

伐採系森林整備における「多様な森林づくり」に向けた取組について

盛岡森林管理署 一般職員 ○田村太志
主任森林整備官 伊藤研吾

1. はじめに

森林の有する多面的機能の発揮に向け、多様で健全な森林へ誘導することが求められる中、盛岡森林管理署管内においては今年度初めて、伐採系森林整備の中で、小面積皆伐をモザイク状に分散配置する「保護伐」を実施した。

「多様な森林づくり」に関する理念や施業の考え方について整理した資料や情報が提示されてきた中で、今回は、現場での施業の実践におけるより効果的かつ効率的な展開方法を検討することとした。

本稿では、この事業の実行を通して得られた経験やノウハウ等について報告する。

2. 事業の基本方針

(1) 事業地の概要

- ①場 所：岩手県岩手郡岩手町字一方井国有林 1316～1318 林班
- ②標 高：約 400～500m
- ③平均傾斜：10～20 度程度
- ④林 相：アカマツ、スギ、カラマツ人工林（概ね 50 年生前後）

(2) 事業の基本方針

当事業地周辺は比較的緩やかな丘陵地形で、林木の成長、作業条件とも概ね良好であり循環的な木材生産が可能な場所となっている。

しかし、事業対象地の皆伐指定林分は面積約 33ha に渡り連続していることに加え、隣接する分収造林が間もなく伐期を迎え、これらを全て皆伐すると 50ha ほどの皆伐地が発生することとなる（図-1）。

一方、衛星写真等により事業地の周辺を見渡すと、畑、採草地、ゴルフ場等として利用される他、上流側に広がる民有林の大部分は、針葉樹人工林が造成された環境であることがわかる（図-2）。

こうした状況から、本施業地を含

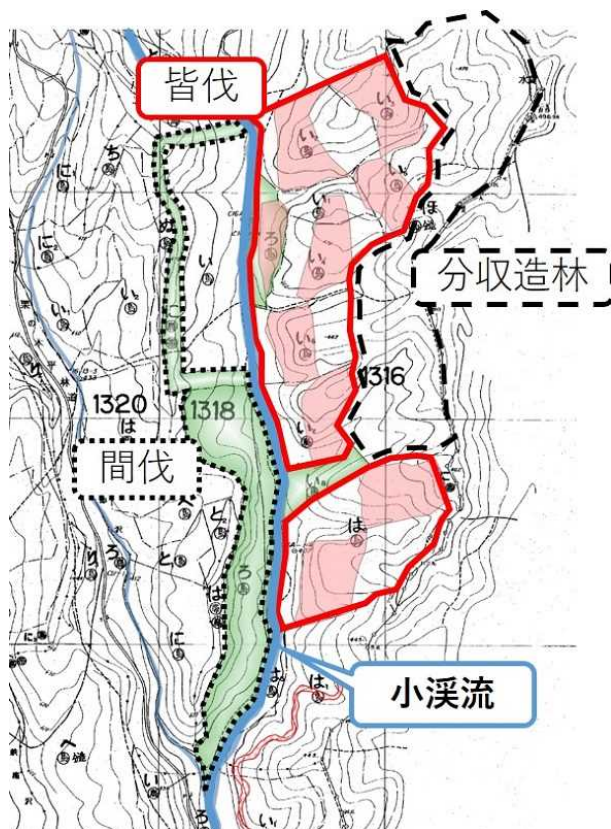


図-1 事業地概要図



図-2 (衛星写真) 事業地周辺の土地利用状況

む地域全体の中で、生物多様性保全等にも配慮した「多様な森林づくり」に向けた施業を計画することとした。

3. 取組の内容

(1) 施業方法の検討

事業対象林分は北から南へ流下する小溪流の両岸に位置するため、水辺域での生物多様性保全にも配慮することとし、左岸側のアカマツ人工林では小溪流に面した部分を中心に残存区を設定し、2.5ha未満の小面積皆伐区をモザイク状に配置する「保護伐」を計画した。また、伐採後には再造林コストの縮減を念頭に、一貫作業システムによりカラマツコンテナ苗を植栽することとした。

一方、右岸側のスギ人工林では林冠がうっ閉し林床植生が衰退していたため、間伐を実施し林内の光環境の改善を図ることとした。

これらの施業をとおして、大面積の皆伐地が発生することを回避するとともに、侵入広葉樹を活用しながら、小溪流周辺に自然植生を導入すること等を目標とした。

(2) 事業概要

①事業期間：令和2年4月18日～令和3年2月17日

(事業完了＝令和2年10月31日)

②作業内容

- ・保護伐：アカマツ49～57年生、15.77ha（2.5ha未満の皆伐区×9カ所をモザイク状配置）
- ・保育間伐活用型：スギ、カラマツ48年生、9.64ha、列状間伐（1伐2残）
- ・皆伐区更新：伐前刈払、機械枝条整理、カラマツコンテナ苗植付（一貫作業システム）

③作業システム：車両系（チェーンソー伐倒、ハーベスタ造材、フォワーダ集材等）

④班構成：素材生産班 9 名＋造林班 4 名

（3）施業の展開方法にかかる検討

「多様な森林づくり」に向けた施業の実践に当たり、より効果的かつ効率的な施業の展開方法について検討することとし、次の取組を行った。

- ① 施業の計画や水辺域での作業のあり方等については、森林総合研究所東北支所（以下「森林総研」）や森林整備センター盛岡水源林整備事務所（以下「森林整備センター」）と連携し、支援を得ながら検討することとした。また、現地検討会の開催や「いわて林業アカデミー」への現場講義も通じて、関係者との意見交換や取組の普及を行った。
- ② 施業の実践を通じて、「多様な森林づくり」における小面積皆伐及び植付一貫作業の事例評価や、水辺域での適切な作業方法について検討した。
- ③ 効率的な調査手法の検討として、携帯端末用地図アプリ、UAV オルソ画像、360 度カメラなどを試行的に活用し、その有用性等の確認を行った。

4. 取組の成果

（1）関係機関との連携による検討

①森林総研との連携

森林総研からは、支所長はじめ多くの職員の方に現地踏査や現地検討会に参加いただいた（写真-1）。

今回の現場においては、保護伐の伐区設定等について「小溪流沿いに残存区を設定するなどの配慮がなされており、概ね適当」などの評価をいただいた。また、水辺域の間伐及び搬出方法の考え方等について現地でアドバイスを受け、集材等による土壌攪乱



写真-1 森林総研職員との現地踏査

や土砂流出を抑制するため、林業機械による集材等は流路から 20m 程度離れたところまでの作業とすることとした。

さらに、同様の施業を計画する際の参考図書として、森林総研が発行する「生物多様性に配慮した森林管理テキスト」（以下「テキスト」）を紹介いただいた。このテキストでは、ア）個々の林分での施業を計画するに当たっては、集水域のような自然のまとまりを単位とし、より広域での森林の状況を考慮する必要があること、また、イ）希少種や地域固有の生態系等の情報について把握する必要があること、等が述べられている。

希少種等の情報については、地域の専門家等の存在についても普段から把握しておくことが大切であるとのアドバイスなど、今後の参考になる情報を多くいただいた。

②森林整備センターへのヒアリング

森林整備センターでは、群状・帯状の複層林誘導伐を実施する場合、再造林は森林整備センターが行う事業が設けられているが（図-3）、その実施は森林所有者の意向に左右されるため活用された事例はまだ多くはなく、東北では令和元年度、岩泉町に初の事例が設定されたところのことであった。

このことから、森林の多面的機能の発揮を重視した「多様な森林づくり」には、国有林が率先して取り組む必要があると感じられた。

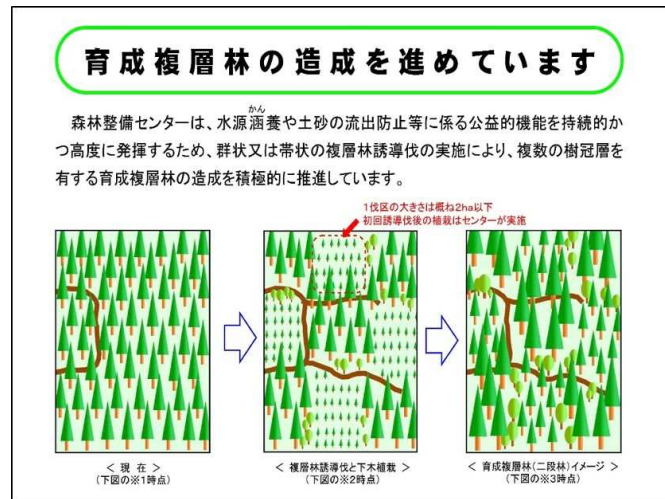


図-3 (資料) 複層林誘導伐リーフレット

③森林施業現地検討会等の開催

伐採作業が概ね完了したところで現地検討会を開催し、林業事業体をはじめ多くの関係者と意見交換を行った（写真-2）。また、「いわて林業アカデミー」受講生に現地で講義を行うなど、地域の森林施業の現場を担う方々に対し、国有林における「多様な森林づくり」の取組について情報の発信と普及に取り組んだ。



写真-2 森林施業現地検討会

(2) 施業の実践と経験

①保護伐と植付一貫作業システム

本事業では、皆伐後、一貫作業システムとしてカラマツコンテナ苗による植付を降雪時期までに完了させるため、5月から11月上旬までの予定で作業を実施した。伐採終了後に現場を確認すると、広葉樹の伐根が多く見られる部分が所々に

あることがわかった。

「保護伐」のイメージとしては、多様な森林を造成する観点から、再造林後の保育段階において広葉樹を保残することが望ましいとされている（図-4）。

施業の計画段階から広葉樹の分布状況をより詳細に把握することができれば、萌芽発生がより期待できる秋～冬の期間に伐採とグラップルによる枝条整理までを一体的に行い、萌芽により更新させる区

域は植付対象面積から除外した上で春植えを行うことで、造林コスト縮減の観点や、アカマツ及び広葉樹の素材販売の面からも、より効率的かつ効果的な事業実行となる可能性があったと考えられた。

このことから、広葉樹の分布状況をより詳細に把握する手法の検討にも取り組んだ。

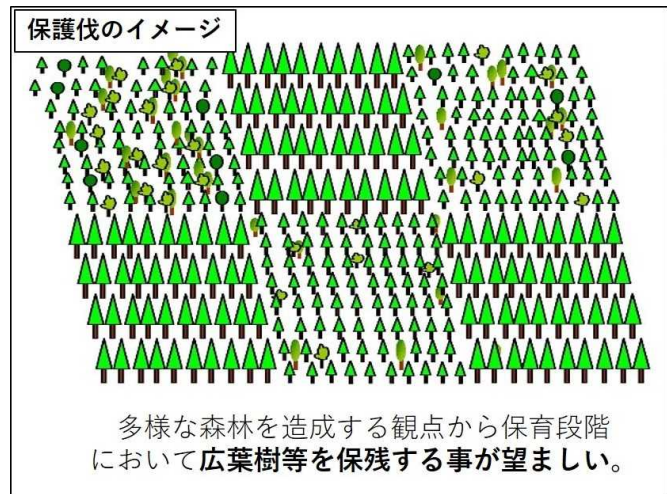


図-4 保護伐のイメージ

②水辺域での作業方法

水辺域での施業（図-5）については、生物多様性の保全や自然植生の導入を目指す上では、集材等による土壌攪乱や土砂流出を抑制することが重要となる。

しかしながら、現地の地形や立木の配置状況等は複雑であるため、現場で作業に当たるオペレーターが現地の状況

に応じて適切に作業することが不可欠となる。このためには、画一的な作業指示ではなく、施業の目的や将来の森林のイメージ等、事業の背景を説明し、現地と一緒に踏査して地形や土質を観察するなど、作業担当者の理解を深める取組が必要であることがわかった。

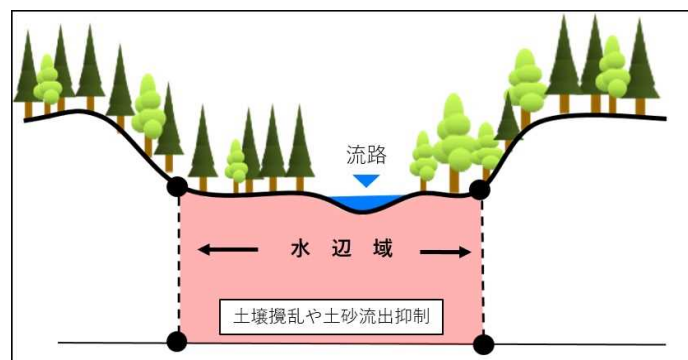


図-5 水辺域のイメージ

(3) 効率的な調査手法の検討

①現地調査における GIS 及び地図アプリの活用

伐採区域の設定などは地形図、衛星画像等の地理情報をフリーソフトの QGIS 上で重ね合わせ、地形や樹木の分布状況に応じた伐区設定を検討し、GIS 上で配置や

面積の調整を行うことで効率的に作業することができた（図-6）。

また、スマートフォン等携帯端末用の地図アプリを試行的に活用し、GISで作成した調査計画図をスマートフォンに表示させたところ（図-7）、現在位置確認が正確かつ容易であり、踏査の足取りを同時に記録できるなど、現地調査における有用性の高さが確認された。

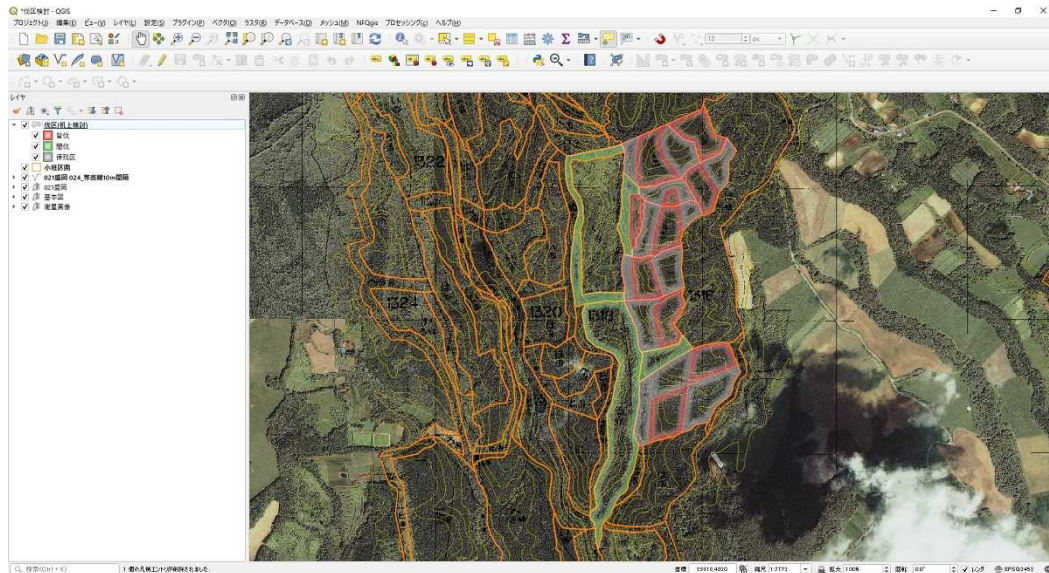


図-6 QGISによる伐区検討



図-7 携帯端末用地図アプリの活用

②UAVによる広葉樹等の分布状況の把握

広葉樹等の分布状況を衛星画像から把握しようとした場合、アカマツやカラマツ人工林で夏に撮影された画像では植栽木と広葉樹を判別しづらい場合がある。

これに対して森林総研職員のアドバイスから、UAVの機動性を活かし、広葉樹や

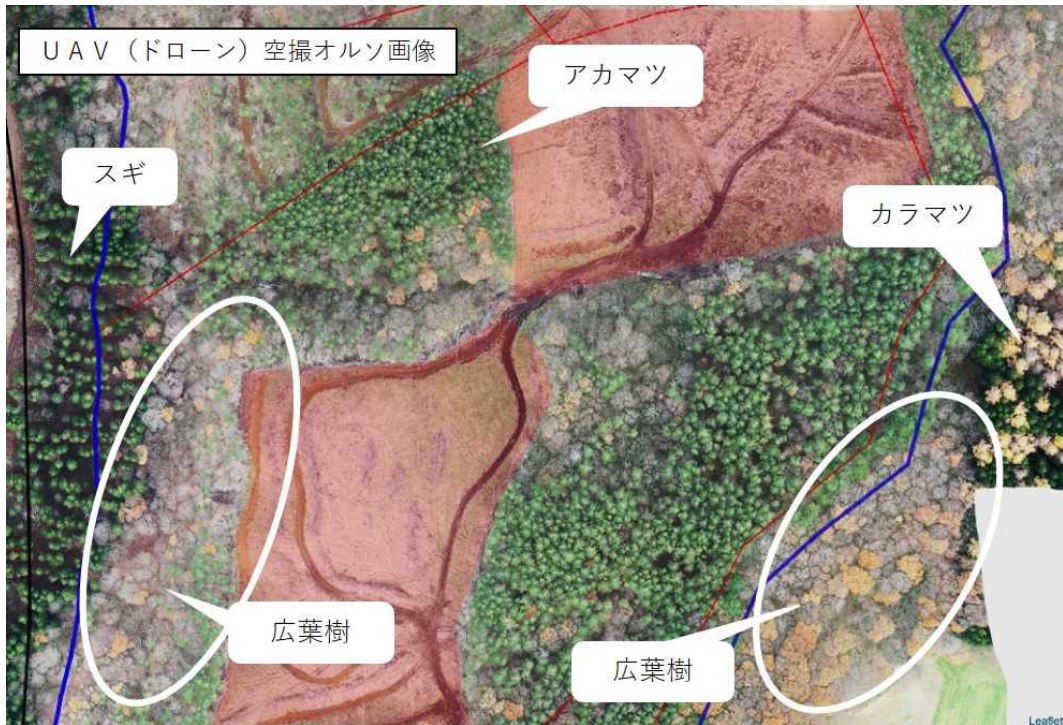


図-8 UAVによる広葉樹等の分布状況の把握

カラマツが紅葉する時期に空撮を行ったところ非常に視認性の高い画像が得られ（図-8）、広葉樹等の分布状況に応じたよりきめ細やかな施業の検討を行える可能性があることがわかった。

③360度カメラによる林況記録

間伐実施後の林内植生の変化等に関する簡易な調査方法として、360度カメラでの写真撮影を試行した（写真-3）。

定量的な調査分析方法は確立されていないようであるが、一回の撮影で全方向の情報を取得できるので、定点撮影により林内の変化の様子を比較したり、踏査による林分の状況を他者に伝達する際などに非常に有効であると感じられた。

5. おわりに

以上の取組をとおり、伐採系森林整備における「多様な森林づくり」の推進にあたっては、①森林に関する多面的、広域的な情報を収集した上で、②多くの関係者が連携して目標とする森林のイメージとその実現に向けた施業方法を検討し、③施業の担

