

UAV及び深層学習を用いた河川植生の自動判別に関する検討

株式会社復建技術コンサルタント

正会員 ○市川 健

(同) 正会員 那須野 新

(同) 非会員 天谷 香織

(同) 非会員 小田嶋健太

東京大学情報学環

正会員 齋藤 正徳

(同) 正会員 湧田 雄基

1. はじめに

全国の河川において、自然攪乱や人的攪乱の減少等により河道内の樹林化が進行しており、砂州等の河道内の樹林化は、現在における河道維持管理の重要課題の一つとなっている。一方、河道内の樹木管理として樹木伐開が数多くの河川で実施されており、樹林化した箇所における局所洗掘防止のための砂州の切下げ、樹木が再繁茂し難い河道掘削高の現場実証研究等の事例が報告されている。しかしながら、これらの対策は必ずしも万全ではなく、数年も経たない間にヤナギの群落へ変化した事例などが報告されており、モニタリングと共に対策の有効性に対して検証が必要である。

このような事例に鑑み、四国地方整備局管内の事務所では、樹木が繁茂する前段階からモニタリングを実施し、実生株が大きく成長する前に引き抜くことで樹木繁茂抑制のための維持管理コストを抑制する手立ても検討されている。ただし、こういった手法は、その有効性は認められているものの、現地での目視確認等、現場技術者への経験や時間的労力に依存し負担が大きく、経年的な変化を広範囲に監視する手段として適していない。さらに、ヤナギが繁茂しやすい砂州は河川敷から近づくことが困難な箇所が多い。

以上の課題を解決するため、筆者らは、近年汎用化が進んでいる人工知能やUnmanned Aerial Vehicle (以下、UAV) による写真測量を活用することで、簡易に植生の自動判別を行い、維持管理に係る労力を省力化させる方法についての研究¹⁾を行っている。

ここでは、UAVを用いた植生の自動判別に関する検討結果について報告する。なお、本論ではヤナギが樹高1m以上まで成長した場合を「繁茂の兆候」と定義する。

2. 方法

(1) UAV写真撮影

本研究では、一級河川名取川水系名取川下流部の樹林化した低水路内の砂州をUAV写真撮影の対象とした(図-1)。なお、撮影領域におけるヤナギの種はシロヤナギ及びオノエヤナギであることを現地で確認している。

UAVによる写真撮影は、2016年10月7日11時～12時に下流側から上流へ向かって実施した。飛行高度は対地高度60mとし、写真撮影時のオーバーラップ率は河川横断方向90%、河川縦断方向60%に設定した。UAV機材は、Inspire1 (DJI社製)を使用し、搭載カメラはZENMUSE X5 (DJI社製)、画素数は4,608×3,456(約1,600万画素)、地上の解像度は1.5cm/画素である。なお、撮影日の天候は晴れであった。

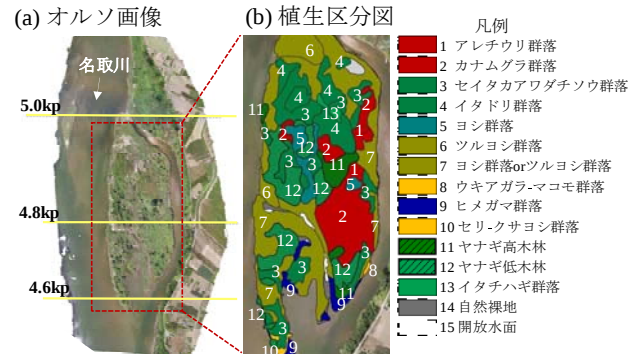


図-1 検証サイトの概要 (a): UAV写真から作成、(b): (a)から河川水辺の国勢調査マニュアルに準じて作成)

(2) CNNによるヤナギ判別

本研究では、葉により表出するテクスチャーや色等の外観の特徴量把握が期待できるConvolutional Neural Network (以下、CNN)を用い、ヤナギの有無の判別を行った。判別処理は、図-2に示すとおり、データ準備、学習、判別、評価の順に実施した。本研究のケースとして、学習用データと評価用データを分離した交差検定(Cross Validation)を実施した。

