

森林技術



《論壇》高精度な森林情報を
どう活用すべきか／瀧 誠志郎

《特集》森林の測量・計測技術～最新技術の実用化～
塩沢恵子／大野勝正／古澤宏章／大島愛彦

●連載 森林再生の未来Ⅲ-13／片岡明人 ●報告／長沼 隆

●令和2年度 林業技士養成研修合格者の声

2021

No. 948

4

TOKOKOSEN

野生動物による樹木の剥皮被害防止にお役立てください

リンロン[®]テープ

トウモロコシ等の植物から生まれた生分解樹脂で作りました。



★剥皮防除資材として10年の実績を有します。

★リンロンテープを1巻使用することで
およそ400g^{*}のCO₂を削減できます。^{*}参考値
(PPおよびPEテープを使用したときと比較して)

★5~10年前後で劣化・分解するため、
ゴミになりません。

★グリーンマーク取得済みです(No.421)。

東工コーセン株式会社

〒541-0052

大阪市中央区安土町2-3-13 大阪国際ビルディング28F

TEL06-6271-1300 FAX06-6271-1377

<http://www.tokokosen.co.jp>

e-mail : forestagri@tokokosen.co.jp

JAFEE

森林分野CPD (技術者継続教育)

森林技術者の継続教育を支援、評価・証明します

専門分野に応じた継続学習の支援

次のような業務に携わる技術者の継続教育を支援

- ①市町村森林整備計画等の策定
- ②森林経営
- ③造林・素材生産の事業実行
- ④森林土木事業の設計・施工・管理
- ⑤木材の加工・利用

迅速な証明書の発行 (無料)

- ・証明は、林業技士等の各種資格の更新、林野公共事業の総合評価落札方式の技術者評価等に活用可能

森林分野CPDの実績

- ・CPD会員数 5,000名
- ・通信研修受講者 1,500名
- ・証明書発行 1,700件 (令和2年度)

豊富かつ質の高いCPDの提供

- ・講演会、研修会等を全国的に展開
- ・通信教育を実施
- ・建設系CPD協議会との連携

詳しくは、
HPをご覧いただくな
CPD管理室まで
お問い合わせください。

公益社団法人 森林・自然環境技術教育研究センター (JAFEE)

[URL] <http://www.jafee.or.jp/>

[CPD管理室] TEL 03-5212-8022 FAX 03-5212-8021 E-mail : cpd@jafee.or.jp
〒102-0074 東京都千代田区九段南4-8-30 アルス市ヶ谷103号

森林技術

目次
No.948

2021年4月号

●論 壇 高精度な森林情報をどう活用すべきか

瀧 誠志郎 2

●特 集 森林の測量・計測技術～最新技術の実用化～

地上レーザ型の森林3次元データ計測と利活用

塩沢恵子 8

UAVに搭載したレーザスキャナによる森林調査・計測

大野勝正 12

高精度GNSS測量の森林・林業の現場における活用

古澤宏章 16

—長野県の取組事例—

岐阜県における森林の測量・計測技術の普及に向けた取組

大島愛彦 20

●統計に見る日本の林業

29 野生鳥獣による森林被害への対策
林野庁

●報 告

30 創立20周年を迎えた
岐阜県立森林文化アカデミーの取組（前編）
～森と木に関わる人材・技術者育成の総合拠点～
長沼 隆

●コラム

34 障がい者と共にに行う緑化活動
—「コンテナ苗」は視覚障がい者に適している
川又正人

●養成研修 令和2年度 林業技士養成研修合格者の声

36 災害から人と自然を守る（森林土木）
松本舞恵

37 林業技士合格はゴールではありません（林業経営）
酒井 宏

●本の紹介

38 美味しく食べて竹林整備
純国産メンマ作りのすすめ
佐藤研一

38 令和元年 台風19号
山里を襲った土砂災害の体験記
阿部和時

●連 載

7 森と木の技術と文化
第29話 島さんのハーモニカ
内田健一

24 産業界とともにめざす森林再生の未来Ⅲ 第13話
1. 林業の成長産業化推進
①主伐促進とその後の確実な再造林、
そのための苗木供給等の体制整備
片岡明人

26 分け入っても分け入っても青い山（1）
（新連載）
都市に自然をはみ出させる
佐々木知幸

●ご案内等 新刊図書紹介 39 / 協会からのお知らせ 40

〈表紙写真〉

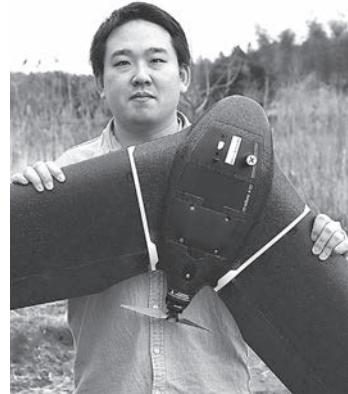
『固定翼型UAVによる空撮画像と三次元モデル』 瀧 誠志郎氏 撮影

固定翼型UAVを使って対地高度約300mから空撮しました。固定翼型UAVを活用することで、たった1回のフライトで約200haもの面積を空撮し、800枚以上の画像データを取得できます。取得したこれらの画像を使ってオルソモザイク画像（左下）や詳細な三次元モデル（右上）を構築しました。（撮影者記）

高精度な森林情報をどう活用すべきか

(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所
林業工学研究領域 収穫システム研究室 主任研究員
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1
Tel 029-829-8284 Fax 029-874-3720
E-mail : s_taki@ffpri.affrc.go.jp

専門は森林情報学。これまで年輪解析による炭素固定量の試算、長期的な資源供給シミュレーションについて研究。現在は、UAV や LiDAR 技術などの先進技術の森林域における活用方法と森林情報のビッグデータ化について研究している。特に固定翼型 UAV を主とした広域森林情報の効率的なデータ収集に注目し、ICT/IoT 化された林業機械とのシームレスなデータ連携と新たな林業ビジネスモデルや作業システムの創出を目指している。



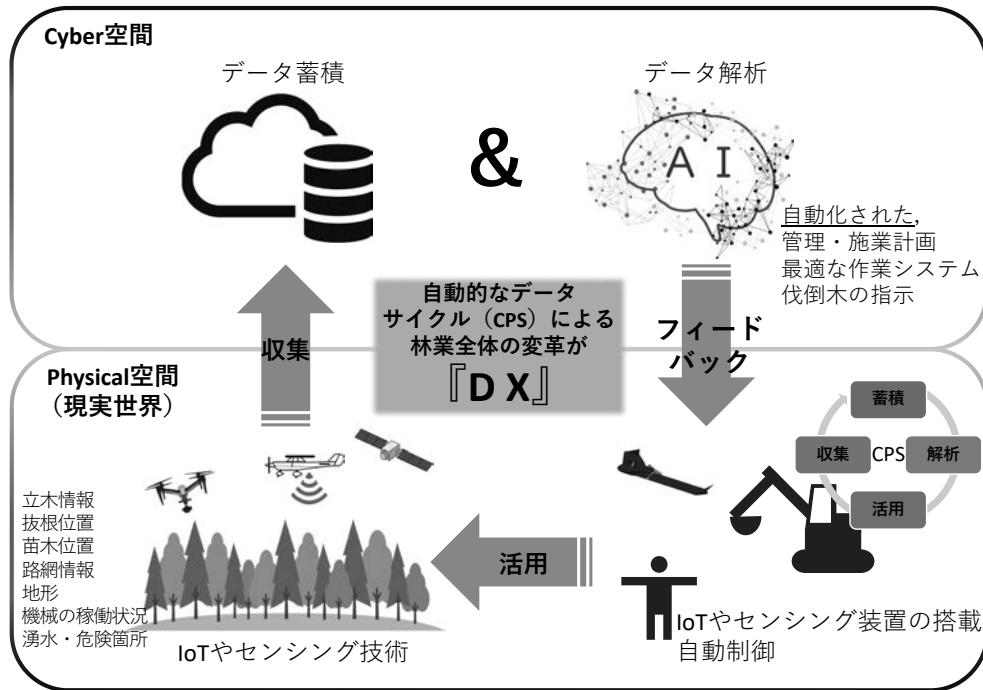
たき せいしろう
誠志郎

●森林・林業分野の変革「林業 DX」

IoT 家電や AI といったデジタル最新技術は私たちの生活環境において身近なものとなっていました。これらは、私たちの身の回りのあらゆる情報をデジタル化し、役に立つ便利な情報や物を提供してくれます。森林・林業分野においては、伐期を迎えた林分がさらに成長を続けていく一方で、林業就労人口の減少などの大きな問題を抱えています。そのような中、作業システムの最適化や労働生産性の向上、労働安全の確保などが喫緊の課題です。これらに立ち向かうための手段として期待されているのが、森林・林業分野における ICT/IoT や AI といった先進技術の積極的な導入です。すでにフォワーダの自動走行や ICT/IoT 先進技術を駆使した林業機械の開発・導入に向けた取組が進められつつあります。

近年、「DX 経営」や「林業 DX」など、「DX (Digital Transformation)」(英語圏では「Trans」を「X」と略すことが一般的なため DX と略されます) という用語を頻繁に見聞きするようになりました。DX とは、あらゆるもののがデータ化、デジタル化されていることを前提に、ICT/IoT の活用を通じてビジネスモデルや組織そのものを変革することです。これを森林・林業分野に当てはめて考えると、ICT/IoT の積極的な活用を通じて作業システムの効率化や生産性を向上させ、森林・林業分野の躍進を目指すことと言えるでしょう。

さて、DXにおいてはデジタルデータを循環させることが最も重要となります。デジタルデータの循環とは、まず、Physical 空間（現実世界）において ICT/IoT を活用し、



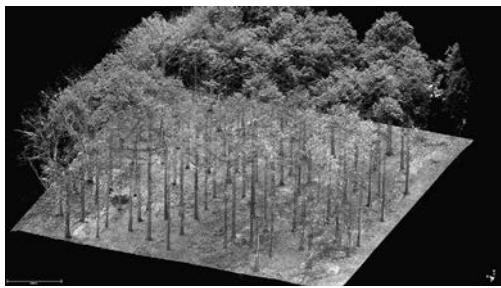
▲図① CPSによる林業 DX

現実世界の情報を収集します。次に、収集したデータを Cyber 空間 (Cloud などのコンピュータやネットワークによって構築されたデジタル空間) に蓄積し、AI 等によって解析します。最後に、解析によって得られた結果を現実世界にフィードバックして活用します。このように、現実世界と Cyber 空間との間でデジタルデータを循環させることによって、社会システムの効率化や生産性の向上などを目指すサービスやシステムのことを Cyber-Physical System (CPS) といい、CPS は DX を実現するための根幹となるものです (図①)。

森林・林業分野において「林業 DX」を実現するためには、まずセンシング技術 (センサーにより対象の計測・数値化をする技術) などの ICT/IoT 先進技術を駆使して森林に関する膨大な情報を収集する必要があります。なぜかと言うと、収集した情報をもとに AI 等によって解析し、現場で有用な情報を得られるようにするためです。当然ながら、必要となる情報は立木情報だけではありません。例えば、作業システムの最適化によって生産性の向上を図るには、素材生産現場における機械の稼働状況や採材情報といった素材生産に関する情報をビッグデータとして一元管理することが求められます。林業機械等の ICT/IoT 化と並行して、森林情報のビッグデータ化は急務とする課題の一つなのです。

●森林測量・計測における最新技術

これまでの森林測量・計測では、限られた面積を調査するだけでも多くの労力と時間を要しました。このため最近では、LiDAR や UAV, GNSS といったセンシング技術



▲図② LiDAR による三次元情報取得



▲図③ 光学カメラを搭載したドローン

や測量技術が注目されています。これらを活用することで、数ha以上の広範囲における単木情報や微地形情報などの詳細な三次元情報を、短時間に低労力で取得できるようになっています。特にGNSS測量技術においては、測位衛星の増加に伴いGNSS受信機の低価格化・高性能化が進み、高精度な位置情報を得られます。これらの先進技術の活用によって、これまでCPSにおいて扱ってきたビッグデータの量と質を飛躍的に向上させることが期待されており、「林業DX」の実現に向けた必須技術となっています。

(1) 地上型 LiDAR (レーザスキャナ)

LiDARとは、Light Detection and Ranging (光検出と測距) またはLaser Imaging Detection and Ranging (レーザ画像検出と測距)のことです。LiDARはレーザを1秒間に数万発以上発射し、反射してくるまでの時間から物体までの距離を計測します。これによって、対象物等の三次元情報を直接的に取得します(図②)。LiDARはその計測方法の違いから、「設置型」と「移動型」に大別することができます。設置型は、三脚や一脚などで数十秒～数分間、静置させて計測します。移動型は、歩きながらあるいは車両に搭載して走行しながら計測します。代表的なものとして、設置型にはOWLや主に土木や遺跡調査などで使用されるFARO製品などがあります。移動型には3D walkerや主に道路計測に使用されるMMS (Mobile Mapping System)などがあります。この内、OWLと3D walkerについては森林資源量調査に特化しています。それぞれ専用のソフトウェアを用いることで、計測データの合成処理から三次元マップの作成、単木情報(胸高直径や樹高、矢高)や立木配置などの情報が出力されます。

(2) UAV (Unmanned Aerial Vehicle) による空撮

UAV(ドローン)による空撮は非常に身近なものとなりました。低成本で高性能機体を導入できること、また操縦の簡便さなどが主な理由です。加えて、光学カメラ(RGB、マルチスペクトル)やLiDARを搭載できる機体もあります(図③)。自分たちで空撮を行い、取得したデータをもとにした森林構造の把握や成長量予測への活用や、境界明確化等のための新たな森林調査ツールの一つとしての活用を目指す取組事例が多く見られます。その一方で、UAVの墜落事故や紛失といった事例も増加しています。このため、UAVに関する法律も頻繁に改定され、年々規制が厳しくなっています。2020年6月の航空法改正ではUAV機体の登録義務化が盛り込まれ、2022年初めまでに登録制度が導入される見通しです。また、現在は多数の団体が独自基準のライセ

ンス制を実施していますが、今後は国家資格の UAV 操縦免許制度が導入される見込みです。これと並行して、国産 UAV の開発も進められています。

画像（空撮画像など）から三次元形状を復元する技術を、SfM（Structure from Motion）といいます。SfM 処理するためには専用のソフトウェア（空撮

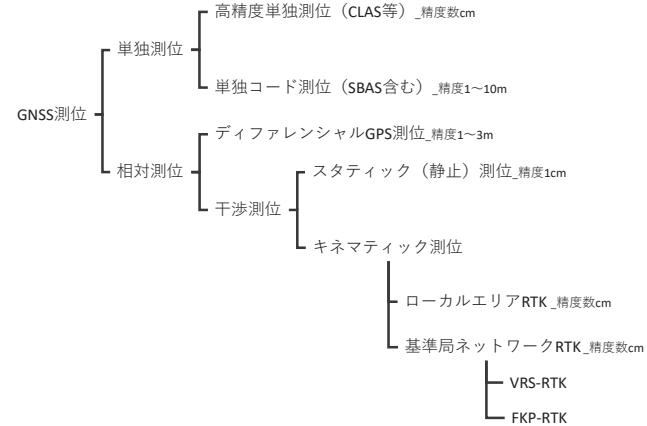
画像からオルソモザイク画像を作成するために必要）と、ある程度の高性能なスペックを有した PC が必要です。SfM ソフトウェアには高額なものが多くありますが、最近では GitHub¹⁾（ギットハブ）上で開発が進められている ODM（OpenDroneMap）と呼ばれる無償の高機能ソフトウェアも登場しました。これにより、UAV による空撮だけではなく、三次元点群データの取得、解析までもが、今まで以上に誰でも低コストで行えます。

（3）GNSS（Global Navigation Satellite System）測量

GNSS とは Global Navigation Satellite System（全球測位衛星システム）の略で、多くの衛星を使用して位置を計算するシステムのことです。一方、GPS とは Global Positioning System の略で、衛星を使用した米国的位置測位システムのことを指します。民間利用が開始された 1980 年代当初は、「衛星測位システムといえば GPS」というものでした。ところが近年では、ロシアの GLONASS、中国の BeiDou、EU の Galileo、日本のみちびき等、各国で測位衛星が打ち上げられ、GPS とは限らない時代になりました。受信機も各国の複数衛星の電波を同時に受信して、より正確な位置を求めることができるようになっています。

GNSS 測位手法を大別すると「単独測位」と「相対測位」があります（図④）。単独測位は受信機 1 台で測位できますが、相対測位は基準局（固定局あるいは基地局）と移動局となる 2 台の受信機を必要とします。相対測位の中にはディファレンシャル GPS（DGPS）測位やキネマティック（RTK）測位といったものがあります。DGPS は誤差を相対的に補正して精度を高める手法です。RTK とは Real Time Kinematic の略で、移動しながらでも DGPS よりも高精度の測位を行える手法です。ただし、基準局と移動局の間でリアルタイムに通信する必要があるため、携帯電波が届くエリアで使用する等、何かしらの通信手段が必要となります。

最近は GNSS 測位衛星の増加とともに受信機も進化し、高精度な測位を可能にしています。特に、測位衛星からの 2 つの異なる周波数を使って測位する「2 周波測位」



