

## 広島県内に成育しているコウヨウザン

技術支援部 涌嶋 智

### 1 目的

庄原市川北町にある早生樹コウヨウザンの林分（以下「庄原林分」）は、国内有数の面積と本数を誇りますが、広島県内においてはこの他にも社寺林を中心としてコウヨウザンが単木で成育している事例が数多くあります。本研究は、このような広島県内に成育しているコウヨウザンの状況を明らかにすることを目的として行いました。

### 2 内容

調査方法：県内に成育しているコウヨウザンの調査は、平成26年度から林業課と協力して開始し、県内の森林組合や森林所有者、個人などへの個別の聞き取りや電話等による情報提供を受け、これらをもとに現地確認調査を行うほか、主要な道路沿いを中心に探索を行いました。

調査項目：成育場所の状況（神社境内、寺院敷地、公園内、学校林、個人庭など）、GPSによる位置情報、樹高、胸高直径、樹形や折損被害の有無、球果着生状況、萌芽・ひこばえの発生状況などを調査しました。

### 3 結果

図1に令和4年度時点で調査を行った広島県内のコウヨウザン成育位置図と市町別および成育場所別個所数の円グラフを示します。庄原林分を除き、県内の71箇所計127本が成育していました。このうち5箇所5個体の立木は調査後に伐採されています。成育場所は主に県の北部から西部にかけて分布しており、市町別では三次市、安芸高田市、北広島町が多く、場所別では神社、寺院、個人庭が大部分を占めていました。

写真1は三次市三和町、安芸高田市吉田町に成育しているコウヨウザンの巨木で、いずれも樹高が30m、胸高直径が1.0mを超えています。安芸高田市吉田町の個体については、今からおよそ150年前の江戸時代後期に植えられたとの伝承が残っています。

図2に年平均気温のメッシュ図と成育位置を重ねたものと、気温ごとの成育個所数の円グラフを示します。他県のコウヨウザンは年平均気温が10℃以上の場所で成育していることが分かっていますが、広島県内でも同様の結果であり、温度の面から見ると標高の高い一部の区域を除き、県内のほぼ全域が成育に適した範囲であると考えられます。

図3に成育個体の樹高と直径の関係を示します。庄原林分の平均値（黄丸：斜面の上・中・下）では樹高に対して直径が細いのに対し、単木で成育した個体では樹高に対して直径が太い個体が多くなっています。また、幹が折れて樹高が低い個体もありました。

