

技術開発課題

39-1、2 檜皮採取試験

完了報告

令和6年2月
近畿中国森林管理局

1 背景

檜皮需要

檜皮葺の国指定重要文化財建造物は約7百棟
維持には年間3千5百m²の葺き替え
↓
年間約210t、立木に換算すると年間約3万5千本分の檜皮が必要。

檜皮生産を取り巻く状況

- 原皮師が減少。
- 採取に適した樹齢70~80年以上のヒノキ立木が減少。
- 檜皮の採取が生立木の成長阻害や材質悪化をもたらすのではないかとの懸念から、採取に協力する森林所有者が減少。

伝統建築物の維持に必要な檜皮材の安定供給体制の維持が危ぶまれている

近畿中国森林管理局による取組

- ◆ 原皮師の研修
フィールドの提供
- ◆ 国有林からの計画的な檜皮供給

80年生以上のヒノキ人工林を対象に「**檜皮採取対象林**」を設定。

平成13年度、文部科学大臣が認定する檜皮葺の技術保存団体である（公社）全国社寺等屋根工事技術保存会と**檜皮の販売に関する協定を締結**し、国有林内260ha（ヒノキ面積）から**計画的な檜皮の供給**を実施。

- ◆ 技術開発「**檜皮採取試験**」の実施

2 試験内容等

➤ 目的

檜皮に関する情報の収集や剥皮による林木への影響、コスト面等について、気候差のある内陸部と瀬戸内部を調査し、檜皮供給体制の確立を図る。

➤ 開発期間

平成12年度～令和5年度（2000～2023）

山口森林管理事務所管内
城山国有林（山口県岩国市）
＜京都大学徳山試験地との共同試験＞

京都大阪森林管理事務所管内
鞍馬山国有林（京都市左京区）
＜森林総合研究所関西支所との共同試験＞



➤ 試験内容

- ・ 99～100年生（H14当時）のヒノキ人工林に、試験地を設定。
- ・ 試験地内に、檜皮採取試験木と対照木を設定。
- ・ これまで3回の剥皮を実施して各種調査を実施。

➤ 調査項目

- ①毎年度定期的に、樹冠に及ぼす影響（創、病虫害発生状況等）を目視により調査。
- ②4～5年ごとに、胸高直径及び樹高を測定
- ③成長錐により成長量及び材質変化（強度、材質内の病虫害被害）等について調査、鞍馬山のみレジストグラフによる年輪解析
- ④毎年度定期的に、樹幹（樹皮）を定点撮影
- ⑤平成19年度まで、「測色計」により、樹皮の色調変化を測定（鞍馬山のみ）
- ⑥檜皮採取時に、1本当たりの檜皮採取量、歩留まりを調査
- ⑦FAKOPPによる材質調査、伐採木の市売価格を調査（城山のみ）

〈これまでの調査等実績〉

鞍馬山試験地

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	元	2	3	4	5	備 考	
檜皮採取	◎									○												○		
①樹幹影響調査	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		創、病虫害発生状況等
②胸高直径調査	◎				◎	○		○	◎	○	○	○		◎	○	○	○	◎				◎		H18年度以降は周囲長
②樹高調査	◎				◎				◎					◎				◎				◎		測程で測定
③成長錐調査									●										●	●				成長量、(材質変化)
④樹幹撮影	◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
⑤樹皮の色度調査	◎	◎	◎	◎		◎																		H20以降調査せず
⑥檜皮採取量等調査	◎																					◎		1本あたり採取量、歩留り
中間・完了報告						◎					◎						◎						◎	

城山試験地

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	元	2	3	4	5	備 考	
檜皮採取	◎										○											○		
①樹幹影響調査	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		創、病虫害発生状況等
②胸高直径調査	◎					◎		○	○	◎	○	○		◎		○		◎	◎			◎		直径巻尺で測定
②樹高調査	◎					◎				◎				◎				◎	◎			◎		ブルーメライスで測定
③成長錐調査										●														成長量、(材質変化)
④樹幹撮影	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
⑥檜皮採取量等調査	◎										●							◆	◆	◆				1本あたり採取量・歩留り 1haあたり採取可能本数
⑦材質・価格調査																						◎	◎	材質変化、市売価格調査
中間・完了報告						◎					◎						◎						◎	