▲図④ GNSS 測位の分類

1) ソフトウェア開発のプラットフォーム。世界中の人々がプログラムコードやデザインデータを保存・公開して、履歴を残しながら共有したり修正したりすることができる。

が主流となっています。さらに、「搬送波測位」と呼ばれる、電波の波の数を計測することで精密計測を行う手法に対応した受信機の低価格化が進んでいます。この2周波かつ搬送波に対応した低価格の受信機の登場によって、森林内での単独測位による高精度なGNSS測量が期待され、現在、境界測量や機械、苗木などの位置情報の取得、林内ナビゲーション等への活用に向けた精度検証が活発に進められています。

この他にも、最近はみちびきのCLAS (Centimeter Level Augmentation Service: センチメータ級測位補強サービス) を使用した仮想基準局製品も出てきています(仮想基準局 (VRS) by CLAS: ビズステーション社製、価格約5万円)。受信機(図④: 高精度単独測位)ではありますが、RTK用の基準局(図④: VRS-RTK用の基準局)として動作します。みちびきのサービスを使用することで、ただ置くだけで誤差6cm以内(静止時水平精度)の基準局を作ることができます。

ところで、カーナビやスマートウォッチ等で「みちびき対応」といった用語を目にすることがあります。しかし、「みちびき対応」だからといってセンチメータ級の測位ができるわけではありません。これを実現するためには、センチメータ級測位補強信号(専用の周波数)を受信できるアンテナと受信機が必要で、現在のところスマートウォッチ等に搭載したものはありません。また、森林域におけるセンチメータ級測位補強信号の有効性については今後の検証が必要です。

●最新技術を森林管理・経営に活かすための課題

「林業DX」の実現には、議論すべき課題が多くあります。例えば、Cloud上に情報を蓄積するとしても、「そのCloudサーバをどこに設置し、誰の責任で管理するのか」「どんなAIやツールを開発して、どんなことを解析させるのか」「セキュリティをどのように確保するのか」などが挙げられます。加えて、導入や維持管理のコストもかかります。自治体においては、三層分離(外部インターネットとの接続を分離してセキュリティ性を高める仕組み)の見直しも必要になるでしょう。また、森林・林業分野でのICT/IoTに精通した人材育成も必要です。林業大学校等では、センシング技術などのICT/IoTの活用について、カリキュラムとして組み込むことが求められていくと思います。

ICT/IoTは日進月歩で技術が向上しているとともに、低価格化も進んでいるため、将来的には今よりも導入しやすくなると期待されます。しかしながら、全てのセンシング技術等のICT/IoTが日本のどんな森林条件でも使えるわけではありません。そのため、先進技術が導入可能な場所とそうでない場所のゾーニングが必要となります。今後、「林業DX」の実現に向けて、ICT/IoTの活用を主軸とした新しい林業ビジネスモデルの構築と併せ、資源供給シミュレーションに基づくサプライチェーン全体の再構築も視野に入れて考えていかなければならぬでしょう。

[完]



偶数月連載

森と木の技術と文化

島さんの ハーモニカ

3か月前、島崎洋路さん（92歳）が生涯を閉じた。島さんは私の大学時代の担当教官で、私に林学と林業が「とても面白く奥が深い」ことを教えてくれた人だ。

終戦を神奈川県横須賀市（海軍特別幹部練習生）で迎えた島さんは、長野県伊那市に復員して、農地開拓団に参加する。仲間から長野県立農林専門学校で学ぼうと誘われ、手続きに行くと「農科は受験者が多い、林科にしないか」と係官が言う。それじゃあと変更したのが、林学との出会いだった。

卒業後、長野県庁から県森林組合連合会に移り、山林をテント泊で測量する日々。そこに、大学に昇格した母校から助手の誘いが来る。本人が返事するより先に親父さんがOKの返事をして、信州大学農学部の教官となる。実に島さんらしいエピソードだ。

私が知る1980年代後半には、島さんは現場主義の素敵な教官になっていた。カーキ色の作業ズボンに地下足袋と短い脚絆、襟の立ったシャツに演習林のヘルメット。普通の教官が机上の林学を語っているとき、島さんの現場主義には、大きな魅力を感じたのだ。

島さんの演習林研究室は、現場派の学生にとって才アシスのような所だった。学問、論文、人生、悩み、山林、チェーンソー、機械、ワイヤー、酒、焚き火、山の歌、演習林宿舎、居酒屋などなど、若者たちの要求に島さんは徹底的につきあってくれた。

学者としての島さんは、他の研究者からの評価は高くなかった。けれど、林分の密度管理に相対幹距比Srを使い、間伐木の選定に際して残存木（良い木）を先に決める「保残木マーク法」を提唱したのは、非常に優れた着眼点だった。私は賛同できなかった「列状間伐」だって、「とにかく手入れ不足の人工林をなんとか救いたい」という熱い思いがあったからだ。

1994年、信州大学を定年退官した島さんは、林内運搬車とリモコンキャレッジを買う。そして山小屋を建て「山造り承ります」の看板を掲げた。山林を診断し、間伐、搬出する実践作業と、「KOA 森林塾」などで林業の後継者を育てる「島崎山林研修所」の活動を

森と木の技術と文化研究所
〒048-0144 北海道寿都郡黒松内町東川167-2
Tel 0136-73-2822 携帯 080-1245-4019
E-mail : kikoride55@yahoo.co.jp

内田健一



▲ハーモニカ吹奏後、帰り支度の島崎先生

島さんは開学直後の岐阜県立森林文化アカデミーでも林業を教え、絶大な人気を得た。隣は木造建築の三澤文子教授（当時）。2005年2月撮影。

開始し、毎日一生懸命に森で汗を流したのだ。

島さんの飲み会は、とにかく楽しい。宴も酣になつてくると、皆で山の歌を唄い、やがて島さんがポケットからハーモニカを取り出して楽しく吹奏する。そんな島さんの人柄に惹かれて、多くの弟子や仲間が山小屋の囲炉裏端に集まった。やがて、類い希な実践活動が社会にも認められ、充実した後半を過ごした。

そんな島さんも、近年は徐々に森の現場に行く回数が減り、昨年は運転免許証を返納。そこにコロナ禍が追い打ちをかける。夫婦で外出を控えて静かに暮らしていたが、最近、軽い認知症を自覚し「何か良い薬があれば処方してもらおう」と主治医を予約する。

1月15日は、久しぶりに余所行きの服に着替え「まるで遠足に行く子どものように」昼前に出発。タクシーが来る所まで妻の美津子さんと歩く。穏やかない天気だ。ところが急に歩けなくなり、救急搬送されたが、そのまま息を引き取った。肺塞栓症だった。

昭和3年に生まれ太平洋戦争を経験し、最後はコロナ禍に見舞われた。しかし、敗戦国日本が復活し成熟する「良い時代」を歩んだ。その中で林学と林業を真摯に追求した島さんの生き様に、後生が学べることは多いと思う。島崎先生、ありがとうございました。安らかにお眠りください。
(うちだ けんいち)

地上レーザ型の 森林3次元データ計測と利活用

塩沢恵子

株式会社アドイン研究所 取締役／製品サービス事業部長
〒102-0094 東京都千代田区紀尾井町3-6 紀尾井町パークビル8F
Tel 03-3288-7835 Fax 03-3288-7334 E-mail: shiozawa@adin.co.jp



はじめに

当社が開発製造している「森林3次元計測システムOWL」は、3次元レーザ計測装置と専用解析ソフトウェア「OWLManager」で構成されます。装置は、一脚式で、重さ3.5kgと軽量であり、急斜面でも簡単に計測できます。スキャンごとに10～15mほど移動し、これを繰り返して林地全体を計測します（写真①）。「OWLManager」により、林内の3次元点群データを自動生成・解析し、位置・胸高直径・樹高・曲がり・材積・幹形状等の単木データ、立木位置図、立木位置図上での調査範囲の包囲設定による面積・立木本数・総材積・ha換算材積等の林分状況、地形データを導出します。GPS/GNSSを内蔵しているため、単木ごとに絶対座標を割り当て、出力するシェープファイルをGISシステム上で展開できます。また、スキャン地点で別途測定したGPS/GNSS値を入力し利用することもできます。さらに、ウォクスル機能（3次元立木マップ）により、さまざまな角度から立木の状態、地形を含む林地状況を確認できます（図①）。

OWLの計測・解析時間は、20m四方の標準地調査では計測約15分、解析約5分程度です。1haの調査では計測が半日～1日程度、解析が50分程度で（林地状況によって異なります）、効率アップにつながっています。

2016年の発売以来、森林管理局、地方自治体、森林組合等の林業事業体、測量会社、研究機関、海外植林会社、寺社などに約80セットが導入され、当社では、OWLの計測データを活用したアプリケーション（施業計画、採材計画、作業道作設、治山支援）も開発しており、解析データの利活用の幅もユーザーの目的に応じて広がっています。

本稿では、山口県でのスマート林業での実践、飛騨市森林組合での複雑な林相での広域計測、仁淀川町での作業道作設への利用についてご紹介します。

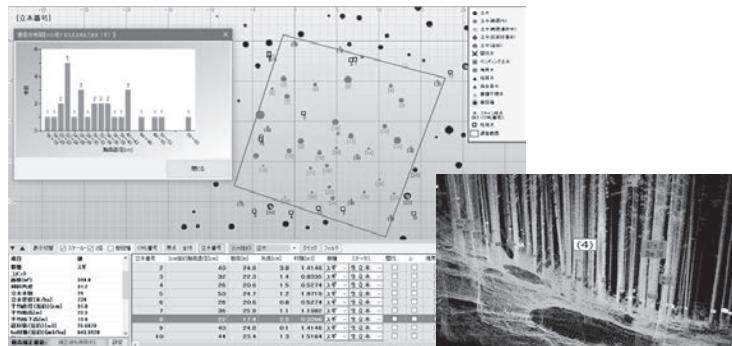
活用事例のご紹介

（1）やまぐちスマート林業実践対策地域協議会（山口県、2018年8月および2020年2月導入）

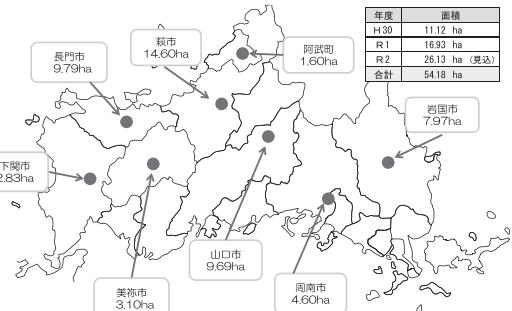
山口県では、製材工場の設備投資等による需要量の増加に応えるため、森林施業の集約



▲写真① OWL装置と計測風景



▲図① OWLManager メイン画面とウォーカスルーモード (3次元立木マップ)



▲図② Owlによる立木在庫見える化の実績 (R2: 見込み含む)

化や生産性の効率化等、素材生産力の強化を図ることが重要な課題でした。

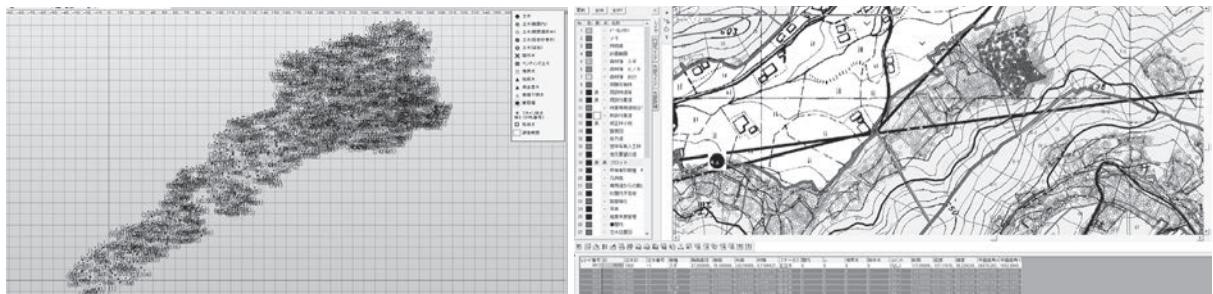
それを解決するため、平成30(2018)年度にやまぐちスマート林業実践対策地域協議会(4市町、7林業事業体および山口県で構成。以下「協議会」という)を設立し、令和2(2020)年度までの3年間、国の事業を活用してスマート林業技術による立木在庫や需給情報の見える化に取り組んできました。立木在庫の見える化については、UAVによる上空からの計測やOWLによる計測など、多種多様な技術にチャレンジしています。中でも、OWLは外部に依頼することなく自ら計測・解析できるため、林業事業体が利用可能なツールとして、関連アプリケーションを活用した施業提案に重点を置いて推進しています。

協議会では平成30(2018)年度にOWLを1台導入し、県内6か所(11.12ha)で計測・解析を行いました。令和元(2019)年度にはさらにもう1台を追加導入し計2台となり、協議会員への操作研修を実施したうえで貸出しを開始、協議会員と連携して県内6か所(16.93ha)を計測し、立木在庫の見える化を進めました。

令和2(2020)年度には、県出先機関にスマート林業推進員(関連機器や操作方法の研修を受講し、現場での活用推進の要となる県職員。以下「推進員」という)を2名ずつ配置し、県内16か所(約26ha)において森林組合等の事業体と一緒に計測から解析を行い(図②)、一部については施業提案まで実施しています。

OWLは計測が簡易なため、全木の胸高直径と樹高を計測する場合、従来の方法に比べ、人件費を約6割削減できました。さらに、OWLManagerにより単木データの解析や、ウォーカスルーモードを使った可視化もできるため、立木在庫の見える化が可能になりました。樹高が20m以上で樹高が低めに計測された立木(従来計測での平均誤差:胸高直径0.3cm、樹高-4.4m、材積-8.0m³(-13.9%))に対しては、胸高直径と樹高をサンプリング実測し、樹高補正機能を利用することで、平均誤差が樹高0.5m、材積3.0m³(+5.7%)と精度が向上しました。

次に、材の細りと曲がりを解析し、採材予測を行う「採材計画策定支援ソフトウェア(OWLProcessor)」をアドイン研究所と共同開発し、市場の価格情報をインプットすることで、「最適採材」や「材長指定採材」による原木材積と市売り価格を算出し、立木資産の見える化を実現しました。さらに、これらの情報を林業事業体が使いこなせるようOWLProcessorを組み込み、施業提案の策定までが行える「施業提案作成支援ソフトウェア(OWLReport2)」を共同開発しました。大面積での全木調査は大変だとの声があったため、標準地調査による施業提案作成も可能としています。OWLとこれら関連アプリケーションを活用することで、計測から解析、施業提案までを一つのシステムで簡単にでき



▲図③ OWLによる広域計測（左）とGIS上での森林所有者ごとのデータ管理（右）

るようになりました。

令和2(2020)年度からは、推進員と林業事業体が連携し、OWLを活用した施業提案活動を試験的に行ってています。事業体と一緒にを行うことで、機器の使い方やデータの活用方法を指導するとともに、ICT機器に苦手意識のある事業体にも有用な技術だと認識してもらいたいと考えています。施業提案先の森林所有者の方には、「ウォークスルー（3次元立木マップ）画面で見ると、森林に足を運ばなくても自分の山の状況がわかる」と好評価をいただきました。

現在、協議会では山口県森林組合連合会と連携して、原木SCM（サプライチェーンマネジメント）システムの構築を進めていますが、それには、搭載する需給情報件数の量、そして情報の正確さが重要だと考えています。OWLによる森林計測を進め、精度の高い森林資源情報を多く蓄積し、将来的にはこのシステムと連携させることで、より有用な需給情報の発信につなげたいと考えています。

（2）飛騨市森林組合（岐阜県、2017年9月導入）

OWLを活用した森林調査は、以前はプロット調査をメインとしていましたが、プロット調査の場合、林相が複雑になればなるほどプロットの設定場所に迷って歩き回ることになります。その時間を考えると、歩きながらOWLで広範囲の毎木調査を行うことで、プロット設定の不安も解消できるうえに、より詳細なデータを取得できるため、精神的にも楽になりました。また、プロット調査の場合、小さいプロットごとにデータを作成する必要があり、その都度PC作業の手間が増えてしまいますが、OWLで林内をまとめて毎木調査をすれば、そのデータからGIS上で所有者ごとの樹木を割りり出すことができ、より効率的に、しかも良いデータが取れることができました（図③）。

OWLの新たな利用方法として、民家近くの立木の伐採依頼箇所で測定したところ、樹木以外も3次元地図上に表示されるため、伐採の検討がしやすいことがわかりました（図④）。

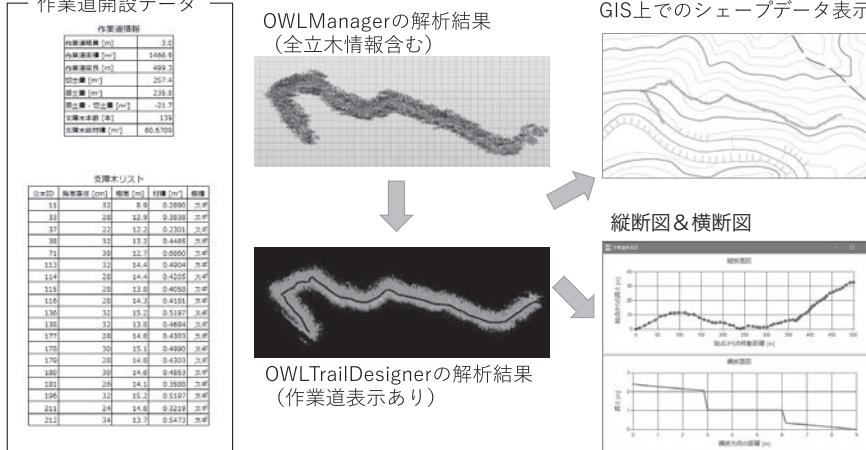
（3）仁淀川町（高知県、2017年3月・2台導入）

高知県仁淀川町では、平成28(2016)年度林野庁「林業成長産業化地域創出モデル事業」における林業成長産業化地域の指定を受けて、既存の航空写真・レーザ計測データ等を利用して森林資源量の解析を進め、森林施業に必要な基礎資料の作成に取り組んできました。この基礎資料をもとに、集約化を推進するうえで大変重要となる森林所有者への施業提案書の作成を行っています。今までの施業提案は、施業実施者の経験と知識への依存度が高く、森林所有者にとっては曖昧で不明確な内容であったり、限られた人にしか作成できな