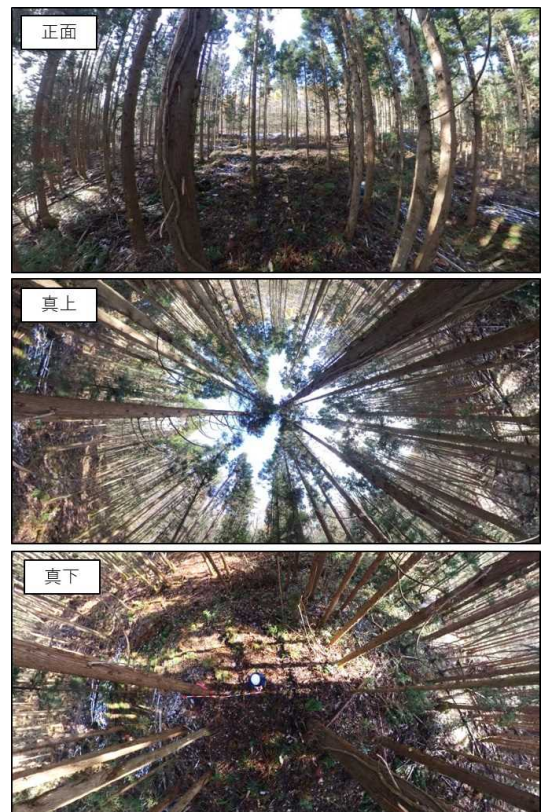


写真-3 360度カメラによる林況記録

い手である林業経営体までを含めた関係者間で共通理解を深めて事業を展開することが必要であると感じた。

また、それらに対し、今回4（3）で検討した「効率的な調査手法」をそれぞれ組み合わせて活用することは、非常に有効であると感じられた。

今後はさらに、ICT等の活用を含め多数の関係者との連携方法や、民有林との一体的な施業の展開についても検討し、面的に広がりのある高度で多様な森林づくりに取り組む必要があると考えている。



写真-4 施業実施後の事業地全景

Leaflet を活用した簡易 GIS の整備について

盛岡森林管理署 森林情報管理官 遠藤周作

1. はじめに

国有林 GIS が整備される一方、独自の UAV オルソ画像や地理院タイル等の公表データなど、森林資源の把握等において利用可能なデータも増えてきている。

これらの利用活用を進めるため、オープンソース GIS ソフトウェアの QGIS による関係データの統合利用、普及にこれまで取り組んだが、利用手順や操作の複雑さから GIS 情報の利用は未だ一部職員にとどまっている。



図 1. UAV オルソ画像

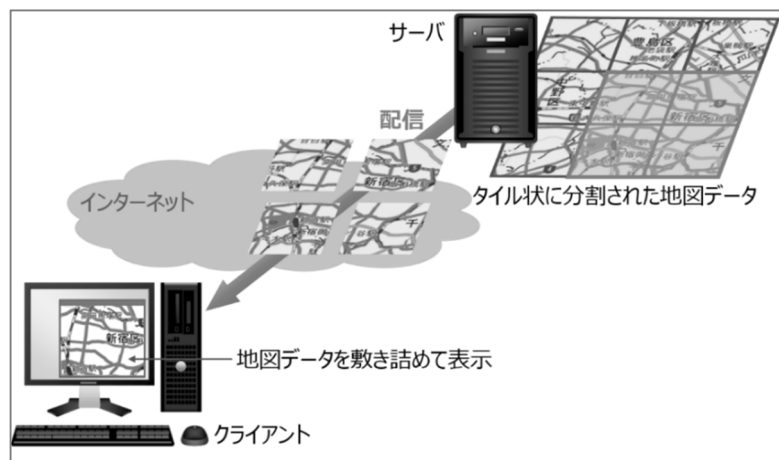


図 2. 地理院タイルのイメージ(国土地理院ウェブサイトから引用)

この状況を解消し、GIS の普及と利用を進めるためには、GIS 情報を誰もが気軽に閲覧できるような簡易 GIS(ビューア)の構築が必要と考え、①セットアップが簡単で早いこと、②操作が簡単で誰でも使えること、③多くの地図を重ね合わせて見ることができることの3点の目標を定めて本課題に取り組んだ。

2. 研究方法

(1) 簡易 GIS(ビューア)のベースシステム

馴染みやすく利用しやすいものとするため、誰もが利用する Web ブラウザを介して GIS 情報を簡易に表示させる仕組みとした。具体的には、Leaflet という GIS 情報を扱うことができるオープンソース JavaScript ライブラリを使用した。

Leaflet は比較的容易に GIS 情報を扱うことができ、著作権の表示と免責事項を明記することで利用できる。

(2) Leaflet を動かすための準備

Web ブラウザで Leaflet を使用するために、以下の3種類のファイルを作成した。これらのファイルは、一度作成すればデータセットの属性情報が変更されてもそのまま使用可能である。

① html ファイル(〇〇.html)

このファイルを Web ブラウザで読み込むことで地図が閲覧できる。

② JavaScript ファイル(〇〇.js)

レイヤの設定や属性情報のポップアップ表示機能、タイル地図の読み込み等を行う役割がある。

③ CSS ファイル(〇〇.css)

Web ページのスタイルを整える役割がある。

(3) 国有林データセットの作成

Leaflet で GIS 情報を利用するためには、データセットを Leaflet で扱える形式に変換する必要があるため、普段の業務でも使用している QGIS を使用し、次のとおりデータ変換を行った。

① ベクタデータ

国有林 GIS から出力されるシェープファイル（小班区画、林道等）を Shapefile 形式から GeoJSON 形式に変換した。

② ラスタデータ

施業実施計画図等の図面画像は、位置情報が付加されていないので、QGIS のジオリファレンスプラグインを使用して位置情報を付加した。その後、図面画像、UAV オルソ画像をタイル状に分割した画像に変換した。

(4) Web 上のタイル地図

国有林の GIS 情報の他にも、表 1 に示す様々な地図を閲覧できるよう、html ファイル及び JavaScript ファイルを作成した。

タイル地図名	配信元	URL
地理院タイル 各種	国土地理院	https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html
シームレス 地質図	産総研地質調査 総合センター	https://www.gsj.jp/HomePageJP.html
OpenStreetMap	OpenStreetMap 財団	https://openstreetmap.jp
CS 立体図	日本 CS 立体図 (個人による配信)	http://kouapp.main.jp/csmap/japan/csjapan.html

表 1. 使用する Web 上のタイル地図

3. 結果

簡易 GIS が完成したことから、国有林ビューア（以後、「ビューア」と呼称する。）として実際に署内で運用することとした。

ビューアは、署内ネットワークに接続された PC であれば複雑な手順なしに利用することができる。直感で理解しやすい画面構成に加え、職員向けのマニュアルを作成し、出署日等の機会を捉え普及を行ったことで、これまでは操作への苦手意識等から GIS をほとんど利用しなかった職員でも、繁雑なセットアップや操作習熟の必要なしに、ビューアを通して UAV オルソ画像や地理院タイル等の関連情報を重ね合わせた地図を閲覧することが可能になった。

これらのことから、当初設定した3点の目標が達成できたほか、GISの普及と利用に向け貢献できた。以下は、ビューアの概要と、目標外の取組であるICT機器との連携についての説明である。



図 3. 小班属性情報のポップアップ

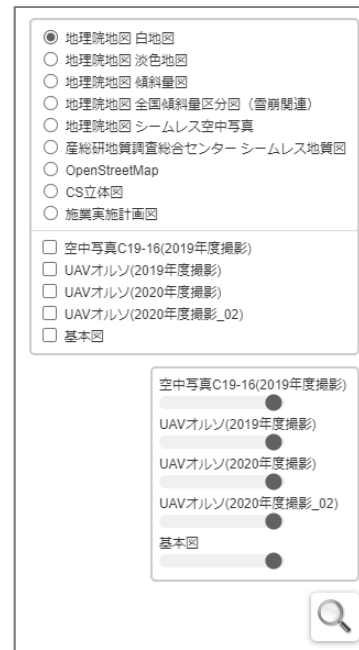


図 4. 小班検索アイコンとレイヤ操作パネル

(1) 概要

先述のhtmlファイルをWebブラウザで読み込むことでビューアを起動する。起動すると、盛岡森林管理署を中心に、管内国有林の概ね全域が表示された状態となる。マウスを操作して表示範囲の変更や拡大・縮小が可能である。

表示範囲を拡大すると小班区画が表示される。これをクリックすると、小班の属性情報がポップアップ表示(図3)され、林齢や樹種、面積、法令制限などが確認できる。

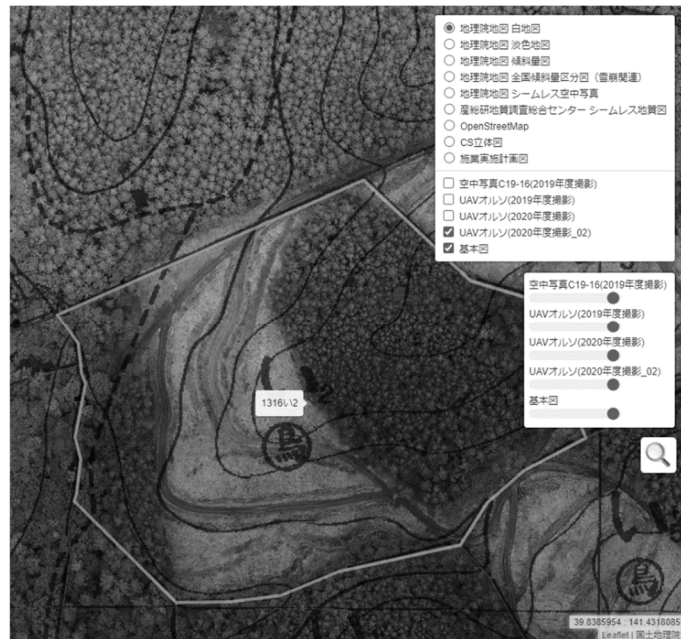


図 5. UAV オルソ画像による伐採区域の確認

特定の小班を表示させたい場合は、小班検索機能を使用する。虫眼鏡のアイコン(図4下部)をクリックすると、検索用パネルが出るので、検索したい小班名を入力する。いくつか候補が表示された中で該当小班を選択すると、その場所まで移動し、小班を表示できる。

表示する地図を変更するためには、レイヤ操作パネル(図4上部)を使用する。パネル上段の白地図等のベースレイヤは、下地となる地図であり、いずれか一つを選択する。パネル下段の空中写真等のオーバーレイレイヤは、ベースレイヤに重ね

る地図であり、複数選択とスライドバーによる透過処理(図4中部)が可能である。

このオーバーレイレイヤは、当署において令和元年度から令和2年度に撮影した UAV 空撮画像から作成したオルソ画像のほか、令和元年度に林野庁が作成した空中写真も表示させることができる。図5は、当署において令和2年度に小面積皆伐施業を行った区域を UAV オルソ画像により確認している様子である。

(2) ICT 機器との連携

① GoPro 等で撮影した動画の閲覧

試行的に、植付作業を記録した GoPro 動画と撮影地点の位置情報を組み合わせ、ビューアで閲覧できるよう機能追加を行うこととした。

ビューア上の撮影地点アイコンをクリックすることで動画が再生され、植付作業を確認できるようになり、事業担当者以外でも、どこでどのような作業が行われたか簡単に把握できるようになった。

ファイル名や保存場所等のデータ整理ルールを決め、アーカイブ化を進めることで実用することも可能であり、何度も現場を確認しなくても済む、年月が経過した後でも当時の作業を確認しやすくなる等のメリットがあると考えられる。



図 6. ビューア上の植付作業動画

② タブレット端末での地図の閲覧

ビューア用に作成したデータセットを Android アプリの Geopaparazzi 用に変換することで、タブレット端末を用いた地図の閲覧が可能になった。

これを利用することで、例えば収穫調査の際、モザイク状や帯状伐採などの複雑な形状や配置の伐区を設定する場合、事前に机上で作成した伐区設定案を現地に展開することや、現場で伐区の形状や配置を理解することに有効であると考えられる。

4. 考察

(1) 今後の課題

① データセットの構築手順の改善

国有林 GIS とともに業務をサポートする存在として広く普及するため、他署等での利用も視野に入れているが、現状のデータセットの構築手順は多段階で複雑であることから改善の必要がある。そのため、データセット構築手順の整理、簡素化、ルール化を進め、最終的には、簡単な手順で署毎にパッケージ化したデータセットを作成できるよう改善したい。

② 業務での活用方法について

職員間の利用を確実なものとするため、関連業務毎の使用例を示し、一層

の利用を促す必要がある。現在考えらえるものとしては、資源状況の確認や収獲調査前の林分状況の把握、空中写真による境界巡視等がある。

(2) 今後の展望

ビューアの Web ブラウザを介して GIS 情報を閲覧できるという特徴を生かして、当署 HP から外部の者がビューアの閲覧が可能となるよう整備を進めている。データセットは公開可能なものに限定する必要があるが、例えば、請負事業の実行事業体を使用した場合、事業体が主体となった効率的作業の検討や実施、創意工夫など促すことに有効であると考えている。



図 7. 当署 HP にて公開中の立木公売予定箇所のポイント情報

ビューアは、令和3年3月を目途に公開を予定しているが、この外部閲覧の点については既に取組を進めており、令和元年度から当署 HP に立木公売予定箇所のポイント情報の公開（図 7）を開始したところ、一部の事業体から物件の位置が確認しやすくなった等の評価を得ている。

このほか、民国連携の観点も含め、県や市町村の DEM データや小班情報データ等との連携を進めていきたいと考えている。詳細な地形情報の利用により伐採計画が立てやすくなるほか、民有林も含めた林分の位置関係の把握が容易になり、路網の共同利用を推進できる可能性がある点などのメリットがあると考えている。

参考資料（ウェブサイト）

Leaflet

<https://leafletjs.com>

国土地理院

<https://www.gsi.go.jp/>

産総研地質調査総合センター

<https://www.gsj.jp/HomePageJP.html>

OpenStreetMap

<https://openstreetmap.jp>

日本 CS 立体図

<http://kouapp.main.jp/csmmap/japan/cs.japan.html>

林道被災箇所におけるドローン測量の活用について

秋田森林管理署湯沢支署 一般職員 ○村井秀成
一般職員 岩崎隼

1. はじめに

近年、突発的な豪雨を原因とした山腹崩壊等の災害が全国各地で発生している。そのような状況でドローンは、上空や急斜面など人が立ち入れない箇所を広角的かつ短時間で撮影することができ、災害状況を「見る」「撮る」ことができるツールとして広く活用されてきている。一方で四国局や九州局では、山腹崩壊箇所をドローンで撮影しその画像を解析することにより、平面図や断面図を現地委託調査業務の成果品と同等程度の精度で作成しており、ドローンの「測る」ということへの活用も行われつつある。東北局においても局計画課に画像解析ソフト「Metashape」が導入され、“オルソ画像”と“DEM”の作成が容易になったことから、出力されるこの2つのデータを用いて、林道被災箇所を測り被災状況を把握する図面の作成が可能であるか検証を行った。

2. 検証内容

(1) 撮影と解析方法、使用ソフトについて

ドローンの撮影は、秋田県湯沢市秋ノ宮字役内山国有林の奥赤倉沢林道で実施した。この林道は、過去の豪雨により路体流失が多く箇所発生しており、2019年度から重力式擁壁等の改良工事を行っている林道である。林道起点から片道約1600mを歩き、路体が流失した5箇所の撮影を行った。

撮影にはDJI社のMAVIC 2 Proを使用した。撮影した5箇所のうち4箇所については、GSP(DJI GS Pro)アプリによる自動撮影を行った。航路上のオーバーラップ率90%、隣接航路間のオーバーラップ率80%、飛行高度80~100m、撮影モードをホバリング撮影と設定、撮影箇所ごとその場で撮影区域を指定し撮影を開始した。自動撮影後は、点群データの欠損を防止するため、手動撮影で斜め撮りも加えて行った。最後の1箇所については林道両側斜面が切り立っており自動撮影が困難と判断したため、カメラを真下に向け飛行高度を40mに維持したまま移動と撮影を繰り返す手動撮影方式で撮影を実施した。撮影は2名で行い、約2時間で終了した。


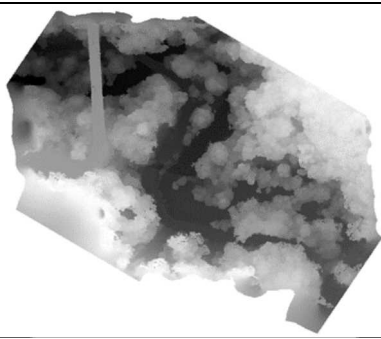
撮影した画像は東北局計画課のネットワークに送信し、計画課の担当職員が「Metashape」を使いオルソ画像とDEMの作成を行った。出力されたデータはネットワークを通して受け取り、署のパソコンで各図面を作成した。図面の作成には、GISソフト「QGIS Ver. 3」、CADソフト「Jw_cad」を使用した。

(2) オルソ画像とDEMについて

オルソ画像は、端部の歪みが補正されているため距離や面積の計測が可能である。また、ドローンのGPS情報に基づいた位置情報が付与されているため、CRS(座標参照系)を正しく指定しておけばGIS上の画面に自動的に配置され、施業図や地理院地図など画像データや、林班界や既設林道などのshpファイルと重ねて表示ができる。

DEMは、画像の一点一点に高さデータを持っている画像データで、QGIS等のソフトを活用すれば、任意の箇所の勾配や高低差の計測が可能である。また、DEMはオルソ画像と一致するため、オルソ画像を見ながら測りたい任意の方向の測定ができる。これらの特徴を持つ2つのデータを活用し、図面の作成を行った。

表1 オルソ画像とDEMの特徴

	オルソ画像	DEM
画像例		
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 端部の歪み補正 ・ 位置情報付与 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 標高データを持つ ・ オルソ画像と一致
活用例	<ul style="list-style-type: none"> ・ 距離や面積の測定 ・ 図面や shp ファイルと重ねて表示 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 斜面勾配や高低差の測定 ・ 3D モデルの作成

(3) 作成した図面について

今回作成した図面は、2019年11月宮城県登米市林道施設災害技術支援での災害復旧計画図面の作成経験を踏まえ、災害状況を把握するために必要な図面である「位置図」、「概略図」、「平面図」、「縦断面図」、「横断面図」の5図面とした。位置図・概略図・平面図は上空から見下ろす平面的な図面のため、オルソ画像を利用。縦断面図・横断面図は横方向から見た断面図のため、主にDEMを利用し図面の作成を行った。

- 位置図 : 被災箇所や箇所間距離などを示した図面
- 概略図 : 被災状況を平面的に示した図面
- 平面図 : 現地地形や既設構造物等を平面的に示した図面
- 縦断面図 : 林道を起点から終点方向の断面を示した図面
- 横断面図 : 林道の線形に対し直角方向の断面を各測点ごとに示した図面

3. 検証結果

(1) 位置図の作成手順

- ①QGISにオルソ画像を取り込む(自動的に配置される)
- ②QGISで被災箇所ごとにポイントデータを作成する
- ③測定機能で箇所間距離を測定する(図1)
- ④印刷レイアウトで用紙サイズと縮尺を指定し、箇所間距離や箇所名等を記入する
- ⑤作成した位置図(図9)

(2) 概略図の作成手順

- ①QGISにオルソ画像を取り込む
- ②QGISで被災項目ごとに色分けしたポリゴンデータを作成する
- ③印刷レイアウトで必要事項を記入する(図2)
- ④必要により凡例やスケールバーを追加する
- ⑤作成した概略図(図10)

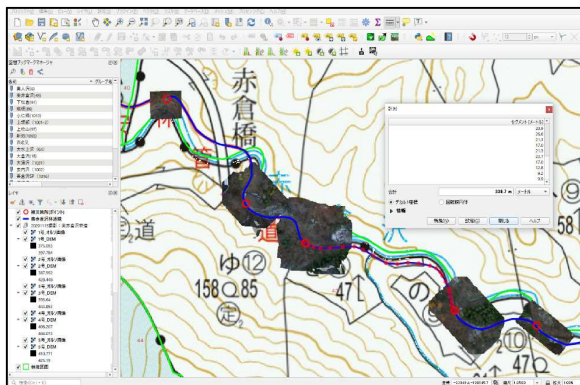


図1 QGISで箇所間距離測定(位置図)

