

大径材の多様な利活用に向けた乾燥技術の開発

- スギ大断面正角材の天然乾燥試験 -

令和3年度～令和5年度

木材チーム 古曳 博也、豆田 俊治

1. 目的

近年、人工林資源の充実とともに、素材生産に占める大径材の割合が増えており、主伐・再造林を推進するうえで大径材の需要創出が喫緊の課題となっている。林業研究部では、大径材の価値向上、多様な利活用に向けた部材開発等を図ることを目的に、木取りに合わせた乾燥技術の開発に取り組んでいる。本報では、令和3年度から実施しているスギ大断面正角材を使った天然乾燥試験¹⁾の結果を報告する。

2. 試験方法

1) 試験材及び乾燥試験

既報¹⁾のとおり、試験材は、大分県内の製材工場で製材されたスギ心持ち大断面正角材（315mm×315mm及び255mm×255mm、長さ4m、以下、315角、255角と記す）を用いた。また、乾燥は表-1に示すとおり大分方式乾燥と天然乾燥の2条件で行った。乾燥は、令和3年6月29日から開始した。

表-1 乾燥条件

試験区分	試験材	本数 (本)	乾燥方法	
			高温セット処理	乾燥処理
大分方式乾燥	315角	2	蒸煮 95℃、18h 高温セット	天然乾燥 (1010日)
	255角	2	乾球 120℃-湿球 90℃ 6h	
天然乾燥	315角	2	なし	
	255角	2		

2) 材質試験

既報¹⁾のとおり、乾燥前後に、重量、密度、含水率、縦振動ヤング係数（以下、 E_{tr} と記す）を測定した。そして、天然乾燥中は定期的に重量測定を行った。1,010日で乾燥を終了させ（以下、乾燥終了時と記す）、先の測定項目に加えて、表面割れ、内部割れ及び全乾含水率を測定した。表面割れは、割れ幅0.5mm以上の個数及びその形状をひし形と仮定し、最大幅と長さの積の1/2の面積を算出し条件ごとに積算し平均した。内部割れは、元口から50cm、100cm、200cm、300cm、350cmの位置で長さ約30mmの試験片を採取し、同様に面積を測定した。全乾含水率は、内部割れを測定した後に、315角は約45mm角に49分割、255角は約42.5mm角に36分割して求めた。この全乾法で求めた含水率データを基に長さ4m試験材の推定全乾重量を換算し、その値を用いて含水率推移を算出した。

3. 結 果

乾燥前と乾燥終了時の測定データを表-2に示す。また、試験材の含水率について、図-1に含水率推移を、図-2に試験材内部の含水率分布を示す。乾燥終了時の含水率は、大分方式乾燥の315角が16.8%、255角が16.6%、天然乾燥の315角が22.2%、255角は18.1%であった。初期含水率が140%と高かった天然乾燥の315角は、乾燥終了時に乾燥1,010日を費やしても含水率20%以下にならなかった。試験材内部では中心部の含水率が50%を示しており、乾燥が進んでいないことが判明した。初期含水率が85%~95%であった大分方式乾燥の315角、255角及び天然乾燥の255角は、含水率20%に達するまでに約2年（乾燥759日後）の期間を要した。含水率20%以下に乾燥し、さらに乾燥期間の短縮を図るためには、促進乾燥を組み合わせることが必要と思われる。

表-2 測定データ（平均）

乾燥条件	本数	重量(kg)		密度(kg/m ³)		含水率(%)※		E_{fr} (GPa)		
		乾燥前	乾燥終了時	乾燥前	乾燥終了時	乾燥前	乾燥終了時	乾燥前	乾燥終了時	
大分方式乾燥	315角	2	222.3	139.7	542.5	373.9	85.7	16.8	5.72	6.61
	255角	2	153.6	94.7	564.6	361.8	89.1	16.6	6.87	7.54
天然乾燥	315角	2	283.0	143.3	689.7	381.9	141.4	22.2	4.90	5.58
	255角	2	170.5	104.6	629.9	394.5	95.1	18.1	6.56	7.05