◎は、当初予定どおり実施したもの。●は、当初予定から一部変更し実施したもの。○は、追加的に実施したもの。

◆は、試験地近隣の檜皮採取対象林で実施したもの。□◇は、今後の実施予定。

3 試験地

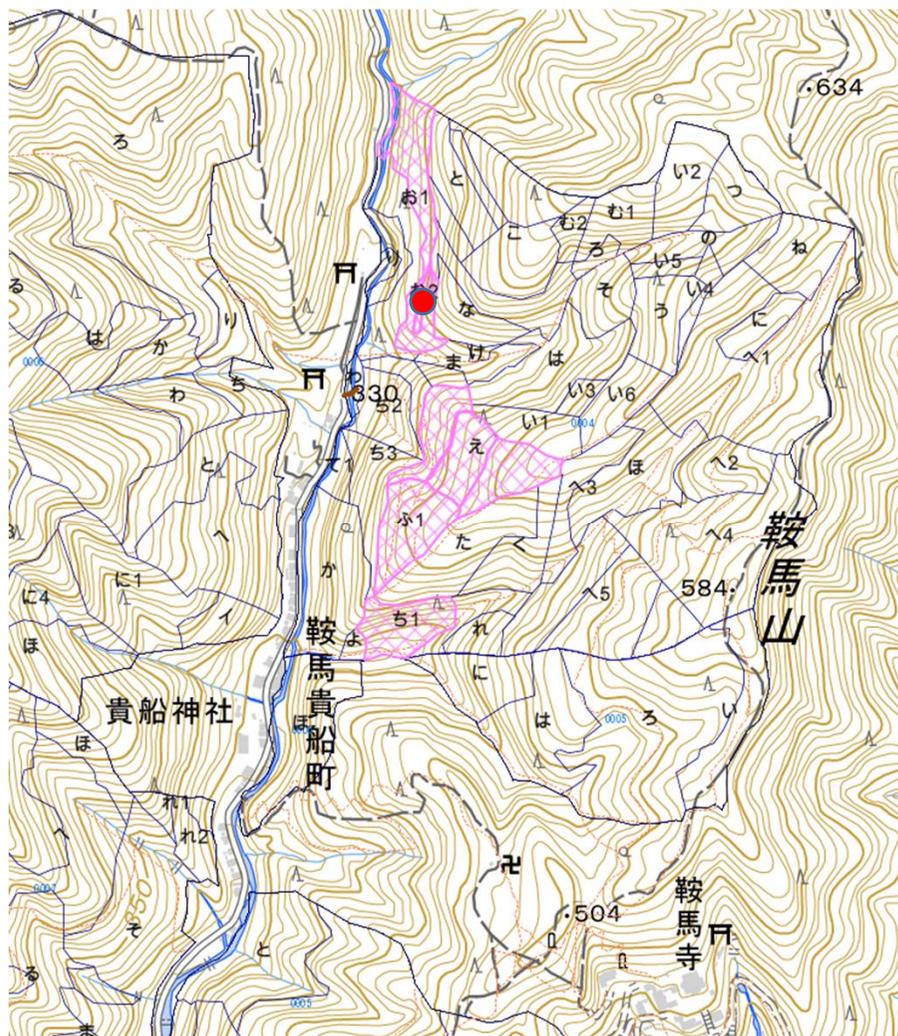
◆ 鞍馬山国有林 4 林班お2小班

面積：0.11ha

本数：檜皮採取試験木6本、対照木6本

林齢：100年生(H14当時。R5現在121年生)

剥皮：1回目(H14)、2回目(H23)、3回目(R4)
(100年生) (109年生) (120年生)



◆ 城山国有林61林班ち1小班

面積：0.05ha

本数：檜皮採取試験木10本、対照木10本

林齢：101年生(H14当時。R5現在122年生)

剥皮：1回目(H14)、2回目(H24)、3回目(R4)
(101年生) (111年生) (121年生)



● 試験地

▨ 檜皮採取対象林

4 これまでの調査結果

(1) 樹幹影響調査（目視調査）

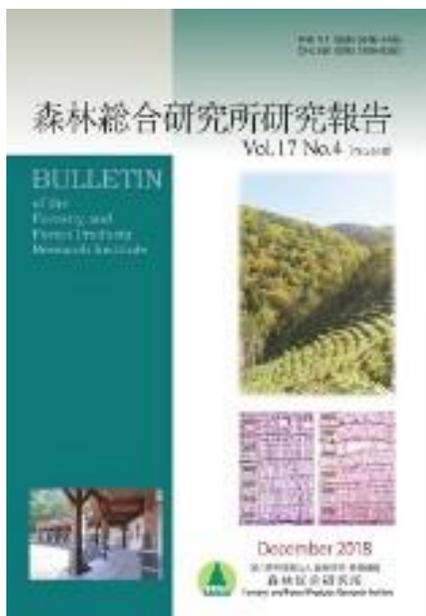
- 樹勢はいずれも良好。剥皮木と対照木との間で特段の差はない。
- 樹皮は、剥皮後、ヤニ滲出が見られたが、鞍馬山において、2回目の剥皮の際（H23、2011）試料を採取し、顕微鏡観察したところ、剥皮の影響で傷害樹脂道が形成されたことを明確に示す根拠は得られなかった。

（「ヒノキの樹皮の樹脂道は、その存在は普遍的であって、檜皮採取に起因するものではない。」（森林総合研究所研究報告第17巻4号,2018））

【他の研究事例】

- ・樹脂の滲出は非剥皮木や非剥皮部位にも起きる現象であり、剥皮したことによって滲出跡がより目立っただけで、剥皮による影響ではないと判断された。（檜皮採取によるヒノキの成長と材質に及ぼす影響－剥皮技術水準と剥皮時期による影響－，古賀ら，2008.）

