

北アルプス森林組合・長野県森林組合連合会（長野県）

甦れ！北アルプス地域の里山

～立木の三次元データ化と需給マッチングによる広葉樹林の活用と再生～

助成団体の概要

	内 容	
1.団体名	北アルプス森林組合	長野県森林組合連合会
2.所在地	長野県大町市平 10788-1	長野市大字中御所字岡田 30-16
3.代表者名	代表理事組合長 割田 俊明	代表理事会長 藤原 忠彦
4.管内の面積	管内民有林面積 50,096ha うち人工林面積 13,888ha うち組合員所有面積 16,514ha	
5.役員数	理事 13 名（うち常勤 1 名） 監事 2 名	理事 9 名（うち常勤 1 名） 監事 3 名
6.職員数	事務職員 15 名 技能職員 10 名	40 名
7.プランナー人数	5 名（うち認定プランナー 1 名）	
8.作業班の構成	造林班 5 名、林産班 3 名	
9.主な事業実績	（令和 6 年 2 月決算の実績） 指導部門 1,696 千円 販売部門 42,823 千円 加工部門 40,146 千円 森林整備部門 263,060 千円	（令和 5 年 12 月決算の実績） 指導部門 21,360 千円 販売部門 2,101,764 千円 加工部門 59,621 千円 森林整備部門 281,014 千円
10.団体の沿革	昭和 56 年 3 月 設立 令和 3 年 9 月 名称変更	昭和 17 年 12 月 30 日 設立
11.団体の特色	長野県 SDGs 推進企業として、「木材の地産地消」を推進し、二酸化炭素排出量の削減、地域循環型社会の形成を実現するために、森林整備事業を中心に多角的な事業展開を行っている。	・ 4 箇所の木材センターを拠点に、県内素材生産量の約 40%の丸太を取扱い、会員組合と連携をとりながら木材の有利販売を行って、山元への還元を図っている ・ 県内組合に RTK 基準局を設置する等、UAV や GNSS 等 ICT 機器の現場での普及、活用に取り組んでいる

## 1. 地域の概要

北アルプス地域は、長野県の北西部に位置し、大町市と北安曇郡（池田町・松川村・白馬村・小谷村）の5市町村で構成されている（図-1）。内陸性の気候で寒暖差が大きく、乾燥した空気が特徴であり、夏は涼しくさわやかであるが、冬期は雪が多く寒さが厳しい。

地域の森林率は84%と森林資源に恵まれ、民有林の広葉樹林率は67%と長野県平均の41%と比較して非常に高く、広葉樹資源が豊富な地域である。

かつては薪炭林としての利用が盛んであったものの、3,000m級の北アルプス山麓に広がる森林は地形が急峻で、小規模分散する人工林は、収穫期を迎えても放置される林分が多く、その整備の推進と周辺に広がる広葉樹資源の活用が大きな課題となっている。

