

# 技術情報

No.172  
2024.3

令和5年度カラマツ林業等研究会特集

長野県林業総合センター



令和5年度カラマツ林業等研究会会場

## もくじ

1	上高地徳沢地区におけるニホンジカの利用実態	2
2	誰でも獲れる？ これからはじめるシカのわな猟	4
3	全天球カメラを活用した林況調査業務の効率化の取組について	8
4	長野県林業総合センターにおける精油生産の取組	12
5	上小地域におけるカラマツ原木丸太のヤング係数測定の取組	16
6	カラマツ大径材の心去り平角材利用の取組—JAS（製材）の性能評価—	20
	お知らせ	24

# 上高地徳沢地区におけるニホンジカの利用実態

信州大学大学院総合理工学研究科農学専攻 藍原有紀乃

## 1 はじめに

長野県ではニホンジカ (*Cervus nippon*、以下シカ) の分布域が拡大傾向にあり、2013 年には後立山連峰の岩小屋沢岳稜線でおスが初めて確認された(堀田・尾関 2014)。上高地では 2014 年に焼岳稜線付近で初めてオス成獣が確認され(小山・渡澤 2016)、その後もシカは増加傾向にある。現在、上高地の大正池から小梨平において環境省によるセンサーカメラ調査と食痕調査が行われているが、その他のエリアにおけるシカの採食圧による植生への影響は明らかにされていない。そこで、本研究はニリンソウなどの希少な景観を有する上高地の徳沢地域におけるシカの利用状況を明らかにすることを目的として、センサーカメラ調査、植生調査および食痕調査を行った。

## 2 調査地

調査は、中部山岳国立公園の上高地徳沢地区の 3 地点(古池斜面・古池平地・新村橋)で行った(図 1)。

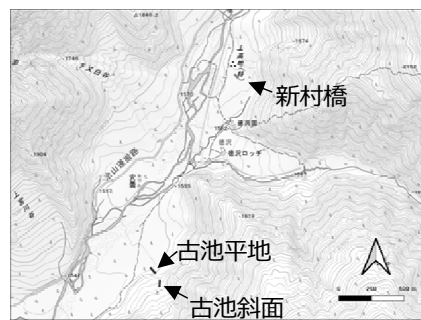


図 1. 調査地位置図。

## 3 方法

### 3. 1 センサーカメラ調査

各地点 2 台ずつセンサーカメラを設置し、月に 1 度点検とデータ回収をした。設置日は 2023 年 6 月 24 日で現在も調査を継続している。本報告では、2023 年 11 月までに撮影されたシカとカモシカの撮影日時と撮影頭数をとりまとめた。

### 3. 2 植生調査

各地点に 50m×10m のコドラードを設置した。上層植生は、胸高直径 1cm 以上の全樹種について毎木調査を行い樹種、株数、胸高直径および樹高を記録した。下層植生は、1m×1m のコドラードを 10 プロット設定し、種名、草丈および被度を記録した。調査は 2023 年 8 月 23~26 日に行った。

### 3. 3 食痕調査

各地点において 50m のライン上に 2m×2m のコドラードを 25 プロット設置し、高さ 1.5m 以下の植生について全体の被度と種名、種ごとの食痕数(採食痕の数)と食痕部位、食痕レベルを記録した。食痕レベルは古い食痕も含めて記録し、0(食痕なし)、1(少量)、2(目立つ)、3(80~90%に食痕)の 4 段階で記録した。調査は 2023 年 6~10 月の各月 1 回行った。なお、採食痕は 6 月のみ古いものも全て記録し、7 月以降は新しいもののみを数えた。

## 4 結果と考察

### 4. 1 センサーカメラ調査

シカは、6~11 月に毎月撮影された。撮影数は 7 月に最も多く 8 月以降減少した。3 地点のうち撮影数が最大だったのは古池斜面の 12 頭だった(図 2)。古池斜面は歩道から直線距離で約 200m と他の地点より遠かったため、歩道から離れた場所の方がシ

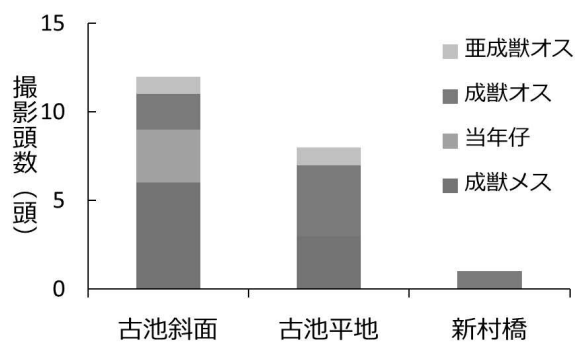


図 2. 各地点のシカ撮影頭数。

カの利用頻度が高かったと考えられる。古池斜面ではシカの出産期にあたる6月（高槻 2006）に当歳子が撮影された（6月26日）。そのため、当地区が出産場所となっていた可能性が考えられる。一方、カモシカは調査期間中に1~2頭撮影されたのみだった。そのため、今回確認された食痕の多くはシカによるものである可能性が高い。

#### 4. 2 植生調査

上層植生の優占種は古池斜面でタカネザクラとウラジロモミ、古池平地でサワグルミとハルニレ、新村橋でハルニレとイチイだった。樹種数は古池斜面で14種と最も多かった。下層植生の優占物種は古池斜面でラショウモンカズラとオシダ、古池平地でカニコウモリとフキ、新村橋でイッポンワラビとフッキソウだった。平均最大草丈は古池平地で86.9cmと最も高かった。

#### 4. 3 食痕調査

3地点それぞれで総食痕数や食痕のあった植物種が異なった。各調査地の全生育植物種に占める食痕が確認された種の割合は古池斜面で最も高かった。古池斜面と古池平地の2地点ではウワバミソウの株数が多く、ほとんどの期間でウワバミソウの食痕数が最も多かった。また、3地点共通してツリバナとカントウマユミ（1.5~3）の食痕レベルが高かった（図3）。食痕数は、基本的に新しい採食痕のみを数えたのに対し、食痕レベルは古い食痕も含めて評価したため、食痕数が多い種と食痕レベルが高い種が異なった。また、3地点共通して、矮小化したツリバナ・カントウマユミが確認されていることから、木本類ではこれら2種の嗜好性が高いと考えられ、今後も継続的に食痕調査を行うことが必要と考える。

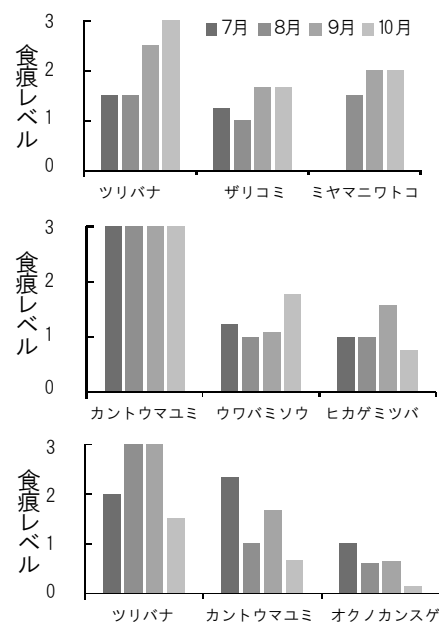


図3. 各地点の食痕レベル上位3種。  
(上から古池斜面、古池平地、新村橋)

#### 5 謝辞

本研究を行うにあたり、長野県環境保全研究所の尾関雅章主任研究員、黒江美沙子研究員には調査地の選定や植物種の同定にご協力いただいた。一般財団法人自然公園財団上高地支部香取草平氏、徳沢ロッヂには上高地における調査に際してご指導とご支援をいただいた。環境省信越自然環境事務所、林野庁中信森林管理署、長野県松本地域振興局林務課および環境・廃棄物対策課、松本市教育委員会には調査に伴う申請に関してご助言をいただいた。信州大学瀧井暁子助教、農学部学生諸氏には現地調査にご協力いただきました。本原稿は、信州大学山岳科学研究拠点瀧井暁子助教に校閲していただいた。以上の方々はこの場を借りて、心より感謝申し上げます。

#### 6 引用文献

- 堀田昌伸, 尾関雅章. (2014). センサーカメラによる北アルプス後立山連峰の岩小屋沢岳周でのニホンジカ初確認. 長野県環境保全研究所研究報告, 10号, p. 33-36
- 小山勉, 渡澤徹. (2016). 北アルプス南部地域における中信森林管理署のニホンジカ対策について. 技術情報 No. 153
- 高槻成紀. (2006). シカの生態誌. 東京大学出版会, 東京, 496pp.
- Takatsuki, S. (2009). Effects of sika deer on vegetation in Japan: a review. *Biological Conservation*, 142(9), 1922-1929.

