

## 用語の解説

ここでは、本マニュアルで使用している専門用語について解説しています。用語によっては、明確に定義されていないものもありますが、本マニュアルを読んでもらう際の参考にしてください。

なお、解説中にアンダーラインを付している用語は、本章内で解説をしている用語です。

乾燥の必要性

乾燥方法の解説

推奨乾燥条件

内部割れの評価

生産性向上

Q &amp; A

用語の解説

## 乾燥方法に関する用語

**減圧乾燥（真空乾燥）** 装置内圧力を大気圧より低い圧力（減圧状態）にして乾燥する方法です。沸点が100℃より低くなります。木材を温める方法には高周波加熱、蒸気加熱、熱板加熱などが用いられます。

**高温乾燥** …………… 一般的に、乾燥工程の大部分で乾球温度が100℃より高い乾燥法が高温乾燥と呼ばれ<sup>7)</sup>、このマニュアルでもこれに準じています。近年、国内の乾燥の現場では「高温セット処理」の後、100℃より高い乾球温度で乾燥する方法を、セット処理も含めて「高温乾燥」と呼ぶ場合があるようですが、このマニュアルでは、セット処理後の乾燥法によって以下のように区別しています。

高温セット処理後の乾燥法	名称
乾球温度が100℃より高い蒸気式	高温セット+高温乾燥
乾球温度が100℃以下の蒸気式	高温セット+中温乾燥
天然乾燥	高温セット+天然乾燥

**高温セット処理** …… 十分に水分を含んだ心持ち材を、初期蒸煮（90～95℃、数時間）の後、乾球温度120℃程度、湿球温度90℃程度で、数時間～20数時間行う熱処理のことです。主にスギ、カラマツなど針葉樹構造用材の乾燥に適用されます。木材の表面付近に積極的にドラインセットを形成し、収縮異方性が原因で発生する材面割れを予防するために行います。本マニュアルの6ページでも解説されています。

**高温低湿処理** …………… 高温セット処理と同じです。

**高周波加熱減圧乾燥** 減圧乾燥のうち、木材の加熱方法として高周波を用いるものです。100mmHgより低い圧力でも、より高い圧力（たとえば150mmHgなど）でも乾燥できる装置が多く、真空式、減圧式を含めた大気圧より低い圧力で高周波によって加熱し、乾燥する方法です。

**蒸気高周波複合乾燥** 大気圧下で蒸気による加熱および加湿と高周波による加熱とを複合して用いる乾燥方法です。装置は温湿度制御機能を持つ蒸気式乾燥機に高周波発振器をとりつけた構造で、高周波による内部水分の移動と装置内温湿度の制御による木材表面からの水分蒸発とを組み合わせ乾燥します。本マニュアルの8ページでも解説されています。

蒸気式乾燥 ……………	<p><u>熱風乾燥</u>のうち、熱源に蒸気を用いる場合、蒸気式乾燥法と呼ばれます。</p> <p><u>熱風乾燥</u>以外の方式（たとえば<u>減圧乾燥</u>など）で熱源に蒸気を用いても蒸気式乾燥とは呼びません。本マニュアルの7ページでも解説されています。</p>
人工乾燥 ……………	<p>温度や湿度、風速などの乾燥条件を人工的に調節し、木材から水分を除去するための操作を人為的に行う乾燥方法です。</p>
中温乾燥 ……………	<p><u>蒸気式乾燥</u>のうち、<u>高温乾燥</u>と比べて低い温度域で乾燥する場合、たとえば100℃より低い温度域で乾燥する場合にこう呼ばれることがあります。明確な定義はありません。カラマツのやに処理などでは90℃でも高温処理と呼ばれることがあり、「高温」と「中温」の境は曖昧です。</p>
低温乾燥 ……………	<p>蒸気式あるいは除湿式乾燥のうち、<u>中温乾燥</u>より低い温度で乾燥する場合にこのように呼ばれることがあります。明確な定義はありません。たとえば除湿乾燥では冷媒の種類によって使用温度が50℃以下と70℃以下に分かれ、50℃以下の冷媒を用いる装置が低温除湿乾燥機と呼ばれています。</p>
天然乾燥 ……………	<p>人工乾燥に対して木材から水分を除去する操作を人為的には行わないで、大気中に静置して乾燥させる乾燥方法です。通常、屋外に棧積みして、屋根をかけて行います。仕上がり<u>含水率</u>と乾燥速度は周囲の温度、湿度や風通しなどに左右されます。</p>
熱気乾燥 ……………	<p><u>熱風乾燥</u>と同じです。</p>
熱風乾燥 ……………	<p>温めた空気によって木材を加熱して乾燥する方式で、通常、大気圧下で温度、湿度および風速を調節しながら乾燥します。熱源として蒸気、電気などが使われます。</p>
熱風減圧併用式乾燥	<p><u>減圧乾燥</u>の一種で、加熱方法として熱風を用いるものです。装置内圧力が低いために沸点が低く、比較的低い温度で乾燥できる利点があります。本マニュアルの9ページでも解説されています。</p>
葉枯らし ……………	<p>立木を伐倒した後、枝葉をつけたまま林内に静置し、葉からの蒸散によって丸太の含水率の低下を促す処理です。</p>