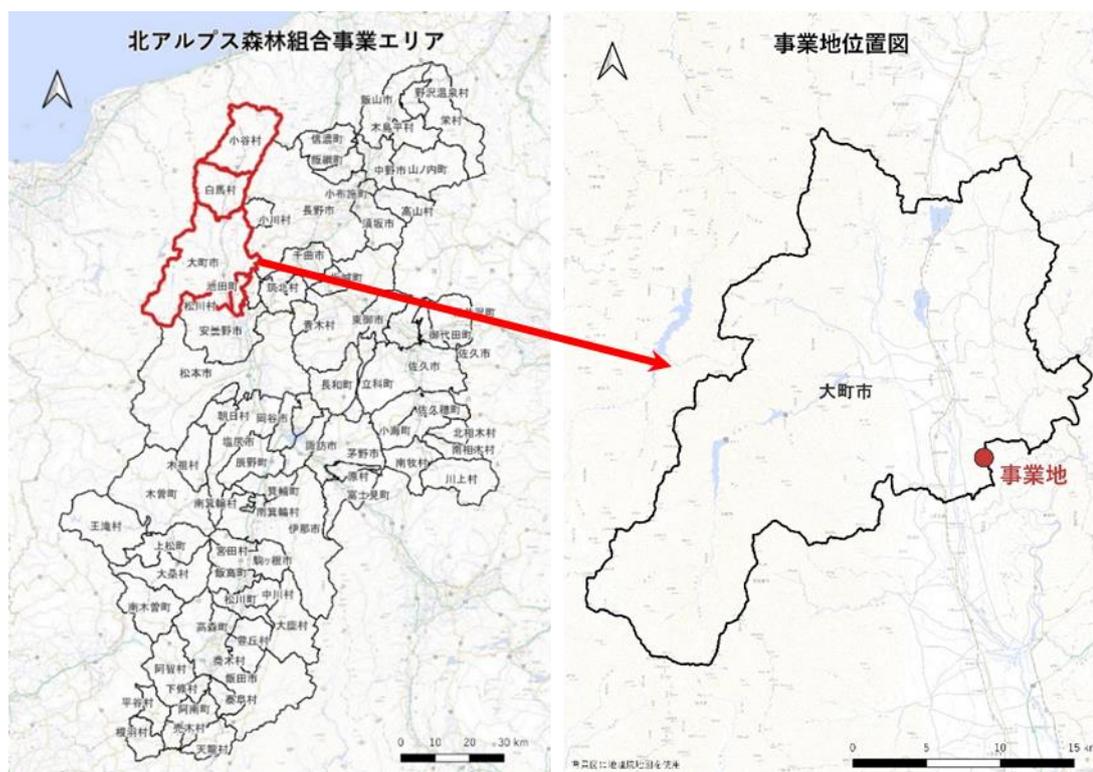


図-1 事業地の位置

## 2. 北アルプス森林組合・長野県森林組合連合会の事業概要

### (1) 北アルプス森林組合の概要

当組合は大町市に本所を構え事業を行っている。昭和56年3月に地域の7市町村の森林組合が合併し設立され、令和3年9月に名称を北アルプス森林組合と改称した。

事業の柱となる森林整備部門においては、近年被害が本格的に拡大傾向にある「松くい虫」対策として、アカマツから他の樹種への樹種転換事業を中心に、人工林の搬出間伐や造林、保育事業を行っている。

また、豊富な広葉樹資源の最大限の活用に向け、「森林資源の地産地消」をキーワード

ードに、所有する製材加工場を組合員だけでなく地元木工作家とも連携して活用することで、地域産材の利用促進を図る取組みも行っている。

さらに、長野県 SDGs 推進企業として、二酸化炭素排出量の削減、地域循環型社会の形成を実現するため、令和3年6月に大町市内に「木質バイオマスセンター」を建設し、地域の森林から搬出された木材を木質バイオマスチップに加工して、地域内の木質バイオマスボイラー施設へ供給している。

天然水の宝庫である北アルプスという世界に誇る自然環境を有する地域の森林組合として、多面的な機能を持つ森林資源を守り、育てることで、持続可能な社会の実現に貢献していくことを目指している。

## (2) 長野県森林組合連合会の概要

当連合会は、長野市の本所に総務部・指導利用部・業務部を構え、県内4箇所にも丸太の販売等を行う木材センターを設置している。昭和17年に設立され、近年は販売事業に主力を置き、市売りに加えて山土場からの直送販売によるコスト削減を行い、系統のスケールメリットを生かした有利販売に努めて山元への還元を図っている。県内素材生産量の約4割を取扱い、令和5年度の取扱量は201,864 m<sup>3</sup>であった。

長野県は、民有林面積の約半分がカラマツであり、当連合会が扱う樹種もカラマツの割合が最も多い。カラマツは近年、合板や集成材の需要が安定的にあるため、長野県の林業を支える重要な樹種となっている。また、アカマツや広葉樹等の素材生産量も多いため、各木材センターでは樹種に応じた販売を行い、木材の価値が最大限に生かせるよう取り組んでいる。また、SGEC及びPEFCのCOC認証を取得し、認証材の普及に努めている。

辰野町の南信木材センターは、カラマツ小径木の加工場を併設し、土木杭等の生産を行って丸太の付加価値を高めた販売に力を入れている。さらに近年は、県内各地で木質バイオマス発電所の稼働が相次ぎ、木材需要が高まっていることから、エネルギー利用を含めた木材の安定供給に努めている。

また、現場での測量や調査の労務負担軽減を目的に、県内森林組合事務所にRTK基準局を設置し、県内の広い範囲でRTK-GNSSによる高精度な測量が可能な環境を整備するとともに、UAVやGNSSを用いた森林調査や測量手法の検討を行い、研修会等を通じて普及と活用を進めている。

### 3. 事業名

甦れ！北アルプス地域の里山

～立木の三次元データ化と需給マッチングによる広葉樹林の活用と再生～

### 4. 事業目的

北アルプス森林組合の事業エリアは、長野県内でも特に広葉樹が豊富な地域である。当地域の広葉樹林はその多くが以前は薪炭林として使われていた二次林であるが、これまでは主な販路がパルプ材やバイオマス材であったことから経済的に林業経営が成り立たず、長年放置され、更新が困難な林齢を迎えつつある。

本事業では、広葉樹資源の価格の向上と販路の開拓に重要となる森林資源情報の効果的かつ効率的な把握方法を検討するとともに、低コストで高効率に広葉樹林を維持・更新していく方法を検証することで、当地域の特性に合った新たな広葉樹林業の確立を目指した。

事業の実施に当たっては、北アルプス森林組合と長野県森林組合連合会で連携し、広葉樹の三次元データ化や活用拡大等に向けたソフト事業も実施した。

### 5. 事業内容の概要

事業計画地は大町市社地区に位置し、北アルプスを望む大峰高原の西側斜面で、中心部の標高は 950m、計画面積 58.5ha の森林である。旧薪炭林が放置され荒廃が進む 60 年生を超える林分が計画区域の多くを占める。令和 4 年 6 月 14 日に地区の説明会を行い、全会一致で事業実施についての同意を取得した。

ハード事業では、施工地計 11.6ha を 4 箇所に分け、一部母樹を保残するかたちでの皆伐を実施し、広葉樹資源の活用と次世代への更新誘導を行った（図-2、図-3）。事業実施地にはコナラやクリが多く生育していることから、これらの樹種を中心に、伐根からの萌芽更新と母樹による天然下種更新を目指すこととした。保残木の選木については、将来的に立木の状態で販売商品することを想定し、立木配置に加えて素性も考慮した。