310



「桧皮」、屋根葺き材としてのヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) の樹皮における樹脂道

藤井 智之¹⁾、大住 克博²⁾、窪野 高德³⁾

要旨

「桧皮」は、文化財木造建造物の主要な屋根葺き材で、ヒノキの大径木から約10年間隔で採取可能とされる樹皮である。林野庁近畿中国森林管理局が2002年秋と2011年10月の2度、桧皮採取を実施した試験地で、高齢ヒノキ（剥皮木：6本、対照木：6本）を供試木とし、剥皮前後の樹皮における樹脂道形成を顕微鏡観察した。内樹皮と外樹皮の両方に、剥皮処理の有無に関わらず、接線方向に配列した樹脂道の帯が不規則な間隔で存在し、それらの形成年は供試木間で同調していなかった。桧皮採取時に最新2年の師部年輪は、外的傷害によって翌年には樹脂道を形成したことから、傷害樹脂道を発達させる能力を十分に備えていたことが明らかである。しかし、桧皮採取のみでは、これらの年輪に、剥皮木でも樹脂道が形成されない供試木があり、対照木でも樹脂道が形成された供試木があった。従って、桧皮採取のための剥皮処理によって傷害樹脂道の形成が誘引されるものではないことは明らかである。さらに、供試木における樹脂道の形成要因がヒノキ漏脂病の病原菌ではないことが病理学的に示唆された。ヒノキは正常樹脂道を木部にも師部にも持たない樹種とされているが、桧皮には樹脂道が多く含まれている。ヒノキの樹皮の樹脂道は顕微鏡形態的には傷害樹脂道であるが、三好・鳥倉(1935)の結果が示唆するように、その存在は普遍的であって、その形成は桧皮採取に起因するものではない。

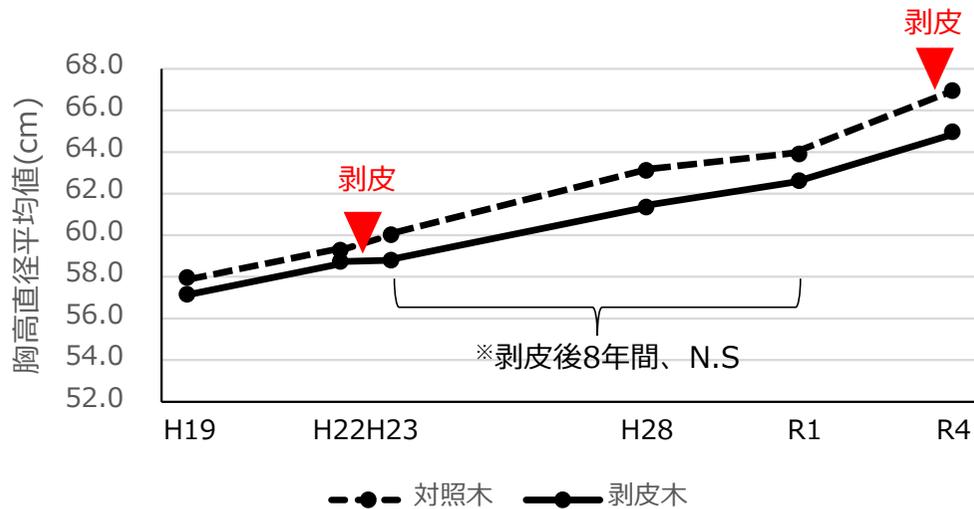
キーワード：師部、剥皮、木の文化、顕微鏡観察、薄片、年輪、*Cistella japonica*

(2) 胸高直径調査

- 剥皮後の胸高直径成長量（樹皮含む）について、鞍馬山・城山ともに、試験木と対照木の成長量に差はなかった。 ※直径巻尺により計測

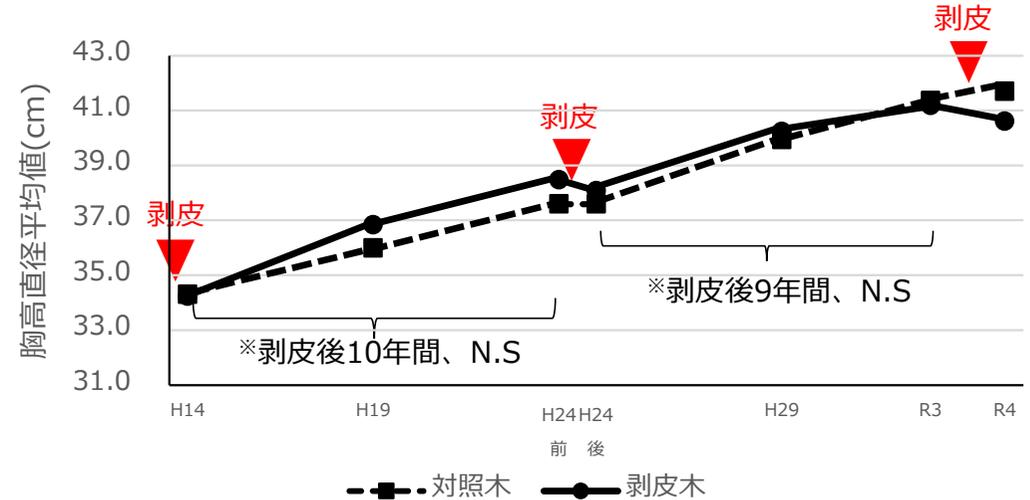
【他の研究事例】剥皮後9年間で、剥皮木の胸高直径の成長量と非剥皮木の成長量とに有意な違いは認められなかった。熟練者が檜皮採取を行うならば、剥皮が胸高直径の成長に悪影響を及ぼすことはないと推察。（檜皮採取がヒノキの直径成長に与える影響, 門松ら, 2012.）