# 誰でも獲れる？ これからはじめるシカのわな猟

長野県林業総合センター育林部 柳澤賢一

## 1. はじめに

長野県では、野生鳥獣による農林業被害額が最も大きいニホンジカ（以下、シカ）の生息密度を低くするため、第二種特定鳥獣管理計画において年間4万頭の捕獲目標を掲げ個体数調整が強化されているが、銃猟者数の減少やシカの警戒心の高まりなどにより、近年その捕獲頭数が達成できない状況が続いている(2)。一方で、わな猟免許所持者数は増加傾向となっているが、わなでシカを捕獲するためには、シカの出没の多い箇所や通る獣道を特定する目や経験、獲れやすくするわな設置方法、止め刺しなどの熟練した技術が必要で、シカがなかなか捕獲できないことで諦めてしまうなど、わな猟者は銃猟者より早期に免許を返納する傾向があることが指摘されている(1)。わな猟者が捕獲従事者として定着するためには、初心者でも最初のシカ一頭が確実に獲れるような手法が必要である。

そこで今回は、初心者でも取り組みやすい足くくりわな（以下、わな）でシカを効率的に捕獲するため、自動撮影カメラ（以下、カメラ）を活用しシカの出没の多い箇所を特定してからわなを設置する捕獲実証試験を行った。その結果から、シカが捕獲できる条件を整理するとともに、カメラを用いることでわな設置未経験の狩猟初心者でも捕獲できるような捕獲手順を提案する。

## 2 カメラを用いたシカの捕獲実証試験

### (1) カメラの活用でわな捕獲が効率的になるか

試験地は、特定計画でシカの推定生息密度が12.17(頭/km<sup>2</sup>)と比較的高い塩尻市東山地域とした(図-1)。カメラありの捕獲地では、まず、わなを設置しようとしている複数箇所の獣道に向けてカメラを設置し、30日間観測した(写真-1)。カメラはハイクカムSP2を使用し、撮影モードを静

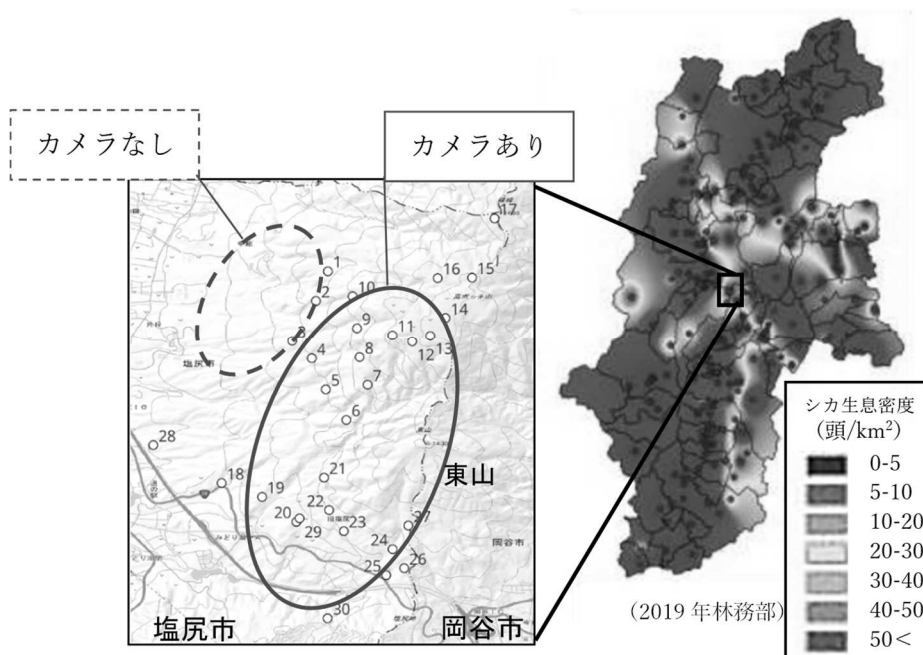


図-1 カメラの有無別の試験地位置図

止画1枚撮影、センサー感度を中、インターバルを1分に設定した。わな設置前30日間の平均日撮影頭数を箇所別に比較して、その頭数が概ね1頭以上だった箇所にはわなを設置し、シカの捕獲を30日間実施した。カメラなしの捕獲地では、捕獲者がシカの獣道と判断し捕獲できると考えた箇所にはわなを設置した。いずれもわなは、直径20cmの笠松式くりわな(写真-2)を用いて1箇所あたり2~10基とし、捕獲後または誤作動後には数メートル移設した。捕獲期間終了後、わな1基あたり一日何頭獲れたかを示す捕獲効率を次式により箇所別に算出し、カメラの有無による捕獲効率を比較した。試験期間は2018~2021年の各秋季とし、捕獲者は2018年時点で狩猟経験1年未満だった捕獲者Aとした。

捕獲効率(頭/わな日) = シカ捕獲頭数 / (わな基数 × わな設置日数)

捕獲の結果を表-1に、カメラの有無による平均捕獲効率の比較を図-2に示す。カメラありの場合の捕獲効率は0.011~0.044となった。特に捕獲効率が0.044と最も大きかった2020年のNo②は、普段から狩猟者が捕獲活動をしていない箇所、カメラ画像を見ると昼間からシカが出没していた。一方、カメラなしの場合の捕獲効率は0.004~0.006となった。平均捕獲効率は、カメラありの場合は0.026、カメラなしの場合は0.005となり、今回の試験地においては、カメラありの場合はカメラなしの場合と比べて約5倍高くなった。捕獲効率0.026は、仮にわなを39基設置すれば、一日でシカ1頭を捕獲できることを示している。



写真-1 獣道に向けて設置したカメラの状況



写真-2 笠松式くりわな

表-1 カメラの活用の有無による捕獲結果

カメラの有無	年度	箇所No.	捕獲圧の有無	平均日撮影頭数	わな日数 (わな基数 × 設置日数)	捕獲頭数	捕獲効率 (捕獲頭数/わな日数)
あり	2019	①	有り	2.60	276	3	0.011
	2020	①	有り	3.10	180	4	0.022
		②	無し	1.83	180	8	0.044
	2021	①	有り	0.90	180	2	0.011
③		有り	6.80	180	5	0.028	
なし	2018	④	有り	-	257	1	0.004
	2019	④	有り	-	477	3	0.006

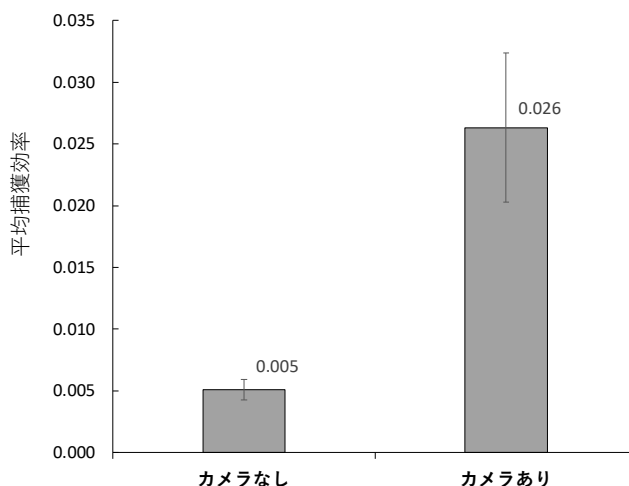


図-2 カメラの有無による平均捕獲効率の比較

(2) 日撮影頭数が少ない箇所では捕獲できるか

日撮影頭数が少ない箇所ではシカを捕獲できるかを検証するため、(1)と同じ地域を試験地として、同様の方法でカメラ調査を実施し、シカの日撮影頭数が概ね1頭未満と少ない箇所でのわな捕獲を実施した。試験期間は2022年秋季とし、捕獲者は(1)と同様の捕獲者Aとした。

捕獲の結果を表-2に示す。日撮影頭数が0.90だったNo⑦ではシカを1頭捕獲できたが、0.51だったNo⑤および0.67だったNo⑥は捕獲ができなかった。

表-2 日撮影頭数が少ない箇所での捕獲結果

カメラの有無	年度	箇所No.	捕獲圧の有無	平均日撮影頭数	わな日数 (わな基数×設置日数)	捕獲頭数	捕獲効率 (捕獲頭数/わな日数)
あり	2022	⑤	有り	0.51	49	0	0.000
		⑥	有り	0.67	42	0	0.000
		⑦	有り	0.90	87	1	0.011

(3) 平均日撮影頭数と捕獲効率の関係

以上の結果を用いた平均日撮影頭数と捕獲効率の関係を図-3に示す。普段から捕獲圧のある箇所の場合、近似曲線に示すとおり、捕獲効率はカメラにシカが多く写る箇所ほど向上したが、頭打ちとなる傾向があった。平均日撮影頭数の多い箇所では、わな設置後、数日でシカを捕獲することが多かったが、1度捕獲した後に撮影頭数が減ったことから、捕獲されなかった他のシカがわなを警戒したことが考えられる。このことは、日撮影頭数が多い箇所でも、同じ箇所でも捕獲を続けると捕獲

