

季刊

森林総研

Forestry & Forest Products

Research Institute

No.67 2024

特集●

林業の 安全を科学する

巻頭座談●林業現場の安全とダイバーシティを考える

飯塚 潤子
東京チェーンソーズ

×

宗岡 寛子 林業工学研究領域
猪俣 雄太 林業工学研究領域

中田 知沙 林業工学研究領域

67





表紙写真

チェーンソーを使って受け口を切る
撮影：山口 浩和

特集の写真撮影と提供

P.8: 猪俣雄太
P.11: ①と伐倒木 / 猪俣雄太
②③ / 山口浩和 ④中田知沙
P.13: 上村 巧

特集担当●

上村 巧
吉田 智佳史

編集委員●

片岡 厚（編集委員長）
佐藤 重穂
齋藤 隆実
服部 友香子
大木 文明

巻頭●座談

林業現場の安全と
ダイバーシティを考える

飯塚 潤子 東京チェンソーズ

× 宗岡 寛子 林業工学研究領域
猪俣 雄太 林業工学研究領域
中田 知沙 林業工学研究領域 …………… 3

特集●

林業の
安全を科学する

…………… 8

研究の森から●

小型の電動機材と誘導アプリの開発で
造林作業を省力化する …………… 14

山口 浩和（林業工学研究領域） 佐々木 達也（北海道支所）

林業で働く人の多様化に向けた動きと
就労環境づくり …………… 16

田中 亘（林業経営・政策研究領域）

森林講座瓦版●

木材と心理
木質空間の快適性を考える …………… 18

本山 友衣（構造利用研究領域）

インフォメーション● …………… 19

自然探訪●

ドイツの「自然に近い森林業」 …………… 20

堀 靖人（森林研究・整備機構フェロー、東北農林専門職大学教授）



◀ アンケートに
ご協力ください

上記 QR コードからアクセスできる誌面
アンケートでご感想やご意見をお寄せく
ださい。はがきや FAX の場合は右記の広
報普及科へ。1 月末までに協力頂いた方
の中から抽選で 20 名に森林総研特製カッ
ティングボード（訳あり品）とエコバッ
グをセットで進呈します。当選発表は発
送をもって代えさせていただきます。



季刊「森林総研」 2024（令和 6）年 12 月 16 日発行



編集●国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 広報誌編集委員会

発行●国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部広報普及科

〒 305-8687 茨城県つくば市松の里 1 番地 TEL.029-829-8373 FAX.029-873-0844

URL <https://www.ffpri.affrc.go.jp/ffpri.html>

企画制作・デザイン●栗山淳編集室

印刷●株式会社光和印刷

©本誌掲載記事及び写真の無断転載を禁じます。



Iizuka Junko

飯塚 潤子 東京チェーンソーズ



Muneoka Hiroko

宗岡 寛子 林業工学研究領域

林業現場の安全とダイバーシティを考える

「森の新しい価値の創造」をめざす東京の林業会社「東京チェーンソーズ」で、同社初の女性林業技術者として現場で活躍してきた飯塚潤子さんと、林業現場の路網整備、機械化、安全性などについて研究する森林総研の研究者3名に語りあっていただきました。



Inomata Yuta

猪俣 雄太 林業工学研究領域



Nakata Chisa

中田 知沙 林業工学研究領域

東京チェーンソーズ社有林にて Photo by Godo Keiko

猪俣●飯塚さんの勤めておられる東京チェーンソーズでは、ホームページに労災事故の報告書を公開しましたね。とても貴重な取り組みだと感じました。

飯塚●2010年創業間もない頃のチェーンソー事故と、2014年に若いメンバーが刈払機だけがをしたときの報告ですね。

宗岡●具体的にはどういった状況での事故だったのでしょうか？

飯塚●2010年の事故は、かかり木*になった伐倒木が動いたことでチェーンソーが押されて足を切ってしまいました。チャップス*の義務化前で、履いてなかったんです。事故の後、社内でチャップス着用を必須としましたが、その後、国の法律でも義務化されました。2014年の事故は、刈払機の刈り取り作業で足を踏み外して転落している間に機械を手から離してしまい、回転したままの歯が左手に当たって切断してしまいました。このときは現場を全部ストップして、1カ月ほどみんなで毎日話しあい、問題点を洗い出して記録に残しました。

猪俣●事故について詳細な検証と公開報告をするのは、とても大事な取り組みですね。

飯塚●問題点を明確にしないと、労災事故は防げないと考えたんです。雪の翌日で滑りやすかったこと、社内には作業靴についての明確な基準がなかったことなども遠因でしょう。事故を起こした本人が研修生で早く一人前になりたいとの焦りもあったかもしれません。

宗岡●先日、地元の林道草刈り活動に参加させていただきました。地域の方々も、刈払機

飯塚 潤子(いづか じゅんこ)

1984年茨城県つくば市生まれ。東京大学農学部森林環境科学専修卒業。国際見本市主催会社に4年、林野庁の外郭団体に1年勤めた後、「林業の現場をやりつつ、新しいことにチャレンジできそう」との思いで2013年に東京都檜原村の林業会社「東京チェンソーズ」へ入社。2016年に檜原村へ移住、2児の母。2023年より林野庁林政審議会委員。2024年ミズとうきょう林業。



巻頭●座談

倒したい方向と木が倒れたい方向のいい塩梅のところを選んで安全を担保するのがプロの仕事だろうと思うんです。

に不慣れな私も、けがなく作業を終えることができたが、おそらく100%安全な動作をしていたから何事もなかったわけではなくて、危険と隣り合わせの場面はあったものの、たまたま運が良くして事故につながらなかっただけだと思うんです。事故が起きなくても「危険な動作がなかったか」を常に考えなくてはいけないでしょうね。

中田●私は、チェンソーのエンジンをかけた瞬間から怖いと思ってしまうので、研修で初めて木を伐ったときには、もう冷や汗がすごくて……。いまでもかなり意識して慎重に作業に取り組んでいます。研究で現場の人の心拍数を測ったりもするのですが、日々、危険と隣り合わせの現場で身体負荷の大きい作業をされているプロフェッショナルの方々に接していると、尊敬の念が湧いてきます。

飯塚●私も最初は、ビビりながらやってました。女性の林業者ということで、1年目からメディアに採り上げられることが多かったのですが人の目を意識せざるを得ないこともあり、絶対にけがをしてはいけなくて……。でも、ちよつと及び腰ぐらいの方が慎重になるので、安全面ではいいかもしれません。

猪俣●統計的にみますと、やはり初心者による刃物関係の事故はとて多いですね。刃物の扱いに慣れていない段階での事故です。それが経験を積むに従い次第に減ってきて、60歳代になると、刃物関係の事故がかなり減るんです。刃物は、慣れというか経験が大事だということですね。それに対して、木が倒れてきてぶつかる伐木時の事故は、若い人と高

齢者とで多くなります。グラフで表すと最初は高く、30、40歳代で低くなり、ふたたび高齢者になると高くなります(▼特集P.13参照)。

中田●伐倒で亡くなられる方は、倒れてきた木が頭に当たった事故が多いですね。若い人は、不慣れによる事故ですが、高齢者はどうでしょうか。

猪俣●そうですね。事故が起きたときに安全ではない行動をしていたり、それまではとつさに逃げられたけれど、しだいに身体的機能が落ちてきていることに気づかず、足元を取られて間に合わなかったりとか、判断力の低下だったりとか……。

宗岡●かかり木になつてることに気がつかなくて、間が悪く外れて倒れてきた木に当たってしまうということもありますね。

猪俣●狙った方向に倒せずかかり木にしてしまったら、倒れた木が石に当たって跳ね返ってきたりと、原因の多くは正しい伐倒ができなかったことによる事故が多いとは思いますが。

飯塚●伐倒現場を経験してきた人間から言わせていただくと、倒したい方向と木が倒れた方向のいい塩梅のところを選んで安全を担保するのがプロの仕事だろうと思うんです。そういう高度なことをやっているというプライドというか。指導してくれた先生には「作業員ではなく技術者たれ」とよく言われました。また、林業者はスポーツマンと同じで、体調管理や栄養について勉強しておくことも大事だと。

猪俣●職場内研修や新人への安全教育では、



社有林を案内する飯塚さん(左端)と、右から猪俣主任研究員、宗岡主任研究員、中田研究員。

*Key Words かかり木

伐倒した木が、倒れる途中でほかの木にひっかかり、地面まで倒れなかった状態。何かの加減で外れて下の作業員に当たったり、根元側が跳ね上がるなど、思わぬ事故につながりかねない。



宗岡 寛子 (むねおか ひろこ)

1987年山形県鶴岡市(旧温海町)生まれ。林業工学研究領域主任研究員。2012年東京大学大学院農学生命科学研究科修士課程修了。林野庁を経て、2013年森林総合研究所に入所。2016年東京大学で博士号(農学、論文博士)取得。林道・作業道の路面侵食、土砂流出、排水技術に関する研究、作業道盛土の転圧作業に関する研究、豪雨による林道災害に関する研究に従事。

