

頑張っていますシリーズ

針葉樹材の乾燥が大きく変わった

—乾燥コスト50%ダウンを達成—

ランバーシステムコンサル 奈良直哉

まえがき

近年、高品質、高性能住宅の普及にともない、従来、生材のまま使用していた建築用材を乾燥することの必要性に対する認識は建築業者や一般の消費者まで広く、確実に定着してきました。しかし、長期間にわたる木材付加価値の低迷、また円高、貿易自由化による乾燥木材の輸入増加、さらに国内的には天然優良大径木の減少にともない乾燥性が極端に悪い小径人工造林木（心持ち材）の増加等の問題から高品質、低コストな乾燥材生産は容易でない現状にあります。また、原木の小径化にともない心持ち材製品が大幅に増加していますが、この心持ち材はいずれの樹種においても乾燥により発生する損傷（割れ、狂い）を防止して乾燥するのが不可能とされてきました。さらに、大半の製品は通常では一つの生産工程を経た場合、形や見た目が変わり、例えば食品であれば味も変化します。したがって、その工程の生産コストは価格に上乘せできるし、製品の付加価値も向上します。しかし、木材は乾燥という工程を経ると縮む、変形する、割れる、色は変化して醜くなる等、見た目は製材時に比較して著しく悪化します。また乾燥には大きな設備費、人件費並びにランニングコスト等がかかりますが、乾燥木材自体の付加価値はあまり変わりません。

このような背景、実態ながら木材は乾燥という工程を経て初めて工業材料になり得るものであり、林産工業においては避けて通れない重要な工程です。木材乾燥の大きな目的は「乾燥による損傷をできるだけ防止、抑制しながら、いかに速く、安

く乾燥するか」にあります。

そこで、筆者らはこれらの針葉樹小径木を丸太のまま乾燥し、この乾燥丸太から付加価値の高い製品を採材（製材）する技術開発、ならびに心持ち製材の乾燥技術開発に取組み、基礎試験、実証化試験を経て、これらの乾燥技術を確立するとともに新装置（写真1参照）を開発し、平成5年から全国的に普及を図っています。丸太乾燥に関する概要については、すでに本誌の1993年12月号で発表していますので、今回は針葉樹心持ち製材品の乾燥についての概要を紹介します。

なお、今回、開発した針葉樹丸太・心持ち材乾燥の技術並びに乾燥装置については、筆者と共同開発者（アサヒ動熱株式会社・代表者・佐藤次郎・旭川市）とで特許を出願中（特願・平5-351522）です。

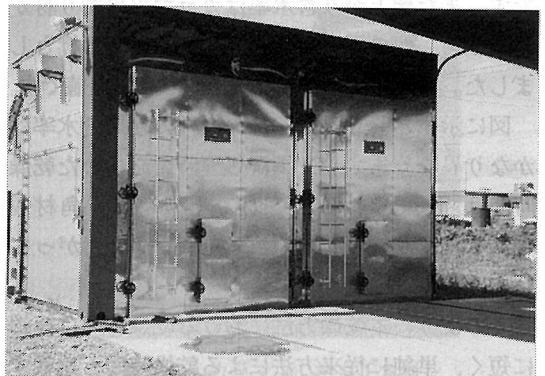


写真1 丸太（高温）乾燥装置

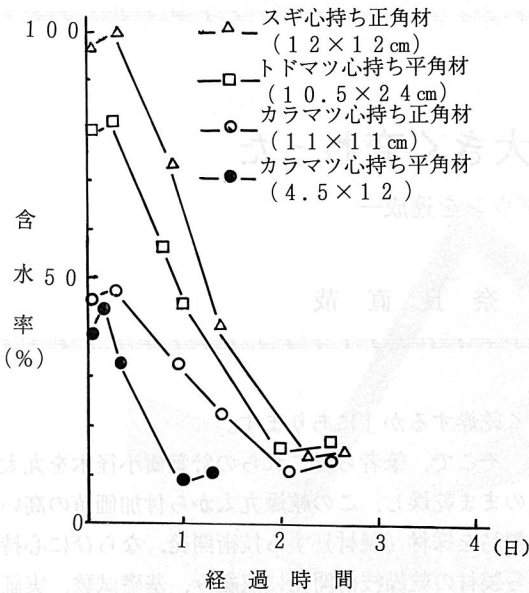


図1 含水率経過

乾燥時間 (含水率経過)