また、天然更新との比較を目的に、コナラの播種及び植栽の試験区を一箇所ずつ設定し、確実な更新方法についての検証を行った。

伐り方の考え方 母樹はクリやコナラを主とする。母樹間は約16mとし、種子の散布範囲を考慮しながら皆伐母樹保残を実施。

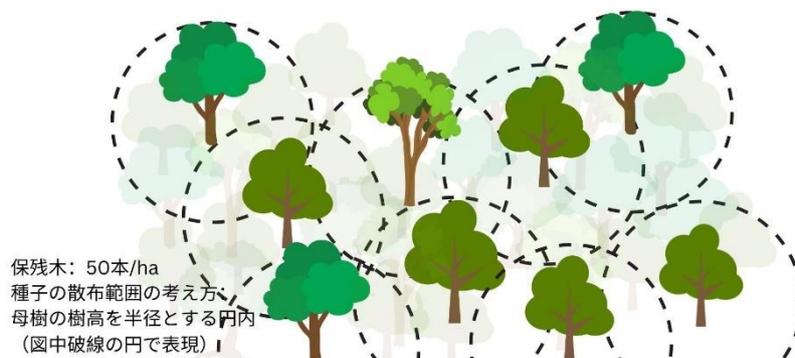


図-2 皆伐母樹保残による更新のイメージ

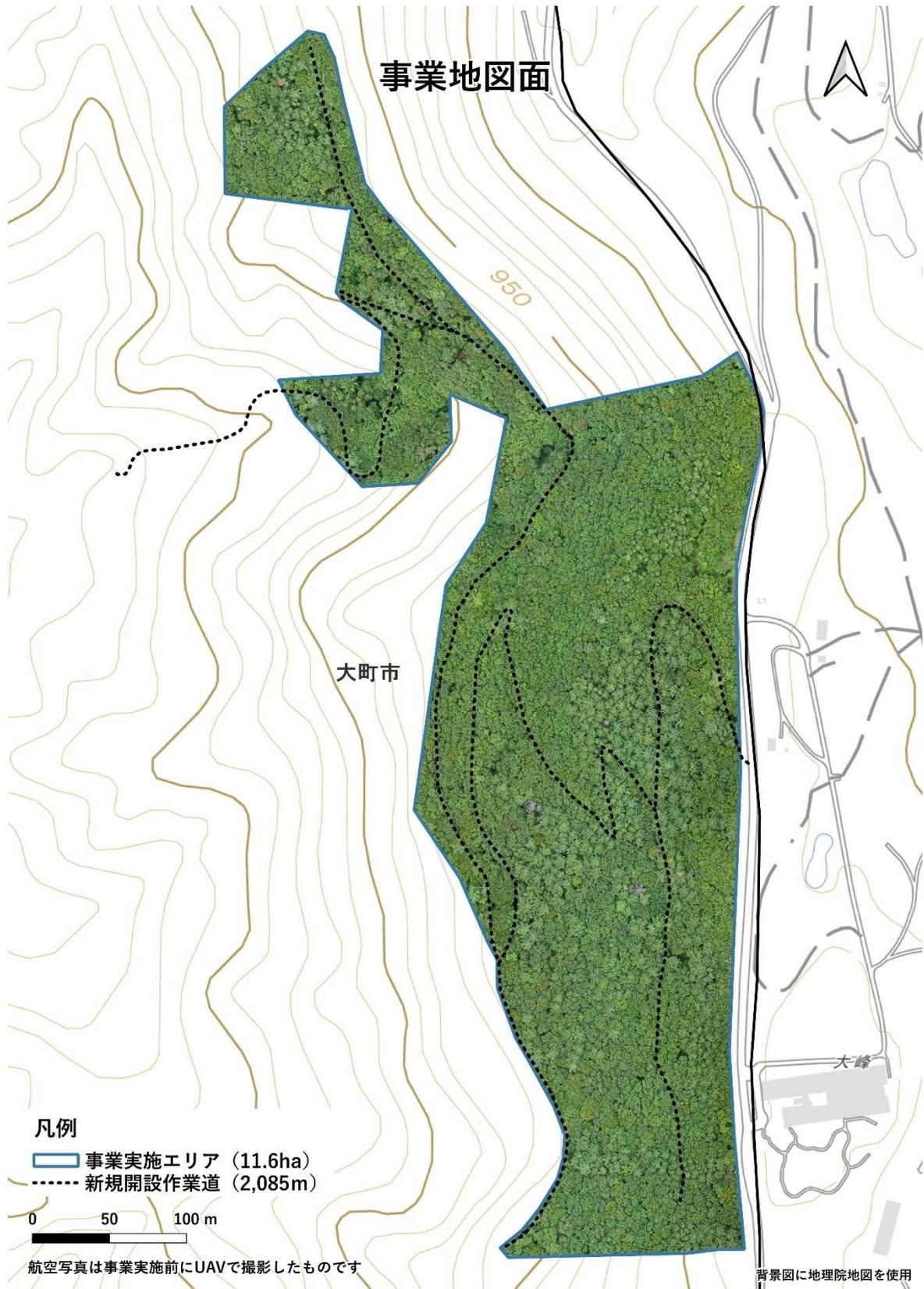


図-3 事業地図面 (UAV 空撮画像)