## 割れに関する用語

- 木口割れ …………… 木材の乾燥中に生じる、木口面から材面におよぶ割れと木口面のみに現れる割れです。
- 材面割れ …………… 木材の乾燥中、特に初期の段階に材面に繊維方向に沿った割れが発生しやすく、これを材面割れと呼びます。板目面に生じやすいのですが、南洋材の中には柾目面に生じるものもあります。
- 心割れ …………… 髄から放射方向に伸びる割れで成長応力によって発生します。伐倒時にあるいは立木中に生じていることもあります。乾燥終了後に収縮によって心割れの幅が大きくなり、初めて存在に気がつくこともあります。髄割れと呼ばれることもあります。
- 髄割れ …………… 心割れと同じです。
- 内部割れ …………… 木材の乾燥中に、木材内部に発生する割れのことです。
- 干割れ …………… 木材が乾燥したときに発生する割れです。天然乾燥で発生した割れをさす場合が多いようです。乾燥割れとも呼ばれます。
- 割れ …………… 木材の割れには、乾燥による割れと成長応力などによる割れがあります。割れた箇所によって木口割れ、材面割れ、心割れ、内部割れなどと呼ばれます。
- 割れ長さ …………… 割れの種類には関係なく、割れの長さの総称です。
- 割れの面積 …………… 割れの種類には関係なく、割れの面積の総称です。割れのある面の画像をスキャナーなどで取り込んで画像処理によって求めたり、割れの長さとお幅を測った後、割れの形をひし形あるいは三角形と仮定して、最大幅と長さから面積を算出するといった方法があります。
- 割れ幅 …………… 割れの種類には関係なく、割れの幅の総称です。通常、目視で最も幅の広いところを測定して、割れ幅とします。

## その他の用語

### 【あ】

応力 …………… 材料に外部からの力（外力）が加えられると、これに抵抗する力として、材料の内部に外力と大きさは同じで反対方向の力が生じます。この力を応力と呼びます。なお、一般的に応力は力、応力度は力を単位面積で除した値ですが、木材の強度試験の場合、慣例的に応力度のことを応力と称することが多いようです。

応力波 …………… 材料が衝撃を受けると、その部分に局所的な応力が発生し、この応力は波として材料内部を伝わります。この波のことを応力波と呼び、材料、方向、含水率などにより応力波の伝わる速度は異なります。応力波伝播法はこの性質を利用した方法で、試験体に二つのセンサを取り付け、一方のセンサまたは試験体の木口などを打撃し、発生した応力波が一方のセンサから他方のセンサに伝わる速度を測定して、材料の動的ヤング係数を求めます。

### 【か】

拡散係数 …………… 木材中の水分の分布が均一でないと、含水率の高いところから低いところへ水が移動します。水は液体状態でも移動しますが、乾燥工程の大部分では気体あるいは細胞壁についた結合水として徐々に移動します。この現象は、大気中に蒸気が拡散するのと同じように、木材中での水分の拡散と考えることができます。このように考えると、木材中の隣り合った小さな部分の水分量の差が大きいほど、水分子の移動量は多いはずで、この水分量の差から水分の移動量を求めるための係数を「拡散係数」と呼びます。

$$\text{式（一次元の場合） } g = D \frac{dC}{dx}$$

$g$  : 水分移動量

$\frac{dC}{dx}$  : 水分濃度（たとえば含水率）の傾斜

$D$  : 拡散係数

ある樹種の拡散係数が他の樹種に比べて大きければ、同じ含水率傾斜でも多くの水分が移動しますから、木材中を水分が移動しやすい、すなわち乾きやすい樹種ということになります。

下限値 …………… 材料強度の基準値には、一般的に信頼水準 75%における 95%下側許容限界値（5%下限値）が採用されています。本マニュアルもこの 5%下限値を強度の基準値として用い、略して下限値と表記しています。下限値の算出方法は関数法、順位法がありますが、本マ

