

# 街路樹の健康状態を樹幹の外と内から診ました

街路樹は市街地における身近な「みどり」として、快適な生活環境づくりの一役を担っています。しかし、道路管理者が常日頃から街路樹の健康状態を把握して、適切な管理を行わなければ、予期せぬ事故（倒木や落枝など）が生じて、安全な生活が損なわれることもあります。植栽後、街路樹の健康状態はどのように推移するのでしょうか？そこで、植栽後の経過年数と健康状態の関係を調査しました。

健康状態の指標として樹幹外部の「損傷（≒亀裂）」に注目しました（写真-1）。損傷は木材腐朽菌の侵入口であると共に、樹幹内部への腐朽の進行を疑う判断材料です。調査対象は、植栽後10～40年を経過した11樹種（計330本）の街路樹です。調査の結果、植栽後の経過年数とともに損傷を持つ本数が増えることがわかりました（図-1）。この傾向に樹種間での違いはありませんでした。また、これらの原因には、除雪や除草、自動車の接触等、人間の活動に関わるものが多くありました。

また、樹幹の腐朽には、正常な外観からは判断することができない「内部腐朽」もあります（写真-2）。林業試験場で開発した樹木診断装置を用いて、樹幹内部の異常（≒腐朽）の有無を調査しました。調査対象は樹幹外部に損傷が無い11樹種（計330本）の街路樹です。この結果、樹幹内部の異常は、植栽後10年目の街路樹にも生じていました（図-2）。しかし、植栽後の経過年数や樹種間との間に明瞭な関係がありませんでした。このことから、樹幹内部に異常が生じる原因は、植栽環境が大きく関係していると考えています。（樹木利用 G 錦織正智）



写真-1 樹幹外部の損傷



写真-2 外観から判断できない樹幹の内部腐朽

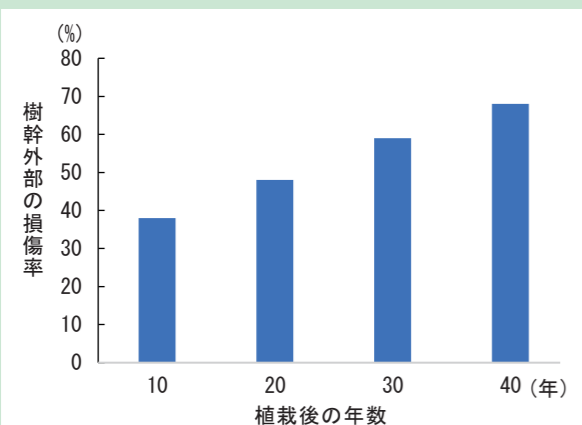


図-1 植栽後の年数で見た樹幹外部の損傷率

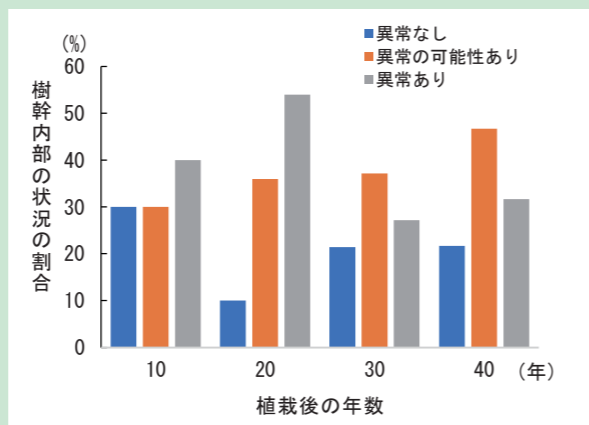


図-2 植栽後の年数で見た樹幹内部の状況の割合

林業試験場 本場 TEL 0126-63-4164 FAX 0126-63-4166  
 道南支場 TEL 0138-47-1024 FAX 0138-47-1024  
 道東支場 TEL 0156-64-5434 FAX 0156-64-5434  
 道北支場 TEL 01656-7-2164 FAX 01656-7-2164  
 ホームページ <http://www.hro.or.jp/fri.html>  
 facebook <https://www.facebook.com/ringyoshi>

