

技術情報

No.166
2022.3

長野県林業総合センター



マツノザイセンチュウ被害の拡大防止のため、
林業総合センター構内のアカマツ林を伐採しています

もくじ

一年生カラマツコンテナ苗の生産に向けて	2
原木シイタケ栽培の省力化技術の開発 ～封ロウを省略した栽培方法の検討～	4
丸太の強さを知る ～丸太のヤング係数の測定～	6
お知らせ	8

一年生カラマツコンテナ苗の生産に向けて

1 はじめに

長野県の人工林は、民有林と国有林を合わせて440千haほどあり、そのうちカラマツは約55%（約240千ha）と半分以上を占めています。カラマツの多くが12歳級以上で伐期を迎えており、いま、主伐・再造林が盛んに進められています（図-1）。カラマツの植栽面積が急増する中で、苗木の需要も非常に増加しており、近年は特にコンテナ苗の割合が大きくなっているところです。一方、カラマツ苗の生産においては、裸苗でもコンテナ苗でも育苗期間が約2年かかるため、急に需要が高まっても需給の調整をすることが困難です。

県内のコンテナ苗の生産現場では、苗畑で1年間育苗した幼苗をコンテナに移植し、もう1年育苗する方法が主流となっています。これに対し、コンテナに直接播種する方法や、育苗箱やセルトレイで発芽させた直後の毛苗を移植する方法が近年提案されており、既に一部の生産現場ではこの方法が採用されています。直接播種や毛苗移植であれば、1年で出荷規格を満たす苗生産ができる可能性があり、需給調整の精度向上や生産コストの削減にもつながることが期待されています。また、品質の良い苗の効率的な生産に向け、植物の光合成を活性化するとされる酸化型グルタチオンを配合した肥料（製品名：カネカペプチド）の活用が検討されています。当センターでは一年生コンテナ苗の育苗試験や植栽試験を実施していますので、その概要をご紹介します。

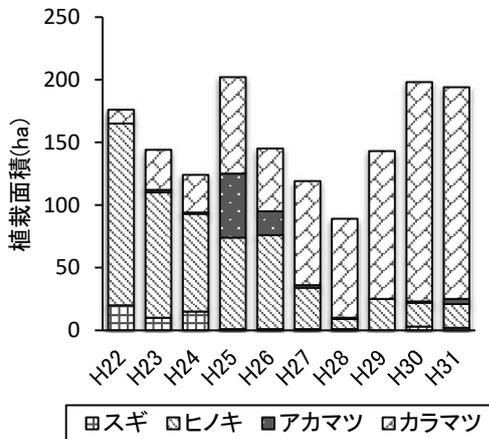


図-1 長野県民有林の主要4樹種植栽面積の推移 (令和元年度長野県林業統計書をもとに作成)

2 一年生カラマツコンテナ苗の育苗・植栽試験

2-1 育苗時の元肥と追肥の検討

2021年度に実施した育苗試験では、ヤシガラ培地を詰めた300ccスリット入りコンテナにセルトレイで発芽させた毛苗を移植し、この際、元肥として肥効期間の異なる緩効性肥料を組み合わせ、培土1Lあたり20g混和しました（表-1）。その後、追肥として6月中旬から7月中旬までカネカペプチド（以下G）またはハイポネックス（以下H）液剤を5回または10回、各個体に15ccずつ施用しました。そして、成長休止後に苗高等を計測し、成長量を比較しました。

その結果、各試験区の平均苗高は39.6~59.8cmで、現在の規格（25cm以上）を優に超える苗高となり（図-2）、得苗率も9割前後となりました。元肥が緩やかに溶出する条件（700日区）では、カネカペプチドの施用がより効果的であることが示唆されました。また、元肥の溶出が早い条件（100日区）では、追肥の内容にかかわらず苗高は高くなりますが、形状比（苗高/根元径）も90超と過度に大きくなりました。また、梢端が細い個体も散見され、越冬後および植栽後の状況も確認する必要があります。

表-1 元肥の条件

緩効性肥料の配合		略称
700日タイプ	20g/L	700日区
700日タイプ	10g/L+180日タイプ 10g/L	180日区
700日タイプ	10g/L+100日タイプ 10g/L	100日区