ニューアルでは、母集団を正規分布と仮定し、信頼水準75%における95%下側許容限界値を、

$TL_{75\%,1-5\%} = \bar{x} - Ks$ で算出しています。

ここで、 $\bar{x}$ は標本平均、 $K$ は下側許容限界値を求めるための信頼限界係数、 $s$ は標本標準偏差です。詳しくは「ASTM D 2915-03」や「構造用木材の強度試験マニュアル」（財）日本住宅・木材技術センター）をご覧ください。

過熱蒸気 …………… 飽和水蒸気にさらに熱を加えると、その時点での蒸気圧力に相当する飽和温度より高い温度の水蒸気になります。これを過熱蒸気と呼びます。過熱蒸気の温度は沸点より高いため、十分に水を含んだ木材を過熱蒸気中に置くと、木材に含まれている水の温度が沸点に達して蒸発し、木材を乾燥することができます。

含水率 …………… 木材に含まれる水の重さと木材実質の重さ(全乾重量)との比で、百分率で表されます。全乾重量を基準に算出するので、「乾量基準含水率」と呼ばれる場合もあります。  
なお、値が100%を超える場合があります。  
算出式は以下の通りです。

$$\text{含水率} = \frac{(W_w - W_o)}{W_o} \times 100 \quad (\%)$$

$W_w$  : 水を含んだ木材の重さ

$W_o$  : 全乾重量

含水率傾斜 …………… 木材を乾燥するとき表面から乾燥が進むため、通常は木材表面付近の含水率が内部より低くなります。このときの含水率の傾きが含水率傾斜です。木材中のある点とある点との間の距離が $L$ 、この2点間の含水率の差が $\Delta m$ であったとすると、含水率傾斜は以下の式で表されます。

$$\text{含水率傾斜} = \frac{\Delta m}{L}$$

含水率分布 …………… 通常、木材内部の含水率は部位によって異なります。木材内部の含水率の分布を含水率分布と呼びます。乾燥材はできるかぎり含水率分布が均一であることが望まれます。

乾燥材 …………… 未乾燥材を乾燥し、利用目的に合わせて含水率を調整した木材のことです。ただ乾燥機へ入れただけで、乾燥が不十分な木材は乾燥材とは呼びません。たとえばJAS「製材の日本農林規格」における構造用製材には、25%以下、20%以下、15%以下という基準があります。

- 乾燥初期、中期、後期 いずれもはっきりした定義はありません。しかし、乾燥の現場や研究者の間で使われている事例から、およその意味をくみ取ることができますので、参考までに以下に示します。
- 乾燥初期 …………… 広葉樹板材の乾燥では初期条件を維持する期間をいいます。このマニュアルで扱っている針葉樹構造用材の乾燥では、単に乾燥工程の初期という意味で使われることが多いようです。構造用針葉樹材の乾燥では、高温セット処理を乾燥初期とする考え方と、高温セット処理は前処理であって、その後、乾燥工程が始まるとする考え方があります。
- 乾燥中期 …………… 広葉樹板材の乾燥では、あまり使われないようです。心持ちの針葉樹構造用材の乾燥において、高温セット処理の後、内部割れが生じ始めると思われる時期までの期間を乾燥中期と呼ぶ場合があります。
- 乾燥後期 …………… 広葉樹板材の乾燥では乾燥末期と呼ばれることが多く、この場合は表面の含水率が装置内の温度、湿度条件に対応する平衡含水率とほぼ同じになることで、平均含水率が15～20%を下回って以降を表します。心持ちの針葉樹構造用材の乾燥では、内部割れ発生の危険があると思われる時期を乾燥後期と呼ぶことが多いようです。平均含水率で30～40%以下といった感覚で使われることが多いようですが、コンセンサスはないようです。
- 乾量基準含水率 …… 木材の取引において、通常使われる含水率のことです。チップの取引などでは湿量基準含水率が用いられます。
- クリープ変形 …………… 木材に一定の荷重を継続して負荷すると、時間の経過とともに変形は増大します。この変形をクリープ変形と言います。また、負荷した荷重が大きいとクリープ変形が進行して破壊（クリープ破壊）を生じることもあります。クリープ現象については本マニュアルの3ページでも解説されています。
- 高周波加熱 …………… 高周波電界内で対象物を温める加熱方法です。平行電極間に木材を置いて、誘電加熱によって温めます。
- 降伏耐力 …………… 接合部の損傷が生じないか、または生じていないと見なすことができる限界の耐力です。
- 【さ】**
- 材面 …………… JAS「製材の日本農林規格」によると、板類（構造用製材の板類を除く）では面積の大きい2平面、構造用製材の角類においては木口を除く4平面を指します。

