

## マイコンによる乾燥の自動化

奈良直哉

### はじめに

現在、人工的に木材を乾燥させる装置の多くは蒸気式インターナルファン型（I・F型）が主流をなしています。この装置の操作、管理方法は古くから各所で研究され、高い信頼を得ている含水率スケジュールが基本となっており、被乾燥材の含水率の減少に伴い乾燥室内の温湿度あるいは風速を変化、調整しながら行うものです。この場合、被乾燥材の乾燥スケジュールの作成から乾燥終了時までの含水率の測定、温湿度の設定、変更、および調湿工程の開始、終了時の判断などすべてが担当者の作業によるものです。さらに乾燥室の運転は1日24時間の連続運転が原則ですから、夜間や休日勤務などの問題を含めてその管理業務は容易なことではありません。

このような背景から、林産試験場ではこれら一連の操作、管理業務をコンピュータにより自動化させることを目的として、昭和60年度から3か年の計画で研究を実施し、昭和62年度に実用的レベルのシステムを完成させました。その後昭和63年度から主に道内を対象に本システム（商品名：DECOM、製造会社：KKデック・システム、旭川市）の普及を図っており、現在までに道内外13企業に設置され、乾燥工程における省エネ、省九、省資源化に大きく寄与しているところです。ここに、本システムの概要（詳細は本誌1988年6月号掲載）と実用例について紹介します。

### 自動化システムの概要

#### 1 含水率センサ

1991年3月号

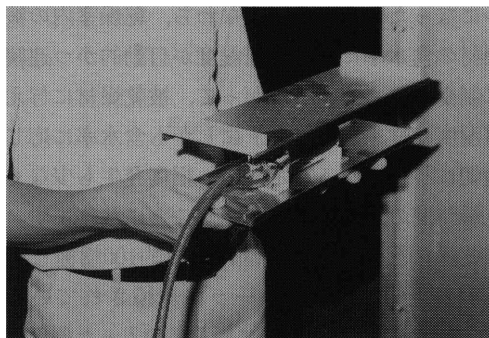


写真1 含水率センサ

木材乾燥操作を自動化するためには、乾燥室内の木材とコンピュータとの接点となるセンサの開発が最も重要な課題です。現在、実用的レベルで可能性のあるセンサとして考えられるものには、

- 1) ロードセルなどによる重量検出
- 2) 応力測定器による応力検出
- 3) 含水率計による含水率の検出

などがあります。含水率スケジュールを基本と考えるならばそれぞれ一長一短はあるものの実用的には1)が最も理想的であり、次いで3)と思われる。このようなことから、当场ではロードセル（荷重計）からなる実用的レベルの含水率センサの開発を行いました。この含水率センサは、高温用のビーム型ロードセルを金属製容器に収納し、乾燥室内の温度変化によるセル（計器）の出力ドリフト（ズレ）を防止するため、容器内にシーズヒータを付加、加熱させ、センサ本体の温度を乾燥室内温度よりも高温で一定かつ均一に保つような構造として、測定精度の向上とともにセンサ

の小型化を図りました（写真1）。使用方法は従来から行われているサンプル材（またはコントロール材、試験材）の重量から含水率を推定する方法です。すなわち、乾燥室内に設置した本センサ上にサンプル材をのせ、この重量を連続的に測定し、含水率に換算し、制御を行うものです。

## 2 コントローラ

本システムの操作の基本は先に述べたように含水率スケジュールです。これが従来と大きく異なる点は、ステップ変化型から連続変化型スケジュールになったことです。すなわち、乾燥室内の被乾燥材の含水率に応じて温湿度が自動的にかつ連続的に制御されます。したがって、被乾燥材に与える温湿度は従来よりソフトにしかも含水率に応じて適切に与えられることから、損傷発生も少なく、乾燥時間の短縮にもつながることになります。また乾燥スケジュールは国内外材約100樹種と、厚さ別の条件がコントローラに記憶されているので、担当者は乾燥開始時に樹種名の入った磁気カードをコントローラのカードリーダーに読みこませるだけで乾燥スケジュールは自動的に決定されます。主な初期設定操作は、ディスプレイと対話方式でコントロール材の（1）初期含水率、（2）初期重量、（3）仕上がり含水率、（4）被乾燥

材の厚さなどですがこの乾燥本工程のほかに、（1）調湿処理（イコライジング、コンディショニング）、（2）初期蒸煮、（3）冷却などを行うか否か、（4）乾燥日誌の打ち出し（1回/日、プリンターで打ち出す）を実施するかどうかの選択を行います。

初期値を入力後は乾燥終了時まで無人で乾燥が行えます。また乾燥経過中は自動的にコントローラのディスプレイモニタに乾燥室別の乾燥経過（乾燥室内の被乾燥材の含水率、温湿度、平衡含水率など）が刻々とリアルタイムで表示されますので、誰でもが容易に管理できるわけです（写真2）。