乾燥により発生する割れ、狂いを実用的に問題のないレベルまで防止、抑制しつつ乾燥した乾燥時間 (含水率経過) の一例を図1に示します。

材はいずれも心持ちのスギ正角材 (12.0×12.0 cm)、トドマツ平角材 (10.5×24.0 cm)、カラマツ正角材 (11.0×11.0 cm) および平割材 (4.5×12.0 cm) です。乾燥条件は樹種、材種により異なりますが、材の使用目的を建築用材とした場合のほぼ適正な乾燥条件で行ったものです。また、ここでは乾燥条件の詳細については省略しますが、いずれも高温条件での乾燥です。また仕上がり含水率はカラマツ平割材が約10%、他の正角材は15~20%を目標としました。含水率はすべて全乾法による測定値です。

図に示すとおりそれぞれの樹種の初期含水率はかなり異なりますが、調湿処理時間を含めた乾燥時間はスギ正角材2.8日間、トドマツ平角材並びにカラマツ平割材は約1.3日間で仕上がっています。

このように本乾燥方法における乾燥時間は極端に短く、単純に従来方法による乾燥時間と比較するとおおよそ1/3~1/6となり、まさに大幅な

乾燥時間の短縮が図られたこととなります。また乾燥時間の大幅な短縮により乾燥コストは大きく低減することとなります。

乾燥による損傷 (狂い、割れ)

一般に、いずれの樹種においても心持ち材は乾燥によって大きな割れ、狂いが発生して使用不可能となります。そこで、多くの企業ではできるだけ割れを防止するため、乾燥条件の検討や材に背割りを入れたり、狂いを防止、抑制するため積積み材上部に重しを載せて乾燥するなど種々の方法を用いながら乾燥しているのが現状ですが、いずれも満足できる技術、方法はありませんでした。

特に、カラマツ心持ち材は他に比較して割れ、狂いの発生が顕著であり、実用レベルの品質を得るのが困難であるとされてきました。しかし、本方法による乾燥では実用的には全く問題ない品質を容易に生産することが可能となりました。表1、2にカラマツ心持ちの平割材、正角材および平角材の乾燥により発生した狂い、割れの一例を示します。

乾燥条件は材種により異なりますが、いずれも丸太乾燥と同様に高温条件であり、狂いの防止には積積み材上部に約2 ton/台車の重しを載せ乾燥しています。狂いの測定はねじれ、曲がりとも測定スパンは3.6mとし、ねじれは材の元、末口の角度を曲がり材中央部の最大矢高を測定した値です。また表中の()内には参考までにカラマツ材の乾燥に関する北海道立林産試験場研究報告書 (第64号・1976年) の文献値を示しました。

表1 カラマツ心持ち材の乾燥による狂い

材種	本数	ねじれ (度)	曲り (mm)
		1.2面の平均	1.2面の平均
平割	10 (20)	8.3 (12.9)	4.7 (11.8)
正角	20 (20)	3.2 (7.5)	1.4 (10.9)
平角	30	1.5	2.2

注1: 測定値は絶対値の和の平均

2: ()内は参考文献値

表2 カラマツ心持ち材の乾燥による割れ

材種	本数	木口割れ (mm)			表面割れ (mm)			無欠点材面 (%)	
		本数 ¹⁾	長さ ²⁾	長さ ³⁾	本数 ¹⁾	長さ ²⁾	長さ ³⁾	木口	表面
平割	10 (14)	0.2 (2.0)	65 (48)	24 (150)	0.4 (4.3)	135 (79)	54 (400)	98 (43)	90 (21)
正角	20 (14)	2.0 (2.0)	180 (259)	220 (380)	3.8 (14.0)	162 (218)	1021 (3560)	75 (7)	65 (0)
平角	30	2.7	185	506	4.8	235	1128	67	62