▲図④ ウォークスルー機能（3次元立木マップ）での伐倒木判断

作業道開設データ



◀図⑤
OWLTrailDesigner を
使った作業道開設データの取得と解析

かたたりすることで集約化の遅れにもつながっていました。そこで、航空レーザ計測等を基盤データとして、誰にでもわかりやすい施業提案のシステムづくりに取り組んできました。その中で、より正確な施業提案書作成のため、OWLによる精密な計測データの利用を進めています。OWL解析データを利用することで内容に客観性を持たせ、円滑な施業提案書作成や森林所有者の信頼獲得につなげて、集約化を加速させていきたいと考えています。

OWLを用いて標準地調査(3~4か所/ha)をしていますが、現地調査・データ集計・施業提案書作成までの一連の作業をOWLの活用により効率良く実行できています。また新たに、作業道開設データを取得するため、OWLによる踏査データをもとに、アドイン研究所と作業道作設支援ソフトウェア(OWLTrailDesigner)の改良も行っています。これを活用することで、正確な作業道開設データ(面積、延長、切土量、盛土量、支障木本数、支障木総材積等)の出力およびシェーブデータの出力、縦断図・横断図の作成(図⑤)等による、正確な施業提案書の作成ができるように進めています。

今後の展望

OWLによる森林計測や関連アプリケーションが活用されることで、精密・スマート林業の展開につながっていることが、上述の事例からもわかると思います。その他、高輝度反射材を活用した林地境界の識別、台風等の災害状況の3次元的把握などにも利用されており、3次元空間データを簡便に得られるOWLの特徴により、今後も新たな用途に活用の幅が広がっていくのではと期待しています。

広域計測を前提とするリモートセンシングに関しても、その地上検証データ等でOWLが利用されており、研究機関による研究(「林分密度と計測間隔の検証」¹⁾や「ドローンデータとの連携」²⁾も行われています。他の計測手法やアプリケーションとの連携も含め、森林計測性能の向上に向けて取り組んでいます。森林資源をデジタル化する必要性は広く認識されていますが、そうした有益かつ膨大なデジタルデータや利活用情報を、いかに蓄積・管理していくかという課題があります。広く業界全体に活用されるためは、精密・スマート林業プラットフォームの実現が肝要であり、今後も積極的にユーザー・関係団体とともに取り組んでいきたいと思います。

(しおざわ けいこ)

- 1) 北原文章ら. 2機種の地上型レーザスキャナを用いた森林計測精度の比較. 森林計画学会誌. 2020, 54(1) : 63-66.
- 2) 坪倉 真. ICT機器を活用したこれからの森林管理～地上レーザースキャナによる樹高計測の検証と補正・補完～. 令和2年度国有林野事業業務研究発表会. 2020 (林野庁HPにて公開予定).

UAVに搭載したレーザスキャナによる森林調査・計測

大野勝正

アジア航測株式会社 森林・農業ソリューション技術部 ICT 林業課
〒215-0004 神奈川県川崎市麻生区万福寺1-2-2 新百合21ビル2F
Tel 044-967-6461 Fax 044-965-0032 E-mail : kat.oono@ajiko.co.jp



はじめに

近年、航空レーザ計測による地形情報や森林資源情報の取得が行われるようになってきました。レーザ計測は、空中写真測量では難しい詳細な地形情報の取得や、作業道レベルの細い路網の把握までも可能です。また、詳細な地盤標高と樹冠表層高の情報が共に取得でき、両者の差分により正確な樹冠の高さ情報を得ることができます。レーザ計測による森林資源情報の取得で最も特徴的なことは、単木レベルで悉皆調査（全数調査）が可能になった点です。従来の森林調査では標準地調査を行い、その標準地の情報から全域を推定していましたが、レーザ計測による森林調査では資源量を把握したい林分全体の単木情報が得られるため、全域を推定する必要がありません。標準地調査の選定箇所が林分の平均的な資源量であるかどうかによって生じる誤差の課題もクリアできるという特徴があります。

航空レーザ計測では、対地高度約1,500mで飛行する航空機からレーザ計測データを取得しますが、最近は対地高度約100mで飛行するUAVによるレーザ計測の事例も増えてきているため、本稿ではUAVレーザ計測による森林調査について紹介したいと思います。

UAVレーザ計測の特徴

航空レーザ計測とUAVレーザ計測の大きな違いは、利用しているプラットフォーム（レーザ計測機器を搭載する移動体）の違いです。そして、プラットフォームが異なることで、先述の対地高度などに差が生じ、①対象面積、②計測頻度、③計測密度に表①のような違いが表われます。これを見ると、UAVレーザ計測は、より詳細な地形や森林資源情報の取得に有効であると言えます。

▼表① 航空レーザ計測とUAVレーザ計測の特徴比較

	航空レーザ計測	UAVレーザ計測
①対象面積	数千～数万ha	数十ha
②計測頻度	基盤情報として10年以上使用 ※広域を対象としていることから計測コストが数千万円以上になることが多い。	施業の前後で計測するなど時点変化に対応 ※航空機に比べて低コストでの飛行が可能であるため。
③計測密度	4点/m ² (50cm間隔のグリッドデータ)	100点/m ² (10cm間隔のグリッドデータ)

UAV レーザ計測における注意点としては、数 kg のレーザスキャナを UAV の機体に搭載することから、空撮用の UAV より機体が大型になります（写真①）。このため、UAV を運ぶには車両が必要となり、すでに路網が整備された林業地や、森林施業のために路網が整備されつつある場所などで利用することが求められます。また、UAV は有視界飛行のため、見通しの良い開けた場所に離発着地を設定する必要があります。

航空レーザ計測とは異なり、UAV レーザ計測では運行時間を延ばすためにカメラは搭載せず、レーザスキャナのみを搭載していることから、空中写真の撮影はできません。しかし、樹種の識別には空中写真が有効であるため、UAV 空撮も併せて行うことを検討する必要があります。また、一度の飛行で樹種情報を取得する方法として、レーザ計測で取得できる反射強度や樹高情報から作成される「レーザ林相図」の利用があります。レーザ林相図は空中写真と異なり、深い谷など地形や太陽高度の影響で影となる箇所でも樹冠の色調や形状が明瞭に表現されます。空中写真では着葉している植生は緑色系ですが、レーザ林相図では多様な色調で樹種を表現できるため、樹種判読に有効です。

以上のように、UAV レーザ計測は、航空レーザ計測との違いや注意点を理解して調査設計を行い、安全に運航することが大切です。



▲写真① レーザスキャナを搭載したUAV

UAV レーザ計測による地形・森林資源調査内容

UAV レーザ計測では、UAV 空撮と大きく異なる特徴として「地盤標高」と「樹冠表層高」をレーザにより直接計測することができます。レーザ計測での水平・高さの誤差は、使用するセンサや対地高度にもありますが、数 cm 程度です。この高精度な 3 次元情報を用いて作成される地形情報や森林資源情報を紹介します。

地盤標高データは DEM (Digital Elevation Model) と呼ばれ、グリッド（格子状）の情報として整備されます。この地盤標高データは地形を表す基礎情報となり、このデータから等高線図（1m コンターなど）や傾斜区分図、微地形表現地図を作成することができます。詳細な地形を表現できる等高線図は空中写真から作成された 1/5000 の森林基本図に代わるものとして、傾斜区分図は路網検討を行うときの基礎情報として活用されています。また、等高線図では識別しづらい微地形、治山施設、路網などの状況を効果的に可視化できる微地形表現地図は、崩壊地や地すべり跡地などの荒廃地形の判読や評価、路網の図化に活用されています。

樹冠表層高データは DSM (Digital Surface Model) と呼ばれ、地盤標高データの差分により樹冠高データ (DCHM : Digital Canopy Height Model) が作成されます。作成された樹冠高データは樹冠の凹凸を表し、森林資源解析の基礎情報となります。近年注目されている樹頂点の抽出は、一本一本の樹冠形状が比較的明瞭な針葉樹を対象として、この樹冠高データの凹凸から樹頂点の位置を自動的に割り出しています。樹頂点の位置と樹冠高データを組み合わせて、単木の樹高データが取得できます。また、一般的に単木の材積は、

胸高直径と樹高を既存の材積式に適用して求めるため、胸高直径は重要な情報です。しかしながら、UAV など空からの計測では胸高直径を直接測ることはできないため、現地調査で得られた胸高直径と UAV レーザ計測で得られた樹冠サイズや樹高を用いて重回帰分析を行うことで、胸高直径を推定しています。推定した胸高直径と樹高を材積式に適用すれば、単木の材積を算出できます。さらに、UAV レーザ計測では樹冠サイズと同時に樹冠長も計測可能なことから、樹高との比によ

り樹冠長率が、また、胸高直径と樹高との比から形状比も計算することができます。これらの単木資源情報は小班や 20m メッシュポリゴンで集計し、平均値や合計値のほか、収量比数、相対幹距比などの森林資源管理で重要となる指標も属性としてとりまとめることができます。GIS で資源の分布状況や資源区分の面積などを把握することに繋がっています。

上記のように、UAV レーザ計測により地形情報、単木レベルの森林資源量が把握でき、現地の状況を GIS 情報として見える化できますが、上空からのレーザ計測であることから測れない情報もあります。上層木を形成していない、樹高の低い被圧木は樹冠高データでは樹冠形状で表すことができず、樹頂点の抽出が困難です。そのため、高密度でうつ閉じた林分や、複層林施業により上層の樹冠に隠れる樹木などがある林分では、抽出される本数が過少になる場合があります。このように、レーザ解析で得られる樹木本数、樹高、胸高直径は現地調査と比較してやや過少になる傾向があることから、算出される材積も過少になる傾向があります。また、幹の曲がりなど、品質に関する情報も取得することができないため、現地調査により確認する必要があります。

UAV レーザ解析結果の活用方法

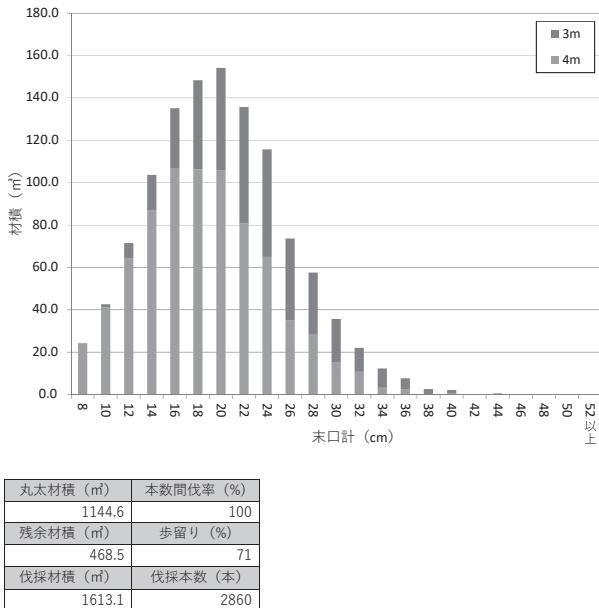
地形情報や森林資源情報は GIS 情報として整備され、関係者と共有されますが、森林 GIS や森林クラウドだけではなく、スマートフォンやタブレットで利用できる現場支援アプリケーションにもその情報を搭載して現地調査に活用することができます（写真②）。従来の現地調査では、事前に森林基本図や空中写真など複数の地図を印刷し、現場では GNSS で得られる位置情報から紙図面で自身の位置を探す必要がありました。一方、現場支援アプリケーションでは UAV レーザ計測で取得した微地形表現地図、空中写真や森林資源情報を端末で表示し、端末に内蔵された GNSS で自身の位置が自動的に表示されます。これにより、図面印刷等の事前準備に必要な時間だけでなく、現地で自身の位置を特定するまでの時間も短縮され、さまざまな場面で作業効率が改善します。さらに、現場で取得した GNSS のログ軌跡や写真情報は森林クラウドで共有できるので、現場の見える化に繋がります。

UAV レーザ解析結果を搭載した森林 GIS や森林クラウドは、施業集約化を促進するため、地形条件や森林資源量の分布をもとに採算性の高い林分（経済林）の抽出に活用されています。地形条件では搬出コストをできるだけ抑えられるよう、傾斜区分などをもとに



▲写真② 現場支援アプリケーション

スギ 採材シミュレーション結果（地表70cm以上）						
丸太本数(本)	材長(m)		材積(m ³)	材長(m)		
	4	3		4	3	
末口径(cm)	8	947	7	8	24.2	0.1
	10	1027	49	10	41.1	1.5
	12	1117	165	12	64.3	7.1
	14	1109	283	14	86.9	16.6
	16	1040	372	16	106.5	28.6
	18	820	433	18	106.3	42.1
	20	660	404	20	105.6	48.5
	22	417	378	22	80.7	54.9
	24	282	293	24	65.0	50.6
	26	129	191	26	34.9	38.7
	28	91	123	28	28.5	28.9
	30	42	76	30	15.1	20.5
	32	26	37	32	10.6	11.4
	34	7	26	34	3.2	9.0
	36	5	13	36	2.6	5.1
	38	0	6	38	0.0	2.6
	40	1	3	40	0.6	1.4
	42	0	0	42	0.0	0.0
	44	0	1	44	0.0	0.6
	46	0	0	46	0.0	0.0
	48	0	0	48	0.0	0.0
	50	0	0	50	0.0	0.0
	52以上	0	0	52以上	0.0	0.0
小計	7720	2860	小計	776.3	368.3	
合計	10580		合計	1144.6		



▲図① 採材シミュレーション結果（スギ）

材長を設定して立木から素材生産量（材長・径級ごとの丸太本数と材積）を推定した例（一番玉を3mとして残りは4mで造材することを想定）。立木幹材積と素材生産量（A～C材）との比較により歩留まりも計算できる。

効果的な路網配置を考えますが、併せて森林資源量の分布状況を活用して収益性を検討することが重要となります。一本一本の樹高と胸高直径をUAVレーザー解析結果から得て、相対幹曲線に適用することで採材シミュレーションを行え、幹材積ではなく、丸太として造材される素材生産量の計算が可能となります（図①）。これにより、より高精度に収益の検討を行うことができます。

この収益計算を森林所有者に説明する資料として、「施業カルテ」をとりまとめる取組が行われています。これまで現地調査をもとにして施業カルテを作成し、一つの施業地の施業カルテを作成するために約20人日ほどの労力を費やしてきましたが、UAVレーザー解析結果を利用することで、施業カルテに必要となる情報の約9割が森林GISや森林クラウドから自動算出可能となる見込みです。効率化に効果があると考えられる情報として、対象面積、素材生産量、森林作業道の開設距離、獣害防止柵の設置延長距離が挙げられます。

*

UAVレーザー計測は導入の検討が始まったばかりで、現状はまだコストがやや高いですが、今後利用が進むことでコストは下がってくると考えられます。また、航空レーザー計測に比べて高頻度に計測できる利点を活かして、施業前後の比較や森林施業の効果を定量的に評価する手法として活用されることが期待されています。

（おおの かつまさ）

《謝辞》

本稿で紹介した事例は、「令和元年度 森林資源高精度情報整備及び森林クラウドシステム基本設計業務委託」の取組によるものであり、UAVレーザー解析結果の利用を承諾してくださった和歌山県紀中地域林业躍進プロジェクト推進協議会に感謝いたします。

高精度 GNSS 測量の 森林・林業の現場における活用 —長野県の取組事例—

古澤宏章

長野県松本地域振興局 林務課普及係
〒390-0852 長野県松本市大字島立1020
Tel 0263-40-1928 Fax 0263-48-2490 E-mail : furusawa-hiroaki-r@pref.nagano.lg.jp