巻頭●座談

事故が起きなくても「危険な動作がなかったか」を常に考えなくてはいけないのですね。

たとえばどのようなことを心がけてますか？
飯塚 ●ABCってよく言うんですけど、「当たり前のことをバカにしないでちゃんとやる」を徹底してます。とにかく新人を焦らせる。なによりも「安全」が最優先。それが担保されない仕事にならないという意識を植付ける。つぎが「出来ばえ」。時間がかかってもプロとしてお金をもらっている以上丁寧に施業する。慣れてうまくなってきたら「効率」を求める。そういう意識を繰り返し浸透させてます。

中田 ●調査で現場の方の話を聞くと安全を守ることの難しさを切実に実感します。起きた事故の事例分析をするのですが、事故が起きないようにするには、事故に至るまでの膨大な要因の分析が必要です。事故につながらないための考え方として軽労化であったり、疲労の軽減、女性や若い人、文化や言語の違う人など多様な人間が作業に参加できるような環境づくりということも大事ですよ。

飯塚 ●そうですね。私は妊娠して子供を産んで自分に不自由さが備わったとたんに危険な場所の見え方が変わったんです。ベビーカーがあるとこんな不自由があるんだ。けがして初めて気づくこともあるだろうし。たとえば、女性がそれほど筋肉を使わなくてもできる作業であれば、年配の方でもできるかもしれない。そうしたことに妊娠して気づけたというか。そういう意味でも多様性ということが、どの場面でも大切なのではないかと思っています。

宗岡 ●私たちの世代は危険なものにあまり触

れずに育ち、スイッチを押せばうまく動いてくれる機械に囲まれて暮らしてきたので、年配の方が想像もできないような危険な行動をすると言われたりしますが、いまの若い方たちにも、そうした傾向があったりしますか？
飯塚 ●いろんな機械でデジタルな部分が発達してきて、仕組みはわからないけど、とりあえず使えちゃうみたいなのが増えるって心配ですね。でも、刈払機はトリガー式になったことで安全性が格段に高まっています。事故を起こした時の機械はスイッチを入れたら入りっぱなしだったので、いまの機械はトリガーを放すと回転が止まります。そういうふうに機械自体が進化して、安全機構が働くようになってきたことは、使う立場から言うといいことだと思うのですが、確かに安全な機械しか知らない世代では危険への感覚が鈍るかもしれません。

ところで、最近の林業の現場では、大型機械の導入が進んで、作業の安全性や快適さはますます高まってきたと思います。そのことで事故は減っているのでしょうか？

中田 ●大型機械は、手持ち機械と比べて安全面や操作性の観点から軽労化や事故削減につながっているとは思いますが、また力技が必要ないので、女性をはじめ多様な操縦者の参入も期待できます。林業機械は女性のほうが丁寧に操作する傾向があり、安全で緻密な仕事につながるかもしれないと現場の方から聞いたことがあります。とはいえ、木を伐る重たいアタッチメントをぶら下げたハーベスタ*で急な作業道を降りていくだけでも、私は怖

* Key Words

チャップス(チェーンソー防護ズボン)

チェーンソーの刃が当たって足を守るための防護ズボン。表地に刃が当たって切れると中の繊維が回転する刃に絡まることで、裏地を切り裂く前に刃の動きをとめる。林業では2015年に厚生労働省によりチェーンソー使用時の着用がガイドラインに明記され、2019年には労働安全衛生規則が改正され、着用が義務化された。



東京チェーンソーについての本

『今日も森にいます。東京チェーンソー』
 (青木亮輔+徳間書店取材班著 徳間書店)
 『東京チェーンソーの挑戦 山をつくる』
 (菅聖子文 小峰書店)

猪俣 雄太 (いのまた ゆうた)

1985年神奈川県生まれ。林業工学研究領域主任研究員。2008年東京農工大学農学部卒業。2013年東京農工大学大学院連合農学研究科博士課程修了。博士(農学)。民間企業を経て、2014年森林総合研究所に入所。林業労働者の安全衛生に関するプロジェクトに携わり、これまでに造林作業を中心とした林業作業の労働負荷軽減に関する研究や林業の労働災害の低減に向けた研究に従事。



巻頭◎座談

技能のレベルと山での作業の難易度とのミスマッチを減らすような仕組みづくりをしたいと思います。

く感じます。

猪俣 ●日本の森は急斜面も多く、木はなにしろ重たいので、一つ間違えれば大きな事故につながる可能性もあります。

宗岡 ●機械って、乗ってしまうと木の重さがわかりにくくなるので注意が必要ですね。私も研究室にバックホーを持っていて作業するのですが、機械を使うと土の重さを忘れてしまいます。機械を降りて手車で運ぶと、「わ、土ってこんなに重たかったんだ」と実感します。へたすると木自体が重量物だという意識も弱くなる面があるかもしれませんね。

飯塚 ●伐った木を、自分で持ち上げたりはしないですからね。宗岡さんは林道など路網が専門とのことですが、道づくりの現場だと、やはり雨で崩れるなどの事故が多いですか？

宗岡 ●そうですね。雨で道が崩れてきます。どんなにうまい人が道をつくっても、急斜面につくるには、法面^{のりめん}を高くせざるを得ません。と言って完全に急傾斜地を避けて、法面をすべて1.5メートル以下に抑えるのは現実的には難しい場合が多いです。力を入れるところ、丁寧に行うところを、現場を心得た経験者はベストの配分でつくっていると思います。

飯塚 ●道があることで、いろんな人が山に入りやすくなるから、路網整備は大事ですね。

宗岡 ●先ほど社有林を案内していただいて、林業をやっている方だけではない、いろんな人たちが山を楽しんでいらつしやる様子を拝見しました。日常的にさまざまな方々が山に入ってきて来られると、安全な環境を確保しなくてはならないから、ご苦労も多いのでは？

飯塚 ●うちの場合、子どもを対象としたイベントも行っていて、「6歳になったら机を作ろう」というイベントでは、たとえば午前中は山に入って木こり体験や間伐体験をし、午後には机づくりをします。イベントリーダーである私の他、木工の先生、木こり隊長をつけていますが、なにしろ、この先生たちの言うことは絶対だから子どもたちに最初に伝えて、木こり隊長が「ハチが出たらこうしなさい」「道を歩くときは先頭を抜かしてはいけないよ」と、そうした基本的な注意事項をしつかり言い含めています。ですので、走り回って危ないことをする子は、まずいけません。

宗岡 ●子供は危険に敏感だから、真剣な大人の言葉は守ってくれますね。

猪俣 ●飯塚さんは、現場を経験されたあと、いまは広報やイベント企画、新事業などを担当されておられるとのことですが、そうした仕事と林業現場とは、やりがいに違いを感じたりされていますか？

飯塚 ●そうですね。やはり現場が恋しいという気持ちはありますが、東京チェーンソーのさまざまな取り組みが、小さくても日本の林業界にとってひとつの成功事例になればいいなという思いもあって、現場以外の仕事でも貢献ができることがあると思っています。それこそ、いろんな人が、一つの組織の中に入ること、その組織の強みというか、深みは増すと思うので。

宗岡 ●飯塚さんが、いろんなところで強調されている多様な人、いろんなスタンスの人が、山に入ってきて、いろんな関わり方をするこ

* Key Words

山男のガチャ、MOKKI NO MORI

山男のガチャは、木を1本まるごと活かすという取り組みの一環で、伐採木の枝や幹の細い部分を加工して作ったマグネットやバードコールといったおもちゃ・雑貨が入ったガチャ。MOKKI NO MORIは、「山をシェアする」をコンセプトとする会員制キャンプ場。どちらも、「木を切って丸太を売る」だけでなく林業のあり方を模索し、木の価値の最大化、森の価値の最大化を目指す東京チェーンソーの取り組み。

* Key Words

ハーベスタ

これまで手作業で行っていたチェーンソーによる伐倒、枝払い、玉切りといった作業を一貫して行うことを可能とした林業用の大型機械。



中田 知沙(なかた ちさ)

1992年愛知県豊田市生まれ。林業工学研究領域研究員。三重大学生物資源学研究科博士後期課程修了。博士(学術)。2021年森林総合研究所入所。車両系の林業機械や原木輸送トラックの労働負担の研究、チェーンソーによる伐木技能に関する研究、森林作業の熱中症リスクに関する研究に従事。2022年森林利用学会研究奨励賞受賞。

巻頭●座談

伐木という最後の部分だけではなくて、そこにつながる植林の仕方もあるのではないかと考えています。

とを歓迎する姿勢というのは、これからの林業の現場にとって、非常に魅力になると私も思います。

飯塚●山男のガチャを回したり、MOKI NO MORI*を利用することで、山に親しみを覚えてもらえたら、それにこしたことはありません。東京チェーンソーズが、いろんな引き出しを仕掛けることで林業の面白さがより多くの人に伝わったらいなと思っています。