ソフト事業では、LiDAR 技術を活用して立木段階で広葉樹の三次元データを取得することで、需給マッチングとこれまで放置されてきた広葉樹の活用を促し、広葉樹の資源価値の最大化と当地域における持続的な広葉樹林業の確立を目指した。LiDAR 技術については、スマートフォン端末に搭載されたものを活用し、手軽にデータを取得することで、汎用性の確保と省力化を目指した。また、長野県北アルプス地域振興局が進める広葉樹の利活用に関する取組みと連携し、地域の木工作家を交えながら立木段階での三次元データの有用性について意見交換を行った。

## (1) 本事業の位置づけと長期ビジョン

従来、木材生産は針葉樹人工林、公益性は広葉樹林と二律背反的に捉えられることがあったが、当地域では、豊富な広葉樹林の公益性を最大限に発揮させながら、広葉樹の資源としての利用を進める環境・生産一体型の広葉樹林づくりが必要であると考えられる。同時に、世界的な観光地でもある当地の観光資源としての山の価値を高めることも重要な役割であることから、眺望の確保、季節を象徴する樹種の保残、林内散策など、森林の魅力を訪れた人の感覚に訴えられる山づくりも併せて進めていきたい。

自然の力を活用しながら森林の持つ公益的機能と木材等生産機能を兼ね備えた広葉樹林に誘導していくことで、生活環境の大切な一部として広葉樹林が再評価されることが本事業を通じた長期的な目標である。

## (2) 事業の内容

### ① 立木の三次元データの取得とプラットフォーム開発

#### a. 目的と手法

広葉樹の資源情報の評価は、需要者側のニーズによって様々であり、既存の流通体制では供給側がそのニーズを常に考慮することが困難であった。一方、原木市場では、突発的に出材された広葉樹が高値で取引されることはあっても、在庫のストックや計画的な供給は難しいことから、需要者にとっても必要な時に必要な材料が手に入らず、供給が安定している輸入材に調達を依存する傾向がある。また、供給側も、広葉樹林は成立する樹木の素性や分布状況、資源量が林分によって大きく異なるため、伐採前の段階で採算性を評価することが難しい。このように広葉樹は資源量が豊富であっても、収益面の不確実性から事業実施や伐採の判断には高いハードルが存在する。

本事業では、事業実施を検討している森林にどの程度価値の高い資源が賦存しているかを立木の段階で評価することを目的に、根元から枝下までの三次元形状を LiDAR 技術により把握した。普段の調査の際に手軽に取得できることを重視して、アップル社の iPhone に搭載された LiDAR 機能により三次元データを把握するサービスである、マプリー社の「mapry 林業」を用いて良質木を中心に、サンプル的にデータ取得を行うこととした。

b. iPhone を用いた三次元データの把握

本事業では、事業地の主林木であるナラやクリ、サクラを中心に、立木状態で最も価値が高いと考えられる根元から枝下までの素性が良い部分のみ三次元データを取得することとした。三次元データのスキャンに加えて、幹情報の写真も、接写と遠景の二パターンで記録した。本事業地には、根元から枝分かれ部分まで通直で素性の良い個体が多く、スキャンの際はiPhone を自撮り棒の先に取り付けて幹の周囲を回りながら上下させて実施した(図-4、図-5)。立木の周囲に藪がある場合や、傾斜が急な場所では、スキャンに想定以上に時間を要した。



図-4 iPhone による立木のLiDAR スキャン

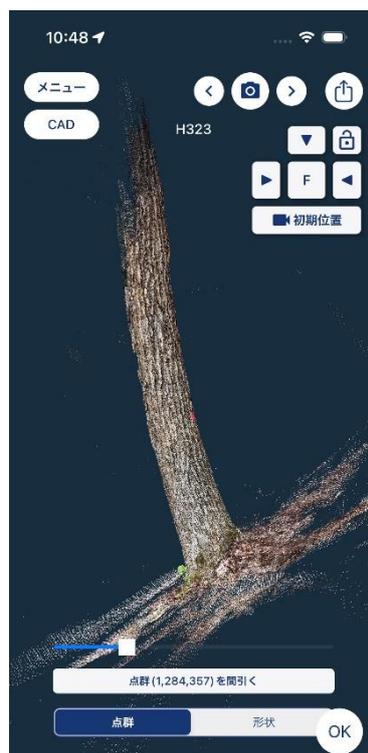


図-5 立木の三次元データ

c. 三次元データのプラットフォームへの掲載

iPhone で取得した三次元データは、同じくマプリア社の提供するプラットフォームである「3D 木材市場」に掲載し、需要者が写真情報から立木のデータにアクセスできるようにした。「3D 木材市場」では、掲載された丸太や板材などが画像アイコンとして表示されており(図-6)、サイトの訪問者は閲覧したい丸太や木材をクリックすることで、画像上で任意に計測を行うことができる(図-7、図-8)。需要者側が自ら、プラットフォーム上で立木の幹の形状や位置情報を把握、価値の評価を行うことが可能となる。