発行年月 令和3年10月  
 発行 地方独立行政法人  
 北海道立総合研究機構  
 森林研究本部 林業試験場  
 〒079-0198 美唄市光珠内町東山

# グリーンピックス

No.63

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場

## 衛星画像を用いた山火事後の森林モニタリングに取り組んでいます

近年、山火事被害が世界的に増加傾向にあります。山火事被害を広域で調査する手法として衛星画像から得られる指標の一つであるNBR（Normalized Burn Ratio）が有用であると注目されています。NBRは山火事前の健全植生と山火事後の被害植生の電磁スペクトル（特に近赤外域と短波赤外域）の反射特性の違いに基づき指数化したもので、被害の有無を判定することができます。さらに、2時期のNBRの差分であるdNBRを算出することにより、山火事の被害強度や植生回復の指標として用いることができます。

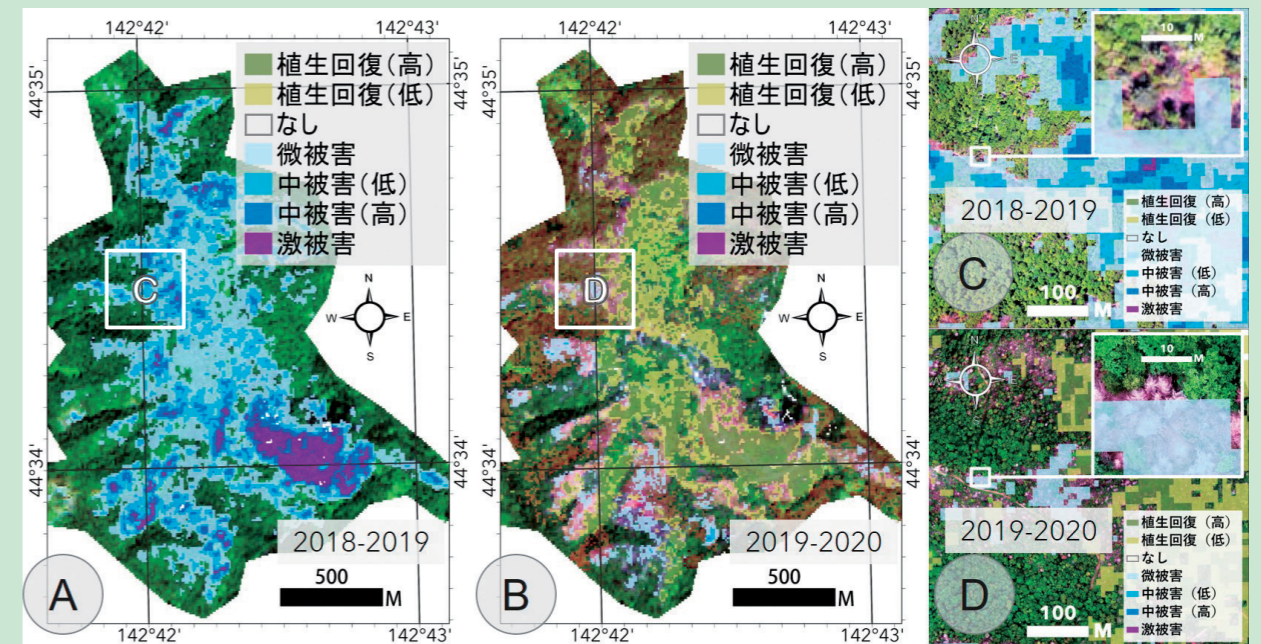


図-1 dNBRによる被害度・再生度の空間分布

Aは山火事直後、Bは山火事1年後のトゥルーカラー衛星画像に、それぞれ山火事前（2018-2019）、山火事後から山火事1年後（2019-2020）のdNBRを重ねたもの。C、DはそれぞれA、Bの被害範囲の一部を拡大したUAV空撮画像に同じdNBRを重ねたもの。

