

岩手県林業技術センター研究報告 第19号 (2011.3)

目 次

(資 料)

異なる乾燥方法で仕上げたアカマツ平角材の寸法安定性の比較	中嶋 康 1
糖度予測法開発のために実施したヤマブドウの糖度調査	菅原 誠司 9

BULLETIN OF THE IWATE PREFECTURAL FORESTRY TECHNOLOGY CENTER
No.19 (March,2011)

CONTENTS

(Note)

Comparison of dimensional stability of Japanese red pine rectangular timber finished by different drying methods

.....Yasushi NAKASHIMA 1

A survey of *Vitis coignetiae* grapes sugar concentration and weather factor for sugar concentration forecast method

.....Seiji SUGAWARA 9

(資 料)

異なる乾燥方法で仕上げたアカマツ平角材の寸法安定性の比較*

中嶋 康

Comparison of dimensional stability of Japanese red pine rectangular timber finished by different drying methods

Yasushi NAKASHIMA

要 旨

アカマツ平角材の乾燥処理後の寸法安定性を評価するため、5種類の乾燥方法で仕上げたアカマツ平角材を屋内で3ヶ月間静置し、静置前後の水分変化と寸法変化の関係について検討した。その結果、天然乾燥した平角材は人工乾燥した平角材と比較して静置後の寸法変化が大きくなることが確認された。また、静置後の寸法変化は、静置期間中の含水率変化が影響しており、天然乾燥した平角材を人工乾燥で仕上げ乾燥することにより、寸法安定性は向上することが確認された。一方で、高温乾燥材と高温セット+天然乾燥材は、中温乾燥と比較して断面内の水分傾斜が大きく、乾燥終了後に水分傾斜を緩和させるための調湿処理を行う必要がある。

キーワード：アカマツ、乾燥方法、寸法変化、含水率、水分傾斜

目 次

1 はじめに.....	2	2.6 静置後の収縮率	4
2 実験方法.....	2	2.7 静置前後の含水率	4
2.1 供試材	2	2.8 断面内の含水率分布	4
2.2 乾燥方法	2	2.9 繊維傾斜	4
2.2.1 天然乾燥.....	2	3 結果と考察.....	5
2.2.2 中温乾燥.....	2	3.1 静置後のねじれの比較	5
2.2.3 高温乾燥.....	2	3.2 静置後の収縮率の比較	6
2.2.4 天然乾燥+中温乾燥.....	3	3.3 静置前後の含水率変化と寸法変化	6
2.2.5 高温セット+天然乾燥.....	3	3.4 含水率分布の比較	6
2.3 修正挽き方法	3	4 おわりに.....	7
2.4 静置条件	3	参考文献.....	7
2.5 静置後のねじれ	3		

*：本報告の一部は第60回日本木材学会大会（3月，宮崎）で発表した。

1 はじめに

木材乾燥の目的は、木材の含水率を住宅施工環境下の平衡値まで低下させることで、施工後の収縮およびねじれなどの寸法変化に伴うトラブル²⁾を回避することにある。

また、乾燥材はその乾燥方法によって、仕上がり後の寸法変化が異なり、例えば天然乾燥材は人工乾燥材と比較して仕上がり含水率が高いため寸法変化が大きくなる¹²⁾。また、高温乾燥材は断面内の水分傾斜が大きいため仕上がり後の寸法変化が大きくなること¹³⁾などが報告されている。

一方で、乾燥方法と仕上がり後の寸法変化に関する既往の研究は、主にスギ正角材のような中断面材を対象としており、平角材のような大断面材を対象とした事例は少ない。また、平角材は、住宅の梁桁など横架材として用いられるため、柱材と比べて施工後の寸法変化が床の傾斜などのトラブルに繋がる可能性が高いことから、使用する箇所によっては、仕上がり後の寸法変化が最小となる乾燥方法を選択する必要がある。

そこで本研究では、乾燥方法別のアカマツ平角材の寸法安定性の評価を目的として、5種類の乾燥方法で含水率20%以下に仕上げたアカマツ心持ち平角材について、静置前後の水分変化と寸法変化の関係を検討した。

