

能登ヒバ板材の材色変化

—天然乾燥材と除湿式人工乾燥材の比較—

松元 浩

要旨：能登ヒバ（マアテおよびクサアテ）板材について天然乾燥（屋外および屋内）と除湿式人工乾燥を行い、乾燥期間および乾燥材の材色について検討した。その結果、いずれの品種系統においても天然乾燥開始後約1か月で含水率は20%以下となり、約3か月後には含水率15%以下となった。天然乾燥における乾燥場所については、屋外より屋内の方が含水率が低くなることを明らかにした。材色については、最高温度50℃の除湿式人工乾燥であれば、天然乾燥材と遜色ない材色に仕上がることを明らかにした。

キーワード：能登ヒバ、乾燥条件、材色

I はじめに

木材は乾燥する過程で狂い（ねじれ、そり、収縮など）が生じるため、使用にあたっては事前に十分乾燥することが重要である。これまでに本県において、県産スギや能登ヒバ材（ヒノキアスナロ：*Thujaopsis dolabrata* var. *hondae* Makino）の正角材を対象とした人工乾燥（以下、人乾）技術の確立に努めてきた。一方、木材本来のつやや香りが残るといわれる天然乾燥（以下、天乾）を好む工務店、製材業者および施主も根強く存在し、県内においても天乾にこだわって住宅を設計する工務店や設計士も数多く活躍している。平成25年6月には製材の日本農林規格（JAS）に天乾の基準（含水率30%以下）が設定された。

一方で、①石川県の気象条件を考慮した天乾手法がはっきりしていない、②天乾材の特徴（良さ）の科学的な裏付けが乏しいことなどの課題がある。そこで、当県では県産スギおよび能登ヒバ材の天乾試験を実施し、天乾材の特徴に関する科学的な裏付けデータの収集に取り組んでいる。本報では、能登ヒバ板材について乾燥条件と材色の関係について試験した結果を報告する。

II 材料と方法

1 供試材および乾燥条件

供試材には石川県産の能登ヒバ（品種系統：マアテおよびクサアテ）の寸法40×142×3,000mmの板材（心材）を用いた。この板材から長さ約900mmのエンドマッチした試験体を3本切り出し、その両木口面をシリコンコーキング剤でコーティングしたものを採材部位がばらつくように、それぞれ天乾（屋外）、天乾（屋内）および人乾に供し

た。天乾は石川県白山市河内町地内の石川ウッドセンターの屋外及び実験棟内とし、平成29年3月28日から平成29年9月25日の約6か月間とし、人乾は除湿式乾燥装置（型番調査中）により最高温度50℃で341時間のスケジュールとした（図-1）。

天乾中は、通常の棧積みではなく、気象の影響を現れやすくするため、写真-1のように静置した。屋内においては、日射の当たらない場所に立てかけて静置した（写真-2）。

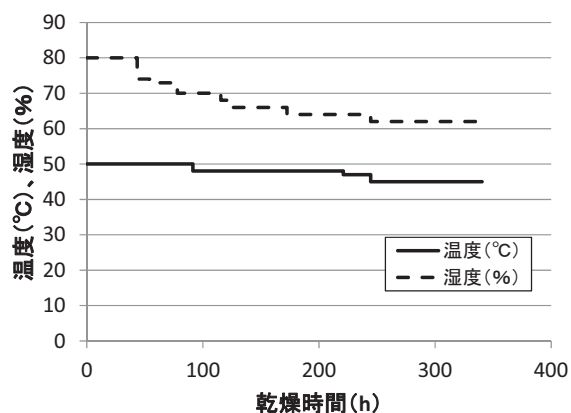


図-1 人乾スケジュール



写真-1 屋外における天乾の様子



写真-2 屋内における天乾の様子

2 材色測定

前述の乾燥試験体の幅広面の表裏面に2か所ずつ印をつけて測定ポイントを定めておき、乾燥前後および仕上げ加工後に色彩色差計（コニカミノルタ製CR-400、光源C、2°視野、スポット径50mm）を用いて材色を測定し、L*a*b*表色系により評価した。なお、仕上げ加工は、乾燥終了後に表面をプレーナにより約1mm切削した。天乾（屋外）試験体については、直接紫外線があたる面とあたらない面で材色に違いが現れたが、本報では直接紫外線があたる面のみの評価とした。

Ⅲ 結果と考察

1 乾燥試験

図-1 に屋内における温湿度変化、図-2 に屋外における温湿度変化を示す。平均気温は、屋内において23.1℃（最小6.0～最大37.0）、屋外で20.1℃（最小-2.0～最大39.4）となり、平均湿度は、屋内で56.3%（最小18.0～最大85.0）、屋外で74.4%（最小18.7～最大98.5）であった。齋藤（2016）による提案式によって求めた平衡含水率は屋内で平均10.3%（最小3.9～最大18.0）、屋外で平均15.5%（最小3.8～最大29.8）となった。屋外の方が気温・湿度ともに変動が大きく、計算によって求めた平衡含水率も屋外の方が高くなった。