宗岡●「半端な気持ちで山に来るな」とか、「山なめるな」といつて排除する方向の雰囲気じゃなくて……、

飯塚●そうですね。もちろん、ある種の覚悟や安全への配慮ということは、第一義的に大事なことなのですが、だから「来るな」ではなくて、「誰でも来たらいいよ」であって欲しいと思うんです。一緒に働く仲間にしても、「山で働きたい」という思いに対して、なるべく安全な装備や魅力的な仕事、楽しく働きたい環境だったりを用意することも、会社のやるべきことだと思っています。

猪俣●最後に、林業現場での安全や森との関わり方について、一言ずつお願いします。

中田●私は、木の植え方とか植える本数とかも含めて安全な森を作る、伐木という最後の部分だけの安全ではなくて、そこにつながる植林の仕方から安全を考えることもできるのではないかと考えています。たとえば、密に植えずぎなことで伐木時の安全を確保するとか、事故が起きやすい急斜面の森林は天然更新させ、そうでない場所を施業林にしているなどです。空想的かもしれませんが、そう

したアイデアの中から現場で受け入れられるものを地道にひとつずつ実現させられたならと駆け出しの研究者としては思っています。

飯塚●森との関わりで言うと、美術館や図書館をフラッと訪れるように森に遊びに行くみたいな、散歩の選択肢のひとつとなるような森づくりに関わりたいなど。いま下の子が村内にある自然体験を基軸にした保育所に通っていて、夏は毎日のように川で遊んでいるのですが、自然と触れあうことの贅沢さを子育てをしながら噛みしめています。川のきれいな水も、豊かな自然も基本は森と山だと思うので、子どもに誇れる仕事でありたいと常に思っています。「林業って面白い！」ともしっかりとたくさんの人に知ってもらえたらいいんじゃないですか。

宗岡●私自身、育休を挟んで山との距離感が変わったので、飯塚さんが強調されている「いろんな距離感いろんな視点で山に興味を持っていいたいんだよ」という考えは、いまの自分の励みになりました。現場に出ることが少なくなっても、私なりのいまの距離感で路網や安全に関わる研究を続けたいですね。

猪俣●私は、技能と作業の難易度とのミスマッチを減らすような仕組みづくりをしたいと思っています。そのためには、各現場の作業の難易度はどの程度か、現場の技術者はどれくらいの技能を持っているのか、それらを定量化できればと考えています。

そろそろ日も暮れてきました。みなさん、山の上での座談ありがとうございました。



東京チェーンソーズの社有林にあるテラスにて。

重厚長大な樹木を伐倒し、丸太に加工し、そして運搬する。こうした林業の現場では、チェーンソーや刈払機など、鋭利で高速回転する機械を日常的に扱っています。他産業と比べて死傷事故の起きる割合が高い状況です。いかに労働災害を減らし、林業の現場の安全性を高めることができるのか？最新の研究データから考えます。

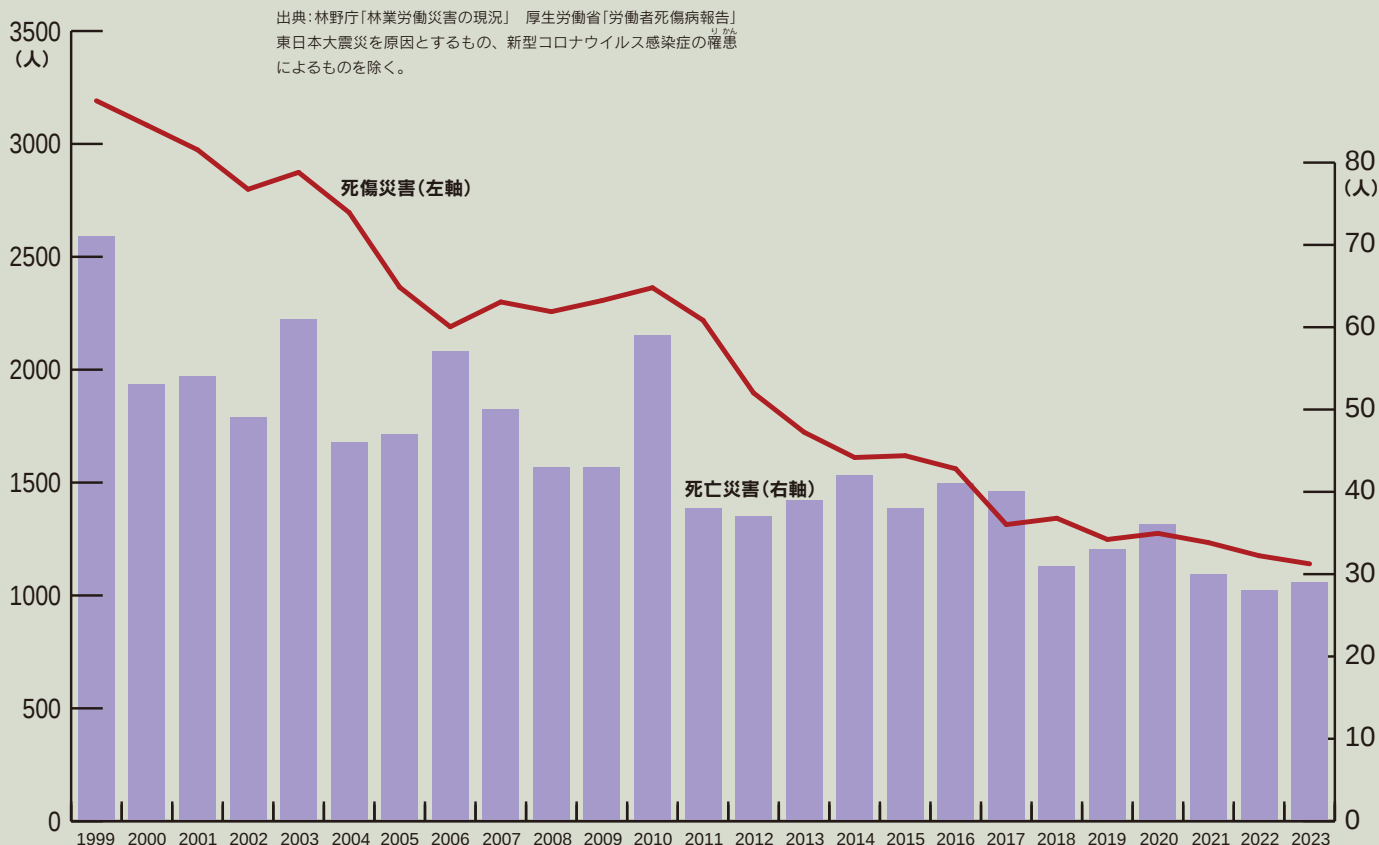
林業の安全を 科学する

監修：上村 巧（林業工学研究領域）
吉田 智佳史（林業工学研究領域）

林業の安全を科学する

死傷災害、死亡災害とも 20 年前に比べると減少傾向にあるものの、災害事故の根絶にまでは至っていない。

林業における労働災害発生の推移



2023 年の死傷者の年千人率をくらべると……

出典：林野庁「林業労働災害の現況」

全産業平均 2.4 人

林業 22.8 人

林業における労働災害の現状

日本はいま、原木価格が低迷していることもあり、多くの林業の現場で人手の確保や労働環境の改善に苦慮しています。林業の現場は山の中にあることから、足場の悪さといった林業ならではの課題や、チェーンソー、刈払機など高速で回転する刃物を扱わなくてはならないなど、その作業環境には厳しいものがあります。そして、立木を伐採する伐木作業、枝を落とし丸太に加工する造材作業、収穫された丸太を奥深い森林から斜面を林道まで運び出す集材作業において数百キロの重量物を扱う必要がある世界ですから、常に危険と隣り合わせにある仕事といえるでしょう。

そのため林業の現場では、労働災害の発生する率が、他産業にくらべて非常に高くなっています。たとえば、2023 年の 1 年間の労働者 1000 人あたりに発生した死傷者数の割合を示す「年千人率」をみると、全産業の中で最も高い 22.8 人となっています。これは、全産業の平均値のなんと 10 倍近くにもなります。