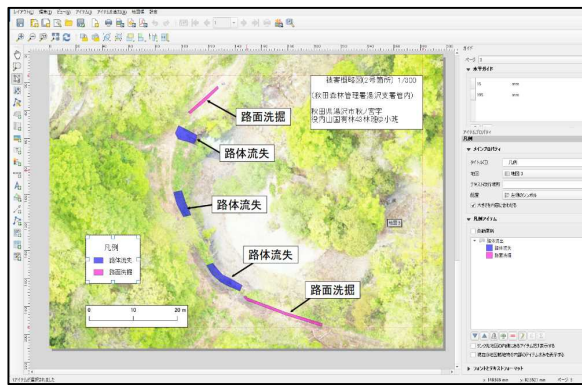


図2 レイアウトで必要事項記入(概略図)

(3) 平面図の作成手順

- ①QGIS にオルソ画像を取り込む
- ②印刷レイアウトで用紙サイズと縮尺を指定し、JPEG 形式で出力する (図 3)
- ③CAD に出力画像を取り込み、スケールバーをもとに縮尺を合わせる
- ④現況地形をトレースするように作図する (図 4)
- ⑤林道線形を作図する
- ⑥画像を消去する
- ⑦作成した平面図 (図 11)

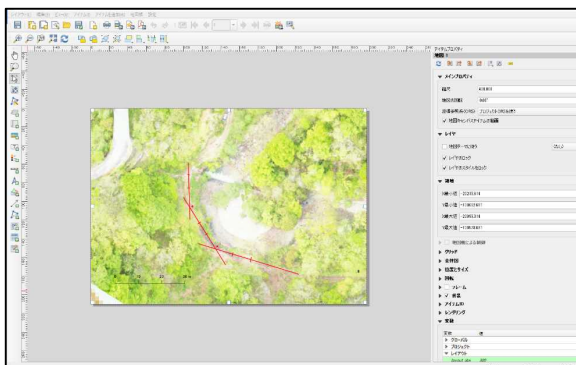


図3 QGISレイアウトで画像出力

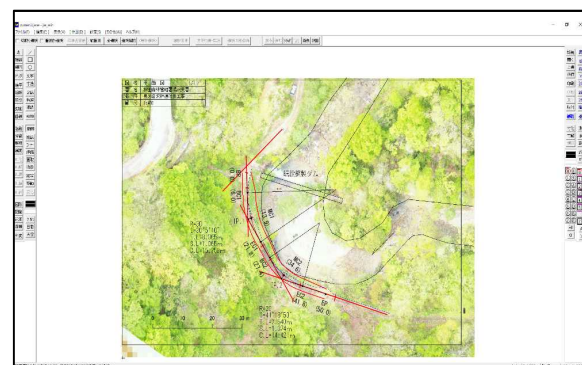


図4 Jw_cadで平面図作成

(4) 縦断図の作成手順

- ①QGIS に DEM を取り込む
- ②林道線形に沿って、断面を表示させる (Profile Tool を利用) (図 5)
- ③DXF 形式で断面線を出力する
- ④出力した DXF ファイルを Jw_cad で開き、縮尺を調整する
- ⑤出力した断面線を参考に現況線を作図する (枝葉上部の線に注意) (図 6)
- ⑥計画線を作図し、断面線を消去する
- ⑦切盛土高 (計画高と現況地盤高の差) を計算し記入する
- ⑧作成した縦断図 (図 12)

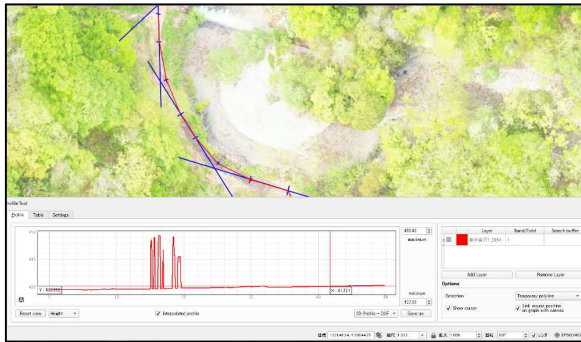


図 5 QGIS で縦断面を表示

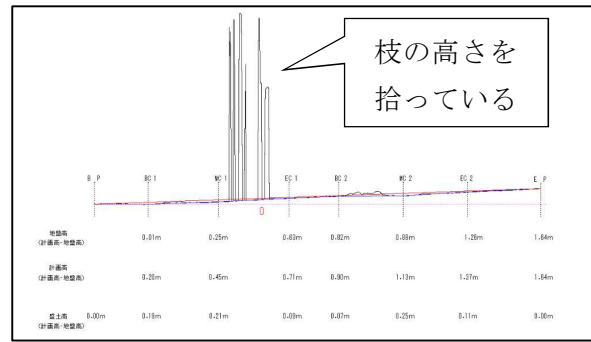


図 6 Jw_cad で縦断面作成

(5) 横断面の作成手順

- ①QGIS に DEM を取り込む
- ②線形の直角方向の断面を表示させ、各測点ごと DXF 形式で出力する
- ③出力したファイルを Jw_cad で開き、縮尺を調整する
- ④各測点の断面の縦横位置を調整し配置する (図 8)
- ⑤出力した断面線を参考に現況線を作図する
- ⑥必要事項を記入し、断面線を消去する
- ⑦作成した横断面図 (図 13)

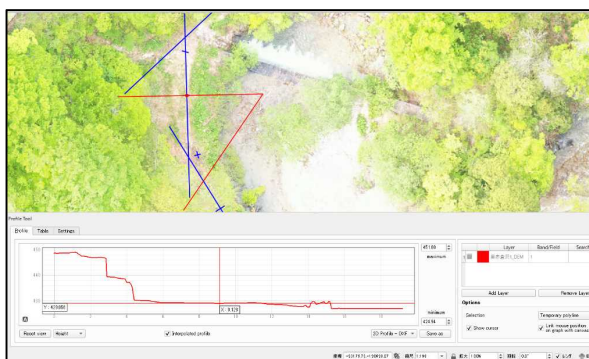


図 7 QGIS で横断面を表示

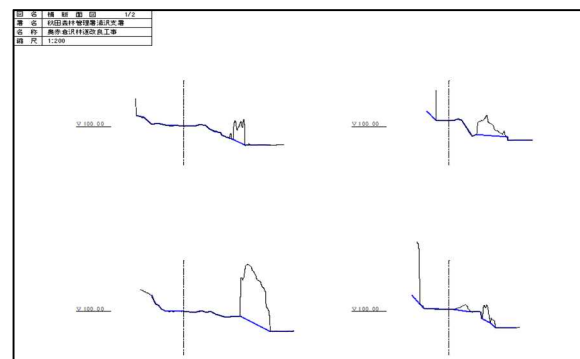


図 8 Jw_cad で横断面作成

4. 考察

(1) 位置図・概略図・平面図作成について

オルソ画像は位置情報が付与されているため、各被災箇所へ自動的に配置される。また、QGIS 上で既設林道の shp ファイルと重ね、林道線に沿って箇所間の距離の測定が可能で、位置図の作成が短時間で行うことができた。概略図と平面図においては、オルソ画像を取り込み後トレースするように現況地形を作図でき、現地測量より効率的かつ正確であると感じた。

(2) 縦断面図・横断面図作成について

QGIS の拡張機能 Profile Tool を使い、断面を表示 DXF 形式で出力、その断面線を CAD に取り込み断面図を作成した。現地測量と比べ、広範囲を 1 箇所当たり 10 分程度の飛行時間で測量できる点や、GIS 上で画像を確認しながら任意の方向を測量できるという点が優位であると感じた。一方、出力した線を縦横方向に合わせる作業に時間を要したことや、枝葉などの障害物による測量精度の低下など劣る点もみとめられた。

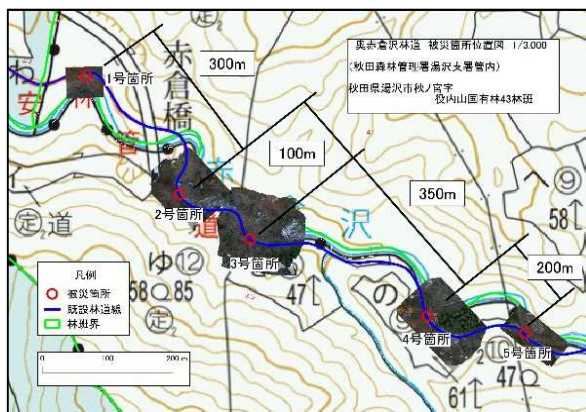


図9 作成した位置図

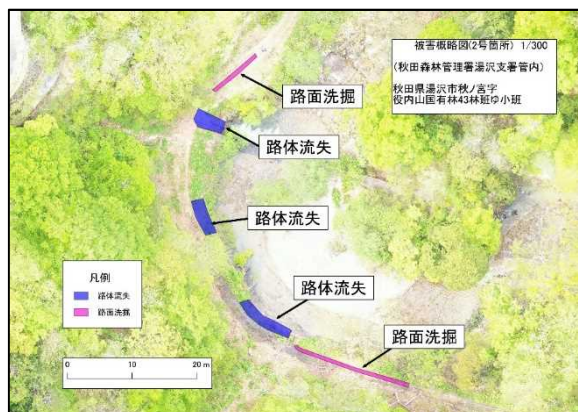


図10 作成した概略図

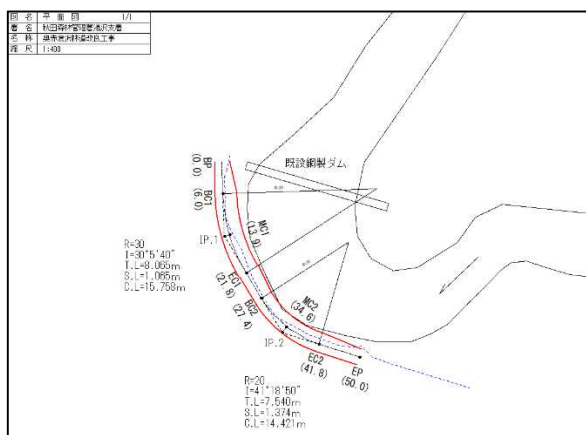


図11 作成した平面図

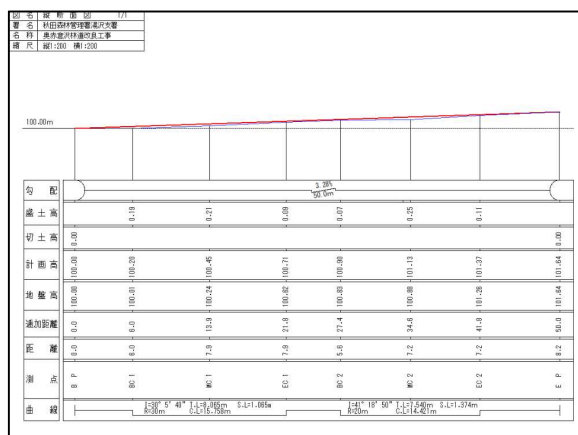


図12 作成した縦断面図

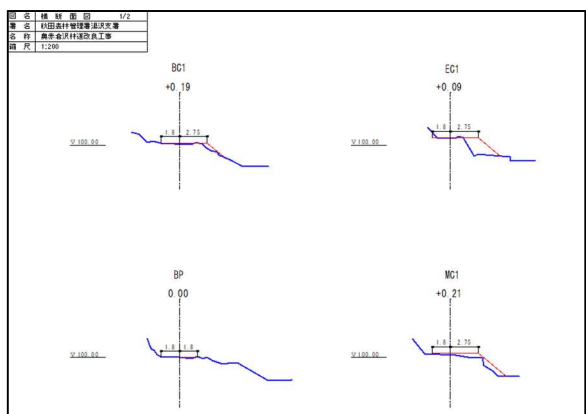


図13 作成した横断面図

5. まとめ

本研究は、ドローンで撮影した画像から災害を把握する図面の作成が可能か検証した。断面図の作成において、出力した断面線の位置を調整する作業や縮尺を合わせる作業に時間を要すると思われるものの、ドローン画像を用いた図面の作成はおおむね可能であると考えられる。ドローン撮影自体は2名程度で実施可能であることから、ドローン撮影班と図面作成班に分担し作業をすれば、従来の現地調査よりも効率的に作業できると思われる。

一方撮影において、樹木の枝葉が林道に覆いかぶさっているような箇所の場合、上空からの撮影ではDEMの取得が困難であるという課題点も見つかった。ただ今回1箇所で行った手動撮影でも問題なくオルソ画像とDEMの作成ができたことから、そのような箇所では手動による低空飛行撮影が有効と考えられる。樹木の枝下を飛行、撮影しオルソ画像とDEMの取得が可能であるか今後の課題として検証を行っていきたい。

現時点において今回のようなドローンを用いた調査が、災害発生後に実施する“現地調査”や“写真撮影”など災害復旧計画を策定するための詳細な調査の代わりとなることはないと思われるが、スピーディーに災害把握を行うツールとしてドローン測量が十分に活用できるということが示唆された。今後も有事の際にドローンを活用できるよう知識を深めていくとともに、多くの職員が利用できるよう周知していきたい。

6. 参考文献

- (1) 喜多耕一. 業務で使う QGIS Ver. 3 完全使いこなしガイド : 全国林業改良普及協会, 2019
- (2) 林野庁. UAV 立木調査マニュアル : 林野庁, 2019
- (3) 国有林治山林道の災害復旧の実務 : (株)林土連研究社, 2012
- (4) 国土地理院. “オルソ画像について” : 国土地理院, [「https://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa40002.html」](https://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa40002.html)
- (5) 渋谷昂大・丸橋勝寿. UAV (無人航空機) を活用した山腹測量の可能性について : 令和元年度国有林野事業業務研究発表集, 2019, P.53-57
- (6) 川口慎弥・黒岩玲子・吉元嵩紘. 災害発生箇所におけるドローン活用の効果・検証について : 令和元年度国有林野事業業務研究発表集, 2019, P.130-133

7. 用語解説

GIS ソフト	GIS とは、地理情報システム (Geographic Information System) のこと。位置情報をもとに様々なデータを地図上に重ねて表示、印刷できるソフト
QGIS	無料で使用可能な GIS ソフト。キュージーアイエスまたはキュージスと読む
CAD ソフト	CAD とは、Computer Aided Design の略。パソコン上で作図できるソフト
Jw_cad	無料で使用可能な二次元 CAD ソフトウェア
DEM	数値標高モデル (Digital Elevation Model) のこと。標高データを持った画像データ
Metashape	Agisoft 社の静止画像からオルソ画像と DEM の作成ができる画像解析ソフト
CRS	座標参照系のこと。GIS 等で地図の位置を表す基準。本検証では、世界測地系 (JGD2000) EPSG : 2452 と設定した
DXF 形式	CAD ソフトで開くことができる図面データのファイル形式 (. dxf)
shp ファイル	シェープファイル。GIS ソフトで開ける GIS データのファイル形式 (. shp)
ProfileTool	QGIS に追加できる外部機能。DEM を利用し断面を表示、出力できる

広葉樹の製材用材としての活用に関する考察

山形県立農林大学校林業経営学科 2年 佐藤羅威貴

1. はじめに

現在、山形県の森林面積のうち約8割は広葉樹である。しかし、広葉樹の利用先は、全国的に見ても8割以上が製紙用パルプ用で、建築材や家具材として使用されているのはわずか4%程度しかない。その背景には、川上、川中、川下の業者での情報共有が取れておらず、広葉樹材を安定して供給できないことが原因と言われている。しかしながら、広葉樹は種類が多く様々な用途で使えること、また、海外からの丸太の輸入が減少していることから、近年、国内産の需要が増えてきており、製材用材としての生産が拡大しつつある。

今回、本校実習林の広葉樹林で木材生産を目的に、また、広葉樹林で木材生産を考えている森林所有者等の参考となれるように、広葉樹の利用実態を把握し、実習林内の広葉樹について、利用実態をふまえた形でモデル的に生産目標、目標林型を設定した。

2. 調査方法

(1) 広葉樹の利用実態の把握

山形県内の広葉樹の取り扱い実態等を調査するために、森林管理署、森林組合、製材所、木材流通業者に対しアンケート及び聞き取り調査を行った。調査項目として過去3年間の広葉樹生産状況、採材方法、取り扱い樹種、販売先とした。

(2) 実習林にある広葉樹林の製材用材活用のための生産目標と目標林型の設定

山形県立農林大学校才治沼実習林（山形県新庄市）の広葉樹林にて生産目標及び目標林型を設定するために調査区を設定し、毎木調査を行った。

① 調査区の設定

広葉樹がある程度まとまって生育している場所に調査区を設定した。調査区の面積は0.1haとした。

② 調査項目

樹種、樹高、胸高直径、地山傾斜について調査を行った。

3. 調査結果

(1) 広葉樹の利用実態の把握

① 山形県内4つの森林管理署でアンケート調査を実施した。生産状況について、4森林管理署の合計値で、平成29年度に47 m³、平成30年度に82 m³、令和元年度に26 m³の生産があった。森林管理署別で見ると、生産を行っていない年もあり、生産量も一定ではなかった。

採材方法については、東北森林管理局で定められている採材基準に基づいて行われていた。基本的に末口径20 cm～24 cmからで長さ2.2 m～4.2 mからであった。取り扱い樹種は、イタヤカエデ、ウダイカンバ、キハダ、クリ、サワグルミ、ブナ、ホ

オノキ、ミズナラ、コナラ、トネリコ、オニグルミ、シナノキ、ニレなどがあつた。販売先については、山形県森林組合連合会、製材所、林業会社等があり、県外では東北地方の他に島根県への販売があつた。

- ② 山形県内の13の森林組合でアンケート調査を実施した。製材用材として広葉樹を生産していた森林組合は置賜地方の2組合であつた。生産状況については、2組合の合計で平成29年度に308 m³、平成30年度に282 m³、令和元年度に181 m³の生産があつた。採材方法については、基本的に末口径22 cm～46 cmで、長さ2.2 mであつた。取り扱い樹種は、ブナ、ホオノキ、ナラ、トチノキ、アベマキ、ハンノキ、クヌギなどがあつた。販売先はいずれの森林組合も山形県森林組合連合会であつた。
 - ③ 岩手県の木材流通業者へ聞き取り調査を行った。現在、人気の樹種にトチ、サクラ、オニグルミ、ホオノキ、ウダイカンバ、ナラ、ブナ、カツラ、イタヤカエデ、オノオレカンバなどがあり、ミズキ、ハンノキ、サワグルミ、シラカバも買い取りがあるとのことだつた。
 - ④ 山形市と米沢市の製材所にアンケート調査を行った。いずれの製材所も末口径24 cmから丸太を購入しているとの事だつた。米沢市の製材所ではフローリング材ならば18 cmから購入していた。主な用途として、無節フローリングや家の天井の貼板、仏壇などがあつた。
- (2) 実習林にある広葉樹林の製材用材活用のための生産目標と目標林型の設定

- ① 毎木調査は胸高直径2 cm以上の立木を対象に行つたところ、立木本数は302本、樹種が19種であつた(図1)。林内における優占度が高い樹種としてコナラ、クリ、コシアブラ、ヤマザクラなどがありコナラが全体の51%を占めていた。また、胸高直径25 cm以上の本数としてコナラが40本(図2)、クリが5本(図3)オオヤマザクラが1本(図4)、タムシバが1本であつた(図5)。下層木又は中層木に多く見られた樹種で、ホオノキ(図6)、コシアブラ(図7)、クロモジ(図8)があつた。