なお、このコントローラ1台で20の乾燥室が管理できる仕様となっています。

## 自動化システムの実用例

### 1 導入状況

本システムは昭和63年度中期から普及体制がととのい、平成3年1月現在、道内12企業、本州1企業の計13企業に導入、設置され、順調に稼働しており、今後の普及に関しても明るい状況にあるものとおいに期待しています。表に設置企業の概要を示しました。本システムの開発後、最も早

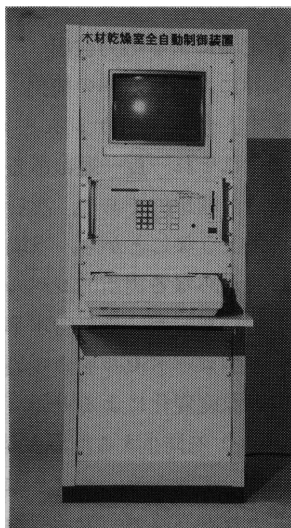


写真2 コントローラ

表 地域別設置企業

No.	設置企業地域	乾燥室数(室)	針・広葉樹別	設置年月
1	厚沢部町	4	広葉樹	S.63.7
2	上磯町	9	〃	S.63.9
3	三笠市	4	〃	S.63.10
4	旭川市	6	〃	S.63.11
5	旭川市	10	〃	S.63.12
6	栗山町	20	針葉樹	H.1.6
7	夕張市	10	広葉樹	H.1.8
8	白滝町	5	〃	H.1.9
9	羽幌町	4	〃	H.1.11
10	小樽市	2	〃	H.2.1
11	旭川市	12	〃	H.2.9
12	下川町	3	〃	H.2.11
13	天童市	2	〃	H.2.12

く設置したのが道南で、次いで道央、道北（上川）地域の順となっており、それら企業の本産材は大部分が広葉樹主体で、1企業のみが針葉樹主体です。本システムの性能としては、生産樹種による優劣はありませんが、企業における生産量の大小および乾燥材の品質などの面から広葉樹生産企業に多く採用されているものと推察されます。

2 本システムの実用例

本システムを導入した企業の設置前後の乾燥実態の把握については、データが十分に整備されていないため、なかなか報告できない状況でした。今回、2企業から乾燥経過についての資料提供がありましたのでその概要を紹介します。なお、この2企業の本産材の用途はいずれも家具用材ですが、1企業は天然乾燥後の人工乾燥であり、もう1企業は生材からの人工乾燥です。

事例1

K社での乾燥は天然乾燥後の材のため図1～4（図3、4はコンピュータのディスプレイにモニターされた経過図を転写したもの）に示すよう人工乾燥時の初期含水率はミズナラ、カバ材ともかなり低い値を示しています。従来からの操作方法（図1、2）、すなわち、手動操作の場合、仕上がり含水率である約9%までの乾燥日数はミズナラ材約7日間、カバ材約6.5日間となっています。一方、本システムを用いた乾燥では、（図3.4）ミズナラ材約3日間、カバ材3.5日間であり、単純には比較できませんが、手動操作のほぼ1/2に短縮され、大きな省エネ、省力化が図られています。さらに、手動操作の場合、スケジュール（調湿処理も含めて）の作成と管理に若干問題があるように見受けられますが、いずれにしろ、本システムの特徴の一つであるスケジュールの作成が不用であることと、無人でしかもリアルタイムに被乾燥材の含水率変化および室内温湿度の設定、維持などの管理できることがこのような結果を示したものと考えられます。

事例2

B社の場合は生材から直接人工乾燥を行っており、従来の手動操作方法（図5）では初期含水率

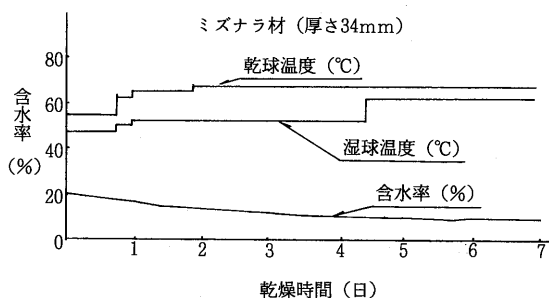


図1 K社(手動)の乾燥経過(天乾材)

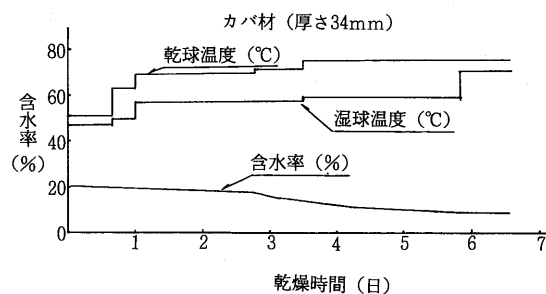


図2 K社(手動)の含水率経過(天乾材)

