

(資 料)

青変防止処理がアカマツ丸太の製材歩留りに与える影響*¹中嶋 康・谷内 博規*²・澤口 敬志*³

Effect of preventing blue-stain of Japanese red pine logs on the sawing yield

Yasushi NAKASHIMA, Hironori TANIUCHI, Takashi SAWAGUCHI

要 旨

夏期に伐採されたアカマツ丸太に、積算温度から算出された猶予期間内に伐採から製材・乾燥処理する青変防止方法と、伐採直後の丸太への防虫・防カビ剤散布による青変防止方法を行い、丸太から製材品までの製材歩留り、製品販売額、加工コストを試算して、青変防止技術の実用性を検証した。その結果、青変防止処理した丸太の製材歩留りは42%となり、販売単価の高い製品割合が増加したことから、丸太1 m³あたりの製品販売額は加工コストを上回った。一方で、伐採後に青変防止処理を行わず、60日間貯木した丸太は、製材後に青変が著しく確認され、製材歩留りは31%となり、丸太1 m³あたりの製品販売額は加工コストを下回った。このことから、製材直後の人工乾燥を前提とすれば、青変防止技術の導入により、春から夏に伐採した丸太の製材歩留りの減少は著しく抑制されるため、アカマツ通年出荷が可能となることが検証された。

キーワード：アカマツ，青変防止処理，製材歩留り

目 次

はじめに	10	1.3.2 製材歩留りの試算	11
1 実験方法	10	1.3.3 製品販売額と加工コストの試算	11
1.1 供試丸太	10	2 結果と考察	13
1.2 青変防止技術と供試本数	10	2.1 貯木後の樹皮下材面の状況	13
1.2.1 期間短縮方法	10	2.2 処理条件別の青変面積の比較	13
1.2.2 薬剤処理方法	10	2.3 処理条件別の製材歩留りと製品販売額	13
1.2.3 無処理条件の設定	10	おわりに	14
1.3 調査方法	10	引用文献	15
1.3.1 青変面積の測定	10		

* 1 : 本研究の一部は第49回日本木材学会大会 (2009年3月, 松本) で発表している。

* 2 : 岩手県久慈地方振興局林務部

* 3 : 久慈地方森林組合

はじめに

春から夏にかけてアカマツ (*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.) を伐採して一定期間が経過すると、材が黒、青色に変色して化粧性などを低下させる青変被害が発生し、製材歩留りを著しく減少させることが、アカマツ材の伐採時期を秋から冬に限定させる大きな要因となっている。

これまで、谷内らは、この問題を解決するため、青変菌類による変色メカニズム、林内での感染経路を明らかにし^{1,2)}、アカマツ丸太の青変防止技術として、積算温度から算出された猶予期間内に伐採から製材・乾燥処理する方法³⁾ (以下「期間短縮方法」という) と、伐採直後の丸太への防虫・防カビ剤散布により青変を防止する方法 (以下「薬剤処理方法」という)⁴⁾ の2種類を報告している。

これらの青変防止技術に関する研究では、青変防止処理と青変の発生度合いの関係を詳細に調査、解析しているが、アカマツを製材・加工する企業への導入を前提とした製材歩留り、製品販売額および収益性の評価・解析は十分に行われていない。

本研究では、青変防止技術を素材生産、製材現場に導入した場合の、青変防止効果の検証、製材歩留りの調査、製品販売額、加工コストの試算を行い、青変防止技術の実用性を検討した。

1 実験方法

1.1 供試丸太

2008年6月19日に岩手県の北部に位置する九戸村のアカマツ林0.5haの伐採現場から、供試材として丸太70本を抜き取りした。供試丸太は45年生で、末口径平均25cm (標準偏差: 2.05)、長さ約400cmである。