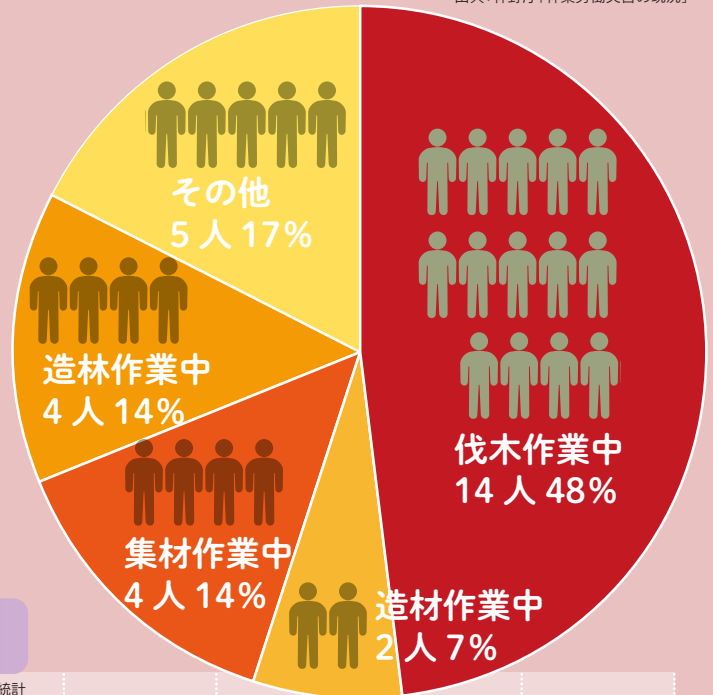
林業の労働災害の発生状況は、どのようなものでしょうか？

2023 年の作業種別にみた死亡災害発生の状況は、伐木作業と造材作業を

作業種別にみた死亡災害発生状況

2023年の全死亡者数 29人

出典：林野庁「林業労働災害の現況」

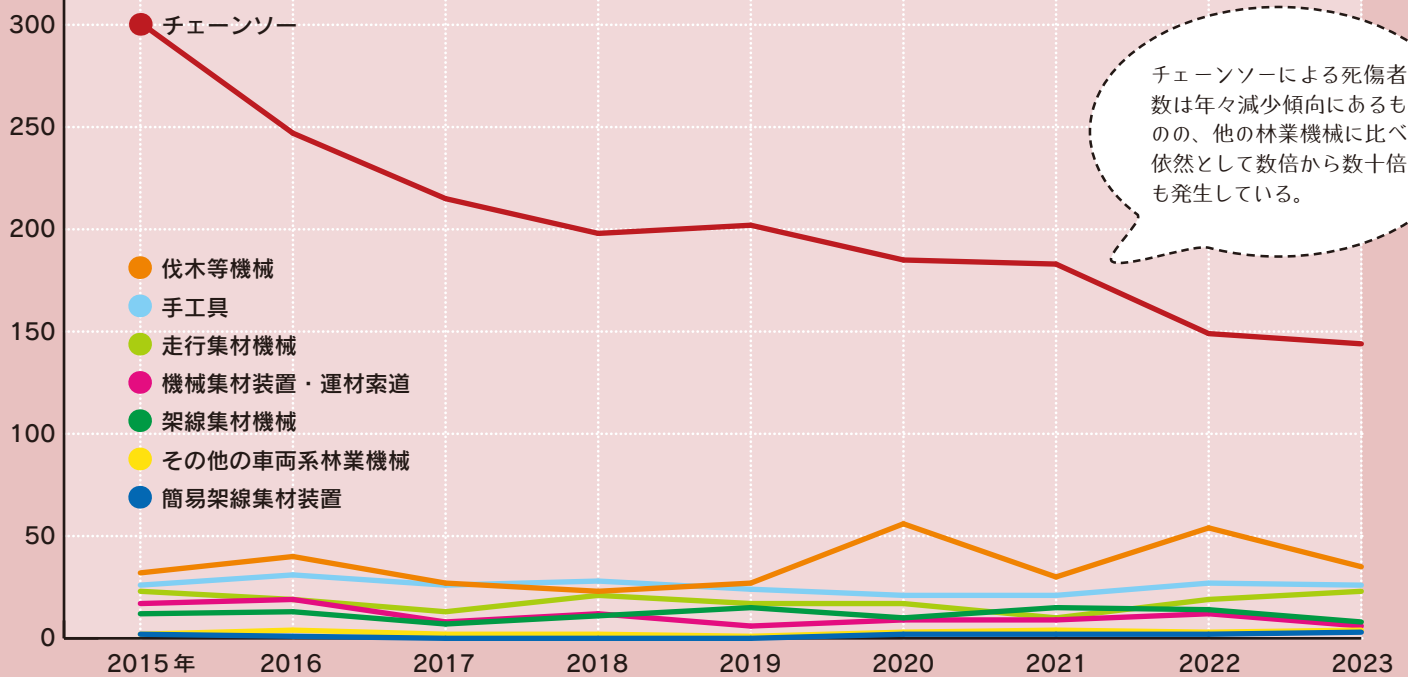


木を倒す伐木作業中の事故がおよそ半分以上を占めている。チェーンソーや刈払機など高速で刃が回転する手持ちの機械を使うこと、足場が悪いこと、重量物である木が相手であること、などが大きな要因だが、技能不足や禁止事項を守らないことなども事故を起こす原因となっている。

伐木作業、チェーンソーによる事故を減らすことが、大きな課題となっている

林業機械別による死傷者数の推移

出典：厚生労働省労働災害統計



伐木技術は、かつては、現場の経験に頼る部分が多かった分野ですが、いまでは科学的な研究データに基づく技術の確立と、効率のみならず安全性を第一とする現場意識の向上が重視されています。伐木は、受け口と追い口を正しくつくることによって、木の倒れる方向をコントロールすることが、いちばん大事な技術となります。木の状態と周囲の状況をみきわめて、倒す方向を決定し、正確に受け口と追い口をつくることで、熟練した技能者は数十センチの誤差で決めた方向に木を倒すことができます。

伐木技術の研究と技能向上

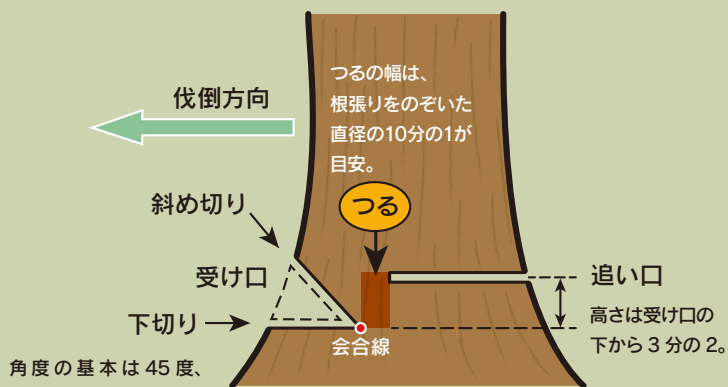
伐木技術は、かつては、現場の経験に頼る部分が多かった分野ですが、いまでは科学的な研究データに基づく技術の確立と、効率のみならず安全性を第一とする現場意識の向上が重視されています。伐木は、受け口と追い口を正しくつくることによって、木の倒れる方向をコントロールすることが、いちばん大事な技術となります。木の状態と周囲の状況をみきわめて、倒す方向を決定し、正確に受け口と追い口をつくることで、熟練した技能者は数十センチの誤差で決めた方向に木を倒すことができます。

わせた死者が約6割を占めています。どちらもチェーンソーをよく用いる作業です。また、厚生労働省の労働災害統計によると、ハーベスタといった大型の伐木等機械を操作中の事故に比べて、チェーンソーによる伐木時の事故が4倍も多く発生していることがわかります。

林業の現場における労働災害の発生は、安全装備の導入などの災害防止活動の取り組みや作業工程の機械化、技術向上の取り組みなどによって少なくなってきたはいまですが、いまだに事故をなくすまでには至っていません。

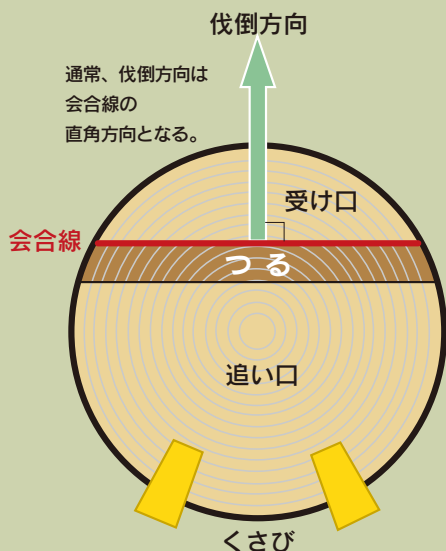
どうしたら、労働事故を減らすことができるのでしょうか？

チェーンソーによる伐木技術の基本



伐り方の基本

角度の基本は45度、
少なくとも30度以上。
深さは、根張りをのぞく
直径の4分の1以上。
会合線は水平に。



特集●

林業の安全を科学する

基本を守することで
事故を防ぐことができる



②受け口の下を水平に切る



①根張りをとりのぞく



③受け口の上を斜めに切る



④受け口の反対側に追い口を切る



受け口と追い口を正確に切ると、
写真のようにきれいに想定通りの方向に
伐倒することができる。

チェーンソーによる伐木時の事故

しかし、技能が未熟であったり、慣れから安易に伐ってしまうことで、思わぬ方向に木が倒れてしまうこともあります。森林総研は、伐木技術と安全性の向上に資するため、伐木時の木の内部にかかる力や倒れる方向に関する研究を進めています。その成果は作業講習会のテキストにも反映されています。

林業現場で最も多くを占める伐木作業中の事故の内容をみると、これまではチェーンソーで足を切ってしまうといった事故が多かったのですが、チェーンソー防護ズボン（チャップス）の着用が義務化され、安全への意識向上が図られたことなどもあって、そうした「切れ・こすれ」といった事故は少しずつ減ってきています。とはいえ、伐木時の事故が大きく減ったわけではありません。