湿量基準含水率 …… 乾量基準含水率に対して、水分を含んだ木材の重さを基準にして算出する含水率を「湿量基準含水率」と呼びます。  
化学の分野でよく用いられ、製紙会社でのチップの含水率にも用いられています。値が100%を超えることはありません。  
算出式は以下の通りです。

$$\text{湿量基準含水率} = \frac{(W_w - W_o)}{W_w} \times 100 \quad (\%)$$

$W_w$  : 水分を含んだ木材の重さ

$W_o$  : 全乾重量

収縮 …… 木材は含水率が繊維飽和点を下回ると収縮を始めます。実際に使われる板材、構造材には厚みがあるため、表面が早く乾くなど部位によって含水率の違いが生じますから、見かけ上、繊維飽和点より高い含水率で収縮が始まるようにみえます。

収縮異方性 …… 木材の収縮は方向によってその程度が異なる性質を持っています。この性質を収縮異方性と呼びます。  
たとえば、接線方向と髄から外に向かう方向（放射方向）と縦方向（繊維方向）の収縮率の比は、おおむね

$$\text{接線} : \text{放射} : \text{繊維} = 10 : 5 : 0.5 \quad \text{7-2)}$$

であるとされています。

蒸煮 …… 蒸気を乾燥機内へ投入し、加熱ヒータを使わずに装置内の温度を上昇させる操作です。加熱ヒータを切り、装置への蒸気投入弁（蒸煮弁）を開いて行います。木材表面付近の乾燥を抑えながら、材温と装置内温度を上げることができます。蒸煮には、ヤニ滲出防止効果や初期含水率のばらつきを緩和するなどの効果があります。

正角 …… 横断面が幅7.5 cm以上の正方形である製材品。平成8年度に廃止されたJAS「製材の日本農林規格」に規定されていました。現在でも製材・流通の現場でよく用いられています。

心去り …… 断面内に髄を含まない製材のことです。

心持ち …… 断面中央付近に髄を含む製材のことです。

推奨乾燥条件 …… 本マニュアルでは、今回のプロジェクトの中で取り扱った試験条件のうち、仕上がり含水率が20%以下、材面割れ、内部割れが最も少なく、しかもその使用にあたって強度に問題がないと考えられる乾燥条件を、推奨乾燥条件と呼んでいます。



- 水分傾斜 …………… 含水率傾斜と同じ意味です。
- 髄 …………… 樹幹の中心部を占める組織のことで、丸太の断面をみたとき、年輪の中心付近にあります。
- 繊維飽和点 …………… 木材の細胞壁が水素結合や物理的な吸着によって最大量の結合水を含んだ時の含水率で、多くの樹種で25～30%、平均して28%とされています。含水率が繊維飽和点より低くなり、結合水が失われると、木材は収縮を始めます。
- 全乾重量 …………… 木材から水分を取り除いた、木材実質の重さです。  
水分を含んだ木材を100～105℃のオーブンで乾かし、重さが変化しなくなった時点の重さを全乾重量とします。JAS「製材の日本農林規格」では、6時間の間隔をおいて重さを測ったとき、重さの変化が0.1%以下であれば変化しなくなったと見なしてよいことになっています。
- せん断力 …………… 材料に外部から力が加わった際、材料の内部にはこれに抵抗する応力が生じますが、材料の断面に垂直に働く力を軸力（圧縮力や引張り力）と呼ぶのに対して、材料の断面に平行に働く力をせん断力と呼びます。なお、木材は異方性材料であるため、軸方向の力に比べてせん断力が極端に小さいことが知られています。
- 【た】**
- 短期基準耐力 …………… 接合部の許容応力度設計における、単独の接合部のせん断耐力に対する設計値です。設計においては、その接合部に生じる応力がこの値を超えないようにします。
- 弾性係数 …………… 材料に応力が加わる際、応力-ひずみ曲線の直線域では、 $\sigma = E \cdot \varepsilon$ のフックの法則が成り立ちます。ここで、 $\sigma$ は応力、 $\varepsilon$ はひずみで、Eを弾性係数、弾性率、ヤング係数、ヤング率などと呼びます。すなわち、材料に荷重を加えると材料は変形しますが、その変形のしやすさ・しにくさを示す物性値のことです。なお、フックの法則はせん断応力 $\tau$ とせん断ひずみ $\gamma$ との間にも $\tau = G \cdot \gamma$ の関係が成り立ち、Gをせん断弾性係数と呼びます。
- ドラインセット …… 木材は引張りあるいは圧縮の力を受けながら乾燥すると、本来とは異なる収縮量を示します。この乾燥中に加えられた力によって生じる、本来とは異なる収縮変形、またはそのような変形が生じる現象をドラインセットと呼びます。引張りながら乾燥すれば本来よりも収縮せず、圧縮しながら乾燥すれば大きく収縮します。