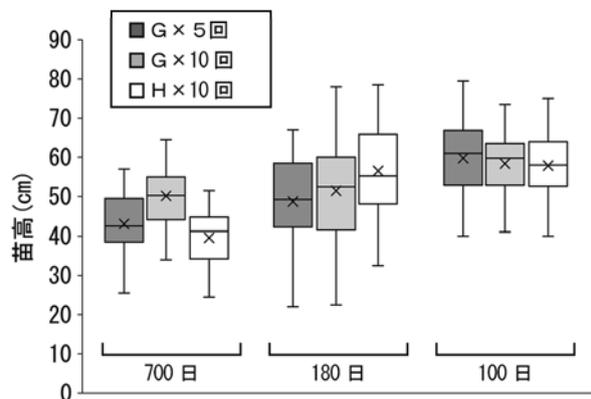


図-2 一年生カラマツコンテナ苗の苗高（12月測定） (箱ひげ図中の×は平均値を、箱内の横線は中央値を示す)

2-2 一年生コンテナ苗の植栽 (2019.12 植栽)

佐久市内の大曲国有林において、2019 年度に県内の3生産者が試験的に生産した一年生苗の植栽試験を開始しました。供試した苗は育苗中にカネカペプチドを施用した一年生苗（以下G）、ハイボネックスを施用した一年生苗（以下H）、従来の方法で生産した2年生苗（以下C）の3種類です。植栽時点の形状にはほとんど差がありませんでしたが、2年後では苗高、根元径とも一年生苗の方が大きくなりました（図-3）。また、生残率についてもカネカペプチドを施用した一年生苗がわずかに高い結果となりました（図-4）。

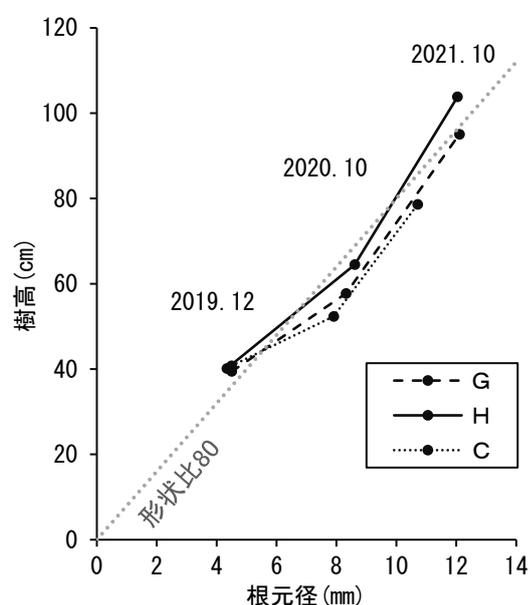


図-3 カラマツコンテナ苗の植栽後の樹高と根元径の推移（大曲国有林）

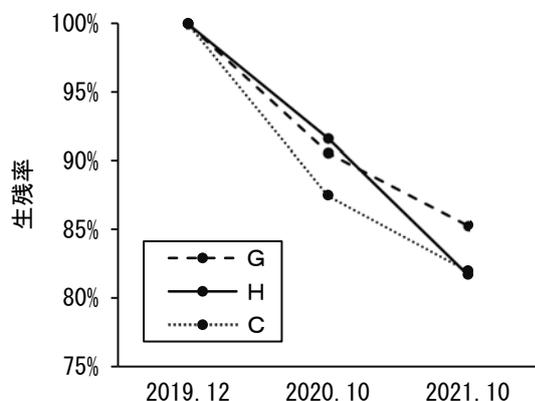


図-4 カラマツコンテナ苗の植栽後の生残率推移

2-3 植栽時の施肥の検討 (2020.5 植栽)

当センター構内においても、2019 年度に当センターでカネカペプチドを施用して試験育苗した一年生苗を植栽しました。この試験地では、植栽時施肥の方法と初期成長の関係を調査するため、2タイプのカネカペプチドを使用し、コンテナ根鉢を液剤に浸漬した区（以下 W2）、植穴に粒剤を投入した区（以下 R1）、施肥なし区の3区を設定しました。その結果、今回の方法では施肥の有効性が確認できませんでした（図-5）。なお、各区 30 個体を植栽していますが、枯死は R1 区の 1 個体のみでした。