2 実験方法

2.1 供試材

供試材は丸太から挽いた直後の岩手県産アカマツ平角材(135×265×2000mm)を用い、乾燥方法当たりの試験体数は10~18体とした。



写真-1 天然乾燥試験

2.2 乾燥方法

乾燥方法は、①天然乾燥⁶⁾、②乾燥温度100°C以下の蒸気式乾燥⁹⁾(以下「中温乾燥」という)、③乾燥温度100°C以上の蒸気式乾燥⁷⁾(以下「高温乾燥」という)、④天然乾燥後に中温乾燥で仕上げ乾燥する方法⁸⁾(以下「天然乾燥+中温乾燥」という)、⑤高温セット後に天然乾燥する方法¹⁰⁾(以下「高温セット+天然乾燥」という)の5種類で行った。

①の天然乾燥は、岩手県紫波郡矢巾町内の林業技術センター敷地内の砂利土場で行った(写真-1)。②から⑤の中温乾燥、高温乾燥および高温セットは(株)新柴製の蒸気式乾燥機(写真-2)を用いて行った。また、人工乾燥後の養生場所は、①の天然乾燥の実施場所とした。以下にそれぞれ乾燥条件の詳細を示す。

2.2.1 天然乾燥

天然乾燥は積を地上高500mm、積木間隔を約500mm、積積間隔を約30mmとし、天然乾燥期間を2009年7月から450日間とした。この期間中の平均気温は16°C、湿度は82%、平衡含水率は17%であった。

2.2.2 中温乾燥

表-1に中温乾燥スケジュールを示す。中温乾燥はコントロール材の含水率を観測しながら温湿度を調整する方法で行った。コントロール材の乾燥中の含水率は、センサーで測定した重量を初期含水率から推定したコントロール材の全乾重量で割り返すことで求めた。乾燥は含水率15%に到達した時点で終了し、その後540日間養生した。

2.2.3 高温乾燥

図-1に高温乾燥スケジュールを示す。高温乾燥は設定時間で温湿度を調節するタイムスケジュールで行った。乾燥終了後、屋外で120日間養生した。



写真-2 人工乾燥試験

表-1 中温乾燥スケジュール

含水率範囲 (%)	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)
蒸煮(8時間)	85	85
生材~75	60	58
60~50	60	57.5
50~40	63	60
40~35	66	62
35~30	69	64
30~25	72	66
25~20	76	69
20~15	80	72

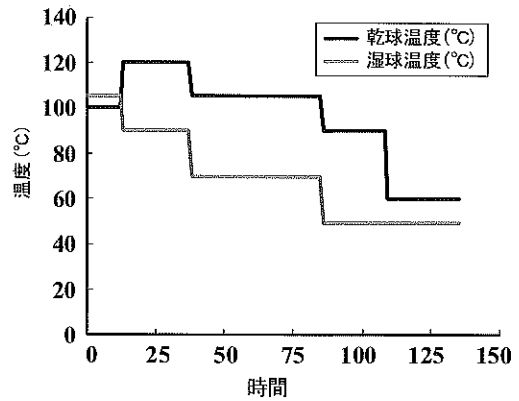


図-1 高温乾燥スケジュール

2.2.4 天然乾燥+中温乾燥

天然乾燥を150日間行った後、5日間の人工乾燥を行った。天然乾燥後の含水率は平均19.5%であった。人工乾燥条件は、乾球温度80°C一定、湿球温度60°C一定の中温乾燥とした。

人工乾燥中の含水率はコントロール材の重量をセンサーで測定し、天然乾燥後の含水率から推定したコントロール材の全乾重量で割り返すことで求めた。乾燥は含水率15%に到達した時点で終了し、その後150日間養生した。

2.2.5 高温セット+天然乾燥

人工乾燥機で蒸煮処理を8時間、120°Cで36時間高温処理した後に乾燥機から搬出し、天然乾燥を行った。天然乾燥期間は450日間とした。

2.3 修正挽き方法

それぞれの乾燥方法で処理した試験体は、帯鋸で直角する2面を直角に挽いた後、4軸モルダーで断面寸法

240×120mm角に仕上げた。その後、重量と4材面の中央幅を測定した。

2.4 静置条件

写真-3に修正挽きした試験体の静置状況を示す。修正挽きした試験体は、2009年8月から同年11月まで3ヶ月間静置した。静置場所は、林業技術センター木材実験棟内とした。静置期間中の室内の平均温度は19°C、平均湿度は59%であり、平衡含水率10.8%であった。