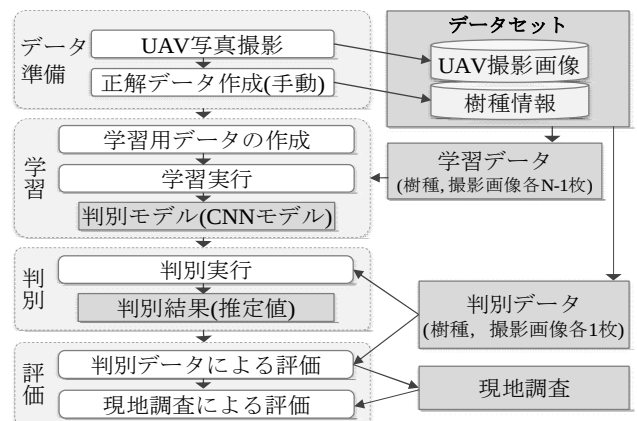


図-2 データ分析の流れ (Cross Validation)

また、データの準備として、まず、河川水辺の国勢調査マニュアルに準じ、植生区分図を作成した(図-1)。そして、UAV静止画の目視判断により、ヤナギの有無の判別を実施した。次に、砂州全体を網羅するように、樹高1m～20mのヤナギが確認されるUAV静止画19枚、ヤナギが含まれないUAV静止画を7枚選定した。各画像に様々な植物が混在しているため、図-3の正解データに示すとおり判別された各々のヤナギについて、静止画上の輪郭を囲みポリゴン形状を作成した。作成したポリゴンに基づき、ヤナギ該当領域と非該当領域に分け、UAV静止画の解像度と同様の縦横サイズを有する画像を学習および評価で用いる正解データとして準備した。

キーワード UAV 測量, 深層学習, CNN, 植生自動判別, ヤナギ幼木, 河道維持管理

連絡先 〒980-0012 仙台市青葉区錦町一丁目7番25号 Tel: 022-217-2045

3. 結果と考察

ヤナギの繁茂の有無をモニタリングし、繁茂抑制のための対策を実施する河道維持管理行為において、ヤナギの繁茂量すなわち何処に何本自生しているかを見逃すことなく把握することが重要である。よって、正解データのヤナギ該当領域において何本のヤナギを自動判別によりカウント出来たかを整理した。図-4に示すように、ヤナギ各々を判別し、本数単位で評価した結果を表-1に示す。全56本のヤナギのうち54本がヤナギとしてカウントされ、ヤナギの見落としが2本（全数の3.6%）であった。また、幼木の樹高2-3mになると検出率が0.9、3m以上となると検出率は1.0であった。

次に、正解データにおけるヤナギの幼木の見逃しを検証した。正解データのヤナギ非該当領域をCNNがヤナギと判別した各地点（見逃し候補地点）を徒歩による現地調査を行った結果を表-2に示す。CNNがヤナギ該当領域と判別した幼木47本のうち40本（全数の85%）がヤナギであると現地で確認された。そして、樹高別の評価として1-2mのヤナギ幼木が15本、2-3mのヤナギ幼木が18本と多く検出された。これは、UAV静止画の目視判断では概ね3-4m以下のヤナギ幼木の見逃しが多いことを示している。また、樹高1mを超えるとCNNの正答率（表-2のb/a）が著しく高い値を示している。以上の結果から、CNNによる自動判別の利点として、徒歩による現地でのモニタリング調査の外業の負担軽減や目視判断の見逃し防止、さらに、樹高1m以上のヤナギ判別によってモニタリング性能の向上が図られると考える。

