

林道補修への活用に向けた GIS による洗掘発生箇所の推定

米代東部森林管理署上小阿仁支署 主事 ○沖田 雄都
主事 ○吉田 竜響
主事 ○菊池 琉佳
主事 三浦 真澄

1 背景と目的

適切な森林施業を行う上で林道などの路網の整備は必要不可欠であり、その強靱化・長寿命化は現行の森林・林業基本計画にも示されています。一般的に林道は降雨などの気象現象に対して脆弱であり、様々な被害を受けていますが、その中でも代表的なものとして路面洗掘があげられます。

路面洗掘は林道上を流れる水によって路体が深く削られる現象であり、放置することによって図1のように被害が拡大し、車両の走行を妨げてしまいます。しかしながら、被害の兆候を早期に発見することで比較的 low コストで修繕を行えるため、日常点検をこまめに実施するなど、日頃の維持管理が被害軽減に大きく貢献します。

一方で業務の増加や多発する災害などから、日常的な点検に人的リソースを割くことができないという課題もあります。また、土地勘のない新任地での業務や、経験年数の浅い職員の場合にはどうしても現場での修繕の対応が後手に回ってしまうことも考えられます。このような現状において、林道上のどこで洗掘が発生しやすいのかをあらかじめ明らかにして、その情報を利用して林道の点検を行うことができれば、業務の省力化・効率化に寄与するのではないかと私たちは考えました。

以上の点から、林道上において洗掘が発生しそうな箇所（以下危険箇所と呼称）を GIS ソフトを用いて抽出することを本調査の目的としました。その上で推定された危険箇所と実際の発生状況との整合性や、得られた情報を業務に活用する方法について考察を行いました。

2 調査方法

(1) 概要

本調査では GIS で抽出した危険箇所と、実際に林道を踏査して確認した危険箇所を比較することで、抽出結果の整合性を検討します。GIS ソフトとしてはオープンソースソフトウェアである QGIS を選択し、一部の解析に同梱の GRASS GIS を使用しました。

また、今回の調査が試行的なものであることや、過去を含めた洗掘発生箇所のサンプル



図 1 洗掘された林道の例

数を十分に確保できないなどの理由から、本調査では危険箇所を抽出する方法として、定量的な指標は算出せず、定性的な指標、すなわちリスクがあるかないかを算出するにとどめました。

(2) GISによる推定方法

GISによる推定を行うために、本調査ではその発生の要因を図2のように急勾配と水の流入の二つに単純化しました。すなわち、林道の勾配が急で、そこに水が流入する起点が存在することではじめて林道上を水が流れ、洗掘が発生すると仮定しました。この仮定をもとに、洗掘発生を推定するための要素として「勾配」と「発生起点」の二つを設定し、それぞれGISを用いて条件を抽出できるような地形データを準備しました。

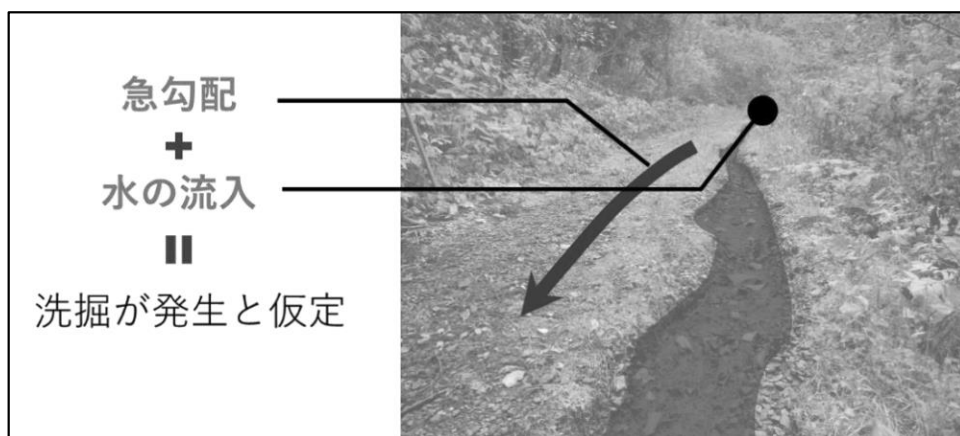


図2 洗掘発生の要素を示した概念図

① 洗掘発生の要素

ア 林道勾配

勾配については林道の線形を示すベクタデータと、標高を示すラスタデータをもとに林道の平均勾配を算出します。林道のデータについては、衛星写真等を用いてその線形を実際のラインに沿うように修正しました。標高データについては管内全域を対象とした10mメッシュDEMを利用しました。これら2つのデータから林道の100m区間における平均勾配を算出しました。

イ 発生起点

発生起点について、林道上に水が流れ込む箇所として法面から地下水が湧出する場合と、沢との横断部の2つが想定されますが、地下水の動態はその周辺の土質などが複雑に作用しGIS上で予測するのは専門的な知識・技術を要するため、今回は沢との横断部のみを発生起点となりうるものとして設定しました。

沢の横断部、すなわち林道と沢との交点をポイントデータとして整理するためには、林道のラインデータのほかに、沢のラインデータを用意する必要があります。従って沢の線形を解析する必要がありますが、本調査ではこの解析に累積流量とよ

ばれるデータを使用しました。これは標高と同じく DEM データから推定される値で、メッシュ状のセルをその構成単位として、各セルのもつ標高データから水の流れる方向を計算し、これを集積することで各セルの上を流れる水の流量を相対的に推定しています (図 3)。図 4 はその具体例であり、この累積流量を用いることで沢の線形のほか、その流量の規模を把握することが可能です。

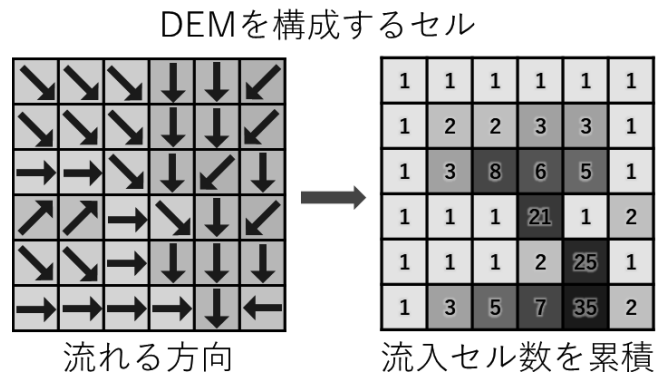


図 3 累積流量の処理フロー (ESRI ホームページをもとに作成)

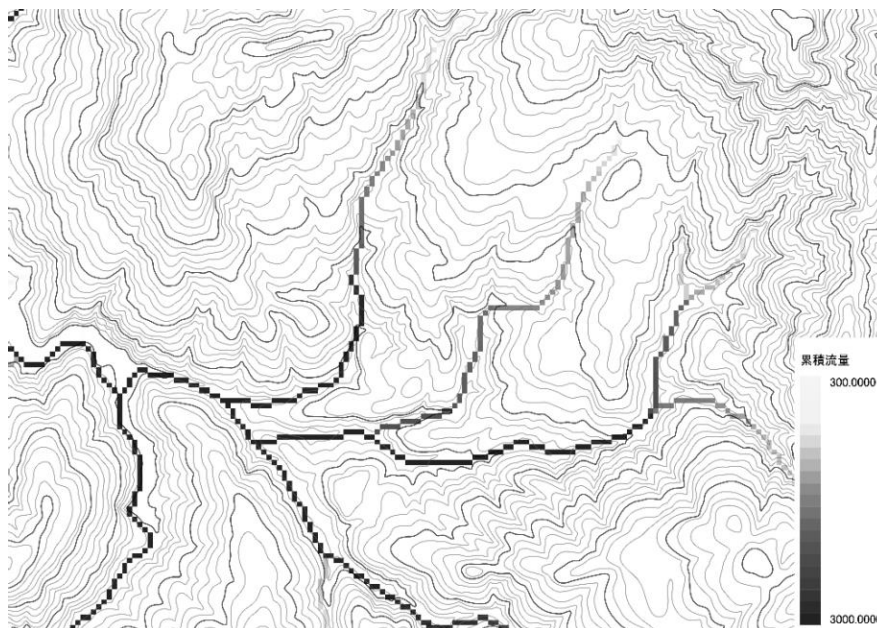


図 4 累積流量の具体例
等高線図上に着色した累積流量値を表示させたもの

② 各要素における条件設定

林道勾配については林道規程を参照して 100m 区間での平均勾配が 10%を超える区間を急勾配の区間として条件設定しました。発生起点については沢に水が流れているか否かを条件としますが、累積流量のデータだけでは、沢地形の流量のポテンシャルを推定することはできても、実際に水が流れるかどうかの閾値を推定することはできないため、事前に一部林道をサンプルとして沢地形の水の流下の有無を調査し、累積流量値と結びつけることで沢の累積流量値に対する流下確率を推定、この確率が 0.5 となる累積流量の値を閾値として設定しました。

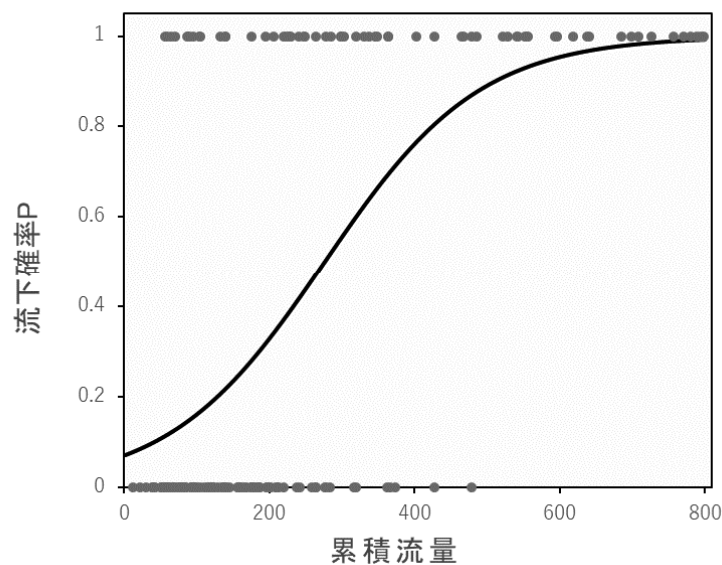


図 5 流下確率と累積流量の推定式

以上の条件をもとに、林道の勾配が 10%以上の区間において水が流れ込む起点が存在する、すなわち流量が閾値を超える場合、そこを洗掘発生の危険箇所として抽出しました。

(3) 現地踏査

GISによる調査と並行して行った現地踏査については、当支署管内の通行可能な 23 路線を対象として、洗掘が発生している箇所や流水を確認した沢地形の箇所について GPS に記録しました。調査は 2022 年の 9 月から 11 月上旬までの 2 ヶ月間行いました。

3 調査結果

GISによる解析の結果、当支署管内から 154 箇所の危険箇所が抽出され、これは管内 151 路線の林道のうち約 5 割に及ぶ 71 路線に散在していました。踏査した路線上には 35 箇所の危険箇所が抽出されていましたが、そのうち 9 箇所において実際に洗掘が発生していることが確認できました。一方で危険箇所として抽出されなかった 3 箇所においても洗掘の発生が確認できました。この 3 箇所は法面からの流水などに起因するものでした。図 6 に危険箇所の例を示しますが、すべての林道に均等に分布する

のではなく、一部林道に危険箇所が集中している事例も確認できました。

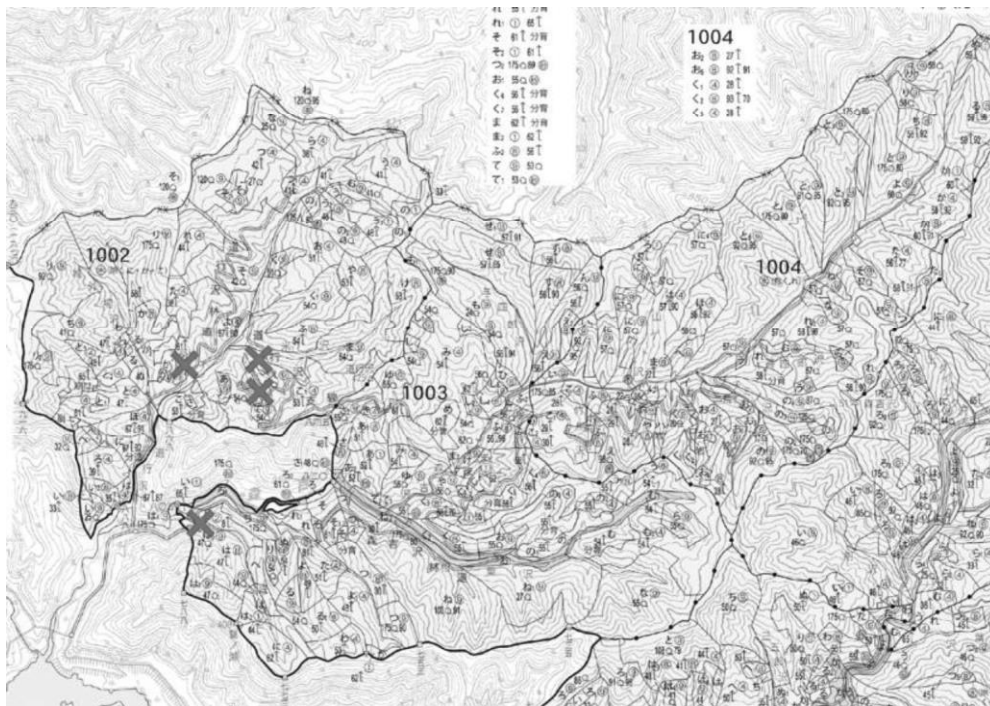


図 6 危険箇所の例（第 5 次国有林野施業実施計画図に図示）

4 考察

抽出された危険箇所には実際に路面洗掘が発生していた箇所の大部分が含まれていたことから、GIS による推定の結果はある程度の精度を持っているといえます。本調査で用いたアプローチにおいて、より危険箇所抽出の精度を上げるには、航空レーザー測量などで得られる高解像度の DEM データや林道線形データの整備、沢の流量を周年で観測することなどによる条件設定の精度の向上が重要であると考えられます。

一方で林道について考えてみると、洗掘発生危険箇所、すなわち洗掘発生リスクが高いことと、実際に洗掘が発生するかどうかには大きな隔たりがあることも読み取れます。このことから、洗掘が実際に発生するかどうかは、コルゲート管などの林道上に存在する構造物の状態に大きく左右される、すなわち、発生リスクの高い地点において横断部が土砂で埋まってしまうなどして、構造物本来の機能を果たせていない場合に洗掘が発生するということが示唆されました。

今回得られた情報の活用方法についてですが、現場での業務においては森林官と情報を共有し、日常点検の補助としての使用が想定されます。また、先述したように洗掘発生リスクの高い箇所を抽出しているため、署などにおいては、日常点検の指標としてだけでなく、林道の構造物の修繕に際して、限られた予算の中で事業を執行するために、その優先順位を決定させる指標にもなり得ると考えられます。今後も調査を継続し、定量的な指標の作成に向けて、さらなる洗掘箇所のサンプル収集やモデルの構築などを行い、情報の活用方法の幅やその応用の可能性を検討できたらと思います。

5 引用文献

宗岡ほか. 林道沿い斜面からの流入水の発生場所. 森林誌 30 (4), 2015, 159~164pp.
林野庁. 森林林業基本計画, 2021.

Esri ホームページ. How Flow Accumulation works.

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-flow-accumulation-works.htm> (最終閲覧日 2022/2/24)

カラマツ造林地における筋刈の実施

宮城北部森林管理署 主事 ○小野寺 太紀
主任森林整備官 増田 悠介

1 はじめに

現在、再造林における保育作業の省力化・コストの削減が課題とされています。東北森林管理局管内においても、その取り組みとして今年度より下刈作業における筋刈の実施を部分的に開始しています。採用されている筋刈の方法は列間刈です。この方法では、造林木の植付の列間のみを刈り払うことで全刈に比べて作業面積が減少することから下刈作業の省力化が見込まれています。しかし、造林木の付近に植生が残ることから、被圧やつる絡まりなどにより日光量の不足や競合による成長への影響が懸念されています。



図1 筋刈のイメージ

なかでも、造林主要樹種の1つであるカラマツは、陽樹であり耐陰性が低く、幼齢期に日光量の不足や被圧の影響を受けると生育が悪くなるとされています。そのため、カラマツ造林地において筋刈を実施することはあまり望ましくないと考えられますが、東北森林管理局における「筋刈導入3カ年計画」として、筋刈の面積を徐々に増やしていき、令和7年度には実施可能箇所においては原則筋刈を実施するというような目標が定められています。また、当署管内ではシカ食害対策の観点からカラマツが多く植えられ、カラマツの保育作業面積も増加傾向にあることから、カラマツ造林地においても筋刈の実施を検討していく必要があります。

今回の調査では、今後カラマツ造林地において筋刈を実施するため、令和3年度カラマツ新植箇所を対象に成長量と作業工程の2つの観点から検証することとしました。

2 方法

(1) 試験地の設定

当署管内は東西に広く位置しており奥羽山脈側と太平洋側では積雪など気候条件が異なります。そのため、奥羽山脈側であり多雪地となる加美郡加美町の吉田地区と、太平洋側であり一年を通して積雪のほとんど無い気仙沼市本吉町の気仙沼地区の2地区に設定し、同様の調査を行うこととしました。



図2 試験地の位置図

表1 試験地の概要

地区名	①吉田地区	②気仙沼地区
小班名	247林班へ小班	353林班か小班
標高	500m	150m
植付時期	R3.10	R3.11
植付本数	2700本/ha	2000本/ha
斜面方向	北東	南西
その他	・令和3年度一貫作業 ・地帯なし	・令和3年度造林事業 ・枝条存置地帯を実施 ・シカ食害対策剤散布

(2) 試験地の概要

試験地の概要については表1、調査プロットの設定・概要については図3・図4のとおりとなります。

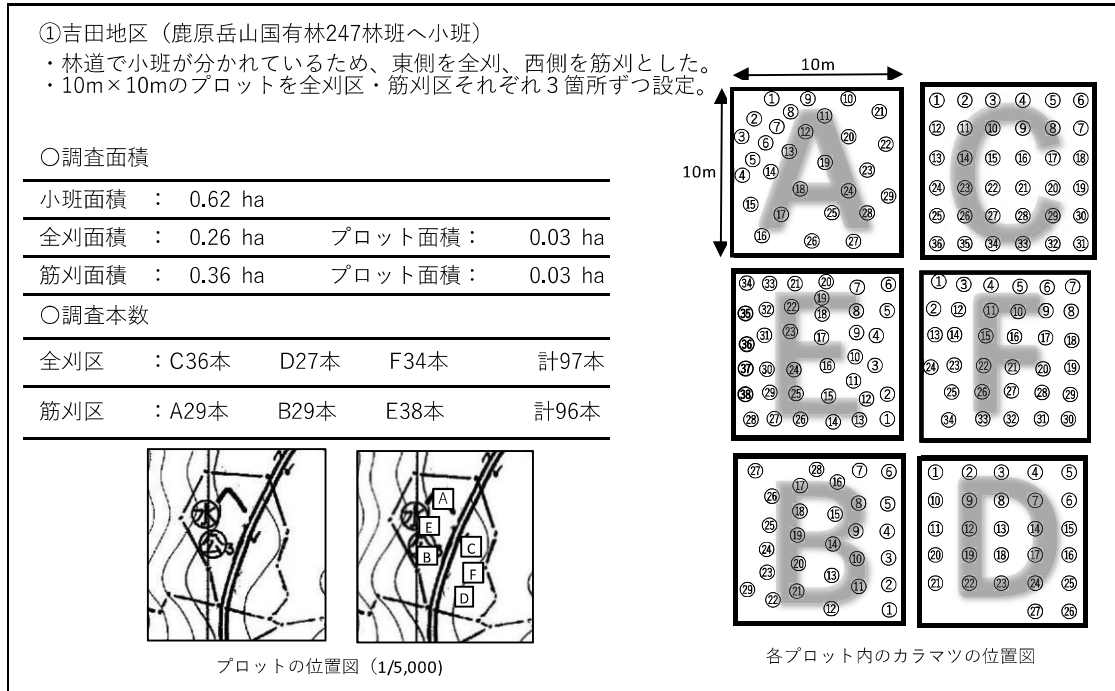


図3 調査プロットの概要（吉田地区）

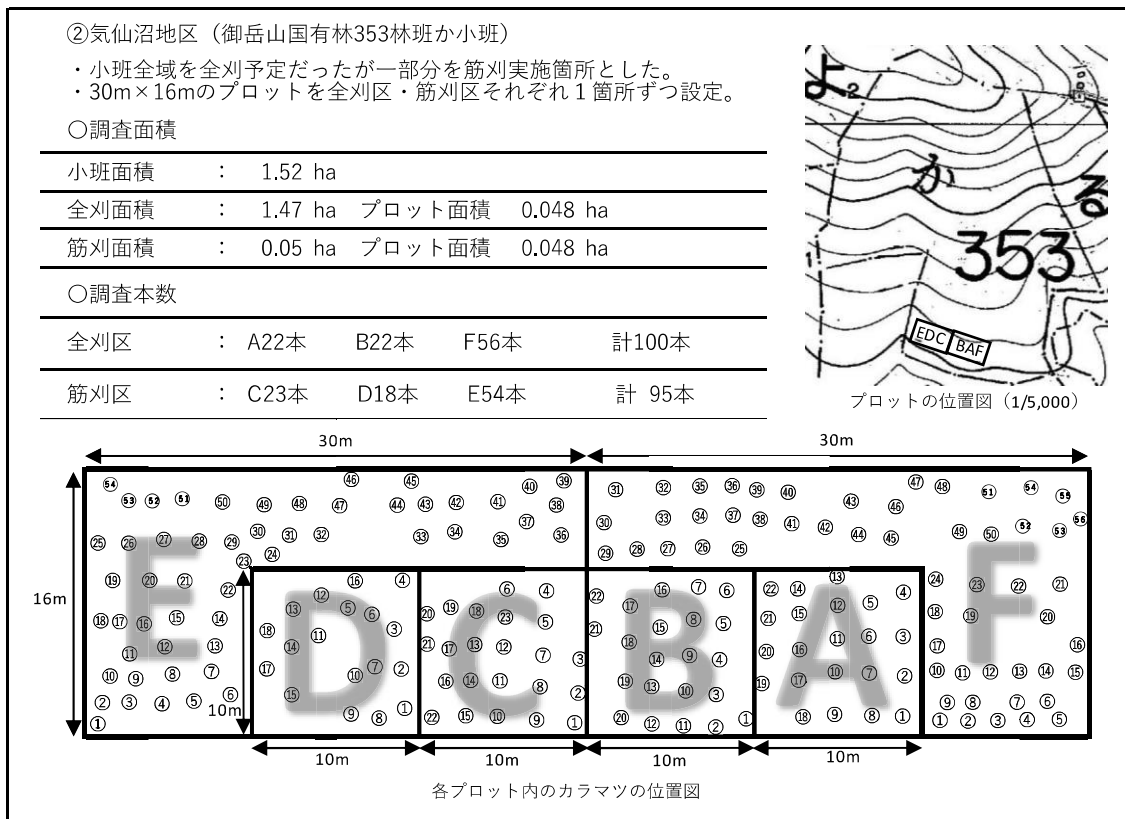


図4 調査プロットの概要（気仙沼地区）

(3) 調査方法

成長量調査は、樹高と根元径の測定を成長開始前と成長休止後に調査しました。積雪の関係により、成長開始前の調査は気仙沼地区では5月に吉田地区では6月に実施しています。休止後の調査は、両地区ともに12月に実施しています。

また、作業工程の検証として下刈功程調査、誤伐率の調査、作業者に対する意見・感想の聞き取りを実施しました。下刈功程調査は表2のとおり作業を行ってもらい各プロット内の作業時間を計測し、作業種毎の平均作業時間を算出しました。誤伐率については、12月の成長量調査時にカラマツの状態について調査した際の誤伐本数から算出しました。