2.5 静置後のねじれ

静置終了後、試験体をスパン1800mmの基準台上に載



写真-3 木材実験棟内での静置状況

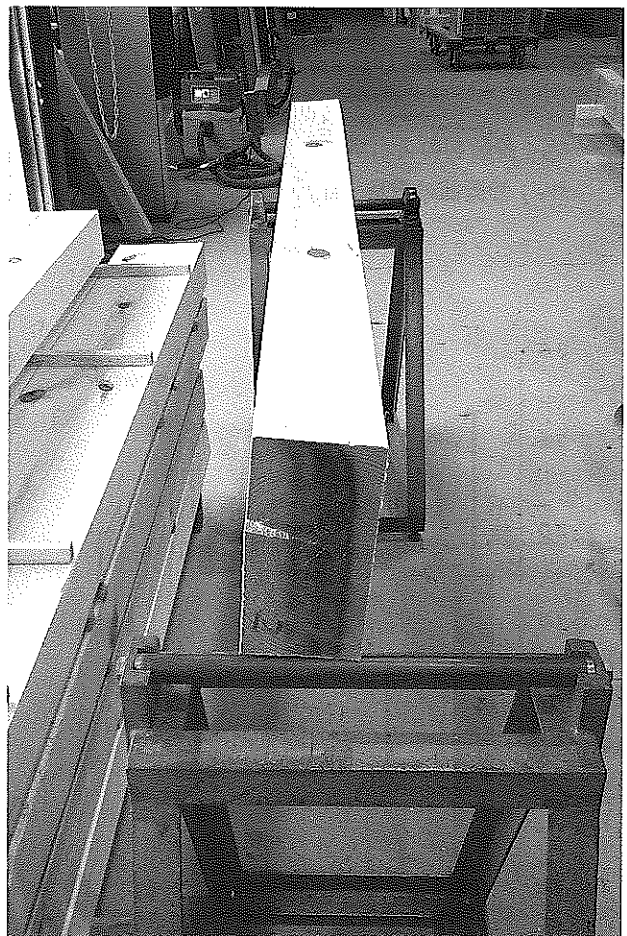


写真-4 ねじれの測定用の基準台と測定状況

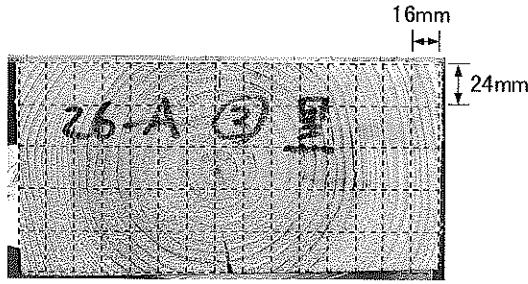
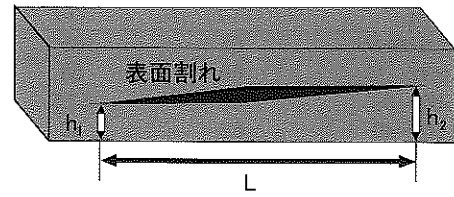


図-2 断面内含水率分布測定用試片の分割状況



$$\text{繊維傾斜(mm/m)} = (h_2 - h_1) / L \times 1000$$

図-3 繊維傾斜の測定

せ、試験体の長さ方向の片側を基準台に固定し、残る片側の端と基準台との角度(°)を測定した(写真-4)。試験体のねじれは、4材面の最大値とした。

2.6 静置後の収縮率

静置終了後、4材面中央幅を測定した。収縮率は、静置前に測定した幅との差を、静置前の幅で除した値とし、4材面の最大値をその試験体の収縮率とした。

2.7 静置前後の含水率

静置前後の含水率を求めるため、静置期間前後に試験体の重量を測定した。静置後に、試験体を木口から200mmの位置で切断し、厚さ30mmの材片を採取し、全乾法で静置後の含水率を求めた。静置前の含水率は静置後の含水率から、以下の式で算出した。

$$U_a = \{(W_a - W_0) / W_0\} \times 100(\%) \dots (1)$$

$$W_0 = W / (U / 100 + 1) \dots (2)$$

U_a : 静置前の含水率 (%)

W_a : 静置前の重量 (kg)