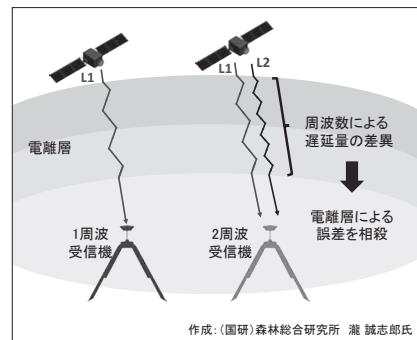
高精度 GNSS について

(1) 最近の GNSS 技術

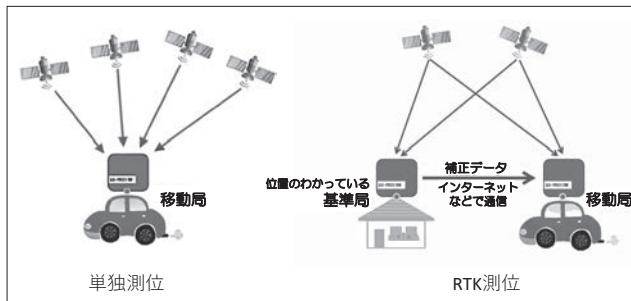
GNSS (Global Navigation Satellite System : 全球測位衛星システム) とは、米国の GPS、ロシアの GLONASS、中国の BeiDou、EU の Galileo、日本のみちびきなど、各国で運用する測位衛星システムの総称です。ここ数年の間に、各国の衛星が次々と実用化され、日本の上空には 10 年前に比べるとはるかに多くの測位衛星が飛んでいます。それに伴い受信機も、低価格化、高性能化が進んでいます。測位衛星側も時代と共に進化し、より高精度に測位可能な技術が盛り込まれています。その効果が最も顕著に表れているのが多周波化です。最初は GPS も、1 つの衛星から送信される電波の周波数は 1 種類のみでしたが、現在は 2 種類以上になっています。測位システムは、衛星から受信機に電波が届くまでの時間によって距離を計算します。しかし、地上に到達するまでの間に通過する電離層の影響などにより遅延が生じ、その中で、電離層遅延は最も大きい誤差要因となります。電離層遅延量は周波数に反比例するという特性があるため、2 つ以上の周波数の電波を受信することで、この誤差を計算することができ、これが多周波の大きなメリットの 1 つです（図①）。また、従来の測位方法である「コード測位」に加えて「搬送波測位」が可能な受信機の低価格化が進んでいます。コード測位は衛星から発信された 1MHz の信号の到達時間で距離を計測します。一方、搬送波測位は電波の波の数を計測するため、非常に精密な計測が可能です。

この 2 周波かつ搬送波に対応した低価格の受信機は、2019 年頃に日本の市場に出始めました（例えば、ビズステーション社製 DG-PRO1 シリーズ）。この受信機では、搬送波測位でしかできない RTK (Real Time Kinematic) という測位方法が可能になり、測位精度は約 1cm と、今までみなさんが使ったことのある、スマートやカーナビなどの GPS デバイスとは全く異なる精度です。ここから GNSS を使った精密測位が劇的に身近なものになりました。

誤差約 1cm を実現するためには、先に挙げた電離層遅延以外の誤差も解消しなくては



▲図① 1周波測位と2周波測位



▲図② 単独測位方式（左）と RTK 測位方式（右）の模式図



◀写真① GNSS 測位機器
DG-PRO1
現場へ持っていくのは
DG-PRO1 とスマホと
ポールだけ！

なりません。受信機単独での性能は誤差 1m くらいです。誤差をなくすにはさまざまな方法がありますが、その 1 つが前述の RTK です（図②）。RTK は予め位置が正確にわかっている受信機（基準局）を使って、位置が不明な受信機（移動局）の位置を補正します。この補正は、基準局と移動局で受信した電波の誤差が同じであることを利用しています。ここで覚えてほしいことは次の 3 つです。

- 1) RTK は誤差約 1cm で測位可能
- 2) RTK には基準局が必要
- 3) 基準局と移動局は近くにないと誤差が同じにならない（一般的には 30km 以下が適当）

では、基準局はどのように作ればよいのでしょうか。基準局も受信機自体は移動局と全く同じものです。ただ、事前に正確なアンテナ位置を測量する必要があり、移動局へデータを送るためのネットワークも必要です。基準局は、比較的容易に個人などで構築することができます（1 機 10 万円以下で設置可能）。建物の屋上など、衛星電波の受信状態が良い場所に独自に基準局を常設したり、山土場などに測量時のみ使用する仮設の基準局を作ったりもできます。また、docomo や SoftBank など数社から提供されている有料のデータサービスを契約すれば、すぐに RTK を始めることができます。

ここまで、誤差約 1cm の測位は簡単にできるような説明をしてきましたが、これは周囲に高い建物や樹木などがない上空が開けているところでの話です。アンテナは最低でも地面から 1m 以上の位置で計測する必要があり、樹木など電波を遮るものがある場合は精度が低下します。精度を上げるには受信環境が非常に重要です。

森林・林業の現場での活用に向けた実証試験

（1）実証試験の概要

上述した安価で高精度度の GNSS 測位機器の登場に加えて、令和 2 年 3 月に林野庁の「造林補助事業竣工検査内規例について」が改正され、GNSS に関する記載が加えられました。これにより、長野県でも造林事業で GNSS を活用するために、当県の造林調査要領の改正に向けた GNSS 実証試験を行うこととしました。実証試験では、①GNSS 測位の精度、②現地での再現性、③適用できる現場条件という 3 つの観点から試験を行いました。

実証試験の試験地は、林業事業体の協力を得て、造林補助事業を申請した箇所で、さまざまな施業種（皆伐、間伐など）の現場を提供していただきました。また、当県林業総合センター内にある試験地も活用しました。実証試験を行ううえでの共通事項として、①GNSS 測位機器は、ビズステーション社製 DG-PRO1RWS（以下 DG-PRO1、写真①）を使用する、②測量ポールに機器を取り付け、アンテナ高さを 2m に設定して測位する、③ウェイポイント（測点）の計測時間は「10 秒」、④補正方法は、「RTK」と「単独コード測位（SLAS 等による補正）」としました。

▼表① TS(真値)に対するコンパス測量とGNSS測位の精度

方法	測点座標値の誤差(対 TS)			面積誤差(対 TS)	
	最大(m)	最小(m)	平均(m)	m^2	%
コンパス	6.36	0.69	3.54	291.78	0.94
RTK	2.70	0.02	0.73	75.15	0.24
単独コード測位	3.21	0.31	1.40	16.24	0.05

写真②
現地での再現性と適用できる
現場条件の試験地
皆伐地



写真③
間伐地での実証試験の状況
間伐地



▼表② 2回の計測による座標値と面積の差異と現場条件(RTK測位)

試験地	補正方法	施業方法	座標値の差異(対1回目)				面積の差異(対1回目)		
			最大(m)	最小(m)	平均(m)	3m未満(%)	面積(ha)	差異(ha)	精度(%)
A	RTK	皆伐	2.09	1.60	1.97	100.0	0.14	0.018	12.46
E	RTK	皆伐	2.16	1.81	1.99	100.0	4.33	0.004	0.09
E	RTK	皆伐	2.40	1.75	2.03	100.0	4.33	0.013	0.29
皆伐地計			2.40	1.60	2.00	100.0	8.80	0.034	0.39
B	RTK	間伐	6.66	0.99	2.92	50.0	0.47	0.033	7.04
C	RTK	間伐	8.66	0.42	2.65	78.6	0.77	0.029	3.74
D	RTK	間伐	4.89	0.31	2.01	87.2	2.17	0.013	0.62
F	RTK	間伐	2.78	1.11	1.98	100.0	1.15	0.006	0.49
F	RTK	間伐	2.80	1.20	2.00	100.0	1.15	0.002	0.19
間伐地計			8.66	0.31	2.25	85.9	5.71	0.083	1.45
RTK測位全体			8.66	0.31	2.18	90.0	14.51	0.117	0.81

※試験地 E と F は異なる 2 つのスマートフォンによる計測を行っている。

▼表③ 2回の計測による座標値と面積の差異と現場条件(単独コード測位)

試験地	補正方法	施業方法	座標値の差異(対1回目)				面積の差異(対1回目)		
			最大(m)	最小(m)	平均(m)	3m未満(%)	面積(ha)	差異(ha)	精度(%)
A	単独	皆伐	2.97	0.15	1.17	100.0	0.15	0.000	0.08
E	単独	皆伐	1.89	0.19	0.74	100.0	4.31	0.008	0.19
皆伐地計			2.97	0.15	0.88	100.0	4.46	0.008	0.18
B	単独	間伐	4.67	0.20	2.15	75.0	0.43	0.016	3.65
C	単独	間伐	6.04	0.56	2.97	61.9	0.77	0.032	4.08
D	単独	間伐	7.54	0.74	2.67	66.0	2.15	0.039	1.83
F	単独	間伐	2.90	0.09	1.30	97.4	1.17	0.022	1.89
F	単独	間伐	3.01	0.38	1.22	100.0	1.17	0.014	1.18
間伐地計			7.54	0.09	2.10	79.7	5.69	0.122	2.15
単独測位全体			7.54	0.09	1.86	83.7	10.15	0.131	1.29

※試験地 F は異なる 2 つのスマートフォンによる計測を行っている。

(2) 実証試験の結果

【GNSS測位の精度の検証】

開空度の高い測点や低い測点を設けることができ、地形の凹凸の大きい場所を条件として、長野県林業総合センター構内(塩尻市)に、面積 31,055.39 m^2 の試験地を設定しました。トータルステーション(以下 TS)で測量(基準点は DG-PRO1 によるスタティック測量)した値を真値として、コンパス測量、GNSS測位(RTK、単独コード測位)での各測点における座標値と面積の誤差を比較しました。なお、コンパス測量の基準点は、TS の基準点に位置を合わせており、閉合比は 1/352 でした。

結果を表①に示します。GNSS測位のほうが、コンパス測量に比べて測点の座標値、面積ともに誤差が小さいという結果となり、十分に精度が高いことを示しています。このことから、GNSS測位が森林整備において測点の座標値や面積を確認するためのツールとして有効であることがわかりました。また、補正方法については、RTK だけでなく、単独コード測位でも十分な精度であると言えます。

【現地での再現性と適用できる現場条件】

現地での再現性と、適用できる現場条件に関する実証試験を行うため、開空度や地形条件、RTK の基準局(ビズステーション社屋上: 松本市)からの距離が異なる A ~ F の 6 か所の現場を選定し、試験地としました(写真②、③)。同じ測点杭を異なる日に測位して、各測点における座標値と面積の差異について 2 回の計測結果を比較検証しました。

結果を表②、③に示します。2 回の計測による座標値の差異は、RTK では最大で 8.66m(平均で 2.18m)、単独コード測位では最大で 7.54m(平均で 1.86m)という結果になりました。座標値の差異が 3.0m 未満の測点は、条件の悪い試験地(間伐地で開空度が低いところ)では、RTK で 50.0%、単独コード測位で 61.9%でしたが、面積の差異は、RTK で 0.002 ~

0.033ha, 単独コード測位で 0.000 ~ 0.039ha であり, 十分な精度を得られました。また, 測点の開空度が高い皆伐地のほうが, 間伐地よりも座標値, 面積の差異は小さいという結果になりました。なお, 実証試験を行った日の天気は, 晴れから雪までさまざまでしたが, 天気による精度への影響はほとんど見られませんでした (ただし, 雷雨や大雪時には精度への影響が懸念されるうえ, 安全面からも荒天時の野外作業は避けるべきと考えます)。

(3) 実証試験の考察

上記の結果から, GNSS 測位は現場での再現性が非常に高く, 林野庁の「造林補助事業竣工検査内規例について」に示されている, 調査時の「許容される誤差の限度は 3.000 (3 メートル) 以内とする」という条件についても, 十分な精度を有していることがわかりました。現場条件については, 測点の開空度が高いほど測位精度が高くなると考えられ, 間伐地のように樹木下となる現場では, 測点の開空度が少しでも高くなるように, 測点杭を設置する場所を工夫する必要があると考えます (長野県では, 樹冠や切株から 1m 以内に測点を設置することとなっているため, できるだけ上空が開けている場所を選んで杭を設置している)。

今回の実証試験を行ったことで, 他にも重要なポイントを確認することができました。例えば, 測点間での伐開作業が不要になるため, 労務が軽減されます。また, 各測点での測位時間は 10 秒程度であるため, 測量全体にかかる時間も大幅に短縮が可能です。また, 測量結果に位置や形状のズレが少ないため, 補助金申請の不正防止の観点からも有効であると言えます。さらに, 測量データを Shape 形式等の電子データでやりとりすることで, GIS でのデータ管理が容易になり, データベースとして効率的に施業履歴を管理することができます。GNSS 測位機器が一式 10 万円以下で購入できるため, 測量労務の軽減と合わせて考えると, 林業事業体としては設備投資としての費用対効果が高く, 比較的導入しやすいのではないかと思います。

行政における GNSS 活用の展望

長野県では, 上記の実証試験の結果を踏まえ, 令和 3 年度の「信州の森林づくり事業調査要領」改正により, 試行として GNSS 測位の使用を認める予定です。細かい運用ルールについては, 試行する中で検討し, 作業マニュアルを作成したいと考えています。また, 現場で使いやすい地図アプリの充実も求められます。

高精度 GNSS を活用することで, 測量の時間が短縮される分, 現場を見る時間の増加につながると期待できます。また, こうしたデータを蓄積することで, 行政が施策を決定する際の重要な支援ツールになると考えています。本年度以降は, 治山事業や, 森林経営管理制度の境界明確化など, さらに高精度を要求される事業への活用を検討していきます。

(ふるさわ ひろあき)

《謝辞》

本稿の作成にあたり, ご協力をいただいたビズステーション株式会社様, TS 測量データのご提供をいただいた株式会社バスコ様に深く感謝いたします。

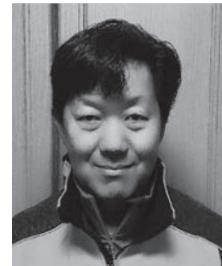
《参考 Web サイト》

国土地理院. "GEONET GNSS 連続観測システム". <https://www.gsi.go.jp/eiseisokuchi/eiseisokuchi41012.html>
ビズステーション(株). "RTK 2 周波 GNSS DG-PRO1RWS". <https://www.bizstation.jp/ja/droger/>

岐阜県における 森林の測量・計測技術の 普及に向けた取組

大島愛彦

岐阜県立森林文化アカデミー 技術課長補佐兼スマート林業推進係長
〒501-3714 岐阜県美濃市曾代 88
Tel 0575-35-2535 Fax 0575-35-2529 E-mail : oshima-yoshihiko@pref.gifu.lg.jp



はじめに

岐阜県では令和2年4月から県立森林文化アカデミー内に「スマート林業推進係」を新設し、林業の新技術を林業事業体等へ普及する取組を始めました。

取組の柱は大きく2つあり、①林業のデジタル化、②造林・育林作業の改善（機械化・無人化）です。技術を普及するための研修会等を県内の林業関係者を対象に積極的に開催し、林業の現場を安全で働きやすく魅力ある職場に改善していくことを目標にしています。

①の林業のデジタル化の取組としては、令和2年12月末までに、「ドローン操作研修会」「携帯圏外で事故発生を知らせる林業安全装置体験会」「GNSS測量研修会」「森林3次元計測システム（地上レーザ計測器OWL）操作研修会」を開催しました。また、新型コロナウイルス感染症の状況によりますが、令和2年度末までに、「ドローンで撮影した画像の解析研修会」「GIS研修会」「携帯圏外での通信技術（LPWA通信）研修会」「ハーベ斯特ラシミュレータ操作研修会」を予定しています。

本号の特集は「森林の測量・計測技術」がテーマであるため、本稿では、「OWL操作研修会」と「GNSS測量研修会」に話を絞って紹介します。

OWL操作研修会

「森林3次元計測システムOWL」に関しては、すでに導入されている自治体・事業体もあると思いますが、赤外線レーザを用いて立木の胸高直径、樹高、位置等を3次元計測し、パソコンで解析、集計等ができる林業用のデジタル機器です。森林調査は、これまですべて手作業で行ってきましたが、労力がかかることや調査者の技量によって精度に差が生じるという課題がありました。その点でOWLは軽量かつコンパクトで1人で調査が可能であり、誰が操作しても正確なデータを得ることができます。

森林文化アカデミーでは令和2年10月末にOWLを導入しましたが、人に教えるにはまず自分が技術を習得しなければなりません。マニュアルを読み込み演習林で何度も試験するとともに、OWLは高価な機器であるため、万一の破損に備えて保険にも加入しました。

そして同年12月に、希望者全員が受講できるように開催日を3日間設けて研修会を開催しました。内容はOWLの概要と、私の試験で得たマニュアルにも載っていない注意事

項等の説明の後、現地計測の実習を行い（写真①）、そのデータをもとにパソコンで解析ソフトの操作を説明し、参加された方々に実際に操作を体験してもらいました。

参加者からは、「境界木等にマーキングする付属の反射テープが高額なので、百円均一の商品やホームセンターで販売されている安価な反射テープでもOWLは認識するのか、森林文化アカデミーで試験をお願いしたい」「他の事業体での活用事例を紹介してほしい」などの要望がありました。

また、OWLで作成される3次元データでは、まるで林内にいるような画像や動画を見ることができ、森林調査はもちろんのこと、森林所有者に「あなたの山はこうなっています」と説明する効果的なツールになると思います。

今後は県の各現地事務所で研修会を開催し、デジタル化の浸透を図ります。

GNSS測量研修会

林業の測量ではコンパス測量が主流で、複数の人員が必要で手間がかかることや測量成果を地図上に正確に反映できないという課題がありました。そこで、1人で測量が可能で、測量成果を直接GISに反映できるGNSS測量を普及する取組を始めました。

GNSS（Global Navigation Satellite System、全球測位衛星システム）は人工衛星によって現在位置を計測する衛星測位システムの総称です。GPSはアメリカが開発したシステム、準天頂衛星「みちびき」は日本の開発したシステムで、ともにGNSSの1つです。

GNSS受信機は複数の衛星測位システムを併用するため、林内でも多くの測位衛星からの信号を受信することができ、GPSのみを利用するのに比べて安定した計測ができます。さらに、高精度測位技術である2周波GNSS¹⁾受信機やRTK（Real Time Kinematic）測量²⁾が可能なGNSS受信機も安価で購入できるようになり、計測場所の条件が良ければ2周波GNSS単独で1m以下、RTK補正ではセンチ単位の精度の高い測量が可能です。