本事業では、マプリア社の協力のもと、立木データの掲載と三次元データの閲覧機能、データのアップロード手順改良等の機能実装を行った。取得し

た三次元データを活用し、枝下の通直性や今後も成長が見込まれるものについては、データベース化することで母樹として保残する優先度を高め、今後伐採後の更新が進み、需要に応じて保残木の伐採に移る際に、立木データの事前把握ができるようにした。



図-6 プラットフォームの画面 (3D 木材市場)



図-7 写真上で径級や長級等の計測が可能



図-8 三次元データは任意の角度から閲覧可能

マプリー社が提供する 3D 木材市場 (<https://mokuichi.com/>)  
 アカウント (無料) を作ると閲覧できる  
 ハッシュタグ (#) で検索や絞り込み可能



## ② 需要者側との情報交換会

立木段階での需給マッチングを目的として、地元の木工作家や家具職人に加えて大手家具メーカーや木材流通、林業関係者による講習会を開催した。当日は、三次元データの取得方法や「3D 木材市場」の使い方を参加者に説明後、実際に伐採した木を現場で確認し、情報交換を行った (図-9)。

その結果、需要者側は現段階では丸太の木口が確認できないと、商品としての価値を判断するのは難しいということが明らかになった。立木段階のデータでは、幹の形状や寸法は分かっても、内部の木材としての情報が把握できないため、伐採前のデータからダイレクトに購入に至るのはハードルが高いと考えられた。一方で、「3D 木材市場」の情報があれば、現地までその木を見に行く価値があるかの判断はできるという意見が多かった。さらに、幹の情報だけでなく、枝の張り具合や周囲の写真、その森林の歴史や情報等を併せて掲載することで、需要者側に対して材料としての木そのものにストーリー性を持たせることができれば、付加価値の高い情報になるとの意見が出た。

需要者側は、立場によって求める材料が様々なので、三次元データはツールと捉えて、どのように情報を発信していくのか、北アルプス地域の材というブランディングも付加しながらコミュニケーションを取っていくことが重要と考えられた。



図-9 三次元データと現物を見比べ意見交換

### ③ 母樹選定

母樹の選定では、萌芽更新が最適となるような光環境の確保と確実な種子散布の範囲を、林内広葉樹の平均樹高から任意に設定するとともに、作業の効率化を図るため、GIS上で16m真角のグリッドを引き、その図面を基に機械的に母樹を選定してマーキングした。しかし事業地の林相は複雑であり(図-10)、実際に選定作業に着手してみると、母樹とする樹木の基準も曖昧で、選定作業間で選定基準の認識の不一致が生じた。

このため、県外の先進事例地(富山県西部森林組合)へ研修視察に訪れるとともに、長野県林業総合センターの専門家を招き、選木状況を見てもらいながら現地検討会を実施することで、母樹選定の考え方を整理し、部分的に見直した。さらに、技能職員とも共通認識を持ち、伐採作業時においても必要に応じた柔軟な再選木を含めた判断が出来るよう勉強会を実施した。

母樹選定時に考慮すべき要素として学んだ点を以下に整理する。



図-10 林内の様子

#### a. 樹種

地域特性及び樹種毎の種子の散布方法に加え、材としての価値や将来性等様々な要素を鑑みながら、何を母樹とし、次世代に何を主林木とするどんな森林を作るかを考える必要がある。

事業実施地にはコナラやクリが多く生育していることから、当初これらの樹種を中心に母樹選定を実施したが、単一的になりすぎないように、コナラやクリ以外の樹種も母樹として選定した。特に、礫が多いエリアでは、ケヤキが多く成立していたことから、母樹として保残することとした。一方、散布範囲が広大なシラカンバや、種子が長期間の埋土期間後も発芽力を維持しているホオノキ等は母樹として残す優先度を下げた。

## b. 樹形

天然下種更新を目的とした母樹は、種子散布範囲が広いことが重要な要素であるため、枝の広がり大きいものが良いと考えられる。また、形状比が高く細長いものは散布範囲が狭いことに加え風害等のリスクが高い。偏心木は雪害のリスクが高い。また、梢端部が枯損しているものや丸くなっているものは、今後の成長が期待できない恐れがある。実際、視察先でも形状比が高く細長い個体を母樹として残すと、水ストレスで梢端部から枯れ下がるような現象が起きていた。

このため、本事業においては、太い下方枝が有り（理想的には元玉8m程度が取れる高さ）、可能な限り全方位にバランス良く枝を張っている、素性の良いコナラ・クリが母樹としての最適解ではないかという結論に至った。

## c. 伐採作業を考慮した母樹選定

上記二点を踏まえ母樹選定を進めるとしたものの、伐採作業に支障を及ぼすことは避けなければならない。周辺木の伐採時に支障となる枝の存在の有無や、損傷リスクの高い位置関係にあるかなどの作業条件を考慮する重要性を改めて学んだ。この点については、伐採作業を進める過程でどうしても変更が必要となる場合もあるため、当初想定していた以上に丁寧に技能職員と母樹選定の考え方について共有を図り、最終的には技能職員の判断に委ねることとした。

