

乾燥材の効率的な生産システムに関する研究 (含水率経過観測用シミュレーションモデルの構築とその検証)

資源利用課 溝口泰彬・沖 公友

■目的

近年、木材産業界においても高齢化・後継者不足に伴う技術者不足や技術継承などが問題となっている。製材工場の乾燥工程は、その専門性・特殊性から技術継承が難しく、技術者の経験や勘を頼りにすることもあるため、さらに深刻なものとなっている。

木材の人工乾燥は、基本的に乾燥機メーカーや公設試の推奨する乾燥マニュアルをもとに各製材工場に応じた独自の方法をとることが一般的である。しかし、製材工場独自の乾燥マニュアルは随時技術者の経験による細かい変更が加えられるため、確立したマニュアルとして共有されることが難しく、製品の品質化および増産化を目指す上で大きな障害となっている。

そこで本研究では、これらの問題を解決するため、IoT等のデジタル技術を活用した乾燥材の効率的な生産システム(図1)の構築を目的とした。

今年度はリアルタイムでのモニタリングに向けたデータセンシングと含水率経過観測用シミュレーションモデル(以下、シミュレーションモデルという)の構築・検証を行ったので報告する。



図1 デジタル技術を活用した乾燥材の効率的な生産システムイメージ

■内容

・シミュレーションモデルの構築

シミュレーションモデルの構築および検証のフローを図2に示す。初めに含水率予測モデル構築用の試験体(表1)の乾燥中含水率についてセンシングを行った。その方法として、はかりに載せた製品の重量から含水率を把握するものと、製品に釘を挿入し、その間の電気抵抗から含水率を把握するものがある。今回対象とした事業体はヒノキ役物の生産が主体であり、製品を損傷させずに含水率を把握する必要があるため、前者の方法とした。そして、得られた含水率経過からシミュレーションモデルを構築した。

・シミュレーションモデルの検証

構築したシミュレーションモデルに初期含水率を当てはめ、検証用試験体(表1)と同じ乾燥時間の仕上がり含水率を予測し、この予測値と検証用試験体の仕上がり含水率を比較した。

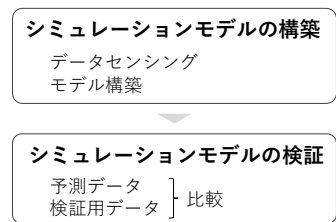


図2 シミュレーションモデル構築・検証フロー

表1 試験体の概要(ヒノキ粗挽き板材 35×140 mm)

試験体区分	試験体数	初期含水率 (%)		見かけの密度 (kg/m ³)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
モデル構築用	6	56.7	22.1	575.5	95.0
検証用	72	48.0	11.4	572.7	64.6

■成 果

・シミュレーションモデルの構築

乾燥中の含水率経過からシミュレーションモデルを構築した。例として高含水率材（約80%）、中含水率材（約60%）、低含水率材（約40%）の実測値と予測値の推移を図3に示す。構築したシミュレーションモデルは、実測値と概ね一致していることが確認された。

・シミュレーションモデルの検証

乾燥後の含水率分布は、初期含水率の分布によって大きく異なることが考えられる。検証用試験体は初期含水率の高い高含水率材が存在しなかったため、検証用データに基づいた対数正規分布に従う乱数を発生させ、シミュレーションモデルにあてはめた。

乾燥後の含水率予測範囲は検証用実測範囲よりもやや高く推定されていた（図4）。また、その時の含水率出現割合は、含水率区分10～20%、20～30%において20ポイント程度の差が見られた（図5）。モデルの改良やデータの蓄積によってより正確な予測ができるようになると思われる。

