

高原川流域における広域砂防調査での作業効率化に向けた マルチスペクトルカメラ搭載ドローンと深層学習の適用

国土交通省 神通川水系砂防事務所 岡田 武, 四十谷 朋子
日本工営株式会社 ○古木 宏和, 倉上 健, 三池 力, 古谷 智彦, 渡部 春樹, 長山 孝彦

1. はじめに

流木の流出による災害対策のため、保全対象や既存施設の状況に応じた流木対策施設計画が策定されている。流木対策計画策定の際には、過去の流出実績や現地調査により、地形・地質・林相・荒廃状況・既往災害・流木発生実績等について整理し、流木発生ポテンシャルの高い流域特性の把握を行っている。しかしながら、高原川流域において山腹斜面から流木流出を想定すべき対象面積は広大である。従来の作業方法では、対象範囲の空中写真を用いて人による林相判読を実施し、植生分布を把握している。そのため、作業量が非常に多く時間を要する。また、技術者による個人差が生じるため、効率化・画一化のニーズが高い。

そこで本論では、広域砂防調査（林相判別）における効率化を目的として、AI・深層学習や新しいセンサー技術（図1）を適用した事例について報告する。

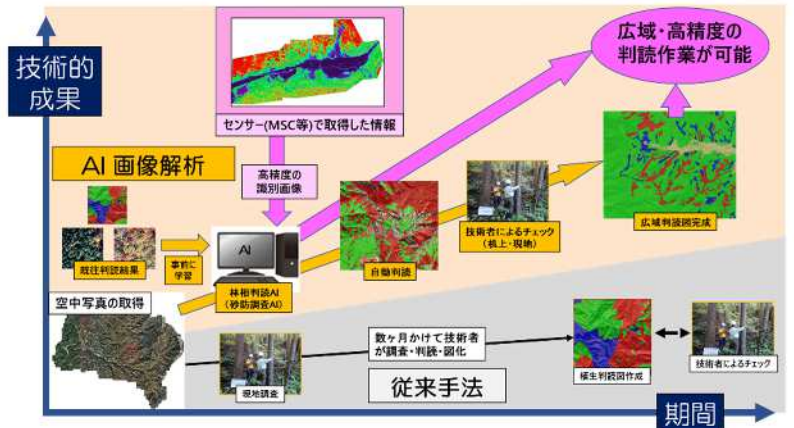


図1 広域砂防調査の効率化に向けたAIやセンサー技術の活用イメージ



図2 マルチスペクトルカメラ搭載のドローン(DJI社製)

2. マルチスペクトルカメラと深層学習による林相判別



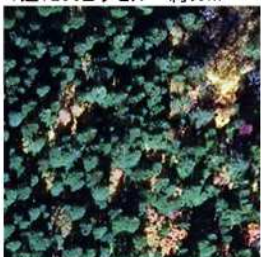

2.1 マルチスペクトルカメラ(M.S.C.)搭載ドローンによる林相判読

新しいセンサー技術としてマルチスペクトルカメラ (M.S.C.) を搭載したドローンを用いて、林相および流木の検知を行った。マルチスペクトルカメラは、RGB画像に加えて近赤外領域のスペクトル情報を瞬時に取得可能で、農業分野で作物の最適収穫期等の把握に用いられている。ドローンと併用する事で溪流単位程度の面積の情報取得が可能である。本検討では、植物の量や活性度を判定する「正規化植生指標 (NDVI)」¹⁾を用いて常緑針葉樹と、落葉等季節による変化が見られる樹種（常緑針葉樹以外の樹種、と表記）の区分を行った。

2.2 深層学習による林相判読

レーザープロファイラー地形測量やUAV等により撮影されたオルソフォトから、深層学習により林相判定を

表1 深層学習の教師データに用いた林相判読図 赤:常緑針葉樹 緑:常緑針葉樹以外の樹種

元画像	正解データ	教師データの例	
オルソフォト	林相判読図(技術者による)	常緑針葉樹	常緑針葉樹以外の樹種
	256ピクセルの範囲 	1辺: 256ピクセル=約60m 	1辺: 256ピクセル=約60m 

行った。深層学習のアルゴリズムにはVGGNet²⁾を使用した。表1に深層学習に用いた空中写真および林相判読図、教師データの例を示す。教師データは、技術者が画像から林相判読を行ったデータを用いた。画像は、256×256ピクセルとし、解像度はオルソフォトの解像度が損なわれないサイズに設定し（画像の1辺：約60m=256ピクセル）、表1に示す常緑針葉樹と常緑針葉樹以外の樹種の色調の違いを学習できるように選別を行った。教師データ数は、常緑針葉樹と常緑針葉樹以外の樹種それぞれで、元画像388枚に対して回転、反転、コントラスト変更等加えデータ拡充を行い、合計で15500枚とした。正誤判定は、既往の技術者による判読図を正解データとして教師データエリア外に検証エリアを設け、検証した。

