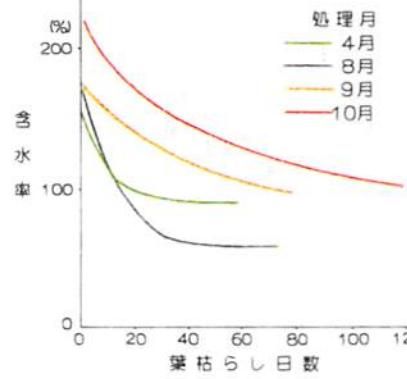
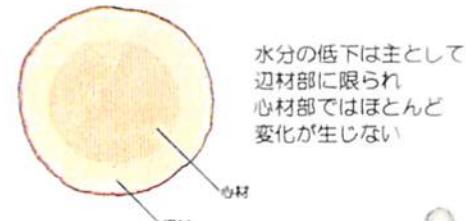


伐り口は伐根の上に乗せるのがベター

スギの葉枯らし日数に伴う 含水率の減少経過（辺材）



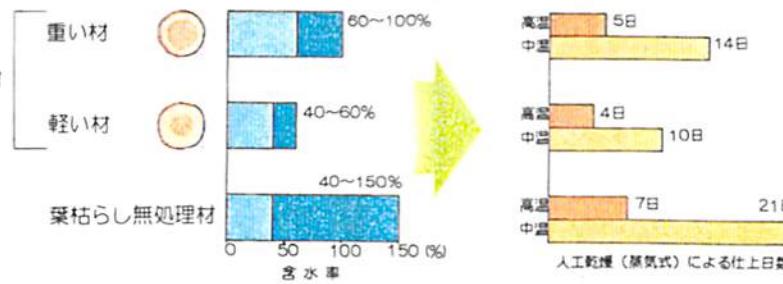
葉枯らし乾燥



水分の低下は主として
辺材部に限られ
心材部ではほとんど
変化が生じない

葉柄らし材

葉枯らしと材の仕分けによる人工乾燥の日数の短縮効果



枝葉は樹高の15~20%を残す

「葉枯らし」とは、木を伐倒した後、枝葉をつけたまま材を林内に放置して、葉などからの蒸散作用を利用して含水率を低下させること。昔からよく知られた手法で、現在でも産地によっては盛んに行われている。この葉枯らしについて農林水産省森林総合研究所、木材利用部・加工技術科長の久田卓興さんに伺った。

伐採したばかりの木材にはたくさんの水分が含まれている。とにかくスギは他の樹種とくらべても含水率が高い。そのままで建築などとして使用できないので、まず充分に乾燥させる必要がある。

「最近では、針葉樹材の乾燥には各種の人工乾燥法が用いられています。この場合、一般に乾燥しようとする木材の含有水分量は少ないことが望ましいです。葉枯らしには、人工乾燥の前段階として、この含水率を山元の段階で少しでも低くして、その後の人工乾燥にかかる日数を短縮するという意味があります」

葉枯らしのやり方は産地によって少しずつ違うが、大筋ではほぼ共通している。まず、木は山側、谷側にかかわらず安全な方向へ倒す(必ず山側へ倒す)と決めているところもある。要は倒す方向を揃え、なるべく隣接した材の枝葉が重ならないようにする。伐り口はなるべく伐根の上に乗せる。

樹高の15~20%に相当する梢端部を残して、他は枝払いする。放置する期間は伐採の時期や気象条件などによつて変わってくるが、約2~3ヶ月ほど。

「このぐらいの期間、放置することで、重量が約30%程度減少する」とされています。水分の低下は主として辺材部に限られていて、心材部ではほとんど含水率の変化が生じないことが知られています」

輸送」「



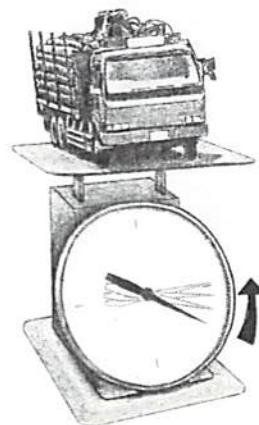
葉枯らし

文・イラスト 鶴岡政明

「そいつた中で、山元でやれることは山元でやつて、ことじょう。また、葉枯らしを行つた材でも、辺材部の占める割合の違いによつて重い材と軽い材があり、人工乾燥にかかる日数や、適する乾燥法も違つてきます。階で重量、あるいは含水率によつてちょっと仕分けをされ、分けをしつかりする。これが重要なポイントでしょう」