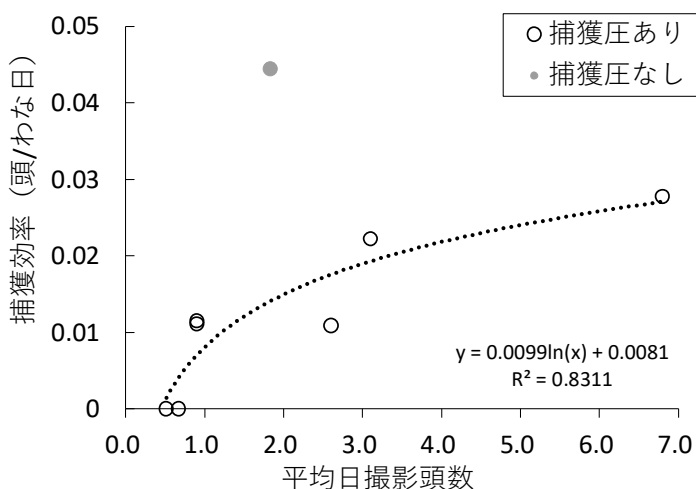


図-3 平均日撮影頭数と捕獲効率の関係

しにくくなることを示唆している。

### 3 誰でも獲れるわな捕獲手順の提案

以上の結果から、狩猟経験の少ない捕獲者が勘だけでわな設置箇所を選定することに比べ、カメラでシカが多く出没する箇所を見極めたうえでわなを設置する方が、効率的に捕獲できることが分かった。捕獲できる条件としては、シカが平均1日1頭以上写るような箇所を選定する必要があり、捕獲効率をさらに高めるためには、撮影頭数がより多く、普段から捕獲をしていない箇所で捕獲することがよいと考えられた。

このことを踏まえ、誰でも獲れるわな捕獲手順を下記のように提案する。

#### <誰でも獲れるわな捕獲手順>

1. 足くくりわなが設置できる複数箇所で、獣道に向けてカメラを設置する。
2. わな設置前30日間のカメラ画像を確認し、シカが1日1頭以上写る箇所を選定する。
3. 選定した箇所のカメラ周辺の獣道に、わなを複数基設置し、30日間捕獲を行う。
4. 捕獲後または誤作動後には、わなを数メートル移設する。

### 4 おわりに

本実証試験後に、今回提案したわな捕獲手順を別の狩猟初心者が実施したところ、初めてのシカ捕獲に成功した。これからわな猟を始める狩猟者の皆さんが、最初のシカ一頭を捕獲することで狩猟者として定着できるよう、あるいはわな猟を始めようか悩んでいる皆さんの始めるきっかけのツールとなるよう、カメラを活用する手法が普及できたらと考えている。

また、カメラはシカ捕獲箇所の選定のみならず、地域に生息する獣種の確認や加害獣種の特定、それらが出没する時間帯の把握、また、カモシカやツキノワグマなどの錯誤捕獲を未然に防ぐ捕獲箇所の選定などにも活用できる。今後、そうした定量的な情報に応じた効果的かつ安全な鳥獣被害対策を進めることが期待される。

本実証試験において、塩尻市猟友会の皆様に多大なご協力をいただきました。この場をお借りして深く感謝申し上げます。

#### 参考文献

1. 上田剛平 (2014) : 「地方自治体は狩猟者減少時代をどう乗り越えればよいのか?」 「野生生物と社会」 1(2), pp71-78, 「野生生物と社会」学会
2. 長野県 (2021) 第二種特定鳥獣管理計画 (第5期ニホンジカ管理)

# 全天球カメラを活用した林況調査業務の効率化の取組について

中部森林管理局 技術普及課 南坂博和・中信森林管理署 古畑正弘

## 1 はじめに

国有林では施業実施計画の策定にあたり、現在の計画から次期計画を策定するまでの期間の植栽木の成長や、気象やニホンジカなどによる森林被害などの森林の変化を調査（以下「林況調査」という）している。

森林管理署では管轄する国有林野を「担当区」として区分し、森林官が管轄する区域を定めている。森林官は担当区内の森林整備計画や森林整備事業の監督の他、地域の窓口として国有林に対する要望などの情報を収集し、森林管理署と情報共有するだけではなく、担当区内の国有林の林況調査も森林官が実施する業務の一つにあげられる。

林況調査の内、森林の蓄積を把握するための標準地調査にはプロットの設定や、立木調査などのために人手と時間が掛かる。また、調査員の経験年数や個人差などによる誤差が発生するなどの課題を解消する方法として、「全天球パノラマカメラ」と「簡易林内計測ツールⅡ」を使用した林分調査方法（以下、「簡易林分調査法」と記載）について紹介する。

## 2 簡易林内計測ツールⅡについて

簡易林内計測ツールⅡは、一般社団法人日本森林技術協会が森林クラウドの実証のHP「羅森盤」(写真-1)上で公開している、ビッターリッヒ法(ポイントサンプリング法)を応用した、対象林分の蓄積を把握するためのフリーソフト。調査対象林分の任意の場所で全天球パノラマ写真(撮影地点の上下左右360°を1枚の写真で表現。正距円筒図法による)を撮影し、写真データをパソコンに取り込みモニター上で立木を計測し蓄積を算出することができる。



写真-1 羅森盤HP

## 3 現地調査等の比較

### 3-1 事前準備

事前準備として、パソコンに簡易林内計測ツールⅡを、現地で使用するスマホなどに全天球カメラのアプリをインストールする。

スマホに全天球カメラのアプリをインストールすることにより、調査現地において離れた場所から撮影することが可能になり、撮影した写真はスマホに転送され、現地で確認することができる。

### 3-2 調査道具等

標準地調査法では、調査プロット設定のためのコンパスなどの測量道具や、立木の材積を調査(収穫調査)するための輪尺などの調査道具が必要になるが、簡易林分調査法では全天球カメラがあれば調査が可能になる。より正確な調査を行うためには、ポール、野帳、表示用テープ(標準地調査にも共通して使用する調査道具)などを用意するとよい。

### 3-3 調査地点の設定

標準地調査法では、調査対象林分の「中庸」な個所(標準的な場所)に標準地を設定する必要があるが、「中庸」な箇所は現地踏査等により、林分の状況を把握し選定する必要があり、調査員の経験年数による誤差が生じ易い。



簡易林分調査法はビッターリッヒ法を応用しており、調査対象林分の状態により6～14点の任意の箇所で写真撮影をするだけで、個人差や経験年数による誤差が発生しにくく、現地踏査と同時に実施することができるため調査工程の軽減につながる。

### 3-4 現地調査

標準地調査法では、調査プロットを設定（測量等）しプロット内の全ての立木の樹種、胸高直径と樹高を調査する。ビッターリッヒ法ではプロット設定は必要ないが、任意の測点からスリット板（幅2cmのスリット板を使用）で対象木の胸高部（約1.2m）を視準し、対象となる立木の樹種、胸高直径、樹高等の調査が必要になる。ビッターリッヒ法では視準した立木がスリット板からはみ出した場合を1本、一致した立木を0.5本とカウントするが、調査員の視力差などの個人差による誤差が生じる場合がある。（写真-2）

簡易林分調査法では、調査対象林分の任意の場所で、全天球カメラで撮影し、平均樹高を記録するだけで、現地の作業は終了するが、撮影地点付近の立木にポールを設置することにより、測帯設定作業をより正確に実施することができる。また、アプリがスマホにインストールされていれば、カメラから離れた位置で撮影することが可能になるほか、撮影された写真データはスマホに転送され、その場で撮影された画像を確認し撮り直すことも可能であり、関係者間でのデータ共有や、樹冠部や地表部の状況を後日確認することができ、間伐等の保育作業の必要性について判断することもできる。（写真-3）



写真-2 簡易林内計測ツールによる現地調査



写真-3 スマホに転送された写真データ

## 4 集計作業

### 4-1 写真データの取り込み

集計作業は、事前にインストールした簡易林内計測ツールⅡのソフトを起動し、定数設定のウィンドウを開き、断面定数、調査地点の平均樹高を入力し、「林分材積式法」にチェックし（中部森林管理局ではビッターリッヒ法の取りまとめに林分材積式法を採用している）、樹種、地域を選択した後、写真データを、ドラッグ&ドロップにより取り込む。



写真-4 簡易林分計測ツールに取り込んだ画像

### 4-2 測帯の設定

測帯はビッターリッヒ法による調査のスリット板にあたり、画面上では白い円で表示されている。この測帯をマウスにより立木上に移動し、写真撮影時に設置したポールを参考に胸高部に測帯をあて、測帯より立木が大きい場合はマウスの左クリックを1回行いピンクの測帯を表示させる。測帯と立木が一致した場合はマウスの左クリックを2回行い緑の測帯を表示させる。ピンクの測帯を表示させた立木は1本、緑の測帯を表示させた立木は0.5本とそれぞれカウントされ、画面の左下に集計結果が表示される。



写真-5 測帯の設定

画像は拡大が可能で、測帯と一致する立木の判断が容易にでき、モニターに表示されているすべての立木を順番に確認することにより個人の主観が入りにくく、先入観や視力等による誤差等の軽減につながる。(写真-4・5)

### 4-3 集計作業

集計結果はCSVファイルで出力できるため、取りまとめ作業の労力も軽減され、エクセルファイルに出力データをコピー&ペーストすることにより入力ミスによる誤差も軽減される。

## 5 令和4年度の取組

令和4年度は松本森林事務所が管轄する松本市の国有林を中心に、20点程度の調査区域を設定し、同一地点において、標準地調査法（0.01haの円形プロット）やビッターリッヒ法による従来の調査と、簡易林分調査法による調査方法の比較や、取りまとめ方法の違いなどの検証結果を基に簡易林分調査法のマニュアルを作成した。