### 4 活用の方向

今回の調査により、高樹齢の個体を含むコウヨウザンの成育状況が明らかになりました。本調査の結果は今後のコウヨウザンの植栽や育成の参考にしたいと考えています。

県内にはまだ未調査の個体があると思われますので、コウヨウザンが成育している場所をご存じであれば、当センターにお知らせいただければ幸いです。

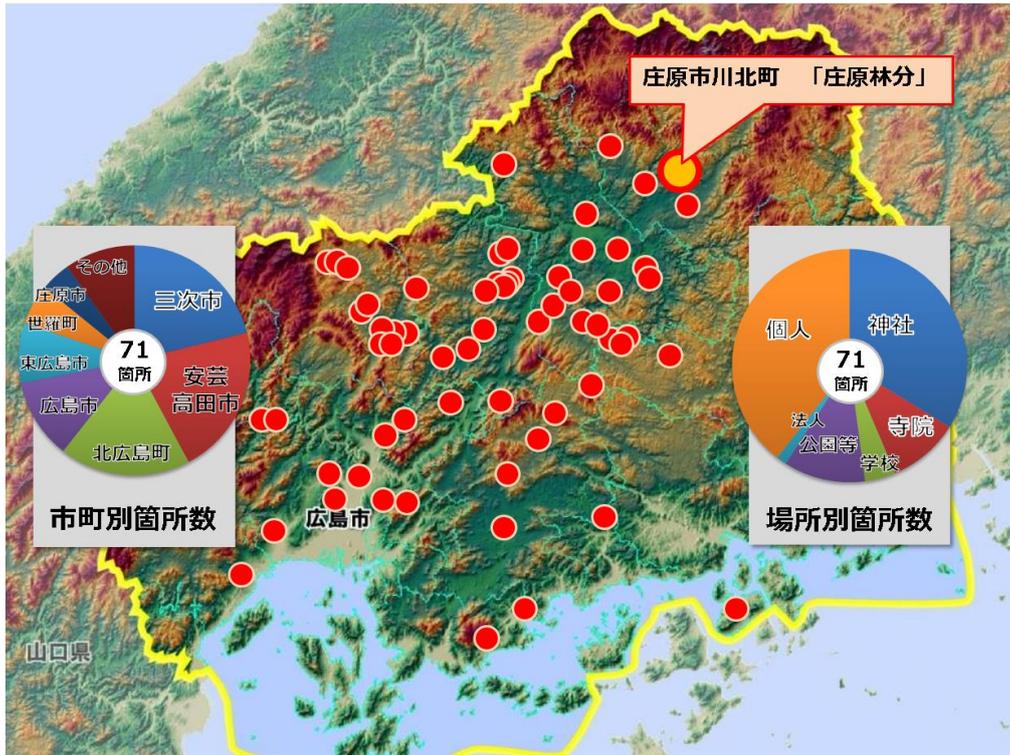


図1 コウヨウザンの生育位置と市町別・所有別の個所数

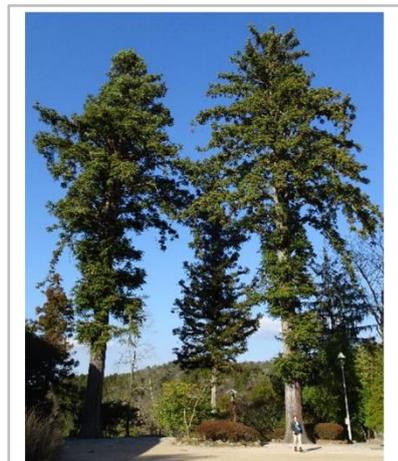


写真1 コウヨウザン巨木

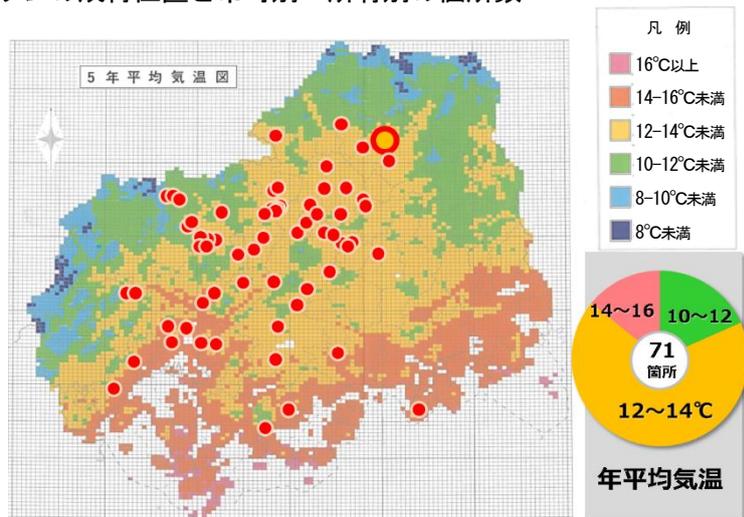


図2 生育地の平均気温

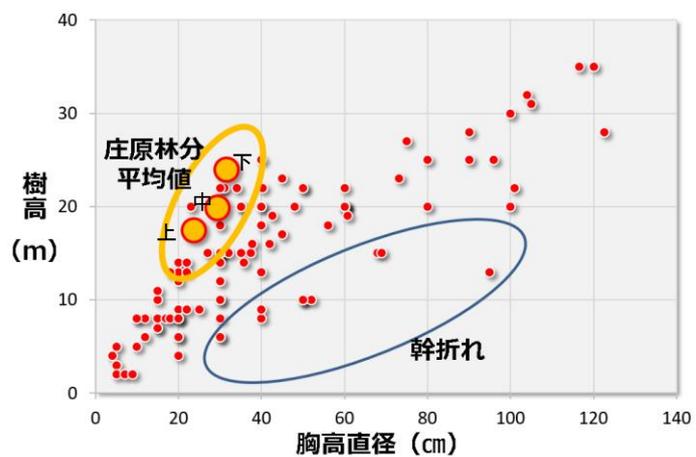


図3 コウヨウザンの樹高と直径

## コウヨウザン植栽試験5成長期の記録

林業研究部 坂田 勉

### 1 目的

コウヨウザンは早生樹として注目されていますが、本県における初期成長はよく分かっていません。そこで、コウヨウザン裸苗をサイズ別に植栽して成長過程を調べる試験地を当センター高平施設（三次市）内に2018（平成30）年4月に設定しました。この試験地に植栽したコウヨウザンの5成長期の記録をまとめ、苗木サイズと初期成長の関係を考察しました。

### 2 内容

植栽したコウヨウザン苗は中国産種子を用いて育成された1年生裸苗で、間引き等は特に行われておらず、苗木の大きさには個体の初期成長の差が表れているものでした。苗木は図1に示すように、大きさ別に20 cmから40 cmまでの4区に分けて、2 m間隔で2列ずつ、植栽密度は2,500本/haで植栽しました。植栽木の保育内容や調査日等は試験の概要として表1に示します。

### 3 結果

5成長期終了時の2022年12月時点の試験地の状況を図1と写真1に示します。樹冠閉鎖が始まって来ましたが、大型のワラビが繁茂していた試験地東側で植栽年の下刈時の誤伐が多く、これらに起因する植栽木の枯損が多く見られました。

5成長期間の各試験区の平均樹高の変化を図2に示します。5成長期目では前年までの試験区間の成長差はなくなりました。（樹高2 m未満の個体を除く）

5成長期での各試験区の樹高、胸高直径の分布を「エクセル統計」を用いて箱ひげ図にしたものを図3、4に示します。図中の菱形は平均値です。樹高や胸高直径の外れ値は植栽初年度の誤伐木や獣害木に対応していました。試験区によって値のバラつきが若干異なるものの、苗木サイズによる差は樹高、胸高直径共に見られませんでした。

次に苗木サイズ毎の成長量を比較するために、樹高伸長割合（伸長量(cm)／伸長前樹高(cm)×100）を求めて比較した結果を図5に示します。なお、この計算は箱ひげ図で外れ値となった個体や調査途中で枯損又は消滅した個体は除外して行いました。

植栽年の第1成長期では20～25、25～30 cmの2区はそれ以上の2区よりも有意に樹高伸長割合が大きくなっていましたが、第2成長期以降は差が無くなっていました。

第1成長期の成長差には、苗木の地上部と地下部の割合が関与している可能性も推察され、初期成長の良い苗木作りのヒントが得られました。

5年間の成長を見ると、2年目の2019年8月時点の平均樹高が1 mを超え、3成長期後の平均樹高が2 m超となっていた、25～40 cmの苗木が良いと考えられました。

### 4 活用の方向

この試験の結果を優良苗木生産や下刈判断などに活用すると共に、この試験地を継続して調査することにより、コウヨウザン林の除・間伐などの育林管理に必要な成長データの蓄積を進めて行きます。

表1 試験の概要

植栽地	林業技術センター三次市高平試験地
植栽日	H30年4月20日
苗木	コウヨウザン実生1年生裸苗(中国産種子)
植栽本数・植栽密度	104本, 2,500本/ha
植栽地の概況	南向斜面上部, 弱乾性褐色森林土(クロボク混じり)
忌避剤, 散布日	コニファー水和剤, 1回目:H30年5月, 2回目:H31年1月
保育管理	全面下刈り:H30年8月17日
	つぼ刈:H30年6月21日(全木), R元年8月2日(50cm以下)
	蔓切り:R元年8月, 9月, R2年12月
調査日	H30/5/11, 11/30, R元/8/8, 11/21, R2/12/17, R3/11/29, R4/12/8

