

## 柱材の高温乾燥について

### 1、はじめに

柱材の乾燥を考える場合、①銘木としての色と香りを大切にする場合、つまり見え掛かり材（役物）であるのか、あるいは②構造材に徹する見え隠れ材（並材）であるのか、この二つに分けて考えるのがこれまでの統一的な見解です。当然前者は乾燥による変色や割れなどあってはならないし、これに対して後者は多少の変色や割れは許容されるものと考えます。

一般常識として①の役物指向の場合は、特に材色の変化を避けるため、乾燥温度を50℃前後として進めますが、この場合、含水率が20%に達するのに乾燥日数は20~30日間を覚悟しなければなりません。また②の並材指向の場合は、乾燥温度を60~70℃に上げて乾燥を行います、それでも乾燥日数は14~20日間と長期間を要します。

ここでは、全国的に今後最も量産されるであろう

後者の構造材としての並材を対象として、その乾燥時間を1週間以内（7日間）にとどめるべく高温乾燥の検討を行ないました。

この高温乾燥は、その乾燥温度が95℃前後の温度スケジュールをとるため、現在のところ、リスクを考えると一般企業ではなかなか踏み切れないものですが、「ゆっくり丁寧に」という今までの乾燥論から多少はみ出したかたちで、とにかく「速く」を前提に検討したものです。

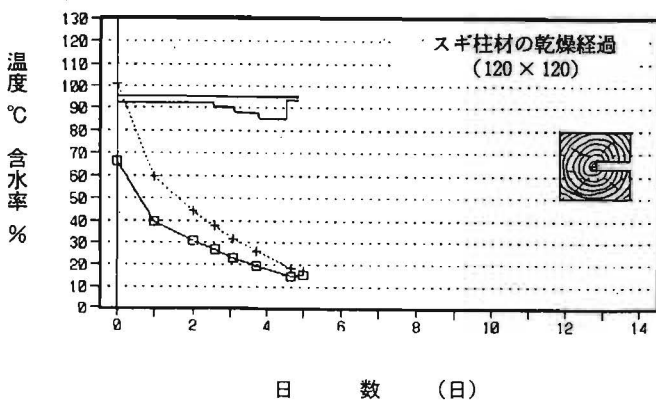
### 2、高温乾燥による乾燥時間の短縮

柱材についての高温乾燥は、長野県ばかりでなく他の県でもかなり試みられています。他の県での幾つかの試験例を含めて表-2に示しました。表-1の標準的な乾燥スケジュールでの乾燥と比較して検討してみます。また、あわせて図-1~4に高温乾燥での含水率経過（当センターでの試験結果）を示しました。

表-1 人工乾燥一般スケジュールでの乾燥日数（12 cm芯持ち背割材）

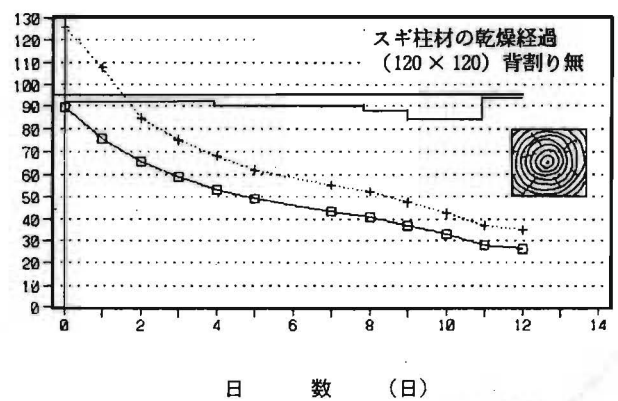
樹種	含水率範囲	乾燥方法	乾燥日数
スギ	100%→20%	蒸気式（60~70℃）	19日
		除湿式（35~45℃）	28日
		高周波式	7日
ヒノキ	35%→20%	蒸気式（60~70℃）	9日
		除湿式（35~45℃）	12日
		高周波式	3日