1.2 青変防止技術と供試本数

1.2.1 期間短縮方法

図-1に本研究のフローを示す。

谷内は、アカマツは伐採後、2週間~3ヶ月間屋外に放置されてしまい、この期間内に青変菌はアカマツ丸太に感染していると考えられたこと、さらに貯木中の青変に至る経過が、伐採した時期で異なる点に着目し、貯木している場所の1時間毎の気温の積算が400°C・日までなら青変は防止可能であると報告している^{3,5)}。

今回は、この方法を簡易にするため、青変防止可能な積算温度400°C・日を、岩手県北部の久慈地域の6月平均気温17.5°C (久慈測候所アメダスデータ) で割り返した日数22日間を、伐採から製材・乾燥までの期間とした。この処理方法による供試本数は40本とした。

1.2.2 薬剤処理方法

伐採後に丸太を長期間屋外に貯木する場合、伐採直後の丸太に防虫・防カビ剤を散布することで、青変は防止可能である⁴⁾。

今回は、伐採直後の丸太に、防虫剤 (サンプルザーWEL・50倍希釈) と防カビ剤 (プレザリンBAM・100倍希釈) を2L/本散布し、60日間貯木した後、製材・乾燥した (図-1)。この処理方法による供試本数は20本とした。

1.2.3 無処理条件の設定

期間短縮方法および薬剤処理方法の効果を評価するため、比較対照として、伐採後に60日間貯木して、その後製材・乾燥する処理条件も行った (図-1)。この処理条件の供試本数は10本とした。

1.3 調査方法

1.3.1 青変面積の測定

伐採および貯木後の丸太は、伐採現場近縁の製材工場の帯鋸で中心部から角材 (160×130×4000mm) を、丸太の外側部から板材 (130×36×4000mm) を挽いた。

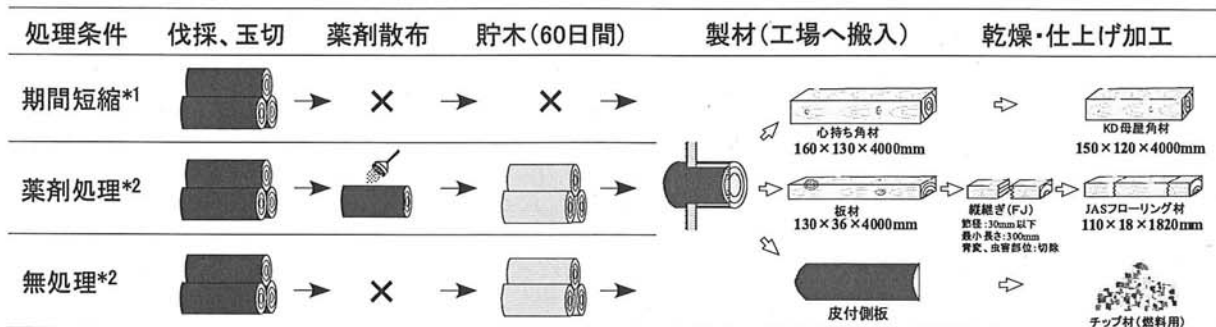


図-1 青変防止処理実験フロー

*1 伐採から製材まで22日間

*2 伐採から製材まで60日間

製材した角材と板材は材面に発生した青変面積を測定し、全材面の面積中に占める青変面積率(%)を求めた。また、処理条件別の青変出現頻度を比較するため、青変面積率を1%以下、1~5%、5%以上の3区分として、区分毎の出現頻度(%)を求めた。

1.3.2 製材歩留りの試算

青変面積測定後、角材は人工乾燥および仕上げ加工機で、150×120×4000mmの母屋角材に加工した。板材は人工乾燥および仕上げ加工機で、105×18×1820mmのフローリング材に加工した。なお、フローリングの加工時に板材の幅広面に出現した30mm以上の節、青変部位およびキクイムシ等の穿孔痕はクロスカットソーで除去した後、フィンガージョインターで縦継ぎ加工した。