伐木技術が確立され、安全な装備が義務づけられたとしても、伐木を行う作業者の技能や安全への意識が万全でなければ、事故を防ぐことにつながらないからです。

チェーンソーによる「切れ・こすれ」といった事故の割合が減ってきているのに対し、近年目立つようになってくるのが、伐り倒した木がぶつかることによる死傷事故です。

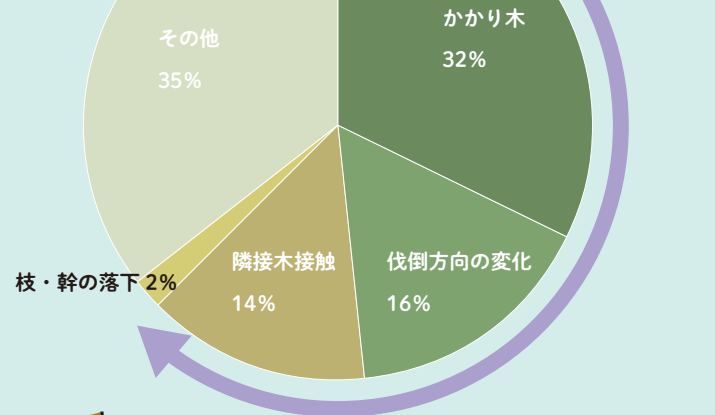
チェーンソーによる伐木時の事故原因を究明する

出典：『伐木のメカニズム』（上村巧 全国林業改良普及協会）

出典：『安全対策のかねめ 伐倒技能』 猪俣雄太 2023

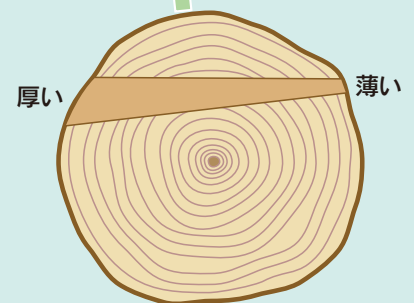
伐倒時の事故の原因は、
狙った方向に
倒せなかったことが大きい

木の内部の力をコンピュータ上でモデル解析してみたところ、切り過ぎ部分（①の赤丸）が木の傾きに伴いふさがると（②）、つるの後ろ側に大きな力がかかることがわかった（③）。すると、木があまり傾かない状態でつるが切れてしまい、木は制御を失って思わぬ方向に倒れ、事故につながる。

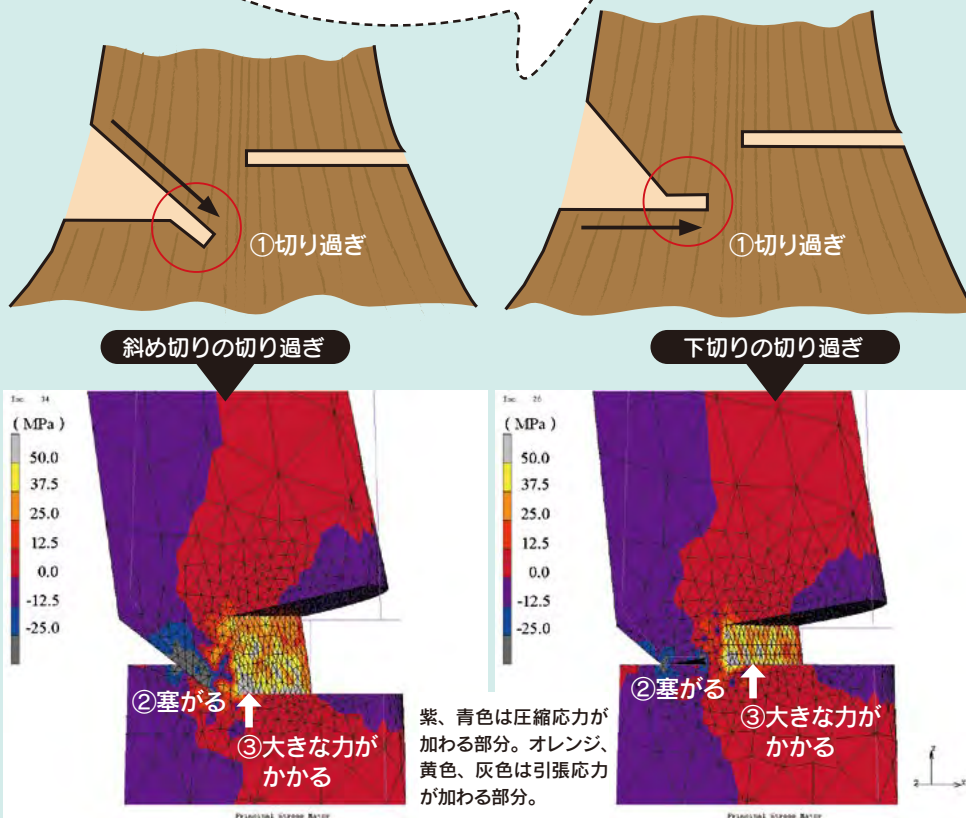


木の材質（強度）によって影響が異なるが、つる幅の不均一も伐倒方向が変わる一因となる。伐倒方向はつるの厚い側へずれる場合が多い。

つる幅の不均一



つる幅の不均一も
伐倒方向が変わる一因



たとえば、狙った方向に木を倒すことができなかったことで、かかり木になってしまったり、隣の木や石などにぶつかることで、思わぬ方向に木が倒れ、作業者に当たってしまうといった事故です。伐木についての正しい知識や技能が身についていないことから、安易な方法でかかり木処理を行ってしまい、事故が起きることもあります。

こうした事故も、伐木を行う作業者の経験と技能の向上や、基本となる安全対策を厳密に守ることで未然に防ぐことができる事故といえます。

何が起こるか、予測が難しい自然を相手としているからこそ、作業にあたっては慢心することなく、常に謙虚に確実に取り組むことが求められます。

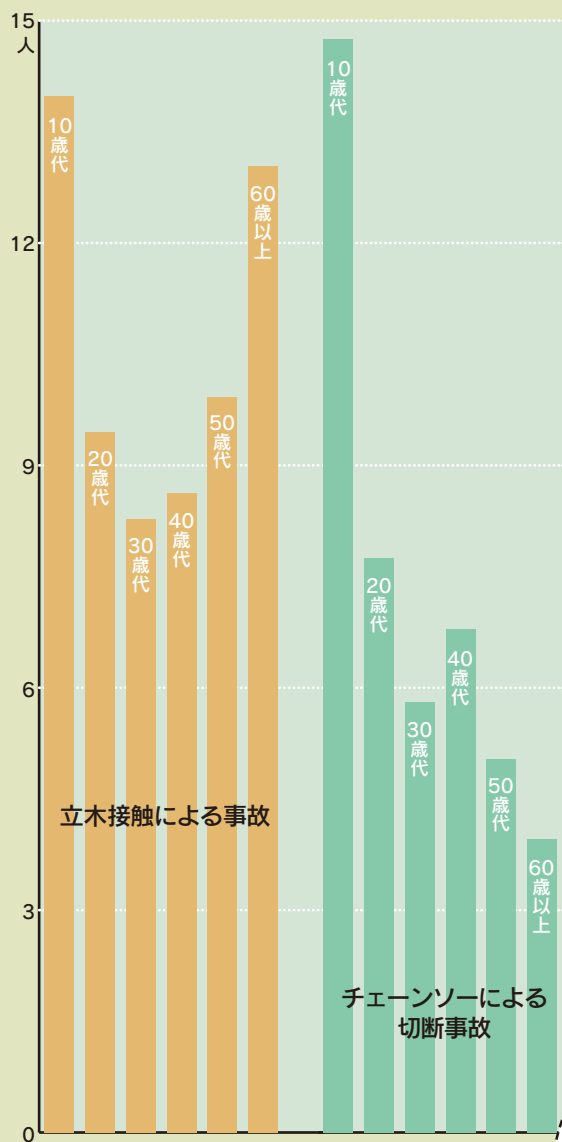
日本の風土に合った林業機械の開発

ハーベスタなど大型機械を用いれば、チェーンソーと比べて伐木時の事故発生を減らせる可能性があります。

とはいえ、急傾斜地においては大型機械が現場に入ることができず、伐木を行うことができません。そのため、チェーンソーに頼らざるを得ないといった日本の林業の特徴があり、チェーンソーによる事故がなくなるという一つの要因ともなっています。

海外の広大な森林用に開発された大型

チェーンソーによる伐木時の事故原因を究明する



林業労働者 1000 人当たりの傷害災害発生人数

出典：『年齢別の林業労働災害発生率の特徴』猪俣ら 2022)