（森林総合研究所 久田）



□ スギ赤心背割り材 + スギ黒心背割り材

図-1 スギ 12.0 cm背割り材の乾燥経過



□ スギ赤心無背割り材 + スギ黒心無背割り材

図-2 スギ 12.0 cm無背割り材の乾燥経過

1) スギ柱材

スギの柱材は乾燥が非常に難しいとされています。これは、産地によりその材質が異なり乾燥特性に違いが見られ、また赤心黒心といった個体間に含水率のバラツキが大きく、とにかく含水率が非常に高いということです。

スギの柱材は生材の含水率が80~200%と非常に高いため、標準的なスケジュール(60~70℃)で乾燥した場合、19日程度(蒸気式)の乾燥日数を要します。これに対し、高温スケジュール(90~95℃)での乾燥での試験例をみると、同じ背割り材では5~10日間の範囲で乾燥されています。この範囲は柱材寸法の違いや湿度スケジュールの違いによるものと考えられますが、いずれにしても標準的なスケジュールと比較して、明らかに1/2以上の時間短縮が認められます。背割りの無いスギ材については、背割りの有るものと比べて乾燥日数に差が生じ、無いものは、有るものに比べて3~4割増しの日数を要します。

また背割りの無い柱材は、乾燥終了時の水分傾斜が大きく(図-3)、柱材全体の平均含水率が20%以下であっても、材中心部は30%前後の含水率を示す場合が多いようです。このことは、心去り材のベイツガやベイツについて同様ですが、その程度は心持ち材のスギの方が大きいようです。これを背割り材でみると、乾燥終了時における材内の水分傾斜は無背割り材に比べ非常に小さくなります。

一般に柱材の背割りの効果は、材面割れの防止のみに期待されがちですが、今回の高温乾燥においては乾燥速度を速めるという大きな効果はもちろん、材内部の水分傾斜の緩和にも大きく貢献していることが明かとなりました。

2) その他の柱材

ヒノキあるいはカラマツでの試験結果をみると、両者とも初期含水率が30~40%と低い領域にあるため、仕上がり含水率を15%と設定すると、乾燥時間は4~5日と柱材としてはかなり短時間で乾