注 1) は割れ本数/材1本当たり 2) は割れ長さ/割れ1本当たり 3) は割れ長さ/材1本当たり
 () 内は参考文献値

本乾燥法（高温乾燥）により発生した狂いは表1からも明らかなようにねじれ、曲がりともいずれの材種も大幅に減少し、材の使用目的を建築用材として見た場合、実用的になら問題ないレベルに仕上がっています。このことは従来の乾燥方法と本乾燥方法で両者とも同程度の重しを積み材上部に載せても狂い（ねじれ、曲り）の防止、抑制効果は明らかに本乾燥方法にあるといえ、またこのような結果を示した要因としては高温条件下における材の粘弾性あるいは可塑性の影響によるものではないかと推察しています。

割れの発生は表2からも明らかなように非常に少なく、心持ち材の乾燥としては驚異的な結果を



写真3 スギ心持ち正角材
 (乾燥後-プレナー切削)

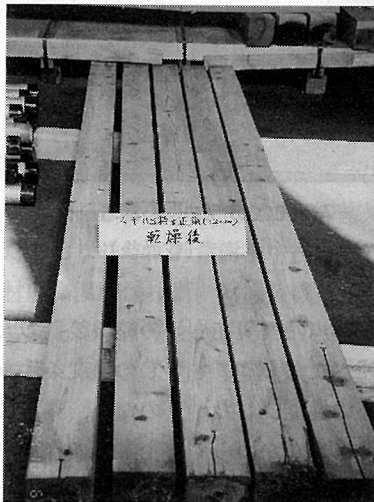


写真2 スギ心持ち正角材 (乾燥後)
 (黒い印しは乾燥前からの割れ)



写真4 カラマツ心持ち正角材
 (乾燥後)

示しています。またそれぞれは平均値で示しているため個々の材の状態を把握できませんが、例えば心持ち直角材 20 本の内、比較的大きな割れが発生した材はわずかに 2 本のみで、他の材は比較的軽微なものばかりでした。したがって、各材種とも割れの発生していない材面（無欠点在面率）が多く、狂いと同様に実用的になんら支障のない乾燥材に仕上がりました。

カラマツ心持ち材の乾燥による損傷の一例について述べましたが、他の針葉樹心持ち材の乾燥における損傷は、いずれの樹種、材種とも、大部分がカラマツより大きく減少します。大きく発生した場合でもカラマツ材とほぼ同程度した。（写真 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 参照）。

従来の針葉樹材乾燥と高温乾燥法の開発経緯

比較的古くから木材乾燥における諸条件はほぼ確立されています。例えば、温度条件は樹種、材種により異なりますが、ほぼ 40～80℃の中で種々組み合わせて用い、湿度条件についてもそれぞれの温度条件の中で 25～90RH の雰囲気を作り、乾燥スケジュールを作成しています。この場合、特殊な材は別にしておおまかには割れ、狂い易く、乾燥性の悪い材には低温高湿条件で乾燥し、反対に割れ、狂い難く、乾燥性の良好な材は高温低湿条件で乾燥するのが一般的な乾燥スケジュールとなります。したがって、乾燥装置についても、古くから現在までこのような温湿度条件の設定、維持が容易にできればよしとしていました。

このようななかで、北海道立林産試験場において、一連のカラマツ心持ち材の乾燥試験（昭和 46～49 年）で 80～100℃という当時としては画期的な比較的高温条件の乾燥スケジュールを開発しました。その後、さらに同場ではカラマツ材の脱脂乾燥技術の研究を実施し、この中で乾燥末期のある時期のみの温度を 100℃以上にする脱脂乾燥方法を開発しています。これら一連の乾燥技術開発は北海道立林産試験場の独自の成果であり、また当時としては従来の木材乾燥の概念を変える画期的な乾燥条件でした。

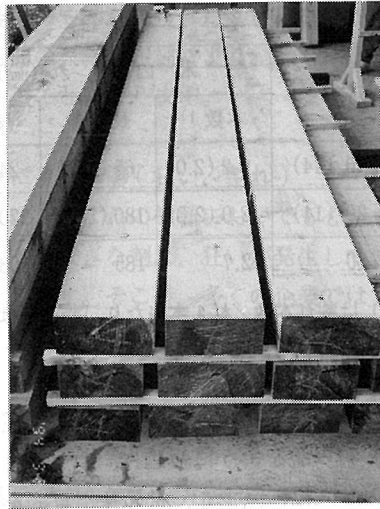


写真5 カラマツ心持ち直角材
(乾燥後)