込み入った森林や予定外の方向に木が倒れると、このように隣の木にひっかかってしまう「かかり木」という危険な状態になってしまう。

かかり木をはずす作業は、注意深く安全を確保しながら行う必要があるが、突然かかっていた枝がはずれて倒れてきたり、思わぬ方向に転がったりするため、とても危険な作業となる。

年齢別の災害発生人数をみると、チェーンソーによる切断事故は、年齢を重ねるにつれ減っていることから、技能の習得と経験の積み重ねによって事故が防げることがわかる。それに対して、立木接触による事故は、経験の浅い若い世代と、50歳代以上にふえることから、技能や経験だけでは防げないことがわかる。慣れをなくし、年齢ごとの作業分担を行うなどの検討も必要だろう。

特集

林業の安全を科学する

研究の今後への展望

林業機械ではなく、斜面での作業や小回りが必要な日本の風土に適った林業機械の開発も求められています。

かつては、「きつい」「きたない」「きけん」の3K産業と呼ばれ続けてきた林業ですが、いまでは、IT化と林業機械の導入といった最先端テクノロジーの進歩により、そのイメージも大きく変わっています。たとえば、ドローンを利用した調査や資材の運搬、小型の電動機械を開発し、誘導アプリを使って植林を行うなど(▼P. 14 研究の森参照)、さまざまな先端技術が林業分野にも導入され、実用化されています。

人材不足を解消するために、多様な人材を受け入れる就労環境づくりも少しずつ進みつつあります(▼P. 16 研究の森参照)。林業における就労環境の安定は、作業の安全にもつながります。

林業の安全にどのように資することができるのか？ 森林総研は、これからもさまざまな研究を通して、林業の現場の安全性の向上に役立たせていきたいと考えています。

小型の電動機材と 誘導アプリの開発で 造林作業を省力化する

再造林推進のための機械とアプリの開発

近年、木材生産の現場では収穫期を迎えた人工林を伐採する主伐が増えていきます。しかし、主伐をした後の山に再造林を行う率は3〜4割程度にとどまっています。というのも、木材価格の低迷によって林家の収益が上がらないのに対し、再造林を行うための経費は高く、新しく苗木を植える費用を賄えきれないからです。

さらに、造林作業は急傾斜地に苗木を運搬して植栽するといったきつい人力作業であることから、作業員の高齢化と相まって造林の担い手が不足していることも大きな要因となっています。

豊かな森林資源を持続的に利用していくためには、造林作業の省力化および効率化を図り、再造林を推進していく必要があります。これらの課題を解決するために、私たちは作業員の造林作業を支援する機械の開発と、機械作業を効果的にサポートするアプリの開発・実証を進めています。

手押し式小型機械の有効性

日本の造林地の多くは、伐根や転石などの障害物が多く残る傾斜不整地【写真1】にあります。そのため、従来のホイール式やクローラ式といった大型車両が進入できず、造林作業を人力に頼らざるを得ない大きな要因となっています。一方、造林作

業には、伐採搬出用機械のような大出力の大型機械は必要なく、むしろ苗木の間を移動できる小型の機械が有利です。

そこで、造林地を自由に移動できる手押し型の電動クローラ型1輪車を開発しました【写真2】。1輪車は、小回りや段差乗り越え性能に優れ、クローラ式の走行部は急傾斜でもスリップせずに力強く登っていきます。

開発当初からの一番の課題は、傾斜不整地でも車体を自立して停車できるアウトリガ（接地して車体を固定する脚）の開発でした。車体を支えるアウトリガの高さと強度を確保することに非常に苦労しましたが、傾斜不整地でも荷物の積み下ろしができる専用の電動アウトリガの開発に成功し、装備することができました。

また、これまでは小型の機械でもエンジン式が主流でしたが、電動式とすることで騒音や振動が低減し、林業の脱炭素化の潮流にもマッチしています。

苗木運搬で労働負担の軽減を検証

この電動クローラ型1輪車を造林作業の現場に導入し、苗木運搬に活用してその効果を検証しました。その結果、30度の急傾斜面においても60kgの苗木を楽々と運び上げ、人力作業と比較して、同じ作業時間で2.5倍の量の苗木を運搬することができました。この時の作業員の心拍数が



写真3 コンテナ苗植栽用の穴をあける電動オーガ

電動クローラ型1輪車に搭載することで、荷台に積んだ苗木を選びながら植えていくことができる。



写真2 開発した電動クローラ型1輪車

35度以上の傾斜地でも60kgの荷物を運搬できる。また、電動アウトリガにより傾斜不整地で自立し、荷物の積み下ろしができる。



写真1 主伐後の造林地

伐根や岩などの障害物が数多く残る急傾斜不整地では、大型機械の進入が困難なことから機械化が遅れている。（愛知県から提供）

研究者の横顔

Q1. なぜ研究者に？

工学部志望でしたが、山の魅力を知り、林学の道に進みました。(山口)

他分野でしたが、林業に興味がありました。(佐々木)

Q2. 影響を受けた人など

大学の先生や職場の先輩方です。また、メーカーや林業関係者など本気度の高い熱い方々から刺激を受けています。(山口)

大学の先生や先輩方など様々な人から影響を受けました。(佐々木)

Q3. いまホットなマイテーマは？

昔からの興味ではありますが、やはり林地を自由に移動できる機械の開発です。大きい重い機械は林地に入れない、小さい軽量の機械は凹凸や段差等を克服できない。この課題を解決したいですね。(山口)

最新の技術を利用した造林作業の機械化、省力化です。(佐々木)

Q4. 若い人へ

他分野の研究者とも積極的に交流することで研究の幅も広がると思います。自分の反省も含めて。(山口)

林業の現場で作業をよく見る、また実際にやってみることで、アイデアが生まれることもあります。(佐々木)



山口 浩和

Yamaguchi Hirokazu

林業工学研究領域



佐々木 達也

Sasaki Tatsuya

北海道支所

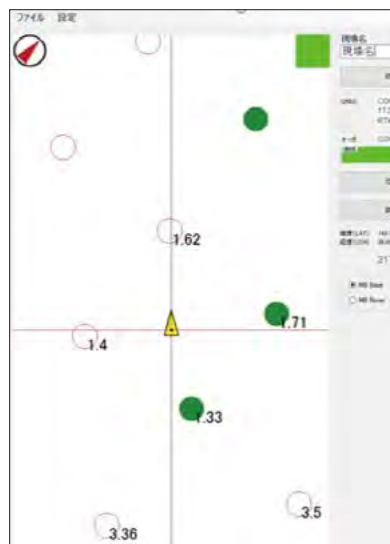


写真4 車両を誘導するアプリの開発

1輪車を用いた1人作業では、苗間計測が行えないため、GNSS(衛星測位システム)を用いて植栽ポイントまで車両を誘導するアプリを開発した。緑丸は植栽済みポイント、白丸は植栽予定ポイント、数値は距離(m)を表す。植栽された苗木位置は緯度・経度の座標値として記録される。

異分野の技術とのコラボレーション

もとにした主観的評価では、作業中に「きつい」と感じる時間が大幅に減少していることがわかり、労働負担軽減の効果が認められました(図1)。

この機材は、茨城県森林組合連合会および林業とは異分野の電動機械メーカーであるエルヴェラボ合同会社と共同で開発しました(写真5)。これまでなかなか機械化が進まなかった造林作業ですが、たとえ小さな機械でも、機械力を使うことで、

作業能率の向上と労働負担の低減に寄与できることが検証できました。電動クローラ型1輪車には、電動オーガ(写真3)を取り付けて、コンテナ苗の植え穴を開けることもできます。開発した車両誘導アプリ(写真4)を併せて活用することで、従来行われていた前後左右の苗木間隔を計測して植栽位置を決める工程が不要となり、作業の省力化・効率化が図られることが期待されます。今後は、アプリで記録した苗木の位置データを活用して、いかに下刈り作業の省力化につなげるかが課題です。



写真5 森林・林業・環境機械展示会において機械出展

森林総合研究所、茨城県森林組合連合会、エルヴェラボ合同会社と3者で、研究開発を進めている。

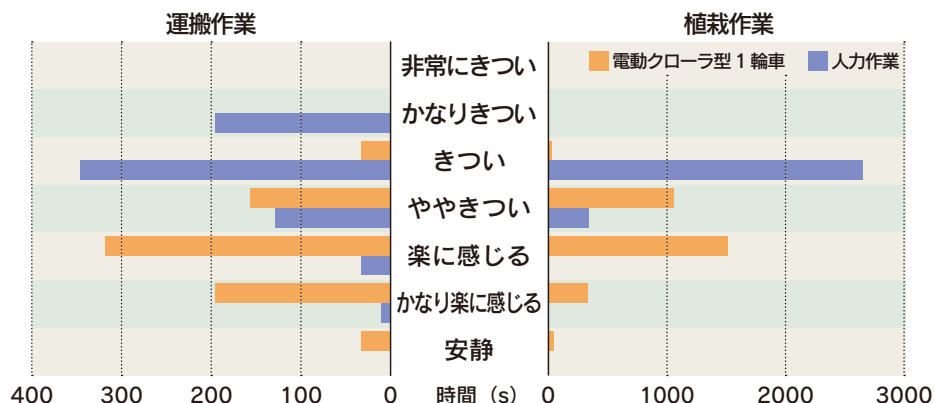


図1 主観的評価値に基づく作業時間

苗木の運搬作業および植栽作業について、「安静」から「非常にきつい」までの7段階の自覚度に該当する作業時間を示している。人力作業と比較して電動クローラ型1輪車を使用した場合、作業中に楽と感じる時間が多く、作業負担が軽減されていることがわかる。