表2 下刈功程調査の概要

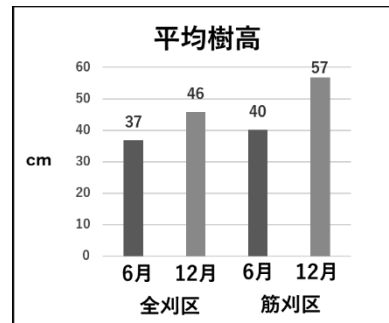
地区名		①吉田地区	②気仙沼地区
作業者		A社・41歳	B社・28歳
調査プロット	全刈	C・D・F	A・B
	筋刈	A・B・E	C・D

3 結果

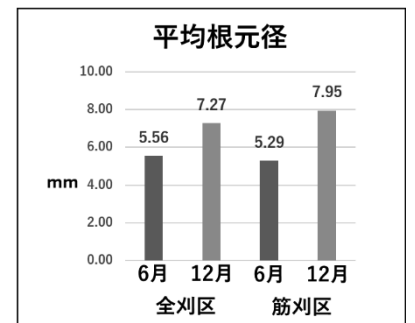
(1) 成長量調査結果

○吉田地区

樹高については、図5のとおり全刈区の成長量が9cmだったのに対し、筋刈区では1.7cm成長する結果となりました。根元径についても全刈区では1.71mmだったのに対し、筋刈区では2.66mm成長する結果となりました。当初、筋刈区の方が成長が劣ると考えていたため、このような結果となったことは下刈の作業種以外で他に理由があったと考えられます。



平均樹高における成長率	
全刈区	筋刈区
124%	141%

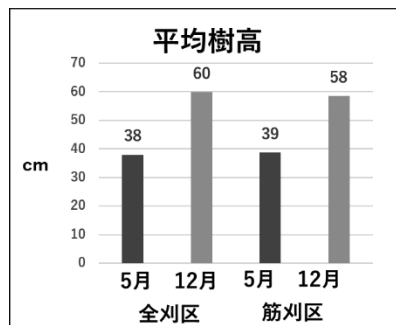


平均根元径における成長率	
全刈区	筋刈区
131%	150%

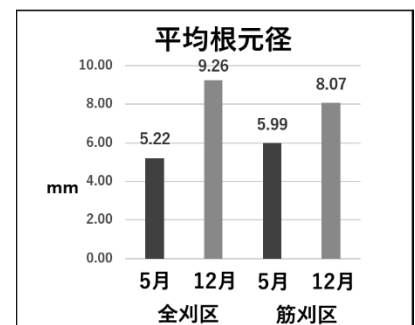
図5 成長量調査結果 (吉田地区)

○気仙沼地区

樹高については、図6のとおり全刈区の成長量が2.2cmだったのに対し、筋刈区の成長量は1.9cm成長する結果になり、差はほとんどない結果となりました。根元径については、全刈区4.04mmだったのに対し、筋刈区では2.08mm成長する結果となり、筋刈区の方が劣る結果となりました。



平均樹高における成長率	
全刈区	筋刈区
158%	151%



平均根元径における成長率	
全刈区	筋刈区
177%	135%

図6 成長量調査結果 (気仙沼地区)

表3 下刈工期調査結果

○吉田地区	
全刈区平均	10分50秒
筋刈区平均	7分41秒
	3分 9秒差
比率 (筋刈/全刈)	約71%
○気仙沼地区	
全刈区平均	12分00秒
筋刈区平均	8分32秒
	3分28秒差
比率 (筋刈/全刈)	約70%

(2) 下刈工期調査結果

① 下刈工期調査 (表3のとおり)

○吉田地区

試験地内における平均作業時間が全刈区では10分50秒、筋刈区では7分41秒となり比率にすると全刈区と比べて筋刈区では約71%の作業時間で終了しました。

○気仙沼地区

試験地内における平均作業時間が全刈区では12分00秒、筋刈区では8分32秒となり比率にすると全刈区と比べて筋刈区では約70%の作業時間で終了しました。

② 誤伐率 (図7のとおり)

誤伐率については作業種毎に集計しました。全刈区では健全木が89%、誤伐が7%、枯れ・不明が4%となりました。筋刈区では健全木が98%、誤伐が2%となりました。

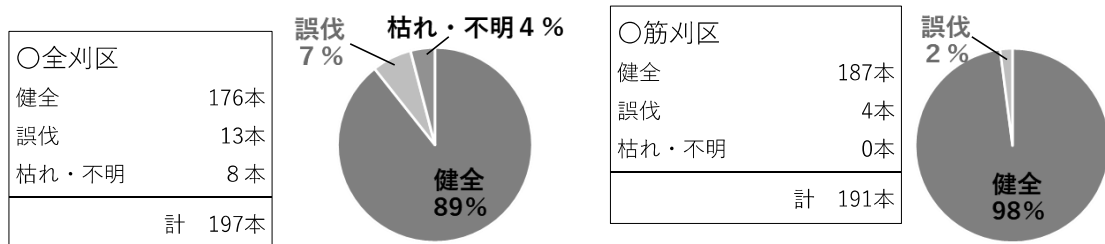


図7 誤伐率集計結果

③ 作業からの意見・感想

作業の終了後に聞き取りを行ったところ、以下のような意見・感想がありました。

- ・作業の進み具合はよかった。
- ・刈払った草が倒れて苗に隠れてしまうため、列が分かりにくくなってしまう。
- ・小班内の移動距離は変わらないため、省力化の実感が少ない。

4 考察

(1) 成長量について

○吉田地区

吉田地区においては、全刈区の成長が筋刈区に比べて悪くなる結果となりました。そうなった要因として、全刈区の調査プロットを設定した箇所が一貫作業時の作業道跡であり、一貫作業のため地拵も行っていないことから、土壌が硬く生育に影響が生じ成長が悪くなる結果となったと考えられます。

○気仙沼地区

気仙沼地区では、樹高にほとんど差はありませんでした。この小班では植生の高さがカラマツの樹高とほとんどかわらなかったことから光環境に差が生まれず樹高の成長へは植生による影響はなかったと考えられます。一方、根元径については成長率にしておよそ40%の差がありました。今のところ、枯れていたり徒長など目に見える異常は確認されませんでした。根元径の成長が悪くなる傾向が続くと徒長や枯れなど弱い個体となることにつながる恐れがあると考えられます。

(2) 作業工程について

両地区ともに作業時間にして30%程度の時間の短縮が確認されました。また、誤伐の本数も大きく減少する結果となり筋刈による作業の効率化は見込まれると考えられます。

しかし、聞き取りからもあるように筋刈作業に慣れていない部分があり、数値的な作業の効率化はできていても作業者が全刈と比べて筋刈は楽であると省力化を実感できるほどにはまだ至っていないと思われます。今後も管内において継続的に事業を実施し、指導と作業回数を重ねることで作業者の技術向上・定着を図っていきたいと考えています。

5 まとめ・今後の展望

筋刈のメリットとしては、全刈にくらべ作業の効率化が見込まれ誤伐の減少も見込まれることが確認できました。

懸念点は、成長量についてはまだデータが少ないことや地域毎の条件や植生の繁茂状況にもよってくるため、筋刈の実施や有用性を一様に断言するのが難しいことです。

また、筋刈実施箇所においては枯れてはいませんが被圧やつる絡まりを受けているものがありました。12月の成長量調査時において植生に埋まって潰れていたり、つるに巻かれているものがあり、植生が繁茂する夏期においてはもっと多くのカラマツが影響を受けていたと考えられます。また、連年で筋刈を実施し続けていくことは、そのような被圧の直接的な原因となる植生が残り続けることとなるため、成長への大きな影響となる恐れがあります。成長量調査については来年度以降も各プロットにおいて同一の作業を実施し調査を継続していくことを考えています。

ドローンによる林分の混み合い度の把握について

秋田森林管理署湯沢支署 主任主事 ○松田 悠吏
主任森林整備官 ○本田 康敬
森林整備官 村井 秀成

1 はじめに

湯沢支署では令和3年度の当発表会において「ドローンによる林分材積推定の林道支障木調査への活用」をテーマに研究・発表を行いました。

その結果、「高精度の材積推定は困難」なものの、「主伐期に達した林分では、本数や樹高を一定の精度で測定可能」であることがわかりました。本数、樹高が測定できるのであれば、林分の混み合い度を把握できるのではないかと考えました。

そこで本研究では、保育段階にあり、上層木・下層木が混在する林分でもドローン調査で本数や樹高を測定できるのかを明らかにし、ドローンを「林分の混み合い度の把握ツール」として活用できるか検証しました。

2 研究方法

本研究では、保育間伐等が行われていない保育段階のスギ人工林を調査対象とし、ドローン調査と毎木調査の結果を比較することで、ドローン調査の精度及び適応範囲を検証することにしました。加えて、文献調査などから、ドローン調査をもとに求めることが出来る「混み合い度の指標」を検討することにしました。

(1) 調査地について

調査地は秋田県横手市大森町坂部にある国有林を選出しました。

当該箇所は平成25年度に除伐を行って以降、保育間伐等が行われていない林齢29年生のスギ人工林です。

(2) ドローン調査について

ア 樹高計測の方法

ドローン調査による樹高測定は、立木の樹頂点と根元の標高差より求めます。

まずは、DJI社製ドローン「MAVIC2PRO」を用い、自動操縦アプリ「DJI GS Pro」により自動飛行で撮影を行い、その撮影画像からAgisoft社製点群解析ソフト「Metashape」により「数値表面モデル」を作成しました。数値表面モデルは、ドローンから視認できる林冠や地表面などの標高データです。そのため、ドローンから視認できない立木の根元の標高は持っていません。

そこで、国土地理院基盤地図情報HPから「数値標高モデル」をダウンロードします。このデータは、10メートル四方の区画に区切った中心の標高を、その区画の地表面の標高として地形を表します。そのままでは、実際の地形との乖離が大きいため、隣接する区画の標高を参照し、間の標高を推定する補間処理を行い「数値

地形モデル」を作成しました。

そして、後述する手法で抽出した樹頂点における数値表面モデルと数値地形モデルの標高差から樹高を求めました。

なお、本研究では数値表面モデルの補正を行いました。無立木地のように地表面が上空から視認できる箇所では、数値表面モデルと数値地形モデルの値は等しくなるはずですが、今回両データを比較したところ誤差が認められたことから、この誤差を補正值として数値表面モデルを補正しました。

イ 樹頂点の選別と本数計測の方法

樹頂点の選別には3D画像を利用しました。数値表面モデルはGIS上で3D画像(図1)に表示することができます。樹頂点にポイントが落ちていれば、画像のように突起の頂点が着色されるので、より高精度の樹頂点を抽出できます。そして選別された樹頂点をカウントすることで、本数を求めました。(図2)

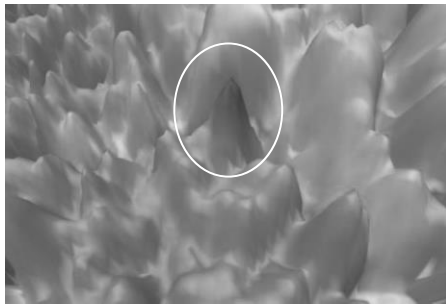


図1 3D画像

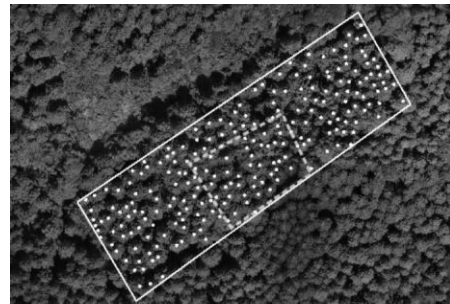


図2 選別された樹頂点

(3) 毎木調査の手法

毎木調査は、小班内に約0.05haの標準地を設定し、本数、樹高、層区分を実測しました。樹高測定にはトウルーパルスを使用し、0.1メートル単位で測定し、層区分は目視により上層木と下層木に分類しました。

また、標準地の設定に当たっては、ドローン撮影時に対空標識を設置し、同対空標識を既知点と見立てた基準点測量を行うことで両調査法を厳密に比較しました。

3 検証結果

(1) ドローン調査の精度及び適応範囲

毎木調査とドローン調査の調査結果を比較(表1)すると、本数では、ドローン調査は毎木調査に比べ、58%と少なく測定されていました。また、平均樹高では、ドローン調査は毎木調査の124%と、高く測定されていました。

一方、毎木調査のうち上層木のみと比較(表2)すると、本数では112%、平均樹高でも109%と、いずれも近い値でした。

表1 調査結果の比較

区分	本数 (本)	樹高 (m)		
		最小	最大	平均
毎木調査	79 (100%)	4.7	22.0	16.1 (100%)
ドローン 調査	46 (58%)	15.5	25.3	19.9 (124%)

表2 上層木の調査結果との比較

区分	本数 (本)	樹高 (m)		
		最小	最大	平均
毎木調査 (上層木)	41 (100%)	16.7	18.3	18.3 (100%)
ドローン 調査	46 (112%)	15.5	25.3	19.9 (109%)

次に測定された樹高を箱ひげ図（図3）で比較すると、ドローン調査では毎木調査（全成立木）で測定された低い樹高がほとんど測定されていませんでした。しかし、ドローン調査と毎木調査（上層木）を比較すると、上下にばらつきはあるものの、近い分布を示しました。これらのことから、ドローン調査で測定できたのは上層木のみであったと考えます。

また、ドローン調査による樹高測定について、標準地内と小班全域で比較（図4）すると、調査本数の増加に伴い上下のばらつきは拡大しますが、平均樹高はほとんど変化しません。これは先に紹介した補間処理でも、実際の地表面が正しく再現できないためだと考えます。しかし、正・負の誤差の発生頻度と大きさが概ね等しいため、平均することで相殺されているものと考えます。

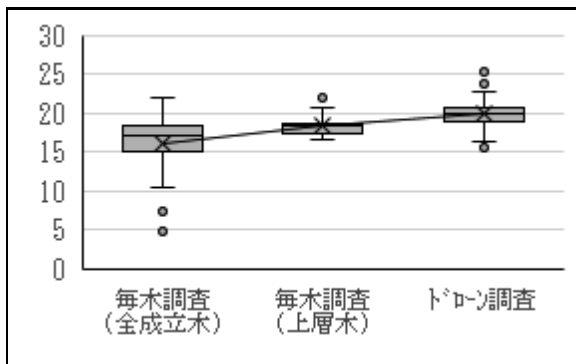


図3 樹高の分布

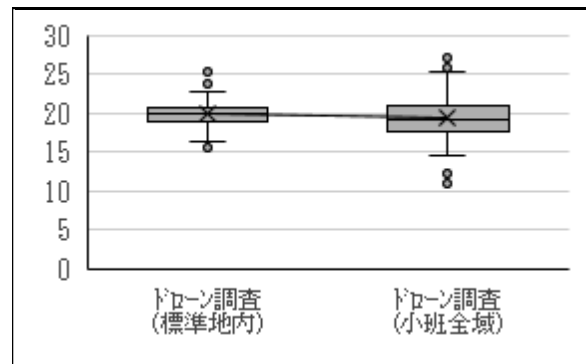


図4 樹高の分布（ドローン調査）

(2) 「林分の混み合い度の把握ツール」としての活用について

調査結果の検証より、保育段階にあり、上層木・下層木が混在する林分におけるドローン調査では、上層木の本数及び平均樹高を一定の精度で測定することができます。つまり上層平均樹高を求めることはできます。一方、下層木の本数及び樹高を測定することは出来ませんでした。つまり、本数密度を求めることはできません。

これらの条件からドローンを「林分の混み合い度の把握ツール」として活用できないか検討しました。

ア 収量比数の検討

収量比数 (Ry) は、(1)式で示すとおり ha あたり幹材積 (V) を最多密度における ha あたり幹材積 (V_{RF}) で除して求めます。また、ha あたり幹材積は (2) 式より、最多密度における ha あたり幹材積は (3) 式及び (4) 式より求めることができます。つまり、収量比数は上層平均樹高 (H) 及び本数密度 (N) から求めることができます。

しかし、先述のとおりドローン調査では本数密度を求めることができないことから、ha あたり幹材積を求めることができません。そこで、別の方法で ha あたり幹材積を求め、ドローン調査を補完できないか検討しました。

$$Ry = \frac{V}{V_{RF}} \dots (1)$$

$$V = (-0.55983H^{-1.350974} + 3741.2H^{-2.821983}/N)^{-1} \dots (2)$$

$$V_{RF} = (-0.55983H^{-1.350974} + 3741.2H^{-2.821983}/N_{RF})^{-1} \dots (3)$$

$$\log N_{RF} = 5.27421 - 1.47121 \log H \dots (4)$$

$$\left(\begin{array}{l} R_y : \text{収量比数} \quad V : \text{ha あたり幹材積} \quad V_{RF} : \text{最多密度における ha あたり幹材積} \\ H : \text{上層平均樹高} \quad N : \text{本数密度} \quad N_{RF} : \text{最多密度本数} \end{array} \right)$$

イ ビッターリッヒ法による補完

ビッターリッヒ法は、標準地を設定することなく林分材積を求めることができます。近年では、全天球カメラの撮影画像を利用する手法も普及しつつあります。

そこで、全天球カメラによるビッターリッヒ法での林分材積調査を追加し、ドローン調査を補完できないか検証しました。

(7) 検証方法

RICOH 社製全天球カメラ「RICOH THETA SC2」を用いて対象小班内 8 箇所撮影を行い、撮影画像を元に一般社団法人 日本森林技術協会製「簡易林内計測ツールⅡ」により材積を求め、毎木調査より得られた上層平均樹高及び本数密度を元に林分密度管理図から求める従来の手法と比較しました。

なお、断面積定数は 4、林分胸高係数は 0.5、平均樹高は 19m としました。

(イ) 検証結果

従来の手法では 581.87 m³であったのに対し、全天球カメラによるビッターリッヒ法により求めた林分材積は 574.75 m³で、従来手法の 99% とほとんど違いが無いことから、全天球カメラによるビッターリッヒ法によりドローン調査を補完することは十分可能だと考えました。

ウ 収量比数算出結果の比較

現地調査によって得られる本数密度及び上層平均樹高を元に、林分密度管理図から読み取る従来の手法と、本研究における手法により求めた結果を比較（表 3）します。

ヘクタールあたり幹材積は先述のとおり、全天球カメラによるビッターリッヒ法で求めた場合でも、従来の手法とほとんど違いがありませんでした。

次に最多密度におけるヘクタールあたり幹材積です。本研究における手法としては、ドローン調査で得られた上層平均樹高をもとに、林分密度管理図より求めました。ドローン調査での上層平均樹高の方が毎木調査で得られた上層平均樹高よりやや高かったため、従来手法の 112% と、やや多くなりました。

最後に収量比数です。従来の手法では 0.87 であったのに対し、本研究における手法では 0.77 と、差は -0.10 でした。

表 3 収量比数の比較

区 分	haあたり幹材積 (V)	最多密度における haあたり幹材積 (V _{RF})	収量比数 (R _y)
従 来 手 法	581.87 m ³	670.30 m ³	0.87
ドローン調査 + ビッターリッヒ法	574.75 m ³ (99%)	749.87 m ³ (112%)	0.77 (-0.10)

4 まとめ

本研究から、ドローン調査は下層木の測定は困難なもの、ビッターリッヒ法を併用することで収量比数を求めることが出来ました。

この手法の最大のメリットは、機械処理のため客観性、再現性のあるデータを取得できる点です。測定者の習熟度に関係なく収量比数を求めることが可能なことが分かりました。また、本手法は標準地設定に係る現地踏査や測量を短縮・省略でき、調査も2名（うち1名はドローンの飛行状況の監視など補助的な役割）で可能なため、効率的な調査を行うことができました。

今回の研究を通じて、収量比数をはじめとする「従来から確立されている概念」と、ドローンのような「比較的近年に生まれたツール」を組み合わせることで、新たな方法や発想が生まれることを実感しました。

今後も様々な概念やツールを組み合わせることで、森林測定をする上でより良い方法を模索していきたいと考えています。

5 参考資料

林野庁. 秋田地方国有林スギ林分密度管理図
国土地理院基盤地図情報ダウンロードサービス
<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>

放置林の解消に向けたスマート林業技術の活用について

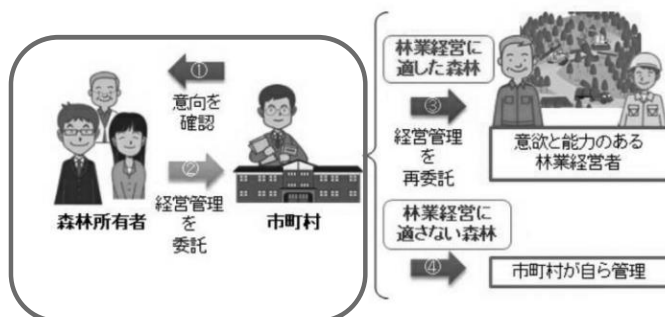
秋田県平鹿地域振興局農林部森づくり推進課 千葉 智晴

1 はじめに

横手市では、森林経営管理制度による意向調査を令和元年度に実施しましたが、森林所有者から経営権の委託希望があった森林は大部分が長年、施業をしていない高齢級林という結果でした。これまで、一部の森林において、委託事業により対象森林での現地調査作業などを進めてきていますが、現地は灌木類の繁茂や倒木により、調査に相当の労力が掛かることが大きな課題として浮かび上がってきたことから、県林業普及指導員と横手市森林組合では、現地調査の省力化を図るため、スマート林業技術を活用する取り組みを始めました。

森林経営管理制度の取組

「森林経営管理法」に基づき、横手市ではこれまで森林所有者が自ら管理できない森林や、森林所有者が不明な森林を集約していきます。市が森林所有者の意向を確認し、今後の長期的な整備計画を立てることにより、森林所有者、市、林業経営者が協力して森林整備に取り組むことが可能になります。

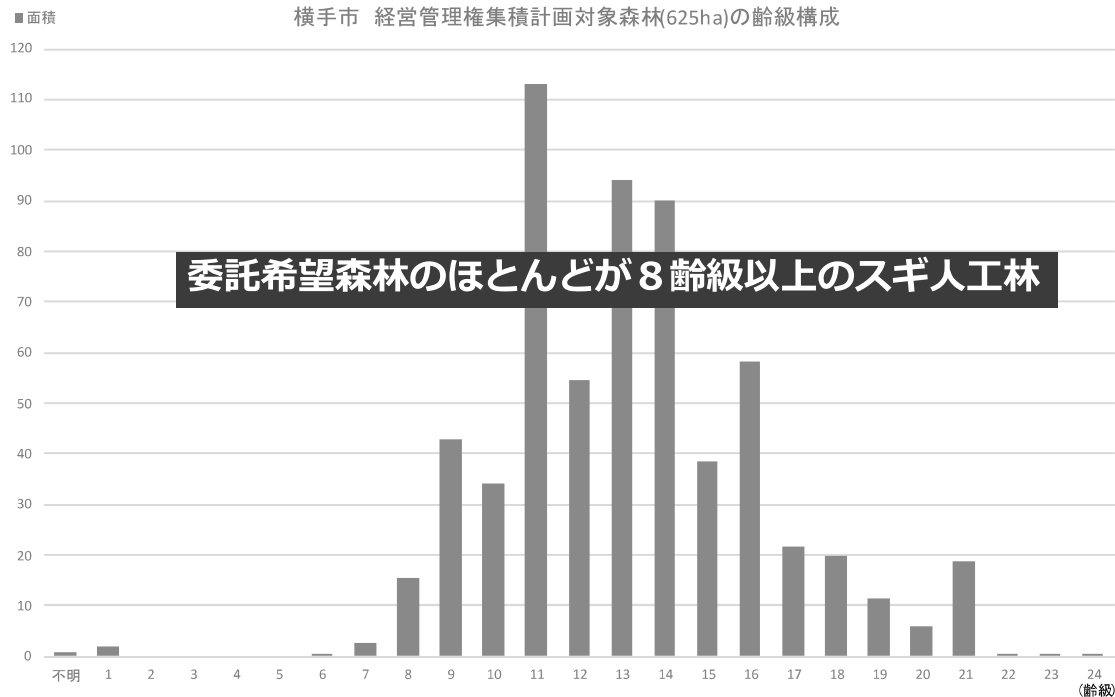


【1. 意向を確認（意向調査）】

調査対象森林所有者 1, 511人 (1,967ha)
→ 回答あり 844人 (1,227ha) 回答率56%

うち383人(625ha)が市へ経営管理を委託希望 (25%)