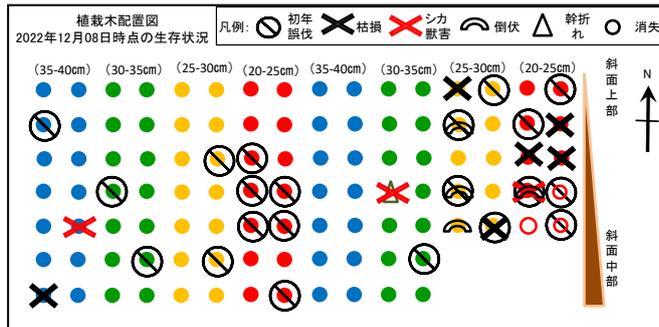


図1 植栽木配置図及び状況



写真1 試験地の状況

(2022年12月13日撮影)

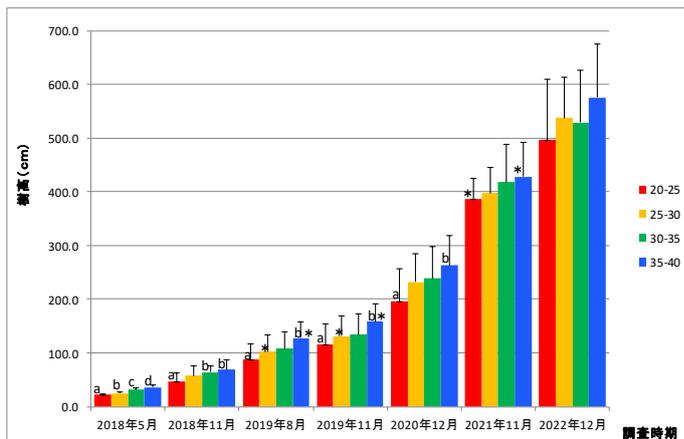


図2 各試験区の平均樹高の変化

(エラーバーは標準偏差, 異なるアルファベット間には1%水準, \*間には5%水準で有意差あり)

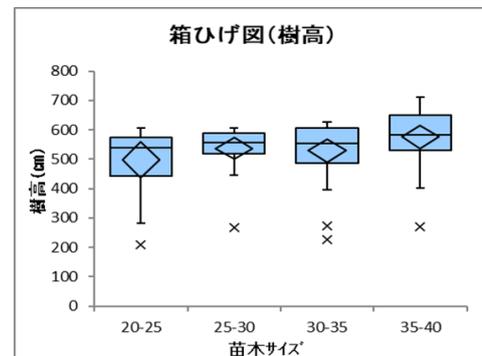


図3 樹高箱ひげ図(第5成長期)

(図内の\*は外れ値, 菱形は平均値を示す。)

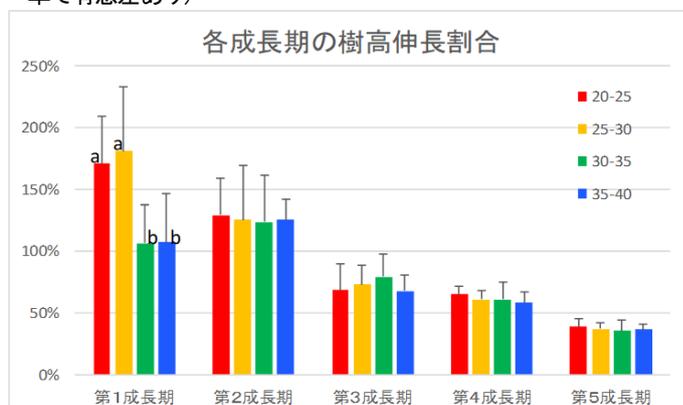


図5 各成長期の樹高伸長割合の変化

(エラーバーは標準偏差, ab間には1%水準で有意差あり)

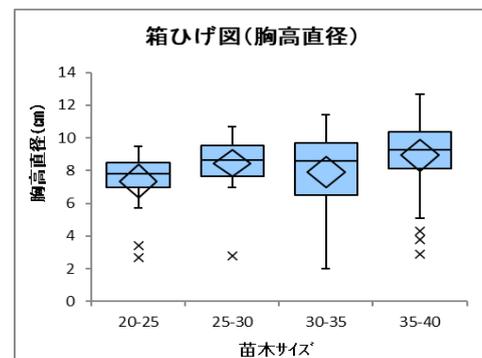


図4 胸高直径箱ひげ図(第5成長期)

(図内の\*は外れ値, 菱形は平均値を示す。)

## 単木保護によるコウヨウザンの獣害防除効果の検証

林業研究部 古本拓也

### 1 目的

コウヨウザンのノウサギ害防除方法について、ノウサギは体が小さいため防護柵の隙間から侵入しやすいこと、さらに造林地で発見することが難しく、防護柵設置時にノウサギごと柵で囲むリスクがあることから、単木保護による防除方法の検証を行いました。

### 2 内容

既にノウサギ害の発生が確認されている造林地に複数の単木保護試験地を設定し、獣害発生を調査しました。

試験地①：忌避剤処理3タイプ（ジラム水和剤系の忌避剤を普通苗に1回散布，2回散布，大苗に1回散布），ツリーシェルター1タイプ（生分解性不織布100 cm）（図1）。

試験地②：ツリーシェルター3タイプ（生分解性不織布100 cmと140 cm，プラスチック製シェルター140 cm），忌避剤処理1タイプ（ジラム水和剤系の忌避剤を大苗に1回散布）（図2）。

### 3 結果

**ノウサギだけがいる造林地では生分解性不織布による防除を推奨：**積雪が無い状況では、図1，図2に示すように、100 cmの資材高で問題なく防除できましたが、秋になって資材上部から抜け出した頂芽にシカ害が発生しました。積雪がある状況では雪上を移動できるノウサギに食害されるため、ノウサギ害を防ぐことができる高さ（70 cmを想定）+造林地で予想される積雪深となる高さの資材を使用する必要があります。不織布は資材単価、施工コストともにプラスチック製シェルターと比較して低く、生分解性のため造林地から回収する必要ありません。支柱には安価な女竹を使用できますが、シカや積雪により破損された事例もあります。