胸高直径平均値の推移（鞍馬山）

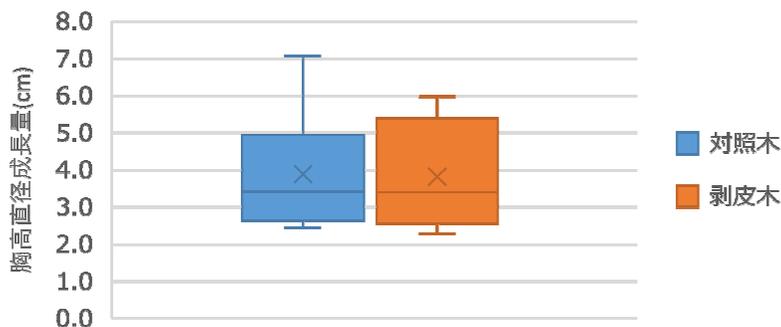


※各期間トータル成長量の平均、N.S: 非有意（有意水準5%）

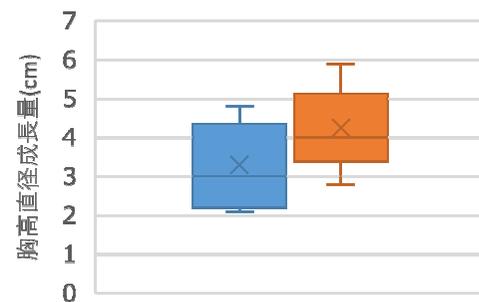
胸高直径平均値の推移（城山）



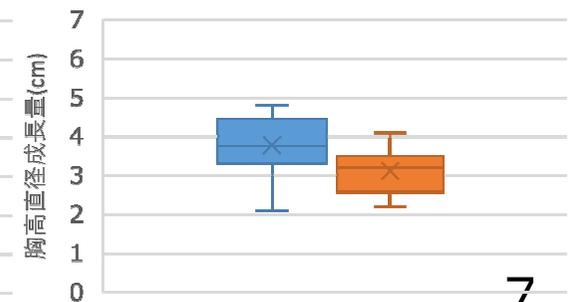
剥皮後8年間の成長量



剥皮後10年間(H14~H24)の成長量



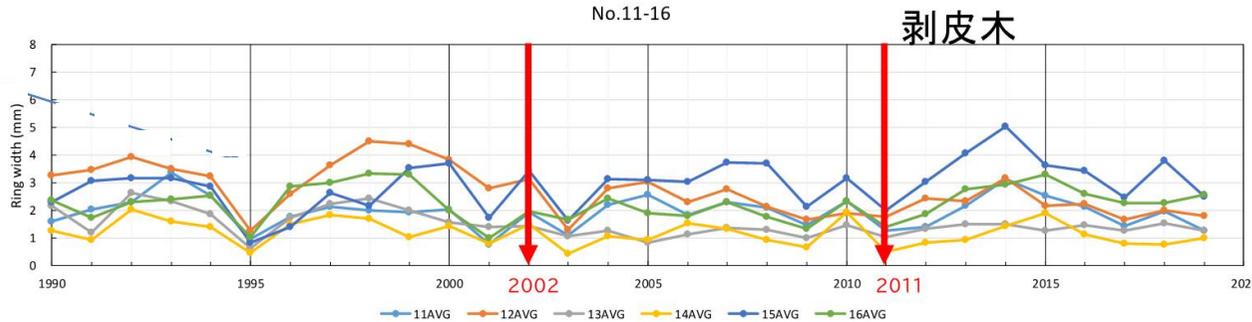
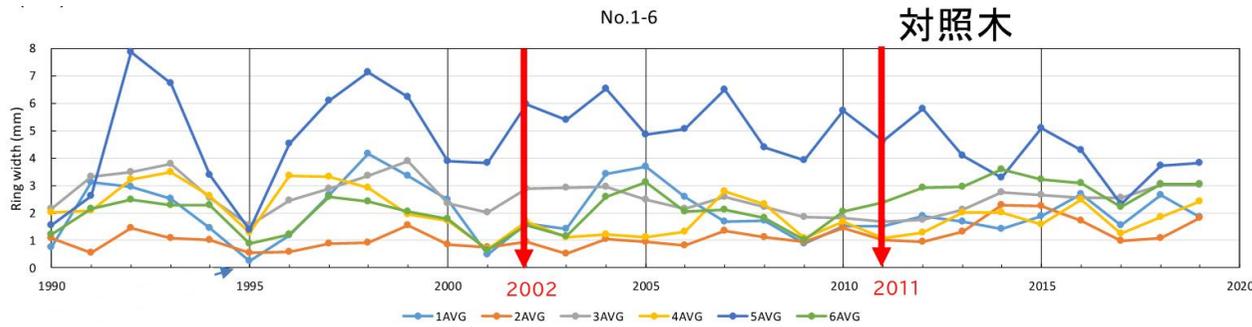
剥皮後9年間(H24~R3)の成長量