森林経営管理制度の取組



5

2 取組・研究方法

①路網設計支援ソフトの活用

森林作業道のルート選定時の現地踏査の省力化に向けて路網設計支援ソフトを導入し、路網計画・設計業務を実施

②スマート林業研修会の開催

毎木調査作業等の省力化のため、バックパック型の地上レーザー計測機器と森林内を飛行できるA I搭載ドローンのデモを行う研修会を開催

③林業計測アプリの体験会の実施

iPhone や iPad で使用できる林業の計測に特化したアプリについて、秋田県内の林業会社の協力を得て体験会を実施



(研修会・地上レーザー計測)



(研修会・A I 搭載ドローン)

3 結果

①路網設計支援ソフト

ソフトを活用し、実際に森林作業道を施工した結果、現地踏査、設計業務ともに省力化が図られました。また、経験の浅い職員でも路網ルートを選定、設計作業が可能のため、今後も現場で幅広く活用していく予定です。

②スマート林業研修会（レーザー計測等）

森林所有者向けに、対象森林の情報の可視化は効果的ということを感じました。導入にあたっては、天候や季節（冬期間）の制約があるため、留意が必要です。

③林業計測アプリの体験会

小面積の測量の精度を検証した結果、レーザーコンパスと同等の結果が得られました。また、iPhone 単体で調査・測量及び事業管理まで幅広く活用できるということで、現場の動きが非常に効率的でした。

4 考察・結論

労働力が不足する中、従来の森林整備事業を含め、今後、森林経営管理制度による間伐等を進めていくには、現地調査作業におけるスマート林業技術の活用は必要不可欠です。森林所有者へ森林の現況を伝える手法としても有効であり、また、労働災害の防止にもなるため、安定的な雇用の確保にもつながることと期待しています。

今後も調査機器、ソフト等の「強み」を理解し、スマート林業技術の活用が「標準」となるような活動を継続していきたいと思えます。

ワラビの植栽による効果とスギの生育状況について

山形県最上総合支庁産業経済部森林整備課 専門林業普及指導員 荒澤 佑樹

1 はじめに

山形県の最上地域は、県の北東の内陸部に位置し、東は奥羽山脈を境に宮城県と、北は加無山（かぶさん）を境に秋田県と接しており、1市4町3村で構成されています。構成市町村の金山町は、金山杉を産出する高齢級の優良材産地として、80年伐期を設定した明確な目標林型を持つ、長伐期多間伐施業による大径木生産が行われており、金山町をはじめ、最上地域は古くから県内でも林業が盛んな地域となっています。

また、最上地域の民有林における人工林率は58.4%と県全体の39.5%と比べて高く、人工林蓄積も森林総蓄積の81%を占めており、人工林資源が豊富なことが分かります。

山形県では、地域の豊かな森林資源を「森のエネルギー」、「森の恵み」として活用して雇用創出を図り、地域全体の活性化につなげていく取組（通称「やまがた森林（モリ）ノミクス」）を推進しており、平成28年以降、大型集成材工場や木質バイオマス発電施設の稼働が相次いだことから、木材需要は大幅に増加しています。最上総合支庁管内においても素材生産量が増加してきており、森林資源の活用が進んでいるところです。

一方、森林資源の循環利用を実現するためには、再造林を進めていくことが重要です。そのような中、平成30年度には民間事業者が主体となって設立した「山形県再造林推進機構」において、森林・林業・木材産業関係者からの協力金等により「山形県森林再生基金」を造成し、再造林経費の一部（10%）を助成することで、国庫補助事業や県単独事業と組み合わせることで再造林経費の100%相当を支援し、森林所有者の負担軽減を図ることで、再造林の確実な実行を促進しています。

再造林の支援体制により再造林率は上昇傾向にあるものの、森林所有者にとっては、その後の下刈り等の保育経費の捻出も課題となっており、森林所有者の再造林や保育に係る負担を軽減し林業経営意欲の向上を図るため、山形県森林研究研修センターで開発したワラビ混植による下刈りコスト軽減技術（以下、ワラビ混植技術）の普及に向けた取組を行いました。

2 取組・研究方法

(1) これまでの取組

ア ワラビ混植技術の開発

山形県森林研究研修センターで開発したワラビ混植技術は、ワラビのカバークロップ効果により下草の成長を抑制しつつ、食材として販売する収入を見込むことで

保育費用の軽減を図る技術です。研究成果では、下刈りを3回程度省略でき、ワラビ販売収入に加えた収支計算では5年目から黒字に転じる試算となっています（表1参照）。

表1 1ha当たりの収支見込み

林齢	施業		支出		収入		単年収支	合計
	スギ	ワラビ	スギ	ワラビ	補助金	ワラビ		
1	植栽	植栽・施肥	477,000	125,000	324,000		▲278,000	▲278,000
2	下刈	施肥	120,000	40,000	81,000		▲79,000	▲357,000
3	下刈	施肥・収穫	120,000	376,000	81,000	553,000	138,000	▲219,000
4	下刈	施肥・収穫	120,000	376,000	81,000	553,000	138,000	▲81,000
5		施肥・収穫		376,000		553,000	177,000	96,000
6		施肥・収穫		376,000		553,000	177,000	273,000
7		施肥・収穫		376,000		553,000	177,000	450,000
8	下刈	施肥・収穫	120,000	376,000	81,000	553,000	138,000	588,000
9		施肥・収穫		376,000		553,000	177,000	765,000
10		施肥・収穫		376,000		553,000	177,000	942,000

イ ワラビ混植技術研修会の開催

ワラビ混植技術を普及するため、造林関係者等を参集し再造林地でワラビのポット苗を植栽する研修会を開催しました。

①日 時：令和2年7月9日

場 所：真室川町

参集者：森林組合、市町村 7名

②日 時：令和3年7月7日

場 所：最上町

参集者：林業事業者、種苗事業者、市町村等 20名



図1 真室川町での研修会



図2 最上町での研修会

(2) 取組の概要

ア 試験地の概要

真室川町川ノ内地内にあり県が所有する真室川県有林において試験を行いました。本県有林は、明治41年に大正天皇が皇太子として東北地方に行啓されたことを記念し、大正元年（1912年）に国有林野を購入して、県有財産の造成と模範的な林業経

営の普及啓発のために設定されました。東京 2020 オリンピック・パラリンピックの関連施設への木材供給を契機に、平成 27 年度から主伐を実施し、計画的に再造林や下刈り等を行っています。そのうち今回の試験地として、平成 29 年度にスギ再造林地にワラビを混植した箇所に、施肥をしたプロットと施肥をしていないプロット（各 10m×10m）をそれぞれ設置しました。

面積：348ha

蓄積：82,143 m³

樹種：スギ 85%、カラマツほか 15%

林齢：1～108 年生

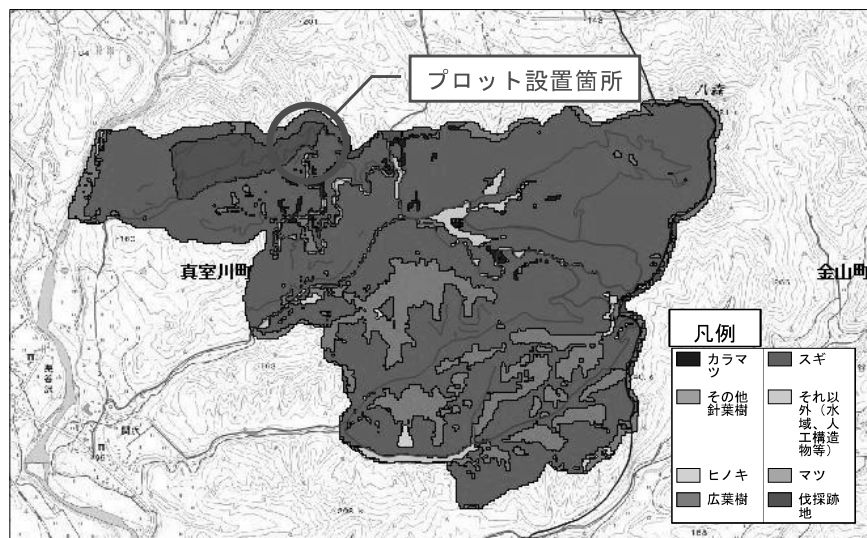


図3 真室川県有林の樹種構成

イ 再造林地に混植したワラビの収量調査

平成 29 年度に真室川県営林内の再造林地に混植したワラビが収穫時期を迎えたことから、令和 2 年度から収量調査を開始しました。令和 2～4 年の 5 月中旬から 6 月下旬にかけて週 2 回程度（各 13 回）各プロット内のワラビを収穫し、地元の山菜加工業者の良品規格となる、長さ 25 cm 以上、太さ 1 cm 程度のものを選別しました。

ウ プロット内のスギの樹高測定

施肥をしたプロット内のスギの成長が目に見えて良かったことから、ワラビのための施肥がスギの伸長成長にどのくらいの影響を与えたかを確認するため、令和 4 年 9 月 9 日に、各プロット内のスギ樹高をスタッフを用いて測定しました。



図4 Aプロット（施肥有り）



図5 Bプロット（施肥無し）

3 取組の結果

(1) 再造林地に混植したワラビの収量調査

施肥有りのAプロットで3か年計で13.7 kg、施肥無しのBプロットで6.5 kgと、施肥有りのAプロットの方が約107.6%多い結果となり（表2参照）、施肥をした場合に収量が多くなることで販売収入の増加が期待されます。

表2 収量調査の結果

(単位：kg)

年度	Aプロット (施肥有り)		Bプロット (施肥無し)	
	良品	その他	良品	その他
R2	6.0		2.6	
R3	5.1		2.9	
R4	2.6		1.0	
計	13.7		6.5	



図6 選別の状況

(2) プロット内のスギの樹高測定

施肥有りのAプロットの平均樹高が4.2m、施肥無しのBプロットが3.6mとなり、施肥有りのAプロットの平均樹高の方が約16.7%高い結果となり、施肥した場合のスギ樹高の伸長成長が促進されることが期待されます。

4 考察と今後の課題

今回の取組を実施して、施肥した場合にワラビの収量増加とスギの伸長成長が促進されることが分かったので、施肥をしなかった場合と比較して、より下刈り経費の削減が図られるのではないかと考えられます。

今後の課題としては、ワラビの収量だけでなく、販売収益やこういった流通を図った場合に有利販売が行えるか、また、施肥の効果で下刈り回数を削減できるのかといった、実際の下刈り経費軽減効果を把握していかなければならないと感じました。

これまでも課題であった、ワラビ苗の生産流通体制も含め、研修会の開催などで管内への技術の普及を進めていくとともに、林業事業者等と連携し、ワラビの収量だけでなく実際の販売収益と下刈り経費の削減効果も検証していきたいと考えています。

最後に、こうした取組を通して、森林所有者の林業経営意欲の向上を図り、主伐箇所の再造林から初期保育体制の確立につなげてまいりたいと思います。

5 参考文献等

- ・中村人志・渡部公一（2018）ワラビカバークロープによる下刈り省力化
日本森林学会大会発表データベース 129 (0), 702-, 2018-05-28
- ・中村人史・渡部公一（2021）ワラビのカバークロープ効果による造林地下刈り軽減効果について 北方森林学会 北方林業 2021 Vol.72 No.1 Winter [通巻第805号]

置賜式下刈りイラズについて（経過報告）

～生分解性シートを用いたマルチングによる下刈りをしない施業方法の検証～

○置賜森林管理署 氏家 森
○置賜森林管理署 澤口 颯希
置賜森林管理署 福村 太一

1 はじめに

（1）下刈りの現状

今日の再生林において下刈り作業は大きな負担となっています。近年において、全国、東北森林管理局（以下東北局）管内の育林従事者数は減少傾向であり、また従事者の高齢化率が依然として高い状況となっています（図1）。また、下刈りは主に夏季の炎天下で行われる負担の大きな作業であることから、現在では下刈りの省力化が強く求められています。

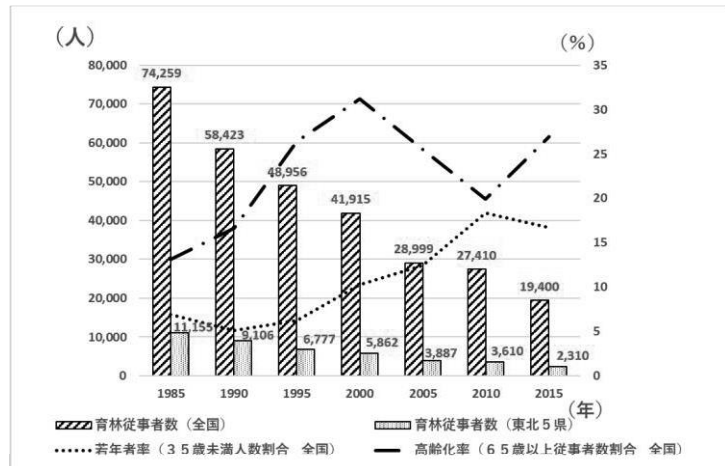


図1：林業従事者のうち育林従事者数の推移
(国税調査より作成)

下刈り省力化の取組には、下刈り回数の削減、生長に優れた優良品種苗・大苗の利用、筋刈りの実施、下刈りの機械化、単木保護資材の活用、ワラビの植栽によるカバークロープの活用（林野庁 2019）などがあります。しかし、これらの方法は主に下刈りの回数を減らすことに重点を置いており、下刈り自体を無くす方策は未だ少ないのが現状です。

（2）置賜式下刈りイラズ

本研究では下刈りを無くす方策として、生分解性不織布（以下、生分解性シートもしくはシート）に着目しました。生分解性シートとは植物由来の生分解性樹脂を主原料とした布で、土壌菌によって腐食、分解される特性があります。農業分野において主に防草シートとして使われているものです。

本研究の下刈りイラズとは、この生分解性シートを植栽地にマルチングし、シートが分解されるまでの期間、下草等の繁茂を抑制することで、下刈りを全く行うことなく成林を目指す取組です。

本研究では実際にスギコンテナ苗植栽箇所の下刈りイラズを行い、シートが腐食するまでの概ね4年間、下刈りイラズの有効性を（1）下刈りイラズにかかる作業時間、金額はどの程度であるか、（2）下刈りイラズ途中のシートの損傷、紛失の程度はどうか、（3）シートによって下草の繁茂はどの程度抑制されるのか、（4）下刈りイラズ作業地のスギ苗の生長率は、下刈りを行わない区域と比べどのように変化するのかの4項目に分けそれぞれ検証を行いました。

2 取組・研究方法

(1) 試験地

本研究は、山形県西置賜郡小国町の国有林42林班け小班で行いました(図2)。小国町は全国有数の豪雪地帯として知られ、積雪は町中心部でもおよそ2m、山間集落では5m近くになるところもあります。また、42林班け小班は令和3年度に一貫作業システムの施業箇所として、皆伐、地拵、植付(2000本/ha)を実施しています。

今回は42林班け小班の中でも比較的傾斜の緩やかな箇所を選び、試験区、対照区を設定しました(面積はどちらも約0.08ha)。

(2) 使用した道具

本研究では幅約1.5m、長さ50m、厚さ0.5mm、単価276万円/haの生分解性シートを使用しました(写真1)。また、シートを留めるためのピンを4種類用意し、どのピンが一番シートを抑える効果があるのかの検証や金額の比較を行いました(写真2、表1)。

(3) 下刈りイラズ

下刈りイラズを行うにあたり、切株が障害となったため、まず初めに試験区内のすべての切株を地際で切断し、断面を平らにしました。切断した切株は伐根として、シートを敷いた後の重石として再利用しました。

令和4年5月に、試験区の植栽列の間に筋状になるようにシートをマルチングしました。マルチングを行う際にどのような敷き方が効率的であるかを検証するため、図3、図4のようにシートの敷き方、ピンの打ち込み方、および打ち込むピンの種類を組み合わせ、8通りの敷き方で計11

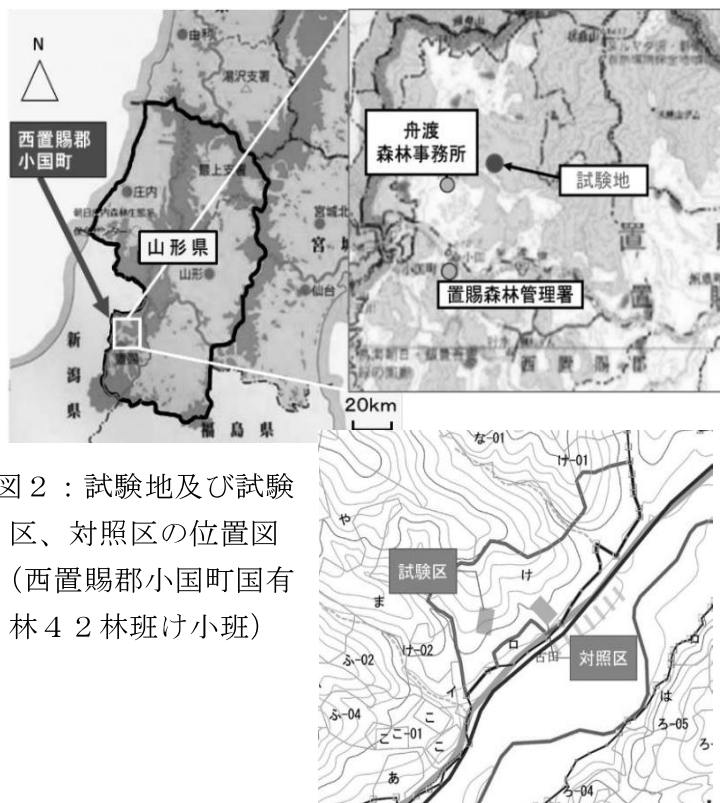


図2：試験地及び試験区、対照区の位置図(西置賜郡小国町国有林42林班け小班)

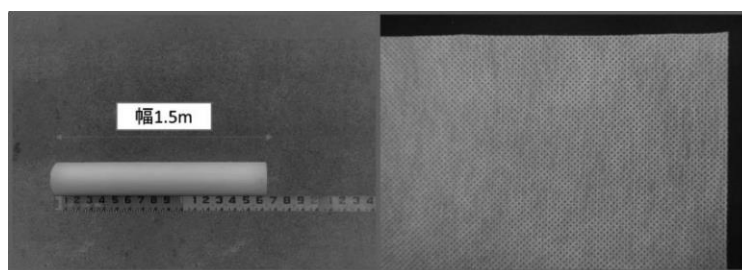


写真1：使用した生分解性シート

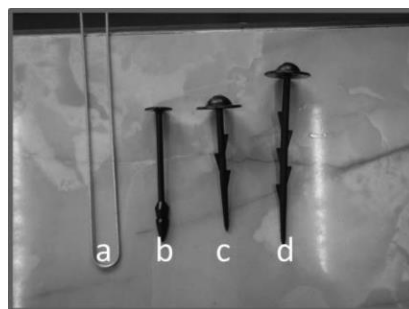


写真2：使用したピン

表1：使用したピンの種類

ピンaは令和3年度のみ使用しています。

ピン	長さ (cm)	単価 (円/本)
a	30	27
b	15	19
c	15	26
d	20	31

枚の生分解性シートを試験区にマルチングしました（表2、写真3）。

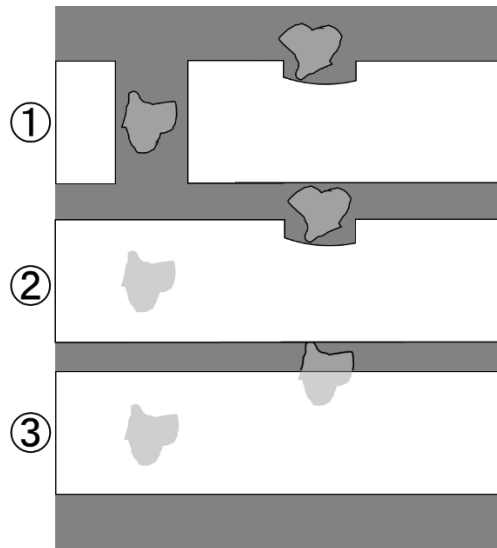


図3：生分解性シートが切株と当たったときの対処法について

- ① どのような場合でも生分解性シートを切断し、切株にシートが被らないようにする。
- ② 小さな切株はシートで覆い、そうでないならシートを切断する。
- ③ どのような場合でも切株をシートで覆う。

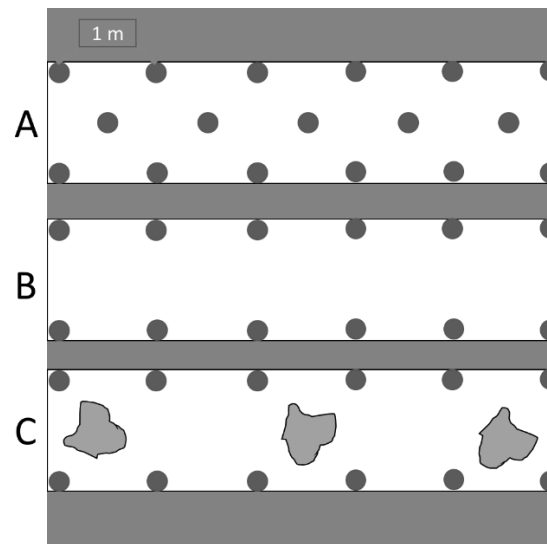


図4：ピンの打ち込み方について

- A. シートの両端と中心部に1m間隔でピンを打ち込む。
- B. シートの両端にのみ1m間隔でピンを打ち込む。
- C. シートの両端にピンを打ち込み、中心部に伐根を設置する。

表2：それぞれのシートのマルチング方法

数字、アルファベットはそれぞれ表1、図3、図4のものと同一。

	シート 1	シート 2	シート 3	シート 4	シート 5	シート 6	シート 7	シート 8~11
シートの敷き方	①	②	③	③	②	③	①	①
ピンの種類	c	c, d	b, d	c, d	c, d	c, d	c	c, b
ピンの打ち方	A	A	B	A	C	C	C	B
シートの長さ	24.7m	25.2m	34.1m	35.2m	30.5m	27.9m	28.9m	約23.0m

(4) 工期調査

各シートのマルチング時に作業時間を計測し、1 ha あたりの人工をそれぞれ算出しました。下刈りイラズの人工は切株を切断した時間と生分解性シートをマルチングした時間を合計して計算し、下刈りの人工は1年に1回、1 ha あたり 11 人工を4年分行うと仮定して計算しました。また、それぞれの施業に掛かった金額を計算、比較を行いました。下刈りの人工数や金額は、平成 29 年度低密度植栽技術の導入に向けた調査委託事業報告書（林野庁）より引用しました。

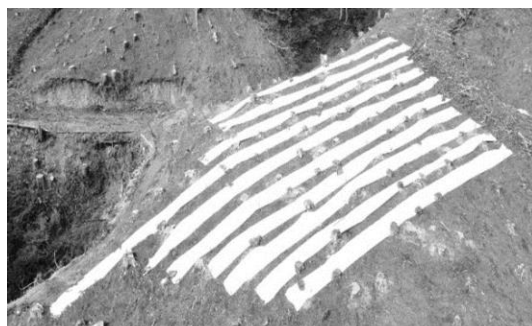


写真3：下刈りイラズを行った後の試験区

(5) 有効性調査

マルチングが終わった後、毎月シートの様子や下草の繁茂状況を確認しました。シートの確認は主に捲れていないか、または損傷していないかを、ドローンや目視にて観察しました。下草の繁茂状況の確認については、試験区と対照区に設置したコードラート（1 m × 1 m、試験区シートの上：5か所、試験区土の上：5か所、対照区苗近辺：5か所の計15か所）の面積に対する下草の繁茂率を、目視にて5%刻みで評価を行いました。

また、春季と冬季に試験区、対照区内のスギ苗の地際直径を個体毎に計測して生長率を計算し、比較検定を行いました。条件等に関しては以下のとおりです。

計測日：1回目：5月25日、2回目：12月1日

個体数：試験区：130個体、対照区：130個体

計算式：生長率＝(2回目に計測したスギ苗の地際直径)－(1回目に計測したスギ苗の地際直径)

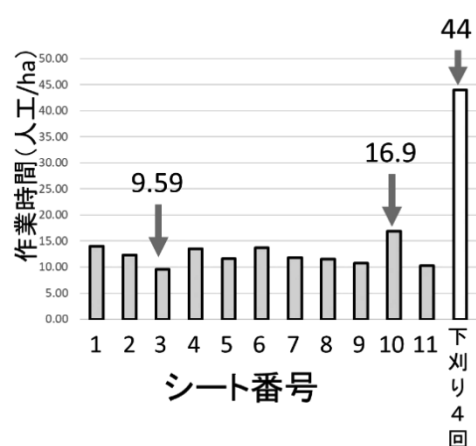


図5：各シートのマルチングおよび下刈りに掛かる作業時間

3 結果

(1) マルチング・植栽

シートを観察した結果、令和4年8月の集中豪雨で一部捲れてしまったものがありました。このことから、下刈りイラズを行った後も、定期的に修繕する必要があると考えられます。

(2) 工期調査

下刈りイラズの作業時間を下刈りと比較した結果、すべてのシートの敷き方で作業時間が大きく減少しました（図5）。しかしながら、コストは下刈りよりも高くなってしまいました（図6）。コストの最大の要因は主にシート材料費でした。

(3) 有効性調査

下草の繁茂率調査の結果、試験区の下草繁茂率はシートの上、土の上ともに5%程度である一方、対照区の下草繁茂率は平均約20%と高い結果となりました(図7)。また、スギ苗の生長率調査の結果、試験区のスギ苗の地際直径が対照区よりも有意に高い結果となりました(Wilcoxonの順位和検定: $p < 0.05$ 、図8)。以上のことから、下刈りイラズによって下草等の繁茂が抑制され、その結果スギ苗の生長が促進されたことが示唆されました。

4 まとめ

下刈りイラズの結果、下草の繁茂が抑制され、スギ苗の生長が促進されていることから、下刈りイラズには下刈りと同じような効果があることが示唆されました。また、作業時間も従来の下刈りと比べ大きく減少した一方、コストの増加が大きな課題となりました。コスト増加の最も大きな要因が生分解性シート(276万円/ha)であり、過去の類似研究でも同様にコスト問題が課題となっています(原山ら2014)。令和5年度以降も、経過観察を踏まえてマルチングの有効性・耐久性について検証していきます。

5 謝辞

本研究を行うにあたって地拵えや切り株の切断、マルチングの作業にご協力いただいた株式会社旭林業の皆さまにこの場をお借りしてお礼申し上げます。

6 参考文献

- 原山 尚徳・上村 章・齋藤 丈寛・高橋 裕二・宇都木 玄. カラマツ新植地における生分解性防草シートを用いた下草防除効果. 北方森林研究, 2014, 62, 33-36.
- 林野庁. 令和元年度森林・林業白書, 林野庁, 2019, 279p.
- 林野庁. 平成29年度低密度植栽技術の導入に向けた調査委託事業 報告書, 林野庁, 2018, 年, 111p.

