

4. 木質燃料の生産 (13)

20260530

木質燃料の乾燥経過

(ここでは、含水率(U,乾量基準)と水分率(M,湿量基準)とを併用する (一口メモ 2(1)参照))

木材の乾燥は、表面層の水分が蒸発(表面蒸発)することで、表面と内部の間に水分傾斜が生じ、その結果、内部の水分が絶えず表面側へ拡散移動(内部拡散)し、表層に達して蒸発する過程が繰り返されることで進行する。

図表 4.18 は、木材を天然乾燥したときの表面から厚さ中央までの水分分布の経時変化を模式的に示したものである。

① 初期状態 t0: 未乾燥の木材では、細胞壁が結合水で飽和され、細胞内腔には必ず自由水が存在する。そのため含水率は必ず繊維飽和点 (fsp、 $U \cong 28\%$ 、 $M \cong 23\%$) 以上で、自由水の多少により変動する (一口メモ 2(2)参照)。

② t0→t2: 材表面が自由水で覆われた状態での乾燥経過で、初期状態から表面含水率が繊維飽和点に達するまでのごく短い期間である。この期間では、表面蒸発と拡散移動に参与するのは自由水のみである。また水分傾斜は内部から表面への拡散速度が表面蒸発速度より遅いことによって形成される。含水率分布全体のレベルは時間の経過とともに低下し、その結果、t2 時点で表面含水率は繊維飽和点に達する。

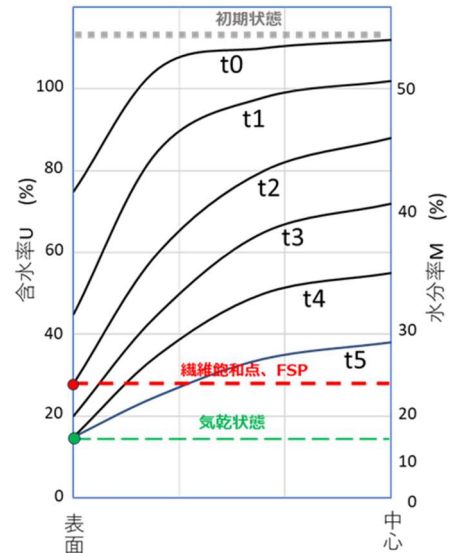
この期間の乾燥は表面蒸発が主体で、その速度(表面積当たりの蒸発速度)は外気と材表面との蒸気圧差(相対湿度差)に依存する。乾燥速度は全乾燥期間を通じて最大でほぼ一定であり、蒸発量は水面からの蒸発量にほぼ等しいため、「恒率乾燥期間」と呼ばれる。

③ t2→t4: 表面含水率が繊維飽和点に達した後、表面含水率が外周の蒸気圧とほぼ平衡した含水率(気乾含水率)になるまでの期間である。乾燥の主体が表面蒸発から内部拡散に移行し、乾燥速度は乾燥の進行に伴って徐々に低下する。この期間を「減率乾燥第一段」と呼ぶ。

④ t4→t5: 表面はほぼ気乾含水率を維持しながら、内部から移動した水分が表面で蒸発し、木材全体が気乾含水率に達するまでの期間である。この期間では、内部拡散とくに結合水の拡散が乾燥を支配し、乾燥速度は著しく低下するため、乾燥期間の大半を占める。この期間を「減率乾燥第二段」と呼び、この段階における内部拡散の難易が乾燥時間を左右する重要な因子となる。

以上は、木材を長期間天然乾燥した場合の一般的な乾燥経過であり、燃料材についても丸太、薪およびチップの各形態に基本的に適用できる。

なお、建築用材の乾燥では、乾燥による割れや狂いを最小限に抑え、内部と表面の含水率差を小さくしながら、使用環境に応じた含水率まで調整することが求められる。そのため、これに適した乾燥技術が用いられる。一方、木質燃料の場合は、燃料(薪、チップ、ペレット)の水分率が燃焼機器で指定された「使用可能な最高水分率」以下であることが必須条件となる。したがって、燃料ロットの平均水分率がこの要件を満たすまで乾燥する必要がある。また、燃焼特性の均一化の観点から、ロット内の水分率のばらつきも小さいことが望ましい。



図表4.18 木材の乾燥過程での水分分布

すべての木質バイオマス一口メモは「<https://info.wbioplfm.net/memo/>」で見ることができます。