

四国の森を知る

No.43 Aug 2024

歩行型ロボットへの期待

産学官民連携推進調整監 毛綱 昌弘

本年4月より、四国支所にて産学官民連携推進調整監として勤務しております。どうぞ、よろしくお願いいたします。

私が森林総合研究所に勤め始めたのは平成元年であり、高性能林業機械と呼ばれる林業専用機械の導入・普及が盛んになり始めたころでした。それから、35年の月日が経ち、高性能林業機械の導入台数は12,000台以上と、世界有数の普及台数に達しています。その間、私はつくばで林業機械の自動化、省エネ化などの研究開発に携わってきました。高性能林業機械が普及することによって、生産性や労働安全性の向上は図られましたが、普及した機械の種類や台数を鑑みると、造材作業の機械化が進んだこと、集材作業は積載型集材車両を用いた作業が主流であることが分かります。さらに、積載型集材車両を林内へ導入するために、森林作業道を作設する掘削機能と伐根等を掘める機能を組み合わせた作業機を有する油圧ショベルが多数導入されています。その一方で、造林作業の機械化はほとんど進展していません。

四国は国内でも急峻な地形、多雨地域として知られており、昔から集材機を用いた架線集材作業が行われてきました。戦後の拡大造林により植林された人工林が伐出適齢期を迎え、全国各地で皆伐作業が行われるようになりましたが、その後の再造林作業が進んでいません。再造林経費を賄えない材価、獣害、労働力不足、山村地域の過疎化など、様々な理由があると思いますが、機械化が進んでいないことも原因の一つと考えられます。一貫作業システムの導入により、地拵え作業、苗木の運搬等、伐出機械を利用することで効率化が図られていますが、導入可能な地域は限られています。また、下刈り等の保育作業には対応できていません。植栽木の周辺にまで近寄らないと作業ができない再造林作業では、急傾斜不整地、軟弱地、根株、転石等の障害物が散在する林地を移動するだけでも重労働

であり、作業員の労働負担を低減するには、森林内の移動手段を確保する必要があります。

四国支所に異動する前に、森林内への電動ロボットの導入試験を行う機会を得ました。森林内を、車輪や履帯で移動するには限界があり、獣のように脚で移動するほうが適しているのではないかという発想です。この考えは決して新しいものではなく、数十年前から歩行型林業機械の開発という研究は国内外において行われてきました。

今回試行したロボットは4脚式であり、動力源はバッテリーの電動式です。小型のロボットであり、伐採等の重作業は不可能ですが、再造林等の作業であれば大出力は必要としません。また、作業とはいわなくても、森林計測、防鹿柵等の見回り、苗木や柵の運搬等、作業員の代わりにできることはいくらかでもあります。

森林内においてロボットを動かして、その運動性能に驚かされることが多かったのですが、歩行型ロボットのメリットとして、地表面を連続的に傷めないため、ガリ（水による侵食痕）の発生を抑制できること、前後進だけでなく、斜めにも横にも移動できるので、旋回によるわだちを発生させないことが分かりました。

いますぐに林業作業に導入できるような対候性等を有しているわけではなく、非常に高価で、短時間しか稼働できないロボットですが、このようなロボットが四国の急斜地を自在に動いて再造林作業を人手に代わって行ってくれるような時代が来ることを願うばかりです。

目次

- 歩行型ロボットへの期待
- 伐採面積をどのように推定するのか
- 森の豆知識シリーズ(13)
- 樹木の性格は葉にでる？
- お知らせ

1
2
4



伐採面積をどのように推定するのか

流域森林保全研究グループ 研究員 志水 克人

日本では森林資源が成熟するのに伴い伐採による素材生産量が増加しています。同時に伐採（主伐）面積も増加していると推測されます。しかし、全ての伐採箇所が正確に把握されているわけではありません。では、伐採面積をどのように推定すればよいのでしょうか？また、各都道府県の伐採面積はどの程度あり、日本全体ではどのような傾向なのでしょう？ここでは都道府県ごとの伐採面積の推定手法を紹介します。

伐採面積とはなにか

伐採面積を把握するためにはまず伐採面積の定義を確認する必要があります。「伐採」は立木を伐ることを指します。森林経営において、伐採は伐期に達した森林を最終的に収穫する「主伐」と保育上の作業である「間伐・除伐」などに分けられます。さらに主伐の種類として、森林内の立木を一度に伐採する「皆伐」と徐々に伐採していく「択伐」や「漸伐」などがあります。日本においては皆伐が主流なので、主伐の多くは皆伐です。

上記に従うと「伐採面積」には全てのタイプの伐採を含みそうですが、そうではありません。面積として計上するにはある程度の広がりが必要であるため、間伐・除伐などによって単木的に立木が伐採された面積は通常、伐採面積に含まれません。よって、伐採面積というときは、主に主伐の面積を指すことになります。同様に「主伐面積」は伐採面積とほぼ同じ意味で使われますが、主伐を明示的に指定しています。衛星画像等から推定する場合、どのような伐採が行われているかは判