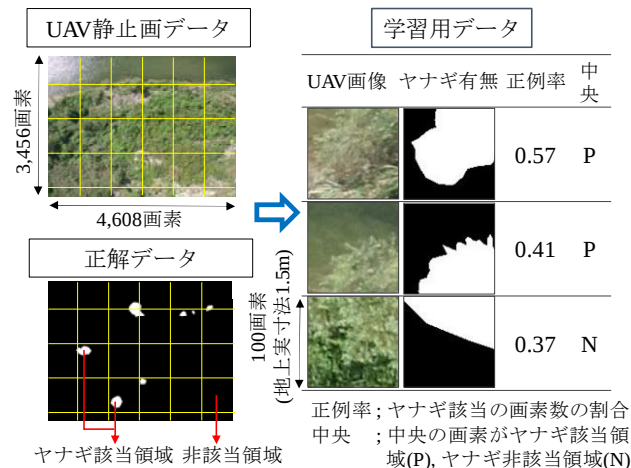
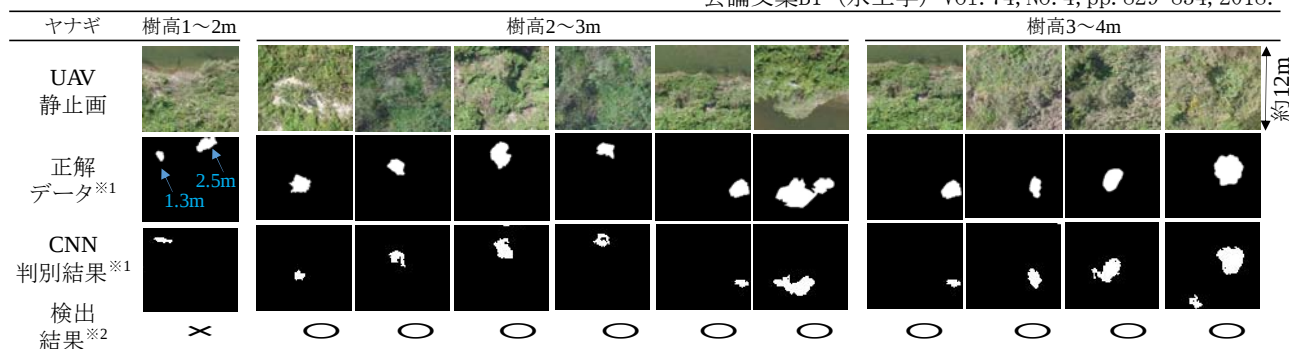


図-3 正解データ及び学習データの構成例



※1 正解データ及びCNN判別結果について、白色領域：ヤナギ該当領域、黒色領域：ヤナギ非該当領域を表す。

※2 正解データのヤナギ該当領域において、判別結果がヤナギ該当領域と判定された領域がある場合：○、ない場合：×

図-4 ヤナギ幼木における各々の判別結果

表-1 正解データに対するヤナギ判別の評価結果（本数単位）

分類	ヤナギの樹高	(a)対象数※1	(b)CNNによるヤナギ判別数※2	検出率 (b)/(a)
幼木	1~2m	1本	0本	0.0
	2~3m	7本	6本	0.9
	3~4m	4本	4本	1.0
亜高木	4~6m	15本	15本	1.0
	6~10m	22本	22本	1.0
高木	10~15m	3本	3本	1.0
	15~20m	4本	4本	1.0
合計		56本	54本	0.964

※1 各樹高におけるCNNの正解データのヤナギ本数。

※2 ※1の各ヤナギ領域において、CNNによる判別結果がヤナギ領域と判定された領域があればカウントした。

表-2 現地踏査によるヤナギ判別の評価結果（本数単位）

分類	ヤナギの樹高	(a) CNNによるヤナギ判別数※1	(b) 事後の現地調査によるヤナギ判別数※2	正答率 (b)/(a)
幼木	0~1m	6本	3本	0.5
	1~2m	17本	15本	0.9
	2~3m	20本	18本	0.9
	3~4m	4本	4本	1.0
合計		47本	40本	0.851

※1 正解データのヤナギ非該当箇所をCNNによる判別結果がヤナギ領域と判定された数。

※2 CNNによる判別実施後、※1の各ヤナギ領域を現地調査した結果、ヤナギの幼木が確認された数。

4. 結論

本研究では、UAV写真測量から得られた静止画からCNNを用い、ヤナギの有無の判別を実施した。正解データとの比較結果として、本数評価では、全56本のヤナギのうち54本をヤナギとしてカウントされ、ヤナギの見落としが少ない判別結果となった。また、正解データ作成において見逃していた樹高1m以上のヤナギの幼木の自動判別が可能であることが把握された。

以上から、本研究手法により、モニタリングを低労力で簡易に実施し、自動判別により幼木の段階から発見することで、再繁茂する前に早期に対策を実施し、樹木管理コストの縮減や流下能力の維持が可能と考えられる。

参考文献

- 1) 齋藤正徳, 湧田雄基, 市川健ほか：UAV及び深層学習を用いた植生の自動判別による河道維持管理手法の開発, 土木学会論文集B1（水工学）Vol. 74, No. 4, pp. 829-834, 2018.