## 【な】

- 生材 …………… 立木あるいは伐採直後の乾燥していない木材のことです。立ち枯れの木や葉枯らし材は生材ではありません。  
流通の現場では、伐採から日数が経った木材も生材と呼ぶことがありますが、伐倒直後より含水率が下がっていると考えられ、厳密には生材ではありません。乾燥する前であれば、未乾燥材と呼ぶ方がより正確です。
- 生蒸気 …………… ボイラで水を加熱して作られた蒸気のことです。木材乾燥では、湿球温度を上昇させるため、蒸気投入弁を開いて乾燥機内へ投入する蒸気を生蒸気と呼びます。
- 二次乾燥 …………… 乾燥工程や乾燥手法を二つに分ける場合、その2番目の工程をこう呼ぶ場合があります。たとえば、6ページの写真のように、高温セット処理後に、高周波加熱減圧乾燥や天然乾燥など、異なる施設や手法で乾燥する場合を二次乾燥と呼ぶことがあります。
- 熱劣化 …………… 高温で長時間乾燥した木材は通常の乾燥材よりも脆くなるなど、品質の低下が認められます。このような熱による品質の低下を熱劣化と呼びます。原因は明らかではありませんが、化学的な変性が理由の一つではないかと考えられています。

## 【は】

- 端距離 …………… 接合具の中心から部材の端までの距離のことです。
- 複合式 …………… 一般に、二つ以上のものを組み合わせて一つのものにする方式です。「蒸気高周波複合式乾燥法」という場合には、乾燥の1サイクルの中で高周波による加熱と蒸気による加熱を組み合わせて使うという意味が強調されています。常に同時に動作させているとは限らない、という意味も含まれます。
- 平衡含水率 …………… ある温度・湿度の環境に木材を置くと、いずれ木材内の湿度と周囲の湿度とが釣り合い、木材の重さが変化しなくなる時が来ます。そのときの含水率を平衡含水率と呼びます。湿度が高いと平衡含水率は高くなり、温度が高いと平衡含水率は低くなる性質があります。樹種によってあまり大きな違いはありません。
- 併用式 …………… 一般に、二つ以上のものを同時に用いる方式のことです。たとえば、木材乾燥において、「熱風減圧併用式乾燥法」と言う場合には、熱風による加熱と減圧操作を同時に行うことを強調する意味があります。

飽和温度 …………… 不純物のない水では圧力に応じて飽和水の温度が決まります。この温度を飽和温度と呼びます。沸点とも呼ばれます。

飽和蒸気 …………… 一定圧力（たとえば大気圧）下で水を温めると、これ以上少しでも加熱すると蒸気が発生するという温度（飽和温度、沸点、1気圧なら100℃）になります。さらに加熱すると蒸気が発生し始め、すべての水が蒸気になるまで、飽和温度のまま蒸気と水が共存します。この蒸気を飽和蒸気と呼びます。圧力が異なると飽和温度も異なることは、たとえば気圧の低い高地でお湯を沸かすと100℃未満で沸騰することなどから経験できます。

### 【ま】

前処理 …………… 乾燥操作の前に行う処理のことです。  
たとえば、このマニュアルで取り扱っている「高温セット処理」は、他の乾燥法の前処理として使うことができます。

未乾燥材 …………… 人工乾燥あるいは天然乾燥処理を十分に施していない木材のことです。

密度 …………… 単位体積あたりの重さのことです。重さを体積で割って算出します。単位にはg/cm<sup>3</sup>、kg/m<sup>3</sup>などが用いられます。

### 【や】

ヤング係数 …………… 材料に荷重を加えると材料は変形しますが、その変形のしやすさ・しにくさを示す物性値です。この数値が大きいほど変形しにくい材料であることを意味します。