丸太の製材歩留りは、母屋角材とフローリング材の材積を丸太の材積で除した値(%)とした。

なお、製材および加工で発生した端材は全て燃料用チップに加工した。

1.3.3 製品販売額と加工コストの試算

丸太1m³あたりの製品販売額は、母屋角材、フローリ

ング材、チップ材の材積に、各製品の販売単価を乗じ、合計額を丸太の材積で除した額(円/m³)とした。各製品の販売単価は工場の聞き取り調査から、母屋角材：55,000円/m³、フローリング材：250,000円/m³(15,000円/坪)、チップ：3,200円/m³とした。

丸太1m³あたりの加工コストは、丸太から最終製品となる母屋角材、フローリング材、チップ材に至るまでの材積を、コスト単価に乘じ、合計額を丸太の材積で除した額(円/m³)とした。各工程のコスト単価は、現場の聞き取りと実測値から、伐採後の防虫・防カビ薬剤処理：1,392円/m³、材料(丸太)：10,800円/m³、製材：2,569円/m³、人工乾燥：4,398円/m³、加工(母屋角材)：10,400円/m³、加工(フローリング)：145,000円/m³、燃料チップ：3,375円/m³とした。表-1にコストの詳細を示す。

また、丸太1m³あたりの収益額として、丸太1m³あたりの製品販売額と加工コストとの差額(円/m³)を求めた。



写真-1 貯木後の丸太と樹皮下キクイムシ食痕 (無処理, 60日間貯木後)



写真-2 丸太の側板に確認した青変部位 (無処理, 60日間貯木後に製材)