また、若手職員を対象にしたOJT研修や、令和6年度に就職を予定している大学生を対象にしたインターシップのカリキュラムの一部として、森林計画と林況調査について座学を行った後、標準地調査法、ビッターリッヒ法による従来の調査方法と簡易林分調査法について現地調査から取りまとめまでの一連の作業を実施した。

## 6 まとめ

簡易林分調査法の場合、林況調査対象地における作業は全天球パノラマカメラによる写真撮影を行うだけであり、標準地調査法のように調査区域の設定（測量等）や立木調査を実施する必要が無いため、測量や収穫調査に使用する道具類を運搬する労力や調査人数を減らすことが可能になる。

ビッターリッヒ法による調査では、スリット板を視準し調査対象木を決めるため、調査員の視力などの差により、スリット板と調査木が一致するかしないかの判断に、個人差が生じる恐れがあるが、簡易林分調査法の場合は、現地で撮影したデータをパソコンのモニター画面で拡大しながら測帯を表示させるため、調査員の個人差により発生する誤差などの軽減につながる。

調査結果はCSVファイル形式で出力されるため材積計算の必要が無く、データをコピー&ペーストにより集計することにより転写ミスによる誤差が軽減できる。

また、撮影したデータはスマホに転送・保存されているため、樹冠疎密度、樹冠長率や林床の植生状況などの対象地の情報を関係者で共有することができ、後日、間伐等の保育作業の必要性を判断するための資料として活用できるなどの、メリットが考えられる。

なお、簡易林内計測ツールは、開発元である（一社）日本森林技術協会において検証・更新が実施されている。

## 7 今後の課題

令和4年度の調査は、松本森林事務所が管轄する国有林において実施しているため、限られた条件による検証となっているため、今回対象とならなかった、列状間伐跡地やササ覆地など様々な条件での使用事例のデータ収集を実施したい。

## 8 おわりに

林況調査は、ha当たりの蓄積の調査だけではなく、広葉樹と針葉樹の配置率や混交歩合の調査も必要のため、ドローンや衛星データの活用など最新の技術を現場レベルで活用する方法を検討し、既存の技術との融合を図りながら、調査に係る労力の軽減と調査精度を高める方法を今後も模索したいと考えている。

参考HP：森林の未来を導く森林クラウド～羅森盤～（[rashinban-mori.com](http://rashinban-mori.com)）

（一社）日本森林技術協会

# 長野県林業総合センターにおける精油生産の取り組み

－林地残材を活用した地域でできる精油生産－

長野県林業総合センター特産部 加藤健一

林業総合センターでは、自作可能で安価な装置であるドラム缶式精油採取装置を開発し、樹木に含まれる精油の採取を支援しています。本稿では、木材産業界や山村地域での精油採取の取り組みが促進されるよう、精油の採取方法や普及支援について記載します。

## 1 はじめに

精油とは植物に含まれる香り成分を抽出した液体で、揮発性が高い50～100種類ものテルペン類と呼ばれる物質から構成されます。これら成分の含有量は、植物の種、また同一種の植物でも葉、枝、幹など部位により異なります。

主な精油の活用法には、香り、リラクゼーション、害虫忌避、抗菌・消臭などがあり、日常的に使われています(図-1)。また最近、国産精油は「和精油」と呼ばれ、人々の関心を集めています。

一方、精油の原料が産出される伐採現場では、一般用材以外に大量の枝葉等林地残材が発生しますが、これらが利用されることは殆どなく伐採現場に放置されているのが現状です。

そこで林業総合センターでは、樹木に含まれる精油を新たな特用林産物として研究の対象とし、山村地域で活用できるように、安価で自作可能な精油採取装置を開発し、その装置の普及を進めています。



図-1 精油の利用法

## 2 ドラム缶式精油採取装置の開発

精油は蒸留装置を使って採取します。大量の林地残材を活用するには大型の蒸留装置が必要です。中でも装置の容量が100Lを超える大型の装置は特注品となり非常に高額です。そうすると山村地域での精油生産は現実的ではありません。

そこで、安価で自作可能な精油採取装置を開発しました。蒸留釜には、誰でも入手できる密閉容器の中で最も大きな「ドラム缶」を採用し、その他全ての部材も汎用品としました。



写真-1 ドラム缶装置 (初期型・直火式)

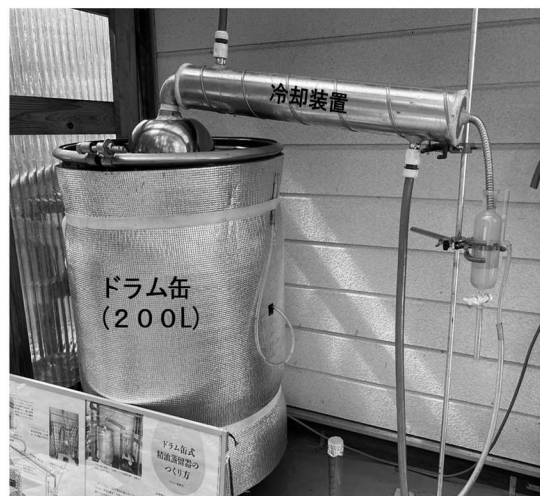


写真-2 ドラム缶装置 (現行・電気式)

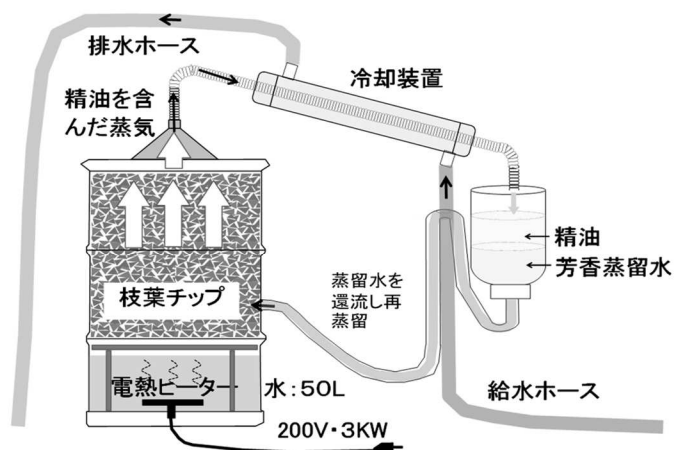


図-2 ドラム缶装置概略図

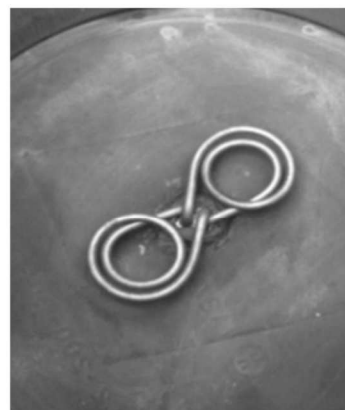


写真-3 電熱線 (200V・3kw)

最初に試作した装置は、容量 100L のドラム缶、熱源は焚火、冷却装置はペットボトルとフレキ管を加工して製作した直火式のドラム缶式精油採取装置（写真-1、以下、ドラム缶装置）でした。現行の電気式とほぼ同じ収率で精油が採取できましたが、焚火の管理に手間がかかり、普及には向かないことが分かりました。

そこで直火式を電気式（写真-2、単層 200V・3KW）へ改良し、効率を高めるためドラム缶容量を 200Lとした現行装置を作製しました。電気式のドラム缶装置の材料費は概ね 10 万円、約 6 時間の蒸留でヒノキの枝葉では最大 700mL の精油と、その副産物として香りがする水（芳香蒸留水）約 15L が採取できます。

### 3 精油の採取方法

樹木に含まれる精油は、水蒸気蒸留法により採取します。最初にドラム缶に水約 50L を給水し、その上部に粉碎した枝葉等の材料を仕込み、ドラム缶底部に取り付けた電熱ヒーター（写真-3）で水を加熱して蒸気を発生させます。すると植物内に含まれる精油分が高温の水蒸気で揮発し、水蒸気と共にドラム缶から噴出します。この精油分を含んだ水蒸気を冷却・液化して容器に溜めると精油と蒸留水が分離し、回収することができます。

ドラム缶装置で採取した樹種別の精油採取量を表-1 に示します。

### 4 ドラム缶装置の普及・支援

この様な精油生産が林業の荒天時作業として定着すれば、伐採現場における林地残材の活用が促進され、林業収入の増加が見込まれます。そこで、林業事業者等を対象とした当セン

表-1 樹種別精油採取量

樹種	精油採取量 (ドラム缶装置1回蒸留当り)
スギ枝葉	150～200mL
ヒノキ枝葉	350～700mL
アカマツ枝葉	250～400mL
カラマツ枝葉	70～100mL
クロモジ枝葉	80mL

