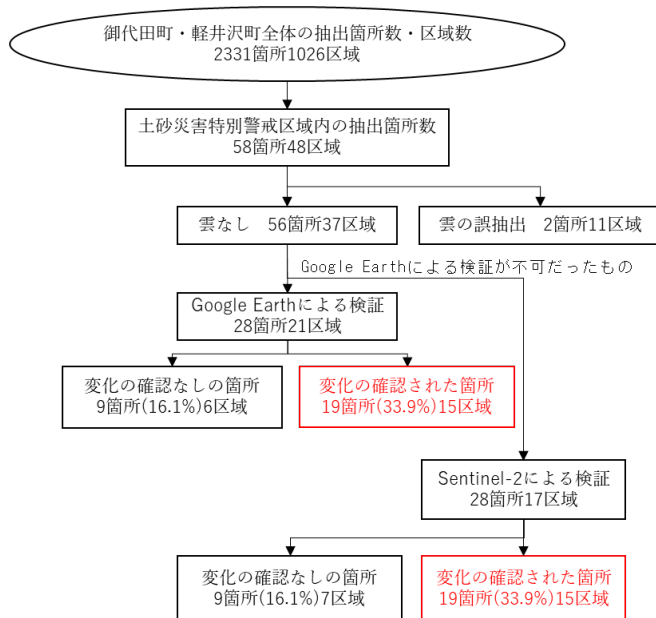
3.2 基礎調査及び砂防指定地内の監視を想定した検証

2018 年と 2023 年の衛星画像に造成地抽出プログラムを適用した抽出結果を基に、御代田町・軽井沢町、長野市の一部地域・千曲市 (全体で 600km²程度) を対象として、土砂災害特別警戒区域、土砂災害警戒区域 (土石流) の集水域、砂防指定地の 3 つの区域内にある抽出箇所に対して、図 1、図 2 (ここでは、土砂災害特別警戒区域内の例を示す) に示したフローに従って、目視による分類 (机上調査) を行った。



()内の%は、区域内の雲なしの抽出箇所中の割合を示した。

図 1 抽出結果の検証フロー例 (長野市・千曲市)



()内の%は、区域内の雲なしの抽出箇所中の割合を示した。

図 2 抽出結果の検証フロー例（御代田町・軽井沢町）

分類の結果、土地利用改変が確認された箇所数や種別は地域によって違いがあることが分かった。長野市・千曲市では土地利用改変が確認された箇所が全体で20%と少ない（図 3）のに対し、御代田町・軽井沢町では67%（図 4）であった。この差は地域の特性によるものと思われ、例えば長野市・千曲市で多かった「変化の確認なしの箇所」の中には衛星画像の前後で建物や畑のままであった結果が多く、御代田町・軽井沢町で多かった「変化の確認された箇所」の中では森林から更地や建物等への変化が多かった。これらの原因として、長野市・千曲市では周辺状況から、建物の屋根の変化や畑の植生の微妙な変化、ビニールハウスなどが影響すると考えられた。一方御代田町・軽井沢町では Google Earth のストリートビューや新築のホテルのホームページなどから、別荘地やホテルなどが新築された影響が考えられた。

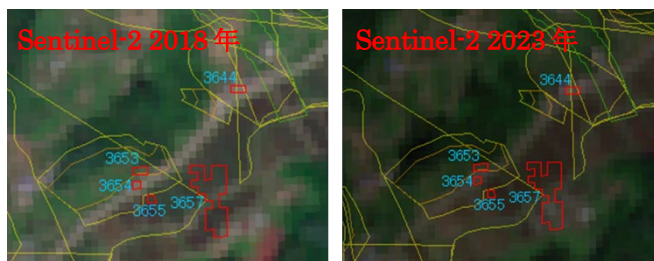


図 3 長野市・千曲市の畑の植生変化事例



図 4 御代田町・軽井沢町の建物への植生変化事例

Google Earth 上で確認した抽出箇所について 8 箇所、Google Earth 上で新しい写真が得られなかったために 2 時期の衛星画像（Sentinel-2）から目視で確認した抽出箇所について 8 箇所、現地踏査を行った。そのうち長野市・千曲市の例として、図 5 に示した抽出結果が挙げられ、図中に赤丸で示した抽出箇所については、衛星画像による目視確認では判別のつかなかった土地利用改変として、直近 5 年以内に空き家から建て替えられた施設であることが住民情報から判明した（図 6）。また御代田町・軽井沢町の例として、工事中の建物が各所に見られたり、住民情報などから直近 5 年の間に別荘地において新築の建物が多く建てられていることが分かった。

また、長野市・千曲市では、古い建物の屋根の改修や耕作地の植生変化が抽出に影響して変化のない箇所が抽出されたと考えられる一方、御代田町・軽井沢町では実際に比較的多くの土地が造成されていることが分かった。



図 5 現地踏査結果例



図 6 改変箇所の写真

4. まとめ

抽出結果と法指定区域の重ね合わせや現地踏査等を通して、土地利用の改変内容は地域により様々であり、それが抽出結果の適合率に影響する可能性を把握した。一方で、今回の机上調査では確認が困難な箇所も一定数あり、航空写真や他部局からの情報を利用することが適切な抽出方法と考えられた。今後は、こういった情報を組み合わせることで、各都道府県に応じた抽出手法を提案する。また、適用事例の増加に伴い、教師データの追加作成等を行って精度の向上に努める。

【参考文献】

- 1) 酒谷幸彦・西真佐人・藤澤誠二・古田竜一・清水孝一・中田和輝・平松真宙：砂防指定地における衛星画像を使った土地改変抽出手法の検討(2019)：2019 年度砂防学会研究発表会概要集,pp.369-370
- 2) 山下久美子・山田大介・堀大一郎・松林健一・浅田典親・真砂陽太郎・今井靖晃：Google Earth Engine を活用した山地内の盛土を監視する技術の試行(2023)：R5 年度砂防学会研究発表会概要集,pp.487-488
- 3) 酒谷幸彦・内山均志・寺堀吉博・屋木わかな・角田里美：土地利用状況確認調査のための AI による衛星画像解析(2022)：R4 年度砂防学会研究発表会概要集,pp.203-204