## ④ 皆伐母樹保残による伐採

当初設計では、総延長1,840mの作業道開設、二箇所の土場設置、11.6haの皆伐母樹保残を実施し、搬出総材積740m<sup>3</sup>という計画に対し、最終的には作業道開設2,085m、皆伐母樹保残8.2ha、二箇所の土場を設置した。また、町道に隣接する林縁部については景観に配慮してカエデ等を残して低木除去を実施した。

皆伐母樹保残（図-11）を実施した面積の減少については、本事業のフォローアップ事業の担当講師である鳥取大学名誉教授大住先生及び長野県林業総合センターの専門家からの助言を踏まえ、当初設計に囚われずに林相・地形等諸条件を鑑みた上で更新方法を選択し、事業地内に伐り方の濃淡をつけたことによる。

例えば、林床に入る光が少なく前世稚樹が育っていないエリアでは、将来的な種子の量を確保し、急な低木類の繁茂を防ぐために伐採率を抑え、まだ成長が望める目的樹種が育っているエリアでは、将来的な価値の向上が見込まれる素性の良い個体を多く残す間伐的施業へと切り替えた（図-12）。また、0次谷斜面や表層に石礫が多く天然下種更新が困難と考えられるエリアでも同様に伐採率を抑えた反面、目的樹種や高木が育っていないエリアでは無理に母樹を残さずに、伐採強度を高めた。



図-11 伐採強度を高め母樹のみ保残



図-12 伐採強度を弱めた間伐的施業

#### ⑤ 萌芽更新・天然下種更新

広葉樹林を更新させるための重要な取組みである萌芽更新・天然下種更新への誘導については、様々な条件を考慮した母樹選定や濃淡をつけた伐り方を取り入れた上で、更新後の保育作業を極力減らしてコストを抑えることが重要である。

このため、天然下種更新については、前世稚樹の数量を事前に確認し、大径木が多く林内が暗いため前世稚樹が育っていないエリアでは、伐採率を抑えた施業を選択することで、林内光環境の改善をしつつ種子落下量を確保して将来的な後世稚樹の定着を促す管理を行った。

萌芽更新の取組みとして、更新確率を高めることを目的に、萌芽更新させたい樹種の根株を可能な限り地際で伐ることとした。萌芽には2種類（根元付近の萌芽とやや上部の休眠芽（胴吹き））があり、根本付近のものは生存の可能性が高い一方、上部のものは地上部の株が腐る過程で剥がれ落ちやすいことを学んだためである。

枝条等未利用材は、今後自然発生してくる萌芽や実生に対するシカの食害対策として、植栽試験区を除き集積等の地拵えは実施せず、林内に放置した。

### 6. 事業の成果

#### (1) 三次元データと実際の用途検証

事業地内にプロットを設けて（10m×10mを4箇所）、プロット内の立木について全木三次元データを取得し、造材時に個別に検収し、伐採後の販路の追跡を行った。需要者側が閲覧する段階を想定し、「3D 木材市場」で計測を行って、データの段階で把握できる情報の整理と実際の用途別歩留りを検証した。

その結果、プロット内の立木について、「3D 木材市場」では用材材積が 148.23 m<sup>3</sup>/ha であったが伐出、造材後の用材材積は 120.715 m<sup>3</sup>/ha と約 20%少ない結果となり、三次元データでは過大に評価された（表-1）。

表-1 3D 木材市場とプロット材積の検証結果

プロット (0.02ha)	3D 木材市場 (m <sup>3</sup> )	プロット (m <sup>3</sup> )
プロット 1+4	3.452	2.253
プロット 2+3	2.477	2.576
Ha あたりの用材材積	148.230	120.715

丸太の材積を把握する際は、木口面で樹皮を除いた上で、扁平丸太の場合最も短い辺の直径を採用するが、三次元データの場合は樹皮を除いた直径を正確に把握することが困難であったと考えられる。また、今回取得したデータでは、データが二重に計測されたり、一部欠損して取得されたりといった現象が生じたため、扁平の状況や曲り、コブや根張りの部分の評価が難しく、造材の際にはこれらの欠点があるものは用材と判断されないため、データのみによる評価は現段階では厳しいと考えられる。

(2) 皆伐母樹保残による伐採

伐採材積については、森林簿データの森林資源量をベースに、伐採率 70%、搬出率 80%、利用率 80%として 740 m<sup>3</sup>を見込んでいたが、プロットデータから見る実際の伐採率は約 80%となった。搬出率・利用率についてもそれぞれ作業道の延長と薪材及びバイオマス材利用の最大化を徹底した結果、最終的には計画を大幅に上回る搬出総材積 1,663 m<sup>3</sup>となった。それに伴い、売上についても 5,926 千円の見込みに対して 13,701 千円と大幅に増えたが、素材生產業務に係る経費（計画書内伐出費、運搬費、作業道開設費、機械リース費、土場設置費）も 26,420 千円から 35,020 千円へと増加した。