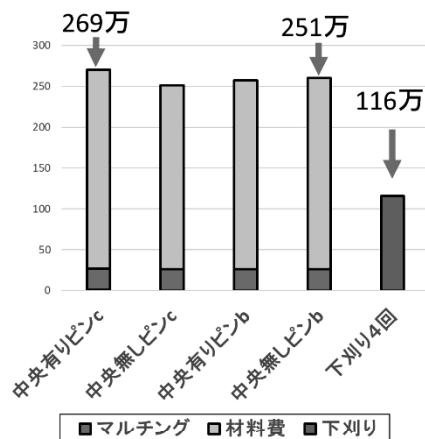


図6：各シートの敷き方および下刈りに係る1 ha当たりの金額

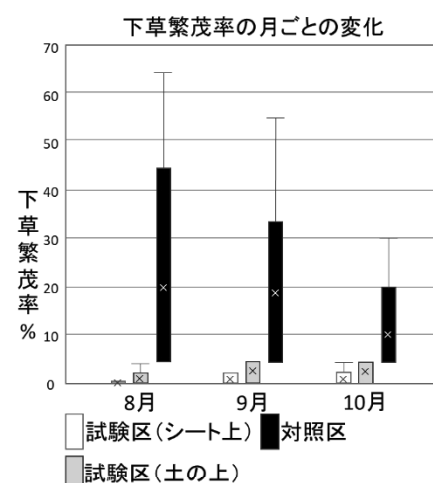


図7：8月、9月、10月における各コードラートの下草繁茂率

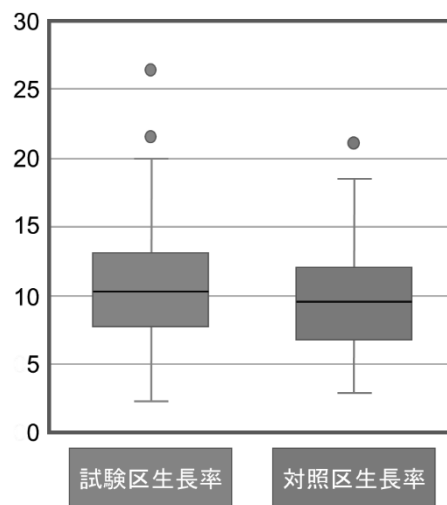


図8：試験区、対照区のスギ苗生長率

山腹工施工地における森林復旧の評価

岩手県南広域振興局農政部花巻農林振興センター 阿部 修一

1 はじめに

山腹工施工地の森林復旧の達成状況を「山に戻っている」と、しばしば耳にするが、どう捉えたらいいのかという長年の疑問がありました。

また、「治山施設個別施設計画策定マニュアル」においては、健全な森林に回復している判断基準として「施工区域の全域で立木がうっ閉するとともに下層植生が発達し当該目的が確保されていると見込まれるもの。」と記載があるものの、定量的な判断方法はないものかという疑問もありました。

さらに、植栽木のマルチング工法を、過去に管内で実施しており、植栽木を被圧する下草、低木等の成長を抑制し、植栽木の成長を確保することという優れた工法であるのに、岩手県内で一般化してないのは、施工地の明確な森林復旧の評価がされてないからではないかという懸念がありました。

そこで、今回、マルチング施工地と未施工地において、山腹施工地における森林復旧の評価検証を行ったので報告します。

2 取組・研究方法

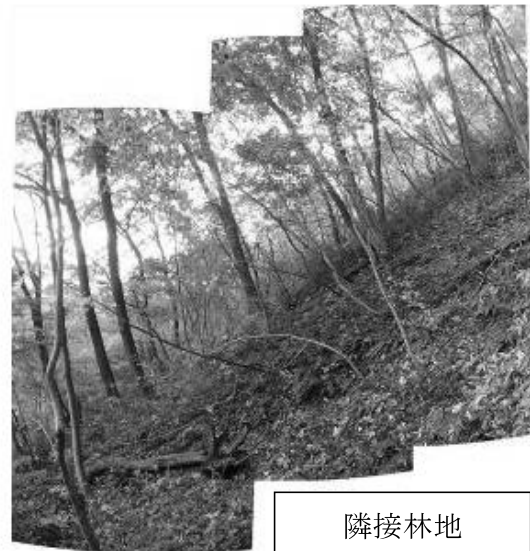
植栽したケヤキにマルチングを施工した箇所と未施工の箇所において、山腹工施工地が崩壊前の健全な林地に比べ、どの程度まで回復しているのかを解析するため、山腹工施工地と隣接林地において、樹高、胸高直径を測定し、評価数値として、収量比数、立木材積、形状比 80 以上の本数率、胸高断面積を算出しました。

(1) 調査地状況

ア 平成 15 年度 小瀬川地区復旧治山工事（マルチング施工地）



イ 平成 13 年度 台地区復旧治山工事（マルチング未施工地）



(2) 調査内容

半径 4 m の円形プロットを設置し、プロット内の立木の胸高直径（2 cm 括約、6 cm 以上）、樹高、本数を計測しました。プロットの設置は下表 1 のとおりです。

表 1

	平成 15 年度 小瀬川地区復旧治山工事	平成 13 年度 台地区復旧治山工事
山腹工施工地（植栽工施工地）	4 箇所 × 50m ² = 200m ²	2 箇所 × 50m ² = 100m ²
植生工マルチングの有無	有	無
林接林地	2 箇所 × 50m ² = 100m ²	2 箇所 × 50m ² = 100m ²

3 結果

調査の結果、下表 2 のとおりとなりました。

表 2

地区名	測点	林 況						評価(2地区の治山施工地の評価が高い方を○、そうでない方を×とした)											
		治山施工地 [復旧林地] or 隣接林地 [自然林地]	構成樹種 (胸高断面 面積比率)	調査 面積 m ²	平均 胸高 直径 cm	平均 樹高 m	本数 本/ha	収 量 比 数 Ry	隣接 林地 [自然 林地] 100%	評 価	立木 材積 m ³ /ha ※1	隣接 林地 [自然 林地] 100%	評 価	形状比 80以 下の本 数率 %	隣接 林地 [自然 林地] 100%	評 価	胸高 断面 積 m ² /ha	隣接 林地 [自然 林地] 100%	評 価
マルチング 施工地 H15年度 小瀬川地区 復旧治山工事	No.1~4	山腹工 施工地 [復旧林地]	ケヤキ 99% その他L 1%	200	11.6	8.8	1600	0.46	51	×	125.3	21	×	53	120	○	20.5	31	○
	No.6	隣接林地 [自然林地]	アカマツ 83% その他L 17%	50	20.0	16.2	1800	0.91	100	/	594.2	100	/	44	100	/	65.7	100	/
マルチング 未施工地 H13年度 台地区 復旧治山工事	No.1~2	山腹工 施工地 [復旧林地]	ケヤキ 55% その他L 45%	100	13.6	9.9	1000	0.41	78	○	114.2	24	○	35	88	×	8.50	18	×
	No.3~4	隣接林地 [自然林地]	その他L 100%	100	20.0	12.1	1000	0.53	100	/	481.1	100	/	40	100	/	47.4	100	/

※1 県有林収獲調査表の立木材積表で算出される幹材積。広葉樹は枝葉を含む。

※2 隣接林分のNo.5は、同一斜面がアカマツ林で、同箇所だけがスポット的に広葉樹となっており(遠景で確認したもの(写真有り)、同一斜面の大勢を表していないと判断されたため調査対象から除外した。アカマツも数本存在していることから、アカマツ林が広葉樹化した箇所と推測される。

4 考察・結論

各評価は、[山腹工施工地（復旧後林地状況）] ÷ [隣接林地（崩壊前林地状況）] を計算し、計算値の評価因子としての妥当性を検証しました。

(1) 森林復旧の評価因子の妥当性の考察

ア 収量比数 (R_y)

マルチング施工地 51% < マルチング未施工地 78%

[検証]

収量比数算出のため使用した林分密度管理図の東北地方広葉樹(ナラ類、クヌギ)は、個別の調査地の林分状況を反映したものではありません。又、岩手県治山事業技術細則（保安林整備編）の記載では、「・・・林分密度管理図は、・・・広葉樹天然林等には適用できない場合が多い。」となっており、広葉樹が多い調査地には不適であると考えられました。更に、人工林密度管理図解説書（林野庁監修）では、収量比数を算出する同管理図の樹高適用は上層木樹高となっていますが、調査地は広葉樹であるため下層～上層にかけて成長している林分なので、密度管理図から算出される収量比数は不適であると考えました。

以上により、評価因子としては不採用としました。

イ 立木材積 (m³/ha)

マルチング施工地 21% < マルチング未施工地 24%

[検証]

算出要因の広葉樹樹高測定において、広葉樹先端部が明確ではなく計測誤差が大きいことが危惧されました。

このことにより、評価因子として不採用としました。

ウ 形状比 80 以下の本数 (%)

マルチング施工地 120% > マルチング未施工地 88%

[検証]

上記イと同じ理由により、評価因子として不採用としました。

エ 胸高断面積 (m²/ha)

マルチング施工地 31% > マルチング未施工地 18%

[検証]

胸高直径については、2次的に算出した値ではなく直接的な値であること、かつ、測定誤差も少ないと判断されました。

このことから、評価因子として採用することとしました。

(2) 結論

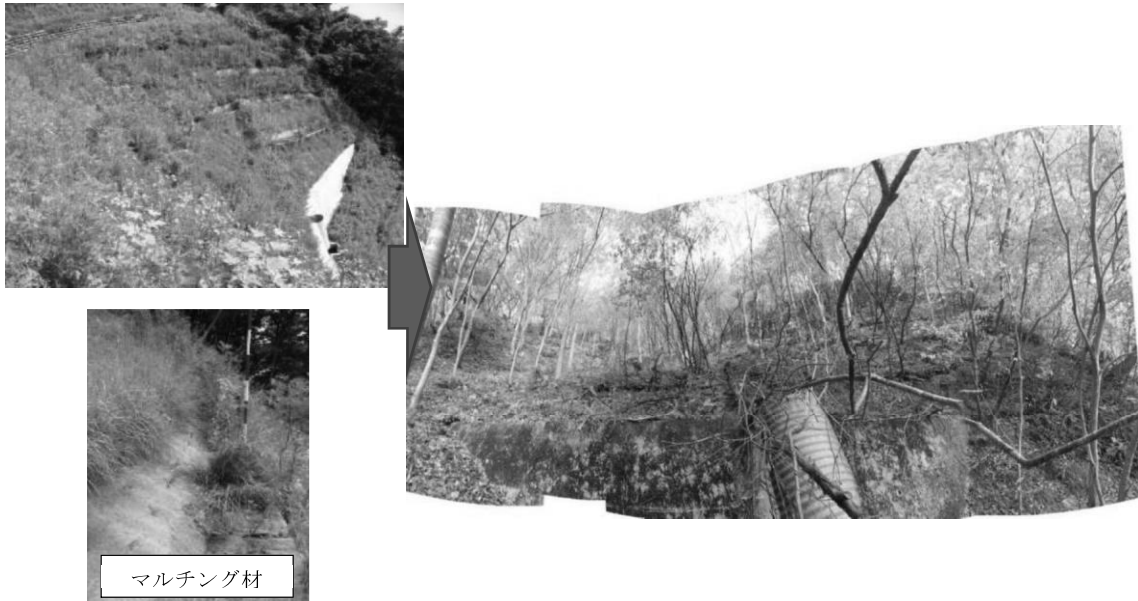
山腹工施工地の「森林復旧の度合」の評価指標として、胸高断面積 (m²/ha) の [山腹工施工地（復旧林地）] ÷ [隣接林地（自然林地）] × 100 を採用し、その値を、胸高断面積比数 (%) としました。

その結果、下表 3 のとおり山腹工施工地においては、マルチング施工地の胸高断面積比数が高く、森林復旧の度合いが高いと評価できることの検証を得ることができました。

表 3

施工地区分	胸高断面積比数
マルチング施工地 (H15 小瀬川地区復旧治山工事)	31%
マルチング未施工地 (H13 台地区復旧治山工事)	18%

ア 森林復旧の度合いが高いマルチング施工地の山腹工
 (平成 15 年度 小瀬川地区復旧治山工事、胸高断面積比数 18%)



植栽 1 年後 (H16 年度)

植栽 19 年後 (令和 4 年度)

イ 森林復旧の度合いが低いマルチング未施工地の山腹工
 (平成 13 年度 台地区復旧治山工事、胸高断面積比数 18%)



植栽 3 年後 (H16 年度)

植栽 23 年後 (令和 4 年度)

(3) 今後の課題

今回の報告は、山腹工の森林復旧の度合いを評価したものです。

この報告を踏まえ、森林復旧した山腹工は、胸高断面積比数を指標として、継続して効果を発揮し続けるよう管理する必要があると考えます。

今後の具体的対応として、次の2つのことを提案し、山腹工施工地における森林復旧の評価に関する報告を終わります。

ア 山腹工の森林復旧の状態について、個別施設計画と同様に、定期的に管理し、管理においては胸高断面積比数を指標する。

イ 山腹工の植栽工について、マルチング施工を含めた適切な保育作業の仕組みを確立する必要がある。

5 参考文献等

治山施設個別施設計画策定マニュアル（平成 29 年度改訂版）平成 30 年 3 月林野庁、人工林密度管理図 解説書及び東北地方広葉樹（ナラ類・クヌギ）林分密度管理図 監修 林野庁（平成 11 年 7 月 30 日 1 刷発行）、岩手県治山事業技術細則（保安林整備）（令和 4 年 4 月 1 日以降適用）

地域の実情に合わせた下刈省力化の推進について

秋田県由利地域振興局農林部森づくり推進課 副主幹 花田 綾子

1 はじめに

秋田県は全国有数の森林資源量を誇り、収穫適期の森林が豊富にあります。カーボンニュートラルの実現のためには、こうした森林を伐採し、植林を行って森を若返らせることが重要であることから、再造林面積を令和3年度の338haから令和7年度は750haまで増加させることを目標とし、再造林を推進しているところです。

一方で、本県の林業雇用労働者数は、平成28年度から令和2年度までで1,300人程度で推移しており、令和2年度の60歳以上の割合は34%と、高齢化率が高い状況です。今後、再造林が推進されることで植栽地における下刈などの保育作業が増大し、労務不足が深刻化することが懸念されています。

そこで、本荘由利森林組合協力の下、下刈回数の省略を導入し、地域の実情に即した下刈省力化の推進に取り組みました。

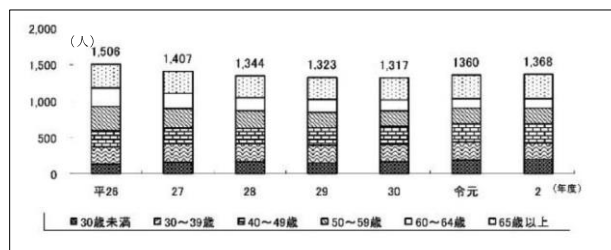


図1 林業雇用労働者数の推移

2 取組・研究内容

(1) 植栽木と周辺植生との競合状況調査

【下刈終了時期の検証】

令和3年度に下刈を予定していた箇所(2年生～7年生・48箇所)について、図2の区分により、植栽木と周辺植生との競合状態について判定し、下刈終了の判断の時期について考察しました。

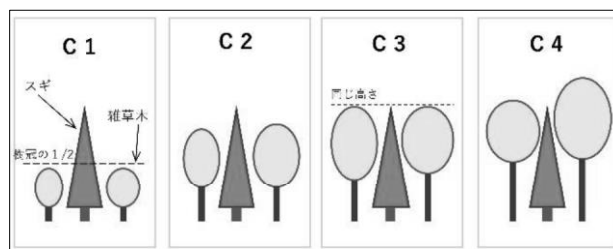


図2 植栽木と周辺植生との競合状態(4区分)

(2) 下刈回数省略の導入成果とシミュレーション 【下刈回数の省略の有効性の検証】

令和3年度に植栽年、4年目、6年目の下刈を省略し、従来の連年下刈を実施した場合と人工数を比較しました。

また、これまでの造林実績とR7年度までの造林計画面積をもとに、下刈面積のシミュレーションを行いました。

(3) 下刈回数省略の影響調査 【下刈回数の省略による悪影響の検証】

下刈を省略した箇所(植栽年省略2箇所、3年目省略1箇所、4年目省略1箇所、6年目省略1箇所)に標準地(10m×10m)を設定し、翌年度の下刈終了後に植栽木の樹高を調

査し、周辺の連年下刈地の樹高と比較しました。

また、省略箇所の下刈を実施した作業員に、作業の内容に変化があったか聞き取り調査を行いました。

3 結果と考察

(1) 植栽木と周辺植生との競合状況調査

2、3年生では、植栽木が完全に周辺植生に覆われている状況でしたが、5年生では植栽木は周辺植生と同程度の高さ以上になり、7年生では、8割以上の箇所で周辺植生の2倍以上の樹高となっていました。

下刈終了の判断のタイミングとしては、5年生の下刈時もしくは7年生の下刈実施前が適期と考えられます。

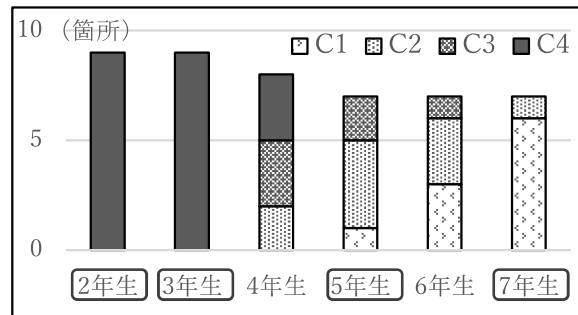


図3 林齢別の植栽木との競合状態

(2) 下刈回数省略の導入成果とシミュレーション

連年下刈で実施する場合、令和3年度は375haの下刈を予定していましたが、下刈回数を省略することで、212haまで下刈面積を削減できました。これを造林補助事業で適用されている標準的な歩掛かりで換算した結果、連年下刈時と比較して、1,086人工を削減できたことになりました。

また、保育作業を行う作業員数を基に、由利地域振興局管内における下刈実施可能面積を試算したところ、442haとなりました。連年下刈と下刈回数を省略した場合の下刈面積のシミュレーションでは、連年下刈を継続した場合、令和5年度以降は予定している下刈面積が実施可能面積を超過し、対応できなくなると予測されましたが、下刈回数を省略することで、令和7年度までは予定している下刈を実施できると予測できました。

労務不足対策として、下刈回数の省略は有効であると考えられます。

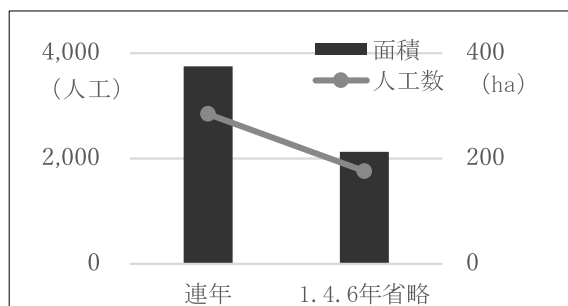


図4 下刈面積と人工数の比較

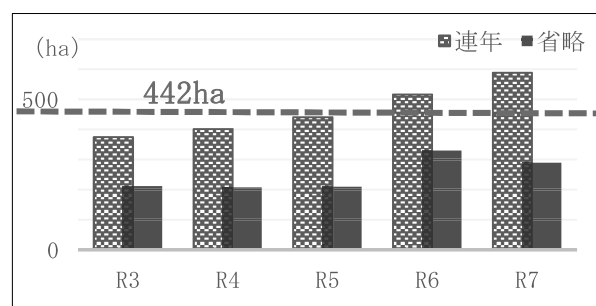


図5 下刈面積の推移予測

(3) 下刈回数省略による影響調査

下刈を省略した箇所に設定した標準地の平均樹高は、2年生で45cm、4年生で96cm、5年生で104cm、7年生で229cmと、5年生を除いて連年下刈地と同程度の樹高でした。

作業員からの聞き取りでは、「省略した箇所では、刈り払われずに残った周辺植生の一部が灌木化し、翌年の下刈時の効率を落としている。作業内容としては除伐に近い。」「1

年下刈を実施しないと、植栽地へのアクセス道路も雑草木が繁茂し、作業場所にたどり着くまでが大変になる。」といった声があげられました。

下刈の省略については、植栽年、4年目、6年目と最大3回の省略を実施することとしているため、今回の調査結果だけでは影響について明確に判断できません。今後も調査を継続します。