葉枯らしで含水率を下げておけば、乾燥を能率良く行なうことができます。

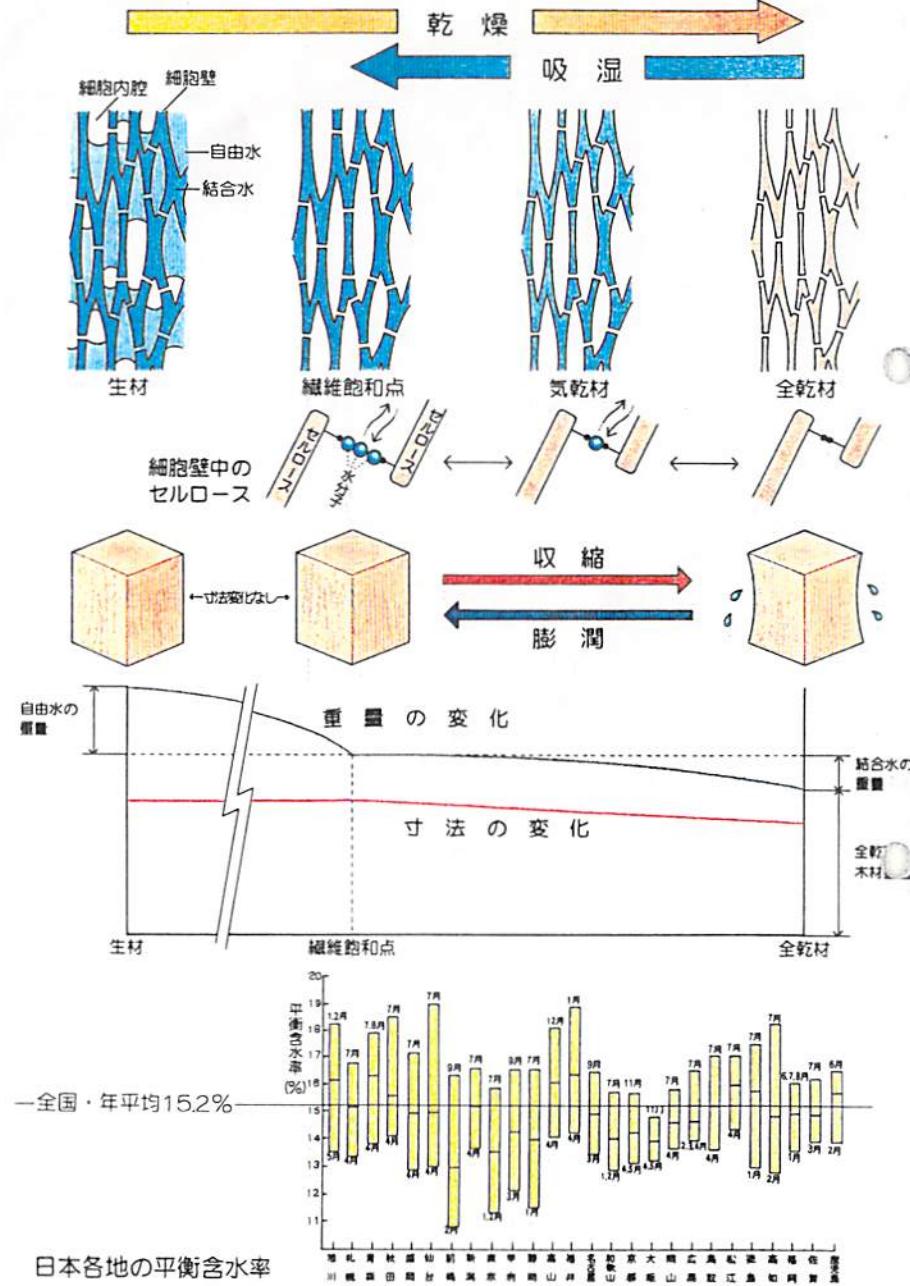
龍溪先生全集



林業リテラシー

71 LITERACY OF THE JAPANESE FORESTRY

によって、搬出作業の効率化や、トランクなどによる輸送コストの低減がはかられることは一番大きな効果と言える。さらに、製材時の挽き曲がりや狂いが少なくなる、自然に枯らすことによって色つやが良くなるといった利点があることも指摘されている。