図-13 皆伐母樹保残による伐採を実施した事業地から北アルプスの山々を望む

(3) 広葉樹用材等の販路開拓と生産した材の用途割合

本事業では、用材に適した広葉樹について、地元の木工作家や家具工房への供給を目指して三次元データの取得や講習会を行い、今後の展開を見据えて大口需要先及び安定供給の開拓も併せて行った。

当初、事業計画の中では家具等付加価値の高い木製品の生産が盛んな地域から講師を招いて講習会を行う予定であったが、該当地域の家具メーカーに対して、今回取得した三次元データを提示したところ、興味を持って来現してもらい、一定規格以上のコナラ及びクリについて山土場からの直送販売を実現することができた（図-14）。

また、本事業実施期間の中で長野県森林組合連合会中信木材センターを通じ、シラカンバを根元から枝先まで欲しいという需要があったことから、本事業地のシラカンバで対応した（図-15）。需要先からは、今後も毎年一定量の取引の要望があることから、広葉樹の新たな活用方法として積極的に対応していきたい。

北アルプス森林組合では、用材需要に適した広葉樹についての販路はこれまで原木市場のみであり、まとまった量を扱うことが少なかったが、本事業で一定量の広葉樹用材を生産できたことで、三次元データも活用しながら新たな販路を作ることができた。実際の用材割合は3%、薪材が42%、バイオマス材が55%であった（表-2）。



図-14 家具メーカーに直送した用材

図-15 新たな販路が開拓されたシラカンバ材

表-2 用途別材積と単価（広葉樹のみ）

	割合 (%)	材積 (m <sup>3</sup> ・t)	単価 (円/m <sup>3</sup> ・t)
用材	3	44.072	33,518
薪材	42	551.742	10,049
バイオマス材	55	729.510	6,050
合計材積・平均単価		1,325.320	8,628

## 7. 課題と取組方向

### (1) 母樹選定と皆伐母樹保残による伐採

母樹の選定は、森林の様々な要素（林相、地形、前世稚樹の有無、目的樹種の分布など）を検討しながら伐り方の濃淡をつける作業となったため、技能職員への指示が数値でない「イメージの共有」に依拠することとなった。技術職員のイメージが明確でないと技能職員に伝えることが出来ないものの、そのイメージの構成には技術職員自らの頭で最適解を導き出す必要がある。更新後の森林がどのように生育していくかを想定し、環境を考慮しながらの判断が求められた。

技能職員にとっても、母樹の位置を把握し（必要に応じて変更する判断も必要）、保残する木に損傷がないよう、また樹種の特性や素性による割れやすさなどを考慮して伐倒ポイントを判断することが求められる。実際、伐倒方向や受け口・追い口の伐り方を誤り、材が裂けたり割れたりするケースが複数回見られた。伐倒後の造材についても、普段扱っている針葉樹と異なり多種多様な形状のため、太さ、枝の位置、割れの有無などを慎重に見極めながら長さの取り方などを工夫し、最も価値が高くなる造材を行う必要があった。

本事業では、従来の枠組みや制度に囚われることなく、現場の状況や作業のイメージを共有しながらその都度判断する必要性が明確になった。

### (2) 萌芽更新・天然下種更新

2024年5月に実生及び萌芽発生直後の林床植生について調査を行ったところ、事業地全体で、高木性の樹種が3～11万本/ha程度確認された。また、ケヤキが小集団で生育していた斜面下部の一部では、樹冠下周辺においてケヤキの実生が82万本/ha程度確認された（図-16）。ただ、事業地内でも更新本数の濃淡が激しく、少しの条件の違いで高木性樹種の更新木が薄いエリアも散見された。

母樹の選択的保残、林相・前世稚樹の有無による伐採率の調整、萌芽更新の確立を高めるための根株の伐り直し、未利用材を林内に散らかしておくシカ対策など、現時点で天然更新の成功率を高める対策は実施したものの、今後の成林が保証されるとはいえない。

本事業地は、元々薪炭林として使われていた二次林であり、萌芽更新可能な樹種が多い林分であったが、現段階で更新が成功したかの判断は困難である。

事業の際に天然更新を選択する



図-16 ガレ場におけるケヤキ実生の発生状況

場合は、価値の高そうな広葉樹があるからという理由だけで、安易に伐採という判断に至らないために、経済性と更新後の成林について、前生樹やその森林の成り立ちを調査した上で判断することが求められる。

また、今回偶然にもケヤキの種子の豊作年に当たった。現在の森林経営計画制度や補助制度の下では、目的樹種の種子の豊凶を判断してからの事業実施判断というのは不可能と言わざるを得ず、そうである以上、天然更新を見込んだ伐採事業における種子量の確保には「運」の要素も多分にあることを認識する事象であった。