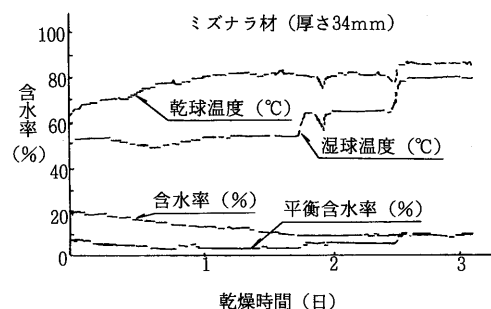


図3 K社(自動)の乾燥経過(天乾材)

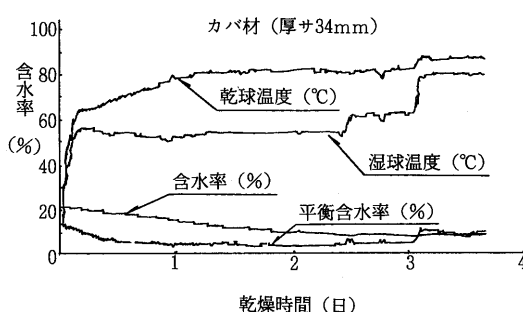


図4 K社(自動)の乾燥経過(天乾材)

約72%から仕上がり含水率9%程度までの乾燥日数は約20日間です。しかし、本システムによる乾燥(図6はディスプレイからの転写図)では初期含水率が若干低いものの約12.5日間と約7.5日間も短縮が図られています。これらは先にも述べたとおり、リアルタイムで乾燥室内から送られてくる含水率センサの値から乾燥室内条件を昼夜連続的に適正管理していることが時間短縮に大きく寄与しているものです。また従来の操作方法は一般的には被乾燥材の含水率が約35%以下になってから、5%変化(減少)するごとに温度は5上昇、湿度は徐々に下降させますが、この場合、乾燥室内の温湿度むらを考えますと、この上げ幅は妥当とはいえない面があります。本システムは非常に小さな含水率変化に対し、温湿度変化も小さく上昇あるいは下降する方法いわゆる連続変化型のスケジュールとしていますので被乾燥材に対する温湿度変化は比較的ソフトな状態で行われます。したがって、含水率減少効果とともに材の損傷発生も少ないこととなります。

以上、本システムを導入した2企業の乾燥経過概要について述べましたが、このデータのみで単純に比較できませんが、本システムの大きな特徴である複雑な操作を必要とせず、しかも均質な乾燥材が速く生産されることが明らかです。

### まとめ

本システムの概要と実用的な事例について紹介しました。

現在、林産工業においては多くの課題、難問をかかえており、特に今後ますます増大すると考えられる道産材の小径、低質化、さらには外材への対応は決して容易な問題ではないと推察されます。最近、乾燥材の流通量も高まってきましたが、木

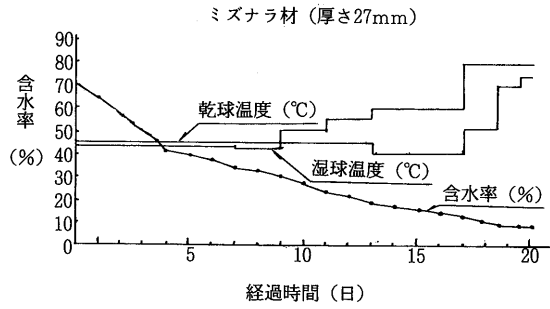


図5 B社(手動)の乾燥経過(生材-人工乾燥)

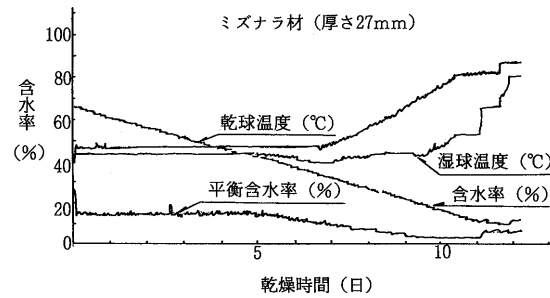


図6 B社(自動)の乾燥経過(生材-人工乾燥)

材の乾燥は、木材を利用する上で避けて通れない重要な工程です。

設備費の割に木材を乾燥して得られる利益が少ないことや、乾燥技術、管理が容易でないなどと従来から木材乾燥の重要性は認められながらもどちらかという、軽視されてきたようにも見受けられます。したがって、今後とも乾燥技術、装置の研究開発などを積極的に進め、乾燥材の高品質化並びに乾燥コストの低減化を図ることが重要だと考えます。

なお、本システムと同様の性能を持つ単室(乾燥室1室単位)制御用のシステムも近く開発し、普及してゆく予定です。

(林産試験場 乾燥科)