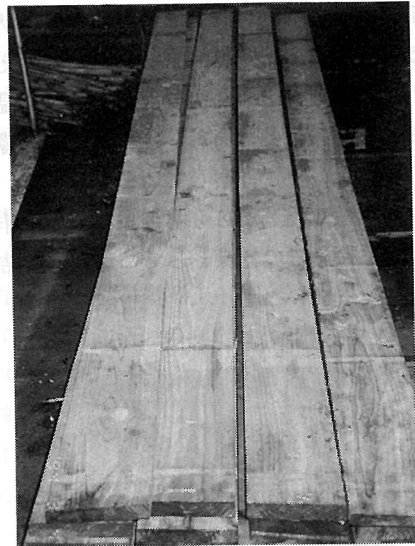


写真6 カラマツ心持ち厚板材
(乾燥後)

しかし、当時（現在も）の乾燥装置の大部分は先にも述べたとおり、80℃の温度条件をとるのが精一杯の性能でした。このため、非常に優れた乾燥条件にもかかわらず、企業への普及率は十分とはいえない一面をもっていました。またこの以前に同場ではカラマツ小径丸太乾燥についての研究を実施し、先の比較的高温高湿条件での試験を

行っていますが、乾燥により発生する割れの防止、抑制に関しての効果はあまり期待できなかったと報告されています。

その後（昭和53年頃）、ある乾燥装置メーカーでカラマツ小径丸太の乾燥に取組み、その中で筆者も数回実験に立ち会いアドバイス、意見交換を行いました。またこれと前後して本州の乾燥装置メーカー、試験研究機関でもカラマツ、スギ小径丸太及び心持ち材の乾燥試験を実施していますが、前者、後者いずれも乾燥条件は100℃以下での条件が主であったため割れ防止の効果は認められないままに実験を中止しています。さらに本年10月に出版されたわが国における木材乾燥の権威である名古屋大学名誉教授寺沢真先生の著書「木材乾燥のすべて」においても高温乾燥について次のように記されています。

「高温乾燥に特別な装置を使い乾燥開始時から高温、高湿の状態乾燥させた例もあったが実験の域を脱し得なかった」また「日本では小さな割れや変色を嫌い利用されていない」さらに「落ち込みの生じやすい材や狂いの大きい材の生材乾燥にはまったく不相当である」等と述べられています。すなわち、日本における高温乾燥法は学問的にはあるが、実用的には全く存在しなかったというのが現状です。

以上のような背景、現状の中で、筆者は高温乾燥方法に関する基礎試験を経て、乾燥装置の製造・販売メーカーであるアサヒ動熱株式会社と実大装置による実証化試験を約2年間実施し、その間テストした針葉樹心持ち材は約12樹種、試験回数は60～70回にも及びました。その結果、先にも述べたとおり昨年、針葉樹小中径丸太ならびに心持ち材の高温乾燥技術、乾燥装置を開発し、全国的な普及を図り、現在約10社に設置され、針葉樹材乾燥に驚異的な力を発揮しています。

おわりに

高温乾燥方法による針葉樹心持ち材の乾燥についての概要を述べましたが、これらを要約すると次のとおりです。また前回、紹介した針葉樹小中

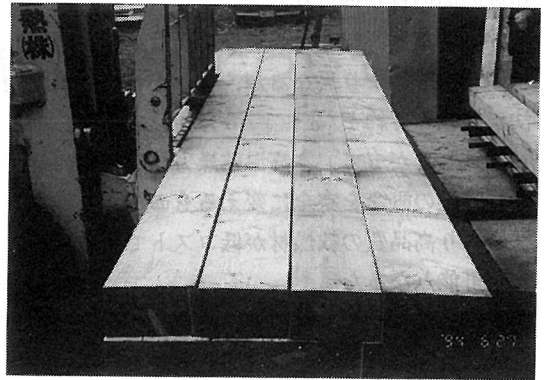


写真7 トドマツ心持ち平角材
(乾燥後)