図-17 更新木調査の様子



図-18 伐根から発生したコナラの萌芽

### (3) 立木の三次元データ化とその有用性

事業地には、比較的通直な立木が多く、根元から 8m ほどスキャンする必要がある立木もあった。iPhone に搭載された LiDAR 機能は照射距離が 5m（本事業で使用した iPhone13Pro・iPhone14Pro の場合）であるため、調査の際は自撮り棒を用意し、その先に iPhone を取り付けてスキャンを行った。自撮り棒の先に取り付けることで、高い位置までスキャンすることができたが、斜面等の足元が不安定な場所では iPhone を大きく動かすことになり、IMU の誤差により三次元形状が歪んだり立木が二重に取得されたりする等の現象が出た。本事業では、123 本の立木をスキャンし、データの完成度を主観的に評価した。その結果、立木の三次元データが欠損やズレが生じずにクリアに取得できたのは全体の 55% に当たる 67 本に留まった。また、当初は三次元データを手軽に取得することを目的としていたが、想定していた以上に一本の立木のスキャンに時間を要してしまい、運用面の課題となった。

広範囲をスキャンすることができる地上レーザー機器の開発も進んでおり、費用対効果を見極めながら林分全体でのデータ取得も検討していく。なお、最新の iPhone では LiDAR の照射距離が長くなっていることから、これらの点は改善が期待できる。

また、三次元データを元に、伐採する前段階で収益性を検討できる仕組みづくりを目指したが、本事業の講習会に参加した需要者の大半は、丸太の木口が見えないと価値の判断は困難との意見であり、今後さらに多くの需要者から意見を伺い、有用性の検討とデータの扱い方を考えていく必要がある。

## 8. 事業成果を踏まえた今後の展開

### (1) 森林資源情報の効果的かつ効率的な把握方法

立木の三次元データ化とプラットフォームへの掲載について、伐採前での採算性を見極めるツールとしては課題が残ったが、広葉樹資源に対して、既存の販売先であった薪やパルプ・バイオマス用途以外の可能性を見出す第一歩になったと考える。実際に三次元データを取得する際は、材の素性や形質を見極める必要があり、その先にはアテの入り具合や木目の詰まり方、偏芯の程度など多くの品質に係るパラメータがあることが分かった。さらに、需要者側共通の意見として、一本の木に対して木材資源という捉え方だけでなく、森林全体の情報や周囲の環境、歴史等のストーリー性を持たせることで、付加価値を見出せる可能性が示唆された。

広葉樹資源の用材としての需要は、需要者側の属性や考え方によって様々であることから、本事業での経験を踏まえ、情報発信に努めるとともに、需要者側と積極的にコミュニケーションをとる体制を築いていきたい。三次元データに山の情報や周囲の環境等の情報を付加するとともに、さらに多くの需要者に意見をいただき、情報発信のプラットフォームとして活用を模索していく。

また、三次元データとプラットフォームについては、木口の情報が重要ということが分かったので、造材後の丸太について山土場や原木市場でデータ取得を行い、プラットフォームと紐づけることで活用を進めたい。

### (2) 広葉樹林の維持・更新

広葉樹林の維持・更新を実施する為には、天然更新についての知見を深めるとともに、手法について熟考することで事業の目的を明確にし、継続して行うことが必須であることが明白となった。

本事業終了後も、当事業地の更新状況を継続して長期的にモニタリングしていくことが重要となる。当面の予定としては、月に一度程度の現地踏査を実施しつつ、10～12月にかけては長野県林業総合センター専門家と共に現地を再調査し、コナラやケヤキ実生の発生状況及び更新木の生育状況を確認する。また、既にシカの生息密度の把握を行うためにセンサーカメラを設置しており、データ解析と生息密度に即した対応を行う予定である。

更新の状況に応じて、来年春以降に必要な場合における刈払い作業を実施、低木類や草本類の除去を行い、主にコナラとクリといった高木性樹木の育成を促す作業なども検討していく。

モニタリングを継続するとともに、先進地の視察、専門家による文献の参照など、今後も天然更新の知見を広めていき、事業実施可否や手法などの判断精度を高め、地域における広葉樹林の天然更新に係る考え方を整理していきたい。

### (3) 地域の特徴に合った広葉樹林業

結果として得られた素材生産費用及び販売収入から判断すると、現時点では補助金なしに広葉樹施業を行うのは、収益性という面から非常に困難であると考えられた。しかしながら、例年を大きく上回る薪材の需要、家具材としてのコナラやクリ、特定利用材としてのシラカンバなどの高価格販売ルートを新たに開拓し、実際に広葉樹材を生産することで市場を拡大できたことは非常に大きな収穫となった。

また、広葉樹の板材需要の可能性も見出せたことから、北アルプス森林組合が所有する製材所を活かし、丸太の付加価値を高める取組みとして、加工品での供給を進めていきたい。

今後の事業展開には、販路・販売方法のさらなる拡大、需要者側の求める地域の特徴を活かし付加価値を高めるアイデアを持たせた木材の提供と、なるべく良質な木材を提供するための技術向上が欠かせないとする。

広葉樹林業という概念を打ち出しても、それを実践するための知識や技術力が足りなければ事業として成り立たないことを痛感した。また、当初は機械化や最新技術を用いた効率化・省人化を描いていたものの、実際は技術を最大限に活用しながらも、最後は属人的な判断が大半となるだけでなく、現状ではそれが最適解と言える学びがあった。本事業を通じて得ることができた知見をさらに深めるとともに、地域の広葉樹資源の活用と次世代の森林への更新に積極的にアプローチしていきたい。



図-19 事業地に設置した看板