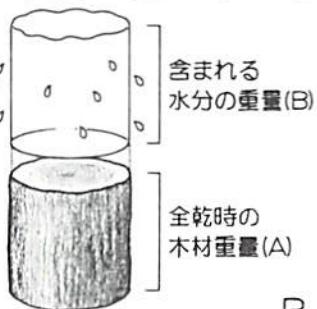
前回は「葉枯し」を取り上げた。今回は木材の乾燥そのものについて、もう少し掘り下げて調べてみたい。前回に統いて農林水産省森林総合研究所・木材利用部・加工技術科長の久田卓興さんにも伺った。

木材の含水率は%で示される。「含水率15.0%」など、ときには100%以上の値になることもある。「表示法のルールとして、木材に含まれる水分の重さを全乾時（つまり全く水分を含まない時）の木材重量で割ったものを含水率とする」ということが決められているんですね。木材のいろんな特性から、このやり方が便利なんですね。スギの場合、生材含水率は辺材部では15.0～25.0%、心材部では5.0～15.0%ほどになる。

それでは生材が乾燥してゆく過程を詳しく見てみよう。「細胞レベル」の話になります。木材を作っているひとつつの細胞は、円筒形の上下が閉じた、細長い筋形をしています。細胞の中は空洞になっていて、その中に入っているのが「自由水」、細胞壁の繊維の中にくつづいているのが「結合水」、水の状態としてこの二つがあるんですね。細胞の中の空洞、つまり細胞内腔は、全部「自由水」で満たされているわけではなくて、空気も入っているのが普通。乾燥が始まると、まず自由水が逃げていきます。自由水が全部無くなると、次に結合水が減ります。この境を「繊維飽和点」といいます。含水率でいって、だいたい30%程度です。

木材の乾燥が進むと収縮が起つてくる。木材の細胞壁は網目構造になっていて、これをさらに細かく見てゆくと、網目は「セルロース」でできています。隣り合ったセルロース同士は、水酸基を介して水の分子がくっつことで結ばれています。この水分子が「結合水」です。結合水がなくなると、そこを埋め合わ

木材の含水率とは



林業リテラシー 72 LITERACY OF THE JAPANESE FORESTRY

$$\text{含水率}(\%) = \frac{B}{A}$$

(A=Bなら含水率100%)

せんようにセルロース同士がくっついて、その分、細胞の壁は縮みますから、このとき木材の収縮が起こるわけですね。つまり結合水が失われて初めて木材の収縮が起こるので、細胞内腔にある自由水がなくなるだけでは、木材の収縮は起こらない。いちど収縮した木材が水分を吸つて大きくなる、つまり「膨潤」を起こすときも、動いているのは細胞壁の水分、すなわち結合水だ。

そういえば「柱が『呼吸』して、1本あたりビール瓶1本分ぐらいいの水分を吐き出したり吸い込んだりする」というような話を聞いたことがあるけれど、「水分の出入りを『呼吸』と言つてゐるんでしょうが、その場合も出入りするのは自由水ではなくて結合水です。ビール瓶1本というのには少し話が大きさですが」。スギの4寸角(12cm角)の柱の含水率は1年に平均で2～3%変動する。1%の変化で結合水約100ccを呼吸するという。

木材を放つておくと、乾燥はどこまで進むのだろうか。「平衡含水率」というのがあるんです。その木材がある温度と湿度の中に置かれた場合に平衡状態に達したときの含水率です。平衡含水率が高いときは吸湿、つまり結合水がふえています。逆に平衡含水率が低いときは脱湿して結合水が減ります。さきほどの「柱の呼吸」ですね。季節や場所によつても変動がありますが、日本における平衡含水率の平均は、約15%ぐらいになります。このときの木材の状態を「気乾状態」という。

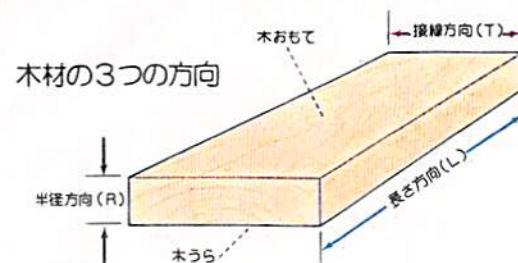
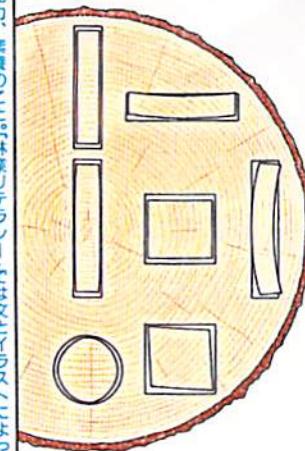
天然乾燥では一定以上には乾燥が進まないが、人工乾燥によつてさらに含水率を下げることができる。結合水もまったく無くなつてしまつた状態、つまり含水率が0%になつたときが「全乾状態」だ。