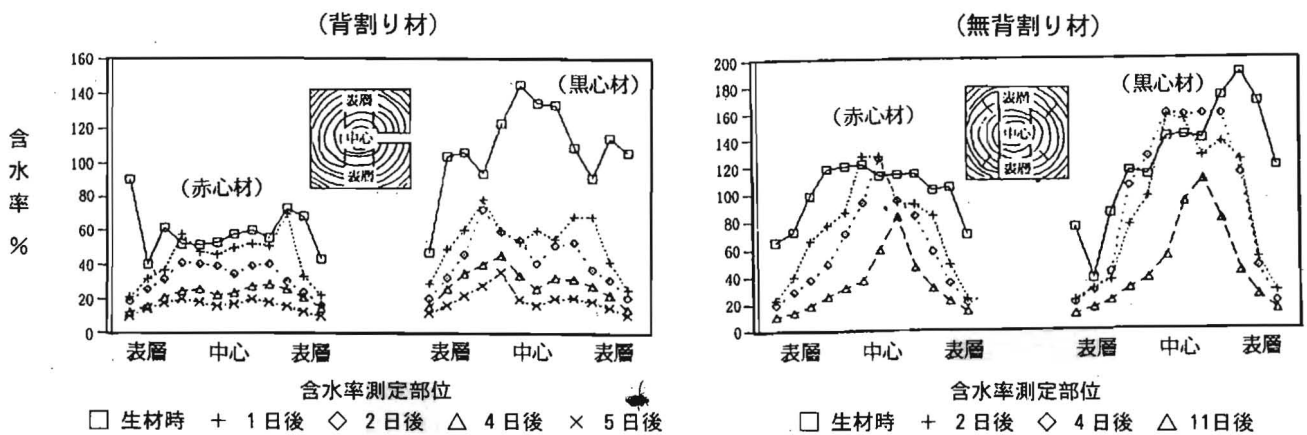


図-3 スギ 12.0 cm柱材乾燥終了時の材内含水率分布

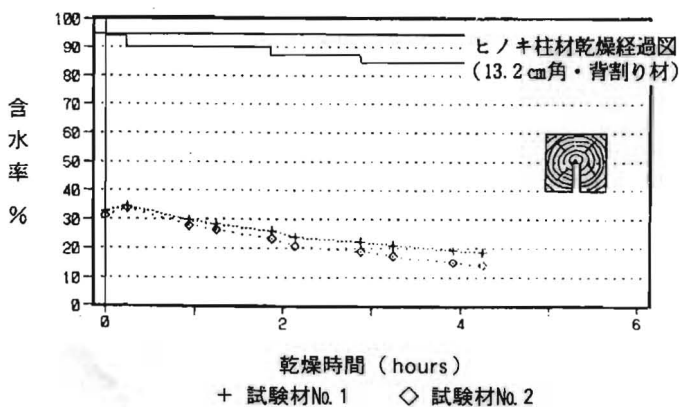


図-4 ヒノキ 13.2 cm背割り材の乾燥経過

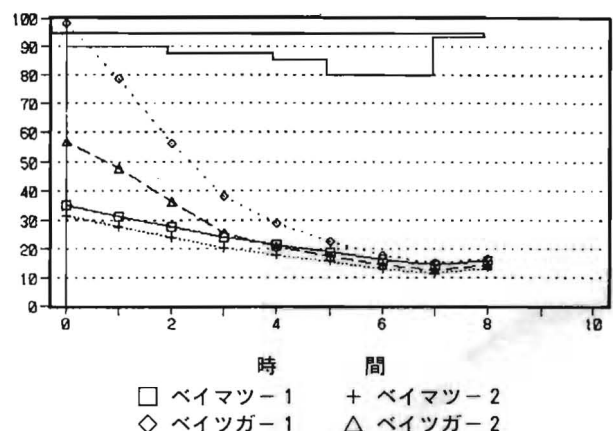


図-5 ベイツ・ベイツガ 11.5 cm柱材の乾燥経過

燥が終了します。

乾燥終了時の材内水分傾斜も、背割り材であるとそれほど大きくなく、材内の含水率の最も高い部分でも20%程度のものでした。

ベイツガ及びベイマツの場合、これらは心去り材ではありますが7日間の乾燥で平均含水率15%まで乾燥されています。しかし、乾燥終了時の材内含水率傾斜は、スギの項目でも述べたとおり、材表層部と材中心部とにおよそ10%の開きが生じました。

以上、数回にわたり実大柱材の高温乾燥を試験しその効果を検討してきましたが、高温乾燥は材内水分傾斜に多少問題を残しますが、乾燥時間の短縮という意味からは大きな期待が持てます。な

お、表一2にあげた数値は全乾法によるものから、含水率計での測定の場合、一部を除いてほとんどが構造用製材のJASの乾燥基準を十分にクリアできるものです。

### 3、高温乾燥の収縮率

高温乾燥により問題視される点に収縮率の増大があげられます。表一2に高温乾燥材の収縮率を示してありますが、その値およそ2~4%の範囲にあります。樹種別に見るとスギ、ベイマツ、ベイツガは収縮率が3%台でやや大きめです。針葉樹の中では比較的比重の小さいスギがかなり大きな収縮率を示したのは意外でした。では、はたしてこの数値が他の乾燥方法と比べて大きいのか小さいのか他の試験結果から検討してみます。

表一2 高温乾燥の試験結果

樹種	断面寸法 (cm)	背割り	乾燥温度 (°C)	含水率変化 (%)	乾燥日数 (日)	収縮率 (%)	備考
スギ	10.8 × 10.8	無	85	103 → 20	18	3.00	熊本県
	10.5 × 10.5	無	95	86 → 16	11	3.32	岩手県
	12.0 × 12.0	無	95	90 → 26	12	2.87	長野県
	12.0 × 12.0	無	90	70 → 19	10	1.98	富山県
	12.0 × 12.0	有	90	80 → 18	10	3.12	富山県
	11.4 × 11.4	有	95	97 → 13	※ 8	3.60	岐阜県
	11.5 × 11.5	有	95	95 → 12	※ 9	4.35	岐阜県
	12.0 × 12.0	有	95	101 → 14	5	3.32	長野県
	13.2 × 13.2	有	95	92 → 15	7	3.34	長野県
ヒノキ	12.0 × 12.0	有	85	35 → 15	※ 10	2 ~ 3	山梨県
	12.0 × 12.0	有	95	35 → 14	4	2.85	長野県
	13.2 × 13.2	有	95	32 → 15	5	2.40	長野県
カラマツ	12.0 × 12.0	有	95	35 → 14	4	3.42	長野県
	12.5 × 12.5	有	90	32 → 20	4	2.35	長野県
	12.7 × 12.7	有	95	33 → 18	4	2.29	長野県
トドマツ	10.5 × 10.5	無	115	58 → 18	3	1.61	北海道
ベイマツ	11.5 × 11.5	無	95	35 → 15	7	3.36	長野県
ベイツガ	11.5 × 11.5	無	95	98 → 16	7	3.53	長野県