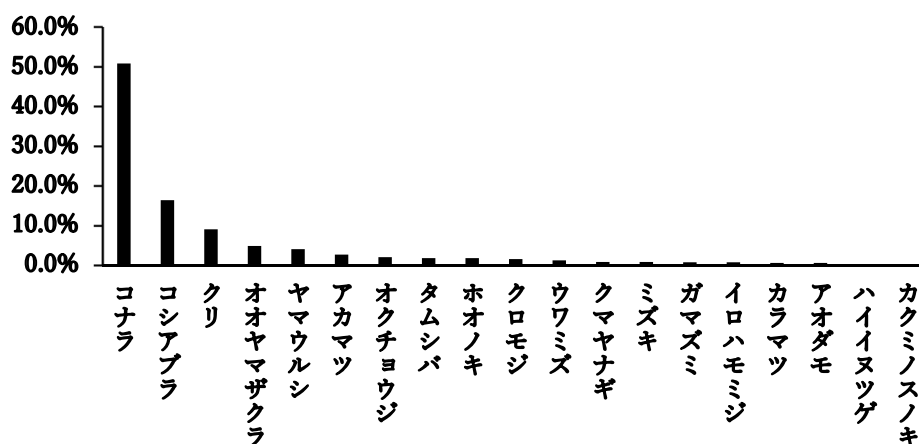


図1 相対優占度(才治沼実習林)

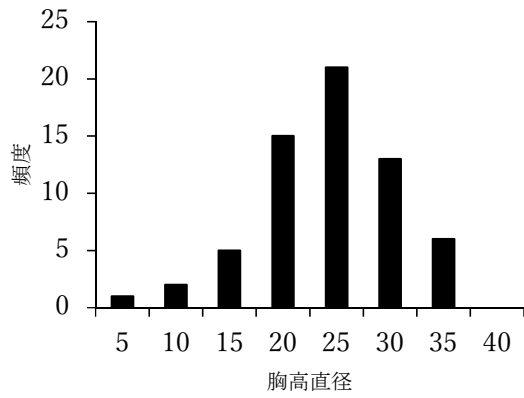


図2 胸高直径階本数 (コナラ)

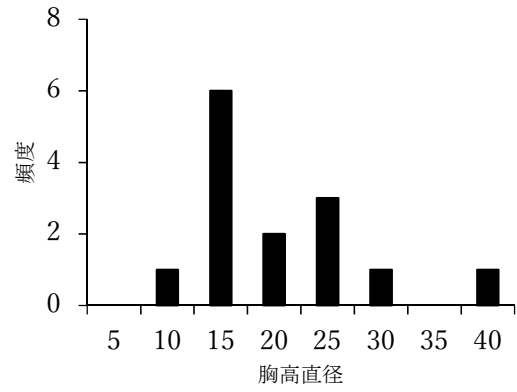


図3 胸高直径階本数 (クリ)

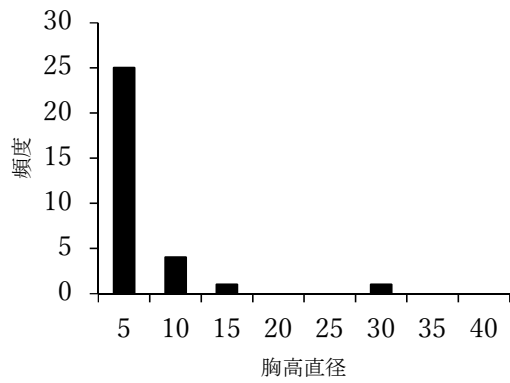


図4 胸高直径階本数 (オオヤマザクラ)

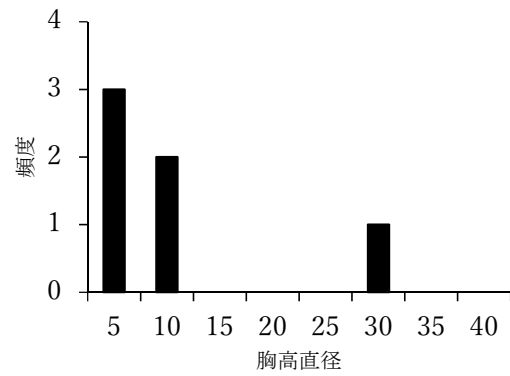


図5 胸高直径階本数 (タムシバ)

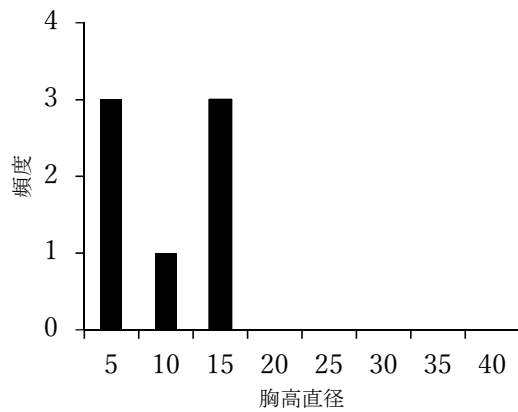


図6 胸高直径階本数 (ホオノキ)

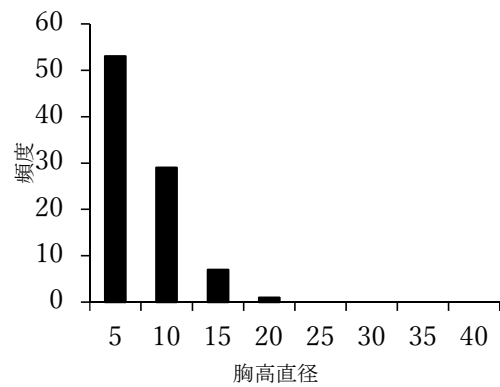


図7 胸高直径階本数 (コシアブラ)

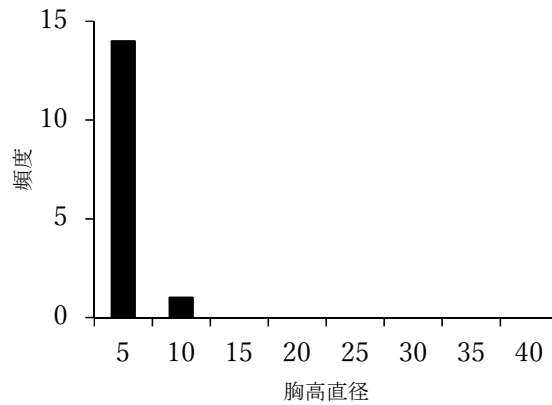


図8 胸高直径階本数 (クロモジ)

- ② 実習林にて伐採したコナラを山形県森林組合連合会の原木市場へ出品した。丸太の長さは2.2m、末口径が18 cm～24 cmの計6本であった。市場における購買者（製材所、木材流通業者）に対して、アンケート調査を行った。質問項目としては「丸太の購入の可否」、「購入した丸太の利用方法」、「購入しない場合の理由」、「欲しい丸太の直径」、「長さ」、「形状」とした。6社から回答があり、購入したいと回答したのは1社のみだった。ただし、曲がりなどがあり製材用としては使えないが薪用として購入したいとの事だった。他の購買者で購入を希望しなかった理由として、「カシノナガキクイムシによる変色がある」、「丸太が細い（24 cm以上が希望）」、「曲がりがある」、「節が多い」、「ナラ材の取引が少ない」との回答があった。

4. 考察

- (1) 森林管理署と森林組合の製材用の広葉樹材生産状況について、森林管理署において、生産が一定でなかった理由として、ほとんどがスギ材生産の過程で支障木として伐採されたもので、その中で良いものを用材として切っているとのことだった。しかし、一方で天然林の受光伐（択伐）を行う等、広葉樹林施業の過程で丸太生産している森林管理署もあった。森林組合は、いずれもパルプ・チップ材生産のために伐採し、その中から良いものだけを用材として出しているとのことであった。現状では山形県内における広葉樹の生産量は多くないが、用材として広葉樹の生産量を増やしていくのであれば、用材生産を目的とした森林施業を行い、計画的に伐採していく必要があると思われた。
- (2) 採材方法は、森林管理署、森林組合の両方で大きく変わりはない。ミズナラ、ホオノキなら22 cm、ウダイカンバ、トチノキなら20 cm、クリは通直な材なら16 cmという形で樹種によって異なっていたが、基本的に末口径が22 cm。長さは2.2m～4.2mの採材が基本であり、東北森林管理局で定められているものと同じであった。このことから、丸太の採材方法については、特に注文がなければ、東北森林管理局で定めた基準を基本として行うのが良いと考えた。
- (3) 木材流通業者、製材所への聞き取り調査で、用材利用としては主に末口径24 cm以上

のものを要望していた。基本的に腐れや曲がり、変色がない材を欲しがっていた。現状で実習林のコナラを用材利用するのは難しい状況である。しかし、木材流通協同組合の話として、小径の丸太や腐れがある材でもクラフト等で使い道があるとの事であった。また、新潟県の家具メーカーで変色や虫に喰われたブナ材をデザインとして生かしながら家具を作っている事例があることから、実習林のカシノナガキクイムシによる被害で変色や腐れのある丸太、いわゆるダメージ材であっても有効利用ができないか検討していく必要があると考える。

- (4) 才治沼実習林の広葉樹林は、コナラを中心とした森林であり、用材として活用可能な径級に達していることが分かった。しかし、林内のかなりの本数のコナラがカシノナガキクイムシの被害を受けていると見られ、用材として利用するのは難しいと考えられた。今後は択伐等によりコナラの更新を図り、カシノナガキクイムシの被害を受けていないコナラの割合を増やしていき、コナラ以外の樹種も活用しつつ後継のコナラを用材として使うことができる胸高直径 24 cmまで育てていくことが望ましいと考えた。

よって、目標林型を「胸高直径 24 cm以上のコナラを主体とした多種多様な広葉樹からなる森林」と設定した。

5. 参考・引用文献

- (1) 農林水産省 (2013) 木材需給報告書
- (2) 農林水産省 (2013) 木材需給表
- (3) 正木隆 (2018) 森づくりの原理原則

ポスト天スギに向けた高齢級林分の成長過程の一考察

米代西部森林管理署 地域技術官 ○齊藤 雅哉
森林整備官 木村 良兼
森林整備官 畠山 大樹
地域技術官 谷地 真梨佳

1. はじめに

当署管内の秋田県能代市は、天然秋田杉（以下、天スギ）を活用して木材産業を発展させた地域であり、「木都」と称される。

しかし、資源保護のため平成 24 年度末をもって国有林から天スギの供給を終了した現在は、天スギの代替材として高齢級秋田スギが期待されている。

また、高齢級秋田スギは「あきたの極上品」にも位置づけられており、代替材としてのブランド力を向上させるためには、ニーズに合った品質のものを安定的に供給・流通させることが重要となっている。

本研究では、当署管内における高齢級の秋田スギ林分を調査し、立木の成長過程から得られる情報をもとに今後の高齢級秋田スギのブランド力向上のための管理経営の手法を考察した。

2. 調査目的と方法

(1) アンケート調査

ブランド力向上のためには、「安定品質→安定供給→付加価値」といった流通が重要と考える。そこで、需要者が求める安定品質「ニーズに合った品質の原木」を調べるためアンケート調査を実施した。

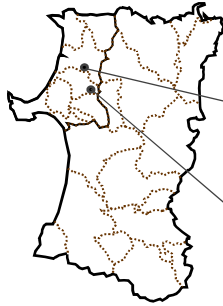
調査対象は、当署管内の高齢級林分 3 地点（図-1）から生産した原木を、協同組合 秋田県銘木センターが実施した原木市（2020 年 10 月 2 日及び同年 11 月 27 日実施）からの購入者（製材所 9 社）とした。

なお、具体的な聞き取り内容は、結果で詳述する。

(2) 年輪解析

3 のアンケート調査結果で、原木購入者が求める品質の基準は「目詰まり」が重要だとのことから、求められる目詰まりの状況を調べるため、立木の成長過程を年輪解析により調べた。

調査対象地（図-1）の立木を対象として年輪の解析を行った。方法は、各生産地の立木を上層木・中層木・下層木と 3 区分することから始めた。林冠を形成しているのが上層木であり、下層木は被圧木を示す。そして、中層木は下層以上、上層未満の立木である。樹高と径級が異なる立木を調べることでその林分の成長過程を把握出来ると考えた。次に、3 区分した立木からそれぞれ 3 個体を選定のうえ、立木の根元付近から輪切りの円盤を採取し、年輪の中心を通る最長及び最短の円直径を定め、4 方向の年輪を数える形で計測した。



生産地	樹齢	平均値		蓄積 (ha当たり)		施業方法
		胸高	樹高	本数	材積	
①	89年	54cm	30m	373本	1,009 m ³	長伐期施業(100年伐期)
②	92年	40cm	25m	528本	836 m ³	
③	116年	34cm	25m	874本	811 m ³	超長伐期施業(150年伐期)

図-1 調査対象箇所

3. 結果と考察

(1) アンケート調査結果

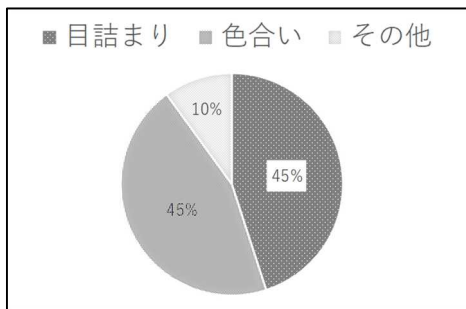


図-2 原木購入の判断基準は？

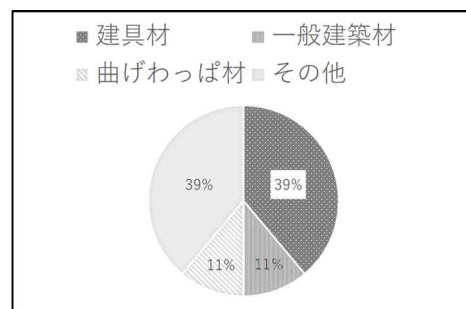


図-3 何を製材したか？

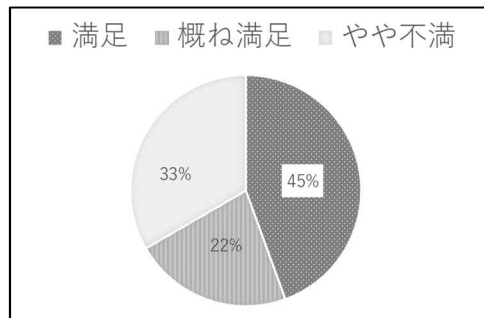


図-4 製材した感想は？

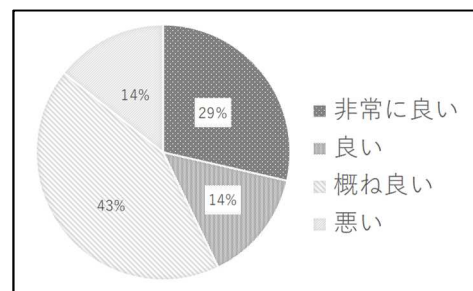


図-5 製材品の出荷先の感想は？

はじめに、原木購入の判断基準を聞いたところ、「目詰まり」「色合い」が9割を占めており、その他の意見として「節や曲がりの有無」「強風などの傷があるか」といった欠点も含めて購入を決断していた（図-2）。

また、原木から何を製材したかという質問に対しては、「建具材」が4割を占めており（図-3）、製材した感想は、おおよそ5割の方が満足していた（図-4）。不満を抱いた方の理由としては、強風被害の跡（もみ傷）が目立つといった意見や、原木生産における機械のつかみ傷が目立つというものがあった。機械傷については、今後、当署の生産事業実行時の課題として解消に努めることとする。

次に製材品について、出荷先の相手方が抱いた感想を聞いたところ（図-5）、高評価を得た製材品の多くは、116年生の原木（図-1の生産地③）であり、「準天スギ」と称されるほどの評判だった。なお、評価が区々なのは、製材品の種類により評価が割れ

たためである。

また、「100年生以上と100年生以下の原木の品質の違いは何か」の質問には、目詰まりが緊密で反りが少なく、木も堅くなるという理由で100年生以上の原木のほうが高品質という回答が多かった。しかし、一方では、立木の成長過程や径級によっては70年～80年生の原木でも供給を求める声もあり、100年生以上の原木のみが必ずしもニーズがあるということにはならなかった。

以上の調査結果から、ニーズに合った品質の原木供給のためには、立木の成長過程を調べたうえで、今後、長伐期施業の伐採時にニーズに合った原木を生産出来るような育成方法を再検討する必要があると考える。

(2) 年輪解析結果 (連年成長幅から見る良質材の基準)

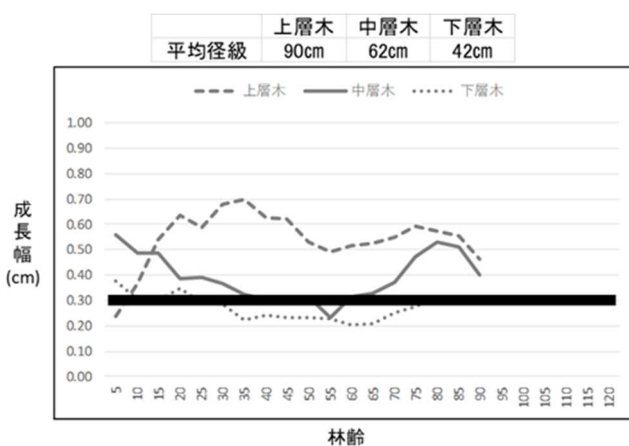


図-6 連年成長幅(生産地①)

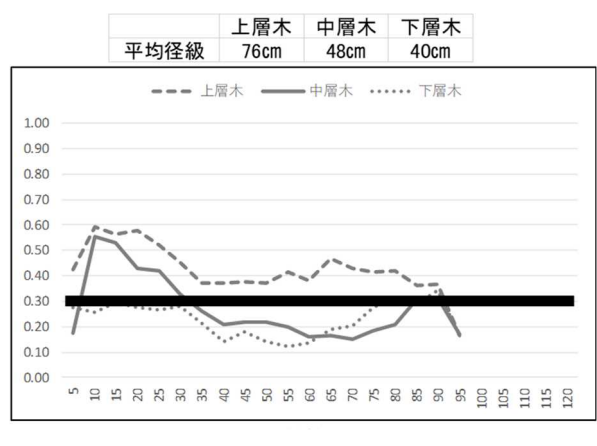


図-7 連年成長幅(生産地②)

調査対象木の89年生(図-1の生産地①)の連年成長幅を図-6のとおり示す。これは上層木から下層木まで、それぞれ計測した個体データの平均値を用いて算出したものである。成長幅0.30cm(太線)以下は、良質材の基準となる年輪幅(桜井ら(2002)長伐期林の実際)(以下、良質材)を示す。ここでは、上層木及び中層木が目荒材となっているのが分かる。一方で、調査対象木92年生の林分(図-1の生産地②)は図-7のとおりであり、中層木も良質材となっていた。

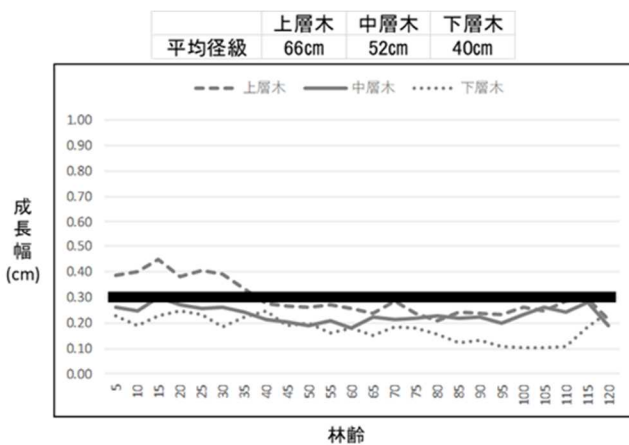


図-8 連年成長幅(生産地③)