誘電加熱 …………… 高周波電界内に被加熱物（誘電体）をおいて、内部から加熱する方法です。

水を含んだ木材を2枚の平行電極に挟んで高周波電圧を加えると、電極間に高周波電界が生じ、水分子の極性が電界の方向に並ぼうとします。印加される電圧は交流なので周期的に電圧の向きが変わり、そのたびに水分子が回転運動しようとして隣同士の分子が摩擦して発熱し、これによって温まります。

養生 …………… 製品の寸法を安定させるため、材内の含水率傾斜やばらつきを小さくして乾燥後、直ちに修正挽き（モルダー加工）を行わずに、一定期間、倉庫等に半製品の状態で保管（静置）しておくことをいいます。

## 参考文献

### (1. 木材乾燥の必要性)

- 1-1) 久保 健、日本木材加工技術協会第13回年次大会（東京）講演要旨集、p47(1995)を改編
- 1-2) Hirofumi Nagao, Takashi Nakai, Toshinari Tanaka, IUFRO/S5.02 Timber Engineering Meeting, Sydney, 5-7, July, 1994を改編
- 1-3) 荒木博章、熊本県林業研究指導所研究報告書、No34、p41-47(2008)を改編

### (2. 乾燥方法の解説)

- 2-1) 品質・性能向上技術調査・開発事業報告書（国産針葉樹乾燥材の生産技術マニュアル）、財団法人日本住宅・木材技術センター、2003

### (5. 乾燥材の品質向上に関する研究成果)

- 5-1) 改訂4版 木材工業ハンドブック、森林総合研究所監修、p192-197(2004)
- 5-2) 中尾哲也、木材学会誌、48(4)、p241-248(2002)

### (6. Q & A)

- 6-1) 森林総合研究所交付金プロジェクト研究 成果集8 「スギ材の革新的高速乾燥システムの開発」、p44-45(2006)を改編

### (7. 用語の解説)

- 7-1) たとえば、Dry Kiln Operator's Manual, Forest Products Society, p49
- 7-2) たとえば、高橋 徹、中山義雄編、「木材科学講座3 物理」、p41、海青社、1992.3

表1 平衡含水率表

(単位: %)

乾温球 温度差 (°C)	乾球温度 (°C)																						
	0	10	20	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
2	12.2	15.5	17.0	17.9	18.0	18.1	18.2	18.1	17.9	17.6	17.1	16.8	16.3	15.9	15.5	15.2	14.9	14.6					
3	9.0	12.0	14.2	15.4	15.8	16.0	15.9	15.8	15.6	15.3	15.0	14.7	14.4	14.1	13.8	13.4	13.2	13.0					
4	6.6	10.4	12.2	13.4	13.9	14.0	14.2	14.1	14.0	13.8	13.6	13.3	13.1	12.8	12.5	12.3	12.0	11.8					
5	3.8	8.5	10.6	11.8	12.1	12.4	12.6	12.7	12.7	12.5	12.3	12.1	12.1	11.6	11.4	11.1	11.0	10.8					
6		7.0	9.2	10.6	11.0	11.2	11.4	11.5	11.5	11.4	11.3	11.1	11.0	10.7	10.5	10.2	10.1	9.9	9.8				
7		5.3	8.2	9.6	10.0	10.3	10.6	10.7	10.7	10.6	10.5	10.3	10.1	9.9	9.7	9.5	9.3	9.1	9.0				
8		3.6	7.2	8.8	9.2	9.5	9.7	9.8	9.9	9.8	9.7	9.6	9.5	9.3	9.1	9.0	8.8	8.6	8.5				
9		1.7	6.1	8.0	8.4	8.8	9.0	9.2	9.3	9.2	9.1	9.0	8.8	8.7	8.5	8.4	8.2	8.1	7.9				
10			5.0	7.2	7.7	8.2	8.5	8.6	8.7	8.7	8.5	8.5	8.3	8.2	8.0	7.9	7.7	7.5	7.5				
11			4.0	6.5	7.2	7.6	8.0	8.0	8.1	8.1	8.0	8.0	7.8	7.7	7.5	7.4	7.3	7.1	7.0	6.9			
12			2.9	5.8	6.5	7.0	7.4	7.5	7.6	7.7	7.5	7.5	7.3	7.2	7.1	7.0	6.9	6.7	6.5	6.5			
13			1.7	5.0	5.9	6.4	6.8	7.0	7.1	7.2	7.1	7.0	7.0	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	6.3	6.1			
14				4.3	5.3	5.9	6.3	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7	6.6	6.5	6.4	6.3	6.2	6.0	5.9	5.8			
15				3.6	4.7	5.3	5.9	6.2	6.3	6.4	6.4	6.4	6.3	6.2	6.1	6.0	5.9	5.8	5.7	5.6			
16			2.9	4.1	4.9	5.4	5.8	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	5.8	5.7	5.6	5.5	5.4	5.3			
18			1.1	3.0	3.9	4.5	4.9	5.2	5.2	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	4.8			
20					3.0	3.8	4.2	4.6	4.6	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	4.8	4.8	4.7	4.6	4.6			
22						1.8	2.9	3.5	3.9	4.2	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.3	4.3	4.2			
24								2.8	3.3	3.7	3.9	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.9	3.9			
26								2.1	2.7	3.1	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.6	3.6			
28								1.4	2.2	2.6	2.9	3.1	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3			
30								1.5	2.2	2.6	2.9	3.1	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3			