表-1 アカマツ丸太の製材および加工コスト

工程	単価 (円/m ³)	科目	単価 (円/m ³)	内訳
防虫・防カビ処理	1,392	人件費	134	・丸太104m ³ を薬剤処理した既往の研究から算定。 ・作業項目は丸太の移動と散布。作業人員は3人。 ・作業員の時給は平均1,550円/時。処理時間は3時間。 ・薬剤処理に要する人件費は、1,550円/時×3時間×3人÷104m ³ =134円/m ³
		薬剤費	1,258	・丸太104m ³ を薬剤処理した既往の研究から算定。 ・防虫剤はエトフェンプロックス薬剤を使用。 ・薬剤単価は15,000円/ℓで50倍希釈で300円/ℓ。 ・104m ³ のアカマツ丸太に使用した薬剤は400ℓ。 ・防虫剤のコストは300円/ℓ×400ℓ÷104m ³ =1154円/m ³ ・防カビ剤はプレザリンBAMを使用。 ・薬剤単価は2,700円/ℓで100倍希釈で27円/ℓ。 ・104m ³ のアカマツ丸太で使用した薬剤は400ℓ。 ・防虫剤のコストは27円/ℓ×400ℓ÷104m ³ =104円/m ³ ・薬剤費は1,154円/m ³ +104円/m ³ =1,258円/m ³
丸太	10,800	材料費	9,000	・原木の末口径は平均250mm。 ・心持ち角材の製材寸法は160×130×4000mm。 ・丸太の外側部から製材する板材の寸法は130×36×4000mm。 ・端材はチップ材料とし、丸太の歩留まりは100%。 ・材料費は素材単価の9,000円/m ³
		運搬費	1,800	・伐採現場から製材工場までの距離は約25km。 ・運搬は素材生産業者所有のトラックを使用。 ・トラック使用料は燃料費、人件費で36,000円/台。 ・トラックの最大積載量は20m ³ 。 ・運搬費は36,000円÷20m ³ =1,800円/m ³
製材*	2,569	人件費	2,216	・工員一人当たりの日当は10,000円/日。 ・作業人員は、製材機オペレーター3人。 ・一日あたりの製材処理能力は丸太70本(13.541m ³)/日。 ・人件費は30,000円÷13.541m ³ =2,216円/m ³
		電力費	321	・製材工場の月平均稼働日数は23日/月。 ・製材工場の製材機械に要する電気代は100,000円/月。 ・一日あたりの製材処理能力は丸太70本(13.541m ³)/日。 ・電力費は100,000円/月÷23日/月÷13.541m ³ =321円/m ³
		研磨費	32	・製材工場の帯鋸の刃物研磨費は120,000円/年。 ・製材機稼働日数は279日/年。 ・一日あたりの製材処理能力は丸太70本(13.541m ³)/日。 ・刃物研磨費用は120,000円/年÷279日÷13.541m ³ =32円/m ³
乾燥*	4,398	人件費	280	・乾燥機一台あたりの収容材積は12m ³ 。 ・乾燥機稼働に要する人員は2名。 ・積込み工程は1.12時間で終了。 ・人件費は10,000円/8時間×2人×1.12÷8.91m ³ =280円/m ³
		燃料費	4,083	・乾燥機一台あたりの収容材積は12m ³ 。 ・乾燥条件はDBT80℃、WBT70℃～60℃とし、8日間乾燥。 ・熱源は蒸気ボイラーで、ボイラー燃料は灯油(70円/リットル)。 ・灯油消費量は700リットル/回。 ・材積あたりの燃料費は70円×700リットル÷12m ³ =4,083円/m ³
加工* (母屋角)	10,400	電力費	35	・乾燥機の収容材積は12m ³ 。 ・乾燥機の月稼働日数は15日/月。乾燥に要する電気代は50,000円/月。 ・乾燥時間は8日間。 ・電気代は50,000円/月÷15日/月×8日÷12m ³ =35円/m ³
		人件費 電力費	5,400	・丸鋸と4軸モルダで寸法150×120×4000mmの母屋角材に仕上げ加工。 ・人件費と電気代合計はツイン丸鋸で2,400円/m ³ 、モルダで3,000円/m ³ 。 ・加工費は2,400+3,000=5,400円/m ³
加工* (フローリング)	145,000	運搬費	5,000	・製品は関東に出荷することを想定。 ・関東行きの大型トラックのリース料は85,000円/台。 ・最大積載量は17m ³ (乾燥材)。 ・運搬費は85,000円÷17m ³ =5,000円/m ³
		委託費	140,000	・板材のフローリング加工は近隣の工場に委託。 ・委託加工費は140,000円/m ³ 。
チップ*	3,375	人件費	1,620	・工員一人当たりの日当は10000円/日。 ・作業人員はオペレーター×1人。 ・1日あたりのチップ生産量は6.17m ³ /日。 ・人件費は10,000円÷6.17m ³ =1,620円/m ³
		電力費	845	・チップターの電力費は120,000円/月。 ・チップター稼働日数は23日/月。 ・一日あたりのチップ生産量は6.17m ³ /日。 ・電力費は120,000円/月÷23日/月÷6.17m ³ =845円/m ³
		運搬費	910	・燃料チップは近隣の木屑焚きボイラー施設に自社トラックで出荷。 ・トラック燃料費は3,000円/台。 ・トラックの最大チップ積載量は3.3m ³ 。 ・運搬費は3,000円/台÷3.3m ³ =910円/m ³

*機械設備の償却にかかる費用は含まない

2 結果と考察

2.1 貯木後の樹皮下材面の状況

写真-1に、無処理条件の伐採から60日間貯木後の樹皮下材面を示す。伐採から60日間経過後、丸太の樹皮下材面にはキクイムシの穿孔痕が観察された。青変菌は、木口面での直接接触および樹皮面からのキクイムシ類の穿孔に伴う接触でアカマツ丸太に侵入するため⁴⁾、キクイムシ類の穿孔痕が観察された無処理条件の丸太は、青変菌に感染していると考えられた。

一方で、期間短縮方法による伐採から22日後の丸太と、薬剤処理方法による伐採から60日後の丸太の樹皮下材面には、キクイムシの穿孔痕が観察されなかった。

2.2 処理条件別の青変面積の比較

図-2に、板材に発生した青変の出現頻度を処理条件別に示す。期間短縮方法による丸太と、薬剤処理方法による丸太から挽いた板材は、青変がほとんど確認されず、青変面積率1%以下となる板材の出現率は80%以上となった。