(3)成長錐調査

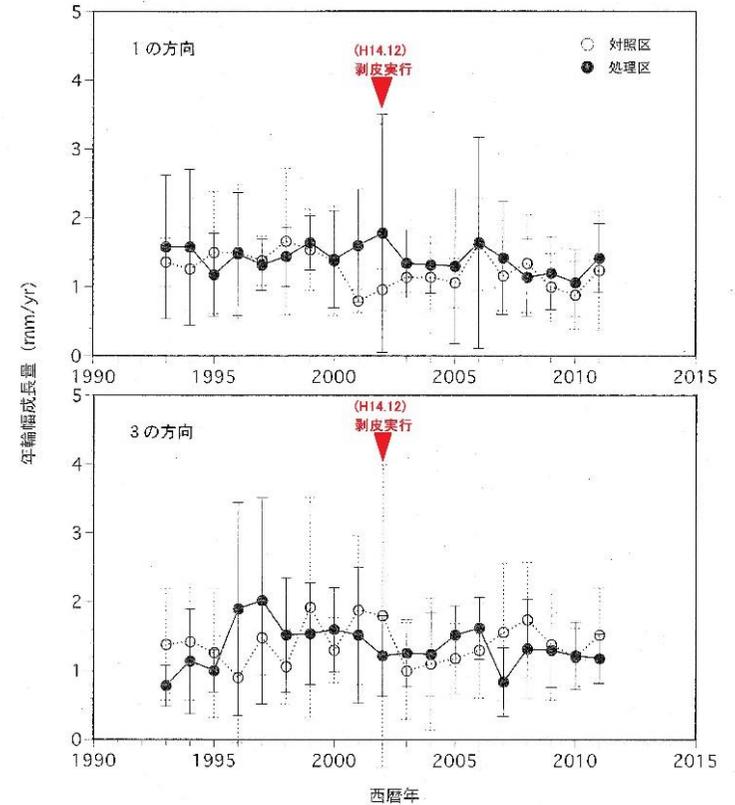
- 年輪幅について、鞍馬山は令和3年（2021年）まで、城山は平成23年（2011年）までの解析で剥皮の前後で明瞭な変化はみられなかった。

鞍馬山



剥皮木と対照木の年輪幅
(森林総合研究所関西支所)

城山

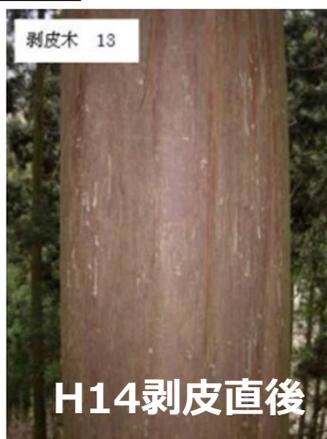


1の方向（斜面上側）と3の方向（斜面下側）における年輪幅成長量（平均±標準偏差）の経年変化の区間比較（各区5本ずつ）
(京都大学)

(4) 樹幹撮影

- 樹皮の色調は、剥皮後赤色から暗灰色に徐々に回復。

鞍馬山

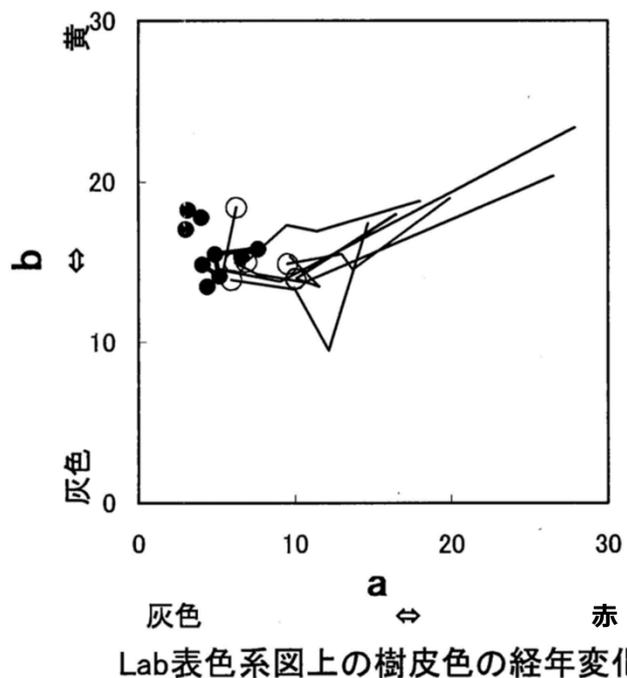


城山



(5)樹皮の色度調査

- 鞍馬山における1回目の剥皮から約5年間の調査で、試験木と対照木との色調の差がほとんど無くなった。



剥皮木の樹皮色は、実線（過去の軌跡）と○で示したように、対照木（無剥皮、●で示す）の色調に接近し、両処理の樹皮色の差は、ほとんど無くなっていった（ほぼ回復）。

〔 H15、H16、H18、H20に胸高部の山側樹皮部分を分光測色計により測定。
外樹皮と内樹皮の化学成分の違いが樹皮色に現れ、内樹皮は赤色、外樹皮は暗灰色を呈する。 〕