**シカもいる造林地ではプラスチック製シェルターによる防除を推奨：**シカ害防除用のツリーシェルターを使用することでノウサギ害防除も可能です。不織布と比較して資材単価と施工コストは高いですが、資材の耐久性も高いです。

**忌避剤は使用方法の工夫が必要：**忌避剤は、散布直後はノウサギに対する忌避効果があるものの、忌避剤が付着していない伸長した頂芽や、忌避剤が付着していても時間経過により忌避効果が弱まった苗がノウサギ害を受ける被害が発生しました。そのため、年に数回の忌避剤散布を行う必要がありますが、忌避剤によっては年間の散布回数に制限があるため防除効果が途切れる期間が発生します。そこで、忌避剤の活用方法については、積雪時に発生する被害を予防するために、冬前にツリーシェルターから抜け出した頂芽へ散布するといった方法が考えられます。また、ツリーシェルターの破損が発生するような急斜面かつ積雪が多い造林地では、忌避剤単独による防除方法が有効であると考えます。

コウヨウザンの獣害防除ではツリーシェルターによる防除効果が高いですが、図3のように造林地の条件によって種類や資材高を使い分けて低コスト化を図ることが重要です。

### 4 活用の方向

この研究成果を活用し、コウヨウザン造林時の獣害防除方法を確実にを行うことで、成長に優れた苗木を活用した造林の普及につながっていくことを期待します。

※本研究は、農林水産省委託プロジェクト「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発」の支援を受けて行われました。

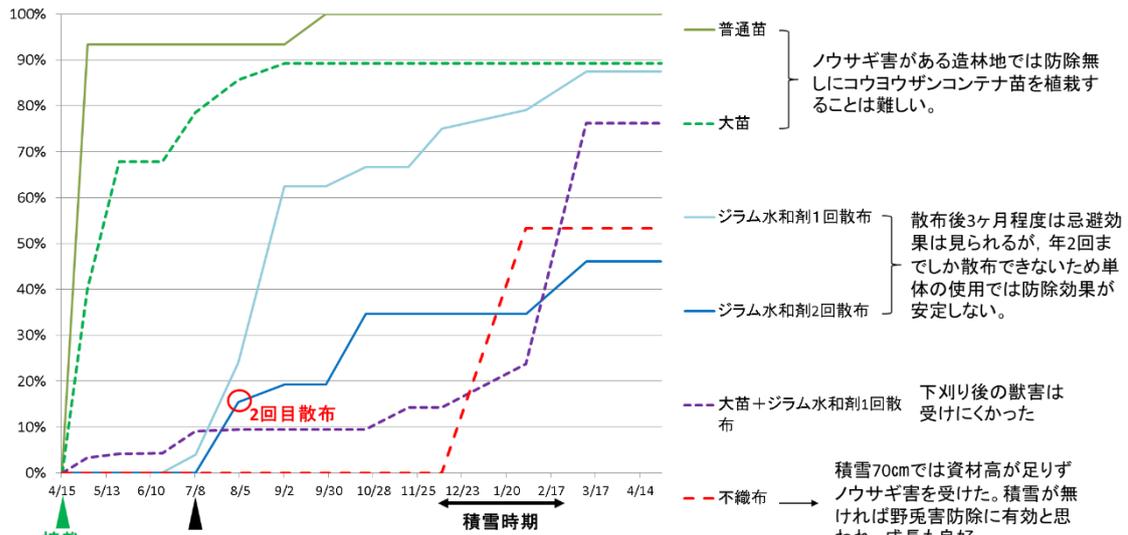


図1 試験地①の獣害発生率推移（主軸の折損）

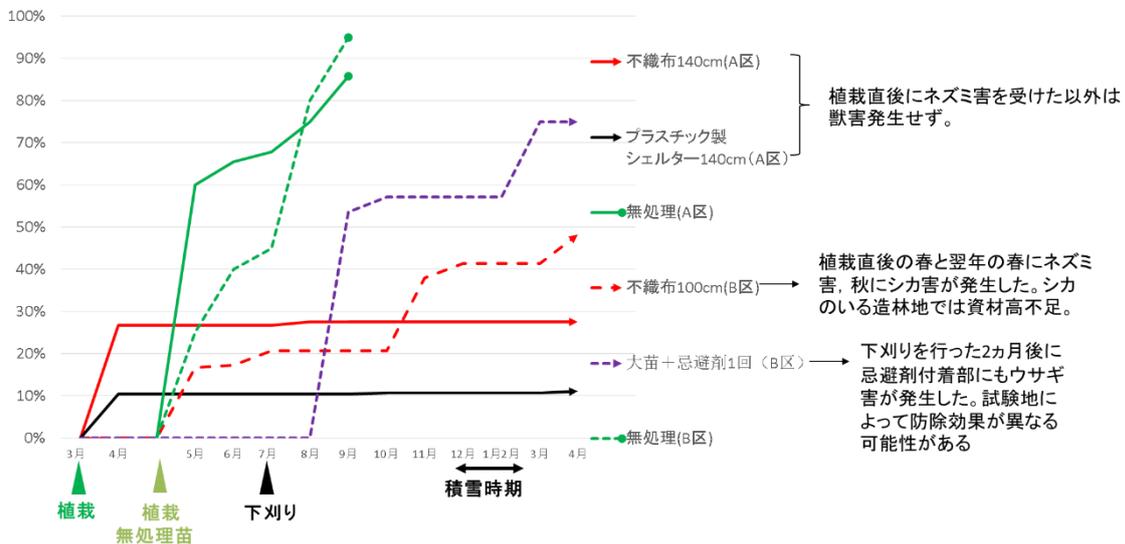


図2 試験地②の獣害発生率推移（主軸の折損）

		造林地に発生する獣害の種類		
		ウサギなし シカなし	ウサギあり シカなし	ウサギあり シカあり
造林地の 最大積雪高	積雪70~100cm		プラスチック製シェルター170cm ※(冬季忌避剤) ※(冬季忌避剤)	
	積雪50cm	対策不要	不織布140cm ※積雪30cm~: 冬季のみ忌避剤	プラスチック製シェルター140cm 鹿防除用ツリーシェルターを使用
	積雪なし		不織布100cm	