次回は木材乾燥と収縮について、住宅用建材との関わりなどから、改めて取り上げたい。

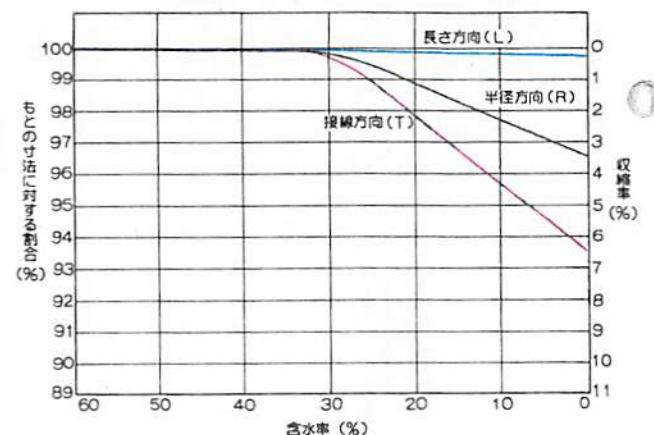
木材乾燥

①水の移動
文・イラスト 鶴岡政明

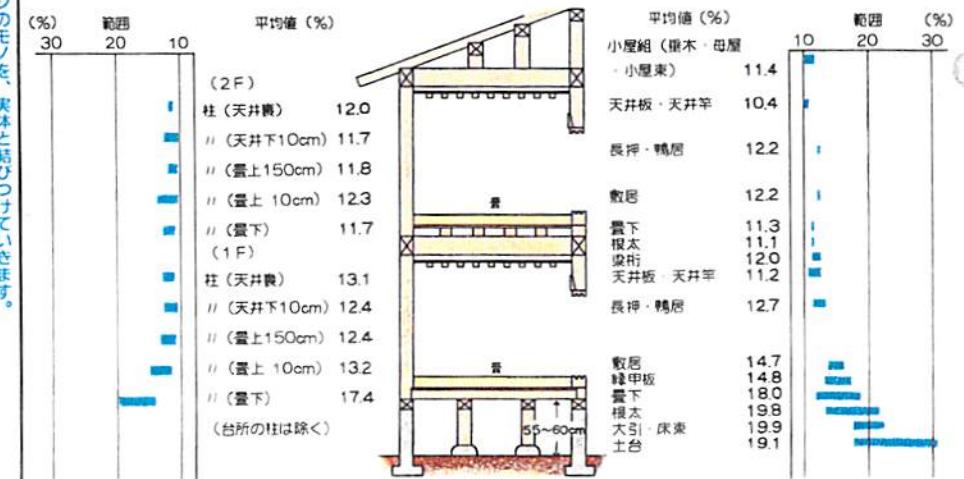
木取りする位置による
収縮のしかたの違い



木材の3つの方向



長期間使用された住宅部材の含水率(長野県林業総合センター)



前回に続き木材乾燥について。農林省森林総合研究所、木材利用部・加工技術科長の久田卓興さんと伺った。
まずは前回の復習。木材の状態から乾燥が進んで含水率約30%の「繊維飽和点」を過ぎると、細胞壁の中に含まれている「結合水」が失われ、それによって木材は収縮を始める。「木が乾燥して縮む」という目に見える現象の裏には、こんなミクロの出来事があつたのだが、もしその木が建材として使われれば影響はもっと大きい。文字通り、家が傾いたりすることもある。「今、なぜ乾燥材にするのが必要なのかということです。昔は多少の未乾燥材であつても、大工さんが現場で工夫して充分使いこなせる技術があつたんですね。ところが現代では住宅生産の合理化や工期の短縮が優先されているため、大手住宅メーカーやプレカット工場を中心として、木材を標準とするところが増えている。乾燥が不充分な材の使用はクレームに直結するんです。建築用の部材として加工されたあとも、木材の乾燥は続いている。仕上がり時の含水率が高ければ、それだけそのあとの収縮量も大きくなることになり、いろいろの不都合が生じてくる。