また、省略箇所の翌年の作業については、具体的にどの程度時間がかかり増しになっているのか、無駄な作業が含まれていないか継続調査により把握することが必要です。

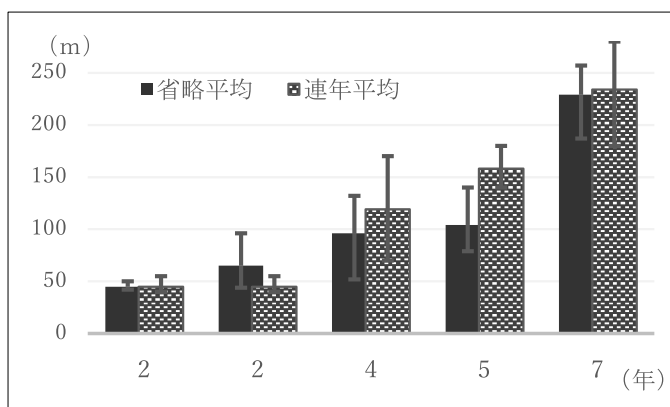


図6 下刈回数省略地の樹高調査

4 今後の展開

(下刈実施の判断について)

令和3年度は、植栽年、4年目、6年目の下刈について現場条件等を考慮せず機械的に省略し、その成果や影響を調査しました。しかし、実際の植林地の条件は様々であり、植栽年であっても、伐採から数年経過している箇所や地拵えを人力のみで実施した箇所などは、雑草木の回復が早く、下刈が必要な場合もあります。また、7年目の下刈は、「状況により実施する」とだけ条件をつけて担当職員に判断を委ねたところ、実際は植栽木が十分に成長している箇所でも判断に迷い下刈を実施している箇所が見受けられました。

植栽年、5、7年生時の林況を想定したチェックシートを作成し、だれでも適正な判断ができる体制を構築したいと思います。

(下刈省略後の林地に対応した作業内容について)

下刈省略翌年の下刈について、功程調査を実施し、作業内容の改善点はないか、発注時の仕様変更が必要ではないか、森林組合担当者等と話し合っていきたいと思います。

(森林所有者への普及啓蒙について)

下刈回数の省略については、森林所有者からも植栽木への悪影響を心配する声があがっています。今回の調査結果を座談会で説明するなどして、森林所有者の省力化への理解を深めていきたいと考えています。

5 参考文献

- ・令和3年度版 秋田県林業統計 秋田県農林水産部
- ・低コスト・省力再造林の手引き 秋田県農林水産部

高盛土造成地へ植栽したヤマザクラの植栽評価について

宮城県気仙沼地方振興事務所林業振興部 高橋 秀輔

1 はじめに

当管内の海岸防災林は、令和3年4月に植栽が完了したことから、今後は下刈りやつる切り、除伐、補植などの保育管理が必要となる段階にあります。

今後、適正な保育管理を行うためには、国や県の事業を活用して実施する必要があり、植栽状況を考慮した事業計画を立て、予算要望を行う必要があります。

また、気仙沼大島の東岸に位置する田中浜で海岸防災林を造成するにあたっては、綺麗な海を楽しめる絶景スポットとして有名な観光地ということもあり、海岸防災林造成を行うため合意形成を図る中で、「クロマツ植栽」「針広混交植栽」「高盛土へのヤマザクラ植栽」の3つの植栽形態で造成が行われています。

そこで今回は、「住民要望を踏まえた事業計画の立案」と「広葉樹植栽地の維持管理実績」を作成することを目的として、位置図で着色されたエリアの高盛土において植栽されたヤマザクラを対象に生育状況を把握する植生調査を実施しました。

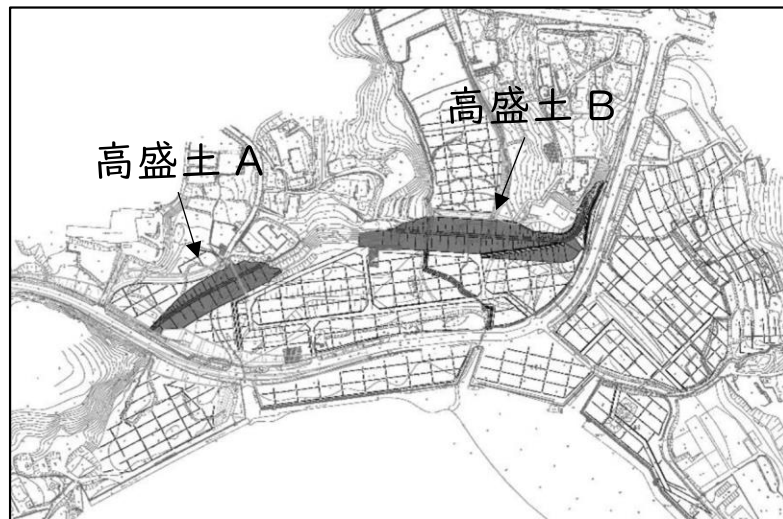


図1：位置図

2 取組・研究方法

今回の調査では生育状況を比較検討をするため、高盛土法面の方角を地点名とした計4地点で、植栽したヤマザクラすべてを対象とした全木調査を行いました。

工程のはじめは、調査を行う目的の整理や手段の検討・段取りを行うなど、外業の準備を中心に実施しました。

調査時に使用した野帳は、「道路土工切土工・斜面安定工指針」に付録されている「植生管理のための調査票」を参考に作成しています。

調査後は結果の集計を行うとともに、植栽位置や生育状況を示した管理図面の作成を行い、事業要望等の検討に使用しました。

具体的な調査内容は「生育状況」「侵入植物」「環境条件」「生育基盤」の4項目を調査しました。

生育状況調査では樹高・生育に影響のある障害などの確認を行いました。

侵入植物調査ではコドラートを設置し、区域内の植被率、出現種、被度及び群度を測定しました。

環境条件調査では法面勾配や風当たり、日照等について、生育基盤調査では雨等による

浸食の有無，土壤硬度指数等を植物の生育環境の把握のため備考程度に実施しました。

調査の判断については主観的な判断になりますが，図2のように順調に成長しているものを「良好」，図3のような成長具合の悪いものを「不良」，図4のような枯れてなくなっているものを「枯死」として，植栽木の生育状況を評価しました。

また，生育に影響のある危害要因の把握についても行い主な要因として，鹿や虫による食害や雑草木による被圧，クズやネットによる成長阻害などが確認できました。



図2：良好な植栽木



図3：不良な植栽木



図4：枯死した植栽木



図5：ネットによる成長阻害



図6：虫害痕



図7：クズによる成長阻害

3 結果

(1) 環境条件の調査結果

4地点ともに法面勾配は約30度前後の数値を計測し，風を遮る基礎工や植栽木を覆うような中高木がないため日照については，直射日光が当たる環境である「陽」，風当たりについては，強風を受ける環境である「強」と評価しました。4地点で結果に大きな差が出なかったため植栽地の環境条件は成長への影響は与えていなかったと思われます。

(2) 生育基盤の調査結果

土壤硬度については，地盤工学会基準に則り，山中式土壤硬度計を用いて各法面5地点を測定し，平均した数値を表1に記載しています。

4地点の測定結果は約8mmから10mmの数値を示し，植物の根系発達に障害はないも

この 11mm 以下であることから乾燥の傾向が見られる値となりました。

侵食等の状況については、高盛土 B の東法面で小規模なリル侵食が見られ侵食のあった周囲のヤマザクラは枯死していました。

また、地山の状況については高盛土 A が雑草木が繁茂しているなかで、高盛土 B では雑草木が少ないうえ乾燥具合が強い状況でした。

このことから生育基盤調査では正確な数値等を出していませんが、乾燥等が成長への影響を与えていると思われます。

表 1 植生調査成果（環境条件および生育基盤）

盛土法面の種類		環境条件			生育基盤		
盛土種類	法面方位	法面勾配	日照	風当たり	土壌硬度指数	侵食・流亡の状況	地山の状況
高盛土 A	南西	30度	陽	強	8.8mm	無し	雑草木が点在
	北東	31度	陽	強	9.2mm	無し	雑草木が全面的に繁茂
高盛土 B	西	30度	陽	強	8.8mm	無し	裸地が目立ち、強い乾燥状況
	東	29度	陽	強	10.6mm	侵食有り（1箇所）	雑草木が点在し、所々乾燥気味

（3）全木調査結果

図 8 と図 9 にはヤマザクラの位置と生育状況を色分けした図を示し、表 2 に 4 つの法面毎の調査結果を示しています。

高盛土 A の南西法面は、4 つの法面の中では良好な生育状況が多く見られました。

樹高を見ると最大・最小・平均値の全てで良好な値が確認できます。

北東法面についても、生育不良のものも多々見られますが、比較的良好な生育状況となっています。

虫害が多いことや雑草木も繁茂していたことから、他の法面とは異なった傾向が見られました。

続いて高盛土 B の結果についてですが、西法面は、4 つの法面の中で非常に悪い結果となっており約 8 割の植栽木が枯死している状況でした。

また東法面についても、約 4 割強の枯死が見られました。

西法面・東法面ともに、生き残っている植栽木をみると、葉の色が全体的に黄緑から黄色を帯びており、枝先の枯れも見られ生育基盤調査でみられた乾燥が影響していると思われます。

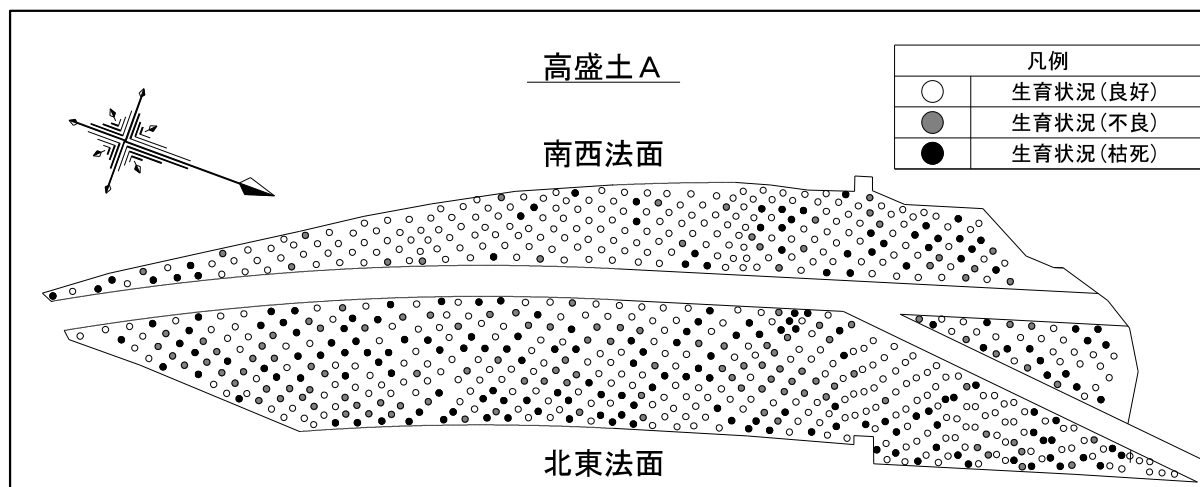


図 8：高盛土 A の管理用図面

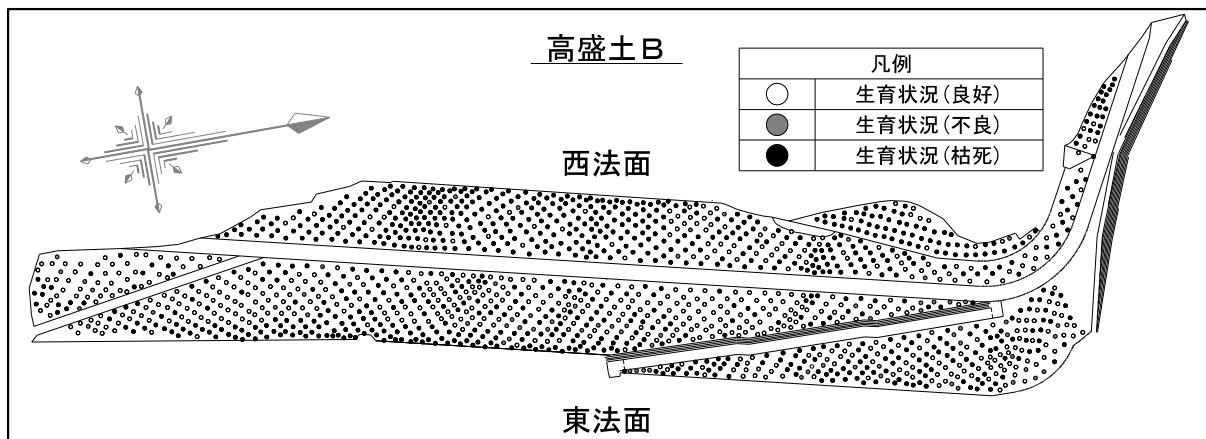


図9：高盛土Bの管理用図面

表2 植生調査結果（全木調査結果）

盛土法面の種類		生育状況				樹高			成長阻害要因		
盛土種類	法面方向	良好	不良	枯死	合計	最大値	最小値	平均	鹿食害	虫害	その他
高盛土A	南西	188本(74.0%)	25本(9.8%)	41本(16.1%)	254本	2.8m	0.5m	1.9m	68本	3本	9本
	北東	267本(51.3%)	107本(20.6%)	146本(28.1%)	520本	2.8m	0.4m	1.6m	46本	43本	32本
高盛土B	西	111本(18.4%)	10本(1.7%)	481本(79.9%)	602本	2.6m	0.2m	1.4m	19本	0本	16本
	東	450本(48.1%)	63本(6.7%)	423本(45.2%)	936本	2.7m	0.4m	1.6m	149本	0本	54本
合計		1,016本(43.9%)	205本(8.9%)	1,091本(47.2%)	2,312本	2.8m	0.2m	1.6m	282本	46本	111本

(4) コドラート調査結果

荒地に侵入するススキ等の帰化植物が多くみられました。

また、典型的な代償植生になってきていることから、適切な植栽管理を行っていく必要があると考えられます。

部分的ではありますがマメ科植物も繁茂していることから根粒菌による共生機能について期待したいところです。

植栽地付近では海浜植物が見られないため、多様性については低いと思われます。



図10：ススキ

4 考察・結論

今回の調査で「広葉樹植栽地の維持管理実績」の基礎資料を作成したことによって、現在抱えている問題を見える化することができ今後の保育管理の方針等を検討することができました。

調査結果の高盛土Bの枯死状況から補植は必要と考えられます。「住民要望を踏まえた事業計画の立案」については、合意形成の時点でヤマザクラを植栽する計画で進めていたことから、初回はヤマザクラの補植を行い、2回目以降の補植が必要な場合は、地区住民への説明を行った上でクロマツの補植に切り替えていく必要もあります。

補植の際には、防護ネット高を超えて成長している植栽木が鹿による葉の食害を受けていることから、幼齢木の成長に効果があったと思われるため処分せずに再活用したいと考えています。

現在は成長段階でネットに絡まってしまっている植栽木もあることから、手作業も必要になってきます。

また、下刈りやつる切りを行い阻害要因を低減させるための事業の要望・発注も行っていきます。

広葉樹植栽地の目標林型や保育管理については中長期的視野で対応が求められるため、維持管理や植生管理を適正に行うためにも地区住民や本庁担当部署と調整しながら進めていきます。

今回の調査では生育不良の根本的な原因まで調査ができなかったため、今後も調査を継続し適切な植栽管理を進めていきます。

調査継続にあたって、ドローンの活用方法を模索して、調査時間の短縮等効率化も検討していきます。

各署でできる！林道事業におけるICTの実践

～動画から生成した三次元点群の利用～

岩手南部森林管理署 森林情報管理官 ○吉川 秀平
○森 滉平
森林整備官 高橋 宏瑛

1 はじめに

三次元点群とは、座標をもった点の集まり（点群）で構築される3Dデータのことです。データ上で測量が可能であるため、国土交通省をはじめ土木分野でも測量や図面作成等で活用が推進されています。

三次元点群の作製には、「航空レーザー測量」、「UAVレーザー測量」、「地上レーザー測量」、「UAV写真測量」といった方法がありますが、本研究では比較的手軽なUAV写真測量に着目しました。

UAV写真測量では、ドローン等の無人航空機（UAV）で写真を連続的に撮影し、写真の重なりから「同じ点」を抽出することで、三次元点群を作成します。この際、上空から等高度で直線的に重複率を意識して撮影する必要があるため、あらかじめ飛行コースを設定した自動飛行が必要です。

UAV写真測量を林道事業で活用するには、路肩、法面、構造物等を撮影する必要があります。しかしながら、上空からの自動飛行では林冠が閉塞しているために林道を撮影することが通常では困難であり、構造物の裏側等を写すこともできません。また、仮に林内での自動飛行を試みても、ドローンが立木等の障害物に衝突してしまう可能性が高く、大変危険です。このように自動飛行によるUAV写真測量は林道を撮影するうえで非常に相性が悪いことがわかります。樹冠下で立体的に障害物を避けて撮影することが林道事業への活用には必要です。

そこで本研究では、自動飛行に頼らずに重複率を確保するため、手動飛行等による動画撮影に着目しました。

動画から三次元点群を作成する原理はUAV写真測量と同じで、基となる写真の代わりに静止画を動画から切り出していくことが特徴です。各静止画は動画から連続的に切り出されているため、切り出す間隔次第で十分な重複率をもち、手動での現地撮影が可能となります。

この方法であれば林道事業にも適用できるのではないかと考え、本研究では各署に配備済みの機材等で動画から三次元点群を作成し、林道事業での実用化の可能性を検証することを目的としました。

2 取組・研究方法

(1) 使用機材

撮影には、ドローン及び小型アクションカメラを使用しました。解析には高性能PCを

用い、オルソ化ソフト、点群処理フリーソフト、CADソフト等のソフトウェアを使用しました。標定点や検証点の目印として必要な対空標識(図-1)は、耐水紙に模様を印刷し、21cm×21cmのものを自作しました。これらは、小型アクションカメラを除き、各署配備済み(予定含む)及び入手可能なものとなっています。

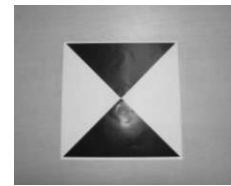


図-1 対空標識

(2) 撮影方法

現地で対空標識を設置し、対象全体を満遍なく動画撮影します。動画は位置情報を持たないため、必要であれば対空標識等明確な基準点を写真撮影することでGPSから位置情報を取得します。以上で現地作業は完了です。50m程であれば準備から撤収まで30分未満で完了しました。

(3) 解析方法

オルソ化ソフトで動画から静止画を切り出し、三次元点群を作成します。基準点等を写真で撮影している場合は、この際に静止画と混ぜて取り込むことで位置情報を付与します。次に作成した三次元点群を基に、点群処理ソフトやCADソフトを用いて測量や加工を行います。三次元点群の作成にかかる時間は約280枚の静止画で30分程度でした。

(4) 検証方法

林道事業において三次元点群の活用が期待される業務として図面作成、工事出来型管理、林道施設点検の3つを想定し、三次元点群で実践可能かどうか、実用化の可能性を評価しました。

3 結果・考察

(1) 図面作成

対象地は岩手南部森林管理署祭時山国有林内に位置する鬼頭林道の豪雨被災箇所を選定しました。復旧工事を行うための図面を作成するには、測量が必要になります。当該箇所では、局署職員によりトランシット等を用いた従来の現地での測量を実施し、平面図、縦断面図、横断面図を作成していたため、今回の動画撮影を用いた手法から作成した各図面との比較を行いました。

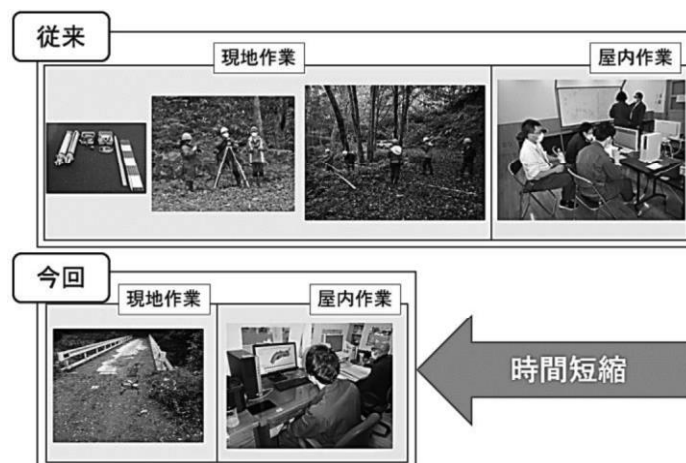


図-2 従来の測量との違い

使用機材を比較すると、従来の方法では、図-2のように現地で多くの機材を用いて多岐に渡る作業を行っていましたが、今回用いた方法では、ドローンのみで現地作業を完了できます。

平面図は、真上から見た三次元点群を画像としてCADソフトに取り込み、画像上で作図を行いました(図-3)。現地で測点間距離を1箇所測っておき、CAD上でその位置及

び距離を合わせることで、画像上での作図が可能となります。結果、従来の現地測量による平面図と比べて中心線は数cmのずれで一致していましたが、唯一起点位置で数十cmの乖離がみられました。これは、GPSの精度のほか、作図者の中心線の取り方も大きく影響したと考えられます。作業時間は2時間ほどで、半日以上の作業時間削減を達成しました。

続いて縦断面図です。データ上で基準点と各点群の座標値がわかるため、高さを意味するZ座標を図面に落とすことで簡単に作図することができました(図-4)。

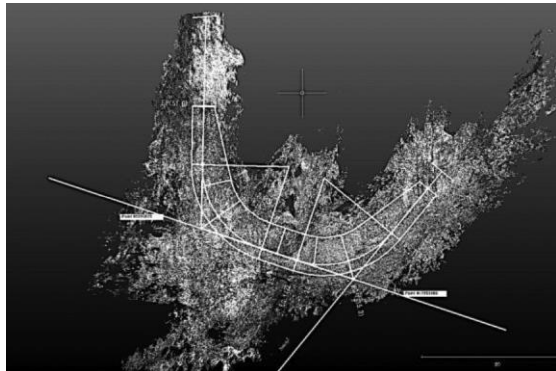


図-3 平面図の作成

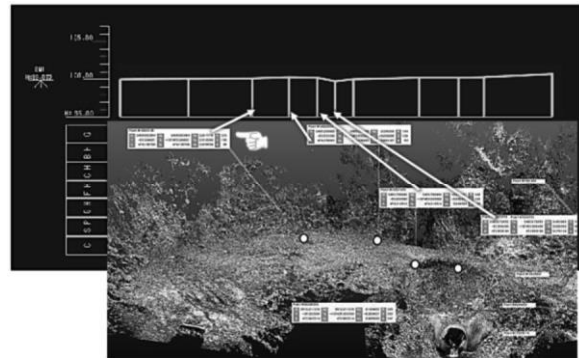


図-4 縦断面図の作成

点群処理フリーソフトでは、DXF形式の取り込み、出力が可能です。横断面図の作成では、この機能を用いて点群上に平面図を表示し、各測点で横断面を自動生成します。生成した断面図をDXF形式で出力し、CAD上でZ軸を補正して完了です。20分ほどで作図ができました(図-5)。決壊した路体(図中央)付近は非常に精度よく再現できている一方、擁壁下流側(図右側)では動画で

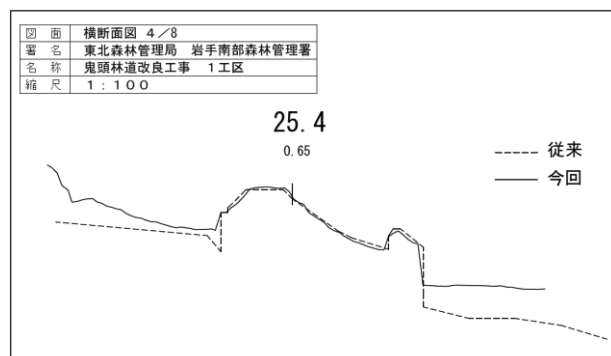


図-5 横断面図の作成

撮影された水面の点を拾っており、実際の河床との乖離が見られることは課題と言えます。

また、林道災害の現場では現地の状況を伝達するため、スケールのわかる写真を撮る必要がありますが、今回の手法であれば、少人数で、危険な場所で直接測量する必要が無く、室内で安全に容易な情報伝達を行うことができます(図-6)。