一方で、写真-2に示すとおり、無処理の丸太から挽いた板材は、青変が顕著に確認され、青変面積率1%以下となる板材の出現率は20%以下となった。また、無処理の丸太から挽いた板材は、ゾウムシの穿孔痕が確認された(写真-3)。

図-3に角材に発生した青変の出現頻度を処理条件別に示す。期間短縮方法による丸太と、薬剤処理方法による丸太から挽いた角材は、青変が確認されず、青変面積率1%以下となる角材の出現率は100%となった。

一方で、無処理の丸太から挽いた角材は、青変が顕著に確認され、青変面積率1%以下となる角材の出現率は50%以下となった。

また、無処理の丸太から製材した角材は、10本中2本



写真-3 丸太の側板に確認したゾウムシの幼虫と穿孔痕(無処理, 60日間貯木後に製材)

にゾウムシの穿孔痕が確認された。ゾウムシの穿孔痕が確認された角材は、母屋角材とせず、燃料チップに加工した。

2.3 処理条件別の製材歩留りと製品販売額

表-2に処理条件別の製材歩留り、製品販売額、加工コストを処理条件別に示す。

期間短縮方法による丸太の製材歩留りは、板材で5%、角材で37%となり、丸太1㎡あたりの製品販売額は34,584円/㎡となった。また、丸太1㎡あたりの加工コストは29,262円/㎡となり、差額は5,322円/㎡となったことから、収益性は確保されると考えられる。

薬剤処理方法による丸太の製材歩留りは、板材で4%、角材で37%となり、丸太1㎡あたりの製品販売額は31,922円/㎡となった。また、丸太1㎡あたりの加工コストは、薬剤処理に要する薬剤費と人件費が丸太1㎡あたり1,392円掛かり増しとなり、合計で28,953円/㎡

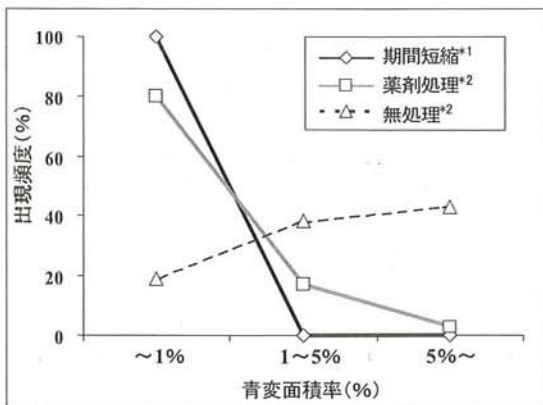


図-2 処理条件別の青変出現頻度の比較(板材)

*1 伐採から製材まで22日間
*2 伐採から製材まで60日間

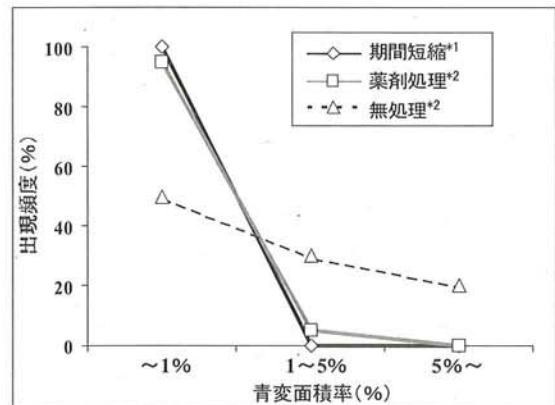


図-3 処理条件別の青変出現頻度の比較(角材)

*1 伐採から製材まで22日間
*2 伐採から製材まで60日間

となったが、差額は2,969円/m³となったことから、収益性は確保されると考えられる。

無処理丸太の製材歩留まりは、板材で2%、角材で29%となり、丸太1 m³あたりの製品販売額は23,504円/m³となった。また、丸太1 m³あたりの加工コストは、24,519円/m³となり、差額は-1,015円/m³となったことから、収益性の確保は困難であると考えられる。