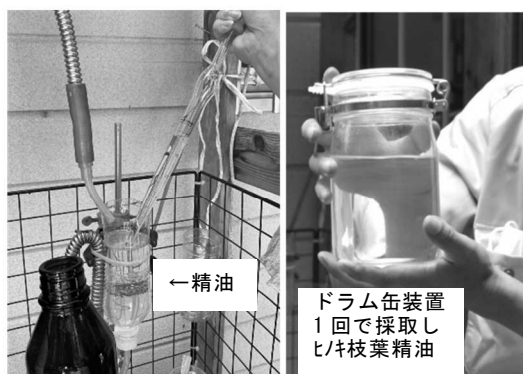


写真-4 精油採取状況

ターの研修会において、ドラム缶装置を使った蒸留体験を組み入れ、精油採取の普及を進めてきました。その結果、林業事業者の他、製材工場、障がい者福祉施設、自然学校での体験など精油採取の取り組みが広がってきました。

現在は主に木材産業界に携わる方々を対象とし、円滑かつ確実に精油生産が行えるよう以下の普及と支援を行っています。

### 1) 自作される方への支援

「自作で装置を導入したい」という方に対し、使用環境に合わせた装置・仕様の提案、使用部材の紹介、加工・組み立ての助言を行い、現在 10 台のドラム缶装置が県内で稼働しています。このうち 2 台の自作装置を紹介します。

写真-5 は、素材生産事業者が導入した電気式のドラム缶装置で、見学時の見栄えを考慮し、ステンレスと銅の素材で制作したのが特徴です。

写真-6 は、製材工場が導入したドラム缶装置で、熱源に木材乾燥機用ボイラーの余剰蒸気を利用して蒸留する点が特徴です。

### 2) 精油採取に関する相談対応

精油生産については相談できる場が殆どなく、精油生産に踏み切れないというケースが多くあります。そのようなケースを解消するため、当所では相談対応を行っており、以下に紹介します。

#### ① 精油に関する一般的な相談

樹木由来の精油に関して、採取方法、樹種別の精油採取量など一般的な事項についてお答えしています。

#### ② 出張蒸留・材料持ち込み蒸留

想定する精油原料から本当に精油が採れるのか、精油採取量、香りの質、具体的な作業内容についての相談が多くあります。これらは実際に原料を使って試験蒸留を行うことで解消され、次のステップへ移行できることから、当センターでは出張蒸留・材料持ち込み蒸留により対応しています。

写真-7 は、製材工場へドラム缶装置一式を持ち込んで出張蒸留を行った際の状況です。木材乾燥機用ボイラーの余剰蒸気をドラム缶装置に取り込んで蒸留を行い、無事精油採取ができました。

写真-8 は、障がい者施設が原料のクロモジを持ち込み、蒸留を行ったところ無事精油採取ができました。

これらの試験蒸留では、実際に精油が採取でき、精油量、香りの質、精油採取に係る具



写真-5 ドラム缶装置（電気式）

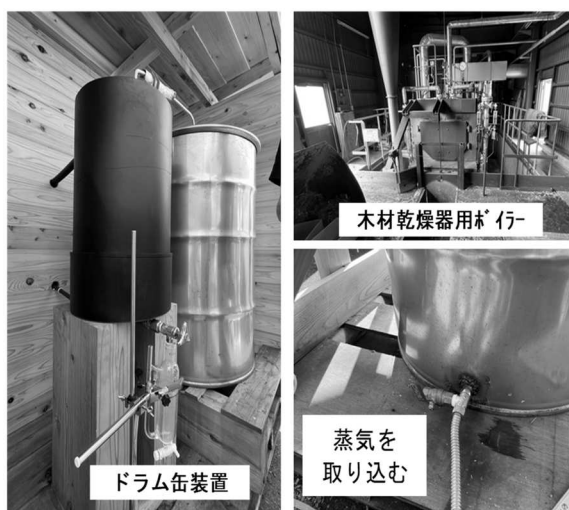


写真-6 ドラム缶装置（蒸気式）



体的な作業内容を確認でき、相談者は不安や疑問が解消され、精油生産に踏み切ることができました。

### 3) ドラム缶装置の製品化

ドラム缶装置は、自作する以外に導入手段がありませんでした。そこで、購入によって装置を導入できるよう、鉄工所でのドラム缶装置の製作を進めています。今後、ドラム缶装置の設計図と仕様書を整備し、各地の鉄工所等でドラム缶装置の製造販売が行えるよう、検討を進めています。

## 5 生産した精油の販売状況

県産精油の販売で最も多く行われている手法は、インターネットによる小売り販売です。しかしながら精油は嗜好品であり高価な商品であることから、ブランド力のない商品はなかなか売れないのが現実です。

小売り以外にはアロマ関連企業への卸売りが行われており、2つの事例を紹介します。

1つ目は、アロマ噴霧サービスを手掛ける企業が、北信地域の製材工場が生産したスギ枝葉精油を買い取り、地域の商業施設で噴霧サービスを行っています。2つ目は、南信地域のアカマツ枝葉精油がサウナのロウリュウ（熱したサウナストーンに水をかけて水蒸気を発生させる入浴法）用アロマオイルとして製品化され使用されています。

このような卸売り販売を行うと長期間継続的に精油が使われ、安定的な生産と収入につながると考えられます。

## 6 おわりに

現在、林業においては、主伐の拡大による林地残材の活用法が問題になっています。精油の利用によって少しでもこの問題が解消することを目指すとともに、地域資源を活用して地域で雇用が生まれ地域経済が潤うよう、今後も取り組みを続けていきます。



写真-7 出張蒸留の状況

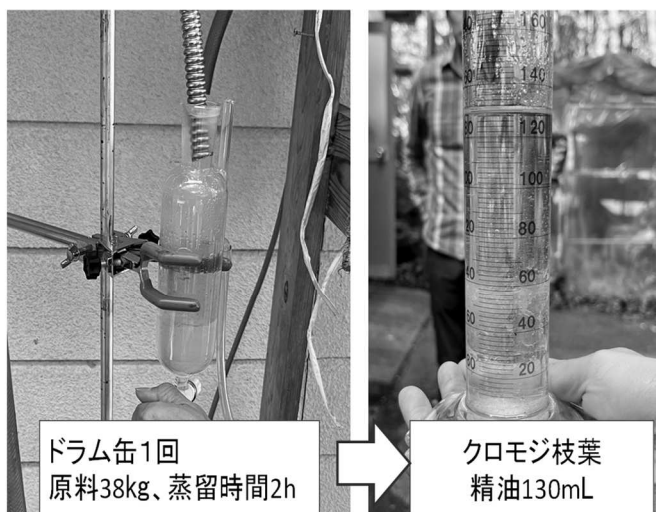


写真-8 持ち込み蒸留・精油採取状況

# 上小地域におけるカラマツ原木丸太のヤング係数測定の実施

長野県上田地域振興局林務課 山中徹也

## 1 はじめに

上小森林認証協議会は、森林の里親である地域の企業からの支援金を活用し、長野県上田地域振興局、上田市、東御市、長和町、青木村、信州上小森林組合などとともに地域の林業課題について調査研究を行い、持続的な林業経営を目指す「にぎやかな森プロジェクト」に取り組んでいる。プロジェクトではS G E C認証森林約9,500haをフィールドに、表1の4つの課題を継続的に調査している。このうち、カラマツ丸太強度試験についてこれまでの調査内容を報告する。

表1 にぎやかな森プロジェクト 林業課題調査研究 長期的継続課題

課題名	調査研究内容
生物多様性調査	主伐再造林が及ぼす生物多様性への影響の定量的な把握
森林のCO2吸収評価	認証森林のCO2吸収量ポテンシャルと吸収実績を評価
カラマツ天然更新可能性調査	カラマツの実生による天然更新および成林の可能性調査
カラマツ丸太の強度試験	カラマツの高付加価値化に向けた強度データの集積と生育条件等の調査

## 2 調査の目的と方法

### 2.1 調査の目的

上小地域の主要な樹種であるカラマツが成熟期を迎える中、近年は合板利用などの需要が高まり、地域では年々主伐・再造林が増えている。しかし、今後、持続的な林業経営につなげるには、合板以外の需要の開拓とともに、その需要に応えられるよう強度の高いカラマツの分布を明らかにして、強度を高める生育条件や施業方法を把握する必要がある。そこで、上小地域の認証森林のカラマツ丸太の強度を測定し、その分布を把握するための調査を開始した。

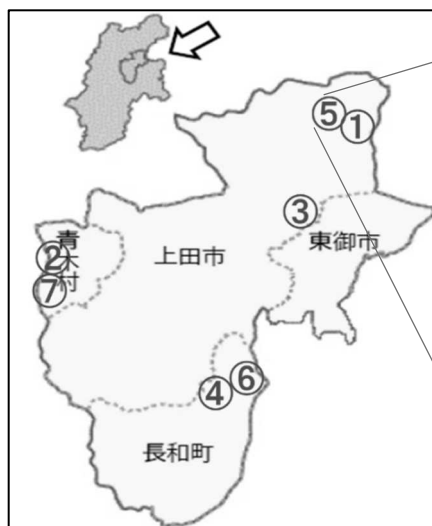


図1 強度試験調査箇所



写真1 調査地⑤の伐採地全景（上田市真田）

### 2.2 調査の方法



木材の強さは、たわみにくさを示すヤング係数と、破壊強さを示す強度で評価される。強度は破壊試験をしないと分からないが、ヤング係数と強度は比例関係にあり、ヤング係数を測定することにより、強度を推測することができる。このため、素材（丸太）の日本農林規格においても、ヤング係数の測定方法が定められており、これに準じて調査を実施した。