丸が平成20年(平成19年度)の測定値(○:剥皮木、●:対照木)。
実線は、剥皮木の過去の軌跡。

(6) 檜皮採取量調査

- 城山試験地近隣で試算すると、120年生～150年生程度で、300～500本/haの林分では、2回目の剥皮で40万円/ha前後の収入。
(注：ha当たりの檜皮採取本数は林分により区々)

収入額の試算

	ヒノキ1本あたり 檜皮採取量 (販売数量) kg/本	haあたり 採取可能本数 本/ha	収入試算額 千円/ha
H30 試算1	8.7	263	389
R2 試算2	8.1	275	379
R2 試算3	8.1	300	413
R4 試算4	6.6	350	393
R4 試算5	6.6	400	449

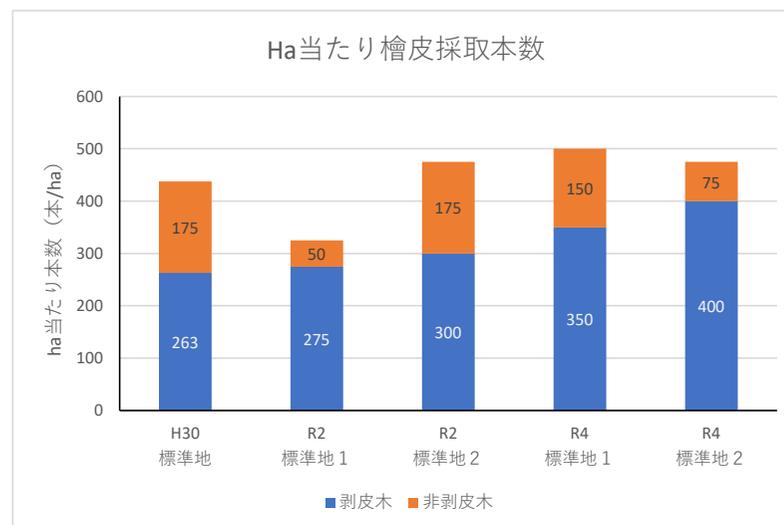
※販売単価：170円/kg(税抜き、R4実績)で算出。

※試験地に隣接する檜皮採取林分において、1本当たりの檜皮採取量、ha当たり檜皮採取本数を調査(3カ年)した結果。

- ・H30標準地 城山国有林61ほ1林小班(119年生)、2回目採取
- ・R2標準地 城山国有林63に1(146年生)、に2(152年生)、2回目採取
- ・R4標準地 城山国有林61い1(117年生)、と(120年生)、2回目採取

1本当たり檜皮採取量

	採取量 (kg/本)	剥皮箇所	林齢	剥皮回数
H30	8.7	61ほ1	119年生	2回
R2	8.1	63に1、に2	146年生、152年生	2回
R4	6.6	61い1、と	117年生、120年生	2回