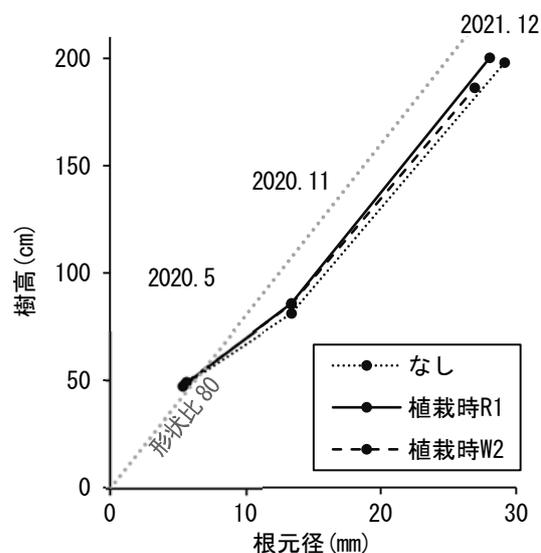


図-5 植栽時に施肥をした一年生カラマツコンテナ苗の樹高と根元径の推移（構内）

3 おわりに

これまでの試験から、直接播種や毛苗移植を採用した上で施肥内容を工夫することで、一年生のカラマツコンテナ苗の生産は十分に可能と考えます。また、一年生コンテナ苗は従来の製法によるコンテナ苗と遜色のない成長を示し、活着率や生残率にも問題がないことが分かりました。しかし、今回紹介した施肥条件では得苗率は良いものの、条件によっては苗の形状に問題がありました。苗の形状は植栽後の生存率や初期成長に影響するため、その調整が課題となっています。これに対し、施肥の最適化のほか、コンテナ容量や育苗密度に関しても検証に取り組む必要があると考えています。

品質の良い一年生コンテナ苗を効率的に生産できるよう、引き続き知見を集積していきます。

（育林部 二本松）

原木シイタケ栽培の省力化技術の開発 ～封ロウを省略した栽培方法の検討～

1 はじめに

原木シイタケ栽培（以下「原木栽培」）は、コナラやクヌギなどの広葉樹の原木を使ってシイタケを栽培する方法であり、日本では江戸時代に始まったとされています。江戸時代は広葉樹を伐採したまま山中に放置し、シイタケ胞子の自然感染を待つ方法でしたが、時代と共に進化し、戦後の純粋培養種駒の普及を契機にその生産量が飛躍的に増大しました。一方で、重い原木を扱い、人力作業も多いことから、生産者の負担が大きいことが課題となっています。

そこで、当センターでは原木栽培における労働負荷軽減や経費削減を図るために、標準的な作業内容を見直した省力化技術の開発に取り組んでいます。今回は植菌作業に係る省力栽培方法について検討した結果を報告します。

2 封ロウ省略栽培とは

原木栽培では原木に種菌を接種（植菌）することから栽培が始まります。種菌には、木片駒（木片にシイタケ菌を蔓延させたもの）、オガクズ種菌（オガ粉にシイタケ菌を蔓延させたもの）、成形駒（オガクズ種菌を駒状に成形し上部に発砲スチロールの蓋をつけたもの）の主に3種類があります。オガクズ種菌は、種菌の乾燥防止や害菌対策のため、種菌表面にロウを塗布（以下「封ロウ」）するのが一般的ですが、封ロウに係る手間や材料の購入など生産者の負担が大きいのが現状です（写真-1）。