調査は、令和3年に開始し、これまでに上小地域のSGEC認証森林内7ヶ所（図1・写真1）で、カラマツ丸太200本のヤング係数を測定した。測定方法は、丸太の体積を求めるため両木口の短径及び長径並びに材長をコンベックスにより1mm単位で、重量はクレーンスケールにより0.5kg単位で、固有振動数はATA社製HG-2020spでそれぞれ測定した（写真2・3）。

見かけの密度、縦振動ヤング係数は、測定した丸太木口の各寸法・重量・固有振動数を用いて、次式により求めた。また、各丸太の末口の断面写真から年輪数を求めた。

$$\cdot \text{見かけの密度 (kg/m}^3\text{)} \quad \rho = W / (D^2 \times \pi / 4 \times L \times 1/10,000)$$

W：重量 (kg)    D：両木口の最大径と最小径の平均値 (cm)    L：材長 (m)     $\pi$ ：3.14

$$\cdot \text{縦振動ヤング係数 (kN/mm}^2\text{)} \quad E_f = (2Lf)^2 \rho / 10^9$$

L：材長 (m)    f：固有振動数 (Hz)     $\rho$ ：見かけの密度



写真2 丸太を吊り上げ、固有振動数を測定



写真3 ATA社製の原木強度測定器

### 3 調査結果

#### 3.1 ヤング係数の分布について

カラマツのヤング係数は一般的に  $10.5 \text{ kN/mm}^2$ 前後とされているが、測定した丸太200本のうち182本、全体の91%が  $10.5 \text{ kN/mm}^2$ を上回り、ヤング係数の平均値は  $12.25 \text{ kN/mm}^2$ であった。200本のうち、日本農林規格の針葉樹で最上位のEf150 ( $13.7 \text{ kN/mm}^2$ 以上)を超えるものが66本で全体の33%、Ef130 ( $11.8 \sim 13.7 \text{ kN/mm}^2$ )を超えるものが144本で全体の72%あった。（図2）

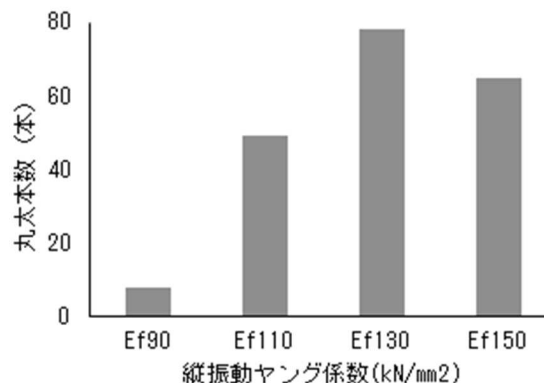
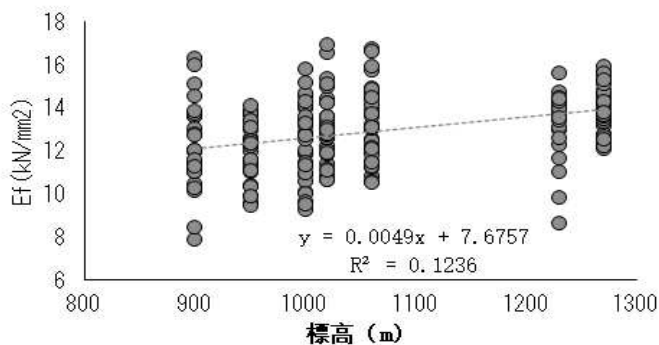


図2 Ef径級別の出現本数

### 3. 2 標高と強度の関係について

カラマツの生育条件のひとつに標高が挙げられるが、測定したカラマツがあった箇所の標高は 900~1,270mの範囲だった。強度を見るとどの標高においても強度の範囲が特に変わらず、これまでに調査を実施した範囲では、標高と強度に相関は見られなかった(図3)。調査を継続し、引き続き分析を進めたい。



### 3. 3 林齢と強度の関係について

林齢(末口年輪数)と強度の関係を見ると、末口年輪数が多いほどヤング係数が高まる傾向が見られた。一般的に林齢があがるほど成熟材の割合が増え強度が高まると言われるが、この調査においても年輪数に比例して強度が高まる傾向が見られた。(図4)

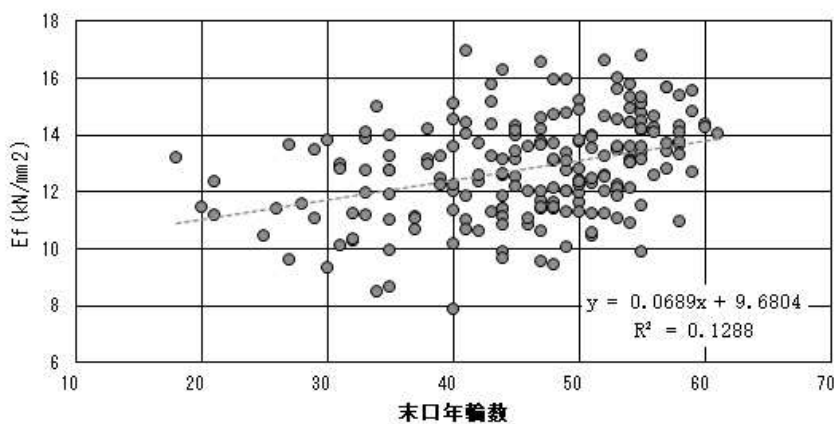


図4 林齢(末口年輪数)と強度の関係

### 3. 3 丸太の1番玉と2番玉以降の比較について

1番玉と2番玉以降の丸太が混在した調査地2ヶ所において、2ヶ所とも1番玉と2番玉以降で強

度の差は見られなかった。3番玉以降はごく少数しか含まれていないと考えられるので、2番玉は1番玉と同様の強度があると推定された。(図5)

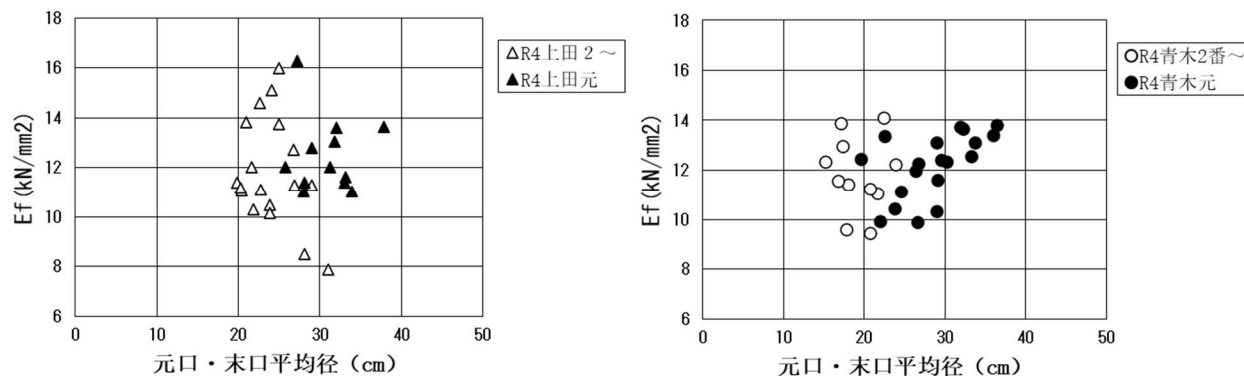


図5 1番玉と2番玉以降の強度比較(両グラフとも黒が1番玉、白が2番玉以降のもの)

### 3. 4 丸太の密度と強度の関係

これまでに測定した丸太は、 $\text{m}^3$ 当たり 800 kg 台後半から 1,000 kg の範囲に集中し、Ef 径級が 150 になる丸太もこの範囲に集中した。(図 6)

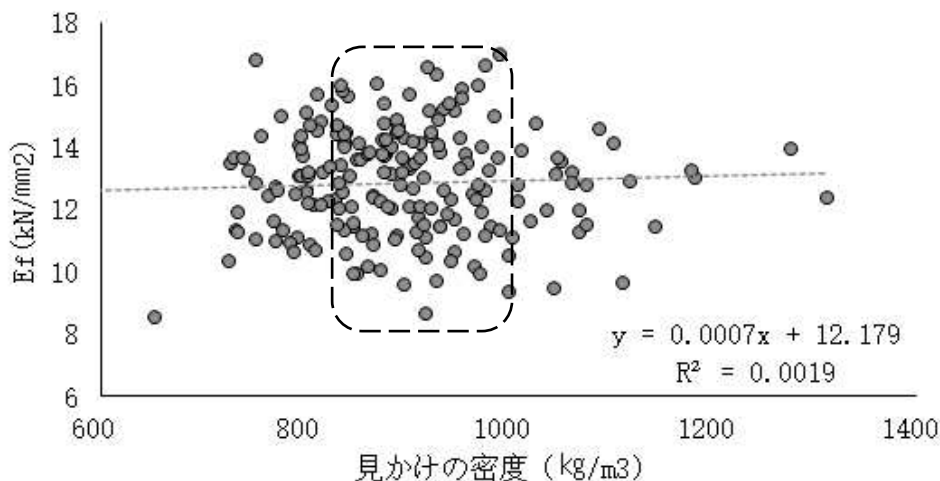


図 6 丸太の密度と強度の関係

## 4 これまでの測定結果と今後の調査

### 4. 1 測定結果のまとめ

これまでに測定したカラマツ 200 本において、Ef 径級 150 超えが 3 割、130 超えが 7 割とおおよそ強度が高い傾向となった。末口年輪数が増えるほどヤング係数が高い傾向となり、林齢の高齢化により成熟材の割合が増えていることが考えられた。1 番玉と 2 番玉以降で強度の違いは見られず、また、標高と強度の相関も見られなかった。