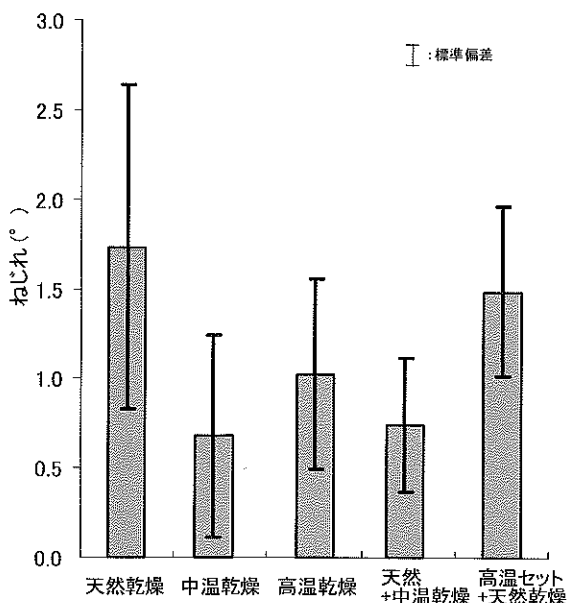


図-4 乾燥方法別の静置後のねじれ

W_0 : 含水率0%時の重量 (kg)

W : 静置後の重量 (kg)

U : 静置後の含水率 (%)

また、静置前と静置後の含水率の差を含水率変化量(%)として求めた。

2.8 断面内の含水率分布

平均的な重量の試験体を乾燥方法別に2体選び、静置前にそれぞれ、木口より200mmの部位から厚さ30mmの材片を切り出し、75分割した(図-2)。得られた小片の含水率を、全乾法により測定し、断面内の含水率分布を求めた。

2.9 繊維傾斜

図-3に繊維傾斜の測定方法を示す。繊維傾斜は、試験体の表面割れの両端までの長さ(L)と、割れの端と材縁との各距離($h_2 - h_1$)の差から求めた。

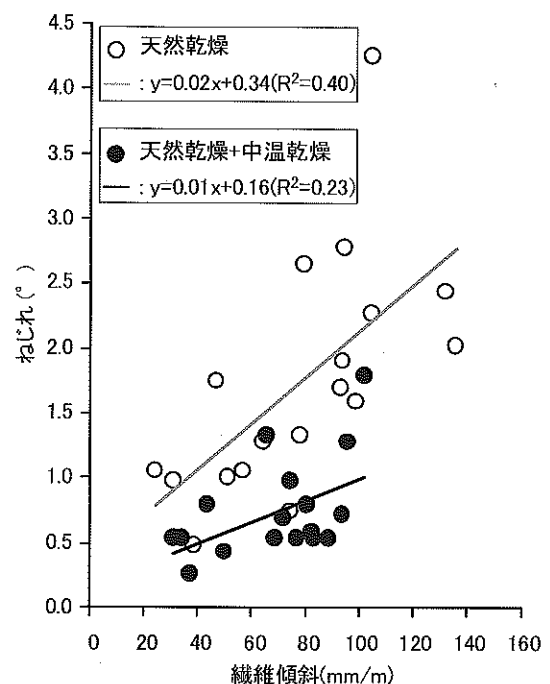


図-5 繊維傾斜とねじれとの関係

3 結果と考察

3.1 静置後のねじれの比較

図-4に静置後のねじれを乾燥方法別に示す。中温乾燥、高温乾燥、天然乾燥+中温乾燥と比較して、天然乾燥の静置後のねじれは大きくなった。また、中温乾燥および天然乾燥+中温乾燥と比較して、高温セット+天然乾燥の静置後のねじれは大きくなった。