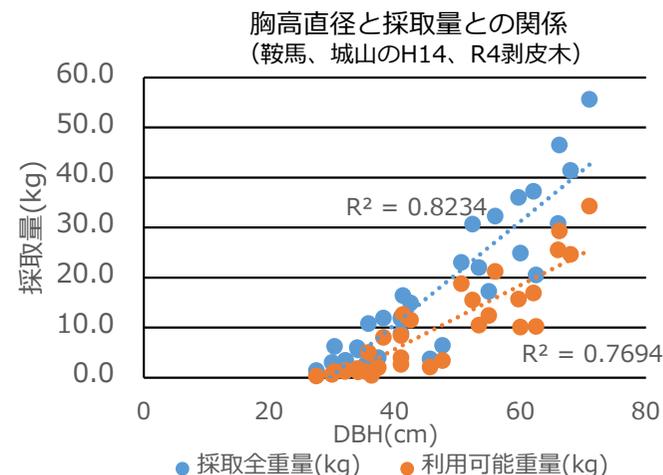
(6) 檜皮採取量調査

試験地において、令和4年度に3回目の剥皮を行い、平成14年度の1回目と歩留り等を比較

- 歩留りは3回目の方がよい傾向。城山は有意差があった。
- 採取量は、直径、樹高が大きい鞍馬山が城山より多かった。

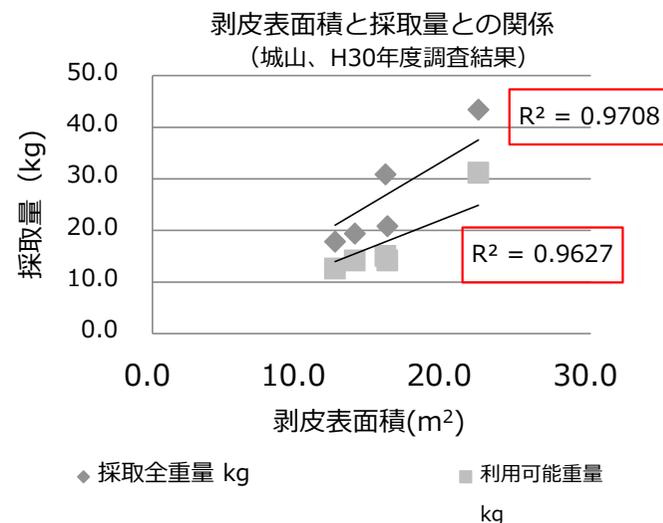
鞍馬山

剥皮木NO.	原皮師		DBH(cm)		樹高(m)		採取全重量(kg)		利用可能重量(kg)		歩留り	
	経験年数		H14	R4	H14	R4	H14	R4	H14	R4	H14	R4
11	A	24年	53.4	55	24.0	24	22.0	17.2	10.5	12.4	48%	72%
12			62.5	66	27.5	30	20.5	30.8	10.2	25.5	50%	83%
13	B	5年	66.2	68	29.8	29	46.5	41.4	29.3	24.6	63%	59%
14			59.7	60	27.0	30	36.0	24.9	15.7	10.1	44%	41%
15	C	38年	62.1	71	28.6	29	37.2	55.6	16.9	34.3	45%	62%
16			52.4	56	26.3	27	30.7	32.3	15.5	21.2	50%	66%
平均			59.4	62.7	27.2	28.2	32.2	33.7	16.4	21.4	51%	63%
有意差							n. s.		n. s.		n. s.	



城山

剥皮木NO.	原皮師		DBH(cm)		樹高(m)		採取全重量(kg)		利用可能重量(kg)		歩留り	
	経験年数		H14 (剥皮後)	R4	H14	R4	H14	R4	H14	R4	H14	R4
11	A	15年	41	47.6	24.5	25	8.8	6.4	2.6	3.4	30%	53%
12			41	50.6	20.0	23.9	12.0	23.0	4.0	18.8	33%	82%
13			34.2	41.0	23.4	22	5.5	11.7	1.2	8.4	21%	72%
14			36.3	45.6	22.5	24	3.4	3.7	0.5	2.1	13%	57%
15			30.4	38.2	19.0	23.8	6.2	11.9	1.2	8.0	19%	67%
16	B	8年	27.5	32.2	24.2	23.3	1.4	3.4	0.3	1.4	23%	41%
17			30	35.4	26.0	23.6	3.0	2.6	0.6	1.2	21%	46%
18			34	41.3	25.0	24	6.0	16.4	1.8	12.6	30%	77%
19			32.1	37.4	23.5	23	3.4	4.0	1.2	2.0	35%	50%
20			35.8	42.5	22.0	22.3	10.8	14.9	5.0	11.5	46%	77%
平均			34.2	41.2	23.0	23.5	6.1	9.8	1.8	6.9	30%	71%
有意差							*		**		**	