※忌避剤の効果的な使用方法については更なる検証が必要

図3 造林地の条件から提案する獣害防除用単木保護資材の使い分け

## 広島県産コウヨウザンのヨウ素法によるマイクロフィブリル傾角測定

林業研究部 山本 健

### 1 目的

コウヨウザン (*Cunninghamia lanceolata*) は、中国・台湾を原産とするヒノキ科の針葉樹です。成長が早く萌芽更新することから、植栽コストの低減が期待されています。植栽をさらに促進するためには、伐採までのコストを低減させるだけでなく、伐採後の木材としての用途を広げる必要があります。本研究では、木材の強度性能に影響すると言われているS2層マイクロフィブリル傾角(以下MFA)を、髓に近い位置の晩材部付近で測定しました。

### 2 内容

試料として広島県庄原市産で、およそ60年生のコウヨウザンの丸太3本(No.1, No.2, No.3)を用いました。地上高1mおよび4mの部位から円盤を切り出し、円盤から5×5×20mm(接線方向×長さ方向×半径方向)、または5×15×20mmの柾目ブロックを切り出しました。このブロックをオートクレーブ(温度120℃, 15分)によって軟化させ、図1のスライディングマイクロトームにより厚さ20μmの板目切片を作製しました。

リグニンを溶脱させるために、40%硝酸66mlに塩素酸カリウム0.9gを溶解させたシュールツ氏液に切片を1時間以上浸せきさせました。その後、切片を蒸留水で洗い、50%、90%、99%エタノール溶液に順番にそれぞれ1時間以上浸せきさせて脱水しました。

MFAの測定は髓に近い晩材部の切片で行いました。切片をスライドガラスに乗せ、3%ヨウ素・ヨウ化カリウム溶液を数滴滴下した後、50%硝酸を数滴滴下しました。余剰の液を取り除き、カバーガラスをかぶせてプレパラートとしました。このプレパラートを図2の光学顕微鏡(オリンパスCX43-31, 接眼レンズ10倍, 対物レンズ40倍)によって観察し、画像測定装置(オリンパスDP22-B)で図3のような画像を保存しました。MFAの測定は、この画像を用いてImageJ<sup>1)</sup>により行いました。

### 3 結果

切片のMFAと年輪位置の測定結果を図4から図6に示します。図4と図6から、No.1, No.3は髓に近いほどMFAが大きくなる傾向がありました。この傾向はスギやカラマツにもあります。一般的にMFAが大きいと強度は低くなると言われています。丸太の髓に近い部分はMFAが大きくて強度が低い、樹皮に近い部分はMFAが小さくて強度が高くなる傾向があります。今回の結果から、コウヨウザンにも同じような傾向があると予想されます。一方で、図5のNo.2では異なる傾向が見られました。地上高1m部位は5年次目のMFAが29.9度で、地上高4m部位は12年次目が16.0度で最大となりました。今後、測定数を増やすことで、この原因を調べる予定です。

### 4 活用の方向

さらに高い地上高から採取した試験片での測定や曲げ強度試験との比較を行う予定です。強度性能に優れた苗木の選抜に活用できるようにデータを蓄積します。



図1 スライディングマイクローム



図2 光学顕微鏡

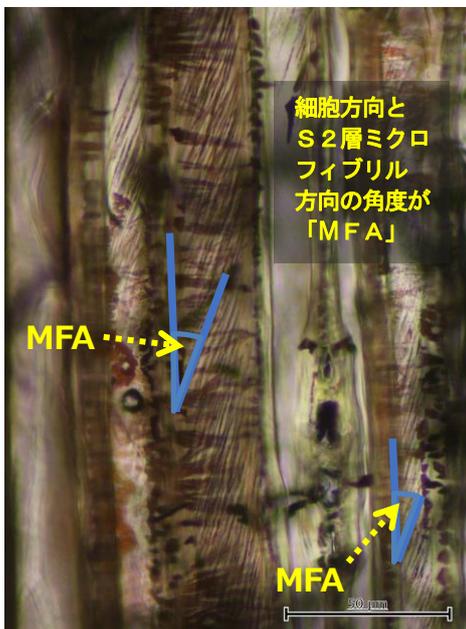


図3 画像の一例

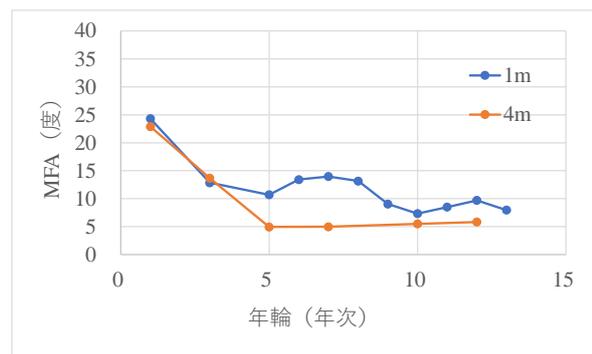


図4 No. 1のMFAと年輪位置

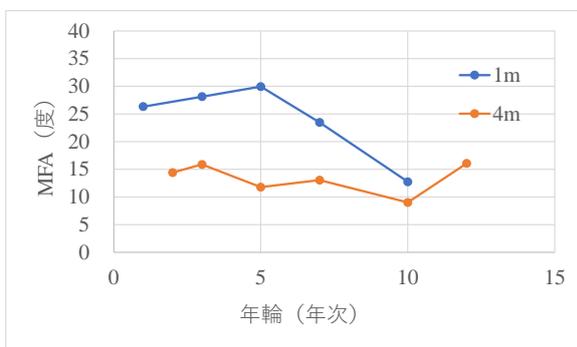


図5 No. 2のMFAと年輪位置

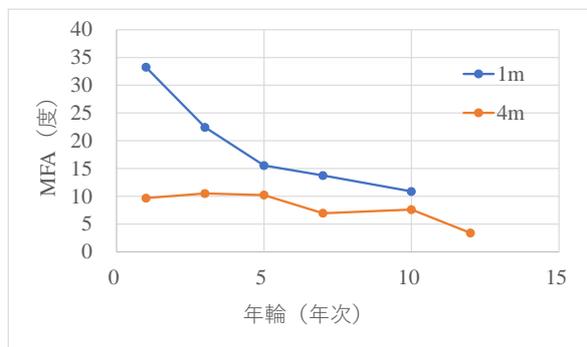


図6 No. 3のMFAと年輪位置

1) Rasband, W.S., ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://imagej.nih.gov/ij/>, 1997-2022.