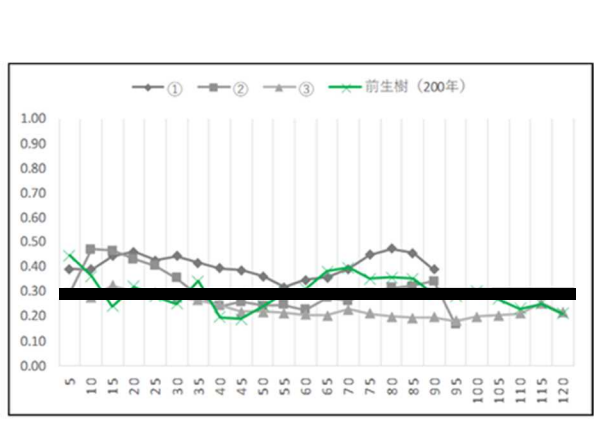


図-9 連年成長幅(各生産地平均)

次に調査対象木 116 年生の林分（図-1 の生産地③）は図-8 のとおりである。上層木から下層木まで全てが良質材であり、アンケート調査で高評価を得ていた結果と一致する。

また、図-9 は、各生産地の平均成長幅に加え、当署管内の高齢級林分から生産された「前生樹（樹齢 200 年生）」の成長幅を追加したものである。この前生樹は原木市において 140,000 円/m³ の単価で落札された原木であるが、調査対象木 116 年生の林分はこれを上回る良質材であったことが分かる。

（3）林分状況と原木の販売単価の関係性

生産地	樹齢	蓄積(ha当たり)			平均落札単価
		本数	材積	m ³ /本	
①	89年	373本	1,009 m ³	2.705	22,342円
②	92年	528本	836 m ³	1.583	24,438円
③	116年	874本	811 m ³	0.928	33,364円

図-10 各生産地の林分状況と原木の平均落札単価

年輪解析結果を踏まえ、調査対象地の林分状況と原木市の販売結果を比べると図-10 のとおりであり、「立木密度が高い＝落札価格も高値」となった。

また、生産地①及び②の上層木が肥大成長していたという結果を考えると過去に行った間伐により立木密度が低くなっていたと考えられる。

従って、今回の検証結果は「立木密度」が重要であり、密度管理を適正に行うことで良質材生産が可能と考える。

生産地	樹齢	平均径級		
		上層木	中層木	下層木
①	89年	90cm	62cm	42cm
②	92年	76cm	48cm	40cm
③	116年	66cm	52cm	40cm

良質材を確保

図-11 年輪解析結果

平均販売単価(円/m ³)	
径級	③(116年生)
42cm	30,692
44cm	26,568
46cm	30,609
48cm	33,231
50cm	42,500
52cm	46,300
54cm	34,375
56cm	36,800
58cm	35,333
60cm	44,333

需要がある

図-12 生産地③の原木販売結果

（4）立木密度管理について

ニーズに合う原木を生産するための立木密度管理は、どのような基準を設けて行っていけばいいのか考察した。図-11 の□で囲んだ部分は、年輪解析の結果、良質材となっていた立木の平均径級である。また、図-12 は、「準天スギ」と称された生産地③の原木販売単価であり、径級 50 cm～60 cmが高値となっており、需要がある径級と言える。

そして、この2つの表から、『100年生の段階で50cm程度』に育成出来れば良質材の生産が可能と考える。つまり、これが立木密度管理の一つの基準になり得ると考える。

(5) 年輪解析結果 (総成長幅から見る超長伐期の有効性)

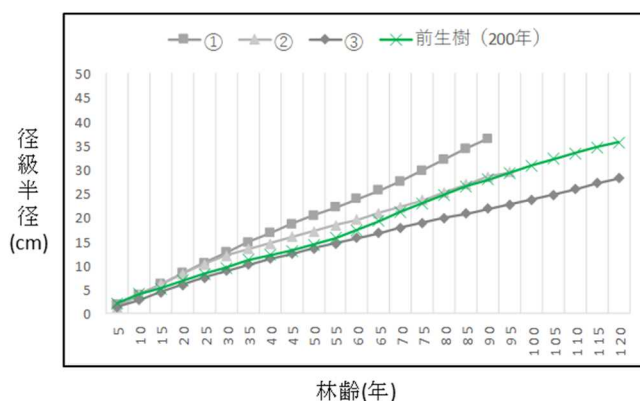


図-13 各生産地の総成長幅

図-13 で各生産地の平均の総成長幅を示す。どの生産地においても、樹齢 200 年生の前生樹と同様に衰えることなく成長を続けているのが分かる。

また、生産地③に着目すると、100 年生の段階で径級 50 cm に成長しているのが分かる。つまり、前述した「立木密度管理の基準」の成長曲線と同様となっている。

以上のことから、他の林分においても生産地③の樹高曲線で育成することで、多くの良質材生産が可能になり、ブランド力向上のための「安定品質」を確保出来る。

そして、安定品質を確保したうえで、その林分を超長伐期施業へ移行することにより、「安定供給」も可能になり、超長伐期施業の有効性が見えてくる。

(6) 今後の管理経営手法について



超長伐期施業林分を一から育成するのは長い年月を要する。そのため、現存する林分から適地を選定し、超長伐期施業へ移行していくことが重要と考えるが、今回のように伐採時にニーズに合った目詰まりとするためにも選定する林分の考え方を整理することも必要であると考えます。

なお、適地の選定については、他に現地の土壌や気候条件などの環境因子の調査も併せて実施することも必要と考える。

4. 謝辞

本研究に御協力いただきました、協同組合秋田県銘木センター及び製材所の皆様に御礼申し上げます。

熱中症リスク軽減を考慮した下刈作業

山形森林管理署 一般職員 南坂拓杜

1. はじめに

地球温暖化による全国的な気温上昇に伴い当署管内である山形市においても平均気温が10年間で1度以上上昇している(図1)。また、熱中症の発生も増加傾向にあり、山形県内における熱中症の救急搬送者数は過去5年で約250人増加している(図2)。

私たちが関わる林業は、屋外での作業が多く、熱中症を発症するリスクが非常に高い。当署では過去2年間で2名の職員が炎天下の中、現場業務に従事したことにより熱中症と診断されている。

このように、熱中症発症リスクが高い林業の中でも、下刈作業はその影響を強く受けやすく、炎天下にも関わらずチャップスや防蜂網等、多くの保護具を着用して作業を実施するうえに、作業適期が6月から8月と限られることから、天候・気温に関係なく現場作業を行わなければならない。

本年度の当署発注の造林事業を請け負った森林組合に実施したアンケート調査では、下刈作業中に現場作業員の方々が熱中症に対して危機意識をもっていることが分かり(図3)、今後下刈作業を行うにあたり、熱中症リスクの軽減方法を検討する必要があると考えた。

2. 現在の熱中症対策と他局での取組

熱中症対策の一つとして、早朝に作業を始め、昼前に作業を終了する取組を行っている事業者もあり、林野庁で取り組んでいる「下刈の省力化」では作業面積を削減し、暑い時期の作業負担を軽減するという観点では、熱中症対策の一助となっている。しかし今後は、多くの森林が伐期を迎え、伐採面積・再造林面積が増えることが予想されることから、従来のような対策では不十

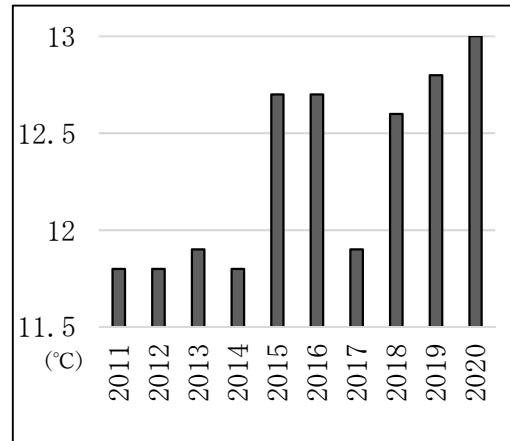


図1 山形市 年平均気温

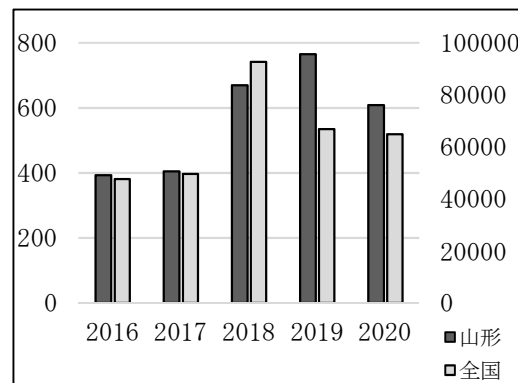


図2 全国・山形県の熱中症救急搬送者数(人)

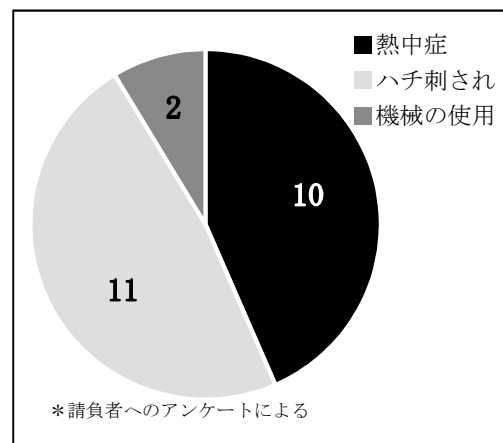


図3 下刈作業中に気をつけていること(人)

不十分である。

分であると考え、現在の作業適期の延長を考慮するなど、8月以降でも実施できないか考察することとした。

先行研究を調べたところ、他局において下刈作業時期に関する業務研究が行われており、茨城森林管理署・安芸森林管理署で実施された調査では下刈作業の時期によって、苗木の成長量等に大きな差はほとんどないことが報告されている。

なお、安芸森林管理署では作業効率に関する研究も行われており、冬期に下刈を実施すると作業工程が良好である結果(図4)が報告されている。調査時に作業にあたった作業員からは「保護具が防寒着代わりになって作業がしやすい。」

「ハチに刺される心配がない。」といった好意的な意見があった。

今年度当署で実施したアンケート調査(図5)において、「秋頃に下刈作業を実施することについてどう思うか。」という質問では、「熱中症の心配がなくてよい。」という意見が多数得られ、「他事業への影響」

については、「間伐事業とかぶるため影響がある。」という意見が一定数あげられたが、全体の半数近くからは良好な意見を得られた。

このことから今回の研究では、

- ① 東北地方において秋冬期の下刈作業が可能か
- ② 下刈実施後の苗木の成長量への影響や作業時の身体的負担の差の2点に着目し、調査・検証していくこととした。

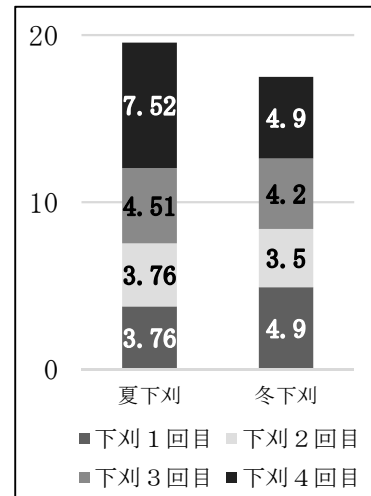


図4 作業工程(人日/ha)

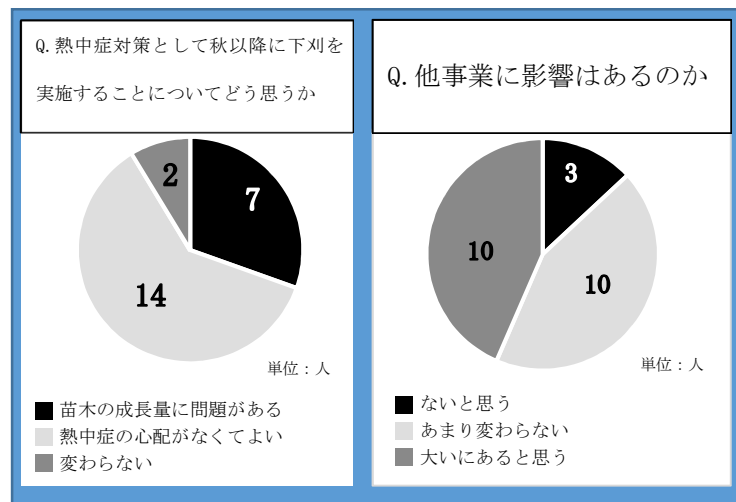


図5 アンケート調査結果

3. 調査方法

2019年10月に植栽を実施した山形県山形市大字山寺字一ノ作、二ノ作外30国有林208林班つ1小班内において、

- ① 夏期下刈作業区
- ② 秋冬期下刈作業区
- ③ 未施業区

の3プロット(3m×3m・苗木各8本)を設置し、次の各調査を行っ

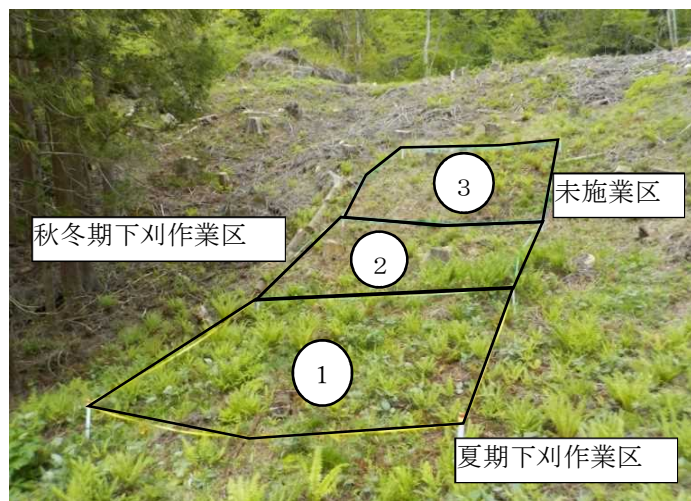


写真1 調査地設定の様子

た（前項 写真1）。

(1) 成長量調査

各プロット内の苗木の成長量を5月～12月にかけて計測し、併せて下草の植生・被度を調査した。

(2) 下刈作業

下刈作業には下刈鎌を使用し、夏期下刈作業区において7月、秋冬期下刈作業区において11月に下刈作業（手刈り）を実施した。作業時は作業時間を計測し、刈り払った草本等の種類を調査した。

4. 調査結果及び考察

(1) 成長量調査

① 苗木の成長量

一年目の調査時点では、プロットごとに苗木の成長量に大きな差はほとんど確認することができず、被圧による苗木の枯損は発生しなかった（図6）。

② 下草の繁茂状況

調査開始時はすべてのプロットで下草が少ないことから苗木を容易に判別することができた。夏期以降は、下刈を実施した夏期下刈作業区以外では草本に加え、灌木が発生したことにより苗木が覆われていた。冬期には未施業区において、落葉した灌木類が多く残っていた。

③ 考察

今回の調査では、各プロットの苗木の成長量に大きな差はなく、枯損は確認されなかった。これは、調査地の苗木が秋植栽・1年生であったため、競合する植生が少量であったことと考えられる。

また、下草については、秋冬期下刈区と未施業区において灌木類が発生したことから、この2プロットでは、草本類以外に灌木類が苗木の成長に影響を与える可能性があると考えられる。

(2) 下刈作業調査

① 夏期下刈作業

天候：雨 気温：23度 作業時間：15分

雨天の作業ということもあり、湿度が高いことから気温以上に暑く感じら

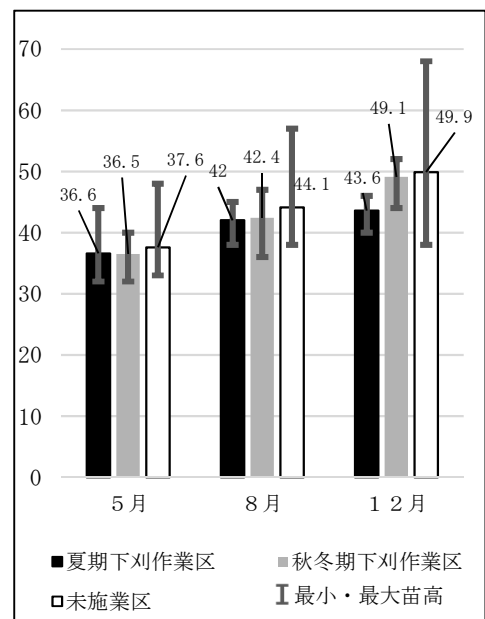


図6 プロットごとの苗木の成長量

れた。苗木は草本類により覆われており見分けがつきにくかったことから、苗木を一本切断してしまった。

② 秋冬期下刈作業

天候：晴 気温：17度 作業時間：10分

夏期に比べて気温が低いことから、防蜂網を着用する必要がなく、体温上昇が抑制され非常に作業がしやすかった(写真2)。

また、苗木も確認しやすく、下刈作業はスムーズに行うことが出来た。刈り払いでは灌木類が多く、鎌による手刈りでは払いにくかったが、多くの灌木が直径5cmに満たないことから、刈払機であれば容易に切断することが可能だと考えられる。



写真2 11月の下刈の様子

③ 考察

秋冬期の下刈作業は、現地の気温が低く軽装備での作業が可能となることから、体温上昇が抑制され、身体的負担が軽減できた。

更に、刈り払いの対象となる下草は夏期の下刈作業時においては草本類が多く、それに対し秋冬期の下刈作業では、灌木類が中心であったことから苗木が見やすく、比較的スムーズに作業を行うことができた。

このことから、秋冬期に下刈を実施した方が、夏期の作業実施に比べ、熱中症のリスクを軽減できるうえ作業効率の向上を認めることが出来る。

5. 今後の展望

今回の研究において熱中症対策として秋冬期に下刈を実施した方が、夏期の作業実施に比べ、熱中症のリスクを軽減できるうえ作業効率の向上を認めることができたが、一方で、事業を実施するにあたって次の課題も判明した。

今後、これらの調査結果を参考にどのような施業体系が熱中症リスク回避のために適するのかが、検討・検証を重ねていきたい。

(1) 他事業との兼ね合い

今回実施したアンケート調査において、「秋冬期に下刈を実施すると間伐事業の作業時期とかぶる。」という意見が一定数あったことから今後は、署の担当者や事業者の意見を集約し、秋冬期に下刈を実施した際の作業期間等に対して、他事業との兼ね合いや影響等について検討する。

(2) プロット調査

今年度の調査では、競合する下草が少なかったため苗木の成長量に大きな差はなかったが、2年目以降は下草との競合が激しくなることが予想されるため、既存のプロット調査を今後も継続していくこととする。また、今回調査箇所が一箇所であり偏りのあるデータとなったことから、今後は、植栽樹種・環境条件の違う調査地を設定し苗木の成長量調査も併せて実施する。

(3) 下刈作業

秋冬期に下刈を実施することで熱中症のリスクを回避出来るうえ作業効率が向上することが確認出来た。しかし今回の研究では、プロット面積の関係上、現地での作業を一人で実施したことから、個人的な意見が主となっている。今後は、造林事業請負の中に秋冬期の下刈作業を試験的に導入し、作業効率や身体への負担について、多くの作業者の意見を集約し熱中症リスクの軽減を図ることが出来る作業環境を定着させることとしたい。