GNSS受信機と処理ソフトを一体化した製品が各社から販売されていますが、森林文化アカデミーで使用しているのはビズステーション（株）（長野県松本市）の2周波RTK-GNSS受信機です（次頁写真②）。この受信機を測量用伸縮ポールの頭に取り付けて使用しますが、樹冠下となる林内計測ではできるだけ高い位置で受信できるよう、ポール高を2mにして計測しています。データの解析は「Dropper GPS」というAndroid版の無料アプリを使用し、アプリの入ったタブレットと受信機はBluetoothで接続します。一体型の製品とは異なり、各機器を別々に購入して組み合わせる必要がありますが、安価なタブレ



▲写真① OWL現地計測の実習

- 1) 衛星から送信される2種類の周波数の測位信号に対応し、周波数の違いから大気の上層部にある電離層による電波の到達時間の誤差を読み取り補正することができる。
- 2) 基準局と観測点で同時に観測を行い、基準局で観測したデータを観測点へリアルタイムに送信することで、基準局の位置成果に基づき観測点の位置をリアルタイムに求めることができる。



▲写真② 森林文化アカデミーの
2周波 RTK-GNSS 受信機



▲写真③ GNSS 測量研修会の様子



▲写真④ QGIS 講習の様子

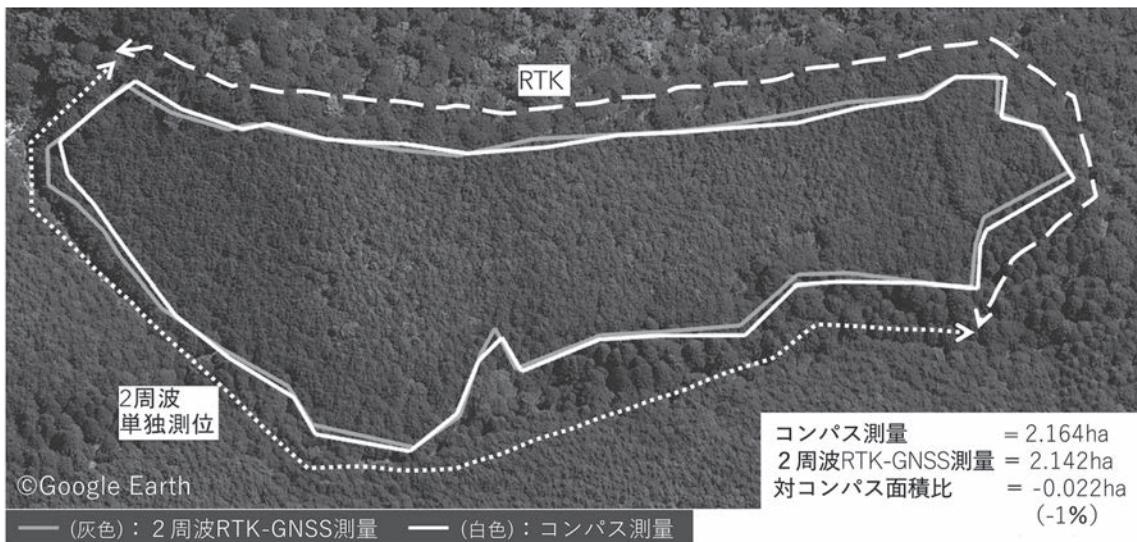
ットと組み合わせれば、10万円以下で揃えることができます。また、リアルタイムで高精度な測位を可能とする RTK-GNSS として運用するために、携帯会社の基準局から RTK 補正情報が配信される有料サービス（月額 3,000 円程度）に加入しています。

令和 2 年 11 月に、GNSS 測量の紹介と普及を目的に研修会を開催しました（同内容で 2 日間の開催）。内容は、2 周波 RTK-GNSS 測量の各機材やその操作手順の説明の後、あらかじめコンパスで周囲測量した林内の測点で GNSS 測量を行いました（写真③）。

測量したデータを地図に反映するため、フリーの GIS ソフトである QGIS の基本操作講習も実施しました（写真④）。コンパス測量と 2 周波 RTK-GNSS 測量とのデータ比較を QGIS 上で行いましたが、結果はコンパス測量（周囲測量）の形とほぼ同じで、両者の面積誤差は 1% 程度であることを確認しました。

2 周波 RTK-GNSS 測量の精度については、他のコンパス測量の事業地でも 2 周波 RTK-GNSS 測量との比較を行っています。携帯圏外で RTK 補正情報を得られなかった事業地でも、コンパス測量との面積誤差は 1% 程度であり、GNSS 測量は森林の測量に十分活用できる結果が得られています（図①）。

参加者からは「GPS 計測とは比較にならないくらい精度が高く、RTK 対応なら誤差は数センチ程度。しかも安価であり、導入を検討したい」「1 人で作業が完結し、作業時間も短縮できる」「コンパス測量と違い、誰がやっても同じデータを得ることができる」など、高評価をいただきました。



▲図① 2周波 RTK-GNSS 測量とコンパス測量との比較

図中の「RTK」は携帯圏内、「2周波単独測位」は携帯圏外での計測区間を示している。

研修会開催時点での問題は、インターネット経由でしか RTK 補正情報を受信できないことでした。携帯圏外では RTK 補正ができないため、2周波 GNSS 単独の測位となり、センチ単位の測量はできませんでした。しかし、GNSS の技術は日進月歩であり、令和 3 年 2 月末の時点では、衛星から RTK 補正データを得ることのできる製品が発売され、今後はこうした製品を利用することで、携帯圏内・圏外に関係なく、高精度な測量が可能になります。

GNSS 測量のさらなる技術発展を期待し、その情報および技術習得の機会を提供することが我々の役割だと思っています。



今後の課題

今後の技術の普及や習得機会の提供のための取組として、2つのことを進めていきます。

1点目は、デジタル機器の貸出しです。研修会で新しい機器に少し触る程度では技術を習得できず、また、いきなり高額な機器を購入することは、特に小規模な林業事業体には高いハードルとなります。そこで、機器を貸し出して事前に使うことで、納得したうえで導入するか見送るかを決定できる機会を作りたいと考えています。

2点目は、林業界にデジタル化、ICT、IoT を浸透させるために、今後も積極的に研修会等を企画・開催します。全国の情報に目を配り、林業の新技術を岐阜県内の林業事業体等へ普及していきたいと思います。

スマート林業推進係は営業大歓迎です。良い情報がありましたら森林文化アカデミーへお気軽に情報を寄せください。

(おおしま よしひこ)

1. 林業の成長産業化推進

①主伐促進とその後の確実な再造林、 そのための苗木供給等の体制整備

片岡明人

住友林業株式会社 資源環境事業本部

JAPIC 森林再生事業化委員会*「JAPIC 政策提言」をご紹介します！

はじめに

2020年度はコロナ禍により、JAPIC 森林再生事業化委員会内での政策提言に関する打合せを実施することが難しい状況でした。例年の提言のターゲットである8月の概算要求の期日が9月にずれ込む中でも、なかなか議論ができず、概算要求に合わせての提言は見合わせることとなりました。そして、2020年の後半になり、ちょうど議論がなされている次の「森林・林業基本計画」の中長期の課題への提言とすることとなりました。本提言に関しては、これまでの提言にも盛り込んでおり、その趣旨を変えずに内容を深掘りし、背景を明確にするという方針になりました。

本提言の趣旨

国内林業における資源量の安定的な確保を主眼とし、将来にわたり「伐って、使って、植える」持続可能な林業・木材産業を維持するために、今から林齡構成の平準化等の手を打つべきとの考え方を引き続き主張しています。すなわち、50年後、100年後にも4,000万m³/年（森林・林業基本計画での平成37年の目標国産材供給量）の原木を木材産業界へ供給し続けることができる日本の山林を今から準備しておく必要があります。ここ何年かの新再植面積が2～3万ha程度という状況では、将来の国産材供給に禍根を残すことになります。そうならないよう、コスト、苗木供給、労働力の問題などの現状の課題を大命題とすることにより、造林未済地問題の解決も含めて将来像を描いていくうとするのが本提言の目的です（図①）。

コロナ禍当初、住宅受注・着工も落ち込みを見せ始め、林業界では素材価格の下落が始まりました。2020年6月には地方によって過去最低水準まで材価が落ちる状況に一旦はなり、その後、九州をはじめ各

地での自然災害の発生で素材生産の落ち込みが見られるようになりました。一方、巣ごもり需要の一環で住宅に対する関心が高まり、住宅需要は予想ほど下がりませんでした。「供給減少⇒需要堅調」により、素材価格は反転し、現在まで市況は強保合（つよもちあ）い（小幅な動きに留まっている）の状況が続いている。さらにここにきて、海外、特に米加材・欧州材も需要拡大や供給の問題による現地の価格高騰を受け、日本勢が数量を確保することが難しくなってきています。もちろんまだ瞬間的なことであり、これまでの経験では高騰後に必ず暴落がやってくるという繰り返しだったため、今後の動きには要注意ですが、日本の購買力が落ちてきている現在、新興国に買い負けて外国産材が買えなくなることも予想されると考えています。そうなると自給率50%、4,000万m³/年の目標でさえ不透明になり、人口減少で総需要がこれまでの8,000万m³/年程度から落ち込んだとしても4,000万m³/年の供給では不十分になる可能性が出てくるのではないかでしょうか。

本提言はそのリスクも勘案して、一刻も早く4,000万m³+αの供給が毎年可能となるような国産材資源量の確保を準備し実現すべきであると訴えています。

今年度の深掘り部分

(1) 地球温暖化対策・吸収源対策としての考察

地球温暖化問題におけるCO₂吸収源としての森林に、この主伐再造林はどういう影響を与えるかを検討しました。以前は、樹木は伐採されると即「排出」という取扱いになっていましたが、立木はCO₂を固定しており、伐採したからといってすぐにそのCO₂が全て空気中に排出されるわけではなく、一定期間は木材中に固定されているとみなされています。

この伐採木材製品（HWP, Harvested Wood Products）の考え方で、伐り出された木材の利用方法

*事務局：〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10 鉄鋼会館6階 Tel 03-3668-2885 Fax 03-3668-8718

【提言】

主伐再造林の推進（伐って使って植えて 50年後、100年後の確実な国産材供給を担保するために⇒）

- ①所有者負担を軽減するための再造林の低コスト化の推進と効果の検証
- ②主伐後の再造林を確保できる苗木供給体制の整備
- ③再造林コストと補助金の現状の理解と地球温暖化に対する主伐再造林の影響の理解・分析の上で森林資源の持続的供給を目指し、また主伐後の森林の公益的機能を維持するため、毎年確実な新植林地面積を確保する確実な再造林の実現をめざすあらゆる方策の検討と実行
- ④現在の不確実な時代背景の中でこの期間を乗り切るために方策の検討（造林＝自然資本整備、インフラ投資の考え方）

▲図① 提言1. 林業の成長産業化推進

①主伐促進とその後の確実な再造林、そのための苗木供給等の体制整備（抜粋）

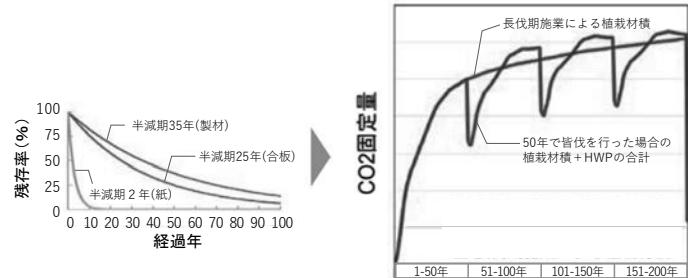
別に半減期を決め、特定の時点でどれだけ固定されたCO₂が残っているかを推定しました。推定にあたり、東京大学大学院農学生命科学研究科の恒次祐子准教授に助言を受け、試算してグラフにまとめました（図②）。結果として主伐再造林は、長伐期施業と比較し決して有利ではないが、HWPまで勘案すると「主伐＝全固定量を排出」とみなす以前の考え方よりはCO₂固定、ひいては地球温暖化対策としても一定の役割を担うことが見て取れます。木材は腐敗して朽ちるまではCO₂を固定しており、紙などのライフサイクルの短いものは半減期を短く、一般的建築に使われている木材は半減期を35年と見て、減衰曲線から固定量を推定しています。この35年で半分になった固定量以外の部分は腐敗したり、焼却などで処分されたものですが、バイオマス発電で燃料として焼却されたものは化石燃料よりも地球環境にとってプラスになるというメリットもあります。

（2）川上の収益状況の再確認

もう一方の深掘りは損益計算で、実際の主伐再造林における再造林費用を含む損益の現状分析を行い、主伐再造林の全体像の把握を試みました。その結果、1haあたりの植栽費用は約176万円となり、そのうちシカネットの設置費用が58万円を占めました。また、この場合の補助金を約131万円/haとし、立木価格3,000円/m³・蓄積量350m³/haで試算すると、収益は約60万円/haとなります。経営形態によって管理費、道路の維持費の見方などが異なりますが、公共予算での再造林費用等の補助金がないと経営者にとっては厳しい状況になることが改めて分かります。中でも鳥獣害対策費用が大きな負担としてのしかかっています。提言③の「確実な再造林の実現をめざすあらゆる方策の検討と実行」には、業界関係者の不断の努力が大前提ですが、造林未済地問題の解決も含め、④のインフラ投資の考え方を用いても材価の上昇など林家の収益状況が改善するまで注視していく必要があります。

（3）苗木供給体制整備の合意形成の必要性

これまでの提言で苗木供給体制の整備を提唱してい



▲図② 主伐再造林と長伐期施業のCO₂固定量比較

主伐も新たなCO₂吸収源対策に組み込み、建築物木造化と政策をリンクさせる。主伐再造林の場合のCO₂固定量は長伐期施業と比較して多いとは言えないがHWPを考慮すると大きく減少するものではない。

出典：「2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol」（IPCC 2014）を参考に、林産物の割合を製材40%，合板40%，紙20%として、JAPICにて試算。

ますが、従来型の苗木業者の方々からなかなか賛同を得られない中で、現在の苗木の需給バランスにとらわれるのでなく、将来に必要な面積（6～9万ha/年）を植えていくための苗木確保の観点から業界全体の合意形成が不可欠としました。現在、苗木の需要は5～6千万本でバランスが取れていると言われていますが、例えば、7万haを植えるためには1億2～4千万本の苗木が必要になります。それらを供給する既存業者のリスク軽減のためにセーフティーネット制度などの必要性に言及しているのは2019年度と同様です。

（4）五木地域モデル

五木地域のモデル化は、2020年度はコロナ禍と7月の九州の豪雨災害のためほとんど進めることができませんでしたが、引き続き、国有林、地元森林組合、JAPIC参加企業林等の連携で、①事業量の安定的な確保による収益改善とコストダウン、②協調出荷によるメリットの地元還元、さらに、③これまでに担ってきたIT関連のモデル地区としての役割も林業DXのモデル地区としてレベルアップすべく具体案を検討する、等々を確実に進めていきたいと考えています。

＊

以上、森林再生事業化委員会の本丸の部分を担う川上から、循環型産業である林業の存続を願い、将来の我が国の林業、木材産業への申し送りとして提言するものです。

（かたおか あきと）

分け入っても 分け入っても 青い山

(1)

都市に自然をはみ出させる

佐々木知幸

はじめまして。南関東を拠点にネイチャーガイドと、公園や庭を作るランドスケープの仕事や樹木医をしている佐々木知幸と申します。今号から隔月で、ネイチャーガイドの視点で自然の楽しみ方や魅力的なフィールド、公園や庭づくりに関する話題について、ざっくばらんに書いていきます。まずは、少し長めの自己紹介をしながら、一見とりとめのないそれぞれの話題を見渡す“地図”になるようなお話を書いていきます。そんな地図が必要なほど、種々難なことをしているわけですが、一見ばらばらに見える活動も、「自然」や「植物」というキーワードで繋がっています。さまざまな素材を組み合わせるコラージュが意外な景色を見せるように、少し離れた分野同士の反応によって何が起こるのか……お付き合いいただけたら幸いです。

*

僕は千葉県市原市というところで育ちました。県内ではいちばん広い自治体で、駅前のビルと市役所を除いてはほとんど高い建物もなく、さらに水田地帯に浮かぶ集落に実家がありましたため、周囲をぐるりと地平線に囲まれていました。房総半島の豊富な雨を集め、とても柔らかい下総層群の地層を削って流れ下る養老川の広大な氾濫原に位置しているためです。梅雨入りのころからはカエルの大合唱が子守唄となり、冬には吹きすさぶ木枯らしに霜焼けをこしらえるという具合でした。実家は梨と米農家で、農閑期以外は旅行に行くでもなく、いちばん近い公園（らしきもの）は徒歩30分。勢い、屋敷と田んぼと畠が遊び場で、遊具はなくても遊び相手の生き物には不自由しませんでした。カブトムシやクワガタは梨の実につられてどんどんやって来るので、捕まえるのは造作もありません。屋敷内に生えているウラジロガシにはアオバズクが巣を作ったこともありますし、川や田んぼでクチボソやドジョウを捕まえては、水田のミズアオイやイチョウウキゴケ、シャジクモ（どれも絶滅危惧種！）などを引っこ抜いたのを浮かべながら飼っていました。