表2 相对湿度表

(単位: %)

乾湿球 温度差 (°C)	乾球温度 (°C)																					
	0	10	20	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
2	64	76	83	86	87	88	89	90	90	91	91	92	92	92	93	93	93	94				
3	47	65	75	79	81	82	83	85	85	86	87	87	88	88	89	89	90	90				
4	30	54	66	73	75	77	79	80	81	82	82	83	84	84	85	85	86	87				
5	14	44	59	67	69	72	73	75	77	78	78	79	80	80	81	82	83	83				
6		33	51	61	64	67	69	71	72	74	75	75	76	77	78	79	79	80	81			
7		23	44	55	59	62	64	66	68	70	71	72	73	74	74	75	76	77	78			
8		14	37	50	54	57	60	62	64	66	67	68	70	71	72	72	73	74	75			
9		4	30	44	49	53	56	58	60	62	63	65	66	67	68	69	70	71	72			
10			24	39	44	48	52	54	57	59	60	62	63	64	65	67	68	69	70			
11			18	34	40	44	48	51	53	55	57	59	60	62	63	64	65	66	67	68		
12			11	30	36	40	44	47	50	52	54	56	58	59	60	61	62	63	64	65		
13			6	25	31	37	41	43	46	48	51	53	54	56	57	58	60	61	62	63		
14				21	28	33	37	40	43	46	48	50	52	53	54	56	57	58	59	61		
15				16	24	29	34	37	40	43	45	47	49	51	52	54	55	56	57	58		
16				12	20	26	30	34	38	40	43	45	47	48	50	52	53	54	55	57	58	
17				8	17	23	28	32	35	38	40	42	44	46	48	49	50	52	53	54	55	
18					12	19	25	28	32	35	38	40	42	44	45	47	48	50	51	52	53	
19					9	16	22	26	29	32	35	37	40	42	43	45	47	48	49	50	52	
20					6	13	19	23	27	30	33	35	37	39	42	43	45	46	47	48	50	
22						7	13	18	23	26	28	31	33	35	37	39	41	42	44	45	47	48
24						8	8	13	18	22	25	27	30	32	33	35	37	38	40	42	43	44
26							8	8	13	18	22	24	26	28	30	32	34	35	37	38	40	41
28								3	10	14	17	20	23	25	27	29	31	32	33	35	37	38
30									6	10	13	17	20	22	24	25	27	30	31	32	33	35

# 付録

表3 圧力と沸点

圧力				飽和温度 (沸点)
MPa	kPa	mmHg	kg/cm <sup>2</sup>	°C
0.001	1	7.5	0.01	7.0
0.002	2	15.0	0.02	17.5
0.004	4	30.0	0.04	29.0
0.006	6	45.0	0.06	36.2
0.008	8	60.0	0.08	41.5
0.01	10	75.0	0.10	45.8
0.02	20	150.0	0.20	60.1
0.03	30	225.0	0.31	69.1
0.04	40	300.0	0.41	75.9
0.05	50	375.0	0.51	81.4
0.06	60	450.0	0.61	86.0
0.08	80	600.0	0.82	93.5
0.1	100	750.1	1.02	99.6
0.101325	101.325	760.0	1.03	100.0
0.15	150	1125.1	1.53	111.4
0.2	200	1500.1	2.04	120.2
0.3	300	2250.2	3.06	133.5
0.4	400	3000.2	4.08	143.6
0.5	500	3750.3	5.10	151.8
0.6	600	4500.4	6.12	158.8
1.0	1000	7500.6	10.20	179.9