図-6 安全性の確保

(2) 工事出来形管理

対象地は、岩手南部森林管理署高下山国有林にある高下林道です。令和4年度に改良工事を実施した当林道において、動画から生成した三次元点群を用いて出来形確認を試行しました。

施工前後の点群を作成しておくことで、立体的な視覚的比較が可能です(図-7)。施工例の情報伝達として非常に優れています。

擁壁の出来形確認を行う場合、従来であれば擁壁の高さ確認の際に高所を降りて計測する必要がありましたが、三次元点群では、データ上で座標を参照することで計測できるため、室内で安全に計測可能です(図-8)。

また、埋設した暗渠管の延長を確認する場合においても、従来であれば管の中に潜り巻尺等で計測する必要がありましたが、今回の手法であれば両端部の座標から距離を計測することによりデータ上で出来形確認が可能となります(図-9)。

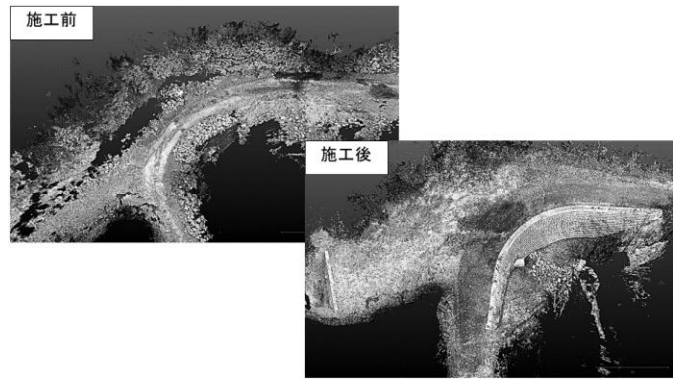


図-7 三次元点群による施工前後の比較

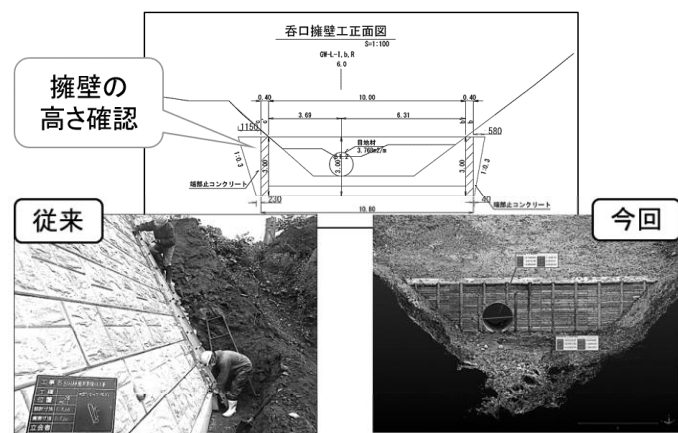


図-8 擁壁の出来形確認

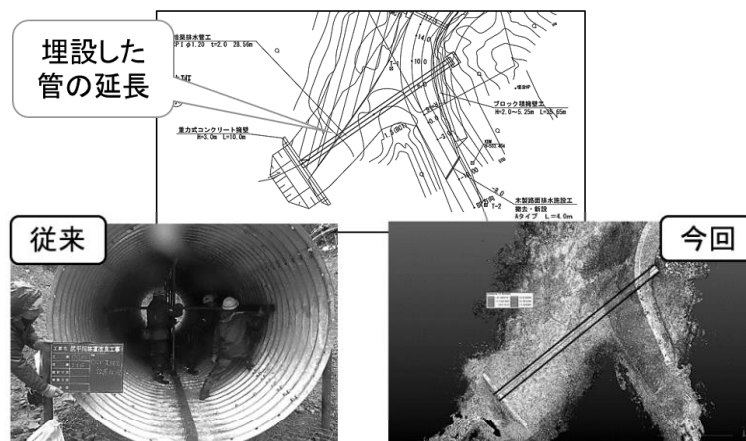


図-9 暗渠管の出来形確認

(3) 林道施設点検

現状の施設点検では、大量の写真による管理を行っているため、煩雑かつわかりにくく、必要に応じて様々な角度から対象を撮影するため、足場の悪い場所では大変危険であるといった問題点があります。

三次元点群であれば、橋台の割れやエフロレッセンス(白華)などの劣化箇所を様々な角度から視認し、データ上で施設点検を行うことが出来るので(図-10)、従来の写真で行われていた情報伝達よりも明瞭で効率が良いと言えます。

また、今後PCB塗膜除去や林道施設の長寿命化のための改良工事の必要性が全国的に増してくることが想定されますが、図面が残っていない橋梁であっても本研究の技術で図面を復元することができます(図-11)。



図-10 三次元点群による施設点検

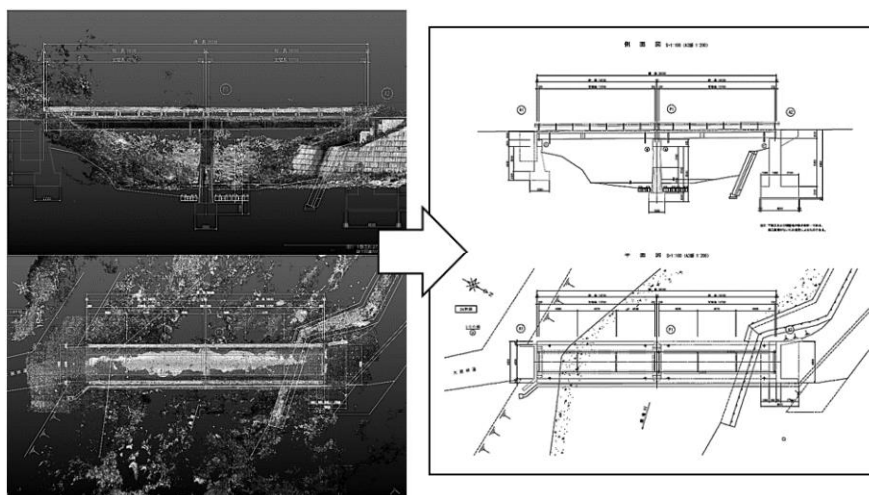


図-11 橋梁復元図の作成

4 まとめ

(1) 結論

これらの結果から、想定した3つの業務は、三次元点群を活用した手法の実用化が期待できると言えます。特に情報の伝達に関して言えば、従来の写真による方法と比べ、三次元点群は非常に優れています。

これ以外にも幅広い活用方法が想定されるほか、各署の設備で職員実行可能な手法であるため、動画撮影による三次元点群の林道事業における実用化の可能性は大いにあるといえます。

各業務の作業時間を試算し、従来と今回で比較したものが図-12 になります。今回の手法が実用化できれば、各業務において従来の手法よりも作業時間が短縮され、効率化が進むと想定されます。

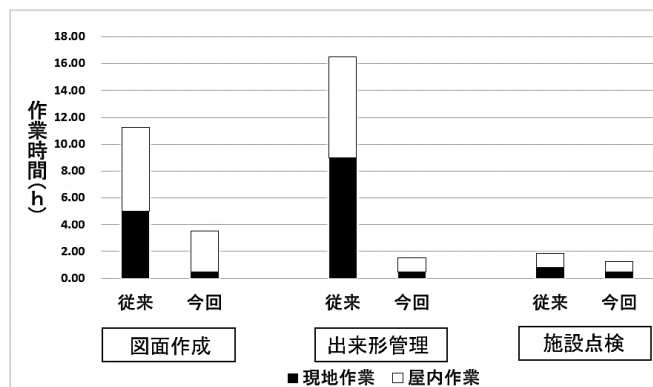


図-12 従来と今回の作業時間比較

(2) 今後の課題

実用化にあたり、三次元点群上での測量成果の精度検証は必須です。どのような撮影方法によれば誤差を少なくできるのか、試行を重ねる必要があります。今回の手法による三次元点群の精度はUAV等搭載のGPSに依存しているため、RTK-GNSS測量機器等を併用することで、より正確な測量ができるのではないかと考えています。精度の基準についても、開けた場所を想定し高い精度を要求する国土交通省のマニュアルと、コンパス測量の誤差までなら許容されている東北森林管理局の林道設計要領のどちらに準拠するべきなのかも検討しなければなりません。

また、各署で実践可能な手法であることから、広く着手していただき実用化を進めるためにもマニュアルの整備をしていく必要があります。

さらに、今回取り組めなかったこととして、施工直後の点群データと現在の点群データを比べることがあります。トラック走行後の碎石移動量や災害時の土砂流出量を算出し、復旧工法の検討ができるのではないかと考えられるので、今後検証を進めていきたいと思いをします。

本研究を遂行するにあたって、岩手南部森林管理署 添谷稔署長には有益なご助言を多数いただきました。また、現場での検証から発表資料の作成に至るまで快くご協力いただいた森林整備官 小渡太氏をはじめ、署内各位には多大な便宜を図っていただきました。ここに記して深甚の謝意を表します。

参考文献等

一井康二・玉木徹・藤井堅 (2014) 写真画像から形状復元した3次元点群データによる構造物の変状把握報告書. (一財)日本建設情報総合センター研究助成事業.

国土交通省国土地理院 (2016) UAV を用いた公共測量マニュアル (案) .

(<https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/>)

瀧誠志郎・中澤昌彦・斎藤仁志・大野勝正・鈴木秀典・吉田知佳史・千原敬也・凶子光太郎 (2020) 動画データによる作業道の三次元点群データの構築. 森利誌 35 (4):203~208.

「岩手山カラマツ」の販売戦略

岩手北部森林管理署

主事 ○坂本大和

主事 ○南坂拓杜

岩手県森林組合連合会 共販グループ グループ長 伊藤陽介

1 はじめに

当署管内に位置する岩手山周辺には樹齢 100 年を超えるカラマツ林が形成されています。このカラマツ林の歴史は古く、明治時代後期に冷害の被害に遭った農民への救済事業の一環として植栽されました。作業では、一般的な苗木よりも大きい 1 m の大苗が使用され、植栽面積は岩手山から前森山中腹の約 5,000ha (図 1) にも及んだとされています。

令和 4 年度に当署では、この高齢級カラマツ林がある国見国有林の 1,547 と 1 林小班外 9 箇所において約 3,000 m²の間伐を実施することとなりました (図 2)。

平成 23 年度に実施された事業においてこの高齢級カラマツを伐採した際は、赤みが強く目の詰まった高品質材を生産しており、令和 4 年度事業においても同様の高品質材の生産が期待できました。そのため、今回の委託販売においても、この歴史ある高齢級カラマツを、高単価で販売できないかと考えました。

そこで、今回の研究では、生産する高齢級カラマツについて高単価で販売するための採材方法を検討し、販売結果から需要や販売促進方法について考察しました。あわせて、高齢級カラマツの地域ブランド化が可能か検討しました。

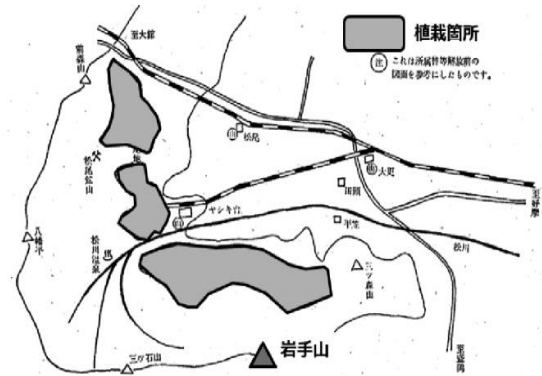


図 1 当時の植栽位置図

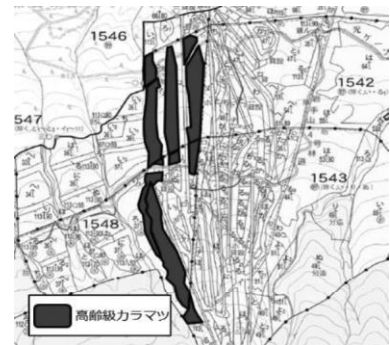


図 2 令和 4 年度事業箇所

2 取組内容

今回の研究では下記 3 項目について取組ました。

(1) 採材方法の検討

- ・聞き取り調査の実施
- ・採材検討会の開催

(2) 需要の考察

- ・購入者へのアンケート調査

(3) 販売促進への取組

高齢級カラマツ材を、「岩手山カラマツ」と命名し、ホームページや業界紙への掲

載、丸太に貼り付けるラベルの作成を行いました。

3 取組結果・考察

(1) 採材方法の検討

今年度採材する長級を検討するにあたり、過去に購入した地元業者を中心に聞き取り調査を実施しました。調査では、高齢級カラマツ材に求める長級や採材時の注意点を伺いました。その結果、求める材の長さが3～6 m、採材時の注意点は、芯腐れを絶対に取り除くことだとわかりました。また、8月上旬には、販売委託先である岩手県森林組合連合会と連携し、請負事業体を交えた採材検討会（写真1）を開催し、販売者側の視点と作業側側の視点の2方向から採材する長級について検討しました。



写真1 採材検討会の様子

その後、これらの取組を踏まえ署内で話し合い、令和4年度事業では芯腐れを取り除いた後、節や曲がりの状況を見て通常の2 m・4 m材の採材に加えて、要望のあった3 m・6 m材を採材し委託販売に出品しました。

委託販売は経常委託販売（以下、経常）を2回、山元委託販売（以下、山元）を5回行い、経常では3～6 m材において3万円以上の単価がつく材が見られ、平均単価も3 m・6 m材において2万円後半、4 m材において2万円を超えており、当署におけるウッドショック前の4 m材の販売単価である1万5千円と比較して高単価で販売できたことがわかりました（表1）。一方で、山元では節・目周りに加え、虫害等の被害があったことから、2 m材ではすべて不落札、3～6 m材でも平均単価が2万円前後と経常に比べて低単価となりました（表1）。

表1 落札平均単価

長級(m)	経常(円/m ³)	山元(円/m ³)
2	19,269	—
3	26,969	17,500
4	22,746	22,563
6	28,419	18,000

(2) 需要の考察

販売終了後、経常で購入した8社にアンケートを行ったところ、岩手山カラマツは、梁・柱等の構造材をはじめ、その大部分がフローリング材・化粧材・ツキ板等の木目を重視する材に使用する予定だとわかりました。また、材の長級については、事業開始前の聞き取り調査と同様に3～6 mと回答する業者が多く、幅広い長級で需要があることがわかりました。そのため、採材時には、一定の長級を集めることよりも木目を重視し、目周りや節などの欠点の除去を意



写真2 出材した材

識する必要があることがわかりました。

(3) 販売促進への取組

委託販売実施前、多くの人に岩手山カラマツの情報を発信するためにホームページの作成や、業界紙への掲載を行いました。ホームページは署ホームページ内に特設ページを作成し（写真3）、岩手山カラマツの歴史や販売予定情報等を更新しました。また、業界紙への掲載は、日刊木材新聞と岩手林業新報社の2社に依頼し、伐採作業中の現場の様子や、出品する材の長所につ



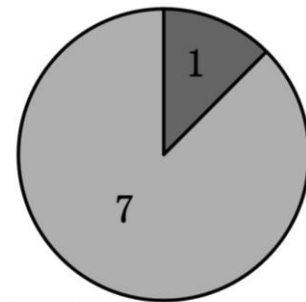
写真3 掲載したホームページ



写真4 作成したラベル

いて掲載していただきました。このほかに、現地における販売促進の取組として土場を見に来た人の目を引くように、岩手山カラマツのラベルを作成し（写真4）、経常で出品した材に貼り付けました。

販売終了後、これらの情報発信の効果についてアンケート調査において「岩手山カラマツの販売についての媒体で情報を得たか。」質問したところ、多くの業者は「販売先の物件案内から情報を得た。」と回答し、「業界紙を見た。」という回答は県外業者の1社にとどまりました。そのため、アンケート調査の結果から



■業界紙等
■委託先の案内書（公告など）

表2 アンケート結果

は、ホームページやラベルの効果について読みとることができませんでした。しかし、業界紙については取材依頼から委託販売実施までが短期間となり、周知がされにくい状況の中でも県外業者が情報を得ていたため、事業開始時期などの早い段階で掲載できればより高い効果が期待できることがわかりました。

また、材に貼り付けたラベルについては、「自社で販売する際に再度使用する。」という声もあり、今後川下への宣伝効果が期待できます。

4 まとめ

(1) 岩手山カラマツの採材について

岩手山カラマツの利用用途は、構造材をはじめ、その多くが人目につきやすい箇所で使用される材に集中しており、見た目を損なう欠点は敬遠されやすく販売価格にも影響が出ることをわかりました。また、材の長さについては3～6 m材を



写真5 製材した岩手山カラマツ

求める声が多く、委託販売においてもそれぞれ高単価で販売できていたことから幅広い長級で需要があるとわかりました。

そのため、岩手山カラマツの採材は、1本売りを前提として長級にとられることなく、欠点を取り除くことに重点をおくべきだと考えます。

(2) 販売促進について

情報発信について、業界紙へ情報を掲載することで一定の効果がありましたが、業者の多くは委託先の物件案内等を元に購入物件の情報を得ていることがわかりました。そのため、今後は引き続き業界紙等へ掲載するとともに、販売委託先と連携し、物件案内等に岩手山カラマツの広告をつけるなど、入札業者へ情報を直接届けられるような取り組みが必要だとわかりました。また、購入業者より、「注文があると購入しやすいので、製材業者だけでなく、川下にも情報を届けて欲しい。」という意見がありました。そのため今後は、川下に向けて情報発信するため、ホームページの充実化やSNSの利用について検討し、情報発信の多角化を行うべきだと考えます。

5 今後の展望

現在、国有林内で岩手山カラマツ林だと考えられる森林は約80ha、資材量にして約23,000 m³のみとなりその多くはスキー場内に存在します。そのため、残された蓄積で事業を実施するためには各方面と協議する必要があります。また、今回低質材として販売した芯腐れや目周りの入った材については、板材に製材している業者の情報もあることから、今後局と連携し情報を集め、新たな需要や販路について模索していきたいです。

岩手山カラマツをはじめとした高齢級カラマツは天然スギや天然ヒノキと違い建築物等に使用される歴史が浅く、結果としてなかなか価格に反映されていないのが現状ですが、今後、これらの課題を解決していき毎年一定量を安定的に供給することで地域ブランド材としての「岩手山カラマツ」を確立させていきたいと考えております。

6 参考文献・協力

(1) 参考文献

「岩手山麓カラマツ」の生い立ち

(著：吉田 耕 青森林友 昭和41年2月号 掲載記事)

(2) 協力

- ・岩手県森林組合連合会
- ・鹿角森林組合
- ・株式会社 日刊木材新聞社
- ・有限会社 岩手林業新報社
- ・聞き取り調査・アンケート調査にご協力いただいた地元製材所・購入業者の皆様

現場での簡易式トイレの設置等について

米代東部森林管理署 主事 ○佐藤 銀哉
主事 佐藤 佑香

1 はじめに

近年林業現場では高性能林業機械、ドローンの導入や ICT 技術の進歩により、女性が活躍できる場が広がり、増加傾向にあります。一方、作業現場が山奥深いこと、施業地が分散し、作業現場にあわせた移動が頻繁にあることから、衛生環境の整備が非常に難しい現状にあります。特に、女性職員のトイレ問題については、入山時に水分摂取を控えることでの健康被害や、貴重な意見交換の場である現地検討会等において、会場にトイレがないことを理由に参加を断念する女性もいます。今後、林業の様々な職種に女性職員が増えていくものと予想されることから、女性がさらに活躍できる環境を整えることを目的に、現場で誰もが簡単・安心・衛生的に使用することのできる簡易式トイレの設置・利用について検証しました。

※今回の検証では、据え置き型の快適トイレを設置するのには不向きな、1日単位・数時間単位で作業場所が変わるような現場での使用を想定しています。

2 取組内容

本研究は、林業現場にていかに快適かつ衛生的にトイレを済ませるか、ということに主眼を置きました。そのため、座り心地や使用する場所、空間が非常に重要になってきます。そのことを踏まえ、事前に（1）条件設定を行い、その条件に合った簡易トイレ及び覆いを購入し（表1）、現地等で試行実験（2）を行いました。試行実験には当署職員及び大館市役所様、東光コンピュータ・サービス株式会社様にもご協力いただきました。

（1）条件設定

現地検討を行う前に、現場での使用に適した簡易式トイレの条件を考えました。

- ①簡易トイレ：頑丈で持ち運びが容易であるもの。
- ②覆い：完全に体が隠れる高さがあり、プライバシーが確保できるもの。
- ③設置場所：人からの視線が気にならない場所であること。

これらの条件に適した簡易トイレ及び覆いを写真1、2のように取りそろえました。

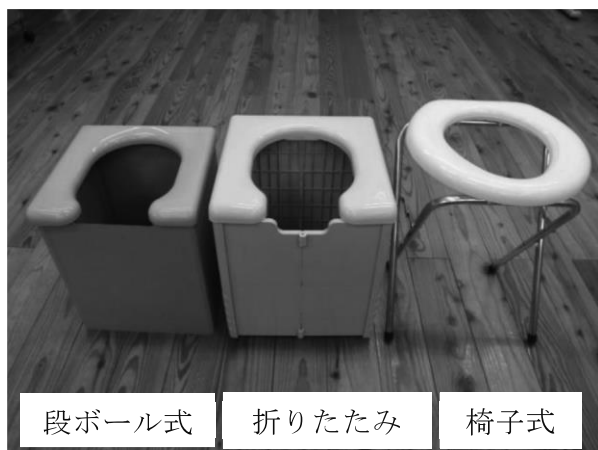


写真1 簡易トイレ



写真2 覆い

(1-1) 各簡易トイレ・覆いの詳細

●簡易トイレ

- ①段ボール式 価格は最安値であり、軽量のため持ち運びは容易ですが、段ボールなので、水分を含んだ際の耐久性に不安があります。
- ②折りたたみ式 価格は最高値ですが、折りたたみ式のためコンパクトにでき、強硬のプラスチックであるため、雨が降っても強度が低下しないという利点があります。
- ③椅子式 価格は2,500円であり折りたたみ式と比較すると安価ですが、地面との接地面が少ないため、安定感に欠ける印象です。

●覆い

- ①レスキューテント 14,000円と高価な物ではありますが、完全に体が隠れるほどに覆われており、地面に打ち付けるビスもあることから、山中の急激な気象の変化にも対応可能です。また、窓が付けられているため、換気ができ臭いも夏の暑さも心配無く使用できます。
- ②ベンリーポンチョ 770円と最も安価であり、生地が薄く軽量で持ち運びが楽である反面、強風により体のフォルムが露出してしまう可能性があります。また、手を通す場所がないため、トイレットペーパーを取る際体が外部に見えてしまう可能性があります。

表1 各製品の詳細

詳細 製品名	金額 (円)	重さ(kg)	材質
○段ボール式	1,500	0.55	段ボール
○折りたたみ式	8,000	2.27	ポリプロピレン
○椅子式	2,485	0.85	ポリエチレン
○レスキューテント	14,000	3.00	ポリエステル タフタ
○ベンリーポンチョ	770	0.15	ポリエチレン

※今回取りそろえた製品については、主に防災用品として販売されており、インターネット通販サイトから容易に購入が可能な物となっております。

(2) 試行実験

(1) であげた条件及び製品のもとで試行実験を行いました。内容は下記の通りですが、実験を行う前に、どのような実験をした方が良いのか、女性職員にヒアリングを行い、それを基に試行実験内容を決定しました。

設置箇所検討には実際に造林現場に行き、職員同士で検討しました。組み立てに関しては、現地等で試行を行いました。座り心地に関しても、現地及び企業に行き、座り心地

を確認して貰いました。持ち運びについては簡易トイレ一式を 30m ほど持ち運んでもらいました。

「内容」

- ①簡易式トイレの設置箇所検討
- ②設置・組み立ての試行
- ③持ち運びにかかる負担
- ④簡易トイレの座り心地の確認

項目①～④を現地等で試行実験を行い、簡易トイレ・覆いの最適な組み合わせを決定します。



写真3 設置箇所検討中(①)