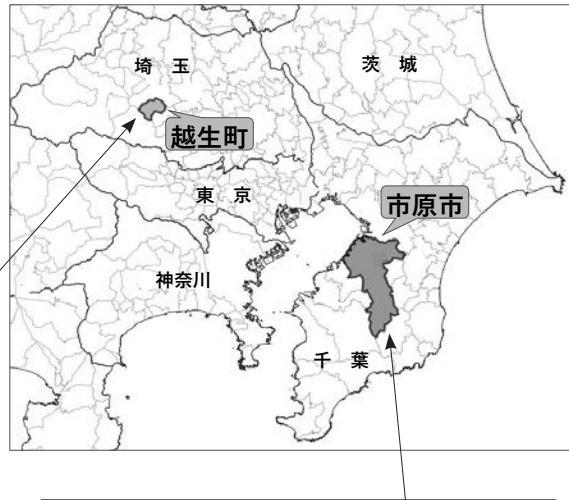
また、母の実家は梅林で知られる埼玉県越生町というところにあり、夏休みは必ず帰省していました。こちらはうってかわって山里で、日本列島の土台となる付加体が、フィリピン海プレートの衝突を受けて激しく変形したほぼ東端に位置します。秩父の山々の前庭といった風情で、石灰岩と泥岩の作る山々は低いながらも険しく、清流・越辺川が流れています。夏はもっぱらこの越辺川や山々で遊び、ナマズを採り、ミヤマクワガタを探り、オオムラサキに見惚れ、ヤマナシを齧ったりしていました。特に母方の祖母は牧野富太郎の『牧野日本植物図鑑』の熱心な読者で、多くのこと（例えツユクサは食べられるとか）を教えてくれました。



▲越生町の風景



▲ジロボウエンゴサク（左）とニリンソウ（右）
春を彩る越生町の野草。どちらも都市では激減
しているが、地方ではたくさん見られる。



▲少年期までを過ごした市原市の田園地帯

*

よし、あんたが自然いっぱいの中で育ったのは分かったよ。それが何だって言うんだ？ ですよね。そこで一度 Google 等の航空写真で両方のまちを眺めてみてほしいのですが、市原市はソーラーパネル、越生町はゴルフ場による「傷跡」が痛々しく広がっているはずです。僕はとても幸福なことに無尽蔵な自然を享受して育ちましたが、その舞台となった場所で今日ここに至るまで起こったことといえば、「喪失しつづける」ということだったのです。バーニー・サンダースが 2016 年のアメリカ大統領選挙のキーフレーズとしたのが “Enough is enough (もうたくさんだ)” でしたが、まさに “Enough is enough” を甘受して（さらに、その破壊に自らも加担して）、今日の自分があります。こうした破壊の一つの帰結が、日本自然保護協会 (NACS -J) が 2019 年に発表した「モニタリングサイト 1000 里地調査」の 2005 ~ 2017 年の取りまとめ報告書*によって明らかになった、身近な生き物の激減です（例えば一部のチョウ類は 10 年で 30% 個体数を減らした可能性がある）。知らない間に、日本の自然は激しく錆びてボロボロになった鉄骨のようになりつつあるのです。

今、僕は東京都の世田谷区に住んでいます。東京 23 区の中では、比較的緑が多い部類に入るでしょう。けれども、とても「寂しい」場所です。確かに、暮らしありがとう設えられた都市には樹林がそれなりに残り、そうした場所でもいろいろな生き物が暮らしていて心を楽しませてくれはします。外来種だって観察したら楽しいものです。足元にはスミレが咲き、多摩川に面した国分寺崖線にはニリンソウやミツバツチグリやキツネノカミソリがわずかに生き残り、夏の夜にはアブラコウモリが行き交います。けれども、夏の夜に蛍光灯に集まる虫はいないに等しく、野草もかつては山の匂いのする種類は血眼になって探

*日本自然保護協会. モニタリングサイト 1000 里地調査 2005-2017 年度 とりまとめ報告書. 2019. 4p.
https://www.nacsj.or.jp/official/wp-content/uploads/2019/11/20191112_PressRelease_Moni1000-5yearsReport.pdf



しても片手で数えるほどしかいないこともあります。

僕は、自らのエゴとして、自分の手の届く範囲くらいは生き物が豊かに暮らし、人間も楽しいと思えるところにしたいと願っています。さまざまな仕事はすべてそこに集約されると言つていいでしょう。言葉にすれば「生物多様性」です。けれども、この言葉では例えばこの手の中で「ぴちぴちぴち」と力強く^{はね}翅を羽ばたかせているオオムラサキのリアリティのすべてを表すことは困難です。そういう「ぴちぴち」をほんの少しでも取り戻すためにじたばたすることと、「ここにあるんだ！　ここにあったんだ！　一緒にやろうぜ！」と、地団駄踏んで転げ回って大騒ぎするのが僕の仕事です。なんと暑苦しいことでしょう！

じたばたするほうの仕事とは具体的に、庭づくり・公園づくりや樹木治療です。計画や設計をすることもあれば、個人の庭なら腕利きの職人仲間たちと工事もし、メンテナンスの計画を立てることもあります。公園管理ボランティアのマネージャーもしています。これらは本来、クライアントに頼まれたことをするのが仕事です。もちろん、きっちり頼まれたことをします。けれども、頼まれていなくても、植物や虫、鳥が生きていく環境が豊かになるように影になり日向になり、ことを運びます。「頼まれていなくても」です。僕のクライアントはいつも二重に存在しています。人間界のクライアントと生き物たちというクライアントです。

大騒ぎするほうの仕事は、ネイチャーガイドやガーデニングの講座などです。さまざまなガイドがいると思いますが、僕のガイドは「説得」に近いと思っています。この世界がどれほど退屈に思えても、道路の隙間に、何気ない街路樹に、帰り道の風景すべてに物語が潜んでいます。「ぴちぴち」が隠れているのです。そのことがどんなに世界をカラフルに変えるか、ぜひとも知ってほしいと願っています。ガーデニングの講座も同様です。「ガーデニングはこうでなければならない」という呪縛がたくさんあって、楽しいはずの花壇が苦しみにまみれています。「もっといい加減でいいよ」とか、「もっと自由でいいよ」ということを説得して歩いています。

*

よく森林も荒れてきていると言われますが、それでも都市部の「寂しさ」に比べたらまだまだたくさんの豊かさを抱えているはずです。この連載では、森林（青い山）を含む日本の自然が抱える豊かさをいかに都市の側にはみ出させ、心地よい形でインストールしていくか、ネイチャーガイドや庭づくりを通して実践していることや考えていることを、なるべく具体的に紹介していきたいと思います。



佐々木知幸（ささき ともゆき）

1980年埼玉県生まれ。千葉大学園芸学部にて森林生態学を専攻。樹木、野草にのめり込む。卒業後 サインメーカー、造園コンサルタント勤務を経て2010年に独立。一般向けに自然の魅力を伝えるネイチャーガイド「みちくさ部」を主宰するほか、専門性を生かし野草の混ざり合う庭づくりを手がける。樹木医。

統計に見る 日本の林業

森林・林業白書キャラクター
「きぐりー」



令和元年度 森林・林業白書より

野生鳥獣による 森林被害への対策

(要旨) シカ等野生鳥獣による森林被害面積は、平成30(2018)年度は全国で約5,900haとなっていて、被害は深刻である。被害防除と併せて捕獲を進めることが重要であり、捕獲されたシカやイノシシをジビエとして利用する取組も行われている。

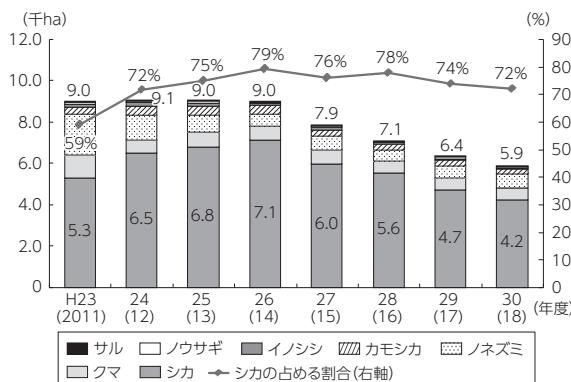
シカ等による森林被害及び農作物被害は深刻な状況にあり、平成30(2018)年度の野生鳥獣による森林被害面積は、全国で約5,900haとなっている(図①)。被害の低減のためには、被害防除と併せて捕獲を進めることが重要であり、シカやイノシシの捕獲が全国各地で進められている。

例えば、徳島県西部地域では、コンテナ苗の通年植栽を実施する事業体が研究機関等と連携した体制をつくり、平成28(2016)年度から平成30(2018)年度までに、100ha程度の植栽地で累計111頭のシカの捕獲に成功した。捕獲には軽量で移設が簡易なネット式囲いわなを用い、メール送信機能付きセンサー・カメラ等のICT機器を活用してリアルタイムでわなの状況を監視し、見回りの負担を軽減した(写真①)。

捕獲されたシカやイノシシは、そのほとんどが埋設及び焼却により処分されているが、ジビエとして利用することで、中山間地域の所得向上や、捕獲意欲の向上によ

る鳥獣被害の軽減につながることが期待されている。食肉処理施設で処理された野生鳥獣のジビエ利用量は年々増加しており、平成30(2018)年度は前年度に比べ約2割増の1,887トンであった(図②)。

例えば、高知県梼原町のNPO法人ゆすはら西は、梼原町と連携し、「ジビエグルメ」のまちづくりを目標に活動しており、県内外40店舗のレストラン及び小売店にジビエを供給している。安定供給のため、捕獲現場近くでの一次処理や運搬に使用する移動式解体処理車(ジビエカー)を活用し、町内全域からの搬入体制を整備している。



▲写真① 林業事業体による囲いわなの設置の様子

▲図① 主要な野生鳥獣による森林被害面積の推移

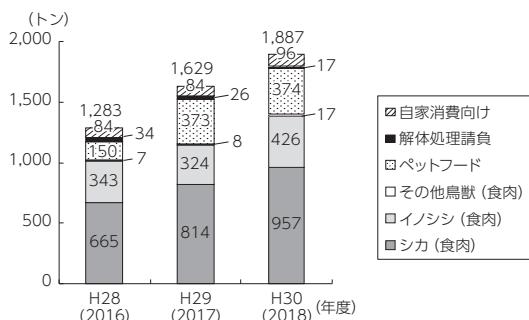
注1: 国有林及び民有林の合計。
2: 森林及び苗畠の被害。
3: 数値は、森林管理局及び都道府県からの報告に基づき、集計したもの。

資料: 林野庁研究指導課・業務課調べ。

►図② ジビエ利用量

注: 「解体処理請負」は、食肉処理施設が解体処理のみを請け負って依頼者へ渡した量。「自家消費向け」は、食肉処理施設の従業員やその家族で消費した量等。

資料: 農林水産省「野生鳥獣資源利用実態調査」



創立 20 周年を迎えた 岐阜県立森林文化アカデミーの取組(前編)

～森と木に関わる人材・技術者育成の総合拠点～

岐阜県立森林文化アカデミー 特任教授(前・副学長)／岐阜県高山市 林業振興アドバイザー
E-mail : naganumataka456@gmail.com

長沼 隆

はじめに

2001年4月に創立された岐阜県立森林文化アカデミーは2021年4月で20周年を迎えました。この間、3人の学長【初代：熊崎実(くまさきみのる)、第2代：篠田善彦(しのだよしひこ)、第3代：涌井史郎(わくいしろう)】のもとから送り出した664名の卒業生は、岐阜県内外で森と木に関わる幅広い分野において活躍しています。

本稿では、本学の3つの教育部門(①専修教育、②専門技術者教育、③生涯教育)と森林技術開発・支援センターによる林業普及、市町村支援、産学官連携の取組について、2回に分けて報告します。

組織概要とアカデミー改革方針

岐阜県は森林率全国2位(81%)、森林面積全国5位(86万ha)の森林県であり、森林・林業・木材産業行政を担う単独の林政部を持つ数少ない都道府県の一つです。その中で本学は教職員数48名(専門職を含む常勤)を擁する林政部最大の組織となっています。

本学の設置目的である専修教育部門を運営するため、専任教員(17名)と事務局である総務課(8名)・教務課(4名)のスタッフが、授業の企画・実施から学内の安全・衛生・施設管理などさまざまな業務を行い、2学科2学年(定員80名)の学生の学びを支えています。

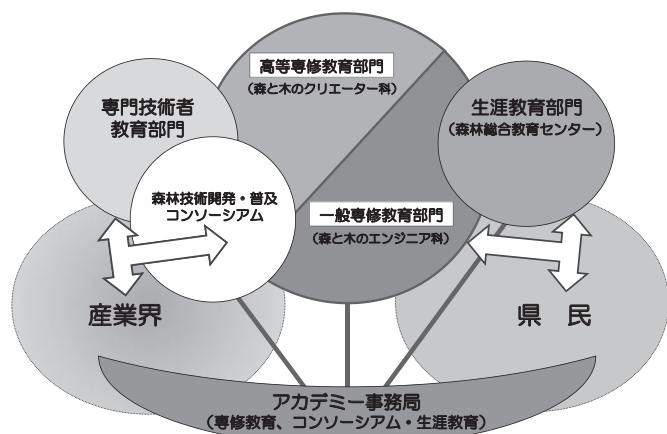
専修教育部門とは別に、2014年4月に森林技術開発・支援センター(現職員12名)を設置し、専門技術者教育、林業普及業務に加えて、川上から川下の民間事業者による産学官連携の取組支援を行っています。2020

年4月には、センター内に林業ICT化の推進を担う「スマート林業推進係」を新設し、本号特集(p.20~23)でも森林の測量・計測技術の普及に向けた取組について報告していますので、ぜひご覧ください。

また、2019年4月に県民に向け生涯教育を展開する森林総合教育センター(現職員5名)を新設、2020年7月にはセンターハウス(総合拠点)となる「morinos」をオープンし、幼児から大人まで楽しめるさまざまなプログラムの実施と指導者育成を進めています。

こうした組織や取組の再編・拡充は、涌井学長が就任後に掲げたアカデミー改革方針に沿って進めており、森林・林業・木材産業を取り巻く社会情勢の変化に対応しながら次の2つの考え方を基軸に、図①に示す教育体系の構築を目指しています。

- ①「将来に通じ、産業界のニーズに適合した教育の骨組み」と「産業界・県民との連携」
- ②「体系的科学・技術を基礎とした現場における指導的役割を担う人材供給」と「多様な現場条件に安全



▲図① 森林文化アカデミー改革方針による教育体系



▲写真① 林業専攻：森林調査・プランニング実習



▲写真② 森林環境教育専攻：森のようちえん

な条件を自ら確立し、経済性の高い生産を担う技術者の供給】

以下、今回は本学教育部門の柱である「専修教育」の取組について報告します。

森と木のクリエーター科 (地域課題解決のリーダーとなる人材育成)

高等専修教育部門〔学年定員 20 名 × 2 学年〕として大学卒業者・社会人を対象に、①林業、②森林環境教育、③木造建築、④木工の 4 つの専攻において高度な専門知識・技術を習得し、地域の課題解決を進めるための企画力・想像力・実践力を持ったリーダー的人材を育成しています。学びの対象は、川上（林業）から川下（木造建築・木工）、さらには県民・市民に森林・林業の大切さへの理解を深めてもらう森林環境教育まで、幅広い人材を育成する林業専門学校は、全国で本学だけとなっています。

2019～2020 年度入学のクリエーター科の学生は、平均年齢 35.2 歳、男女比は男 69%・女 31%，県内出身者 21%，入試状況は定員 20 名に対して 2019 年度は出願 23 名・合格 19 名、2020 年度は出願 34 名・合格 26 名となっています。全国（北海道～九州）から幅広い世代（20 代前半～60 代）の多種多様な経験・経験を持った学生が、強い志を胸に集まっています。2 年生から 1 年かけて取り組む課題研究は、学びの集大成となるだけでなく、自らの夢を実現するうえで卒業後の就職や起業に向けた助走となります。

以下、4 専攻ごとの特徴と主な進路について紹介します。

（1）林業専攻

森林の多様な機能を高度に発揮させ維持することのできる森林経営の専門家を育成するため、自然科学を基礎とした技術的合理性、木材需要を考慮した経済的合理性を根拠に、現場対応型の施業技術を学びます（写真①）。次代の森林経営を担うリーダーに必要なスキルとして森林総合監理士（フォレスター）、森林施業プランナー、技術士（森林部門・環境部門）、林業技士、

森林情報士などの資格取得を目指し、卒業後の進路は、森林組合、林業事業体、林業・木材関連会社、自営林業、起業などとなっています。

（2）森林環境教育専攻

「森づくりは、人づくり地域づくりから始まる」をモットーに、森林空間を多面的に捉えて森のすばらしさを伝え、地域の森をデザイン・保全するプロを育成します。コミュニティと起業、里山マネジメント、公園の管理運営、森のようちえん、森林教育について、基礎から応用まで自主性と社会実践を重視しながら担当教員とマンツーマンで学びます（写真②）。森林インストラクター、ネイチャーゲーム指導員、自然観察指導員などの資格取得を目指し、卒業後の進路は、自然学校、起業、地域づくり団体、森林・公園管理、自然環境コンサルタントなどとなっています。