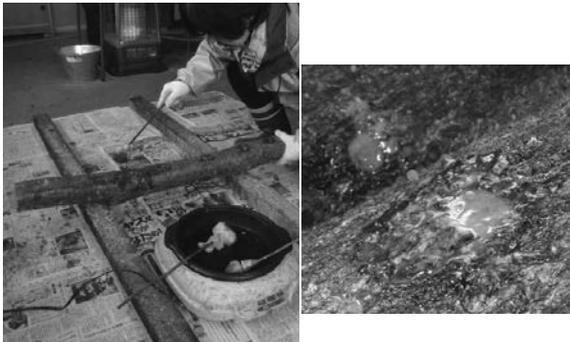


写真-1 封ロウ

左：封ロウ作業状況、右：封ロウ後の種菌の表面

そこで、この封ロウを省くことができれば、労働負荷軽減や経費削減が可能になると考え、封ロウを省略した栽培方法の検討を行いました（写真-2）。

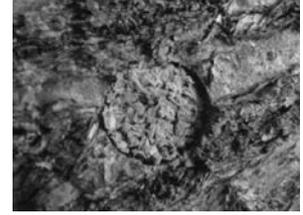


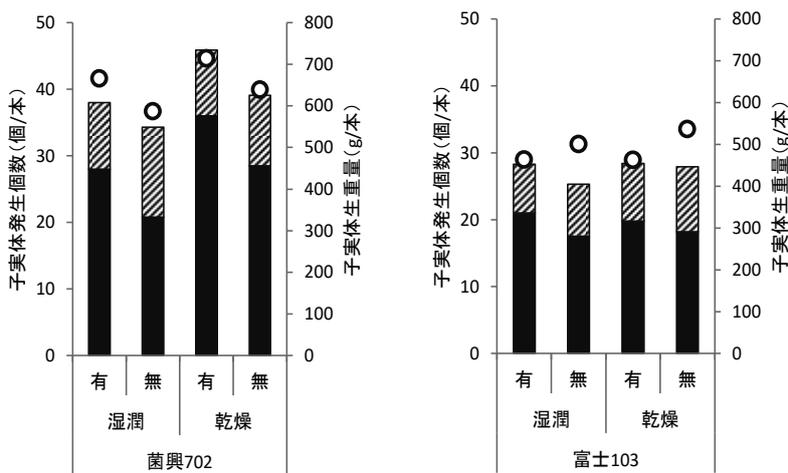
写真-2 封ロウを省略した種菌表面

3 封ロウを省略すると乾燥や害菌の影響を受けるのか？

一般的な原木栽培では、植菌後にホダ木をシートなどで覆って保温・保湿管理を行います。これは仮伏せと呼ばれ、種菌から原木内にシイタケ菌を確実に活着させるための重要な作業です。封ロウを省略した場合、種菌表面が剥き出しになっていることから、仮伏せ中の乾燥や、害菌に汚染されるなど、シイタケ菌の活着に悪影響が及ぶことが考えられました。そこで、封ロウを省略した場合の、仮伏せ中の管理がその後の子実体発生に及ぼす影響を調査しました。

調査結果を図-1に示します。仮伏せ中湿潤状態で管理した試験区と乾燥気味に管理した試験区の間で、2品種ともに子実体発生個数・生重量に大きな差は無かったことから、少なくとも今回の条件下においては封ロウを省略しても仮伏せ中の乾燥の影響をほとんど受けないことが分かりました。また、害菌汚染を受けたホダ木も見られませんでした。

一方、封ロウ有無別の子実体発生量を比較すると、品種によってその傾向が異なることが分かりました。富士103は封ロウ有無別で発生量に大きな差は見られませんでした。菌興702は封ロウ無区の発生量が有区に比べ少ない傾向が見られました。このことから、封ロウを省略した栽培方法には、適した品種とそうでない品種（品種間差）があると考えられました。



■ 2017年(H29)子実体発生個数 □ 2018年(H30)子実体発生個数

○ 生重量(2017・2018年合計値)

図-1 封ロウ省略栽培 仮伏せ中の乾燥の影響に関する栽培試験

注) 有：封ロウ有区、無：封ロウ無区、湿润：仮伏せ中2~3日に1回散水管理、乾燥：仮伏せ中2~3週間に1回散水管理。

4 植菌当年の子実体発生への影響は？

オガクズ種菌や成形駒は、木片駒に比べ原木1本に数多く植菌し、早く原木内にシイタケ菌を蔓延させ、植菌した年の秋頃から子実体を発生させます。3で紹介した試験は、植菌した翌年以降の調査でしたので、次に植菌当年の子実体発生について調査を行いました。