## 問い合わせ先一覧

機関名	所在地・問い合わせ先
地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 林産試験場	〒071-0198 北海道旭川市西神楽1線10号 TEL 0166-75-4233 FAX 0166-75-3621 <a href="http://www.fpri.hro.or.jp/">http://www.fpri.hro.or.jp/</a>
長野県林業総合センター	〒399-0711 長野県塩尻市片丘5739 TEL 0263-52-0600 FAX 0263-51-1311 <a href="http://www.pref.nagano.lg.jp/xrinmtu/ringyosen/04shiken/11seika/seika.htm">http://www.pref.nagano.lg.jp/xrinmtu/ringyosen/04shiken/11seika/seika.htm</a>
富山県農林水産総合技術センター 木材研究所	〒939-0311 富山県射水市黒河新4940 TEL 0766-56-2915 FAX 0766-56-2816 <a href="http://www.pref.toyama.jp/branches/1661/index.html">http://www.pref.toyama.jp/branches/1661/index.html</a>
石川県林業試験場 石川ウッドセンター	〒920-2306 石川県白山市河内町吉岡東75番地 TEL 076-273-1873 FAX 076-273-5234 <a href="http://www.pref.ishikawa.lg.jp/ringyo/iwc/index.html">http://www.pref.ishikawa.lg.jp/ringyo/iwc/index.html</a>
福井県総合グリーンセンター	〒910-0336 福井県坂井市丸岡町楽間15 TEL 0776-67-0002 FAX 0776-67-0004 <a href="http://www.pref.fukui.jp/doc/green-c/mokuzaijyohou.html">http://www.pref.fukui.jp/doc/green-c/mokuzaijyohou.html</a>
三重県林業研究所	〒515-2602 三重県津市白山町二本木3769-1 TEL 059-262-0110 FAX 059-262-0960 <a href="http://www.mpstpc.pref.mie.lg.jp/RIN/paper/index.htm">http://www.mpstpc.pref.mie.lg.jp/RIN/paper/index.htm</a>
奈良県森林技術センター	〒635-0133 奈良県高市郡高取町吉備1 TEL 0744-52-2380 FAX 0744-52-4400 <a href="http://www.nararinshi.pref.nara.jp/">http://www.nararinshi.pref.nara.jp/</a>
鳥取県農林水産部農林総合研究所 林業試験場	〒680-1203 鳥取県鳥取市河原町稲常113番地 TEL 0858-85-2511 FAX 0858-85-2512 <a href="http://www.pref.tottori.lg.jp/dd.aspx?menuid=70824">http://www.pref.tottori.lg.jp/dd.aspx?menuid=70824</a>
島根県中山間地域研究センター	〒690-3405 島根県飯石郡飯南町上来島1207 TEL 0854-76-2025 FAX 0854-76-3758 <a href="http://www.pref.shimane.lg.jp/chusankan/kenkyu/mokuzai/">http://www.pref.shimane.lg.jp/chusankan/kenkyu/mokuzai/</a>
広島県立総合技術研究所 林業技術センター	〒728-0013 広島県三次市十日市東四丁目6-1 TEL 0824-63-5181 FAX 0824-63-7103 <a href="http://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/sougougizyutukennyuuzyo/1219628260277.html">http://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/sougougizyutukennyuuzyo/1219628260277.html</a>
愛媛県農林水産研究所 林業研究センター	〒791-1205 愛媛県上浮穴郡久万高原町菅生2番耕地280-38 TEL 0892-21-2266 FAX 0892-21-3068 <a href="http://www.pref.ehime.jp/060nourinsuisan/190ringyo-cnt/00004356040105/">http://www.pref.ehime.jp/060nourinsuisan/190ringyo-cnt/00004356040105/</a>
熊本県林業研究指導所	〒860-0862 熊本県熊本市黒髪8丁目222-2 TEL 096-339-2221 FAX 096-338-3508 <a href="http://www.pref.kumamoto.jp/site/ringyoukenkyusidouyotop/">http://www.pref.kumamoto.jp/site/ringyoukenkyusidouyotop/</a>
独立行政法人 森林総合研究所	〒305-8687 茨城県つくば市松の里1 TEL 029-873-3211 FAX 029-874-3720 <a href="http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/various/index.html">http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/various/index.html</a>



# **安全・安心な乾燥材の生産・利用マニュアル**

**内部割れのない乾燥材生産を目指して！**

発行日 平成24年3月

編集・発行 石川県林業試験場 石川ウッドセンター

〒920-2306 石川県白山市河内町古岡東75

TEL:076-273-1873 FAX:076-273-5234

<http://www.pref.ishikawa.lg.jp/ringyo/iwc/index.html>

印刷 前田印刷株式会社