6. 参考文献

- ・「冬季下刈りの効果を検証する」 平野 辰典・池田 伸
- ・「冬下刈の普及を通じた作業負担の軽減・コスト削減に向けた取組について」
江嶋 健人・福山 敦之
* 掲載資料を一部抜粋・加工 (図4で使用)
- ・気象庁 アメダスの過去データ (<http://www.data.jma.go.jp/>)
「http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/annually_s.php?prec_no=35&block_no=47588&year=&month=&day=&view=」のデータを元に図1を作成
- ・消防庁ホームページ (<http://www.fdma.go.jp/>)
「<https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/post1.html>」
「<https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/post3.html>」のデータを元に図2を作成

ドローン空撮画像を用いた林分材積推定の簡易的手法の検討

東北森林管理局計画保全部計画課 企画係 岡山絢哉

1. はじめに

近年、UAV 及び航空レーザ計測データや GIS 等の ICT 技術が様々な分野で導入されており、森林・林業の分野でも徐々に活用され始めている。その中で、林分の材積推定を可能にする技術も開発されているが、導入に要するコストは高く、国有林の現場に広く普及させることは難しい。そこで今回、①すでに東北森林管理局に導入されているドローンやソフトウェア等を用いること、②現地での調査はドローンによる空撮作業のみという簡易的な手法を用いることの2点をポイントに、林分の材積推定の精度を実査と比較し、本調査手法がどのような場面で活用可能か検討した。

2. 研究方法

(1) 本調査の概要

まず、林分材積の推定には、①地盤を含む樹冠表層の高さデータ（以後、DCSM）、②地盤の高さデータ（以後、DEM）、③樹木の位置と樹高、④胸高直径の4つのデータの取得が必要になる。

①と②は、レーザ計測可能なドローン等により一度に取得することができるが、東北森林管理局に導入されているドローンでは、レーザ計測はできないため、空撮画像から①のみ取得する。②については、国土地理院の基盤地図情報から当該林分のデータをダウンロードすることにより取得した。

③と④は、ArcGIS 等の高性能な GIS により取得することができる。④について厳密には、ArcGIS 等の高性能な GIS によって樹木ごとの樹冠投影面積が得られるので、樹冠投影面積と胸高直径の相関関係から導き出される推定式を用いて算出することとなる。一方で、東北森林管理局で使用可能な GIS は、現状フリーソフトである QGIS となっており、こちらは③のみ取得可能である。そのため、④については収穫表を参照した。

最後に、得られた樹高と胸高直径から単木材積を算出し、樹木本数をかけることで林分材積を推定する。

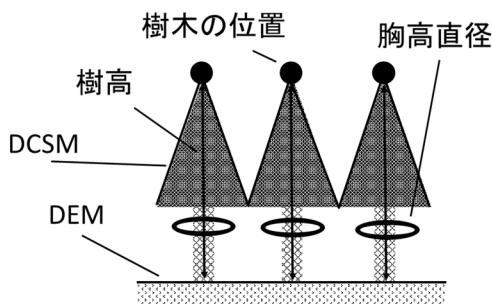


図1 取得データの体系図

	既存手法	本調査
地盤を含む樹冠表層の高さ	レーザ計測	ドローンによる空撮画像
地盤の高さ		国土地理院基盤地図情報
樹木の位置と樹高	高性能GIS	フリーソフト QGIS
胸高直径		収穫表

表1 既存の手法と本調査手法の比較

(2) 対象地の選定

秋田森林管理署管内の収穫調査（毎木調査）実施済み林小班2か所を選定した。対象地Aは、傾斜地かつ混交林である一方で、対象地Bは、なだらかな地形で針葉樹が優占していることが特徴としてあげられる。

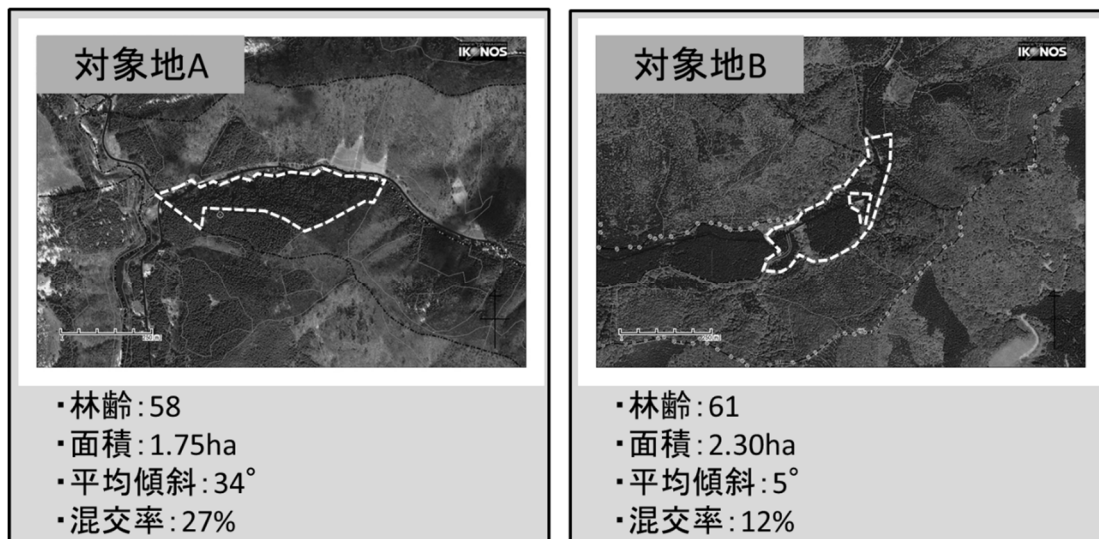


図2 対象地A・Bの概況

(3) DCSMの取得

DCSMはドローンの空撮画像からオルソ画像を作成する過程で取得することができる。東北森林管理局に導入されているドローン（DJI社製、MAVIC2）を使用し、地面に対し垂直にカメラを向け、オーバーラップは80%、サイドラップは60%で空撮を行った。また、本調査では、オルソ化時の画像の歪み対策のため、斜め方向からの空撮も行った。

オルソ化にはMetashape（Agisoft社）を用い、使用した空撮画像は対象地Aでは263枚、対象地Bでは227枚となった。

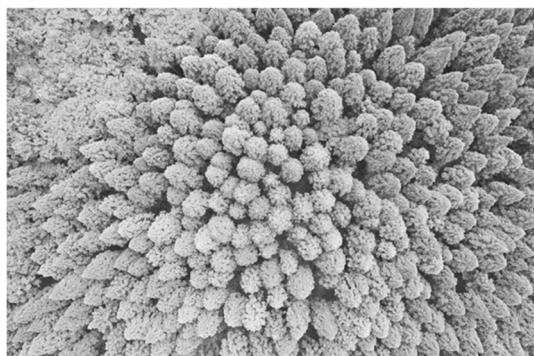


図2 垂直方向の空撮画像



図3 斜め方向の空撮画像

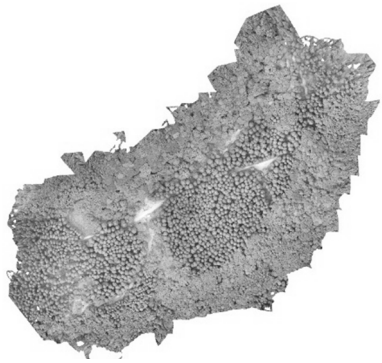


図4 オルソ画像



図5 取得した DCSM

(4) DEM の取得

国土地理院の基盤地図情報から対象地 A・B が含まれている DEM をダウンロードした。

(5) 樹木の位置の特定

フリーソフト QGIS を用い、取得した DCSM から樹木の位置を特定していく。本調査では、スギの林分材積を比較することとし、広葉樹はこの段階で除外した。方法は下記のとおり。

- ① DCSM を 15×15 ピクセルの範囲で平滑化する処理を行う。
- ② 平滑化した DCSM を 3×3 ピクセルの範囲で最大の値に置き換える処理を行う。
- ③ ①と②の DCSM を重ね合わせ、DCSM の値が同じピクセルが樹頂点として抽出される。
- ④ 抽出された点の中には、林床内や林道等の明らかに樹頂点ではないものがあるためノイズの除去を行う。
- ⑤ 広葉樹は目視で除外していく。

上記の手順で対象地内の樹木の位置を特定していく。④に記載したノイズの除去の方法は、(6)に記載する。

(6) ノイズの除去

本調査では、林床内や林道等に抽出された点を、オルソ画像の RGB に着目し、ノイズとして機械的に除去した。通常カラー画像は、Red (赤色)、Green (緑色)、Blue (青色) のそれぞれの濃淡 (値の変化) によって様々な色が表現される。そこで、抽出した点の G の値に着目すると、樹頂点として抽出された点の方が、ノイズとして除去すべき抽出点のよりも G の値が大きいことが確認された。したがって、G の一定の値でフィルターをかけることによりノイズを除去することができる。本調査では、対象地 A で G の値が 130

種類	名称	作成方法	ファイル形式	主な整備範囲	標高値子の精度	標高値子の標準値	
5mメッシュ	5mメッシュ (DEM5A)	航空レーザ測量	標準形式	都市圏等 河川流域等	DEM5A DEM5B	0.2m以内 (約0.5m以内)	0.3m以内 ※1
	5mメッシュ (DEM5B)	航空レーザ測量	標準形式	都市圏等 河川流域等	DEM5A DEM5B	0.2m以内 (約0.5m以内)	0.7m以内 ※2
	5mメッシュ (DEM5C)	航空レーザ測量	標準形式	一部の新潟県等	DEM5A DEM5B DEM5C	0.2m以内 (約0.5m以内)	1.4m以内 ※3
10mメッシュ	10mメッシュ (DEM10A)	航空レーザ測量	標準形式	25m以内のみ	DEM10A	0.4m以内 (約1.0m以内)	0.5m以内
	10mメッシュ (DEM10B)	航空レーザ測量	標準形式	全国	DEM10A DEM10B	0.4m以内 (約1.0m以内)	5m以内

※1 0.7m (約5m) 以内の航空レーザ測量 (グラウンドデータ) がある場合の精度。無い場合は7m。

図6 国土地理院基盤地図情報 Web サイト

以上、対象地 B で G の値が 150 以上となる抽出点を樹頂点とした。

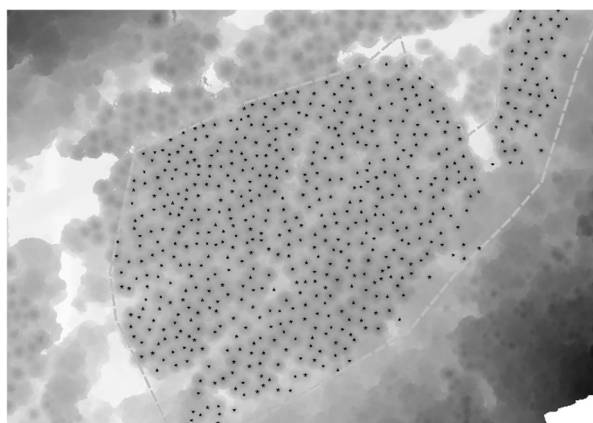


図7 特定した樹木の位置

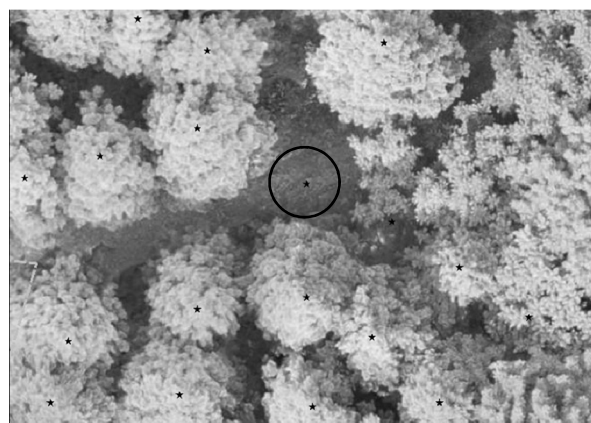


図8 林道上に抽出された点（ノイズ）

(7) 樹高の算出

特定した樹木の位置において、DCSM から DEM を引くことにより樹高を算出した。

(8) 胸高直径の算出

秋田営林局収穫表（昭和 53 年 10 月）を参照し、対象地 A の平均胸高直径は 32cm、対象地 B の平均胸高直径は 40cm として解析を行った。

樹木の位置

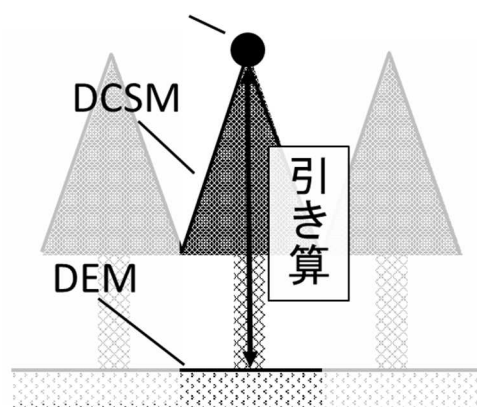


図9 樹高算出のイメージ

3. 結果

対象地 A 及び B の実査との比較を取りまとめた表は以下のとおりである。

	対象地 A			対象地 B		
	実査	本調査	(%)	実査	本調査	(%)
樹木本数(本)	806	442	55%	746	693	93%
平均樹高(m)	20.00	30.19	151%	25.00	29.17	117%
材積(m³)	543.48	534.82	98%	1,275.05	1,185.03	93%

※平均傾斜及び混交率は、対象地 A では 34° 及び 27%、対象地 B では 5° 及び 12%である。

表2 対象地 A・B の実査と本調査推定値との比較

(1) 樹木本数

本調査で推定された樹木本数は、実査に対し、対象地 A では過小な結果が、対象地 B では近い結果が得られた。

(2) 平均樹高

本調査で推定された平均樹高は、実査に対し、対象地 A では過大な結果が、対象地 B では過大ではあるが比較的近い結果が得られた。

(3) 材積

本調査で推定された材積は、実際に対し、対象地 A・B ともに近い結果が得られた。しかし、対象地 A は樹木本数が過小に、平均樹高が過大に算出された結果から分かるように、材積が実査に近くなったことは偶然性が高いと言える。一方で、対象地 B は、樹木本数、平均樹高ともに実査に近かったことから、材積も実際に近い値を得ることができたと考えられる。

4. 考察

(1) 結果から示唆されたこと

本調査推定値と実査を比較することで得られた結果から示唆される点として、以下の3つがあげられる。①については、(2) でその要因を考察する。

- ① 対象地 A のような林分では、実査に対し樹木本数が過小に、平均樹高は過大に算出されてしまう。
- ② 対象地 B のような林分では、実際に対し樹木本数・平均樹高ともに近い値が得られる。
- ③ 樹木本数・平均樹高の精度が良ければ、収穫表から参照した胸高直径を使用して算出した材積は実査とあまり変わらない。

(2) 対象地 A の推定値と実査の差が大きくなる要因

① 樹木本数の過小な算出

対象地 A のような林分で、樹木本数が過小に算出される要因としては、広葉樹の混交率が高いことが考えられる。対象地 A では混交率が 27% となっており、対象地 B の 12% よりも混交率が高いことが分かる。広葉樹に被圧されたスギは、DCSM の変化が不明瞭になり、解析の過程で樹木の位置を特定できなかった可能性が考えられる。

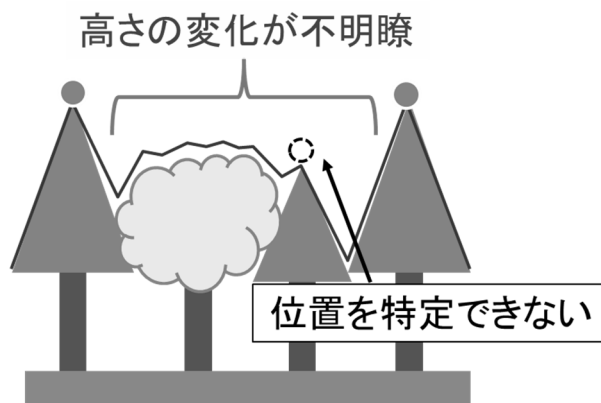


図 10 本数が過小に算出されるイメージ

② 樹高の過大な算出

対象地 A のような林分で、樹高が過大に算出される要因としては、傾斜が大きいことが考えられる。急傾斜地では、取得した DCSM に誤差が生じやすい可能性がある。実際に、対象地 A の実査の平均樹高は 20m であるのにも関わらず、傾斜が特に大きい場所では、樹高が 30~40m と推定されていたことが確認できた。

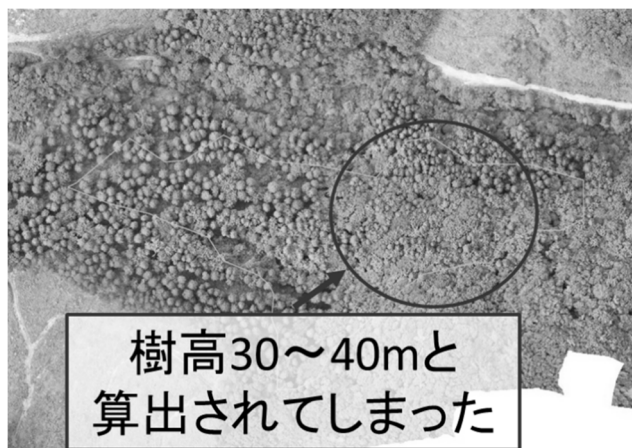


図 11 急傾斜地で過大に算出された樹高

(3) まとめ

①すでに東北森林管理局に導入されているドローンやソフトウェア等を用いること、②現地での調査はドローンによる空撮作業のみという簡易的な手法を用いることの2点をポイントに、本調査による林分材積推定値の精度を実査と比較することで検証し、本調査手法がどのような場面で活用可能か検討することとしていた。

実査データと比較した結果、調査地 A のような傾斜地や混交林では本調査手法の活用は難しいことが分かった一方、調査地 B のような自然条件の良い経済林として考えられる林分では、本調査手法の活用可能性が示唆された。

この結果から、本調査手法の活用場面を検討すると、例えば、伐採計画を検討する際など、林分の大まかな材積を調査する林況調査のような場面では活用することができると考えられる。

今後は、対象地 A のような傾斜地、混交林でも簡易的に林分材積を推定することができるような手法も検討していく必要がある。

参考

国土地理院基盤地図情報 https://fgd.gsi.go.jp/download/ref_dem.html

超深度集水井における維持管理手法の考察

山形森林管理署最上支署 治山技術官 山田悠貴

1. はじめに

当支署が平成4年度から実施している銅山川地区直轄地すべり防止事業は、山形県最上郡大蔵村の民有林で発生した滑動範囲約130ha（幅約1,100m、斜面長約1,300m）、すべり面最大深さ150mに及ぶ大規模な地すべりの対策である（図-1）。

地すべりは地中のすべり面に地下水が流れ込むことが原因で発生するが、当地区では排水トンネルと集水井、^{おとしこ}落込みボーリングという複数の工法を組み合わせた「立体排水工」（図-2）を実施し、地下水を地すべりに影響のない区域外へ排水している。

地すべり対策のうち、集水井は地すべり地内に掘った井戸から集水ボーリングと呼ばれるパイプを地中に放射状に配置することにより地下水を集める施設（図-3）で、

集められた地下水は排水ボーリングと呼ばれるパイプで地すべり地外へ排水される。単独で設置する場合は直接地すべり地外へ排水するが、当地区で実施している立体排水工では、排水ボーリングを排水トンネルへ接続している。

また、通常集水井は最大50m程度までの深さだが、当地区の地すべりのすべり面は最大深さ150mにもなるため、地すべり地内のほぼ中央部に設置された集水井は幅4.00m、深さ109m、集水ボーリング53本、集水量毎分400リットルに及ぶ大規模なものである（図-4）。このように通常より特に深い集水井を「超深度集水井」と呼んでいる。