## 25年生コウヨウザンから採取したラミナの強度性能

林業研究部 渡辺靖崇

### 1 目的

早生樹の利点の一つとして、育成期間を短縮し早期の収穫が可能になることが挙げられます。国内産コウヨウザンの製材品の強度性能については、これまで幾つか報告されていますが、低樹齢の材の強度性能については明らかになっていないことが多く、その利用方法も検討する必要があります。このため当センターでは、茨城県日立市で成育した樹齢25年生のコウヨウザンからラミナを製材し、これを用いて平パレットを作製し（図1）強度試験を行いました。その結果、作製した平パレットは流通量の最も多いJISのT11型の強度基準を満たしており、低樹齢のコウヨウザンは平パレットに利用可能であることが分かりました。

一方、将来的にはラミナ単体としての利用も想定されるため、本研究では、平パレット用に製材したラミナの曲げ強度試験を行い、低樹齢のコウヨウザン材の基礎的な強度特性を明らかにすることを目的としました。

### 2 内容

茨城県日立市のコウヨウザン林（図2）より立木9本（平均樹高21.6m、平均胸高直径38.1cm）を伐採し、4m丸太を18本採材しました。各丸太から平パレット用の3種類のラミナ（①エッジボード、②デッキボード、③ケタ）を製材しました（図3）。これらのラミナから節を含まない部分を切り出し、曲げ強度試験の試験体としました。強度試験の方法は、日本農林規格JASの「集成材」の「曲げ試験C」に従って行いました（図4）。

### 3 結果

表1に各試験体の縦振動法による動的ヤング係数と曲げ試験の結果を示します。また、それぞれの部材ごとのMOE（ヤング係数）とMOR（曲げ強度）の関係を図5に示します。スギやヒノキ等、従来樹種ではMOEとMORには相関関係があることが分かっています。MORは破壊試験を実施しないとわからないので、MOEを調べることでMORを予測しています。本研究ではMOEとMORの相関関係が最も高い結果となったのは①エッジボードでした（①エッジボード $r=0.929$   $\rho < 0.01$ , ②デッキボード $r=0.586$   $\rho < 0.01$ , ③ケタ $r=0.781$   $\rho < 0.01$ ）。本結果により、コウヨウザン材においてもMOEを調べることでMORを予測することが可能と考えられます。このような部材のラミナの強度が推定できれば、目的とする製品に必要な部材を選ぶことができるようになり、ラミナの強度に応じた効率的な利用が進められます。

### 4 活用の方向

以上の結果から25年生のコウヨウザン材の曲げ強度特性を明らかにすることができました。引き続き他の強度試験を行い、コウヨウザンの強度特性の解明を行いたいと考えています。

\*本調査は農研機構生研支援センターのイノベーション創出強化研究推進事業「木材強度と成長性に優れた早生樹「コウヨウザン」の優良種苗生産技術の開発」の支援を受けて行いました。



図1 作製した平パレット (左:スギ, 右:コウヨウザン)



図2 25年生林分



図3 3種類のラミナ



図4 ラミナの曲げ試験

表1 平パレット部材用コウヨウザンラミナの曲げ試験結果

項目	エッジボード (n=27)					デッキボード (n=55)					ケタ (n=16)				
	密度	縦振動法 動的ヤング係数	曲げヤング係数 MOE	曲げ強度 MOR	含水率	密度	縦振動法 動的ヤング係数	曲げヤング係数 MOE	曲げ強度 MOR	含水率	密度	縦振動法 動的ヤング係数	曲げヤング係数 MOE	曲げ強度 MOR	含水率
	kg/m <sup>3</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	%	kg/m <sup>3</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	%	kg/m <sup>3</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	%
最小値	256.9	7.09	3.70	22.53	12.9	281.2	4.81	3.68	27.10	14.1	258.1	5.97	4.73	17.97	13.1
平均値	308.6	8.99	6.02	33.40	13.9	333.5	7.14	5.60	38.26	15.5	311.6	7.72	6.65	33.01	13.8
最大値	349.5	10.87	9.00	48.69	15.1	402.9	10.16	8.29	49.01	17.8	358.5	9.53	8.74	44.12	14.1
標準偏差	23.32	0.98	1.41	7.27	0.64	32.24	1.40	1.10	5.21	0.89	26.50	1.14	1.07	7.10	0.25
変動係数%	7.56	10.90	23.37	21.76	4.61	9.67	19.55	19.60	13.62	5.74	8.51	14.73	16.08	21.50	1.83