### 4. 2 今後の調査

上小地域の認証森林は、県や市町村、財産区など 13 団体の所有森林で構成されている。この中で強度の高いカラマツの分布を明らかにするには、所有面積の大きい森林で出来る限り多くのデータ収集を行い、また、標高や地位などの生育条件と合わせて分析する必要がある。並行して、強度の高いカラマツのニーズ収集を行うとともに、土場において強度別の仕分けが出来るよう簡易な強度測定の方法を研究機関と連携しながら模索したい。

# カラマツ大径材の心去り平角材利用の検討

－JAS（製材）の性能評価－

長野県林業総合センター木材部 奥原祐司

## 1 はじめに

県内人工林の過半を占めるカラマツ林は、成熟期を迎えており、13 齢級がピークとなっています<sup>1)</sup>。しかし、カラマツの人工林面積上位3 道県と比較すると5 齢級以下は極端に少ない状況にあることから、主伐・再造林を促進し、若返りを図るとともに資源を有効に活用しなければなりません（図-1）。今後、13 齢級を中心に伐採量の増大が見込まれるカラマツ林からは曲げヤング係数が高い丸太が生産されると想定されますが、現在は曲げヤング係数を用いた丸太販売は行っておらず、主な用途は合板であり、高い曲げヤング係数を活用できていません。

そこで、県内の製材工場が製造可能、かつ、高い曲げヤング係数を活かすには日本農林規格（以下、JAS という）の平角材が有効です。しかし、カラマツは、既往の研究で過度な高温乾燥による曲げ強さの低下が判明しています。今回は、製材の JAS の基準強度<sup>2)</sup>に対応する平角材の乾燥方法とその強度性能を紹介します。

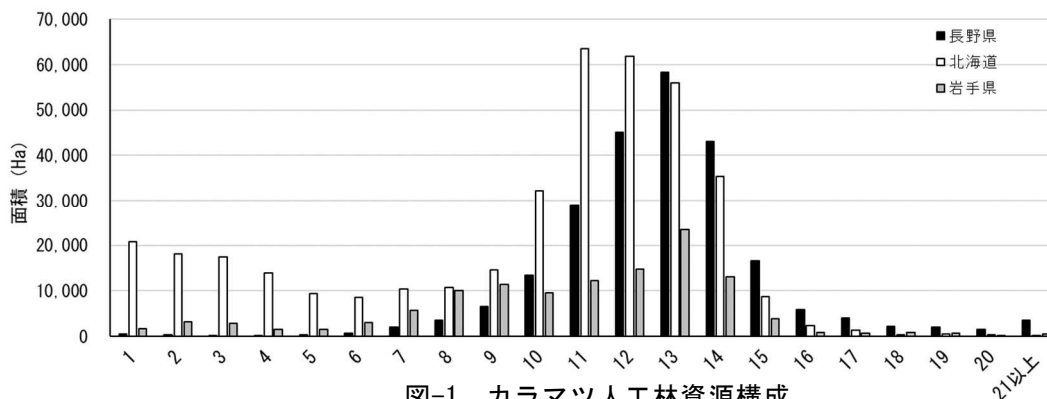


図-1 カラマツ人工林資源構成

## 2 製材の JAS とは

建築に用いる製材品については、寸法、材質、強度性能等の品質が明確で安全性に優れた規格製品の供給が重要であり、見た目では判断できない曲げヤング係数や含水率等を数値化し表示する JAS 認証制度があります。また、製材の JAS には複数の区分があり、今回の平角材は構造用製材となります。構造用製材には、「目視等級区分（以下、目視等級という）」と「機械等級区分（機械等級という）」があります。目視等級とは、人が節などの材面の欠点を測定し、3つに区分するものです。一方、機械等級とは、グレーディングマシン等の機械が曲げヤング係数と含水率を測定し6つに区分します。よって、高い曲げヤング係数を活かすには目視等級よりも機械等級の方が有利となります（写真-1、表-1）。

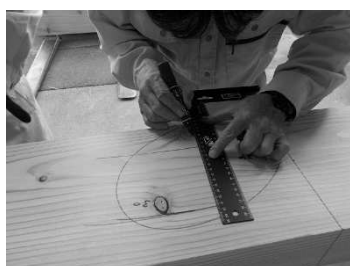


表-1 強度設定区分

区分	目視等級	機械等級
曲げヤング係数	設定なし	6段階
曲げ強さ	3段階	6段階

写真-1 左：目視等級、右：機械等級（グレーディングマシン）

### 3 横架材（平角材）とは

建築物の水平方向に使用される部材（梁・桁など）であり、正角材（正方形）よりも断面の大きな平角材（長方形）が使用されます。平角材には髄を含む「心持ち材」と髄を含まない「心去り材」があり、今回は、「心去り材」による試験を実施しました（図-2）。

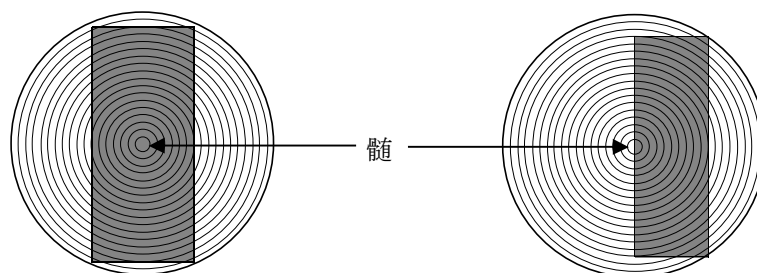


図-2 平角材（左：心持ち材、右：心去り材）

### 4 「曲げヤング係数」とは

曲げヤング係数とは「たわみ難さ」です。図-3 は、同じサイズの板材に子供が乗っており、たわみ量が左右で異なり、左はカラマツの板材、右はスギの板材とした場合、カラマツよりも曲げヤング係数が低いスギの板材は、同じ断面積でもたわみ量が多くなります。よって、曲げヤング係数が低いスギの板材でカラマツの板材と同じたわみ量にする場合は、断面積を大きくする必要があります。

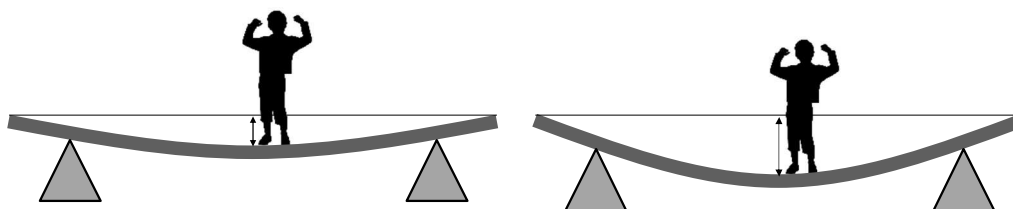


図-3 曲げヤング係数のイメージ図

曲げヤング係数を必要とする建築部材は横架材（平角材）です。図-4 の右の平屋の場合は、屋根の重さを支えるだけなので細い点線部分の横架材になります。一方、左のビルの場合は、1階の横架材は2階から9階までの重さを支える必要があるため、平屋と同じ曲げヤング係数の横架材を使用した場合は、大きな断面（太い点線部分）が必要となります。ビルの横架材の断面が大きくなれば空間が狭くなってしまいますが、高い曲げヤング係数の横架材ならば断面が小さくなり、空間が広がります。横架材にとって曲げヤング係数は重要な因子です。