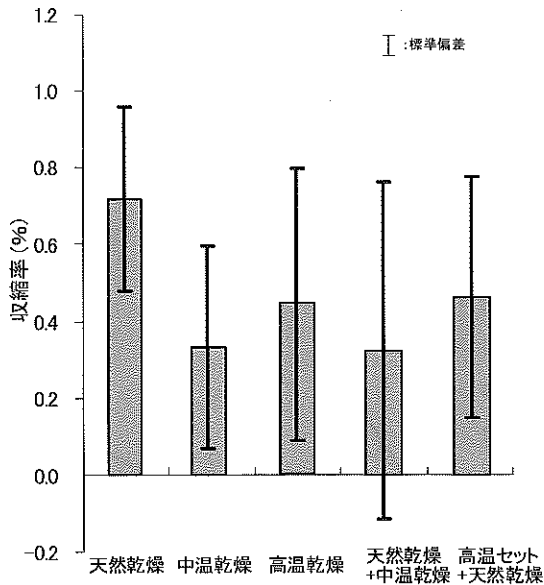


図-6 乾燥方法別の収縮率の比較

図-5に天然乾燥と天然乾燥+中温乾燥の繊維傾斜とねじれの関係を示す。どちらの乾燥方法でも、繊維傾斜とねじれには正の相関がみられた。さらに、天然乾燥+中温乾燥の繊維傾斜を説明変数とするねじれの回帰直線は、天然乾燥の回帰直線よりも下に位置し、同じ繊維傾斜でもねじれが小さくなる傾向がみられた。このことから、天然乾燥材の寸法安定性の向上には、中温乾燥による仕上げ乾燥が有効と考えられる。

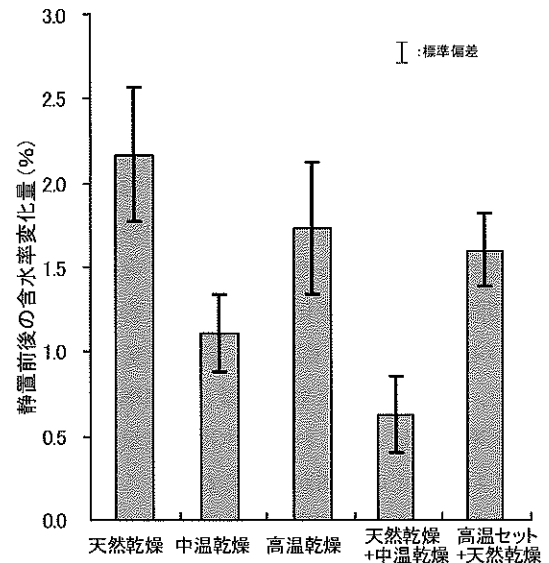


図-7 乾燥方法別の含水率変化量の比較

表-2 乾燥方法別の静置前後の平均含水率

乾燥方法	n	平均含水率	
		静置前 %	静置後 %
天然乾燥	18	16.9 (0.3)	14.7 (0.3)
中温乾燥	10	14.9 (0.4)	13.8 (0.3)
高温乾燥	16	14.4 (0.7)	12.6 (0.4)
天然乾燥+中温乾燥	18	13.3 (0.6)	12.6 (0.5)
高温セット+天然乾燥	18	14.5 (0.6)	12.9 (0.4)

0内は標準偏差

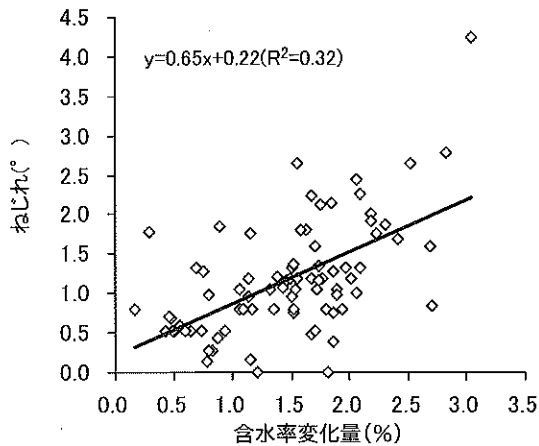


図-8 含水率変化量とねじれとの関係

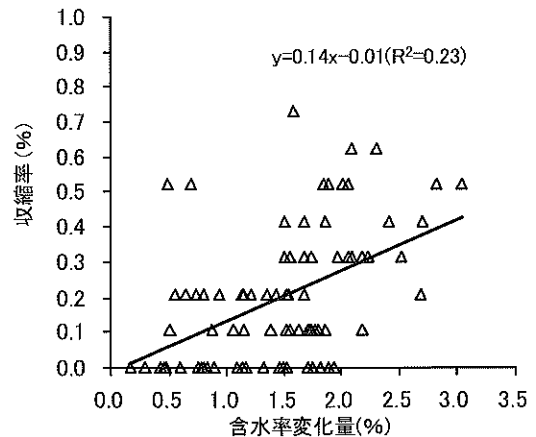


図-9 含水率変化量と収縮率の関係

3.2 静置後の収縮率の比較

図-6に静置後の収縮率を乾燥方法別に示す。

天然乾燥の収縮率は平均で0.7%となり、中温乾燥、高温乾燥、天然乾燥+中温乾燥および高温セット+天然乾燥と比較して大きくなった。一方で、中温乾燥、高温乾燥、天然乾燥+中温乾燥および高温セット+天然乾燥の収縮率に有意な差は認められなかった。

