

大径材の多様な利活用に向けた乾燥技術の開発

－ スギ3丁取り平角材の乾燥試験 －

令和3年度～令和5年度

木材チーム 山本 幸雄

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・再造林を推進する上で、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、大径材の価値向上につながる部材開発等の取り組みとして、平角2丁取りや正角4丁、9丁取りの試験を行ってきた。今後は大径材部材の品質向上のため、大断面材や反りや狂いの生じやすい幅150mm以上の大径材板類を含めた、大径材の木取りに合わせた乾燥技術の開発や建築業界からも高品質な大断面材の要望があることから、地域材活用を推進する上で、大径材を活用した大断面材の部材開発は、建築業界をターゲットとした新たな需要先開拓として期待される。

本研究では、大径材から得た心去り平角材と心持ち平角材を含む3丁取り平角材を試験材として効率的なスケジュールの検討と、乾燥後の品質を評価した。

2. 試験方法

1) 試験材

試験材は、令和5年度に行ったスギ3丁取り平角材（図-1）の乾燥試験¹⁾の際、大径のスギ原木30本を3丁取りした製材90本を心去り材と心持ち材それぞれについて、密度の平均と標準偏差が等しくなるよう5つのグループに分けた¹⁾うちの1グループ（心去り平角材12本、心持ち平角材6本）を用いた。

2) 乾燥

乾燥は、風通しの良い室内で令和6年3月から約11か月天然乾燥（載荷なし）のみとした。その後モルダー加工し測定に供した。なお、心去り材は、木裏面を上にして乾燥した。

3) 含水率及び割れ等の測定

天然乾燥後及びモルダー加工後の段階で、寸法、重量、材中央部矢高、含水率、 E_{tr} の測定を行った。断面寸法及び含水率は、試験材と同様、元口から50cm、200cm、350cm位置で測定し平均値を算出した。矢高は、長さ方向の材中央部で測定した。

また、モルダー加工後には、上記に合わせ表面割れと、元口から25cm、50cm、100cm、200cm、300cm、350cm、375cmの位置で試験片を採取し、内部割れ及び全乾含水率を測定した。表面割れは、その形状をひし形と仮定し、最大幅と長さの積の1/2の面積を算出し集計した。全乾含水率は断面内部の含水率分布を調べるため、各位置で採取試験片をおよそ20×40mmの小片に25分割し求めた。

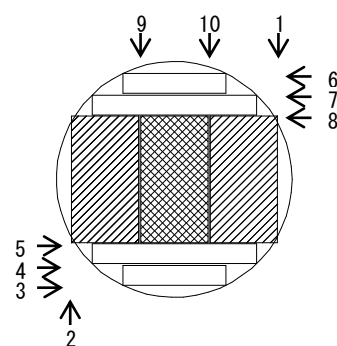


図-1 原木の木取り方

（図中の数字は鋸を入れた順番を示す）

3. 結果及び考察

1) 試験材

図-2に5つのグループに分けたグループごとの重量分布を示す。グループ1が本試験に使用した材で、グループ2から5が昨年度の試験に使用した材である。各グループの重量の平均値は最小が75.0kgで最大が76.4kg、各グループの平均値の平均が75.8kg、標準偏差が0.45で、ほぼ均等に分けられたことが分かる。

2) 乾燥

乾燥曲線を図-3に示す。乾燥曲線の縦軸の含水率は、モルダー加工後25cm、50cm、100cm、200cm、300cm、350cm、375cmの位置で採取した試験片の全乾含水率の平均値をその材の含水率と見なして計算した。

モルダー後の含水率の平均は、15.9%であった。また全材の含水率の平均が20%を下回ったのは、乾燥開始から159日目であった。その時の含水率の平均が19.8%、最小が14.4%、最大が46.3%、標準偏差が7.74で、18本中、含水率20%以下が13本、20%以上25%以下が3本、25%以上が2本と推定された。

昨年度行った蒸煮+高温セット+乾燥(乾球90℃、湿球60℃)+高周波のスケジュール(乾燥スケジュール1¹⁾)では、290時間で乾燥が終了(仕上がり時の含水率は平均で17%)しており、天然乾燥のみの本試験ではその13倍の期間を要した。

3) 含水率及び割れ等の測定

表-1に乾燥前後の密度とモルダー後の含水率、表面割れ長さと面積を、図-4に心去り材の乾燥前後の矢高の平均値について、表-2に心去り材のモルダー後の木口を除く4材面の表面割れ長さについて示す。