3. M.S.C.と深層学習による林相判読結果

3.1 M.S.C.による林相判読

オルソフォトとマルチスペクトル解析（NDVI）画像を図3に示す。撮影時期は12月である。図3のNDVI値の違いより、常緑針葉樹と常緑針葉樹以外の樹種を明確に区別することが可能である。また、RGB画像で視認しにくい河床砂礫に混在している倒木（流木）について、NDVIを用いる事で容易に区別ができた。

3.2 深層学習による林相判読

深層学習によるオルソフォトからの林相判読を行った結果を表2と図4に示す。常緑針葉樹と常緑針葉樹以外の樹種で分類を行った結果、正解率は約70%であり、図4のようにおおよその林相分布が推定できた。

4. 広域砂防調査への展開

本検討で試行したM.S.C.と深層学習は、いずれも調査の効率化に資する技術として活用が期待される。M.S.C.は正規化植生指標を用いることで、林相や流木を精度良くかつ効率的に判読できる可能性がある。深層学習による林相判読ではRGB画像で概ねの分布が把握できた。今後、さらなる判読精度向上に向けて、様々なセンサー技術により良質な教師データを蓄積し、AI技術との組み合わせにより、広域砂防調査の効率化に繋がることを期待される。

5. まとめ

流木対策施設計画等で必要となる林相判定の効率化技術として、M.S.C.と深層学習の適用を試みた。その結果、両者ともに広域砂防調査の効率化が期待できる技術である知見が得られた。ドローンや衛星に搭載されているセンサー技術と深層学習を組み合わせることにより、判読技術を有する技術者による膨大な作業が同等の精度で省力化でき、より広域・高精度の評価に繋がる可能性がある。今後実用化に向けてデータを蓄積し、土砂災害防止、流木災害防止に資する技術として検証を行ってきたい。

引用文献

1. 国土地理院: 植生指標データについて。国土地理院ホームページ。 <https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/ndvi.html>.
2. Karen Simonyan and Andrew Zisserman: Very Deep Convolutional Networks for Large-scale Image Recognition. International Conference on Learning Representations, 2015

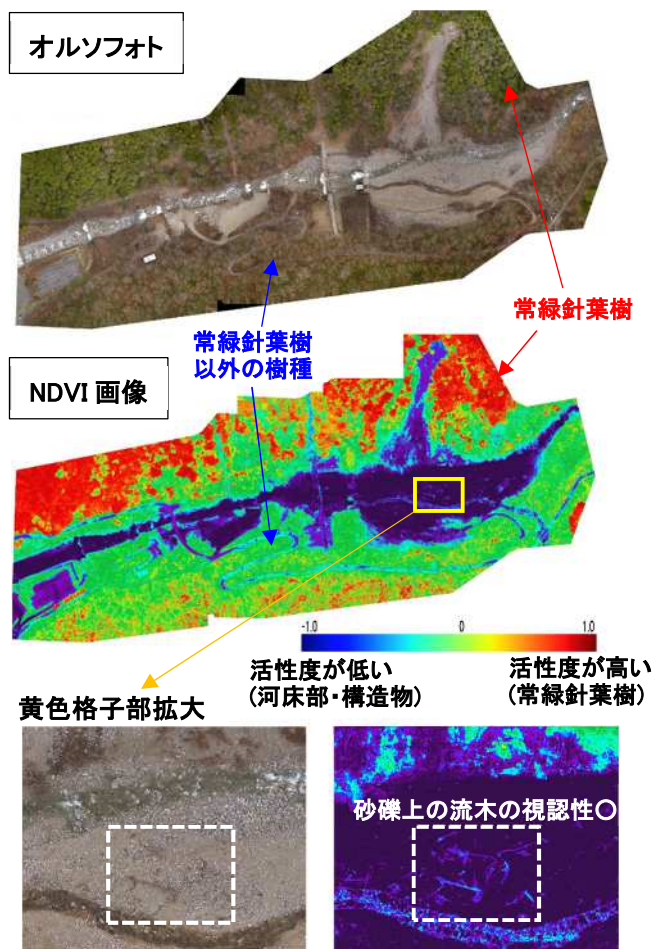


図3 マルチスペクトル解析図

表2 検証エリアにおける林相判別結果

深層学習による林相判別		AIによる分類		正解率
		常緑針葉樹	常緑針葉樹以外の樹種	
技術者による分類	常緑針葉樹	1,050	315	77%
	常緑針葉樹以外の樹種	581	931	62%
正解率		64%	75%	69%

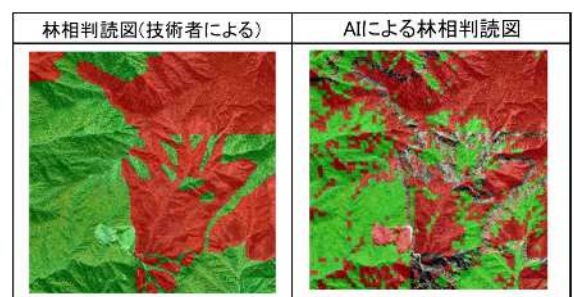


図4 検証エリアにおける林相判別結果図