調査結果を図-2に示します。菌興706の封ロウ有区の生重量はホダ木1本あたり262gに対して、封ロウ無区は188gと少なかった一方で、富士720では、封ロウの有無別で大きな差はありませんでした。このことは、3で紹介した植菌翌年以降の調査結果と同様に、植菌当年発生においても、品種間差があると考えられました。

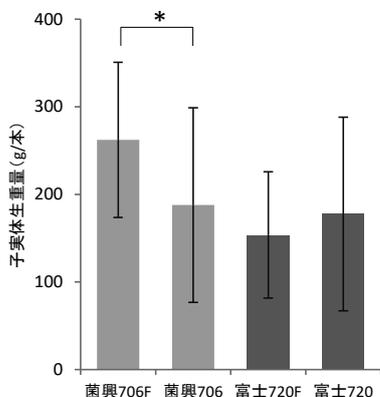


図-2 封ロウ省略栽培 植菌当年の子実体発生試験

注) 品種の後に「F」がつくものが封ロウ有区。何も付かないのが封ロウ無区。垂線は標準偏差を示す。「*」は両者の間に有意差があることを示す。(T検定、 $p < 0.05$)

植菌当年の子実体発生は、主に植菌した(封ロウ)箇所から発生するとされます。今回の試験においても、封ロウ有区では子実体発生のおよそ100%が封ロウ箇所からの発生でした。一方、封ロウ無区では植菌箇所からの発生は非常に少なく、ほとんどが樹皮からの発生でした(写真-3)。樹皮からの子実体発生の有無(発生のしやすさ)には、品種により違いがあることが考えられました。現在、このことをヒントに調査を継続しています。



写真-3 植菌箇所直近の樹皮から子実体が発生している状況(封ロウ無区)

5 おわりに

原木栽培は、山村地域の森林資源や森林空間を有効活用した環境負荷の少ない、持続可能な産業です。林業総合センターでは引き続き、原木栽培における労働負荷軽減及び効率的な栽培技術開発に取り組み、持続可能な栽培技術の提案を行っていきたいと考えています。今回の報告内容が原木栽培に関わる皆さんの参考になれば幸いです。

(特産部 片桐)

丸太の強さを知る

～丸太のヤング係数の測定～

1 はじめに

近年は合板へのカラマツの需要が高まっていますが、合板以外への利用は多くありません。大径化したカラマツの合板以外の利用が課題となっています。

そのような中、当センターでは、梁桁材の最適な乾燥方法と強さの関係、大径材を利用した高強度梁桁材の開発などに取り組んでいます。また、長野県の現地機関である地域振興局等の依頼により、丸太の強さの計測方法について技術指導を行っています。

今回は、意外と簡単に計測できる「丸太の強さの測り方」について紹介します。

2 丸太のヤング係数について

木材の強さはヤング係数（たわみ難さ）と破壊強さ（強度）で評価されます。

ヤング係数と強度は比例しますので、材料の破壊を伴わないヤング係数は、強度を推測するには最適な方法とされています（図1）。



図1 木の強さは

丸太（素材）においても、このヤング係数を計測する方法として、素材の日本農林規格^{※1}（以下JASという）により定められています。

3 測定方法について

JASに記載されているヤング係数を算出する式は次のとおりであり、正式には「縦振動ヤング係数」と言います。

縦振動ヤング係数(単位：Gpa 又は 10^3 N/mm^2)

$$E_f = (2 L f)^2 \rho / 10^9$$

L：材長 (m)

f：固有振動数 (Hz)

ρ ：見かけの密度

上式の L、f、 ρ の3つが判れば、ヤング係数 (E_f) が算出できます。このうち、現場では、L、f は測定で判明しますが、 ρ は、次の計算方法により算出します。

見かけの密度 (単位： kg/m^3)

$$\rho = W / (D^2 \times \pi / 4 \times L \times 1 / 10,000)$$

W：重量

D：両木口の最大径と最小径の
平均を平均した値 (cm)

π ：3.14 とする

L：材長 (m)