乾燥後の含水率について、最小と最大の差が4%程度しかなく、均質に仕上がった。

心去り材の矢高の平均値について、木表については乾燥前>乾燥後、木裏についてはその逆で乾燥前<乾燥後となった。樹幹内には成長応

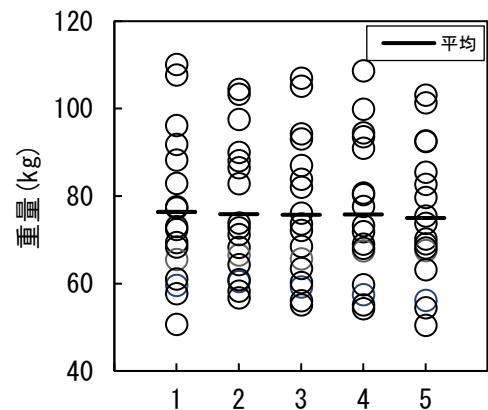


図-2 グループごとの重量分布

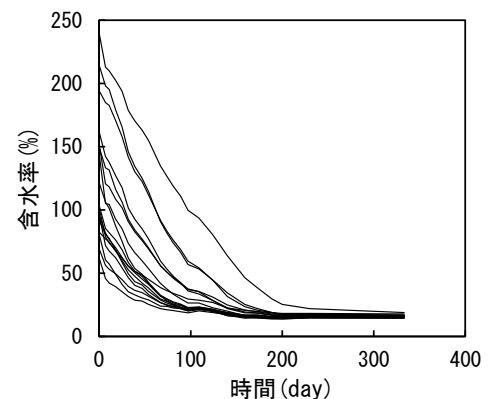


図-3 乾燥曲線

表-2 心去りの面ごとの表面割れ長さ (cm)

乾燥条件	1	2	3	4	5
A (木表)	1,542	1,286	1,001	1,531	261.8
B (木裏)	616	285	362	120	33.3
C	111	275	10	3	0
D	170	109	0	0	0

*条件1～4はR5年度年報に既出

表-1 乾燥前後の密度とモルダー後の含水率、表面割れ長さと面積

項目	心去り					心持ち				
	乾燥前		モルダー後			乾燥前		モルダー後		
	密度 (kg/m ³)	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	総長さ (cm)	面積 (cm ²)	密度 (kg/m ³)	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	総長さ (cm)	面積 (cm ²)
平均	733	369	16.1	24.6	0.3	681	390	15.6	319.3	41.8
最大	1010	326	18.9	77.2	0.9	990	353	17.7	615.9	109.7
最小	476	414	14.3	0.0	0.0	529	487	14.5	28.6	0.9
標準偏差	169	25.0	1.13	25.3	0.3	166	44.8	1.08	249	48.2

力が存在し、中心部には圧縮応力が外周部には引っ張り応力が存在している²⁾。製材によりその力のつり合いが崩れるため、製材後は木表側が凹に反ることが多い。また、材の密度は周辺部に比べ中心部が高いこと、心去り材の場合、木表側より木裏側に未成熟材が多いことなどから、乾燥により木表よりも木裏がより収縮し矢高が減少したと考えられる。

表面割れについて、総長さ及び面積とも心持ち>心去りとなった。心持ち材について、本試験では蒸煮及び高温セット処理を行わなかったため、

蒸煮及び高温セット処理を行った昨年度の結果と比較すると表面割れは大きかった。心去り材については、心持ち材とは逆で昨年度の結果よりも小さくなった。このことから、心去り材の場合、蒸煮・高温セット処理は不要である可能性が示唆された。この点については、今後も更なる検討を加えたいと考えている。また心去り材の木口を除く面ごとの表面割れは、木表（A）>木裏（B）であった。これは、他の乾燥条件同様、特に末口側は心材と辺材が混在しており、かつ辺材の乾燥速度が心材のそれよりも速いため、辺材の収縮に心材がついていけず、木表側に多く割れが生じたものと思われる。

4) 断面内の含水率分布

乾燥後最も含水率が高い材の断面内含水率分布でも、表層側と断面の中央部がほぼ同じ含水率であった（図-5）。昨年度報告の乾燥条件では、表面と断面中央部で含水率に大きな差があったが、今回の乾燥条件は、天然乾燥でゆっくり乾いたため、材表面と内部の含水率差が少なくなったと考えられた。