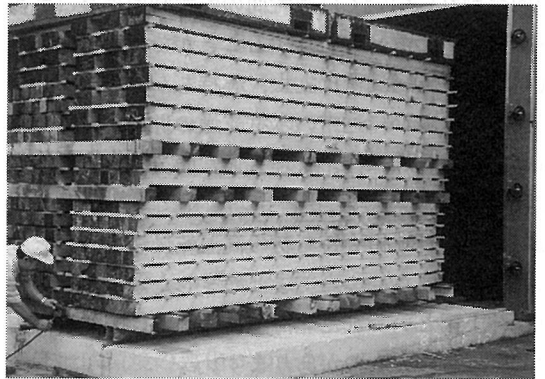


写真8 北洋カラマツ心持ち正角材と
平角材 (乾燥後)

径丸太乾燥（高温乾燥）の要点についても付加します。

① 従来、全く不可能であった針葉樹小中径丸太（カラマツ、トドマツ径級約20cm以下）並びに内外大半の針葉樹心持ち材、心去り材の高温乾燥技術および装置の開発ができた。

② 針葉樹丸太乾燥並びに心持ち材乾燥による割れの発生は非常に少なく、また狂いも割れ同様に小さな発生であり、両者とも実用的にはほとんど問題のない程度である。

③ 丸太乾燥は初期含水率にもよるが、仕上がり含水率15～20%程度まで乾燥するのに径級14～16cmの丸太で約4～6日間程度である。

④ 乾燥丸太からの製材品は損傷の少ない寸法

精度の高い材が得られる。

⑤ 針葉樹心持ち材の乾燥時間は、樹種、材種、初期含水率により異なるが、それぞれの従来乾燥法に比較して約1/3～1/6に短縮できる。

⑥ したがって、本高温乾燥方法は従来の針葉樹材乾燥の概念を完全に変えるものであり、本方法により高品質の乾燥材が低コストで生産することが可能となった。

⑦ またカラマツ材のように樹脂の多い材では、乾燥と同時にほぼ完全に脱脂処理ができる。

⑧ 本乾燥方法における短所としては、高温により材色が濃く変化することと、乾燥条件によっては若干内部割れが発生することである。しかし、内部割れについては数時間の乾燥時間延長（乾燥条件を変える）で防止することができる。

⑨ 本乾燥装置は丸太、心持ち、心去り製材の高温乾燥並びに通常の木材乾燥の併用が可能であり、また乾燥操作、管理も通常の方法とほぼ同様である。

以上、針葉樹心持ち材の高温乾燥法の概要と丸太乾燥の要点についてまとめましたが、かつては森林王国といわれた北海道においても天然資源の減少は著しいものがあります。

近年、日本国内での木材自給率は年々減少し、現在では約25%程度に低下しているといわれています。したがって、後の約75%は海外からの供給に依存していることになり、素材輸入に限ると日本は輸入大国であり、これは世界の自然環境保護の立場からも重大な問題と考えます。

一方、針葉樹資源（人工林を含む）の蓄積は北海道を中心にかなり回復し、一説には自給可能な現状にあるともいわれています。しかし、この

人工林を高度利用するためには、改善された技術とともに、新たに開発された技術を積極的に活用することが必要です。このようなことから、それぞれの企業においては本乾燥装置（高温乾燥法）の積極的な利用、活用によって「よい製品をより安く生産する」という経済の基本理念に向かって前進してほしいものと考えます。

参考資料

- 1) 季報「北海道カラマツ林業の現況、平成4年度」、北海道カラマツ対策協議会、No66、2(1992)
- 2) 奈良直哉：カラマツ心持ち材が使える、ウッドエイジ、北海道林産技術普及協会、12月(1993)
- 3) 大山幸夫ら：カラマツ小経木の乾燥による損傷防止に関する研究、北海道立林産試験場研究報告第64号(1976)
- 4) 寺沢 真：木材乾燥のすべて、海青社、10月(1994)

お問い合わせは下記にお願いいたします。

旭川市緑町14丁目 フローラルハイッ
ランバーシステムコンサル

☎ 0166-54-9245

または

旭川市永山町6丁目 旭川総合鉄工団地
アサヒ動熱株式会社

☎ 0166-48-5527