写真4 設置・組立の試行(②)



写真5 持ち運びにかかる負担(③)



写真6 座り心地の確認(④)

(3) アンケート調査

試行実験終了後、アンケート調査を実施しました。

●アンケート内容

①簡易トイレの感想②覆いの感想③一番調子良かったもの④普及への取組方法

●満足度チェック

①持ち運びやすさ②設置の容易さ③快適さ④コストパフォーマンス⑤今後使用したいか ←これらの項目を5段階評価していただきました。

3 結果

試行実験及びアンケートを集計し、林業現場での使用に最適な簡易式トイレの組み合わせについて考察しました。アンケートについては、当署職員 8 名、大館市役所 10 名、東光コンピュータ・サービス株式会社 3 名の計 21 名に実施しました。

●簡易トイレのアンケート結果

- ・段ボール式：クッション性があり座り心地が良いと好評でしたが、水分に弱く耐久性に不安があるなど、段ボールならではの問題点があるという意見もありました。
- ・折りたたみ式：素材が頑丈なプラスチックであるため、安心感・安定感がある。段ボール式のように天候に左右されないなどの意見がありました。その一方で、座る部分が広く落ちそうなど、女性ならではの不安があるという意見もありました。
- ・椅子式：折りたたみ式同様に頑丈な素材で出来ており、段ボール式のように濡れても強度が低下しないことから、天候に左右されないことがあげられた一方で、林地で使用したら椅子がぐらつきそうで不安など、安定感に欠けるとの意見が多くありました。

●覆いのアンケート結果

- ・レスキューテント：テントのため完全に体が覆われているので、人目が気にならない、安定感と広さがあり快適など好評でしたが、本体が 3 キロと少し重いため、持ち運びに苦労しそうなどの意見もありました。
- ・ベンリーポンチョ：生地が薄く、持ち運びは容易であるものの、風が吹くと体のフォルムがわかってしまい、着ているのが恥ずかしい、周囲から自分の姿が見えてしまうなど不安視する声が多くあがりました。

●満足度チェックの集計

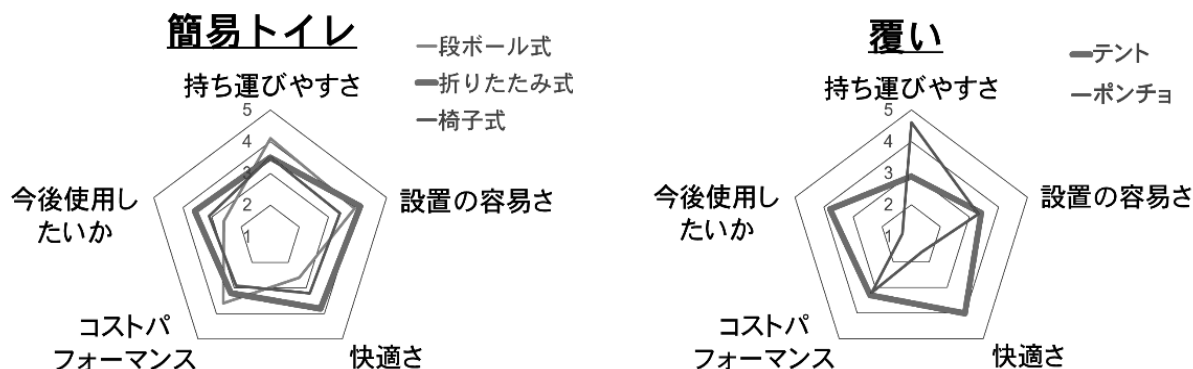


図1 簡易トイレ・覆い満足度チェック集計グラフ

図1の結果となりました。簡易トイレは折りたたみ式の評価が平均して高く、覆いはバラツキがありますが、簡易式トイレで重要な快適さ、設置の容易さ、今後の使用意欲の項目において、レスキューテントの評価が最も高いという結果となりました。

以上の結果より、現場で使用する簡易式トイレにおいて最適なものは、写真7のように折りたたみ式+レスキューテントの組み合わせであるという結論に至りました。

金額については、レスキューテント 14,000 円、折りたたみ式の簡易トイレが 8,000 円のため、合計 22,000 円となります。なお、イベント会場などで使用されている快適トイレの金額ですが、リースですと月 40,000 円、購入となると 300,000



円前後かかります。重量は、レスキューテント3キロ、簡易トイレが約2キロのため合計約5キロとなります。快適トイレについては、重量は100キロと頻繁な現場移動での持ち運びには適しません。

このことから、レスキューテントと折りたたみ式の簡易トイレの組み合わせが、今回の試行の結果、想定している数時間・数日での作業現場が変わるような現場で使用する簡易式トイレに一番適していると言えます。

4 今後の取組み

今回、林業関係者以外の女性にアンケート調査や聞き取りを行った結果、林内でのトイレ環境の整備は今後の林業従事者の確保や、林業の発展においてとても重要な課題であると改めて実感しました。また、「林野庁も女性に優しい現場対応ができるようになってきたね」と協力していただいた女性の皆様に激励の声もいただきました。

アンケート調査で提案していただいた、簡易式トイレの普及への取組方法を基に、今後以下の五つの取組を実施してまいります。

- ① 署内や各森林事務所へ必要個数の配布
- ② 現地検討会の開催案内に現場でのトイレ情報の記載
- ③ 使用に当たり汚物処理袋を各人に支給、また現場では処理をしないことの周知
- ④ 現地検討会等で実際に使用していただいた人へ使用感等のヒアリングを実施し改善
- ⑤ 全国の現場などへ普及啓発を行い、現場での簡易式トイレ設置について広く普及

5 謝辞

今回の試用・アンケート調査にご協力していただきました大館市役所様、東光コンピュータ・サービス株式会社様、誠にありがとうございました。

大沢治山工事における ICT 施工（土工）の試行について

盛岡森林管理署

○宇都 陽基
総括治山技術官 高橋 昌紀

1. はじめに

治山事業は、森林の維持造成を通じて、山地災害から国民の生命・財産を保全するとともに、水源のかん養、生活環境の保全・形成等を図る重要な国土保全事業の一つです。しかし、その現場において人口減少や高齢化に伴う将来的な技術者等の人材不足が懸念されています。その対策として ICT の活用による生産性・安全性の向上が重要です。国土交通省の取り組みである i-Construction では、「ICT の全面的な活用 (ICT 土工)」等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、もっと魅力ある建設現場を目指すこととしています。実際、森川 (2019 国土技術政策総合研究所) によると起工測量から完成検査までの土工にかかる一連の延べ作業時間を、従来型の施工に対して平均で 31.2%削減できるといいます。林野庁においても、令和4年3月に「森林整備保全事業 ICT 活用工事 (土工) 試行実施要領」が通知されており、国有林野事業工事において ICT 技術を活用した施工の試行が開始されたところでもあります。従来手作業で行っていた作業について ICT を活用することにより安全性の向上や作業の減少といった効果が得られます (表 1)。

表 1. 土工における従来施工・ICT 施工の作業内容と特徴

主な作業	従来施工	ICT 施工	ICT 施工の特徴
起工測量 (準備測量)	手作業での実測 及び基準設置 (丁張)	レーザースキャナー等 で測量	測量時の安全性向上 3次元測量データ取得 基準設置 (丁張) 減少
掘削 (バックホウ操作)	熟練者による操作 と出来形の目視確認 等	3次元測量データによ る操作支援と出来形管 理	掘削精度の向上 出来形管理作業の軽減
情報整理	手作業での情報取 得、整理	機械的に取得したデジ タルデータによる整理	情報の取得・整理や管理 の効率化

森林土木工事の現場において、試行は始まったばかりであり、ICT 活用時の特性や課題などまだわかっていないことが多くあるものと思われます。こうした中、令和4年度の治山工事箇所の一つにおいては、ICT の活用に意欲的な受注者 (必要な ICT 機器や MG バックホウなどについて自力で導入) の協力のもと ICT 活用工事に取り組むことができたため、本研究として、ICT 施工 (土工) のうちの特に外業部分について、実務上の課題等を確認、評価するとともに、今後の展望について述べることにしました。

2. 取組・研究方法

(1). 森林整備保全事業 ICT 活用工事(土工) 試行実施要領上の ICT 活用技術の概要

試行要領上では ICT 活用技術を「①.3次元起工測量、②.3次元設計データ作成、③.ICT 建設機械による施工、④.3次元出来形管理等の施工管理、⑤.3次元データの納品」の5つの段階にわけて施工すると記載されています。本研究では外業である①.3次元起工測量、②.ICT 建設機械による施工、④.3次元出来形管理等の施工管理の3点について実際の作業現場で確認、評価を行いました。なお、本稿では「ICT 施工」を「ICT 施工技術を用いた施工方法」、「従来手法」を「現地に掘削前の基準(丁張)設置やその基準を用いた施工方法」としてここに定義します。

(2). 調査地・ICT 施工の概要

① 調査地の概要

図1のように岩手県盛岡市西部に位置する箱ヶ森国有林内 435 林班内の「大沢」では、通称「平成25年8月秋田・岩手豪雨」により、溪岸浸食等で流出した多量の土砂が、溪床に不安定な状態で堆積しています。また、多量の倒木等も発生しており、今後の豪雨等によっては、下流の保全対象である市道、福祉施設、人家等に流出し、被害を与える恐れがありました。そこで、下流域の保全及び保安林機能の増進を図ることを目的として令和2年度より溪間工による復旧治山工事に着手しており、令和4年度着手までに溪間工2基が完成しています。令和4年度には、堤高 6.0m、堤長 40.5m、体積 384.1 m³のコンクリート床固工が完成しました。この工事において起工測量、出来形管理には「地上型レーザースキャナー」を、掘削には「マシンガイダンスバックホウ」を使用しました。なお、今回の施工では、試験的に ICT 施工を導入したため、掘削前の基準設置、出来形管理については、従来手法も同時に実施しました。

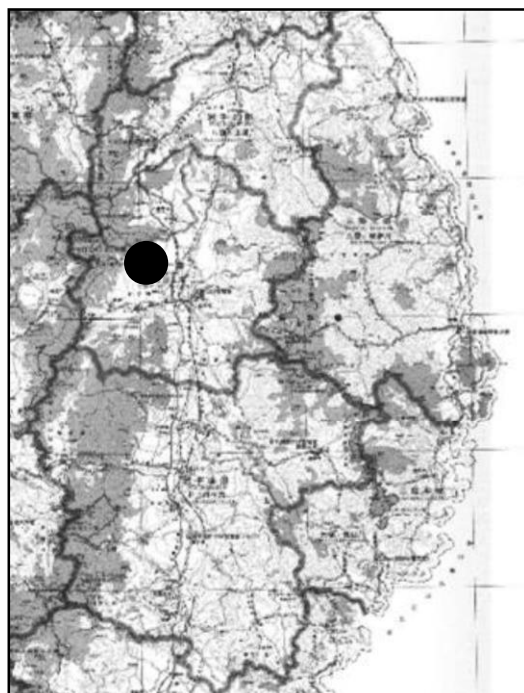


図1. 大沢の位置 (黒丸部分)

② 地上型レーザースキャナーについて

「地上型レーザースキャナー」とは地形や地物の位置関係を、レーザー波を用い3次元の点群として計測するもので、「速やかな測量データ取得や出来形管理が可能」、「3次元測量データ作成による高精度な土量算出が可能」といった特徴があります。

③ マシンガイダンスバックホウ(以下 MG バックホウ)について

「マシンガイダンス」は、機械の位置情報等をオペレータに提供してその操作を補助するシステムのことです。「作業中の確認作業の軽減」、「掘削精度が向上しやすい」といった特徴があります。このシステムでは目標物を自動追尾しつつデータを送信する機能のあるトータルステーションとバックホウを使用します(図2)。バックホウには 360° プリズム、コントローラー、チルトセンサーを取り付け操縦席には Android タブレットを設置します。そ

のタブレットの画面では、上部にはバックホウを上、横、正面の3方向から見た姿が表示されます(図3)。また、下部にはバケットの角度と掘削位置までの距離が1mm単位で表示され、オペレータはこのモニター上で掘削の高さなどを確認しながら操縦が可能です。



図 2. MG バックホウの使用状況



図 3. Android タブレットの画面

(3). 研究方法

① 3次元起工測量、ICT 建設機械による施工について

(ア) 人工数の計測

人工数の計測では、土工の各工程において ICT 施工の人工数、時間を記録し、従来施工で要すると想定される人工数、時間と比較することで、ICT 施工による生産性の向上具合の確認を行いました。なお、生産性は、ここでは労働生産性とし、労働力に対してどれだけの効果が発生したかを指しています。

(イ) 意見等の聞き取り

ICT の活用に対する意見を現場代理人等に現場で直接取材を行いました。

② 3次元出来形管理等の施工管理について

施工精度の確認

MG バックホウによる施工後に従来手法で出来形計測を行い、出来形と設計値との差を比較しました。従来手法の出来形計測では決められた箇所の計測をメジャーやレベルを用いて手作業で行います。計測は幅などの平面方向(計測箇所は概ね図4の矢印のとおり)と高さ方向(計測箇所は図5上の(・)のとおり)で実施しました。

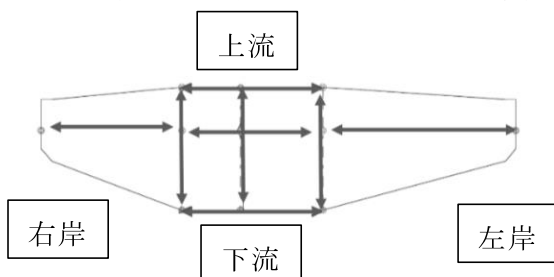


図 4. 平面方向での計測箇所 (平面図)

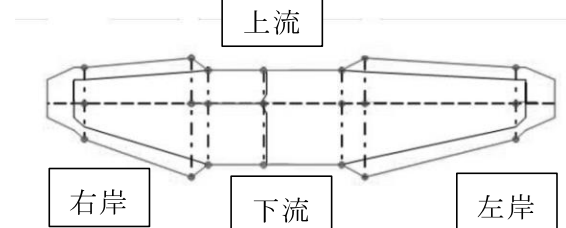


図 5. 高さ方向での計測箇所 (平面図)

以上の方法により、ICT 施工技術導入のメリット、精度、特性や今後の課題などについて

て確認・評価を行いました。

3. 結果

工事は事故等もなく順調に竣工を迎え、目的工作物の仕上がりも良好でした。以下に、(1). 3次元起工測量、ICT 建設機械による施工について及び(2). 3次元出来形管理等の施工管理についての結果を示します。

(1). 3次元起工測量、ICT 建設機械による施工について

【人工数の計測】

大沢治山工事の現場において ICT 施工と従来施工(想定)における人工数、作業日数の差を比較したところ、起工測量、重機掘削、出来形測定のすべての工程で生産性の向上が確認できました(表2)。作業全体で人員は-11 人、日数は-2 日の減少が確認できました。また、これらの作業に加え

表 2. 大沢治山工事における ICT 施工と従来施工(想定)の差

作業工程	人工数	作業日数
起工測量	-3	-0.5
重機掘削	-3	-1
掘削作業中測定	-4	重機作業に含む
出来形測定	-1	-0.5
合計	-11	-2

て「重機への ICT 機器取付・調整: 機器メーカー、1 人×0.5 日」「基準点設置: 測量技師、補助 2 人×0.5 日」「データ入力・解析: 測量技師、補助 1 人×0.5 日」の追加の作業とその人員と時間が発生することがわかりました。

【意見等の聞き取り】

現場代理人等に取材を行ったところ、「作業中の高さ確認作業や基面整正作業が少なくなった。」「傾斜地での作業等が少なくなり、安全面が向上した。」といった評価が得られました。一方、「機器等導入によるコスト負担が発生する。」「データの作成等をこなせる従業員が少ないため、今後の技術者の育成が必要である。」「基準点の設置など直接作業以外の作業が発生する。」「土質等によっては掘削精度に影響する可能性がある。」といった意見が得られました。

(2). 3次元出来形管理等の施工管理について

【施工精度の確認】

掘削後に実施した地上型レーザースキャナーの計測で、設計値に対する精度はほぼすべての項目で規格値の±50%以内に収まっていました。特に平面の計測(図4)での差はほぼありませんでした。比較的高さでの差が大きかったため、この点に着目しました。計測箇所図5上の計測位置の左(右岸側)を1として7(左岸側)まで番号を振り、これらの位置毎の床掘に対する設計値と実測値の差を求めました(表3)。これをグラフに表したところ、川の流れに対して垂直方向で最も大きかったのは中央の4、次点で最も左岸に位置する7でした(図6)。これを詳細にみると、中央の4については隣の3、5は差が小さく、その一方で、左岸の7に関してはその隣の6も比較的差が大きかったことがわかりました。また、水平方向で比較すると下流側でもっとも大きな差がありました(表3)。なお、サンプルサイズが小さいためこの差の要因などの分

析は実施できませんでした。また、堤底部の掘削は下流側から実施していました。

表 3. 各掘削位置の設計値と実測値の差の大きさ (mm)

掘削位置	上流	中央	下流
1	3	2	23
2	3	18	22
3	0	5	15
4	35	25	20
5	10	5	5
6	19	15	22
7	18	14	42
合計	88	84	149
平均	12.57	12.00	21.29

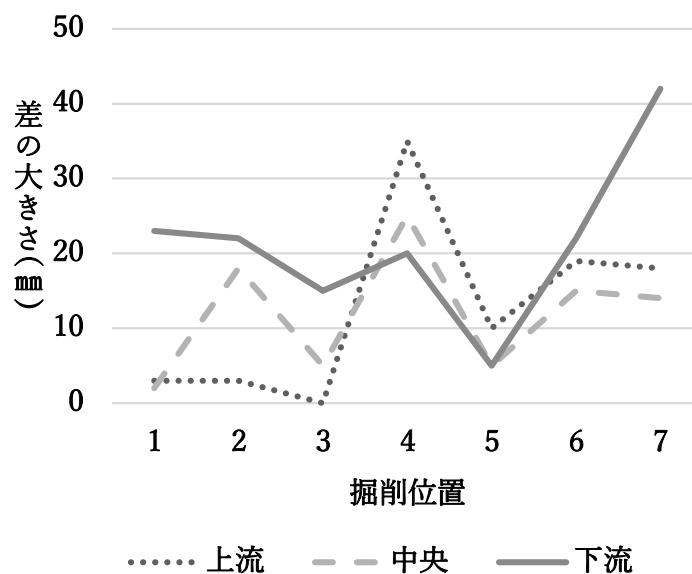


図 6. 各掘削位置の設計値と実測値の差の大きさ

(3). 結果のまとめ

① 3次元起工測量、ICT 建設機械による施工について

【人工数の計測】

すべての工程で生産性が向上していたことが確認できました。

【意見等の聞き取り】

工期の短縮や安全面の向上などのメリットがある一方、初期導入コスト負担の発生や技術者の育成等が必要なのではないかとの意見が得られました。

② 3次元出来形管理等の施工管理について

【施工精度の確認】

規格値と設計値の差は下流側で大きいなど特定の位置で大きいことがわかりました。

4. 考察・結論

(1). 3次元起工測量、ICT 建設機械による施工について

調査により ICT 施工には生産性、安全性の向上などのメリットがある一方、「初期導入コスト負担の発生」や「技術者の育成」等の課題があることがわかりました。

実際に初期導入コスト負担の発生についてですが、林野庁では MG バックホウにかかる費用を初期投資 1000 万円、レンタルを1日 30 万円～としており(令和4年3月 31 日時点)、導入に際しての大きなネックであると言えます。このような導入の負担に対しては補助金制度の活用等による負担の低減等が必要であると考えられました。

また、技術者の育成についてですが、これに対しては技術支援だけでなく、ICT 施工への知見の蓄積のためにも我々を含めた講習会等の学習機会の充実が必要であると考えられました。

(2). 3次元出来形管理等の施工管理

調査により規格値と設計値の差は下流側で大きいなど特定の位置で大きいことがわかりました。

現場代理人等の意見から、土質等が影響した可能性や、堤底部の掘削は下流側から実施していたことから機械の掘削の位置、方向が影響した可能性が考えられました。このように掘削の精度は何らかの要因によって差が大きくなると考えられます。今回はサンプルサイズが小さいため分析を実施できませんでしたが、今後は調査サンプル数を増やし、また、土質等との関係性についても調査して分析する必要があると考えています。

(3). さいごに

今回の研究により、森林土木工事の現場において ICT 施工技術を活用する上での課題や特性があることが確認できました。今後、こうした課題等を踏まえて、現場で円滑、適切に同施工方法が扱えるようさらに工夫、改善を行っていく必要があると考えています。

本研究に多大なるご協力をいただきました受注者様にこの場をお借りしてお礼申し上げます。

5. 参考文献等

- 林野庁. “ICT 活用工事試行実施要領”. 積算基準-4. 工事関係その他
https://www.rinya.maff.go.jp/j/sekou/gijutu/sekisan_kijun.html (参照 2023-02-16)
- 林野庁. “治山事業”.
https://www.rinya.maff.go.jp/j/tisan/tisan/con_3.html (参照 2023-02-16)
- 国土交通省. “i-Construction”.
<https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/index.html> (参照 2023-02-16)
- 森川 博邦 (2019 国土技術政策総合研究所). “建設精算プロセスにおける ICT の全面的な活用～i-Construction の取組みについて～”. 一般社団法人日本森林技術協会「平成 30 年度スマート林業構築普及展開事業報告書」建築・土木分野の事例
https://www.jafta.or.jp/contents/information/362_list_detail.html (参照 2023-02-16)
- 林野庁. “技術リストバックデータ”. 林業イノベーションハブセンター (Mori-Hub (森ハブ))
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/morihub/morihub.html> (参照 2023-02-16)

庄内海岸防災林における一元的管理手法の検討

～植栽本数基準策定に向けて～

庄内森林管理署

○宮城 昂

森林土木指導官 那須 竜太

1 はじめに

庄内海岸林は、延長約34km、面積約2400haに広がる、強風や飛砂から庄内地域を守る海岸防災林です。江戸時代から砂防のための植栽が行われ、戦中戦後には荒廃してしまったものの昭和26年から国営事業として人工砂丘造成や砂草植栽が行われ、現在では海岸林造成は完了しています。しかし、燃料革命によるクロマツの需要低下による本数調整伐不足や、それに続く昭和50年代からの松くい虫被害に



写真1.酒田市十里塚から望む海岸防災林

より、海岸林の荒廃が危惧されています。そのような中、平成14年に「出羽庄内公益の森づくりを考える会」が発足し、行政機関、教育機関、ボランティア団体が海岸林保全に向けた情報交換や議論をする場が生まれています。

地域全体の砂防効果の発揮や松くい虫被害への対応のためには民国が連携して海岸林を一体的に管理していくことが不可欠です。しかしながら、現状は民国がそれぞれの経験や基準によって異なる施業方針を取っており、実施も担当者の判断に委ねられています。さらに海岸林造成から維持管理へ主眼がシフトしたこと、松くい虫被害跡地などへの対応も必要となり、このままでは適切な管理がしにくいことが問題となっています。課題の解決には現状に即した、担当によらない共通の基準を作成することが必要になります。

海岸林における施業は他の造林事業と同様、地拵、植付、下刈、つる切、除伐、枝打ち、本数調整伐等があります。この中で植栽本数は民有林で2500本/haであるのに対し、国有林では5000～10000本/haと民国で乖離が大きく、かつその後の施業にも影響するため、民国の一体的管理に向けた検討が特に必要だと考えられます。このように乖離が大きくなった要因としては環境の違いが挙げられ、海岸に近く風の影響を大きく受ける前線部に国有林、一方で内陸部に民有林が位置しています。但し、国有林では造成当時の基準に則っており、海岸林造成が完了した現在では防風施設の後ろやギャップなど風が弱まると考えられる環境においては必ずしも適切な植栽密度であるとは言えないと考えられます。即ち、風をキーワードにした因子と植栽本数の関係を明確化することで現状に即した基準の策定が可能であると考えました。