木材が収縮を起こすとき、その量は方向によって異なっている。これを「異方性」という。これがあるために、ただ収縮を起こすだけより、話はややこしくなる。どうして異方性が生ずるのだろう。「前回お話ししたように、木材の細胞壁はセルロースがくつついた網目構造の繊維でできています。この網目が木の長さ方向に対し斜めになつていて異なるのですね。木材の3つの方向は接線方向(板目板の幅方向・T方向)、半径方向(柱目板の幅方向・R方向)と長さ方向(L方向)である。半径方向が伸び縮みする量は、半径方向の約2倍になる。このた

が、もしその木が建材として使われれば影響はもっと大きい。文字通り、家が傾いたりすることもある。「今、なぜ乾燥材にするが必要なのかということです。昔は多少の未乾燥材であつても、大工さんが現場で工夫して充分使いこなせる技術があつたんですね。ところが現代では住宅生産の合理化や工期の短縮が優先されているため、大手住宅メーカーやプレカット工場を中心として、木材を標準とするところが増えている。乾燥が不充分な材の使用はクレームに直結するんです。建築用の部材として加工されたあとも、木材の乾燥は続いている。仕上がり時の含水率が高ければ、それだけそのあとの収縮量も大きくなることになり、いろいろの不都合が生じてくる。

主な人工乾燥法の比較(スギ柱材)

乾燥方式	処理日数(日)	乾燥コスト(円/m ³)
除湿乾燥(低温)	28	16,000
蒸気式乾燥(中温)	14	9,400
蒸気式乾燥(高温)	5	7,200
煙煙乾燥	14	5,600
高周波・熱風複合乾燥	3	9,100

10.5cm角: 含水率20%まで

林業リテラシー

73 LITERACY OF THE JAPANESE FORESTRY

め木取りされる部分によって、収縮による断面の変形(狂い)の起ころ方が違ってくる。とくに心持ち材では割れが生じやすくなり、これを防ぐために「背割り」を行うこともある。「長さの変化ももちろんあるけれども、問題のはむしろ幅でしょうね。昔ならば梁や桁の部分の多少の幅の縮みは計算に入れて、梁や桁の変化ができますが、問題のはむしろ幅でしょうね。これが建築の現場から下されば良いのだろうか。「今、建築の現場から求められているのは含水率20%以下の材です。実際に長期間使用された住宅部材の含水率を調べた例がありますが、それを見ると、もう少し低い方が良いかもしれません」。含水率20%以下、これは天然乾燥だけでは出来ないので、各種の人工乾燥法を用いることになる。人工乾燥の方式にはいろいろあるが、主なものは複合乾燥および各種の方式の組み合わせなどがあります。どの方式が良いのだろう。「このなかでも広く一般的に用いられているのは中温の蒸気式乾燥ですが、どんな規模の設施で、どんな材を使って、どんな製品を作りたいのかによって、選べる方式も違ってきます。レベルの高い、色のきれいな乾燥材を作りたいのか、あるいは多少割れていてもいいから、ちゃんと乾いているものにしたいのか。きれいで、しかもちゃんと乾いているものを作るとなると日数もお金もかかります。品質とコストのバランスを考えながら、ふさわしい方式を選ぶということでしょう」。

このような寸法変化、狂い、割れなどを最小に抑えるために、乾燥材にすることが求められるようになつた。具体的にはどのくらいの含水率まで下げれば良いのだろうか。「今、建築の現場から求められているのは含水率20%以下の材です。実際に長期間使用された住宅部材の含水率を調べた

例がありますが、それを見ると、もう少し低い方が良いかもしれません」。

含水率20%以下、これは天然乾燥だけでは出来ないので、各種の人工乾燥法を用いることになる。

人工乾燥の方式にはいろいろあるが、主なものは複合乾燥、蒸気式乾燥、煙煙乾燥、高周波・熱風複合乾燥および各種の方式の組み合わせなどがあります。どの方式が良いのだろう。「このなかでも広く一般的に用いられているのは中温の蒸気式乾燥ですが、どんな規模の設施で、どんな材を使って、どんな製品を作りたいのかによって、選べる方式も違ってきます。レベルの高い、色のきれいな乾燥材を作りたいのか、あるいは多少割れていてもいいから、ちゃんと乾いているものにしたいのか。きれいで、しかもちゃんと乾いているものを作るとなると日数もお金もかかります。品質とコストのバランスを考えながら、ふさわしい方式を選ぶということでしょう」。