※乾燥終了時の全乾重量から求めた含水率から重量換算したもの

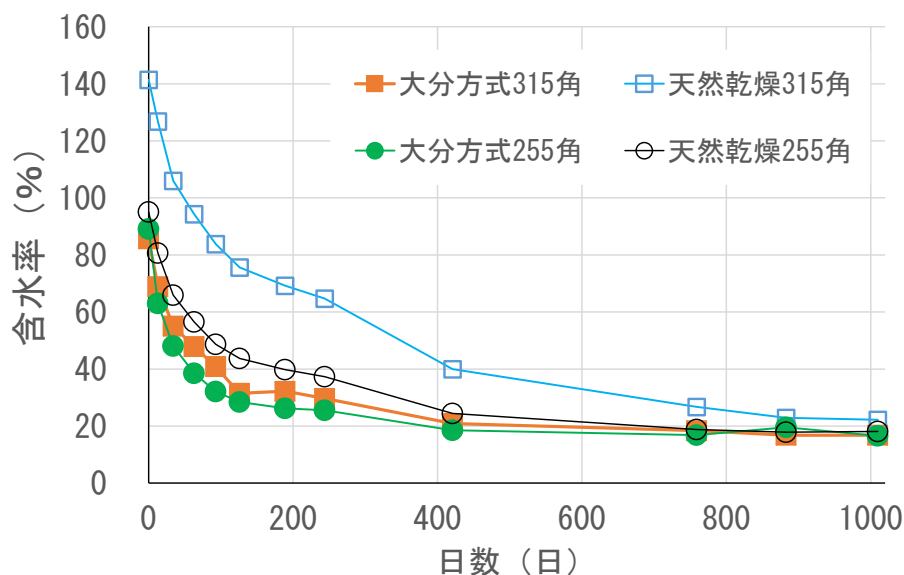
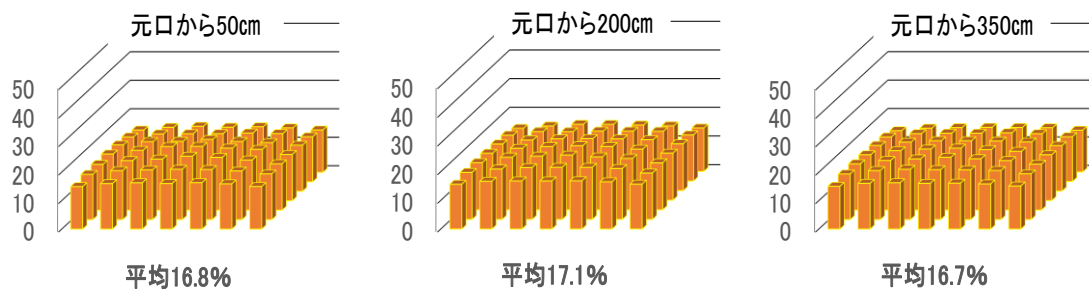
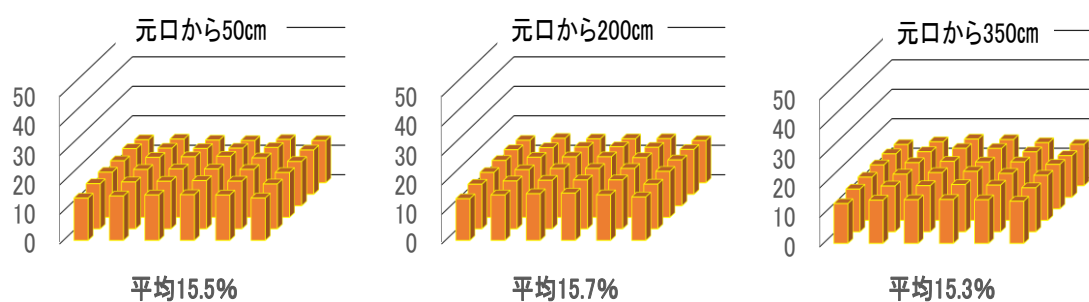