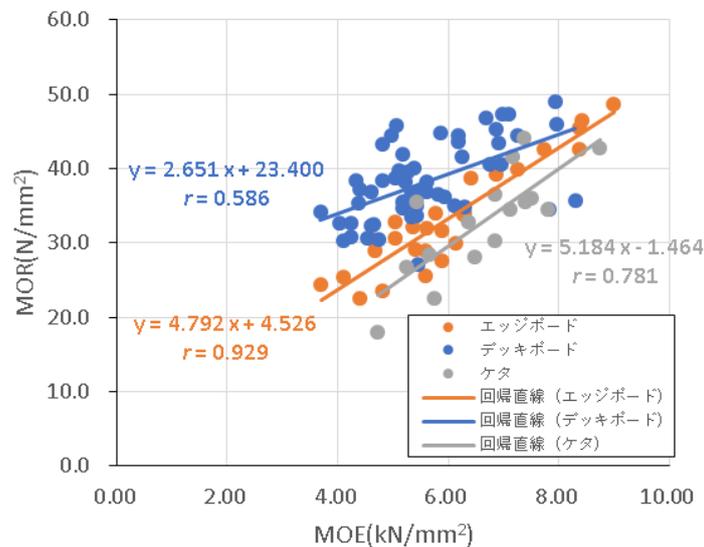


図5 MOE(ヤング係数)とMOR(曲げ強度)の関係

## 深層学習のドローン空撮画像への適用

林業研究部 今岡成紹

### 1 目的

近年、ドローンの普及によって林地の空撮画像の取得が容易になりました。空撮画像から植栽木や作業道などを自動的に判別できれば、施業計画に生かせる可能性があります。また、画像から自動で物体を判別するプログラムを作る場合、従来は、判別するルールを人間がプログラミングする必要がありましたが、人工知能（AI）の一分野である深層学習を用いれば、大量のデータを与えることで AI に判別条件を学習させることができます（図1）。今回は、車両タイプの下刈機械などが林地を走行する際に支障となる「切株」について、深層学習による自動判別を実施した事例をご紹介します。

### 2 内容

データセット作成：まず、県内の皆伐跡地（5事業地、約10ha）で取得した空撮画像から歪みを補正したオルソ画像を作成しました。次に、パソコンのメモリアーバーを避けるため、元のオルソ画像を分割し、1枚の画像サイズを256×256ピクセルにしました（図2）。また、AIに与える正解ラベルとして、検出対象である切株の位置のラベリングを手作業で行いました（図3）。ラベリングはQGIS（\*1）で作成したポリゴンをプログラミング言語Pythonによって画像化することで行いました。

深層学習：256×256ピクセルそれぞれについて、そのピクセルが切株である確率が出力されるようにニューラルネットワーク（\*2）を構成し、学習・予測を行いました。

後処理：AIの予測で示された「切株である確率が高いピクセル」を特定し、切株の重心位置のポイント（緯度経度）を算出しました。また、各ポイントの位置が元画像の切株の位置と重なるかを判定することで精度を検証しました。

### 3 結果

図4は入力画像と正解ラベル、AIの予測を比較した結果です。「AIの予測」の行では、AIにより「切株である可能性が高い」と判定されたピクセルは暖色で表示し、「切株である可能性が低い」と判定されたピクセルは寒色で表示しています。図4に示している例のうち①～④では、位置やサイズがおおむね正しく予測できています。一方、⑤～⑦では、岩を切株として判別したり、土を被っていた切株を見逃したりしており、改善の余地のある結果となりました。今回の結果では、切株の位置予測の精度は67%でした。

### 4 活用の方向

深層学習は大量のデータから自動的に判別条件を獲得する技術であり、従来必要とされた「判別のルールを人間が個別に設計し、プログラミングする」というタスクを「大量のデータを準備する」という、比較的容易なタスクに置き換えることができます。今後も異なる事業地や、撮影条件のデータを収集し、今回の事例の精度向上を進めていくとともに、深層学習の活用の可能性を模索していきます。

\*1 QGIS…Shape ファイルや位置情報付きの画像などの地理情報を扱えるフリーソフトウェア

\*2 ニューラルネットワーク…画像認識や言語処理などの複雑なタスクに使用される計算モデル

手書き数字を自動判別するプログラムを作る場合

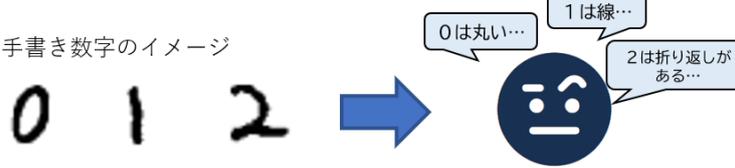
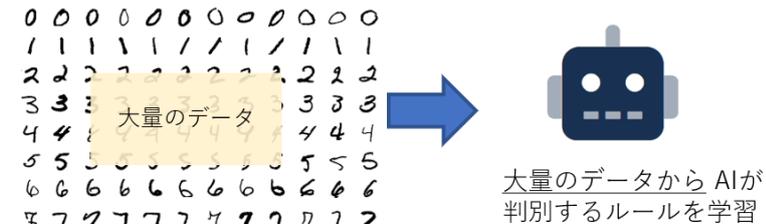
<p>従来 (ルールベース型)</p>	<p>手書き数字のイメージ</p>  <p>0は丸い… 1は線… 2は折り返しがある…</p> <p>判別するルールを人間が個別にプログラミング</p>	<p>判別対象についての専門知識とプログラミング技術が重要</p>
<p>深層学習 (機械学習型)</p>	<p>大量のデータ</p>  <p>大量のデータからAIが判別するルールを学習</p>	<p>データの量が重要</p>