3.3 静置前後の含水率変化と寸法変化

表-2に静置前後の含水率を乾燥方法別に示す。天然乾燥の静置前の含水率は16.9%で、他の乾燥方法と比べて高かった。また、全ての乾燥方法で静置後の含水率が静置前と比較して低下した。

図-7に静置前後の含水率変化量を乾燥方法別に示す。静置前後の含水率変化量は天然乾燥+中温乾燥の含水率低下量が最も少なかった。これは静置前の含水率が他の乾燥方法に比べて低かったことによると考えられる。

静置期間中の含水率変化は寸法変化に影響を及ぼすとされていることから、図-8に含水率変化量とねじれとの関係を、図-9に含水率変化量と収縮率との関係を示す。含水率変化量とねじれ、含水率変化量と収縮率の間には、それぞれ正の相関が認められた。これより、天然乾燥のねじれおよび収縮率が、中温乾燥、高温乾燥、天然乾燥+中温乾燥および高温セット+天然乾燥よりも大きくなったのは、静置前後の含水率変化が大きかったことによると考えられる。

3.4 含水率分布の比較

図-2で示した小片の含水率測定結果の度数分布を乾燥方法別に図-10に示す。天然乾燥の含水率分布は、最頻値を16%として高含水率側に多く分布していたのに対して、中温乾燥は最頻値を16%として低含水率側に多く分布していた。このため、天然乾燥は中温乾燥よりも静置前の含水率が高くなっていたと考えられる。

また、高温乾燥および高温セット+天然乾燥の含水率分布の最頻値は12~13%の低含水率側と、17~18%の高含水率側の2箇所に見られた。これは材の内層と外層で異なる含水率帯を有することによるものであり、高温乾燥材は乾燥終了後120日間の養生期間を、高温セット+天然乾燥材は450日間の天然乾燥期間を設定したにも関わらず、天然乾燥、中温乾燥および天然乾燥+中温乾燥よりも断面内の水分傾斜が大きいことが明らかとなった。スギ正角材の場合、高温乾燥材は断面内の水分傾斜が大きいいため寸法変化が大きくなること¹⁴⁾が報告されており、平角材についても高温乾燥および高温セット+天然乾燥後に水分傾斜を緩和させるための調湿処理が必要と考えられる。