図-1は、2019年5月26日に道有林網走西部管理区内（雄武町）で発生した山火事被害地での衛星画像を用いたモニタリングの事例です。焼損面積は214ha（オホーツク総合振興局西部森林室調べ）と近年稀にみる大規模なものとなりました。衛星画像として欧州宇宙機構が無償で提供し、約5日おきに画像を取得するSentinel-2（解像度10m）を用いて解析を行いました。dNBRは山火事前と山火事直後（2018-2019、A、C）、山火事直後と山火事1年後（2019-2020、B、D）のそれぞれ同一期間の衛星画像から算出しました。算出したdNBRは人力で踏査した被害範囲やUAV空撮画像と一致し、被害強度や植生回復程度の把握に有効であることが確認できました。また、山火事後の被害強度と1年後の回復程度が一致していない箇所も一部見られました。これらの結果から、本手法のような低コストなモニタリング手法を用い、今後も長期的なモニタリングを続けることが重要であることが示されました。

（経営 G 蝦名益仁）

本事例ではオホーツク総合振興局西部森林室に協力していただきました。



# UAVとAI を活用した人工林資源推定

# トドマツ人工林における単木計測手法の開発

森林の伐採に先立つ資源量調査では、現在でも人力による毎木調査が行われています。森林資源調査の軽労化を図るために、近年、航空機や UAV (Unmanned Aerial Vehicle: 無人航空機) によるレーザー測量を活用したリモートセンシング技術が注目されています。しかしながら、航空機レーザー測量や UAV レーザ測量は広域の森林資源量を把握できますが、高い事業単価により基盤的なデータ整備に用途が限られ、林業事業者等が数 ha 規模で活用するのは難しい状況です。さらに樹種を単木レベルで選択的に自動分類することはまだ研究段階にあり、人手による作業が行われています。そこで、道総研林業試験場と工業試験場では、将来の森林資源調査の軽労化と低コスト化を達成するために、普及しつつあり機動的に運用できる汎用 UAV と機械学習 (Deep learning) を活用して、人工林の木を樹種選択的に一本ずつ空から計測する技術の開発に取り組みました。

UAV を用いて上空から撮影した大量の写真を加工すると、上からみて歪みなく距離や面積が正確に表現されたオルソ画像が作成でき、さらに DSM (地表面の立体情報) として高さの情報も得ることができます。今回はトドマツ人工林を対象にこれらの作業を実施しました。作成されたオルソ画像等に写っている大量の樹冠から、造林木であるトドマツの樹冠だけを判別できるように機械学習を行い、混交している広葉樹等と区別してトドマツを一本ずつ判別し、樹冠面積、樹高を計算できる AI (Deep learning を利用した機械学習済みアルゴリズム) を開発しました (図-1)。

次に AI で検出された樹冠面積と樹高を使って、胸高直径を推定するための推定式を作成しました。その結果、誤差 4cm 程で単木ごとの胸高直径を推定できました (図-2)。

この開発した AI を用いて推定した資源量の精度を 54 年生のトドマツ人工林を対象に検証し、人力で行った収穫調査の結果と比較しました (図-3)。小さい立木は UAV からの写真に写りにくいほか、AI の検出精度の問題などにより、一部にうまく推定できていない立木もありましたが、対象林分の大部分で樹冠を認識し、概ね人工林資源量を推定できました。

今後は AI と胸高直径推定式を改善し、上空から見える木について高い精度での計測を目標としつつ、早期の実用化を目指して民間企業、林業事業者と連携しながら研究を進めていきます。

(道北支場 竹内史郎)