図-3 にマアテ、図-4 にクサアテの天乾期間中の含水率変化を示す。いずれの品種系統においても乾燥開始後約1か月で含水率は20%以下となり、約3か月後には含水率15%以下となった。乾燥場所を比較すると、屋外より屋内の方が含水率は低い状態で経過していることから、天乾でより低い含水率を実現するためには、屋内での乾燥

が適していると考えられる。なお、人乾材は仕上がり含水率はマアテ17.4%、クサアテ17.0%であった。

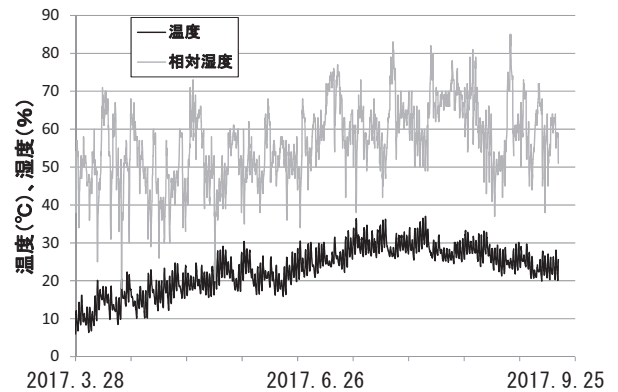


図-1 天乾期間中の温湿度変化（屋内）

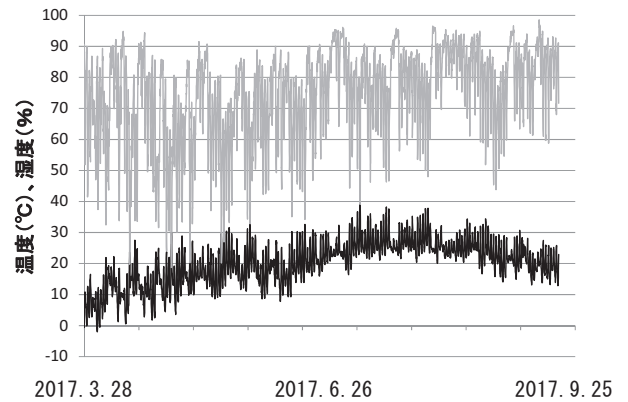


図-2 天乾期間中の温湿度変化（屋外）

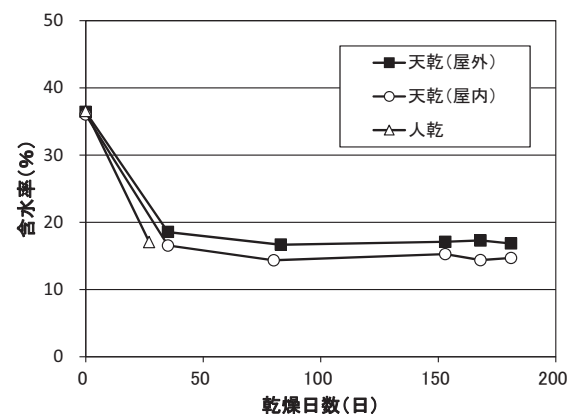


図-3 乾燥日数に伴う含水率の変化（マアテ）

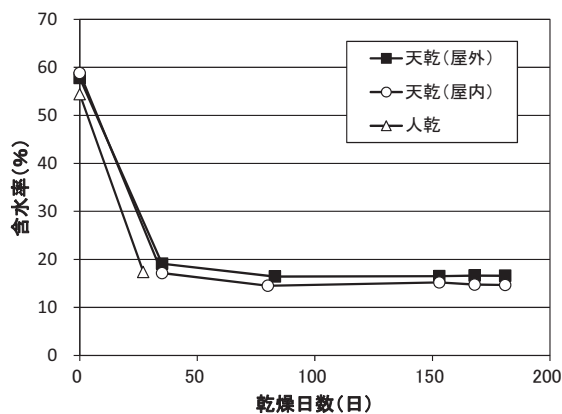


図-4 乾燥日数に伴う含水率の変化 (クサアテ)