（3）木造建築専攻

国内で唯一の「木造」に特化した超実践的な学びを通して、木造建築の美しさ、快適さ、奥の深さ、つくる楽しさを知り、新しい時代を見据えた高度な技術を持った設計者を育成します。前年度の学生が演習林の木を伐出・乾燥させた製材を使用して、学生が自ら設計・施工し 1 年かけて学内に小さな木造施設をつくる「自効建設プロジェクト」（過去のプロジェクトの改装も含め、1 年に 1 棟ずつ建設）は、地域の森林資源活用を意識した本学独自の実習となっています（次頁写真③）。また、リフォーム時代に対応した「木造建築病理学」「木造建築の性能設計」について学びます。建築士（一級・二級）、木造建築士などの資格取得を目指し、卒業後の進路は、工務店、意匠設計事務所、構造設計事務所、起業などとなっています。

（4）木工専攻

地域材を活かした商品の企画・制作や木工教室の運営など、地域資源に技術で付加価値を加え地域を豊かにする専門家を育成します。手工具や木工機械の基本技術を一から習得し、多様な地域材を使った制作実習や商品化体験を通じて、その土地ならではの素材や文化を活かした木工製品づくりを実践的に学びます



▲写真③ 木造建築専攻：自力建設プロジェクト



▲写真④ 木工専攻：実習で作成した大型家具



▲写真⑤ 林業コース：伐木実習



▲写真⑥ 林産業コース：製材実習



▲写真⑦ 長野・岐阜・京都の「三林大伐木選手権」

(写真④)。また、全国的に人気のグリーンウッドワーク（生木を伝統的な手工具を使い加工して行う小物・家具づくり）や木育教室を運営するスキルなどを学びます。卒業後の進路は、木工房や木育事業の起業（NPOを含む）、木工房や社会福祉工房への勤務、製材所、銘木店、住宅建材加工業、森林組合で地域材の普及や木育に関わるなど、多方面にわたっています。

森と木のエンジニア科 (即戦力となる現場技術者育成)

一般専修教育部門〔学年定員 20名×2学年〕として高校卒業者等を対象に、森林・林業・木材産業に関する幅広い知識と技術を持った、現場で自ら考え行動できる技術者を育成します。「人」「場」「モノ」を活かした「現地現物主義」のカリキュラムに基づき、2年間で1,800時間を超える授業・実習を履修します。1年生では、森づくり、樹木の生態、林業機械・道具、木材利用・流通の基礎を、2年進級時に2つのコース（①林業コース、②林産業コース）に分かれて実践的な専門技術を学びます。

林業コースでは、林業を担う現場技術者として必要な、造林・育林（森林管理）、伐採・搬出（木材生産）、森林作業道等の道づくりの技術を実践で学びます（写真⑤）。林産業コースでは、伐採・搬出された原木を利用するために必要な木材の性質を理解し、高付加価値化するための加工技術・流通についてを学びます（写

真⑥）。卒業後の現場業務に必要なさまざまなスキルとして、在学中に7種類の資格が取得でき、その他6種類の資格取得支援を受けることができます。

毎年、本学と長野県林業大学校、京都府立林業大学校の持ち回りで「三林大伐木選手権」を開催し、5競技（①チェンソー早組み立て、②丸太の切合わせ、③枝払い、④丸太の薄切り、⑤伐倒）で、速さ・安全性・正確性を競いながら技術力の向上を目指し、併せて学生交流を行っています（写真⑦）。競技会前日のオリエンテーリングや前夜祭も大いに盛り上がり、学生だけでなく教職員にとっても情報交換等で交流を深める絶好の機会となっていますが、2020年度は新型コロナウイルスの感染拡大の影響で中止を余儀なくされ、残念でなりません。ただ、学園祭（翔楓祭）は感染拡大防止対策を行い、無事に開催することができました（写真⑧）。

2019～2020年度入学のエンジニア科の学生は、平均年齢18.6歳、男女比は男74%・女26%、県内出身者77%、入試状況は定員20名に対して2019年度は出願41名・合格24名、2020年度は出願30名・合格24名となっています。

高校卒業後に入学するエンジニア科の学生にとって、経験豊富で目標を明確にして入学してくる社会の先輩でもあるクリエーター科の学生と学びの空間を共にすることは、とても有意義で他の林業専門学校にはない貴重な社会経験となります。



▲写真⑧ 多様な年代の学生が団結した学園祭「翔楓祭」

卒業後の主な進路は、林業コースが森林組合、林業事業体、造園会社、林業機械関連会社など、林産業コースが木材市場、製材加工会社、工務店、設計事務所などで、両コースを合わせた県内就職率は2018年度は81%、2019年度は78%です。また、森林管理局や都道府県職員などの公務員や4年制大学への3年次編入、大卒以上を対象としたクリエーター科へ進学する学生もいます。

恵まれた教育環境

本学は、日本のヘン（人口重心地）である岐阜県の中央部に位置し、東海北陸自動車道の美濃ICからすぐというアクセス良好な場所で、校舎敷地（8ha）と演習林（33ha）が一体となった恵まれた教育環境にあります。

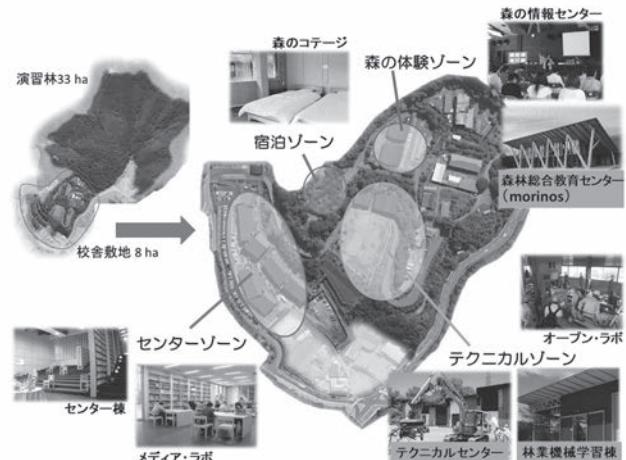
校舎敷地は、①センターゾーン（講義室、図書室、メディア・ラボ、学生ホールなどが集合するアカデミー拠点）、②テクニカルゾーン（高性能林業機械の保管庫と林業実習広場）、③森の体験ゾーン（催しや式典等を開催する大ホール、木工研修工房、森林総合教育拠点「morinos」）、④宿泊ゾーン（研修参加者用の宿泊施設）からなり、いずれの施設も木造建築として一見の価値があるものばかりです（図②）。

教育研修機械・機器として、高性能林業機械7台を保有するほか、スウェーデン製の狩猟シミュレーター、ハーベスター・シミュレーター、伐木技術教育VRシミュレーターを導入し、学生だけでなく県内技術者の林業技術の習得や再教育に活用しています。

学校施設内は情報通信機器やWi-Fi環境が整備され、スマート林業に必要なICTスキルの習得を積極的に進めています。新型コロナウイルス感染拡大により余儀なくされたリモート授業にもいち早く対応し、デジタル技術の活用により新しいビジネスモデルへの変革を進めるDX社会に必要な学習環境を提供しています。

充実した教師陣と専門的実践教育

本学の学びで特筆すべきは、2学科2学年の定員



▲図② 学校施設と演習林

80名の学生に対し、林業6名、森林環境教育4名、木造建築4名、木工3名の合計17名の専任教員が在籍し、少人数制で専門性の高い実践教育を行っている点です。

教員は各々の専門分野で優れた知識・技術・実績を有し、国内の他の林業専門学校だけでなく大学・企業・自治体などに講師として招聘され、さまざまなテキスト教材や専門誌の執筆も担っています。文部科学省の2020年度「専修学校における中核的森林管理・林業専門技術者養成プログラムの開発・実証事業」で作成された3つのテキスト「造林・育林」「伐木・造材」「測量・測樹」は、いずれも本学の教員が執筆を担当しました。

また、特別招聘教授として新国立競技場を設計した隈研吾氏、住友林業（株）の市川晃代表取締役会長を迎えるなど、学生は国内外のトップレベルの講話を直に聴き、指導を受ける貴重な機会を得ることができます。

岐阜県立森林文化アカデミーの最大の強みは、国内屈指の充実した教師陣と、強い志を持った学生が課題解決していく中で自らが学ぶ実践教育にあります。

（ながぬま たかし）

障がい者と共に使う緑化活動 —「コンテナ苗」は視覚障がい者に適している

NPO 法人視覚障がい者のための手でみる博物館 理事長／NPO 法人日本メイプル協会 事務局長
* Tel 019-624-1133 E-mail : kawamata@a.email.ne.jp

川又正人

はじめに

NPO 法人日本メイプル協会では、視覚障がい者や精神障がい者の参加する「森林づくり」活動を実施している。障がいがあっても一般市民と同じく、豊かな森林づくりの一端を担い、森林の恵みを享受してほしいと当協会では願っている。

2006(平成 18)年に岩手県の岩泉町長の支援を受け、同町の早坂高原^{いわいざか}で第 1 回「メイプルの森づくり」を開催した(写真①)。イタヤカエデ 30 本を、視覚障がい者と共に植栽したが、毎年 1 回の開催では物足りないという声が上がった。移動の困難性が高いのが視覚障がいの特性の一つで、森林に出かける機会は皆無に近い状況であった。

森の探検隊

2012(平成 24)年に神奈川県から岩手県に居を移したのを契機に、毎月開催の検討を始めた。資金、資機材の準備、人材育成(ボランティアの募集)に加えて、毎月参加する方がいるかどうかがいちばんの心配の種だった。2014(平成 26)年 4 月に第 1 回の視覚障がい者のための「森の探検隊」を実施した。この時の参加者は 2 名だったが、岩手県の「県民参加の森林づくり促進事業」の助成を得て、7 年で計 88 回を開催し、今では毎月総勢 15 名前後が参加している(写真②)。

最近は岩手放送の 24 時間チャリティーの募金で、ナタ、ノコ・セット、鷲口^{とびぐち}、トング・セットやスノーシュー・セットなどを寄贈していただき、活動に励んでいる。贈呈式に参加した他の障がい



▲写真① メイプルの森づくり



►写真② 森の探検隊

者の団体は「これらの道具を何に使うのか」と、不思議そうな顔をしていた。寄贈された道具等も活用しながら、森の探検隊は 1 年を通して、4 月：春山探検、5 月：森林探検と植樹、6 月：チャグチャグ馬っこ^{くまっこ}のふれ合い、7 月：竹細工と石窯^{いは窯}づくり、8 月：夏山探検、9 月：ツリー・クライミング、10 月：キノコ狩り^{くわいり}、11 月：タンポづくり、12 月：リースづくりと燻製^{くんせい}づくり、1 月：餅つき、2 月：スノーシューでの雪山探検、3 月：スノーシューでメイプルサップ(樹液)採取、と多彩なメニューで活動している(写真③)。

障がい者が活動するために

視覚障がい者をどのように援助するか。10 月のキノコ狩りでは、キノコがたくさんあるポイントを選んで、視覚障がい者の方々にしゃがみこんでもらえば、キノコを探す問題は解決する(写真④)。11 月のタンポづくり(秋田郷土料理)では、所有林のスギ材を、視覚障がい者がノコやナタを使ってタンポ用の棒状に加工する。その補助の際には右手と左手を交差させないことが大原則だ。所有林で採れたクルミを割って、クルミ味噌^{みそ}をつ



▲写真③ スノーシューでメイプル サップ採取



▲写真④ キノコ狩り



▲写真⑤ タンポづくり

ノコやナタを使いタンポ用の棒をつくり、それにタンポを巻きつけ、クルミ味噌をぬって炭火で焼く。



▲写真⑥ コンテナ苗の植栽

ディブルで地面に穴をあけてコンテナ苗を植栽。



►写真⑦ 枝葉の触察



▲写真⑧ ハートピュア盛岡との「さくら小径」づくり

くり、棒に巻きつけたタンポ（半練り状にしたご飯）に刷毛でぬり、それを炭火で焼いて食す（写真⑤）。スギの香りと焼けたクルミの香ばしさが相まって、とても豊かな森林の恵みが堪能できる。

5月に行われる「盛岡南ライオンズクラブ」との植栽コラボレーションも、楽しいひと時だ。森の探検隊では、カラマツの「コンテナ苗」を、植栽器具（ディブル）を使って植栽した。ディブルで地面に穴をあけ、その穴に苗木を押し込み、苗木周囲を両足で踏み固めればOKだ（写真⑥）。簡略化された植栽方法は、視覚障がい者に適していると考えている。視覚障がい者は触って確認するので（写真⑦）、できるだけ工程の簡略化が必要だ。毎年の成長を手で触って確認することが楽しみである。

森の探検隊を行ううえで、林業作業道の延伸は非常に有効だ。作業道の延伸が我々を未知の場へと誘ってくれる。これは自己所有のフィールドで自由に活動できることが大きい。

森の探検隊は、一緒に活動しているボランティアスタッフの活躍に支えられていて、参加者との

信頼関係はとても密である。障がいの程度、参加者の体調、森林の環境を的確に把握し、現場で右足から踏み出すか左足から踏み出すかなど、適切な判断の要求にも応えている。そうした取組の結果、7年で88回の開催中、ケガの発生は擦り傷が1回だけである。

また、森の探検隊のほかにも、精神障がい者支援施設を運営するNPO法人ハートピュア盛岡とは、施設の入所者の方々と「さくら小径」づくりを継続して実施している（写真⑧）。参加者たちは、森に入ると心が落ち着いて集中力が持続し、発作の回数も少ないという。

おわりに

障がいがあっても工夫すれば一般市民と同様に、森林環境の保全や地域の緑化活動に協力ができる。障がい者が豊かな森林づくり事業に参加している自信を持ち、豊かな森林の恵みを堪能できることは素晴らしい、それを支える私たちにとってもうれしいことだ。

（かわまた まさと）

災害から人と自然を守る

松本舞恵

日本ミクニヤ株式会社



私は森林との出会いは、学生時代に遡ります。私が入学した学科では、2年次に4つの専門コースに分かれ、そのうちの1つに林学系のコースがありました。当時は、森林に対して特に強い思い入れがあったわけではなく、そのころ少し関心のあった「緑化」にいちばん近いという理由で林学系のコースを選びました。授業では造林・育林をはじめ、森林計画、林産、森林土木などの基礎的な知識を一通り学び、実習ではチェーンソーを使っての伐木や林道測量・設計、渓流調査などを体験しました。その中で、災害から人と自然を守る治山・砂防に興味を持ち、防災の道に進みました。

現在は、防災リスク・環境リスクコンサルティング業務に携わる会社に勤務しています。入社以来、主に防災関連業務として土砂災害危険区域設定のための調査、砂防林の機能の評価と整備・維持管理に関する調査・検討、土石流対策施設配置計画や砂防基本計画に関する調査・検討など、さまざまな業務を経験しましたが、森林に直接的に関わる機会はほとんどないまま過ごしてきました。そのような中、治山事業全体計画を担当する機会がありました。その業務は、大雨により崩れた斜面の対策を行うもので、資料調査と現地調査から把握した斜面の特徴・特性に基づき、経済性や施工性も考慮しつつ最適な対策工を検討します。業務自体は、他の技術者の力もあり、なんとか遂行できましたが、自身の経験不足、知識不足を痛感させられました。そして、自分が検討した内容や提案事項を、自信を持って他者に伝えられる技術者になりたいと思い、林業技士養成研修を受講することにしました。

受講を申し込み、通信研修が始まる時点で、購入したたくさんのテキストを眺めつつ少し不安になりました。通信研修の期間は約2か月。その間に5課題分のレポートを仕上げる必要があります。学校で基礎的な知識は学んだとはいえ、業務上で実践する機会が少なかったため、「短い期間で問われている内容を理解



▲荒廃現況調査の様子

し、適切な回答にたどり着くことができるだろうか？」と。レポート作成に際しては、テキストやその他諸々の資料を参考にしてよいことになっていましたが、それらを丸写ししたのでは意味がありません。そのため、参考にした資料を自分なりに咀嚼し、「自分の言葉にして他者に伝える」ということを意識しつつ、レポート作成に取り組みました。

通信研修を無事に終え、次は4日間のスクーリング研修です。スクーリング研修は朝から夕方まであり、最終日には筆記試験も控えています。家で復習する時間もあまりないため、「講義中に理解してしまわなければ」という、半ば切羽詰まった思いで臨みましたが、どの講義も大変分かりやすく、興味深く取り組むことができました。自然災害の多い日本で、人と自然を守るための事業を行うには、地形・地質を十分に考慮し、場の特性に応じた対策を行う必要があるということを、改めて実感しました。

スクーリング研修、筆記試験を終えて、晴れて林業技士合格となりましたが、経験も技術もまだまだこれからだと感じています。災害から人と自然を守る技術者になれるよう、今後も自己研鑽に努めたいと思います。

(まつもと まきえ)

林業技士合格は ゴールではありません

酒井 宏

九州林産株式会社 林業部



私が所属する九州林産株式会社林業部の主な仕事は、九州電力株式会社が所有する約4,400haの森林管理業務です。

九州電力の前身、九州水力電気株式会社が水力発電用の水源涵養林保育の必要性に着眼し、山林を育成するため九州の尾根地帯に用地を求めて、大分県由布市や九重町の原野を取得し植林を始めたのが1919年、その後昭和に入り、植林した大面積の山林を管理するために九州配電株式会社(九州水力電気の事業を継承)の林業部門から分離独立して九州林産となりました。原野への植林から2021年で102年目を迎える業務部門です。九州電力社有林ではFSC認証も取得しており、東京オリンピック・パラリンピックの主要会場への認証材納品も行いました。現在、私が担当する業務は、森林整備事業の現場管理から原木流通まで多岐にわたります。いわば、川上から川中までのすべてが担当範囲です。

