

## (2) 天然乾燥中の木材の含水率を推定する数値シミュレーション

天然乾燥中の含水率を調べるためには、重量や専用の測定器で計測する必要があります。この測定を生産現場で実施すると、手間がかかったり、作業が重労働になったりする問題があります。そこで、天然乾燥中の含水率を推定する方法として提案されている微分方程式<sup>5-2)</sup>を用いて、高温セット後に行う天然乾燥中の含水率を推定できる方法を開発しました。

### • 予測に必要な3つのパラメータ •

予測に必要なのは、①拡散係数（定数）、②天然乾燥開始時の含水率（初期条件、高温セット直後）、③天然乾燥終了時における表層部含水率（境界条件、平衡含水率）です。拡散係数は平均的な含水率経過を示す製材について、最も適合度の高い値を用います。富山県で行ったスギ心持ち135mm正角の拡散係数を実験により求めた結果、夏季は0.00027、冬季は0.00012でした。なお、ここで取り上げたパラメータの数値は、富山県で行ったデータを基に算出しており、地域特性を考慮する必要があります。

### • シミュレーションの手順 •

- ①横断面の平均含水率と含水率分布の関係を実験によりあらかじめ求めておきます（図1の式1～4）。
- ②天然乾燥開始時（高温セット処理直後）の横断面平均含水率を式に代入すると、図2のような横断面の含水率分布が得られます。
- ③仕上がり（乾燥終了）時の表層の平衡含水率を、表の天然乾燥場所の環境条件から設定します。
- ④シミュレーションにより方程式を解きます。
- ⑤天然乾燥に必要な日数が得られます。

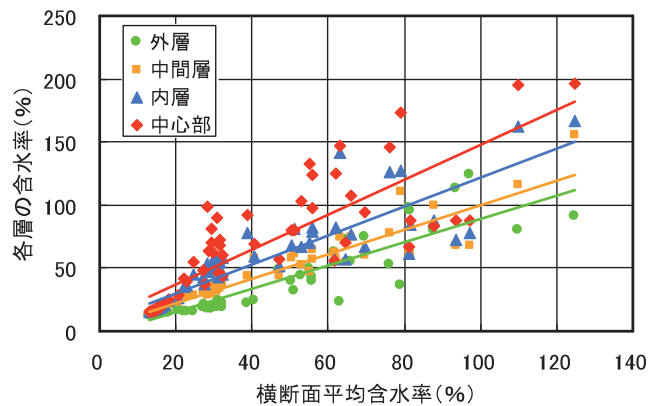


図1 平均含水率と各層の含水率との関係式  
(富山県産スギ・高温セット24時間処理の例)

外層(第1層)  $y=0.934x-4.100$  ( $R^2=0.831$ )・・・式1  
 中間層(第2層)  $y=0.974x+2.992$  ( $R^2=0.885$ )・・・式2  
 内層(第3層)  $y=1.147x+7.044$  ( $R^2=0.885$ )・・・式3  
 中心部(第4層)  $y=1.388x+8.937$  ( $R^2=0.697$ )・・・式4  
 ここで、 $x$ =平均含水率、 $y$ =各層の含水率

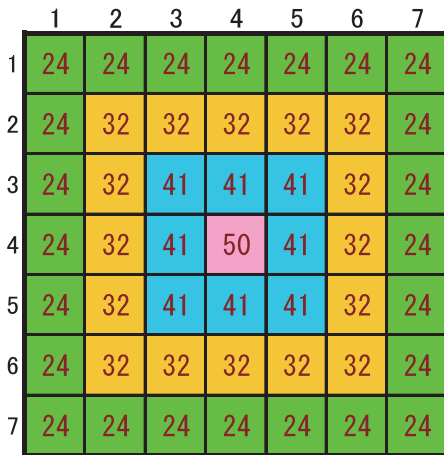


図2 モデル化した横断面含水率分布

- : 外層 (第1層)
- : 中間層 (第2層)
- : 内層 (第3層)
- : 中心部 (第4層)

● 数値シミュレーションの結果 ●

夏季の天然乾燥における重量法と数値シミュレーションの関係を図3に示します。重量法と数値シミュレーションの結果はほぼ一致していました。

初期含水率（天然乾燥開始時）および含水率分布が同一の製材について、季節別の天然乾燥中の含水率経過（数値シミュレーション）例を図4に示します。たとえば、初期含水率30%の製材（図2）が天然乾燥によって20%に達するには、夏季が約1.5ヶ月、冬季が約6ヶ月必要であると計算されました。

ここで示した数値シミュレーションを活用することにより、天然乾燥の必要日数や天然乾燥中の含水率の推移を把握することができます。

表 数値シミュレーションに用いた環境条件

	気温 (°C)	湿度 (%)	平衡含水率 (%)
夏季 (6~10月)	25.5	63.8	12.7
冬季 (12~5月)	9.4	70.4	16.7
	18.4~31.6	41.5~81.1	6.9~18.2
	1.6~23.4	44.4~87.8	8.7~25.0

・ 上段が平均値、下段が最小値~最大値

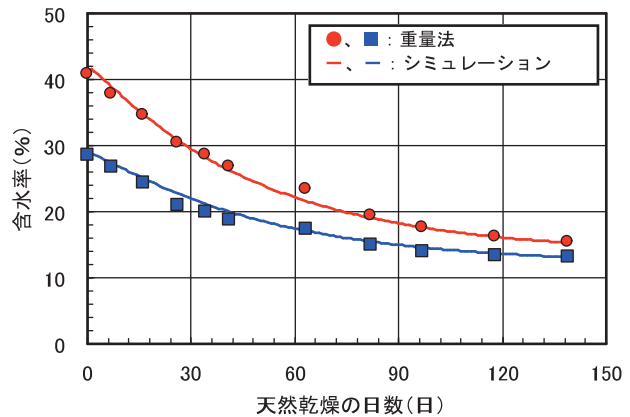


図3 数値シミュレーションの適合性（富山県）

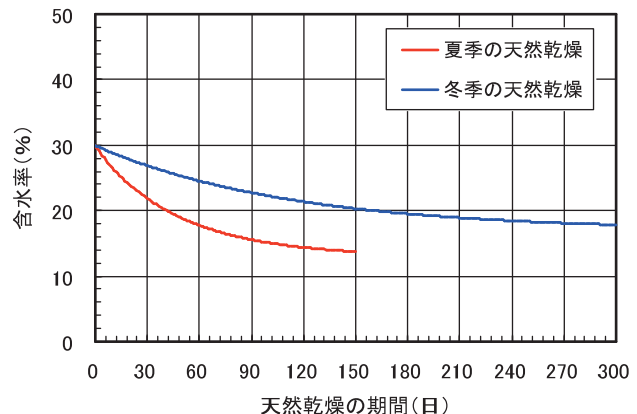


図4 季節の違いによる含水率の経過例（富山県）