上式 D を算出するため、現場での測定は、末口側、元口側に一人ずつ立ち二人で材長と合せて計測、記録者の三人以上で行えば素早くできます。

伐採した直後の丸太は水分が多いため、重量を計測するには、150 kg程度までしか測れない体重計のような秤ではなく、丸太を持ち上げながら測る「クレーンスケール」など特殊な秤 (0.1 kg単位まで測定) が必要になり、また現場で丸太を吊り上げる重機やスリングベルトが必要になります (写真1)。

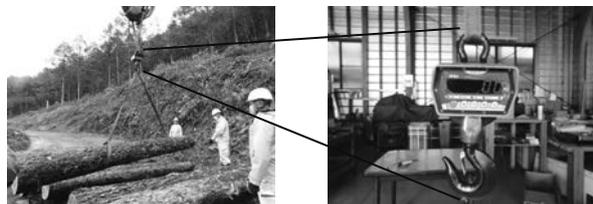


写真1 計測状況及びクレーンスケール

重機等で丸太を吊り上げた時に、固有振動数も合せて計測します。一方の木口からハンマーで打撃し、丸太を振動させ、反対木口において、固有振動数 (周波数) を拾いますが、振動に影響を与えないように、空中に浮かした状態で計測した方が、他の物体との接点がなく (スリングベルトは

緩衝材となり)、より正確な振動数が取れます。その時、丸太が大きく揺れるほど打撃する必要はなく、また、打撃後ハンマーを丸太に接触させないようにします。

固有振動数測定装置は、最近ではスマートフォンのアプリとして販売されており、これまでの音を拾って周波数に変えるものではなく、木口に受信機を直接当てて、振動数そのものを拾って表示する装置です(写真2)。

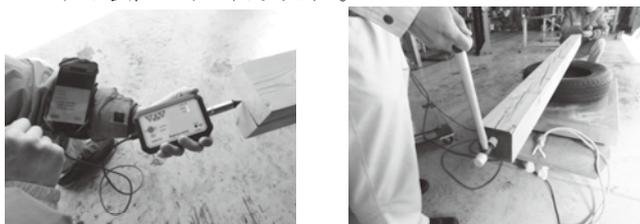
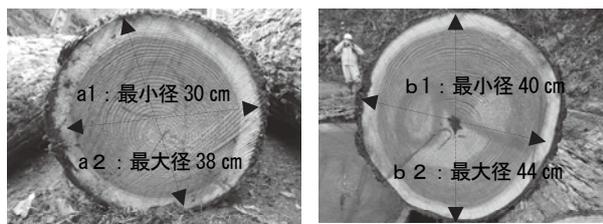


写真2 スマートフォンを使用した固有振動測定装置とハンマーでの打撃(角材の例)

計測から計算例を次のとおり示します。



末口 元口
写真3

写真3のとおり、両木口を計測し、(樹皮の厚さは計測しない)材長は4.0mとした場合、

D (平均直径)の算出 (単位: cm)

丸太	末口 (A)			元口 (B)			D (A+B)/2
	a1	a2	平均 (a1+a2)/2	b1	b2	平均 (b1+b2)/2	
No. 9	30	38	34	40	44	42	38

見かけの密度の算出

D (cm)	D ²	材長 (L) (m)	π	丸太の体積(V) (D ² × π / 4 × L)
38	1,444	4.0	3.14	4,534

重量が400 kgと計測した場合、

W (kg)	V	見かけの密度(ρ) (W/V × 10,000)
400	4,534	882

見かけの密度は、882 kg/m³となります。

固有振動数をスマートフォンを使用して、周波数450Hzと計測した場合、

固有振動数 (f)	材長 (L)	見かけの密度 (ρ)	ヤング係数 (Ef)	
			(2 × L × f) ²	× ρ / 10 ⁹
450	4.0	882	12,960,000	11.4

Ef=11.4 kN/mm² となり、JAS 区分によるとEf110となります。面倒な計算ですが、エクセル表を作成すれば、簡単に算出できます。

4 測定事例について

令和3年度、松本市奈川のカラマツ主伐地で計測した結果は、表1のとおりです。

ヤング係数の分布を図2に示します。

表-1 測定結果 (n=12)