そこで、令和3年度には植栽本数加点表(表1)を作成しました。海岸林は場所で環境が大きく異なることから、環境に応じた施業が適切に選択できるよう、担当者の判断とな

らない明確な基準を導入し 表1.植栽本数加点表(案)の一部(庄内森林管理署 2022)

ていく必要があると
 考えており、苗木の成
 長に影響を与えるで
 あろう防風施設の有
 無やギャップを因子
 とすることで、客観的
 に植栽本数を選択す
 ることを目指してい
 ます。しかしながら、
 防風施設などの防風
 効果および、苗木成長

植栽本数	点 数
2,500本/ha植栽	10点以上
5,000本/ha植栽	5~9点
10,000本/ha植栽	4点以下

項 目	条 件	加 点
犠牲林を除く、林内のギャップである。	周囲を健全木で囲まれている。	5
	林縁、激害地等、周囲に健全木ない場合を含む。	-
風上に林冠高3m以上の林帯がある。	幅70m以下(密:防風効果高い)	2
	幅70m以下(疎:防風効果低い)	1
	幅70~150m(密:防風効果高い)	4
	幅70~150m(疎:防風効果低い)	3
	幅150m以上(密:防風効果高い)	6
	幅150m以上(疎:防風効果低い)	5
	林冠高4.5m以上である。	2
風上に人工砂丘がある。高さ:h(m)	林帯がない	-
	丘頂からの距離が、25×h(m)の内側	2
	丘頂からの距離が、25×h(m)の外側	1
	被災し機能していないが修繕予定あり	1
	ない又は機能していない	-

との関係といった、適切な植栽本数を設定するための根拠が不十分なことが課題として挙げられます。そのため本研究では植栽本数設定の根拠となる防風施設の防風効果の検証とギャップの風速、並びに防風施設の有無と苗木成長の関係を明らかにすることを目的としました。

2 取組・研究方法

(1) 調査地

調査地は山形県酒田市八間山国有林1134林班および浜泉国有林194林班です。日本海に面しており、4月から11月は風向南東、平均風速3.2~5.2m程度であるのに対し、12月から3月にかけて北西の風が卓越し、平均風速は6.0~8.5mに達します(酒田営林署 1963)。海岸(西側)は砂浜が広がっており、内陸(東側)に向けて、第一に防浪砂丘、第二に前砂丘、第三に主砂丘といった順に砂丘が位置しています。前砂丘上には海岸林の管理を行うための作業道が設置されています。作業道より海岸線側には幅約20mの最前線クロマツ林帯が造成されており、この林帯は伸長成長の著しい阻害が見受けられたことから「犠牲林」と定義しました。犠牲林は砂丘と同様南北方向に延びていますが、ところどころクロマツが定着せず、点線状に犠牲林が途切れている箇所が確認されました。犠牲林から作業道を挟んで内陸側にはクロマツ林が連続して造成されています。

前章で述べたように松くい虫被害が顕著化しており、当署では毎年、保安林整備事業として松くい虫被害木の衛生伐を行っています。それに伴い林内で立木密度が著しく低下した部分(以下ギャップ)が形成され、そのような箇所への植栽も適宜行っています。

(2) 風速調査

防風施設(砂丘および犠牲林)の防風効果ならびにギャップにおける風速を検証するため、風速を計測しました。まず、1134林班において、犠牲林の有無を比較するため犠牲林帯を通る箇所ならびにその約600m南側に位置する犠牲林帯の無い箇所にラインを設置しました(図1)。ライン上の測点は防浪砂丘より海岸側に位置する「砂丘前」、防浪砂丘と犠牲林の間に位置する「砂丘後」、犠牲林の後ろに位置する作業道上に「犠牲林

後」(犠牲林無においても便宜上作業道上の測点を「犠牲林後」とする)、内陸側の林内に「林内1」「林内2」を設置しました。また、194林班においてギャップを通る箇所にラインを設置しました(図2)。「砂丘前」および「砂丘後」は同様に設置し、林内のギャップが始まる箇所(ギャップの最も西側)を「ギャップ前端」、ギャップが終わる箇所(ギャップの最も東側)を「ギャップ後端」としました。

計測はラインごとに行いました。測定方法は『風観測の手引き』(鉄道強風対策協議会 2006)ならびに山形大学農学部 菊池 俊一准教授の助言を参考に設定しました。杭に風速計(株式会社カスタム製ベーン式風速計AM-01U)をゴムバンドで固定し、各測点到設置後、安定した平均風速を得るため10分間の計測を同時に行い(写真2)、平均風速を記録しました。これを各ライン3セットずつ行いました。調査日は12月19日、方角はライン方向に固定し、高さは苗木の受ける風速を考慮して1.2mとしました。風速は時間ならび場所により変動することから、北西の風に対して風上となる「砂丘前」を基準として各測点の相対風速(各測点の風速/「砂丘前」の風速×100(%))を算出することで比較を行いました。

(3) 苗木成長調査

犠牲林がクロマツの苗木成長に及ぼす影響を明らかにするため、苗木成長調査を行いました。平成25年に設置された試験地において犠牲林の後方及び犠牲林で保護されていない最前線に5×5mプロットを3つずつ設置し、クロマツの根元径(2cm括約、切り捨て)、苗長(目測)を計測しました。T検定を用いて、犠牲林の有無で平均根元径及び平均苗長を比較しました。

3 結果

(1) 防風施設と相対風速の関係

相対風速は、3回の計測を通して変動は見られたものの、同様のグラフ形を示しました(図3)。但し、犠牲林無ラインにおいて風速計の不具合により一部データが欠損しています。全体として内陸に向けて風速が低下しており、砂丘後で相対風速31~57%まで減少しました。犠牲林後では犠牲林の有無で違いがみられ、犠牲林無で相対風速:21~32%、砂丘後からの減少幅:8~14ポイントであったのに対し、犠牲林有では同10~16%、41~45ポイントと相対風速は低く、かつ減少幅は大きくなりました。即ち、砂丘及び犠牲林が防風効果を発揮しているという結果が得られました。

図1.1134 林班 測点の位置

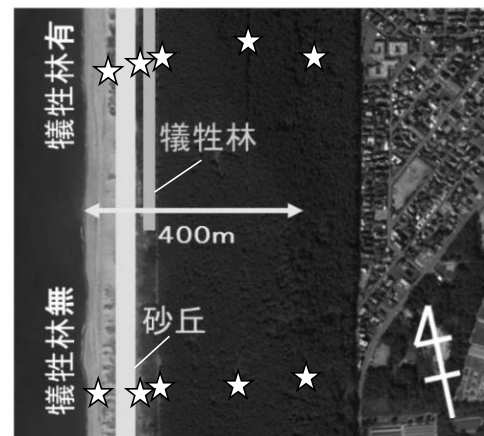


図2.194 林班 測点とギャップ範囲

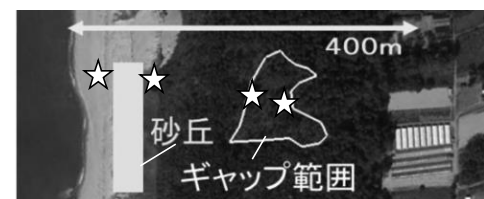


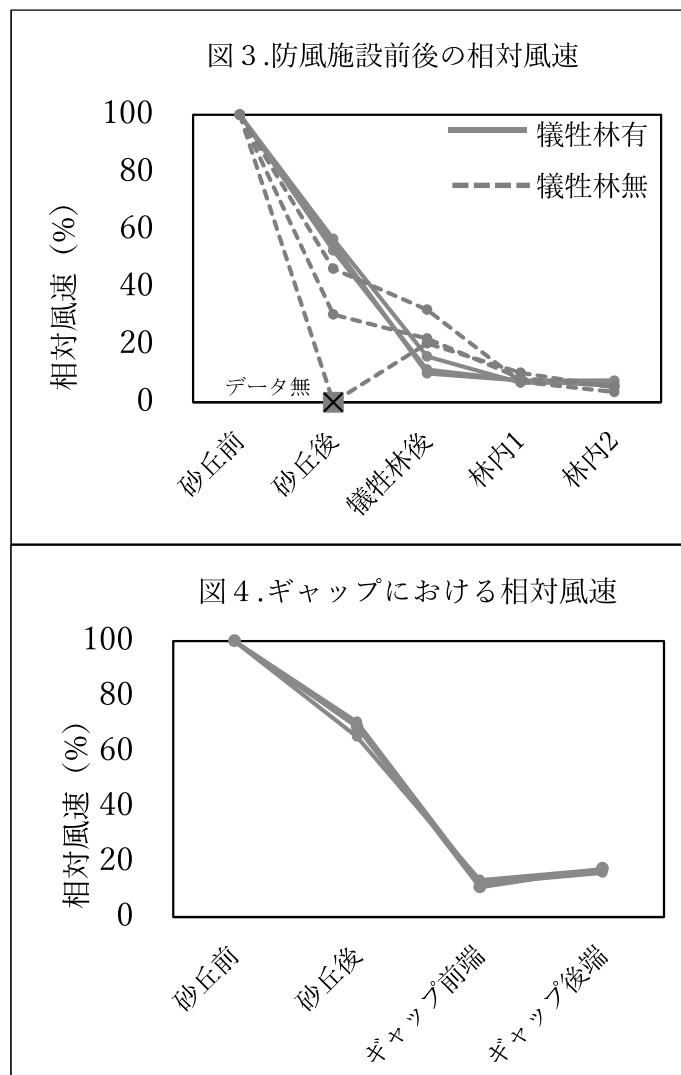
写真2. 風速調査の様子



(2) ギャップにおける相対風速
 前述の結果と同様、3回の計測を通して同様のグラフ形を示し(図4)、また砂丘後において相対風速は65~71%と減少しました。さらに、ギャップ前端では11~13%と大きく低下したものの、ギャップ後端では16~18%とやや増大しました。以上から、砂丘の防風効果ならびに、ギャップが林内に位置することから、ギャップの風上側の林帯の防風効果によりギャップでは風速が大きく低下することが示されました。

(3) 犠牲林の有無と苗木成長の関係

犠牲林無で平均根元径：8cm、平均苗長：2.9mであったのに対し、犠牲林有では同10cm、3.9mとなり(図5、6)、いずれにおいても犠牲林有の方が有意に大きい($p < 0.05$)という結果が得られました。



4 考察・結論

(1) 防風施設の防風効果と苗木成長への影響

以上から、まず、砂丘及び犠牲林といった防風施設の防風効果が定量的に示されました。また、苗木成長の結果から、防風施設は苗木の生育環境の改善に寄与することが示唆されました。さらに同箇所で行われた植栽から3年後の苗木生存率調査においても、犠牲林有で生存率が80%であったのに対し、犠牲林無では63%と低くなっていた(庄内森林管理署 2016)ことから、犠牲林は少なくとも苗木の活着ならびに初期成長に正の影響を及ぼすと考えられます。前線部における苗木の密植に関して、強風環境におけるより早い防風効果の発揮ならびに厳しい気象条件に耐えるためといった理由が挙げられます。防風施設の後ろでは風速が低下し、かつ生育環境も改善されていることから、現状では必ずしも高密度植栽を行う必要はなく、低密度植栽を検討することも可能であると考えられます。

(2) ギャップにおける風速

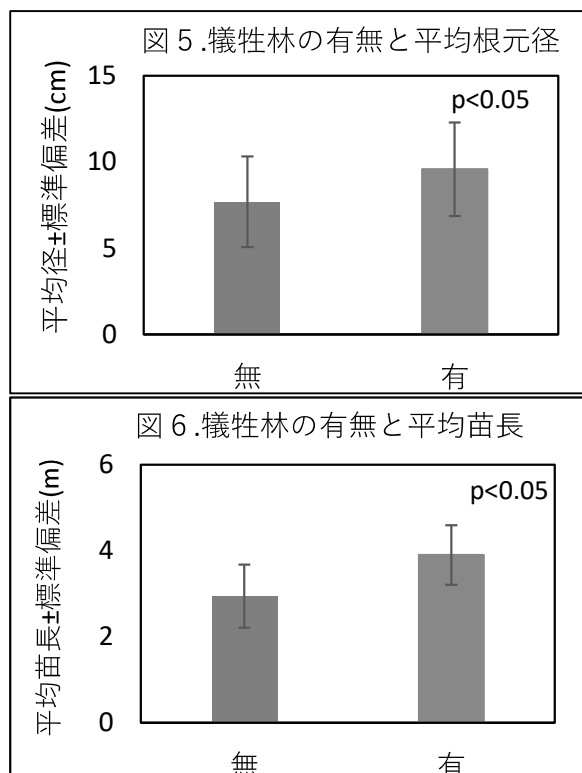
ギャップにおいても風速は大きく低下することが明らかになりました。対象としたギャップは海岸線から約250mと海岸に近い箇所に位置していたものの風上の林帯が防風効果を発揮したと考えられます。前述の通り犠牲林により苗木の生育環境が改善され、その相対風速は10～16%であり、ギャップ前端は11～13%とその値と同程度であることから、ギャップにおいても生育環境は改善されていると推察されます。但し、ギャップ後端では16～18%と微増しており犠牲林後の値をやや上回っているため、ギャップ全域で生育環境が改善されているとは一概にいえません。ギャップにおける風速は風上の林帯の幅やギャップのサイズ、地形によっても変化することが考えられるため、異なる条件のギャップにおいて追加調査を行うことで一般化していく必要があります。

(3) 結論

植栽本数加点表に立ち返ると、以上より防風施設としての各因子は適当であり、その有無は本数設定の指標として有用であることが示唆されました。言い換えれば、環境の異なる民国の海岸林であっても因子を適切に設定することで、共通の基準に則った本数選択を行うことが可能であると言えるでしょう。さらに、防風施設の後ろやギャップにおいては低密度植栽の可能性が示唆されたことから、適切な本数を設定していく必要もあります。詳細な加点点数についても検証が十分であるとは言えないため、今後は異なる条件における調査を重ねることで基準を精査していきたいと考えています。

5 参考文献

- ① 庄内森林管理署、海岸防災林における一元的管理手法の検討 ～民国共通した管理経営方針策定に向けて～、令和3年度森林・林業技術交流発表集、2022年
- ② 酒田営林署、海岸砂地造林事業概要、1963年、57ページ
- ③ 鉄道強風対策協議会、風観測の手引き、2006年、13ページ
- ④ 庄内森林管理署、庄内海岸林前線部におけるクロマツ植栽本数～5000本/ha植えの挑戦～、平成27年度森林・林業技術交流発表集、2016年



高齢級国有林高品質材「**高**」**国**前森スギ」の供給について

山形森林管理署最上支署 主事 ○伊藤春菜
小野寺駿斗

1 はじめに

本取組の対象地である「前森団地」は、真室川町及位地区に位置し、区域面積約1,000haに及ぶ施業団地で、うち「前森スギ」は林齢80年生以上のスギを中心とした約600haの人工林です。令和4年度は前森団地のうち98い林小班（90年生）の一部を間伐（※注）し供給を行いました。

※超長伐期施業を実施する箇所の間伐で、伐期は150年です。

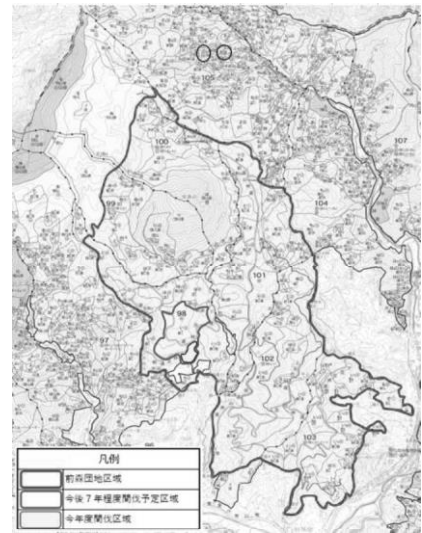


図1. 前森団地施業図

2 取組方法

「前森スギ」については、天然秋田杉に代表されるようなブランド材としての知名度が浸透していないことに加えて、局管内においても高齢級スギ人工林の長尺材としての実績がほとんど無い状況でした。このようなことから以下の6つの取組を行いました。

- ① 「**高**」**国**前森スギ」供給開始に伴う現地意見交換会の開催
- ② 販売委託業者を通して各木材業者へ長尺材の需要について聞き取り調査
- ③ 神社仏閣など無垢材へのこだわりがある関係者への情報提供
- ④ 産地の標示方法について真室川町との連携
- ⑤ 報道関係者の方々への情報提供
- ⑥ 伐採作業指示の徹底

(1) 「**高**」**国**前森スギ」供給開始に伴う現地意見交換会の開催

現地意見交換会は虫害期を避けた10月からの伐採開始にあたり、流通関係者、地元製材業者、素材生産業者、局・支署関係者の総勢28名の参加者を対象に行いました。

参加者からの意見には以下のような様々な意見を頂きました。

- ① 長尺材の流通はあまり一般的ではないが、全く需要がないわけではない。
- ② 林齢の割に大径木が多いように見受けられ、目粗材の可能性があるので長尺材は厳しい。
- ③ 曲がり、節のないものを採材して欲しい。

④ 根張部分は除去して欲しい。

⑤ 長尺材については径級が50cm程あればある程度の価格は期待できる。

また、スギ人工林の長尺材の供給については当支署でも初めての取組であり、需要者の動向も不透明な部分はあるものの、国有林高品質材について節、曲がり等の欠点に特に注意して採材し、国有林材の高付加価値を強化するとの共通認識を確認できました。



図2. 採材方法の検討



図3. 意見交換の様子

(2) 販売委託業者を通して各木材業者へ長尺材の需要について聞き取り調査

木材業者からは長尺材の需要について以下のような意見が出されました。

- ① 6, 7, 8mであれば多少購入可能だが、カットして桁平割に製材して使用する。
- ② 径級は50cm前後で目の細かいものが欲しい。
- ③ 径級は36cm以上のもので、柱材に使用する。
- ④ 長尺材について今は売れない状況。
- ⑤ 長尺材を製材しているところがあまりなく、3, 4m材が一般的である。
- ⑥ 長尺材は通し柱、桁、梁材に使用する。大節、腐れ、割れ、曲がりには好まれない。
- ⑦ 仕分けを厳しくし、問題ないものを供給して欲しい。
- ⑧ 4m材の良材を中心に欲しい。

この聞き取り結果として、長尺材の需要は多少期待されるものの3, 4m材の供給要望が多く、長尺材については節や曲がりなどが無い品質のものが求められる結果となりました。

(3) 神社仏閣など無垢材へのこだわりがある関係者への情報提供

神社関係者や神社仏閣等の建築に携わる方々へブランド材供給に当たっての説明と、前森スギについての情報提供を行い、感想やご意見を伺いました。

まず、東北地方の神社は、社殿や神社境内の建築物には青森ヒバやケヤキなどを使用しスギはほとんど使っていないそうです。

しかし、社務所やその他の建物にはスギを用いることが多いということから、前森スギには興味があると話してくださいました。

また、地元工務店の方からはスギを使った寺を建てており、長尺材の仕入れには苦慮

しているといった現状があることや、6mも使用するが不定尺で様々なサイズが必要で最大で10mあれば是非使いたいといったご意見を頂き、情報提供は概ね好感をもって受け入れて頂きました。



図4. 神社関係者への情報提供



図5. スギを使用した陰灯（神事用具）



図6. スギを使用した天井板・構造材
（社務所の内観）

（4）産地の標示方法について真室川町との連携

「前森スギ」が出材される真室川町との連携においては、販売にあたって真室川町のキャラクター「うめ子ちゃん」を使用させていただき、図8のような独自のステッカーを作成し販売するすべての丸太に貼り付け「前森スギ」のPRを行いました。「前森スギ」の供給及びこのステッカーの取組については、真室川町町議会からも林業からの地域活性化に繋がる可能性があるとの評価を頂いております。



図7. 町議会の皆様へ説明している様子



図8. オリジナルステッカー

(5) 報道関係者の方々への情報提供

報道機関への情報提供は、伐採を開始した10月5日に現場を公開し、「東北森林管理局高品質ブランド規格」及び「**高** **国** 前森スギ」の長尺材規格等について説明しました。集まった報道機関は全国紙含め4社で新聞紙面のほかネットニュースでも取り上げて頂き、広く一般にお知らせすることができました。



図9. 令和4年4月21日掲載
河北新報より



図10. 令和4年10月6日掲載
山形新聞より

(6) 伐採作業指示の徹底

伐採現場での作業指示については、作業者との意思疎通が重要であるため、ほぼ毎日職員が現場に張り付き採材指示を行いました。造材された長尺材については、土場で曲がり、節、その他欠点を1本1本確認し、3分の1程度は4m、2mに切り直しを行い、6mブランド材12本を決定して、うち厳選された4本について極印を打刻し市場に供給しました。



図11. 出材された前森スギ



図12. 曲がり等の欠点を確認する様子

3 結果

今回の前森スギの委託販売は10月25日に山形県森林組合連合会、11月8日に株式会社山形城南木材市場において実施しました。

今回、6m材は径級34～64cmの39本・約55m³、4m材は径級38～54cmの81本・約61m³、2m材は径級38～58cmの35本・約19m³、合計約135m³を出品し、すべて完売となりました。

全体の平均販売単価を長級別にみると6m材が25,739円、4m材が23,695円、2m材が14,943円となりました。(図13)

また、長尺材である6m材のブランド材12本とブランド材以外の27本で別々に平均販売単価をみると、ブランド材12本の平均販売単価は28,817円、ブランド材以外の27本の平均販売単価は24,889円という結果になりました。(図14)

また、ブランド材12本とブランド材以外の27本についてそれぞれ径級別に平均販売単価をみると、ブランド材及びブランド材以外の材ともに径級が太いほど販売単価は高いという結果になりました。(図15, 16)

長級	平均販売単価(税抜き)
6m材	25,739円
4m材	23,695円
2m材	14,943円

図13. 長級別平均販売単価 (税抜き)

6m材の種類	平均販売単価(税抜き)
ブランド材 (12本)	28,817円
ブランド以外の材 (27本)	24,889円

図14. 6m材についての平均販売単価 (税抜き)

ブランド材(6m)の径級	平均販売単価(税抜き)
34cm下	—
36cm～44cm	24,659円
46cm上	29,075円

図15. ブランド材のみについて径級別の平均販売単価 (税抜き)

ブランド材以外(6m)の径級	平均販売単価(税抜き)
34cm下	22,320円
36cm～44cm	23,586円
46cm上	26,109円

図16. ブランド材以外についての平均販売単価 (税抜き)



図17. ブランド材の木口



図18. ブランド材の材面

4. 購入者からの意見

購入者からの聞き取りによると、非住宅の店舗等においてスギ無垢材を梁、桁、柱等の構造材として利用することが少なからずあり、欠点である節については一材面になれば特に問題は無いといった意見を聞くことができました。また、黒みがある材については化粧部分には使えないが、表に見えない部分は構造材として使えるということで必ずしも欠点の要素になるというわけではないということを確認できました。

また、このような取組が今後も続けて欲しいとの意見を頂いております。



図19. 購入者からの意見を伺う様子



図20. 製材について

5. 最後に

今回初めての供給ということで、大径長尺材の需要がどれ程あるか心配されました

が、複数枚の応札があり、また、県内の製材所や情報提供した神社関係者に購入して頂き、スギ長尺材の需要は少なからずあることがわかりました。

また、某新聞社の記事には「地域にある優良材について、木材の供給側はかつてのような銘木の品質には及ばないと考えてしまうことがあると思われるが、実は現状の大径良材を欲している需要層はあり、情報が幅広く伝えられるようになれば、需要の幅が広がり、価格底上げにつながる可能性があると感じた。」とありました。この記事を読み改めて、需要者側と供給者側のマッチングは極めて重要であり、そのためには供給者側が積極的に情報を発信することが有効だと感じました。

これからも、安定供給に取り組み、ブランド材としての知名度向上につなげられることができるよう進めて参ります。