2 材色測定

図-5 に乾燥前後および仕上げ後における材色 (明度 (L*), 赤色度 (a*) および黄色度 (b*)) の変化を示す。

マアテについては、天乾 (屋外) の条件で、乾燥後において、L*、a* および b* が著しく低下し、仕上げ加工により L* および b* は乾燥前と同じ値に近くなり、a* については乾燥前よりも赤みが強くなった。天乾 (屋内) の条件では、L* および b* は乾燥後にやや減少し、仕上げ加工により乾燥前と同程度の値を示した。a* は乾燥後に上昇したが仕上げ加工により乾燥前とほぼ同程度になった。人乾では、L* については乾燥後および仕上げ加工で大きな変化はなく、a* および b* については、乾燥後よりも仕上げ加工においてわずかに数値が小さくなる傾向を示した。

クサアテについては、天乾 (屋外) の条件で乾燥後において L*、a* および b* が著しく低下し、仕上げ加工により L* は乾燥前と同じ値に近くなり、a* および b* については乾燥前よりも高い値を示した。天乾 (屋内) の条件では、L* および b* は乾燥後にやや減少し、仕上げ加工により L* は乾燥前と同程度の値を示し、b* は乾燥前よりやや高い値を示した。a* は乾燥後に上昇したが仕上げ加工により乾燥前とほぼ同程度になった。人乾では、L* および b* については乾燥後および仕上げ加工で大きな変化はなく、a* については、乾燥後よりも仕上げ加工においてわずかに数値が小さくなる傾向を示した。

乾燥前の色彩要素を色差基準色とし、乾燥後およびプレーナがけ後のデータとの色差

$$\Delta E^*_{ab} = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$$

を求めた結果をマアテについて図-6、クサアテについて図-7 に示す。乾燥前後の色差については、いずれの品種系統においても同様の傾向を示し、天乾 (屋外) > 天乾 (屋内) > 人工乾燥の順で平均値に有意差が認められた (p<0.05、Tukey-Kramer HSD)。一方、乾燥前と仕上げ加工後の色差については傾向は異なり、マアテにおいては、人乾と天乾 (屋内) で有意差が認められ (p<0.05、Tukey-Kramer HSD)、クサアテにおいては、天乾 (屋外) と天乾 (屋内) および人乾に有意差が認められた (p<0.05、Tukey-Kramer HSD)。

乾燥前と仕上げ加工後の色差の平均値は表-1 に示すように、最大で 3.08 (マアテ人乾) であった。寺西 (2008) の報告によると、高温低湿処理時間の異なるスギ正角材における心材色の変化 (修正加工した状態) について、評価者全員が目視で概ね良いと判断した条件の色差は平均約 5.0 であった。またヒノキ柱材における調査結果 (河崎 1996) によると、乾球温度 60~75℃、乾湿球温度差 3.5~5.0℃ の条件で乾燥した乾燥材と未乾燥材の色差は 4.48 であったが、変色を認識した人は約半数であったと報告されている。一方、既報 (松元 2008) においては、マアテについて天乾材との色差が 2.19 になった人乾条件では天乾材との材色変化を認識できなかった。さらに本研究における天乾材と人乾材の色差はマアテで最大 1.20、クサアテで最大 1.26 (人乾材の方が色差が小さい) であり、目視による材色変化は認識不可能であった。

表-1 乾燥前と仕上げ加工後の色差 (平均値)

	天乾(屋外)	天乾(屋内)	人乾
マアテ	2.45	1.88	3.08
クサアテ	2.83	1.89	1.57

IV おわりに

本報では、能登ヒバ (マアテおよびクサアテ) 板材について天乾 (屋外および屋内) と人乾を行い、乾燥期間および乾燥材の材色について検討した。その結果、いずれの品種系統においても乾燥開始後約 1 か月で含水率は 20% 以下となり、約 3 か月後には含水率 15% 以下となった。天乾における乾燥場所は、屋外より屋内の方が含水率が低くなることを明らかにした。材色については、最高温度 50℃ の除湿式人乾であれば、天乾材と遜色ない材色に仕上がることを明らかにした。

引用文献

河崎弥生（1996）建築用針葉樹製材のための人工乾燥材生産技術入門. 169-176、岡山県木材加工技術センター、真庭.

松元浩、齋藤周逸（2008）中温域で乾燥した能登ヒバ正角材の品質. 石川県林業試験場研究報告 40 : 29-32.

齋藤周逸、信田聡（2016）日本の気候値平衡含水率. 木材学会誌 62 : 182-189.

寺西康浩、海本一（2008）蒸煮処理時間および高温低湿処理時間の違いがスギの材色変化に及ぼす影響. 奈良県森林技術センター研究報告 37 : 59-64.