林業で働く人の 多様化に向けた動きと 就労環境づくり

国の基本方針と都道府県の対応

日本の総人口が減少期に入ってしまったことが経ちます。林業に従事する人はそれよりもかなり早く減少してきましたが、近年は4万人台で推移しており、急速に減

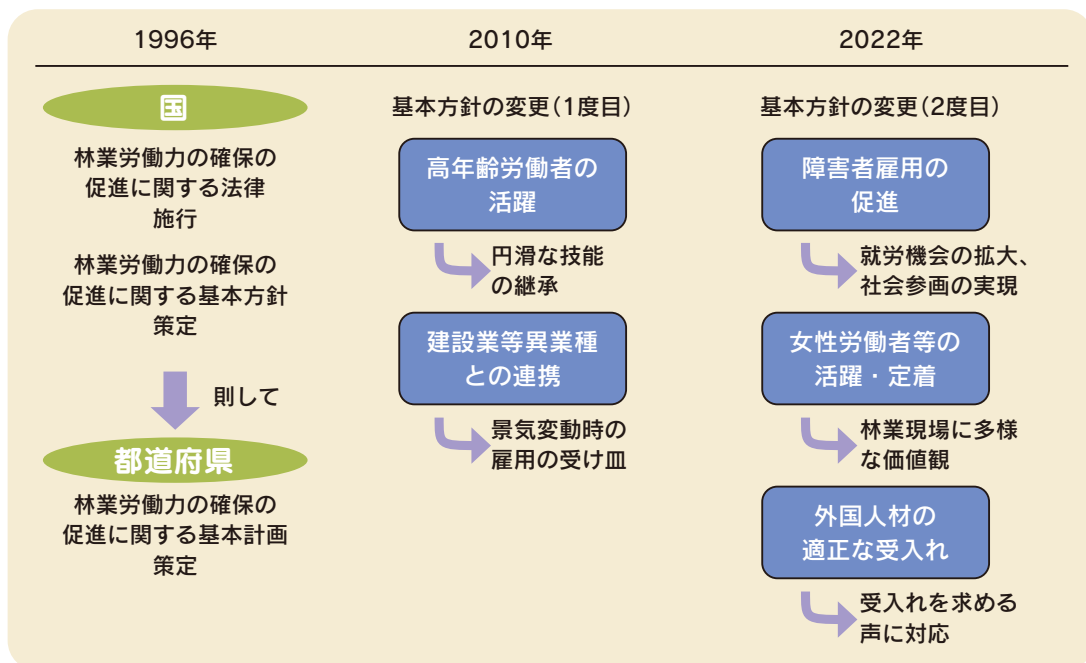


図1 「林業労働力の確保の促進に関する基本方針」の変更と新たな対象追加の動き

少していた頃と比べると減少ペースは鈍化しています。

これは林業従事者の確保に1990年代から長く取り組んできた成果と捉えることができます。1996年に「林業労働力の確保の促進に関する法律」が施行され、同時に「林業労働力の確保の促進に関する基本方針」が策定されました。その後、同方針は2010年に1度目、2022年に2度目の変更が行われました。この過程において、高齢者、建設業者、女性、障害者、外国人材といった多様な属性を持つ人々たちをさまざまな観点から林業労働力として取り入れようとしてきました(図1)。

都道府県では国の基本

方針に則して、「林業労働力の確保の促進に関する基本計画」を定めています。各

都道府県の基本計画における多様な担い手に関わる記述を調べて整理したところ、必ずしもすべてを記述しているわけでは

なく、状況に応じて選択されていることがわかりました(図2)。

外国人材受け入れの動向

ここからは、上記のうち外国人材受入れの動向について解説することにします。というのも、林業では外国人材をこれまで多く受入れていませんでしたが、昨年(2023年)度から技能実習制度と特定技能制度を活用して外国人材を受け入れるための体制整備が進められており、近いうちに大きな変化が見込まれ、注目する必要があると考えられます。

林業における外国人材の受入れに関して、当面は技能実習制度(将来的には育成就労制度)および特定技能制度を軸として進むと考えられます(写真1)。現状においては制度面での制約(期限1年間以内)が強いため、林業における外国人材受入れのニーズは限定的です。しかし、将来的には概ね3年以上就労できるようになることが見込まれるため、林業の多くの現場、とりわけ人材不足が懸念される育林の現場で受入れのニーズが高まること予想されます。

技術や安全指導の仕組み作りへ向けて

林業の現場で働く外国人技能実習生に話を聞いたところ、技能修得やコミュニケーションに関して特段の問題は感じて

研究者の横顔

Q1. なぜ研究者に？

恥ずかしいことにこれといった決め手を挙げることが難しいです。

Q2. 影響を受けた人や本は？

ジェレミー・リフキン著『エントロピーの法則』を高校の図書館で借りて読み、自然資源に初めて関心を持ちました。自称理系であった高校生に理学でも工学でもない進路を示してくれた本です。

Q3. 研究の醍醐味は？

研究に限らないと思いますが、知らないことを知るということに楽しんでいます。

Q4. 若い人へ

今までにない経験をして見聞を広めて、それを面白おかしく周囲に伝えて、最終的にはそれによって自分と社会を前に動かすことができるといいね、と我が子に言うのですが、かなり薄い反応しかありません。



田中 亘 Tanaka Wataru

林業経営・政策研究領域

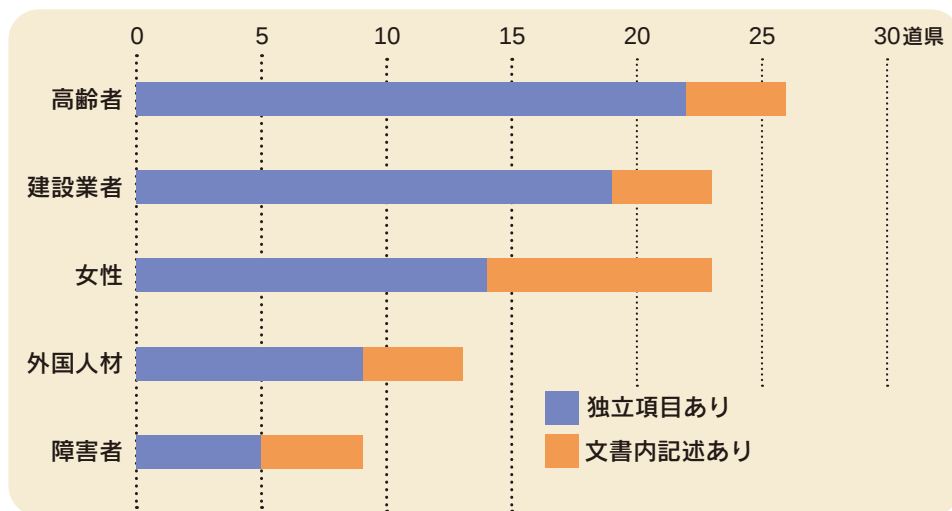


図2 基本計画における多様な担い手の記述

各道県は、強調したい対象については独立して項目を立てる一方、そうでない対象については文書内での記述のみにとどめていると推測される。

注：林務担当部署等ウェブページにおいて基本計画が確認できた35道県を対象としている（2023年10月時点）



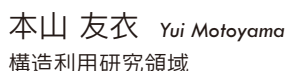
写真1 外国人技能実習生(左)に技術指導する様子(愛媛県の事例)
今後、こういった場面が全国的に増えていくことが予想される。

いないこと、日本の賃金と生活には一定の魅力があるものの円安傾向が気かりであること、などがうかがえました。また、日本人側も一緒に働く上で、言葉も含めて解決の難しい問題があるとは認識されていませんでした。

今後、外国人材に対する技術や安全の指導を安定的に行う仕組みを作ること、それらの達成状況を確実に把握し評価することが重要となります。また、外国人材が安定して林業に就労できる環境を整えるための仕組みを作ることが求められます。ここでは、林業分野に詳しい監理団体(技能実習制度)や登録支援機関(特定技能制度)の関与が重要と考えられます。今後の就労環境の整備に注目しています。

現状	● 外国人就労者は、およそ 200 人 ● 技能実習制度では期限 1 年間
受入れの展望	● 技能実習制度および特定技能制度での受入れに向けて準備段階 ● より長期的な就労が可能となる
期待される成果	● 人材不足が懸念される育林現場での受入れ
検討すべき課題	● 技術や安全指導を安定的に行う仕組み作り ● 林業分野に詳しい監理団体(技能実習制度)や登録支援機関(特定技能制度)の関与