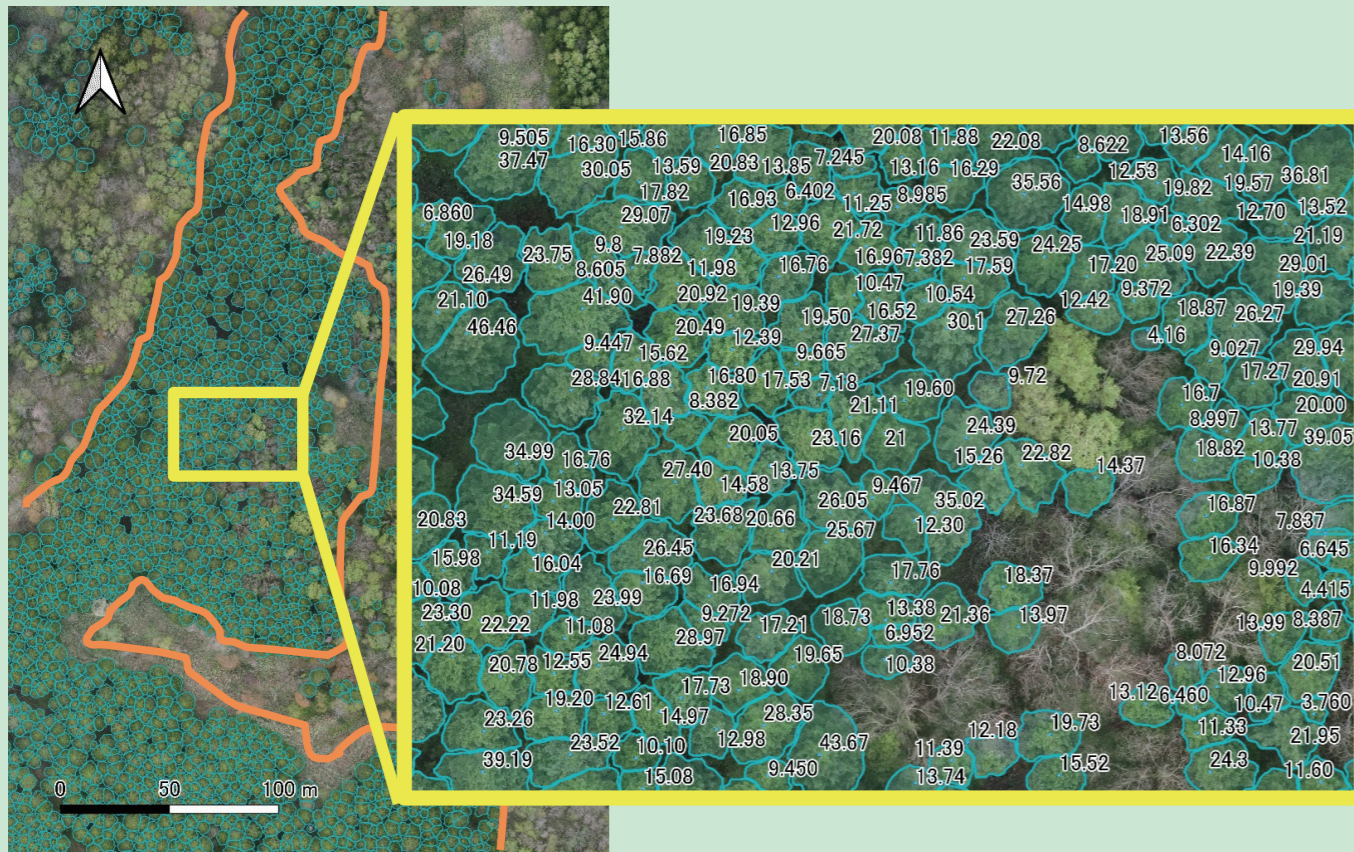


図-1 UAV 空撮で作成されたオルソ画像上のトドマツを単木計測 AI で分類した結果  
左図のオレンジ枠内が対象小班、拡大図の青線が検出されたトドマツの樹冠線、数値は各立木の樹冠面積 (m<sup>2</sup>) を表示したもの

