

Q&A 先月の技術相談から

Q: 蒸気式乾燥装置でトドマツの板材を乾燥したいのですが、乾燥スケジュールが分かりません。

A: 主要な樹種の板材については、厚さと初期含水率に基づいて、基本的な乾燥スケジュールを作成することができますので、その方法について説明します。

■ 乾燥スケジュール作成に用いる表について

乾燥スケジュールの作成には次に示す表を用います。表1は、樹種と厚さごとに、採用すべき温度と湿度の条件と、乾燥の際に生じやすい損傷をまとめたものです。表2は初期含水率による区分、すなわち表4において含水率の範囲に対応する乾湿球温度差を決めるために用いる表です。表3は含水率の範囲に対応する乾球温度をまとめたものです。表4は含水率の範囲に対応する乾湿球温度差をまとめたものです。

■ 乾燥スケジュール作成の例

では、実際にこれらの表を使って乾燥スケジュールを作ってみましょう。ここでは、厚さ2.5cm、初期含水率70%のトドマツ板材を含水率12%まで乾燥する場合のスケジュールを作成します。

まず、表1からトドマツ2.5cm厚の温度と湿度を探します。すると、温度がT12で湿度が5と記載されています。

次に表2を見て、初期含水率が70%の時の含水率区分を探すと、Cと記載されています。

ここまでの作業が終わった

ら、次は表3と表4を使って含水率の範囲に対する温度と湿度の組み合わせた表を作成します。このとき知っておかなければならないのは、表1の“温度”は表3の“乾球温度区分”を意味し、“湿度”は表4の“乾湿球温度差区分”を意味するということです。また、表3は広葉樹と針葉樹に共通する表ですが、表4はあくまで針葉樹用の表ですので注意してください。これらを踏まえて、まず表3から乾球温度区分T12の箇所を抜き出すと、表5のようになります。これで、含水率の範囲に対する乾球の温度が決まります。

表1 乾燥スケジュール

樹種	2.5cm厚			5.0cm厚		備考 (生じやすい損傷)
	温度	湿度	日数	温度	湿度	
カシ	T3	2	12~18	T2	1	表面割れ, 内部割れ
ミズナラ	T4	3	10~12	T3	1	表面割れ, 内部割れ
シイ	T3	3	8~10	T2	3	落ち込み, 内部割れ
イソノキ	T3	1	12~18	-	-	表面割れ, 内部割れ
ケヤキ	T8	3~4	6~8	T5	3	糸巻き状の断面変形
ブナ	T4	3	8~10	T3	2~3	狂い(変色)
ヒメシャラ	T4~5	3	12~15	T5	2	狂い
クス	T4~5	4	6~8	T4	3	落ち込み
ミズメ	T6	3	6~8	T4	3	
クリ, トネリコ	T8	3~4	6~8	T5	3	
タブ	T6	3	8~10	T3	3	落ち込み, 狂い
ハルニレ	T5	4~5	6~7	T4	3~4	乾燥難易差大, 落ち込み
ヤチダモ, カバ	T8	4	7~8	T6	3	
イタヤカエデ	T4	3~4	10~12	T3	2~3	狂い大
カツラ, ホオノキ	T8	4	5~6	T5	3	
クルミ, セン	T8	4	5~6	T6	3	
ハンノキ	T10	4	5~6	T8	3	変色
トチ	T10	4	6~7	T9	3	狂い
サワグルミ, シナ	T12	6~7	4~5	T10	5~6	シナは変色
キリ	T9	6	6~7	T8	4~5	変色
アカマツ, クロマツ	T11	4	2~3	T10	3	表面割れ
カラマツ	T10	4	2~3	T8	3	表面割れ
モミ(硬), ツガ	T10	4	3~4	T8	3	表面割れ
トドマツ, モミ(軟)	T12	5	2~3	T10~11	4	
ヒノキ	T11	4	3~3.5	T10	3	
エゾマツ, サワラ	T12	6	2.5~3	T12	4	
スギ, ネズコ	T12	5	2.5~4	T10	4	スギの変色防止はT8
インセンスシダー	T11	B5	4~5	T10	B4	高含水率材は落ち込み
ベイスギ	T10	B5	4~6	T10	B3	部分的な高含水率, 落ち込み
ベイマツ(沿海産)	T11	A4	2~2.5	T10	A3	節の多いものはT7
ベイモミ	T12	E5	2.5~3	T10	E4	低質材はT9, D6(2.5cm)
ベイツガ	T12	C5	2.5~3	T11	C4	低質材はT11, E5 温度差最高14°C(2.5cm)
ベイトウヒ	T12	B5	2.5~3	T11	B3	部分的な高含水率
ダフリカカラマツ	T10	5	4~5	-	-	2.7cm厚
エゾマツ	T12	5	2~2.5	-	-	2.7cm厚