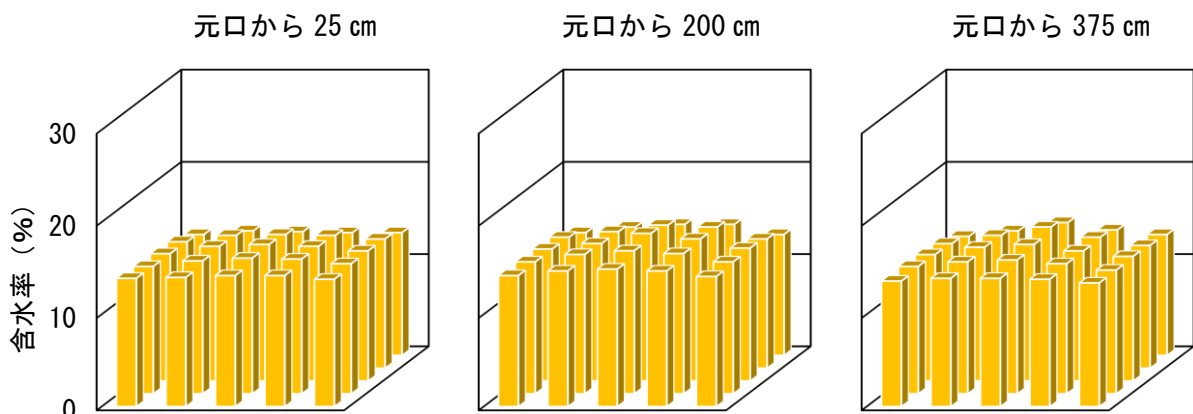


図-5 断面内の含水率分布

5) 含水率の材長方向分布

材長方向の含水率分布も、図-6に示すように材端部から材中央部にわたってほぼ同じ値を示した。これも、天然乾燥でゆっくり乾くためと考えられる。

6) 含水率と内部割れの関係

含水率と内部割れ面積の関係を図-7に示す。含水率が13～22%で含水率に関係なく内部割れ面積

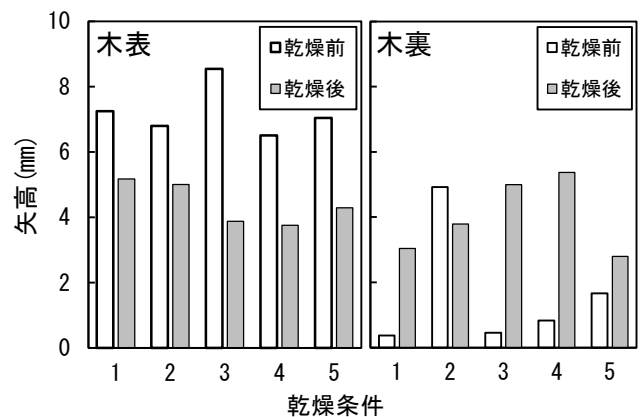


図-4 心去り材の乾燥前後の矢高の平均値
*条件1～4はR5年度年報に既出

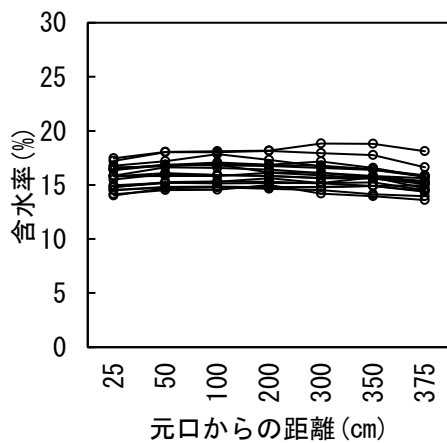


図-6 含水率の材長方向分布

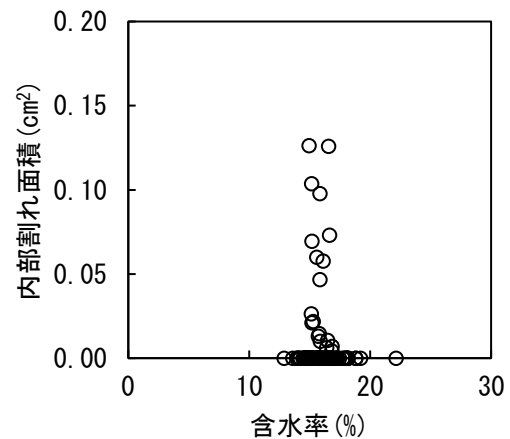


図-7 含水率と内部割れ面積の関係

は小さく、昨年度行った試験結果の1割程度であった。

4. まとめ

大径材を製材して得た心去り平角材と心持ち平角材の天然乾燥試験を行い、以下の結果を得た。

- ・平均含水率が20%以下になるまでの乾燥に要する期間はおよそ6か月で、蒸煮+高温セット+乾燥（乾球90℃、湿球60℃）+高周波の13倍の期間を要した。
- ・心去り材の表面割れは、蒸煮・高温セット処理した場合より少なく、蒸煮・高温セット処理は不要である可能性が示唆された。
- ・材の横断面や材長方向の含水率分布は、ほぼ均一である。

参考文献

- 1) 山本幸雄：令和5年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，34-39（令和7年）
- 2) 伏谷賢美ら：木材の物理，pp. 176-182（昭和60年）