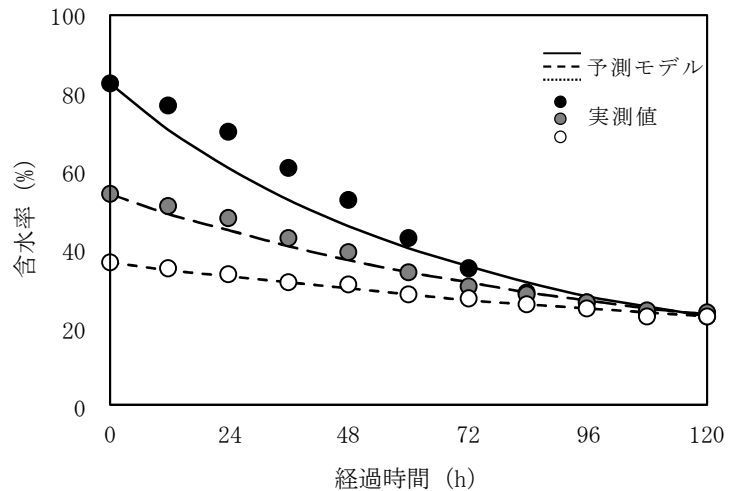


図3 含水率経過と構築した予測モデル

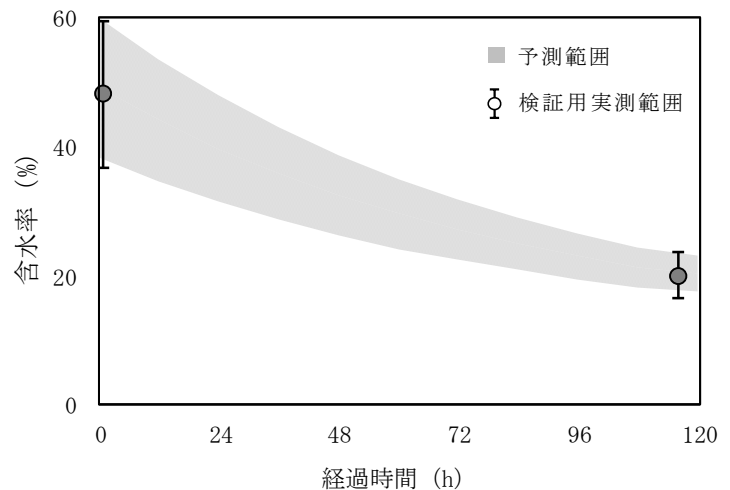


図4 含水率の予測値と実測値の比較

■今後の計画

今回構築した含水率予測モデルによって、乾燥中含水率の推移や目標含水率に到達するまでに必要な乾燥時間、任意の時間における乾燥歩留りが可視化された。今後は、含水率予測モデルの改良とともに、次のステップであるリアルタイムモニタリングのセンシング精度向上とフィードバック情報による修正方法について検討する。

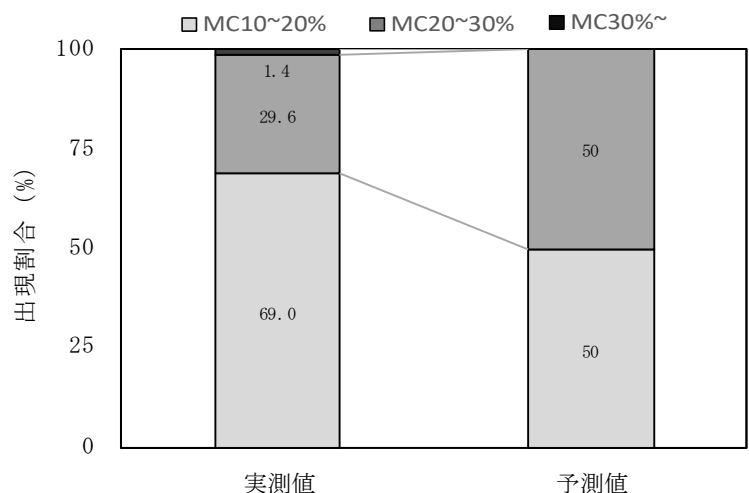


図5 含水率の予測値と実測値の出現割合