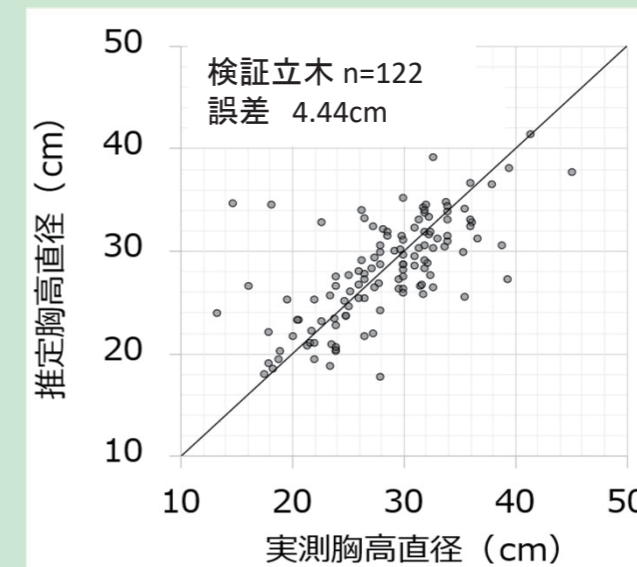


図-2 胸高直径推定式の精度  
AI による推定と毎木調査による実測の胸高直径の比較

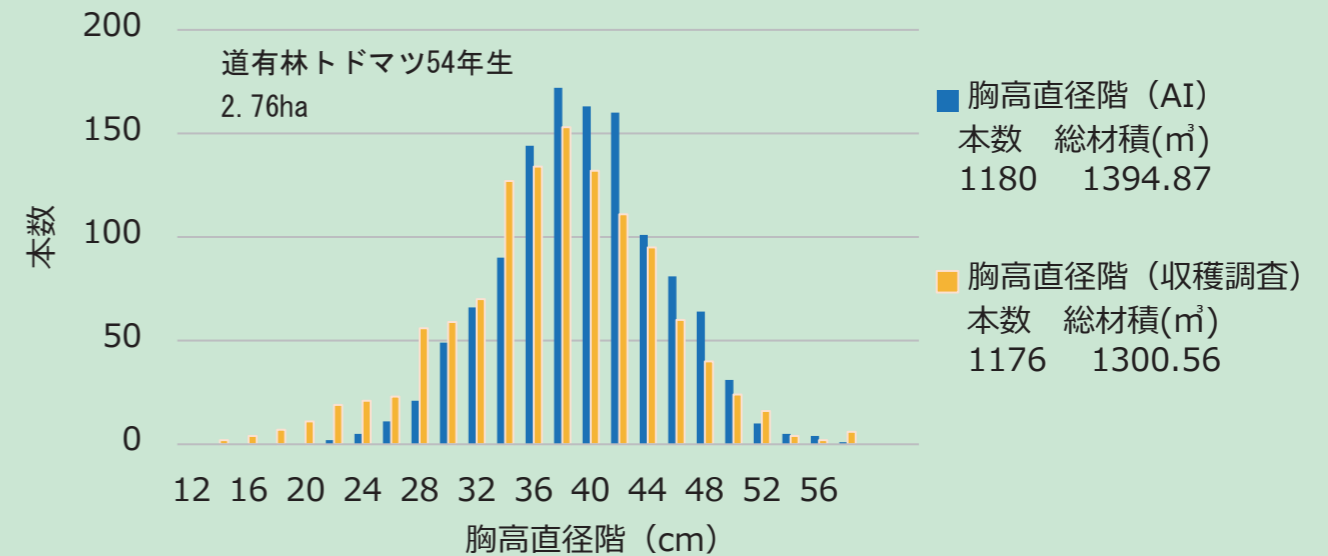


図-3 胸高直径階分布の比較

AI によって推定された結果と収穫調査の結果の胸高直径階分布を比較したもの。AI は概ね実測値の分布型をカバーしている。小径木では検出できていない立木が見られ、平均径級程度の立木として検出されるものが多い傾向がある