No.	末口		元口		長さ (m)	縦振動周波数 (Hz)	重量 (kg)	見かけの密度 (kg/m ³)	Ef (kN/mm ²)
	短径 (cm)	長径 (cm)	短径 (cm)	長径 (cm)					
平均値	30.8	33.2	35.1	37.8	4.080	480	343	909	14.02
最小値	25.5	28.5	28.5	30.5	4.060	445	228	855	11.89
最大値	37.5	40.0	41.5	43.0	4.120	523	479	996	17.99
標準偏差	3.51	4.05	4.30	4.83	0.02	22.88	70.84	39.20	1.63
変動係数(%)	11.43	12.21	12.23	12.28	0.41	4.76	20.83	4.31	11.66

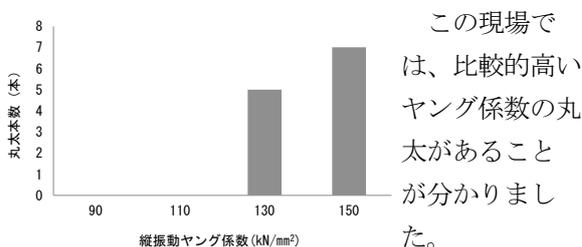


図2 縦振動ヤング係数分布

5 おわりに

ヤング係数は、算定式からも分かるように、見かけの密度が大きいほど高くなります。木材は早材よりも晩材の方が、密度が高いと言われているので、今回の伐採現場の丸太は晩材の比率が比較的高いことが予想されます。

木材は生物材料であるため、均一でなく個体差があり、同じ地域でも山の傾斜方向や標高や林齢によって密度が違ってくる可能性があります。

今後、県下各地域で強い丸太の分布を見える化することで、将来の丸太販売時に有利になるかも知れません。

(木材部 吉川達也)

《引用参考文献》

※¹: 「素材の日本農林規格」: 農林水産省告示

お知らせ

第34回 研究功績賞を受賞しました

当所の今井信所長が「長野県産針葉樹を利用した接着重ね梁の開発と実用化」を進めた業績により、令和4年2月に全国林業試験研究機関協議会の研究功績賞を受賞しました。

研究功績賞は、都道府県の林業試験研究機関に勤務する研究職員が、長期にわたって地域の森林・林業及び木材産業に関わる研究に対して顕著な業績をあげた方々に贈られるものです。

今井所長は、高齢大径化が進む県内カラマツ林で、大径材の有効活用を目指し、国産材の利用割合が非常に少ない梁桁材としての活用を目指し、接着重ね梁の開発に取り組んできました。

平成18年から開発を進めてきた接着重ね梁は、製材、乾燥、接着、強度について、性能評価を繰り返し、建築用材としての使用が十分に可能であることを検証してきました。

特に、構造材として全国で利用していくためには、国土交通大臣により建築基準法37条の認定を得ることが必要であり、多くの実証試験を重ね



ることが必要でした。これらの試験をおこなうことで、平成30年までに3タイプの接着重ね梁が国土交通大臣認定を取得しました。

これにより、意匠性の高い構造材として全国各地の木造建築に利用できるようになり、開発から実用化までの長野県の努力が認められたものです。

(指導部)

伐採練習機の活用が始まっています

林業が危険な産業と言われる原因の一つに、その労働災害の発生割合の高さと、死亡事故の多さが挙げられます。中でも、立木の伐倒作業とその後の造材作業中の事故が減らないことは、労働安全上の大きな課題となっています。

その対策として、令和2年度に立木を用いなくても伐倒作業の練習を行うことができる伐倒練習機を2台導入し、令和3年度から当所の主催研修での活用を始めています。

練習機を使った受講生からは、実際に使ってみたいとの声もきかれたこともあり、県内の林業事業者等で行う安全教育指導に活用できるように、伐倒練習機を貸与する仕組みを整備しました。

今後は、整備した練習機の有効活用に向けて、

安全な林業が定着していくように努力を進めてまいります。



(指導部)

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(代) 直通 0263-88-7003 FAX 0263-51-1311

URL <https://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/>

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