木造のビルは今のところ少ないですが、今後、「都市（まち）の木造化推進法」により増加すると予想され、高い曲げヤング係数のカラマツ丸太に注目が集まるかもしれません。

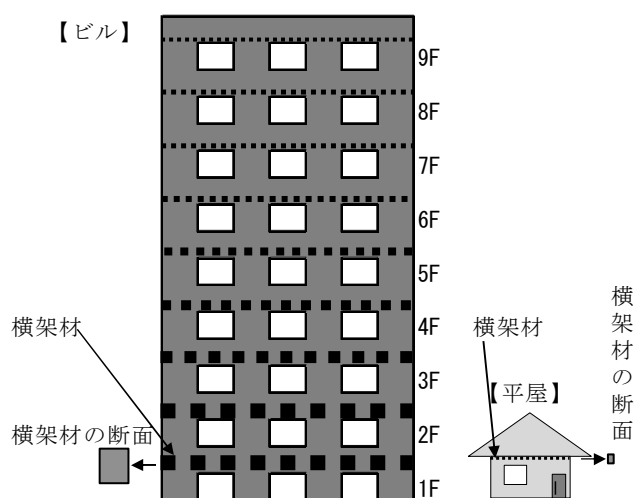


図-4 ビルと平屋の横架材イメージ図

## 5 含水率とは

木材の中に入っている水分量であり、**図-5** のとおり表します。木の重さと水の重さが同じ場合は含水率 100%、水の重さが木の重さの 5 分の 1 なら含水率は 20%になります。見た目では含水率を判断することは出来ませんので、**写真-1** のグレーディングマシンか**写真-2** の高周波式含水率計により測定することになります。なお、流通している JAS 製品（平角材）の多くは含水率 20%ですが、もっと高い含水率になると曲げヤング係数は低くなり、かつ、施工後に含水率が少しずつ低下することで平角材が変形クレームの対象になることから、含水率も横架材（平角材）にとって重要な因子です。

	木材の重さ	水の重さ
含水率 200%	50kg	100kg
含水率 100%	50kg	50kg
含水率 20%	50kg	10kg



図-5 含水率

写真-2 高周波式含水率計

## 6 試験方法

佐久地域のカラマツ丸太 30 本を心去り平角に製材し、蒸気式乾燥機（**写真-3**）により 80℃の中温乾燥を約 18 日間実施しました。その後、実大材曲げ試験（**写真-3**）により破壊し、曲げヤング係数等を測定しました。また、破壊試験後、非破壊部分から含水率を測定しました。



写真-3 左：平角材と蒸気式乾燥機（イメージ）、右：曲げ試験機

## 7 試験結果

含水率は、平角材の断面が大きいため、中心部分の含水率を低くするため 18 日間の乾燥を実施した結果、**図-6** のとおり、表面部の 1 と 7 の含水率は 14%弱、中心部の 4 であっても 17.5%となりました。また、平角材全体の平均含水率は 15.4%となり、製材の JAS の構造用製材の含水率の基準である SD20（含水率 20%）を満足しました。

強度試験の結果は、**図-7** のとおりです。グラフの見方ですが、横軸に曲げヤング係数、縦軸に曲げ強さ（破壊時の強さ）をプロットしました。また、横棒の点線が 3 本ありますが、これは製材の JAS の目視等級に対応する基準強度<sup>2)</sup>です。今回の試験材（白丸）は全て点線の上にありますので、目視等級の基準強度は満足しました。

一方、階段状の実線は機械等級に対応する基準強度<sup>2)</sup>です。機械等級は、6 段階の曲げヤング係数の設定がありますが、今回の試験材（白丸）の約 7 割は、階段状の実線の上であり、基準強度を満足しましたが、残りの 3 割は、階段状の実線の下にあり、節などの影響により曲げ強さが低下したと推測しました。

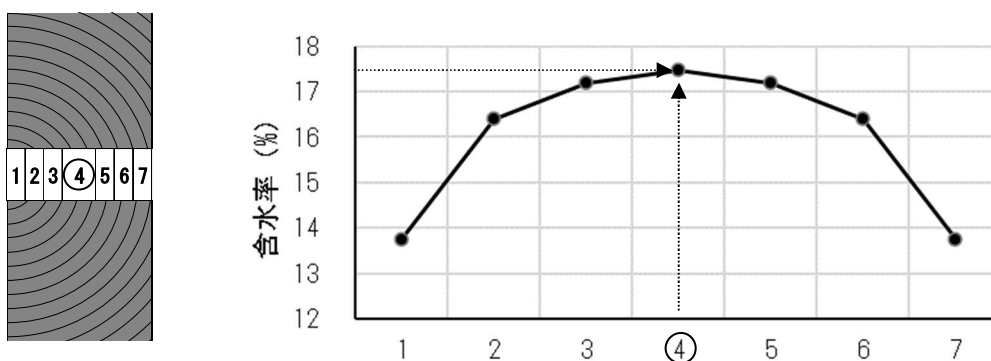


図-6 含水率結果 左：水分傾斜試験片、右：水分傾斜含水率

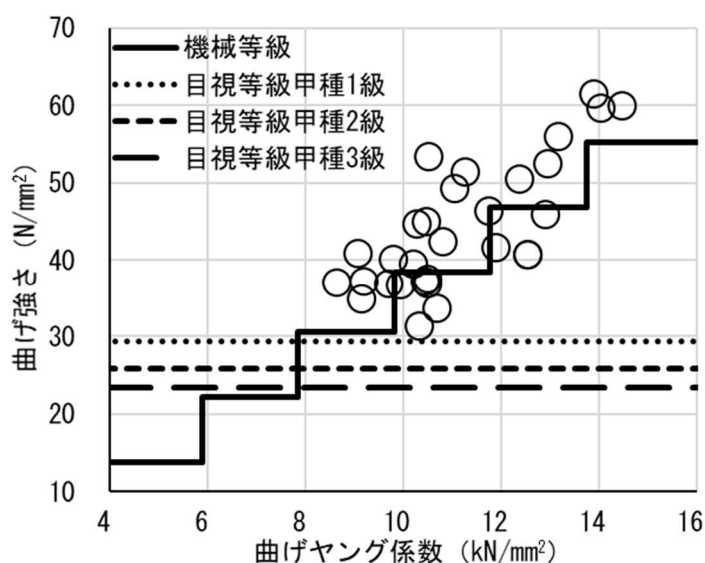


図-7 曲げ試験結果

## 8 まとめ

今回の試験では、心去り平角材 30 本を約 18 日間の中温乾燥した結果、含水率は JAS 構造用製材の SD20 の基準を満足しました。強度性能は、目視等級は全て満足し、機械等級は約 7 割の試験材が満足しました。よって、県内の製材工場が心去り平角材の製材の JAS（目視等級）を取得することが可能となり、また、歩留まり等の課題は残りますが高い曲げヤング係数を活かす機械等級についても取得することが可能と思われます。

## 9 おわりに

今後は、平角材について機械等級の基準強度を満足する乾燥スケジュールの開発や乾燥時間の短縮による乾燥コストの低減などの課題を解決するための試験を続けていきます。また、カラマツは枝打ちを実施していませんが、曲げ強さの低下を考慮すると枝打ちの検討が必要と思われます。最後に、曲げヤング係数が高いカラマツ丸太の有効活用が図られることにより、高齢化したカラマツ林の法正林化が進むことを切望します。

## 引用文献

- 1) 林野庁 HP、森林資源の現況（令和 4 年 3 月 31 日現在）の樹種別齢級別面積
- 2) 木材の基準強度  $F_c$ 、 $F_t$ 、 $F_b$  及び  $F_s$  を定める件（平成 12 年 5 月 31 日建設省告示 1452 号）

お知らせ

## 第2回研究支援功労賞を受賞しました

当センター管理部所属の田中功二主任が、第2回研究支援功労賞を受賞し、令和6年1月18日に東京都内で開催された授賞式にて賞状を授与されました。

研究支援功績賞は、全国林業試験研究機関協議会により令和4年に創設され、「林業・林産に関する試験研究に多大な貢献をした研究支援職員」に対して贈呈されるもので、今回は田中主任を含めた全国で6名が表彰されました。

田中主任は、20年にわたって当センターで勤務され、電気工事士やボイラー技士等数の資格を發揮して、試験研究機器の修繕や部品交換などを行うほか、機械の運転などにも尽力され、試験研究を陰で支える存在として高く評価されました。



全国林業試験研究機関協議会長から表彰状を授与される田中主任

(育林部 小山泰弘)

## 森林利用学会賞を受賞しました

当センター育林部の大矢信次郎主任研究員が、2023年度森林利用学会賞を受賞し、令和6年3月11日に開催された森林利用学会の総会で、賞状と盾を授与されました。

森林利用学会賞は、森林作業や森林機械、森林土木をはじめとする森林利用学に関して、学術的並びに実務的に優れた業績によって貢献した方に贈られる賞で、毎年原則として1名が表彰されています。

大矢主任研究員は、主伐再造林が進まないのは、再造林コストが高いことが原因であると考え、現在では一般的に行われるようになってきた伐採から造林までを一気に行う一貫作業に加えて、植栽前の林地を整備する「地ごしらえ」作業を伐採作業で使用した林業機械で行う「機械地ごしらえ」の効果を検証し、適切な機械地ごしらえを行うことで、植栽後の下刈りも軽減できる技術を開発してきました。

今回、受賞した「再造林コスト低減技術の開発」は、主伐再造林を効率的に進めるために欠かせない技術として、県内事業者への導入が進められており、本県の主伐再造林を進める一助としてさらなる活躍が期待されます。



(育林部 小山泰弘)

掲載記事に関する詳しい問合せ等は、林業総合センター指導部までお気軽にどうぞ。

郵便番号 〒399 - 0711

所在地 長野県塩尻市大字片丘5739

TEL 0263-52-0600

FAX 0263-51-1311

URL <http://www.pref.nagano.lg.jp/xrinmu/ringyosen/>

E-mail ringyosogo@pref.nagano.lg.jp