図-1 含水率の推移

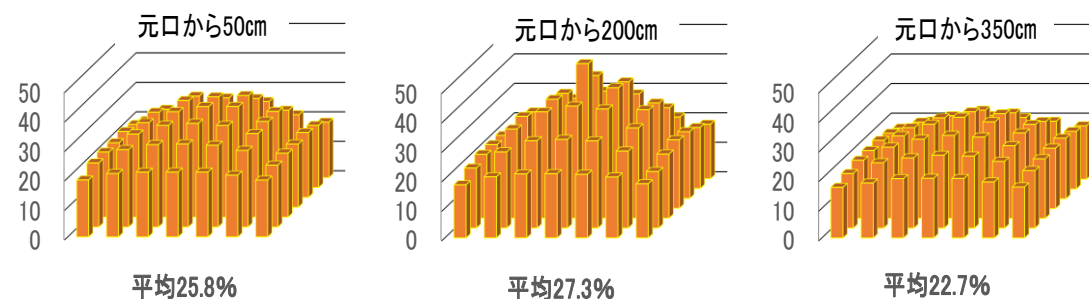
〈大分方式 315 角〉



〈大分方式 255 角〉



〈天然乾燥 315 角〉



〈天然乾燥 255 角〉

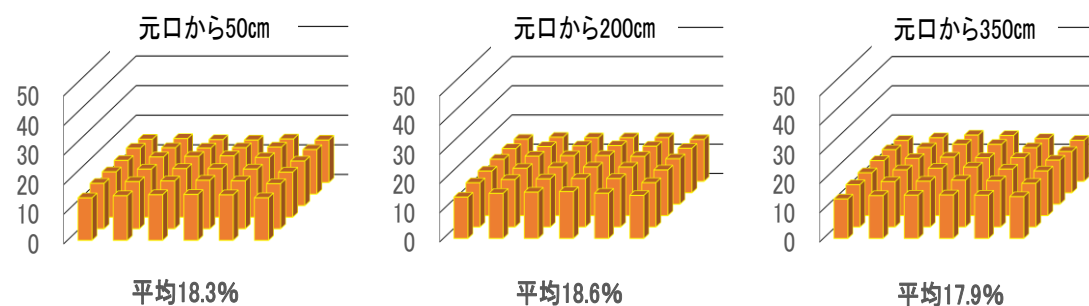


図-2 乾燥終了時の試験材内部の含水率分布
縦軸は含水率 (%)

表面割れの試験結果を図-3に示す。棒グラフは割れ幅 0.5 mm以上の表面割れ面積の積算値、黒丸は割れの個数を示す。大分方式乾燥の試験材は、315 角及び 255 角ともに表面割れ面積の積算値が 70cm²以下を示し、天然乾燥の 255 角の 1/3 程度であった。表面割れの個数はともに 5 か所以下と少なかった。一方、天然乾燥の試験材は 315 角は表面割れ面積の積算値が小さい値を示したが、これは乾燥が不十分であり乾燥による収縮が進行していないためで、表面割れの個数は天然乾燥の 255 角と同様に多かった。

乾燥の初期段階で高温セット処理（95℃の蒸煮処理後に乾球温度 120℃、湿球温度 90℃の高温セット）を行う大分方式乾燥は、高温によって柔らかくなった表層の収縮が十分できない状態（引張りのドラインセットを受けた状態）で乾燥が進行するため、表面割れが抑止できる²⁾と考えられている。今回実施した大分方式乾燥は 315 角及び 255 角ともに表面割れ抑制効果が見られた。