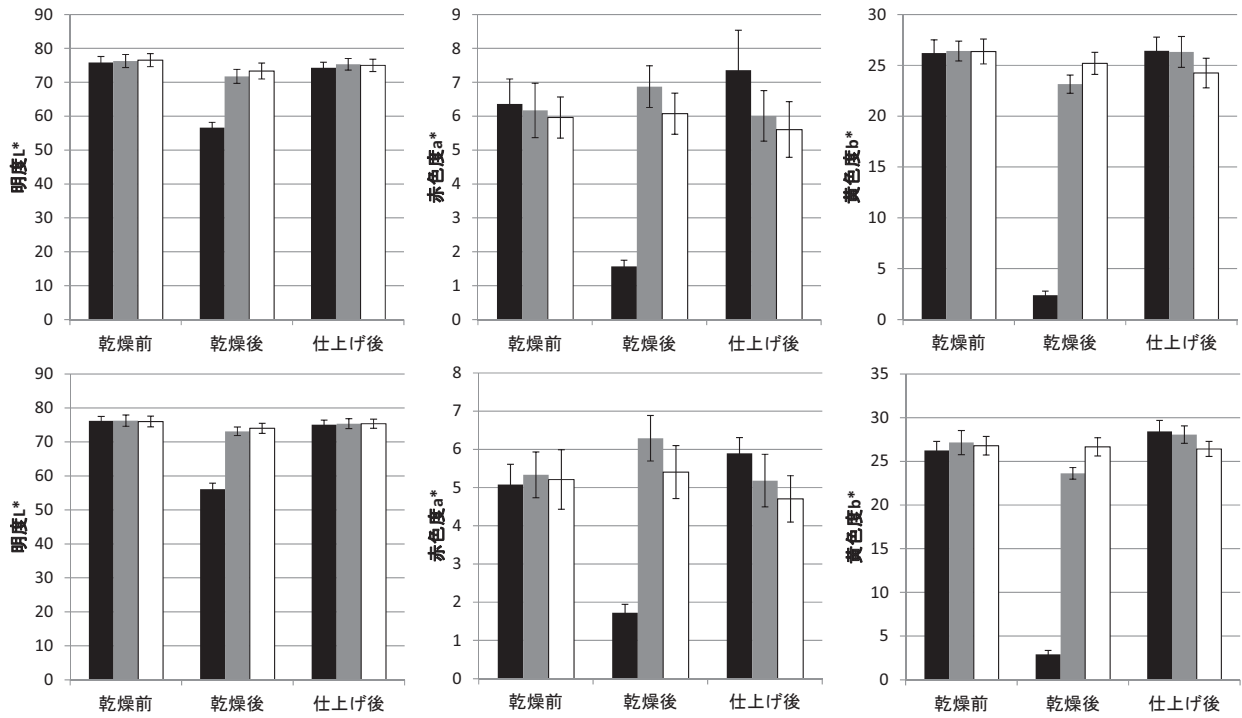


図-5 乾燥前後および仕上げ加工後における材色変化（上段：マアテ、下段：クサアテ）

エラーバーは標準偏差、■：天乾（屋外）、■：天乾（屋内）、□：人乾

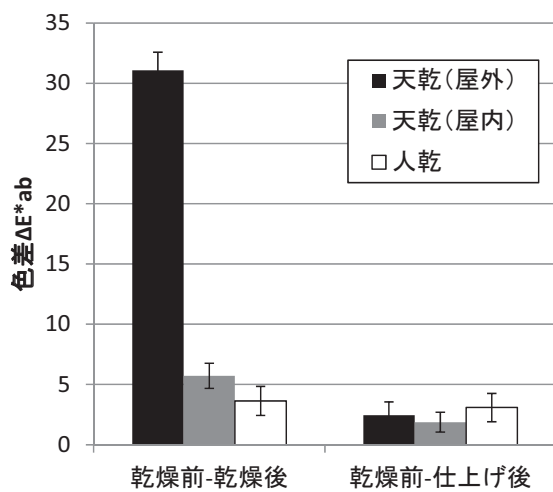


図-6 色差（マアテ）

エラーバーは標準偏差

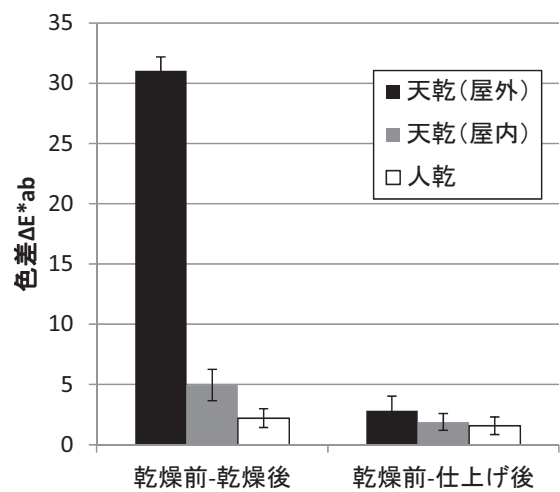


図-7 色差（クサアテ）

エラーバーは標準偏差