※ n.s.:非有意 * : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

※ 原皮師は、令和4年度の檜皮採取時の者

※ヒノキ1本あたりの檜皮採取量は、胸高直径、剥皮表面積と正の相関。

(6) 檜皮採取量調査

鞍馬山



城山



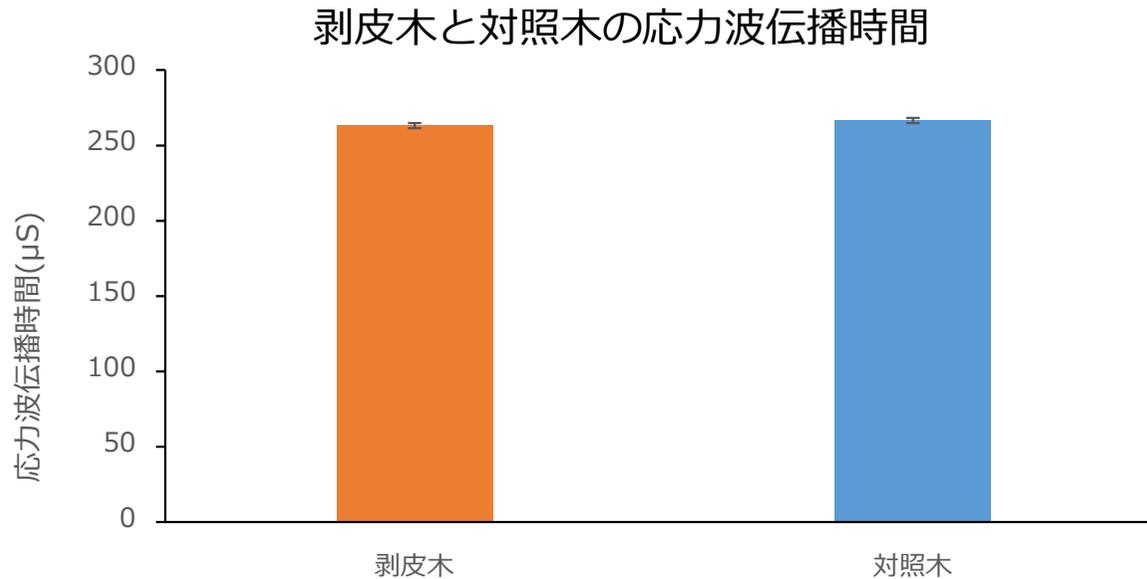
(7)材質調査

城山試験地の剥皮木、対照木合計20本について、応力波伝播時間を測定（FAKOPPでの測定）。

➤ 剥皮の有無による伝播時間の差はなかった。

【他の研究事例】

- ・少なくとも、剥皮は木部性質に影響するような顕著なヤング率変化をもたらさないと考えられた。（檜皮採取によりヒノキ材の木部性質は変わるか, 斎藤ら, 2015.）
- ・木部の縦引張ヤング率、マイクロファイブリル傾角に関しては、剥皮による影響を受けなかったか、あるいは仮に受けたとしても環境要因による常態での経時的変化に比べてごく微々たるものと考えられる。この結果は、檜皮採取が木部の年輪幅や構成細胞種などの組織に殆ど影響しないとの既報結果を支持している。（檜皮採取によりヒノキ材の木部性質は変わるか, 斎藤ら, 2015.）



※誤差棒は標準誤差を表す。



剥皮木の調査



対照木の調査

(7)市売調査

城山において、3回剥皮後の試験木と対照木を2本ずつ伐採し、市場で販売（入札方式）。

- 価格だけを見れば、試験木の方が対照木よりも安価となったが、丸太の断面に剥皮による異常（変色、年輪幅の減少等）は認められなかった。
- 市場の担当者と買受者に確認すると、価格は、成長段階での曲り、節、腐れ、傷等の問題で、檜皮の採取の有無で価格への影響はないとのこと。

市売価格

		NO.1 (対照木)	NO.11 (剥皮木)
胸高直径(cm)		47.0	47.7
樹高(m)		22.7	26.7
1番玉	長さ(m)	4	4
	元口径(cm)	44.5	45.0
	末口径(cm)	37.2	38.5
	材質	直材	直材、節
	価格(円/m ³)	75,800	26,000
2番玉	長さ(m)	4	4
	元口径(cm)	37.5	37.5
	末口径(cm)	33.5	33.0
	材質	小曲材、節、傷	小曲材、傷、腐
	価格(円/m ³)	16,500	6,500
3番玉	長さ(m)	4	4
	元口径(cm)	33.5	33.5
	末口径(cm)	27.5	31.2
	材質	直材、節	直材、節
	価格(円/m ³)	16,500	16,500

NO.1対照木（1番玉）



NO.11剥皮木（1番玉）



※NO.11の2番玉の腐は、檜皮採取より以前に形成されたもの。

市売価格

		NO.3 (対照木)	NO.15 (剥皮木)
胸高直径(cm)		39.1	38.5
樹高(m)		23.0	25.0
1 番玉	長さ(m)	3	3
	元口径(cm)	36.0	37.0
	末口径(cm)	30.5	33.0
	材質	直材	小曲材、節、傷
	価格(円/m3)	28,000	12,000
2 番玉	長さ(m)	3	3
	元口径(cm)	30.5	33.0
	末口径(cm)	27.5	29.0
	材質	直材	小曲材
	価格(円/m3)	19,000	18,000
3 番玉	長さ(m)	3	3
	元口径(cm)	28.5	29.5
	末口径(cm)	26.0	24.5
	材質	小曲材	小曲材、節、傷
	価格(円/m3)	18,000	12,000

NO.3対照木 (1番玉)



NO.15剥皮木 (1番玉)



【他の研究事例】

- ・ 極端なケースとしてヘラを深く入れた場合、木口面では木部の傷害痕と変色が認められた。年輪幅は減少する傾向を示した。（檜皮採取によるヒノキの成長と材質に及ぼす影響－剥皮技術水準と剥皮時期による影響－，古賀ら，2008.）
- ・ 特定の檜皮剥皮木林分のヒノキと、剥皮されていないその他のヒノキとの価格分布の違いを比較したところ、30センチを超える径級においては、むしろ他のヒノキ材より高価格を形成していた。（原木市場における檜皮剥皮木の評価（II）－剥皮木の価格分布と買方による評価－（抄録），坂野上ら，2013.）

5 まとめ

(1) 傷や病虫害等の発生について

- ✓ 剥皮後ヤニの滲出がいくつか見られたが、剥皮の影響とはいえない。
- ✓ 樹勢は良好。樹皮の色は徐々に回復した。

(2) 肥大成長への影響について

- ✓ 肥大成長への顕著な影響は認められない。

(3) 材質と市売価格について

- ✓ 立木の状態での調査では、剥皮の有無によって材の強度に差はなかった。
- ✓ 市売価格は結果的に剥皮木が安くなったものの、丸太の断面に剥皮による異常は認められず、市場関係者の話からも価格に剥皮の影響はないと考えられる。

(4) 檜皮採取量について

- ✓ 直径や枝下高が大きいほど採取量は多くなる。
- ✓ 1回目の剥皮の際は利用できない部分があり、歩留まりが悪いといわれるが、その傾向が確かめられた。
- ✓ 城山の調査林分においては、10年に1回、40万円/ha程度の収入が得られると試算された。