※ 岐阜県及び山梨県は間欠運転

図-6にスギ心持ち背割り材の除湿乾燥での収縮率を示しました。除湿乾燥での乾燥温度は40℃～50℃とかなり低めであるため、これによる乾燥での収縮率は一般的な収縮を示すものと考えてよいでしょう。

この図からもわかるとおり、実大材のような断面の大きい材の収縮率は小断面の材の収縮率とは異なり、指数関数曲線を示します。含水率20%あたりから収縮の度合がかなり大きくなり、含水率15%での収縮率は2～3%程度の値を示しています。これを高温乾燥材の収縮率(表-2)と比較してみると、高温乾燥材の収縮率はここで示した除湿乾燥材の収縮率に比べ0.5%ほど高いようです。

当センターでもヒノキについて、実大材で60～70℃の人工乾燥(蒸気式)を2回実施してみましたが、この時の収縮率は2回とも含水率15%でおよそ2.5%程度でした。この数値は高温乾燥材の収縮率と比べそれほど差のないものでした。

本来なら、収縮率の比較は初期含水率の違いや比重・年齢幅といった材質的な違いを考慮に入れ

た上から検討をしなくてはならないのですが、現段階では高温乾燥での収縮率の増大は0～0.5%ほど有るようです。ただ0.5%の収縮増は12.0cmの柱材の場合、一辺につき0.6mm多く縮むということですからそれほどの増大ではないと考えます。

#### 4. おわりに

構造用製材JAS乾燥基準の明確化や住宅金融公庫の仕様書への乾燥材の採用などで見ると、木造住宅の骨格を成す柱材は、近年益々乾燥材の要求が高まってきています。これに対して生産者は「乾燥は必要」とわかっているにもかかわらず、乾燥賃を材価になかなか上乗せ出来ない現状から、「いかに乾燥コストを安く抑えるか」という必至の課題を背負わされた訳です。

高温乾燥による乾燥時間の短縮は、この点への近道のひとつと考えますが、と同時に乾燥材の受け入れ側である大工・工務店に「材価アップと乾燥材の価値」について改めて考えてもらいたいものです。

「乾燥」は大きな品質保証ですから……。

(木材部 吉田)

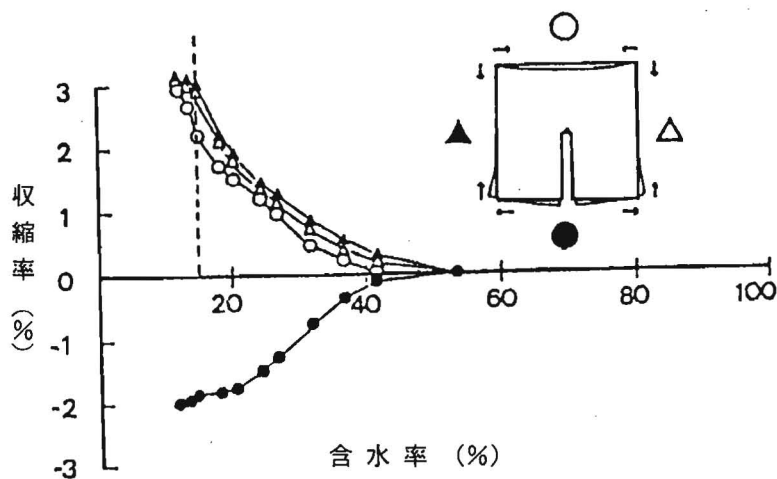


図-6 スギ背割り材の収縮経過(乾燥温度35℃～45℃)

(森林総合研究所 斎藤)