集水井等の対策で地下水を取り除く事で滑動を抑制することができるが、継続的に効果を発揮するために施設を適切に維持管理しなければならない。集水井は地下水に含まれる不純物などが蓄積すると、集水ボーリングが目詰まりし集水機能の低下を引き起こすため、定期的に点検を行う必要がある。通常、集水井の点検は内部へ立入って実施するが、状況によっては酸欠やガス中毒、落下



図-1 地すべり滑動区域

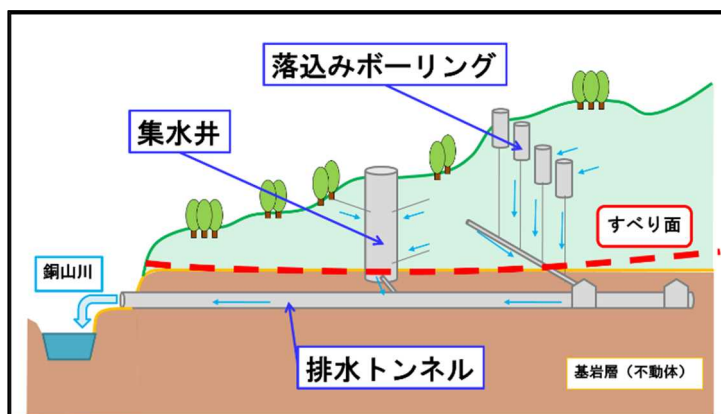


図-2 立体排水工イメージ

による受災の可能性があり危険が伴う作業である。

そのため、集水井を地表から安全に点検する手法が開発されているが、当地区の集水井のように深さが 100m を超えるものは前例がないため、一般的な集水井で実績のある手法をベースに最適な維持管理方法を検討した。

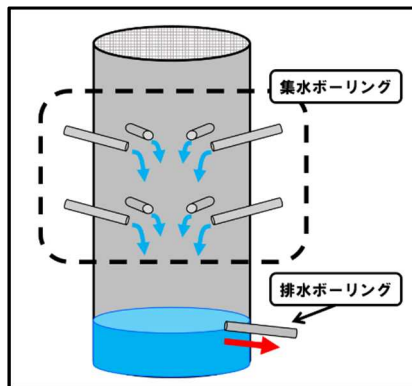


図-3 集水井イメージ



図-4 109m 集水井

2. 検証方法

集水井内部へ立ち入らず地表から点検するには、内部の様子を目視で確認できる写真データが必要であるため、デジタルカメラと全方位カメラを用いて調査を行った。

(1) 各カメラの特長

①デジタルカメラ (図-5)

画質が高く、撮影写真を組み合わせることで展開写真や 3D モデルの作成が可能であるが、全周撮影には 4 機必要で機材一式の重量が約 7kg となる。

②全方位カメラ (図-6)

画質はデジタルカメラに比べ劣るが、1 機で全周撮影が可能で機材一式が軽量、水中撮影も可能である。軽量であるため機材が揺れやすく写真はブレやすい。



図-5 デジタルカメラ



図-6 全方位カメラ

(2) 検証方法 (図-7)

ロープにカメラをセットし集水井内部の天板中央付近に設置する。この時ロープ固定点が 1 点の場合、カメラが回転してしまうため固定点は 2 点とした。その後、ロープを緩めてカメラを集水井底まで下ろし、底まで到達したらカメラを引き上げ、撮影データを回収する。なお、撮影方法はインターバル撮影としている。

(3) 検証箇所 (図-8)

カメラによる撮影は地上付近、集水ボーリング 1 段目、集水ボーリング 2 段目、静水槽付近とし、各箇所では鮮明な写真の撮影、集水ボーリング孔の閉塞状況の確認、集水井底に下ろしたときの落下水の影響、静水槽付近での撮影可否について検証を行った。

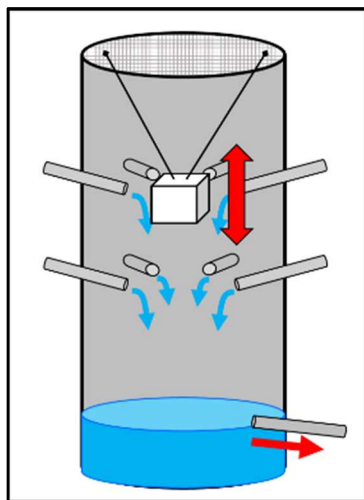


図-7 カメラ設置イメージ

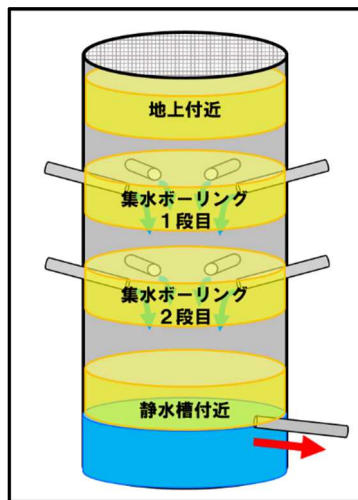


図-8 検証箇所

3. 検証結果

(1) デジタルカメラ

①地上付近 (図-9)

画像は鮮明でボルトなど細かな部品まで確認可能である。

②集水ボーリング 1 段目 (図-10)

画像は鮮明でボーリング孔には目詰まりの原因となる付着物を確認可能だが、地表との気温差でカメラケースが曇りかけている。

③集水ボーリング 2 段目 (図-11)

画像は不鮮明でボーリング孔の状況確認は難しい。原因は集水ボーリング 1 段目の落下水にライトの光が乱反射し、光が届きにくくなったためと考えられる。また、カメラケースの曇りが酷くなっている。

④静水槽付近 (図-12)

画像は不鮮明で内部の状況確認は困難である。



図-9 地上付近



図-10 集水ボーリング 1 段目



図-11 集水ボーリング 2 段目



図-12 静水槽付近

(2) 全方位カメラ

①地上付近 (図-13)

画像は鮮明でボルトなど細かな部品まで確認可能である。

②集水ボーリング 1 段目 (図-14)

画像の鮮明さはデジタルカメラに劣るが、ボーリング孔の閉塞状況は確認可能である。

③集水ボーリング 2 段目 (図-15)

画像の鮮明さはデジタルカメラに劣るが、ボーリング孔の閉塞状況は確認可能である。

④静水槽付近 (図-16)

カメラケースに水滴が付着しているが、内部状況は確認可能である。

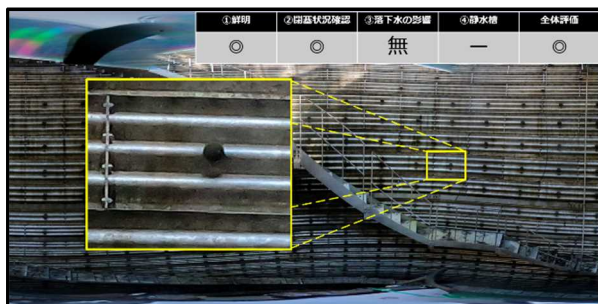


図-13 地上付近



図-14 集水ボーリング 1 段目

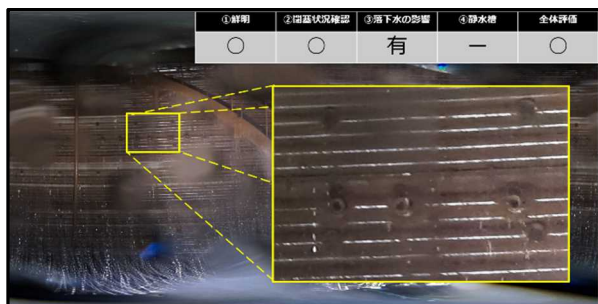


図-15 集水ボーリング 2 段目



図-16 静水槽付近

また、静水槽内部（図-17）の画像は不鮮明だが集水井底のコンクリートは確認可能である。



図-17 静水槽内部

4. 考察と課題

各カメラの検証結果を総合的にみると、今回対象とした 109m 集水井のような「超深度集水井」の場合、準備など作業が簡易で内部状況もある程度鮮明に確認可能な「全方位カメラ」による点検が効果的だと判断できる（表-1）。そのため、今後は集水井内部へ立ち入らず、カメラを用いた手法で点検業務を行うことに差し支えないことが確認された。

点検箇所	デジタルカメラ	全方位カメラ	備考
地表付近	◎	◎	
集水ボーリング 1 段目	◎	○	
集水ボーリング 2 段目	△	○	
静水槽付近	×	△	全方位カメラは 水中も撮影可能
作業のしやすさ	○	◎	

表-1 検証結果とりまとめ

今後は全方位カメラによる撮影結果を向上させ有効活用するため、レンズへの水滴付着防止対策、より鮮明な画像取得方法、展開写真の作成について取り組む必要があると考えている。

最後に本調査にご協力いただいた国土防災技術株式会社山形支店の皆様にお礼申し上げます。

広葉樹の有効活用に向けて

～庄内地域の広葉樹を取り巻く現状と課題～

庄内森林管理署 森林官 ○小林美緒
 一般職員 ○對馬椋人

1. はじめに

原木輸入価格の上昇や、合法木材の利用推進等を背景に、広葉樹原木輸入量は年々減少し、代替材料として国産広葉樹への期待が高まっている。

しかし、現在国内で生産される広葉樹に大径・通直な優良木は少なく、9割以上がチップ用材（低質材）として利用されている。このような状況から近年、形質不良木や小径木を製品に活用する取組が各地で行われ、広葉樹の価値が大きく見直されつつある。

天然ブナ林面積全国1位と豊富な広葉樹資源を有する山形県においても、置賜地域を中心に広葉樹有効活用の取組が行われている。

庄内森林管理署では、第5次経営計画（計画期間平成30年度～令和4年度）において921m³の広葉樹伐採指定を行い、計画初年度より低質材として扱っていた小径木や形質不良木の価値を見直し、広葉樹一般材（以下「一般材」という）として販売する取組を進めている。

令和元年度までに県外2箇所にて委託販売を行い、実質販売単価は10,000円/m³以上、7,000円/m³弱の低質材として販売するより高い結果が得られた（表1）。これは、低質材として扱われている材の中に一般材となり得る材が紛れていることを示唆する。

販売年度	委託販売市場所在	片道運搬距離(km)	運搬材積(m ³)	運搬経費(円/m ³)	運搬経費(円)	販売金額(円)	実質売上金額(円)	実質販売単価(円/m ³)	樹種	備考	落札者数
H30	秋田市河辺	120.7	46.9	4,800	225,120	840,263	526,335	11,222	ブナ外6	カビ多く、低質材含む	4
H30	秋田市河辺	120.7	37.316	4,800	179,117	892,418	634,202	16,995	ブナ外5	カビなし	8
R1	天童市石鳥居	82	18.385	3,456	63,539	455,545	359,302	19,543	ブナ	トラック2台使用単価	2

表1 過去の販売実績

取組を進める中で、2つの課題が浮かび上がってきた。

1つ目に、庄内地域に一般材を扱う市場がないため、運搬コストに見合った出材量を確保できない場合、低質材として販売せざるを得ないということである。2つ目に、発注者、請負者とも一般材に関する知識、情報が不足しているということである。令和元年度までは、無難に一般的な材長（2.2m）、材質で採材を行っていたが、生産事業者からの「買受け者からどのような材が求められているのか」との問いをきっかけに、需要に即した材を知る必要性を強く感じた。

そこで今年度は、一般材として需要のある材を知り、それを踏まえた採材を実践するとともに、各種アンケートを実施し、今後の取組へフィードバックさせ、庄内地域における広葉樹販売の可能性を検討することとした。

2. 研究方法

(1) 需要のある一般材の情報収集

過去の買受者 8 者に対し、需要のある材の規格及び用途に関するアンケートを実施するとともに、東北最大の広葉樹取扱市場である岩手県森林組合連合会盛岡木材流通センター及び秋田県内の広葉樹専門製材所を視察し、今年度出材を予定しているブナを中心に、一般材の需要や原木の見方・採材のポイントを学んだ。

(2) 広葉樹採材検討会の開催・委託販売

ブナ天然林における天然林受光伐箇所（事業地：山形県鶴岡市黒川地内）において、情報収集の結果を踏まえた一般材採材指示書を作成のうえ、採材指示を兼ねた広葉樹採材検討会を開催し、請負事業者のほか地域の林業関係者との情報共有を図った。

一般材として仕分けた材は、山形県森林組合連合会天童木材流通・加工センター（山形県天童市）において 11 月 18 日に開催された広葉樹市へ出材し、後日、落札者へ出材品の評価に関するアンケートを実施した。

(3) 庄内地域での広葉樹販売の可能性の検討

広葉樹採材検討会に参加された庄内地域の市場関係者より「地域で広葉樹市を開催するには 100m³ 程度の材を集めなければ集客が見込めない」との見解を得た。

表 1 のとおり当署における出材量は平成 30 年度以降最大 46.9m³ であり、人工林へ侵入した広葉樹伐採や保育のための択伐がメインとなる現状を鑑みれば、今後も年間 100m³ を超える出材は見込めない。よって、庄内地域での広葉樹市開催には民有林との共同出荷が不可欠である。

そこで庄内地域の広葉樹生産の現状を把握するため、地域の素材生産業者 13 者へ広葉樹生産に関するアンケートを実施した。

3. 結果

(1) 需要のある一般材の情報収集

① アンケート結果

8 者(所在県別：青森 2、秋田 2、岩手 4)へアンケートを送付し、7 者から回答を得た。うち 2 者は主に針葉樹を扱う製材所及びチップ工場であり、以降は 5 者のアンケート結果について述べる。

5 者のうち 4 者は広葉樹専門製材工場（年間消費量 600 ～ 7,200m³）、1 者は製材を外注している木材商社（年間消費量 10m³）であり、全者原木市場を活用のうえ東北地方で調達している。『現在国産広葉樹の供給が十分にあるか』という問いに対し、小規模業者（年間消費量 2,000m³ 未満）が「十分足りている」と回答した一方、中規模業者（年間消費量 2,000m³ 以上）は「十分足りていない」と回答し、さらに『特に供給不足となる時期はあるか』という問いに対し、全者「ある」と回答し、「7 月～10 月にかけて不足している」とした者が多かった。以上のことから一般材は供給不足の状態にあると考えられた。

また、用途は家具材が最も多く、ほかにフローリング材、枕木、木工品（漆器、箸、スプーン、額縁等）が挙げられた。規格に関しては、概ね胸高直径 24 cm上、材長 3 m程度まで需要があることが分かった。ただし、求められる規格は、樹種や用途によって異なるため樹種に応じた需要の聞き取りが必要である。

このほか、同じ小径木であっても、小物製品の場合 22 cm上から受け入れ可能であり、曲がりやが許容される一方、フローリング材では 24 cm上の通直な材に限られる。また、カビ材は漆器の林地として利用できる場合もあるが、基本的には望まれない。

②原木市場及び製材所の視察

原木市場では国産一般材の需給動向や、原木の見方を学んだ。

国産一般材の需要が増傾向にある一方、供給が不足しており、質の高い良材より中程度の材質、径級でまとまった量が確保される材の需要が高い傾向にある。市場へ良材が出材される機会が減り、川上から供給される材をいかに有効活用するか、製材技術の改良も含め、川下（製材、加工業者）の意識が変わってきたことに起因するようだ。

また、各種欠点の取扱いについては、欠点のもつ性質に応じて許容の可否が決まり、許容可能かつ木取り可能な欠点であれば一般材としての価値はある（写真 1、2）。



写真1 木取り不可能な材
（全体的に割れている）



写真2 木取り可能な材
（腐っているのは芯のみ）

当該地域では、夏場にも一般材の出材があり、適期より単価は下がるものの通年販売が実施されている。不落札材やカビの発生した材は、薪材として低質材よりも高い m³ 単価で取引され、一般材として販売できなかった材の受け皿となっている。受け皿の有無は、市場への出材を検討するうえで大きな判断材料になり得る。

今回の原木市場視察を通じ特に重要と感じた点は、採材時のアテの扱いであった。大きな欠点として扱われるアテを含んだ元玉は低質材として扱わざるを得ず、今年度の採材指示における大きなポイントの一つと捉えた。

製材所では、買い手としての意見を伺った。買い付けエリアについて、運搬コストに見合った量を購入できる保証があれば遠方の市場も範疇に含まれるため出材量の多さは買い手にとって大きなメリットとなる。

また、カビ等により傷んだ材の購入は望まず、傷みの進行が遅くなる落葉後の伐採

搬出を望んでおり、やむを得ず夏場に出材する場合は伐採後製材業者へ届くまでの時間をできる限り短縮しカビを防ぐ等の対策が求められる。

(2) 広葉樹採材検討会の開催・委託販売

検討会には地域の生産事業者等 16 名、当署職員 14 名の合計 30 名が参加した。今回の情報収集をもとに作成した採材指示 (図 1) を示し、①根張り・アテ・曲がりは確実に外すこと、②直径 30cm 上で通直な場合のみ最長 3.0m まで採材すること、を採材方針として

共有した。根元のアテや曲がりを取り除く作業を実践すると、根元からの伐り落としが予想以上の長さとなり、参加者からは驚きの声が上がった。

また、樹皮の巻き込みは浅いと予想したが実際は内部まで及んだり、材面に外見から確認できなかった腐れが現れるなど、見極めの難しさを肌身を感じる検討会となった。

広葉樹市にはブナ一般材 62 本、17.8m³ を出材し、諸経費を除く実質売上金額 261,828 円、実質平均単価 14,728 円となった。

図 2 は、出材したブナ材の桧ごとの径級と長級、落札単価を示したグラフである。今回は長尺材として 2.8m 材を出材し、桧 6、7 号に仕分けた。桧 7 号と同程度の材質、径級の 2.2 m 材 (桧 5 号) と比較し、約 4,000 円単価が高くなる結果が得られた。出材されたブナ (約 38m³) の中で 2.2m を超える長尺材はこの 2 桧のみであり、桧 7 号は最高落札単価となった。

落札者へ実施した出材品の評価に関するアンケートにおいて、各桧の欠点の程度を質問したところ、アテや曲がりの扱いに対してはほぼ指摘がなかったものの、全桧において「白太の割合が少ない」「色味がいまいち」との指摘を受けた。不良木と良材が混ざった桧もあったとのことで、材の見極め・仕分けには向上の余地があると感じた。また、2.8m 材の単価が高くなった理由について「取引先よりブナ 3 m 材の要望があるものの長尺材は出材量が少ないため引き合いが強い。そのため確実に落札できる札を入れる」との回答があった。需要にもよるが、通直な場合は長尺材の採材が有効である。

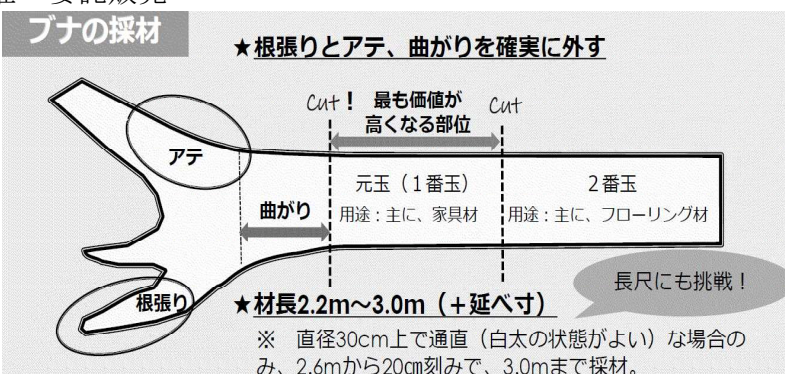


図 1 ブナの採材指示

ブナ【庄内署出材】 (62本・17.8m³・7桧)