図1 従来の開発と深層学習による開発の違い



図2 画像の分割イメージ



図3 入力画像のラベリング

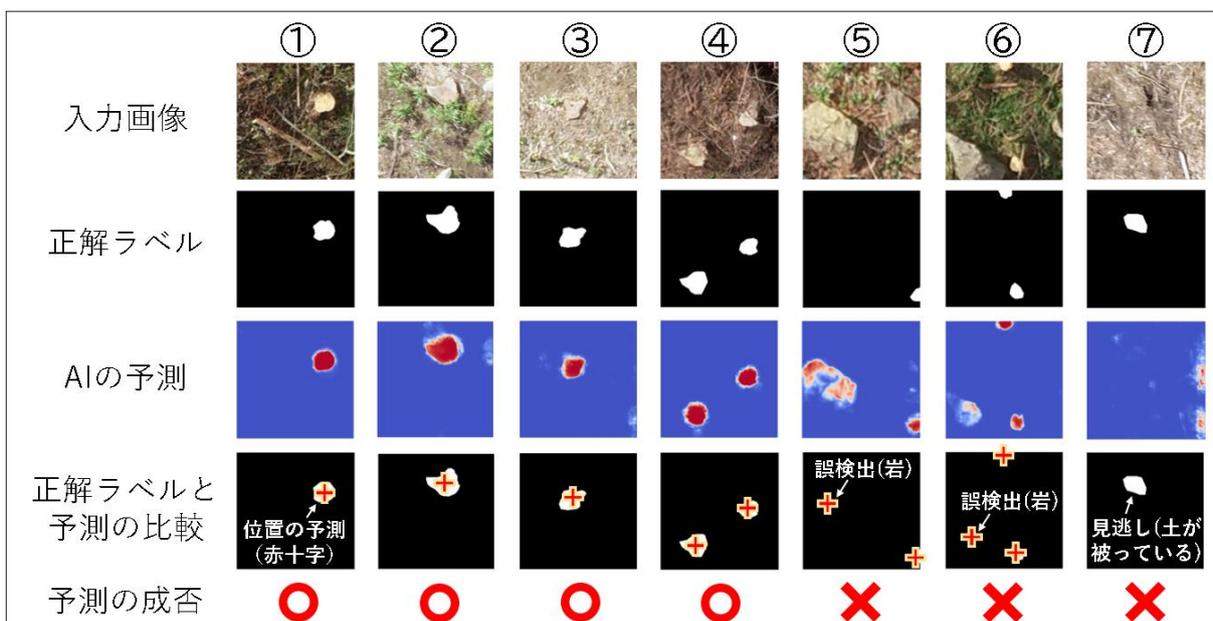


図4 AIによる切株の位置の予測

## ドローンと航空機レーザ測量を併用した皆伐出材材積の推定

林業研究部 佐野俊和

### 1 目的

スギ・ヒノキ人工林の立木買取り見積りを立てる際に、省力化のためにドローン等を使って材積算出はできないかとの相談を受け、空中写真から樹木の本数を数える技術と航空機レーザ測量データから樹高を求める技術を併用して出材材積を推定しました。

### 2 内容

- ①約1haのスギ・ヒノキ林にて、3月上旬にドローンで空中写真を撮影（図1）し、樹種判別を行うとともに樹木の頂点を抽出しました。航空機レーザ測量データを用いて、樹高図（図2）を作成しました。
- ②ドローン写真に樹木の頂点、樹高、樹種を表示したマップ（図3）を持って現地に行き、識別可能な立木（全体の約1割）について胸高直径測定を行いました。これをもとに樹高から胸高直径を推定する計算式を作成しました。
- ③②の式を利用して全域の立木の胸高直径を求め、全立木についてスギ、ヒノキ別に樹高と胸高直径から幹材積を算出し、積算して全立木の推定値としました。
- ④出材材積は全立木の幹材積に利用率を掛けて算出しました。
- ⑤皆伐後に出荷伝票から実績値を集計し、推定値との比較を行いました。

### 3 結果

- ①出材材積の実績値は約554 m<sup>3</sup>で、推定値約588 m<sup>3</sup>の94%となり、高い精度が得られました（表1）。
- ②出材材積の推定値は立木の買取り見積りに使用されました。推定材積を約600 m<sup>3</sup>とし、利用率を80%（経験値）、バイオマスが40%（経験値）として残りの60%が用材とすると、600 m<sup>3</sup>×80%×60%で約300 m<sup>3</sup>の用材が出るとみなすことができました。これをもとに立木を購入した結果、予測を若干上回る約350 m<sup>3</sup>の出材となり、黒字化できたとのことでした。

### 4 活用の方向

今後は皆伐のための立木買いが増えると予想されます。立木買いの際には立木評価が必要で、全数を毎木調査（今回の事業地（1ha）の場合2人×5日くらいかかる）するか、標準地調査（今回の事業地の場合20m×20m×4ヶ所を2人で1.5日くらい）を行う必要がありますが、事業地面積や箇所数が増えると多くの人員が必要で実施が難しくなります。その解決策の一つとして、本技術は省力化に貢献できると期待されます。

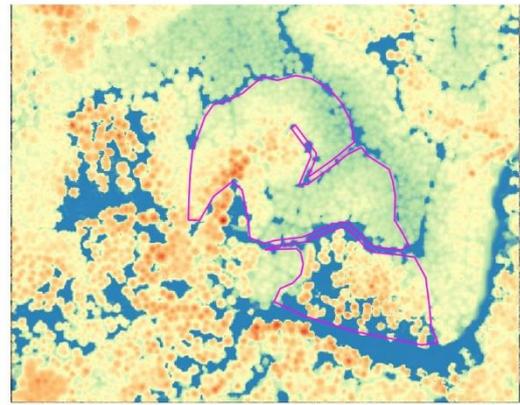
また、材積見積りは今回の方法が有効であれば、担当者による見積りの差を減らすことも期待できます。

\*本研究は三次地方森林組合が農林中金の低コスト再造林プロジェクトの一環として、三次市布野町横谷にあるアサヒビール株式会社所有のスギ林・ヒノキ林にて行った事業への技術支援として実施したものです。



0 15 30 m \* 赤線内が皆伐の対象区域

図1 ドローン空撮画像



0 15 30 m \* 赤線内が皆伐の対象区域

図2 航空機レーザ樹高図



図3 スギ・ヒノキ立木分布図 (数字は樹高、● : スギ、● : ヒノキ)

表1 出材材積の推定値と実績値の比較

	推定値		実績値									
	立木 本数	立木 幹材積	4m丸太		3m丸太		用材 材積計	用材 出材率	1本当 材積	バイオ マス 材積計	バイオ マス 割合	総材積
			玉数	材積	玉数	材積						
ヒノキ	463本	262.1m <sup>3</sup>	752玉	113.6m <sup>3</sup>	537玉	32.6m <sup>3</sup>	146.2m <sup>3</sup>	55.8%	0.3m <sup>3</sup>	201.0m <sup>3</sup>	36.3%	553.6m <sup>3</sup>
スギ	213本	326.4m <sup>3</sup>	857玉	206.3m <sup>3</sup>			206.3m <sup>3</sup>	63.2%	1.0m <sup>3</sup>			
合計	676本	588.4m <sup>3</sup>	1609玉	319.9m <sup>3</sup>	537玉	32.6m <sup>3</sup>	352.5m <sup>3</sup>	59.9%	0.5m <sup>3</sup>	201.0m <sup>3</sup>		553.6m <sup>3</sup>