次に、表4から初期含水率区分および段階Cと、乾湿球温度差区分5を抜き出すと、表6のようになり、含水率の範囲に対する乾湿球温度差が決まります。

あとは、表5を確認しながら表6に乾球温度を加えていけば、表7のように基本的な乾燥スケジュールができあがります。

■ おわりに

今回は、広く知られている表を用いた乾燥スケジュールの作成方法を紹介しましたが、実際の乾燥作業では、表7の段階7の後に、含水率のばらつきを減らすためのイコーライジング、材の応力を緩和するためのコンディショニングを必要に応じて実施することになると思います。これらの方法や、今回示した表では対応できない正角材などの乾燥スケジュールについては、どんどんお問い合わせいただければ幸いです。

参考文献

テクニカルノート木材乾燥（改訂新版）（社）北海道林産技術普及協会 28-29（2010）

（技術部 生産技術グループ 土橋英亮）

表2 初期含水率による区分

区分	初期含水率(%)	区分	初期含水率(%)
A	40以下	E	100~120
B	40~60	F	120~140
C	60~80	G	140以上
D	80~100		

表3 温度スケジュール（広葉樹、針葉樹共通）

段階	含水率の段階(%)	乾球温度区分(°C)													
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
1	生 ~ 30	40	40	45	45	50	50	55	55	60	60	65	70	75	80
2	30 ~ 25	40	45	50	50	55	55	60	60	65	65	70	75	80	90
3	25 ~ 20	40	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	80	90	90
4	20 ~ 15	45	55	60	60	65	65	70	70	70	75	80	90	95	95
5	15 ~ 終末	50	65	70	80	70	80	70	80	70	80	80	90	95	95

表4 針葉樹材の湿度スケジュール

段階	初期含水率区分および段階(%)						乾湿球温度差区分(°C)							
	A	B	C	D	E	F	1	2	3	4	5	6	7	8
1	生 ~ 30	生 ~ 35	生 ~ 40	生 ~ 50	生 ~ 60	生 ~ 70	1.5	2.0	3.0	4.0	5.5	8.5	11	14
2	30 ~ 25	35 ~ 30	40 ~ 35	50 ~ 40	60 ~ 50	70 ~ 60	2.0	3.0	4.0	5.5	8.0	11	14	17
3	25 ~ 15	30 ~ 25	35 ~ 30	40 ~ 35	50 ~ 40	60 ~ 50	3.5	4.5	6.0	8.5	11	14	17	20
4		25 ~ 20	30 ~ 25	35 ~ 30	40 ~ 35	50 ~ 40	5.5	8.0	8.5	11	14	17	20	20
5		20 ~ 15	25 ~ 20	30 ~ 25	35 ~ 30	40 ~ 35	8.5	11	11	14	17	20	20	20
6			20 ~ 15	25 ~ 20	30 ~ 25	35 ~ 30	11	14	14	17	20	20	20	20
7				20 ~ 15	25 ~ 20	30 ~ 25	14	17	17	20	20	20	20	20
8					20 ~ 15	25 ~ 20	17	20	20	20	20	20	20	20
9					15 ~	20 ~ 15	20	20	20	20	20	20	20	20

表5 T12の温度スケジュール

段階	含水率の段階(%)	乾球温度(°C)
1	生 ~ 30	70
2	30 ~ 25	75
3	25 ~ 20	75
4	20 ~ 15	80
5	15 ~ 終末	80

表6 初期含水率区分Cと湿度5

段階	初期含水率区分および段階(%)		乾湿球温度差区分(°C)
	C	5	
1	生 ~ 40	5.5	
2	40 ~ 35	8.0	
3	35 ~ 30	11	
4	30 ~ 25	14	
5	25 ~ 20	17	
6	20 ~ 15	20	
7		20	
8		20	
9		20	
10	15 ~ 終末	28	

表7 基本的な乾燥スケジュール

段階	含水率(%)	乾球温度(°C)	乾湿球温度差(°C)
1	生 ~ 40	70	5.5
2	40 ~ 35	70	8.0
3	35 ~ 30	70	11
4	30 ~ 25	75	14
5	25 ~ 20	75	17
6	20 ~ 15	80	20
7	15 ~ 12	80	28