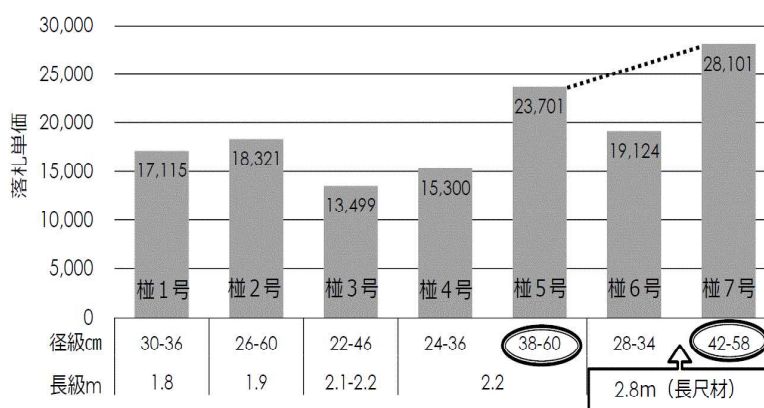


図 2 令和 2 年度販売結果

(3) 庄内地域での広葉樹販売の可能性の検討

庄内地域の広葉樹生産の現状を把握するため、地域の素材生産業者 13 者へアンケートを送付し、10 者から回答が得られた。平成 29 年度以降広葉樹材を生産した業者は 10 者中 3 者、平均年間生産量は約 479m³/年であった。平成 29 年度から令和 2 年 10 月までの総生産量 1,917m³のうち、一般材としての販売はわずか 5m³（新潟県の市場に出材）であり、ほぼすべて低質材として販売されていた。当署のこれまでの実績を示したうえで、『今後一般材の出材を検討するか』との問いに対して「積極的に出材したい」との回答は 4 者、また『庄内地域に広葉樹販売拠点ができただけの場合、一般材の出材を検討するか』との問いに対し「積極的に出材したい」との回答は 3 者であった。対して「一般材の出材を検討しない」とした者からは「需要があると思えない」「採算が合わない」「適切な採材ができるか不安」「出材量が少ない」といった理由が挙げられた。

この他「出材を検討したいが、現実的にそのような林分はなく出材できない」との意見が数者から寄せられたが、「これまで低質材として扱っていた材からの掘り起こし」という観点では、前述のとおり年平均約 500m³ 弱の低質材としての出材があり、一般材出材の可能性はあると考える。

ただし、現状は一般材生産に消極的であり、針葉樹施業の傍ら広葉樹に手を出そうと思わない、もしくは広葉樹を伐採しても低質材として販売している実態が伺えた。

4. 考察

今年度は、明確な採材方針を決定し、材の価値を引き上げることができた。欠点を見極めながらの採材は、低質材と比較して数倍の時間を費やしたが、慣れるに従って短縮できるものとする。ただし、欠点のある材の中から一般材となり得る材を見極めることは非常に難しく、課題解決に向けては需要者との繋がりが一層重要となってくる。

買受者は主に原木市場を通じて広葉樹材を調達していることから、求める材の情報及び購入品の評価等を原木市場が集約、フィードバックし、素材生産者へ情報提供する連携システム（図 3）を構築できれば、需要と供給のマッチングが図れる。

また、取組から買い手は夏～秋にかけて材の不足を感じていることがわかった。この時期は虫害・カビが発生しやすいため市場に広葉樹が出回りにくく、工期の都合上やむを得ず伐採された工事支障木等の出材が主となっている。当署においても、人工林に侵入した広葉樹を出材する際、針葉樹と合わせて伐採せざるを得ず、適期外のため低質材

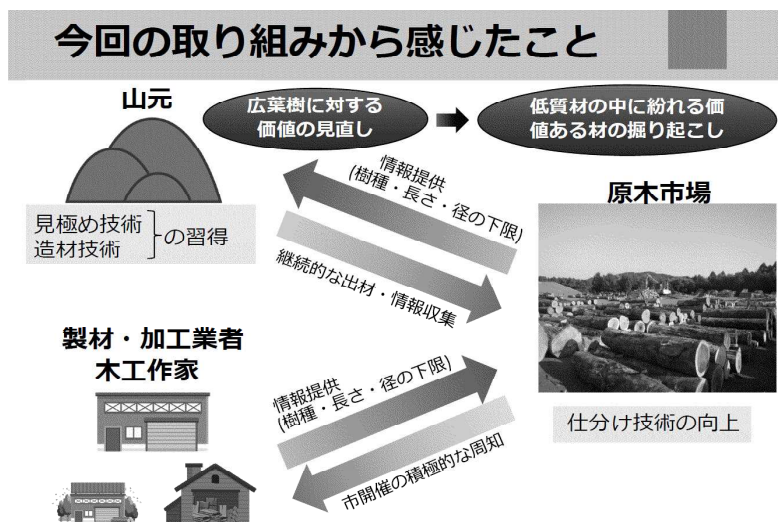


図 3 連携システム（イメージ図）

扱いするケースも多い。虫害・カビを防ぐことができれば、通年販売は買い手と生産者双方に利点があるといえる。伐採後の速やかな運搬～販売及び一般材として販売できなかった材の受け皿確保は、検討すべき課題である。

庄内地域における一般材販売の検討にあたっては素材生産者の意識改革が必要であることが明らかとなった。当署の実績は、生産業者が感じる不安を払拭する一助となるものであり、継続して実績を積み重ねていく必要がある。そして会議や採材検討会等の場で情報を共有し、地域の広葉樹材の有効活用につなげていきたい（図4、写真3）。

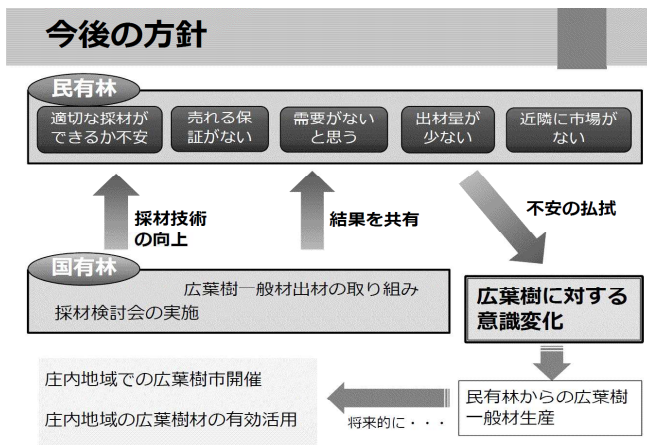


図4 今後の方針



写真3 庄内地域木材資源需給拡大コンソーシアム会議（R3.1.28開催）

森林計画策定に係るドローン・GIS等を活用した取組について

米代東部森林管理署上小阿仁支署 一般職員 ○菊池亮佑
三里森林事務所 森林官 佐藤成哉

1. はじめに

地域管理経営計画等は5年を1期として、上小阿仁支署は現在第5次計画の3年目となっています。

4年目に局計画課より次期計画伐採リストが配付されたのち、各森林官は対象箇所選定のため、施業図に色づけするなど、それぞれ工夫して現地踏査を行ってきました。

(図1)

伐採リストとは、主に伐採箇所を積み上げるために集約したリストであり、林齢や現地の状況を加味し、施業箇所を選定していきます。今回の取組で使用した5次リストとは平成29年度末に確定した伐採リストであり、令和3年度に配布される伐採リストは6次リストとなります。

前回の策定作業について確認したところ支署全体で5,000箇所以上、森林官1人あたり約670箇所の現地踏査や写真等による確認が行われていることがわかりました。

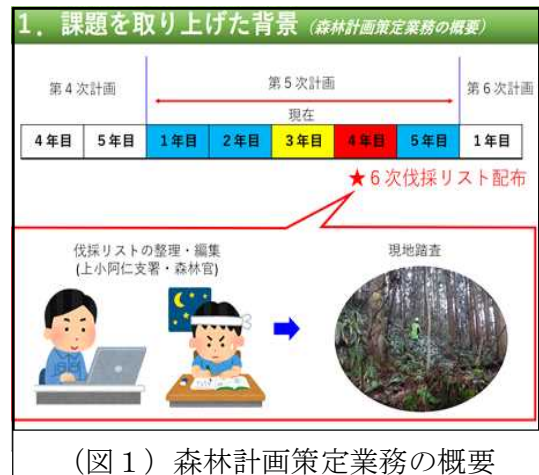
また、次期伐採リストが配付されてから踏査を行った場合、通常業務と並行して作業を行うことから、4年目に業務が集中するため、平準化についても検討が必要と考えました。

(図2)

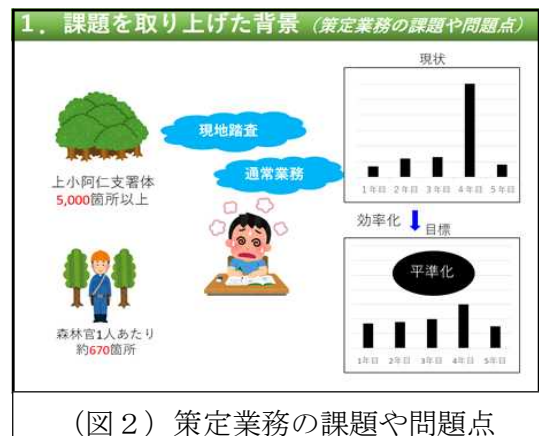
2. 効率化に向けた取組

ア 伐採予定検討図

伐採予定検討図とは、5次リストを基に仮想6次リストを作成し、その内容を可視化した図面のことです。5次リストから実行済みの主・間伐箇所を削除したうえで、情報の更新を行い6次計画の最終年度における林齢を算出し、主・間伐を区分しました。この作業によりできあがったリストが仮想6次リストとなります。(図3)



(図1) 森林計画策定業務の概要



(図2) 策定業務の課題や問題点

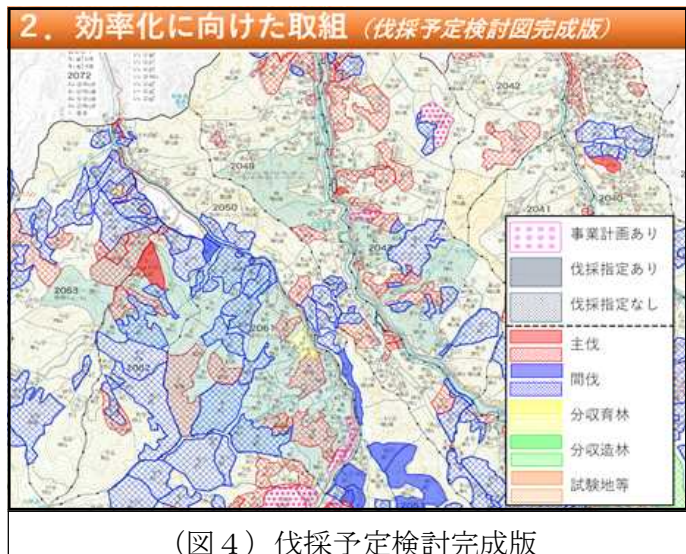


(図3) 仮想6次リストの作成

次に、QGISで施業図に位置情報を付与し、仮想6次リストを反映させ伐採区分等をもとに色付けします。

図4が完成した検討図です。

5次計画で伐採指定があるものは塗りつぶし、ないものはメッシュで区分しています。対象箇所が多数存在することから、現計画策定時に確認済みである塗りつぶし箇所以外のメッシュを優先的に踏査することとしました。



(図4) 伐採予定検討完成版

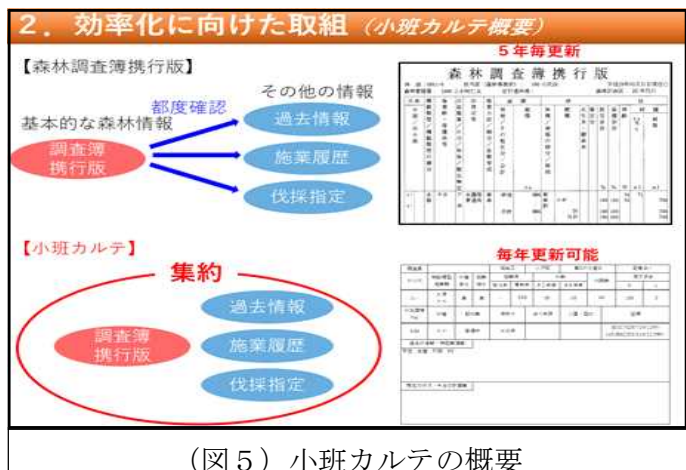
イ 小班カルテ

森林事務所では、基本的な情報が記載された森林調査簿携行版により森林の情報を確認しています。

一方、伐採予定箇所の選定作業においては森林の基本情報に加え様々な情報が必要となりますが、携行版に記載されていない情報については他の資料から確認をしています。

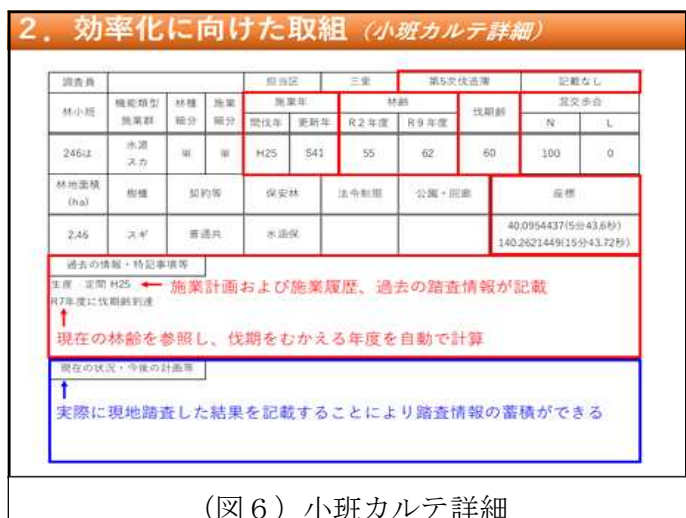
そこで、森林調査簿や仮想6次リストを活用し、情報の集約化を目的とした小班カルテを作成しました。

(図5)



(図5) 小班カルテの概要

カルテは、仮想6次リストを基に自動作成されます。図6のとおり携行版で確認できる森林の基本情報に加え伐採指定の有無、施業年、現在と次期計画の最終年度の林齢、伐期齢、過去の踏査結果など選定作業に必要な情報を集約しました。森林官はこのカルテを活用した現地踏査を実施し得られた新たな情報を追記することとしました。



(図6) 小班カルテ詳細

ウ ドローン

支署では今年度から林道通行止等で現地踏査が困難な箇所において、ドローンを活用した現況調査を開始しました。

図7は、検討図に通行止箇所を示したのですが、通行止箇所の奥に多くの対象箇所が存在していることがわかります。検討図から伐採予定箇所を確認できるようになったことから、飛行時間、高度、視認距離などの条件を考慮し、効率的な飛行計画により調査を行うことができます。



(図7) ドローンの活用

3. 取組の成果

ア 伐採予定検討図

事前に検討図を作成したことによる大きな効果として伐採リストが可視化され、選定箇所を瞬時に把握することが可能になったことです。そのため、踏査箇所の絞り込みも容易となりました。

森林官の業務に、国有林と民有林の境界を確認する作業があります。従来は、境界巡視のみに1日を費やしていましたが、選定箇所が明確になったことから、境界巡視と現地踏査を同時に行うことができました。なお、収穫調査などほかの現場業務においても、同様に実施できることから作業の効率化が期待されます。

(図8)

また、従来は各森林官が手書きや国有林GISを活用し、類似の図面を作成していましたが、今回は担当者が統一的条件のもと、一括して作成しました。その結果、2週間程度かかる作業を1日で作成し配布したことから、時間の短縮が図られるうえ、人為的ミスが発生しにくいというメリットがあります。(図9)



(図8) 検討図活用による作業の効率化①

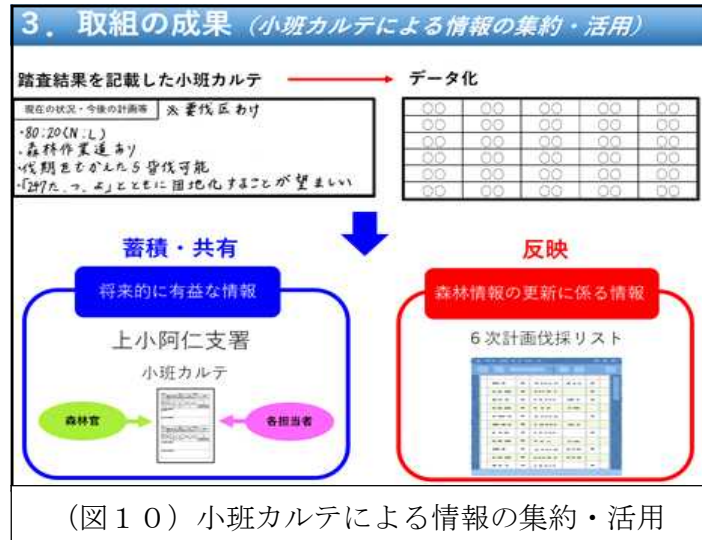


(図9) 検討図活用による作業の効率化②

イ 小班カルテ

森林官はカルテに現場で得られた情報を書き込み支署担当者へ提出します。支署担当者は記載された情報をデータベース化し、カルテの更新を行ったのち署の共有フォルダに保存しました。

カルテには各担当者も記載できるため、有益となる情報は署全体で蓄積・共有し、森林情報の更新に係る情報については、令和3年度配布される6次リストと連動させることにより、自動で反映させることが可能となります。(図10)



ウ ドローン

写真1は実際の撮影現場です。

ドローンの飛行地点から左奥の山頂まで約3km、手前のスギ造林地まで約450mです。奥の山頂は形状がわかる程度ですが、手前は地形による小班界や針葉樹・広葉樹の違い、崩壊地などを十分に認識することができます。



写真2は、仮想6次リストにおける皆伐候補地であり、周辺には複数の間伐候補地があることから、優先的に確認が必要と判断し撮影した結果、作業道跡が確認できました。

通常、作業道跡がない森林では、歩行しやすい沢や尾根から踏査を開始しますが、急傾斜地や沢の水量により踏査ができないことがあります。



作業道跡が確認できたことにより

- ・踏査ルートを選定が容易となった。
- ・広範囲に確認されたことから施業の団地化が期待される。
- ・大面積小班における伐区設定の検討が容易となった。

など、踏査の優先順位や施業の検討を行うための有益な情報が得られました。

以上が、現地における取組になります。

4. 意見交換会の開催

今回の取組について、森林官及び署関係者による意見交換会を開催し、課題等の洗い出しを行いました。(図11)

まず、検討図については色の使い方や表示する情報量の多寡など、見やすさに関わる意見が多く出され、カルテについては植生限界を確認するための標高の記載やデータ管理に関する意見要望が出されました。

また、ドローンについては、基本操作の習熟はもとより、飛行計画の検討や撮影技術の向上などより実務に即した飛行訓練を計画してほしいとの要望がありました。

なお、意見交換会后、色使いやデータ管理についてはすでに取組を開始しています。

5. まとめ

検討図やカルテを活用することにより、効率的に選定作業を実施することができたとともに、一定程度の情報収集・整理ができたため次年度以降の選定作業も円滑にすすめられることが期待されます。

一方、今回は3年目からの取組となりましたが、1年目から取組むことにより、業務の平準化も期待されます。

今後は、いつでもだれでも操作できるように検討図とカルテを改善し、より一層の効率化が図られるよう、引き続き取り組んでいきます。



(図11) 意見交換会の開催