現在7歳級の私自身にとって、担当する業務を遂行する中で「林業経営」という視点での思考がまだ未熟だと感じており、さらなる知識やスキルを学び活かしていきたいとの思いから、林業技士養成研修の受講を申し込みました。

まず、通信研修では6科目のレポート課題に取り組みました。特に「森林計画の実際」や「保安林制度」の科目については何となく理解していたつもりでしたが、通信研修により、制度目的や手続きについての理解がさらに深まりました。

次は、東京でのスクーリング研修(4.5日間) + 筆記試験(0.5日間)の計5日間です。今回のスクーリング研修はコロナ禍での開催となり、不安もありましたが、事務局のサポートのおかげで、会場内は感染拡大防止対策が徹底されており、安心して受講することができました。

講義内容については、当初は4.5日間もあり、苦しい時間だと思っていましたが、資料やテキスト・事例



▲GPSを用い山林調査を行っている様子

をもとに分かりやすく講義していただき、「なるほど」の連続で時間が過ぎるのが早く感じました。私は受講生の中では若手のほうだと思いますが、研修中の先輩方の林業に対する姿勢や情熱は大変勉強になりました。見習うことばかりでした。講義後は、ホテルで復習の時間を設け、最終日の筆記試験に挑みました。また、隙間時間を見つけては、「皇居ラン」をしてリフレッシュを図っていました(笑)。

先日、合格通知が手元に届きましたが、私は林業技士の資格取得はゴールではないと考えています。森林資源は化石燃料と違い持続可能な資源であり、資源の少ない日本にとって大きなポテンシャルを秘めています。私はこれを活かすために、とてもなく奥深い林業について考える時間を増やし、試行錯誤を繰り返しながら、資源を循環させるような林業経営を行えるよう努力していきたいと思います。

最後になりましたが、この寄稿がこれから林業技士養成研修を受講される方の参考になれば幸いです。

(さかい ひろし)

BOOK
本の紹介

日高榮治 著

美味しく食べて竹林整備
純国産メンマ作りのすすめ

発行所：株式会社ブイツーソリューション
〒466-0848 愛知県名古屋市昭和区長戸町4-40
TEL 052-799-7391 FAX 052-799-7984
2020年10月発行 A5判 224頁
定価1,870円（税込）ISBN 978-4-434-28059-7

本書には、全国的な問題である放置竹林整備について、「明日から裏山の竹を切ってみようかな」と思ってくれる、著者の日高さん（ひたかさん）の挑戦と、福岡は糸島の地で新しく生まれた国産メンマへの熱い想いが詰まっている。日高さんは、竹の付加価値向上こそが竹林整備に繋がるとの想いから「糸島魔法の竹ぬか床」の生産販売を2013

年にスタート。また、親竹を残し、1.5～2mの「幼竹」を全伐することで不要な竹を完全に抑える新しい竹林整備法を生み出し、この幼竹を活用した「純国産メンマ作り」の取組を2014年に開始している。成竹化を防ぐ幼竹採取によるメンマ作りが功を奏し、相乗効果的に竹林整備が進んでいる。

さて、メンマと言えば、日本人

の大好きなラーメンに欠かせない食品だが、その多くが中国産だ。その中で、安心・安全で臭いのない国産メンマ開発に至った発想力はすごい。現在、純国産メンマは東京の高級ラーメン店などでは欠かせない存在としてブランド化され、ラーメンブームと相まって多くのテレビ番組が紹介し、生産が追い付かないほど人気がある。また、最近では和・洋食や加工品への活用、一般家庭での普及を目的とした新たな食材としての商品開発に余念がない。そして何より、全国の放置竹林問題解決に向け、このメンマ製造技術を広めるための講習会等を積極的に開催し、2017年には「純国産メンマプロジェクト」を結成して、約30府県の地域で事業化に結び付けている。

BOOK
本の紹介

塚本良則 著

令和元年 台風19号
山里を襲った土砂災害の体験記

発行所：株式会社白山書房
〒193-0844 東京都八王子市高尾町1957-4
2020年11月発行 A5判 104頁
定価1,430円（税込）ISBN 978-4-89475-232-0
(お求めは書店まで)

令和元（2019）年10月、台風19号は関東や甲信、東北地方などに記録的な大雨をもたらし、甚大な被害が発生した。著者の家（生家）がある神奈川県相模原市緑区の標高700m程の山々に囲まれた山村でも、600mm程度の連続降雨で山崩れ・土石流が発生し、大きな被害を受けた。本書は、治山、砂防の研究者・教育者として

長年活躍してきた著者が、この土砂災害を実際に体験し感じた「山崩れ・土石流の実態、それらが引き起こした災害の惨状、被災者の心境、災害後の支援活動」などについてまとめたものである。

本書は初めに、日本の山村・山里の地形の特徴と、そこで発生する山崩れ、土石流などの関係について、豊富な知見をもとに解説している。

次に、著者自らが被災した村人に尋ね、災害発生直後の生々しい状況や、深層崩壊の土砂に飲み込まれながらも一命をとりとめた人の話、自治会長を務めた人の災害に対する想いなどをまとめ、これらをもとに今の防災対策として「避難体制を確立しておくことが最も重要であること」「避難に消極的な山村住民を避難させる方法」など、興味深い事項が述べられている。また、著者の家屋も土石流、がけ崩れに襲われており、著者自ら現場の山腹斜面を調査している。その結果から、過去にない大雨が頻発する気象条件や、50年生を超えるような大きな林木が生育する森林が増えている状況下で生じたこの土砂災害の特徴を明らかにした。最後に、高齢の被災者という立



本書は、「竹林を整備したいけれどどうしたらよいか分からぬ」という方には、実現性の高い将来像を描ける大変お勧めの書である。そして、「多くの方々に利用いただくことで、竹林整備から商品加工、販売等、多くの人達の仕事に繋がり、地域名産作り、里山復活にも繋げたい」という日高さんの熱い想いが知れる必読の一冊となっている。

(福岡大学・竹イノベーション研究会代表／佐藤研一)



場から種々の支援活動の重要性について、また長年教育に関わった立場からも「ボランティア活動は、明日への希望を打ち碎かれた被災者の心に明るい灯をともしてくれる重要な活動である」と述べている。

山村を担う方々、防災に携わる方々、治山・砂防を学ぶ学生諸子はもちろんのこと、広く一般の方々にも、分かりやすく、興味を持って山村における土砂災害の真の実態を知ってもらえる一冊です。

(日本大学特任教授／阿部和時)

- 増補改訂版 プロでも意外に知らない〈木の知識〉 著：林 知行 発行所：学芸出版社 (Tel 075-343-0811) 発行：2021年4月 A5判 268頁 定価2,750円（税込） ISBN 978-4-7615-2770-9
- 樹木医学入門 編：福田健二 発行所：朝倉書店 (Tel 03-3260-7631) 発行：2021年4月 A5判 224頁 定価4,180円（税込） ISBN 978-4-254-47059-8
- No Life, No Forest 热帯林の「価値命題」を暮らしから問う 編著：阿部健一・柳澤雅之 発行所：京都大学学術出版会 (Tel 075-761-6182) 発行：2021年4月 A5判 320頁 定価3,960円（税込） ISBN 978-4-8140-0334-1
- 造林樹木学ノート 著：上原 嶽 発行所：コロナ社 (Tel 03-3941-3131) 発行：2021年4月 B5判 130頁 定価2,420円（税込） ISBN 978-4-339-05276-3
- 森林の放射線生態学 福島の森を考える 著：橋本昌司・小松雅史 執筆協力：三浦 覚 発行所：丸善出版 (Tel 03-3512-3256) 発行：2021年3月 四六判 240頁 定価2,200円（税込） ISBN 978-4-621-30601-7
- 誰のための熱帯林保全か 現場から考えるこれからの「熱帯林ガバナンス」 編： 笹岡正俊・藤原敬大 発行所：新泉社（お求めは書店まで） 発行：2021年3月 四六判 280頁 定価2,750円（税込） ISBN 978-4-7877-2103-7
- おもしろ樹木図鑑 びっくり！ ヘンテコ！ 不思議！ 著：林 将之 発行所：主婦の友社 (Tel 0120-916-892) 発行：2021年3月 A5判 256頁 定価2,420円（税込） ISBN 978-4-07-445564-5
- 森林を活かす自治体戦略 市町村森林行政の挑戦 編著：柿澤宏昭 著：石崎涼子・相川高信・早尻正宏 発行所：日本林業調査会 (Tel 03-6457-8381) 発行：2021年3月 A5判 334頁 定価3,300円（税込） ISBN 978-4-88965-265-9
- 樹皮の識別 IAWAによる光学的顕微鏡的特徴リスト 編：IAWA委員会 訳：佐野雄三・吉永 新・半智史 発行所：海青社 (Tel 077-577-2677) 発行：2021年3月 B5判 117頁 定価3,520円（税込） ISBN 978-4-86099-382-5
- 国立歴史民俗博物館研究叢書8 樹木・木材と年代研究 編：坂本 稔・横山 操 発行所：朝倉書店 (Tel 03-3260-7631) 発行：2021年3月 A5判 160頁 定価3,740円（税込） ISBN 978-4-254-53568-6
- 実践 樹幹注入の心得—害虫から木を守る— 著：栗原俊光 発行所：農文協プロダクション（お求めは「田舎の本屋さん」まで） 発行：2021年2月 A5判 104頁 定価1,430円（税込） ISBN 978-4-909275-13-4

01

今年度の林業技士及び森林情報士養成研修について

今年度の林業技士及び森林情報士の養成研修については、新型コロナウイルス感染拡大状況を考慮し、以下の通りとします。

●林業技士（養成研修） 募集期間：5月1日（土）～6月30日（水）

※例年通り募集しますが、新型コロナウイルス感染拡大状況によりリスククリーニング研修の可否等を判断します。このため、やむを得ず研修を中断する場合があります。

●林業技士（資格要件審査） 申請期間：7月1日（木）～8月31日（火）

※森林土木部門は、例年通りに審査を行います。作業道作設部門は、筆記試験人数の上限を定めます。

●森林情報士（養成研修） 開講中止

※今年度は、東京オリンピック・パラリンピック開催と開講時期が重なることから宿泊所の確保が困難であること、新型コロナウイルス感染症の収束が見通せない中、研修が密になることでのクラスター発生を防止するため、養成研修の開講を中止します。

なお、これらの案内等について同内容のものを、当協会のホームページに掲載しています。また、募集案内や申込書等もダウンロードいただけますのでご利用ください。

02

日林協のメールマガジン・会員登録情報変更について

●メールマガジン 当協会では、会員の方を対象としたメールマガジンを毎月配信しています。ぜひご参加ください。配信をご希望の方は、メールアドレスを当協会 Web サイト《入会のご案内》→《入会の手続き》→《情報変更フォーム》にてご登録ください。

※メールアドレスが変更になった方もこちらから変更願います。

●異動・転居に伴う会誌配布先等の変更 これについても、上記《情報変更フォーム》にて行えます。なお、情報変更に必要な会員番号は会誌をお届けしている封筒の表面・右下に記載しています。

お問い合わせはこちら → mmb@jafta.or.jp (担当：三宅)

◎3月号訂正 P.25 写真⑤キャプション

(誤) (E150-F300) ⇒ (正) (E105-F300)

お問い合わせ

●会員事務／森林情報士担当

担当：三宅

Tel 03-3261-6968

✉ : mmb@jafta.or.jp

●林業技士担当

担当：一，三宅

Tel 03-3261-6692

✉ : jfe@jafta.or.jp

●本誌編集事務

担当：馬場，小島

Tel 03-3261-5518

(編集) ✉ : edt@jafta.or.jp

●デジタル図書館／販売事務

担当：一 Tel 03-3261-6952

(図書館) ✉ : dlib@jafta.or.jp

(販売) ✉ : hanbai@jafta.or.jp

●総務事務（協会行事等）

担当：林田，関口，佐藤（葉）

Tel 03-3261-5281

✉ : so-mu@jafta.or.jp

●上記共通 Fax 03-3261-5393

会員募集中です

●年会費 個人の方は3,500円、団体は一団体6,000円です。なお、学生の方は2,500円です。

●会員特典 森林・林業の技術情報等をお伝えする『森林技術』を毎月お届けします。また、森林・林業関係の情報付き『森林ノート』を毎年1冊配布、その他、協会販売の物品・図書等が、本体価格10%offで購入できます。

編集後記

mnt

本号で取り上げた森林の測量・計測技術をはじめ、さまざまな分野において技術が日々進化しています。それもすごいスピードで。ただ、最新技術がいくら便利でも、理解していないと上手く使えません。それが次々に進化するので、つい諦めそうになる自分がいます。

4月になりました。新しい年度のスタート。逃げていたことに着手するにはよい季節です。

森 林 技 術 第 948 号 令和3年4月10日 発行

編集発行人 福田 隆政 印刷所 株式会社 太平社

発行所 一般社団法人 日本森林技術協会 © <http://www.jafta.or.jp>

〒102-0085 TEL 03(3261)5281(代)

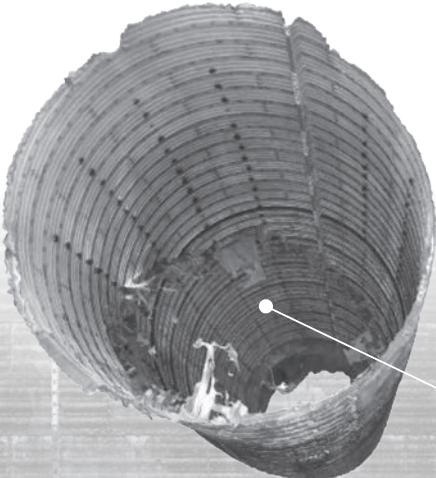
東京都千代田区六番町7番地 FAX 03(3261)5393

三菱UFJ銀行 銀行 船町中央支店 普通預金 0067442 郵便振替 00130-8-60448番

SHINRIN GIJUTSU published by
JAPAN FOREST TECHNOLOGY ASSOCIATION
TOKYO JAPAN

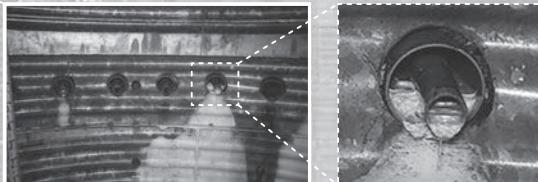
(普通会員3,500円・学生会員2,500円・団体会員6,000円/口 ※非課税)

三次元解析技術を活用した 集水井内の点検



見える 地下水排除工の維持管理

危険が伴う集水井点検において、安全かつ簡便に内部を撮影し高品質な成果品をご提供いたします。



高品質な画像からボーリング孔の閉塞状況
なども把握することができます。



国土防災技術株式会社

JAPAN CONSERVATION ENGINEERS & CO.,LTD.

〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-18-5 【URL】 <https://www.jce.co.jp>
【PHONE】 03-3436-3673 (代) 【FACSIMILE】 03-3432-3787

令和3年度 年会費納入のお願い

(一社)日本森林技術協会

令和3年度の年会費納入時期が近づいてきましたのでご案内します。
会費の納入については、以下のような流れで手続きを進めていきますので、
事前にご確認のうえ、納入くださいますようお願いいたします。

納入までの流れ

- 「郵便振替」をご希望の方には、5月初めに「払込取扱票」をお送りします。
- 「口座自動引き落とし」をご希望の方は、5月末に引き落としの予定です。

払込期限（郵便振替） 5月末日まで

「払込取扱票」をご利用の場合は、払込手数料不要です。
郵便局以外にもコンビニでもご利用いただけます。

**会費の期間 令和3年度分
(令和3年4月～翌年3月)**

前年度会費が未納の方には、未納分を合算した払込取扱票をお送りします。

年会費 ※年会費は非課税です。

- | | |
|---------------|---------------|
| ●普通会員 3,500 円 | ●学生会員 2,500 円 |
| ●終身会員 1,000 円 | ●団体会員 6,000 円 |
| (一括払いの方を除く) | |
| (一口あたり) | |

【お問い合わせ】 一般社団法人日本森林技術協会 管理・普及部（会員事務担当）

TEL:03-3261-6968 FAX:03-3261-5393 E-mail: mmb@jafta.or.jp

一般社団法人日本森林技術協会からのご提案

森林環境譲与税の有効活用を 考えてみませんか？

■林業振興

現況把握、境界明確化、
意向調査、集積計画、
森林クラウド、人材育成

- 意向調査準備
GIS解析による意向調査優先順位
 - フリーソフトQGISやドローンの操作研修



- ## ● 交流の場となる美しい 森林づくり

■木材・林産物利用

エネルギー利用、和ハーブ林床栽培 地域内エコシステム サプライチャーンマネジメント



- ## ● 時代にあった林産物利用 クロモジなど和ハーブアロマ



■森林の総合利用

里山林の保全・整備
体験施設整備
多様な森林づくり



- 森林を森林レク・
体験活動等の
交流の場として
活用したい。

■ 環境・防災

地形解析、放置林整備 地域住民ワークショップ 防災計画



私たち森林・林業のスペシャリストが一環サポート!



例えば

- 森林所有者の森林の取り扱いに関する意向の確認
 - 今後の森林整備の方針・計画の作成と実行
 - 地域の資源を活かした新たな森林サービス産業の創造
 - 森林・林業に携わる人材の確保・育成の推進

お問い合わせは、森林創生支援室まで！

TEL 03-3261-9112 (担当: 飯田) または E-mail: sousei@jafta.or.jp