別できないことも多々あるため、伐採面積とすることもあります。つまり、伐採面積は基本的には主伐（特に皆伐）が行われた面積を指しますが、どのようなものが含まれるかはその都度注意が必要となります。

伐採面積の推定手法

伐採面積を推定する手法はいくつかあります。1つは統計資料を利用する手法です。林野庁が刊行している森林・林業統計要覧では日本全体の立木伐採面積（ここでは主伐面積を指します）が示されています。しかし、都道府県別の値は示されていないため、他の統計資料等を利用して各都道府県の値を推定する必要があります。この推定値が過大にも過少にも評価されたものではないとみなせるかどうかは統計資料の信頼性に依存するため、より確からしい推定値を得るためには、もとなる値の妥当性を確認しなければなりません。

その他の手法として標本調査を利用するものがあります。この手法では日本全体もしくは各都道府県を母集団として標本を抽出し伐採面積を推定します。計算方法は確立されていますが、都道府県ごとの伐採面積をある程度の確からしさを求めようとすると相当な大きさの標本が必要となり、現実的な労力を超えることも多くあります。そこで、衛星画像等を補助情報として利用して、必要な標本の大きさを小さくする手法があります（志水 2023）。それでも推定誤差を伐採面積の±10%以内にしようとする、場合にもよりますが日本全体では数百万点近い大きさの標本が必要となり、



どの手法がよいというコンセンサスは現在のところありません。それぞれの手法でかかる労力と費用、および得られる信頼性が異なるため、目的に応じて現実的な手法を選択すべきと考えられます。

引用文献

志水克人 (2023) 衛星データを用いた森林変化
マップにおける面積推定と精度評価の手法. 日林
誌 105: 166-182.



森の豆知識シリーズ (13)

樹木の性格は葉にでる？

森林生態系変動研究グループ 米田 令仁

植物はそれぞれ違うかたちをしていますが、それらには様々な環境で生きていくための工夫があるとされています。例えば、葉を透かすと網目状になっている葉もあれば、まったく網目がみられない葉があります。網目がある葉を「異圧葉（いあつよう）」、網目がない葉を「等圧葉（とうあつよう）」と言います（写真1、2）。この網目は維管束鞘延長部（いかんそくしょうえんちょうぶ）と呼ばれ、葉緑体がない組織で、光を吸収せず光を通すため、葉の中まで光が届くようになっています。維管束鞘延長部がある異圧葉はたくさんの部屋に分けています（写真1）。異圧葉では維管束鞘延長部で囲まれた部屋ごとに気孔を開閉させ、「気孔が開いている部屋」と「気孔が閉じている部屋」に分けることができることがわかっています。葉で光合成をする際に気孔を開きますが、その際に葉の中にある水分が出てしまうとされています。異圧葉では1枚の葉を細かくたくさんの部屋に分けて気孔の開閉を調整することで葉の中の水分の放出を抑えながら光合成をすることができると言われています。そのため、樹高

が高い樹種や乾燥地でも生育できる樹種は異圧葉が多いとされています。

このように、葉をみるとその樹種が高木になるのかなど、どういう木なのかおよそ見分けることができます。身近にある樹木の葉を手にとって眺めてみましょう。その木がどんな性質をもった樹種なのかわかるかもしれません。

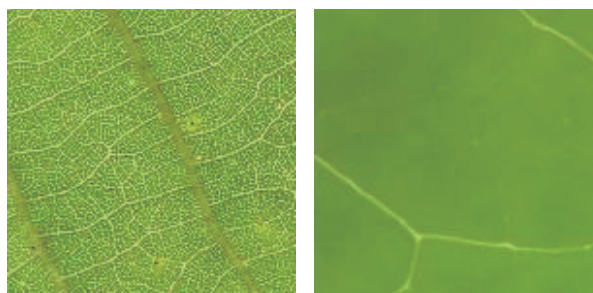


写真1 (左), 異圧葉の葉 (クリ)

写真2 (右), 等圧葉の葉 (ネズミモチ)



お知らせ



一般公開のお知らせ

令和6年度も一般公開・公開講演会の開催を予定しております。詳細は四国支所ホームページにてお知らせいたします。

多くの方に楽しんで頂けるようにイベントを企画しておりますので、皆様お誘いあわせのうえお越しください。

四国の森を知る No.43

令和6年8月発行

編集・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 四国支所

〒780-8077 高知市朝倉西町2丁目915

電話 088-844-1121 FAX 088-844-1130

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

*本誌から転載・複製する場合は、森林総合研究所
四国支所の許可を得て下さい。