実際の現場で夏季にアカマツ丸太の伐採が行われないのは、青変被害による製材歩留まりの低下が原因となり、生産コストが製品販売額を上回ってしまうためであり、本研究でも現状と合致する結果となった。

おわりに

夏季に伐採されたアカマツ丸太に、積算温度から算出された猶予期間内に伐採から製材・乾燥処理する方法と、

伐採直後の丸太への防虫・防カビ剤散布方法による青変防止処理を行い、処理条件別に、丸太1 m³あたりの製材歩留まり、製品販売額、加工コストを試算して、夏季のアカマツ伐採による収益性を評価した。以下に結果を示す。

- (1) 製材直後の人工乾燥が前提であれば、積算温度から算出された猶予期間内に伐採から製材・乾燥処理することにより、青変は防止可能であることが検証された。
- (2) 貯木期間が2ヶ月程度となる場合でも、伐採直後の丸太への防虫・防カビ剤散布により、青変は防止可能であることが検証された。
- (3) 青変防止技術の導入により、春から夏に伐採した丸太でも、製材歩留まりの減少は著しく抑制されるため、製品販売額が増加し、収益性は確保されることが検証された。

表-2 丸太の製材歩留りと収益額

処理条件		期間短縮方法*1	薬剤散布方法*2	無処理(比較対照)*2
丸太	試験体数	本	40	20
	材積	m ³	7.70	3.87
生材材積	角材	m ³	3.52	1.74
	板材		1.73	0.71
製品材積	母屋角材 製材歩留り(%)	m ³	2.88 (37)	1.44 (37)
	フローリング材 製材歩留り(%)		0.37 (5)	0.15 (4)
	燃料チップ 歩留り(%)		4.45 (58)	2.28 (59)
				0.04 (2)
製品販売額*3	母屋角材	円	158,400	79,200
	フローリング材		93,735	36,978
	燃料チップ		14,230	7,296
	合計		266,365	123,474
	丸太1m ³ あたり		円/m ³	34,584
加工コスト*4	薬剤処理	円	-	5,384
	原材料		83,180	41,774
	製材		19,786	9,937
	乾燥		23,082	10,775
	加工(角材)		29,952	14,976
	加工(板材)		54,366	21,447
	加工(チップ)		15,008	7,695
	合計		225,375	111,989
丸太1m ³ あたり	円/m ³	29,262	28,953	
丸太1m ³ あたりの収益額		円/m ³	5,322	2,969
				-1,015

*1 伐採から製材まで22日間

*2 伐採から製材まで60日間

*3 母屋角材=55,000円/m³ フローリング材=250,000円/m³ チップ=3,200円/m³

*4 表1参照

引用文献

- 1) 谷内博規・小岩俊行・升屋勇人・土居修一 (2005)
林地におけるアカマツ青変挙動と防カビ剤,防虫剤
を併用した際の青変防止効果, 日本木材保存協会
第21回年次大会講演要旨集: 12-17.
- 2) 谷内博規・小岩俊行・升屋勇人・土居修一 (2003)
*Leptographium wingfieldii*がアカマツ材を青変する
際の温度,水分,酸素の影響, 木材学会誌49(6):
446-451.
- 3) 谷内博規 (2008) アカマツ丸太の品質管理による
青変被害の抑制, 第58回日本木材学会大会研究発
表要旨集: 145.
- 4) 谷内博規・小岩俊行・升屋勇人・土居修一 (2006)
林地におけるアカマツ丸太の青変に対する防虫剤
と防黴剤の効果, 木材保存32(4): 151-158.
- 5) 谷内博規・多田野修 (2003) 岩手県内のアカマツ
素材生産・製材業者の青変被害に関する認識と施業
の現状, 木材保存29(6): 268-272.
- 6) 谷内博規・小岩俊行・升屋勇人・土居修一 (2005)
伐採直後の薬剤処理によるアカマツ青変防止効果,
日本木材加工技術協会第23回年次大会講演要旨集
: 59-60.