図3 林業における外国人材受入れの現状と今後

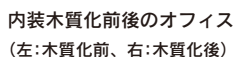


自然

空気 温度 湿度 気 感 さ も の 気持 木 木々 木立 木陰 木漏れ日 木立の音 木立の香り 木立の風 木立の光 木立の影 木立の葉 木立の枝 木立の幹 木立の根 木立の芽 木立の果 木立の花 木立の葉っぱ 木立の枝っ子 木立の幹っ子 木立の根っ子 木立の芽っ子 木立の果っ子 木立の花っ子

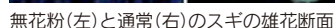
と回答されました。建築空間の木質化は好意的に受け入れられる可能性が高いと考えられますが、個々人の環境態度（人との環境の関係性についての一般的な信念）が木質空間の評価に影響する可能性も示唆されました。木材のもつ物理的な特性や生理応答等も含め、さまざまな視点から快適性を考えることが求められます。

(2024年7月11日開催講座より)



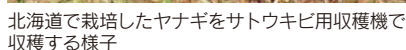
1月17日(金曜日)
「無花粉スギの苗を
大量に増やすには？」

花粉症対策のため花粉を出さないスギに植え替えるには、大量の無花粉スギ苗が必要です。遺伝的に花粉ができない苗木を細胞培養で増殖する方法を解説します。



2月13日(木曜日)
「ヤナギを育てて
カーボンニュートラルを目指す」

2050年のカーボンニュートラルの実現に向けて、耕作放棄地に早生樹のヤナギを植栽し、3年周期で繰り返し木質バイオマスを生産する取組について紹介します。



会場●多摩森林科学園 森の科学館
時間●13時15分～15時

お申込み受付は各講座開催日の前月の1日から。受付は先着順で、講座開催日の1週間前が締切となります。ご希望の講座名・郵便番号・住所・氏名・電話番号・参加希望者数をご記入の上、往復はがき、または電子メールでお申込みください。お申込み1通に対し、1講座3名までの受付とさせていただきます。最新情報はホームページをご確認ください。

◆お問い合わせ

193-0843

東京都八王子市甘里町1833-81

多摩森林科学園

電話:042-661-1121



▲森林講座申込み

公開講演会を録画配信

「生物機能を活用した木材の利用—酵素および微生物機能を活用した木材の新しい利用技術—」をテーマに都内で2024年10月2日開催した2024年森林総合研究所公開講演会の模様をYouTube「森林総研チャンネル」で配信しています。



QRコードでリンクを
読み取ってご覧ください。



「生物機能を活用した木材の利用」をテーマに都内で2024年10月2日開かれた森林総合研究所公開講演会

また、森林総研サイト内に特設ページを設けて、講演会参加者から頂いたご質問と回答も紹介しています。

公開講演会では、木質バイオマス利用研究担当のディレクターと森林資源化学研究領域の研究員4人による講演やパネル討論をはじめ、ポスター発表が行われました。

サイエンスカフェのお知らせ

本号巻頭の座談に出演した林業工学研究領域の猪俣雄太主任研究員

が2025年1月8日（水）夜7時から、茨城県つくば市のつくばセンタービル1階「Ozone」で開かれるサイエンスカフェに参加し、「木を安全に倒すには—倒伏していく木の内部を知る—」（仮）と題して講演します。サイエンスカフェは一般の方が研究者と語り合つて科学に触れてもらう企画で、申込み・参加費とも不要。問合せ先は主催者の茨城県科学技術振興財団（江崎玲於奈理事長）で、電話029-863-6868。

シンポジウム開催のお知らせ

国立研究開発法人森林研究・整備機構の森林保険センターと森林総合研究所は2025年1月24日（金）午後2時から、神奈川県川崎市幸区堀川町の川崎市産業振興会館1Fホールで、シンポジウムを開きます。

「強風、大雪、干ばつ、山火事と森林被害—リスク評価の新展開—」をテーマに、干害の発生メカニズムの解明とリスク評価を中心に、問伐に伴う風害リスク、効率的な被害調査方法など気象害に関する様々な研究成果を紹介します。

森林は、長い生育期間中に強風や大雪、干ばつ、山火事などの様々な災害の危険に遭遇します。森林保険センターと森林総合研究所は、林業経営の安定や被災地の早期復旧による森林の多面的機能の発揮に役立てるため、気象害の発生プロセスの解明やリスク評価に連携して取り組んでいます。

シンポジウムへの参加申込みはQ

Rコードからアクセスできるフォーラムでお申し込みください。申込み締切りは2025年1月17日ですが、定員150人に達し次第、締め切ります。



QRコードから
アクセスください。

森林総合研究所プレスリリース

四国の森の新たな外来鳥・サンジャク—西部に広く定着、東部にも多くの生息適地—

森林総合研究所、高知大学、日本野鳥の会高知支部の研究グループは、四国西部で拡大する新たな外来鳥類・サンジャクの分布を調査し、主に森林率が中程度の低地に分布すること、生息適地は四国東部にも多く存在することを明らかにしました。

四国では近年、外来種・サンジャクの拡大が確認され、それに伴う生態系への影響が懸念されています。本研究では、サンジャクの効率的な



サンジャクの鳴き声の再生に反応して鳴きながら接近してきたサンジャク

調査方法とその分布を決める要因を調べました。その結果、サンジャクは初夏の朝に特定の鳴き声を拡声器で再生するとその応答により見つけやすくなること、森林率が中程度の低地に主に分布し、四国西部に広く定着していることがわかりました。さらに、生息適地は現在サンジャクが定着していない四国東部にも広く分布すると推定されました。また、サンジャクの生息によって在来鳥類4種の生息確率が顕著に低下しているという傾向は現段階ではみられないことも示唆されました。

サンジャクが高密度化する前に、さらなる在来種への影響評価と分布拡大の阻止に向けた効率的な捕獲方法とモニタリング体制の確立が求められます。

本研究成果は2024年7月17日、Research Squareでプレプリントとして公開されました。

次号予告

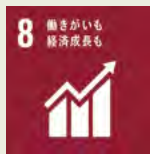
2025年3月発行予定の次号68号では「暮らしの中の木の魅力再発見—仮」と題し、強度や耐久性など物理的な特徴を超えて、暮らしの中で好んで選ばれてきた木の魅力に迫ります。巻頭の鼎談では、料理研究家の土井善晴さんをお招きし、木の魅力などについて、複合材料研究領域の松原恵理主任研究員、構造利用研究領域の本山友衣主任研究員と語り合つて頂きました。お楽しみに。



P.16, 18



P.3, 8



P.3, 8, 14, 16



P.3, 8, 14



P.18



P.20



P.20



P.20

◀持続可能な開発目標 (SDGs)

森林総合研究所は、森林・林業・木材産業等の幅広い研究を通して、国連の持続可能な開発目標 (SDGs) の達成に積極的に貢献しています。



プレスリリース等の最新情報はこちらから→

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/index-r.html>

お問い合わせ

森林総合研究所
企画部 広報普及科 広報係
TEL 029-829-8372
Email kouho@ffpri.affrc.go.jp



ドイツの「自然に近い森林業」



風倒木被害(2000年)の跡地、
バーデン・ヴュルテンベルク州
2002年7月撮影

文と写真●堀 靖人 Hori Yasuto

森林研究・整備機構フェロー
東北農林専門職大学森林業経営学科教授

林 学の発祥地であるドイツでは針葉樹を植えて収穫する林業がいち早くから行われ、この針葉樹林業は近代においてドイツ林学とともに世界中へと広まりました。ところが、いま世界各地でこれらの近代林業の見直しが進んできています。

ド イツの森林を数十年前から振り返ると、災難続きでした。戦争による森林の荒廃、酸性雨による被害(1980年代)、頻発する風倒木被害(1990年代)、乾燥害とキクイムシ被害の拡大などです。さらに今後も温暖化による森林へのストレスの高まりが危惧されています。

こ うした時代にあつて、長期にわたる森林づくりを考えるためにみつけた答えの1つが「自然に近い森林業」です。その源流は林学者アルフレッド・メーラーの「恒続林」に行きつきます。恒続林とは、森林を多様な生物からなる有機体と見なし、自然の道理に合わせた森林への働きかけを行いながら木材生産をめざす林業のやり方です。

自 然に近い森林業は、酸性雨が社会問題となり、風倒木被害が多発した時代に注目され始めました。針葉樹による単純な林からかつてのドイツの森林の姿であった混交林へと回帰することをめざしたのです。天然更新や皆伐回避、化学物質の不使用といった対策をとることで、より多様性の高い、さまざまな生き物にすみかを提供できるようになりました。こうしたエコロジックとエコノミーとの折り合いをつける森づくりの考えは、未来へ向けて持続的な社会をつくるための指針ともなるでしょう。♥



多様性を高めるために森林内に
意図的に残された枯死木、
バイエルン州
2022年10月撮影



天然更新のためのブナの稚樹、
バーデン・ヴュルテンベルク州
2012年3月撮影