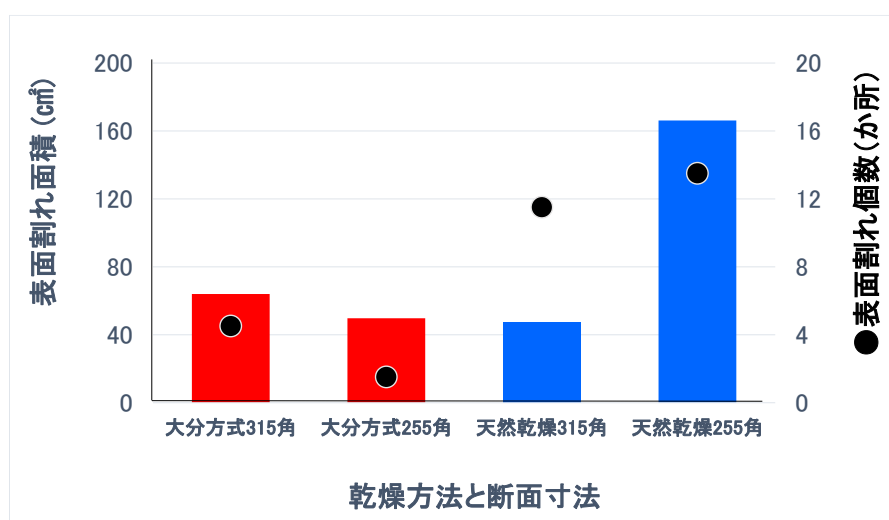


図-3 割れ幅 0.5mm 以上の表面割れ

内部割れの試験結果を図-4に示す。棒グラフは長手方向 5 か所を切断した木口面に生じていた割れ面積の積算値を示す。長手方向 5 か所を切断した木口面の総断面積は、315 角が 4,961cm² (31.5 cm

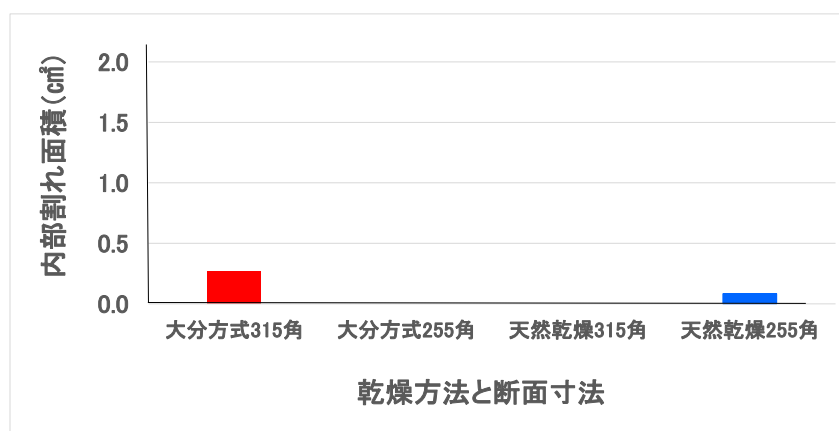


図-4 内部割れの面積 (平均)

×31.5 cm×5 か所)、255 角が 3, 251cm² (25.5 cm×25.5 cm×5 か所) に対して、内部割れ面積は、いずれも 0.3cm² 以下と小さかった。しかし、大分方式乾燥材で内部割れの発生を抑止することができなかった。高温セット処理時間を短く設定したことが影響したためと思われる。

4. まとめ

今回、大径材を用いたスギ大断面正角材の乾燥の一例として、天然乾燥試験を実施した。

天然乾燥の場合は、初期含水率の違いによって 20%以下含水率に達するまでの期間に大きな差が生じた。初期含水率が 85%~95%の材で約 2 か年の期間を要したのに対し、初期含水率の高い材（初期含水率 140%）に至っては乾燥 1, 010 日を費やしても 20%以下に達しなかった。

表面割れは、天然乾燥のみで乾燥する場合には発生が避けられなかったが、天然乾燥の前段階で高温セット処理（95℃の蒸煮処理後に乾球温度 120℃、湿球温度 90℃の高温セット）をすることで抑制できた。内部割れも小さかった。しかし、抑止はできなかった。

この結果から、大断面正角材の乾燥には、

- ・高温セット処理後に促進乾燥（高温蒸気乾燥や高温蒸気高周波乾燥等）を組み合わせること
- ・高温セット処理時間を長く設定し直すこと

が必要に思われた。

参考文献

- 1) 豆田俊治：令和 3 年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報, 45-46 (令和 4 年)
- 2) 石川県林業試験場石川ウッドセンター他：安心・安全な乾燥材生産・利用マニュアル, 54-55 (平成 24 年)