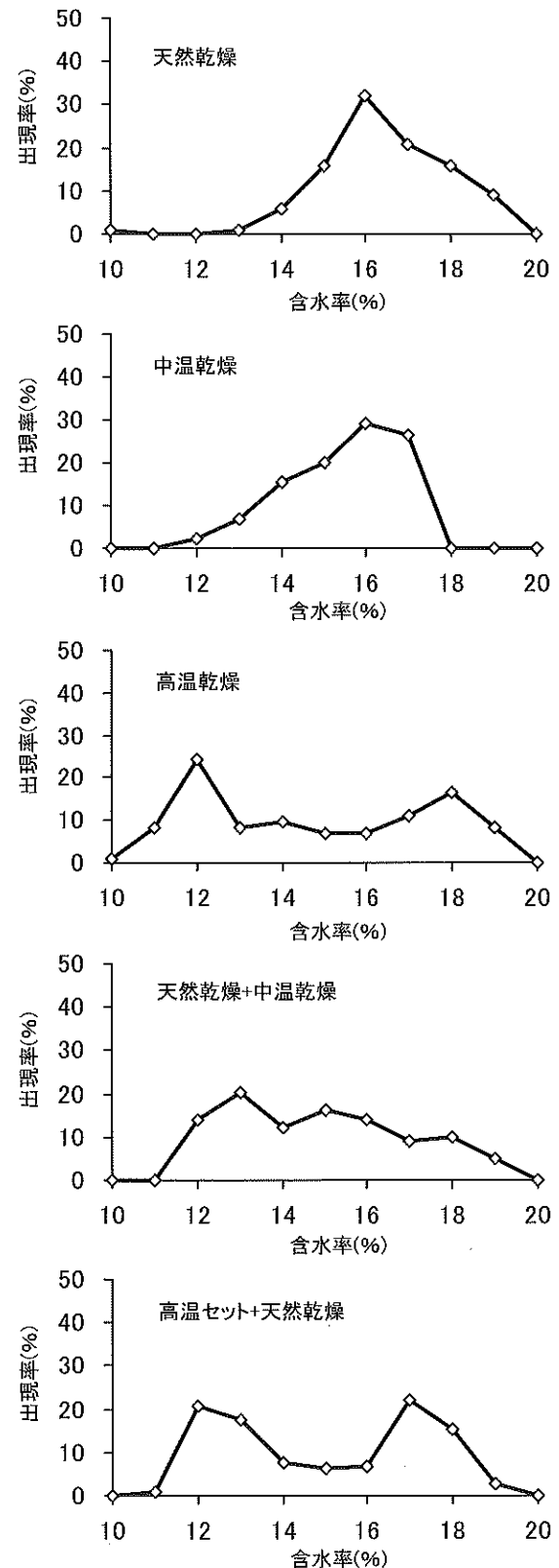


図-10 断面内の含水率の出現頻度分布の比較

4 おわりに

アカマツ平角材の乾燥処理後の寸法安定性を評価するため、5種類の乾燥方法で仕上げたアカマツ平角材を屋内で3ヶ月間静置し、静置前後の水分変化と寸法変化の関係について検討した。

その結果、天然乾燥した平角材は人工乾燥した平角材と比較して静置後の寸法変化が大きくなることが確認された。また、静置後の寸法変化は、静置期間中の含水率変化が影響しており、天然乾燥した平角材を人工乾燥で仕上げ乾燥することにより、寸法安定性は向上することが確認された。

一方で、高温乾燥材と高温セット+天然乾燥材は、中温乾燥と比較して断面内の水分傾斜が大きかったことから、乾燥終了後に水分傾斜を緩和させるための調湿処理を行う必要がある。

引用文献

- 1) 河崎弥生・古川郁夫・作野友康・中尾哲也 (1999) 市販されているD20人工乾燥柱材の水分分布と寸法変化. 木材工業54(3): 116-121.
- 2) 河崎弥生・古川郁夫・作野友康・中尾哲也 (2000) 木造住宅における製材品の上棟後の寸法変化と発生したトラブル. 木材工業55(2): 61-66.
- 3) 久慈敏・中嶋康・東野正 (2001) アカマツ心持ち平角材の人工乾燥. 岩手県林業技術センター研究報告9: 15-21.
- 4) 財団法人日本住宅・木材技術センター (2000) 構造用木材の強度試験法 (平成11年度住宅資材性能規定化対策事業報告書, 日本住宅・木材技術センター, 東京), 60-61.
- 5) 社団法人全国木材組合連合会編 (2004) わかりやすい樹種別乾燥材生産の技術マニュアル. 109pp, 全国木材組合連合会, 東京.
- 6) 中嶋康 (2010) アカマツ平角材の天然乾燥技術の開発—断面寸法別の天然乾燥日数の推定—. 岩手県林業技術センター研究成果速報278.
- 7) 中嶋康・東野正・坂東学 (2010) 高温乾燥したアカマツ心持ち平角材の曲げ強度試験. 岩手県林業技術センター研究報告18: 7-12.
- 8) 中嶋康 (2010) アカマツ平角材の乾燥技術 (II). 岩手県林業技術センター研究成果速報271.
- 9) 中村昇 (1989) 乾燥にともなう収縮による柱材の断面寸法の変化に関する一考察. 木材工業44(8): 375-377.
- 10) 橋爪丈夫・吉田孝久・伊東嘉文 (2004) アカマツタイコ梁の性能評価(1)—高温セット処理による材面割れ抑制—. 長野県林業総合センター業務報告15: 102-103.
- 11) 山田範彦・前田安昭 (1994) スギ乾燥材の経時変化. 兵庫県林業試験場研究報告41: 1-7.
- 12) 山本泰司・永田総司・河崎弥生・中尾哲也 (2003) スギ柱材の水分傾斜が寸法変化に与える影響. 木材工業58(10): 457-461.