

国産針葉樹材の高付加価値化技術の高度化

目 的

現在、木材需要の大半は、住宅分野に関するものであるが、木造住宅率の低下などにより、近年の木材需要は停滞している。一方、わが国の造林地から産出されるカラマツをはじめとするスギやヒノキなどの針葉樹は、今後その供給量を増大する見通しにある。また近年の急激な円高傾向などにより、国産材は輸入材に比べ著しく競争力を低下させている。

そこで、これらの資源を有効利用するとともに、国産材を取り扱う木材産業の収益向上を図るため、木材についての高付加化技術の改良や開発を図ることが緊急に必要となっている。このような背景をふまえて、今後の針葉樹材の生産見通し及び木造住宅の品質向上の点から重要な問題である柱材の乾燥技術の開発、及びこれに付随する各種の調査・試験を実施し、国産針葉樹材の高付加価値化技術の高度化を図る。

本研究は国の補助事業「大型プロジェクト研究」として実施したものである。またここでの報告は「建築用針葉樹材の乾燥技術の開発」という課題について以下各章に分けて記した。

- I. 流通段階における実態調査
- II. 建築現場における実態調査
- III. 木造住宅部材の含水率調査
- IV. 仕上げ含水率状態とその後の形質変化の分析
- V. 心持ち柱材の乾燥スケジュールの確立
- VI. 乾燥前処理方法の検討 葉枯らし材の材質試験
- VII. カラマツ建築材の乾燥に伴う寸法変化について
- VIII. スギ板材の人工乾燥（低温、中温、高温）
- IX. カラマツ材の乾燥温度別による強度特性

IV 仕上げ含水率状態とその後の形質変化の分析

吉田孝久
橋爪丈夫

要 旨

柱材の仕上げ含水率を20~30%に仕上げたスギ、ヒノキ、カラマツのその後の寸法変化を調査した結果、およそ3ヶ月経過時で変化がピークに達し、この量は生材から含水率15%まで乾燥した時のほぼ1/2であった。

1. はじめに

柱材の乾燥時間短縮のため、人工乾燥での仕上げ含水率を若干高めの含水率に仕上げた柱材の、その後の水分挙動や寸法変化等を調査し、乾燥仕上げ含水率決定の一資料とすることを目的に本試験を実施した。

2. 試験の方法

(1) 供試材

スギ、ヒノキ、カラマツの12.0 cm正角背割り材、それぞれ10本を供試材とした。

表-1 乾燥スケジュール

| 時 間 (hours) | 乾球温度 (°C) | 温度差 (°C) |
|----------------|--------------|-------------|
| 5 | 95 | 0 |
| 19 | 95 | 5 |
| 24 | 95 | 7 |

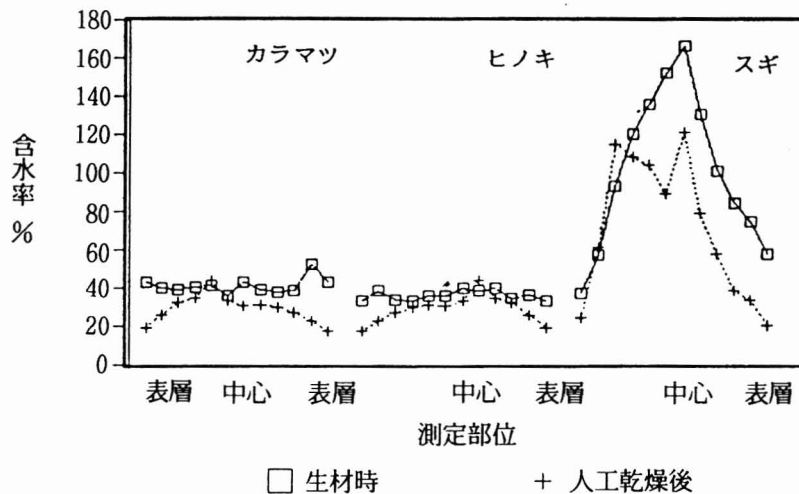


図-1 人工乾燥終了後の材内含水率分布

(2) 試験方法

3樹種ともに蒸気式乾燥により表-1に示す乾燥スケジュールにより高温高湿乾燥を実施した。2日間の乾燥後、これらを10.5cm角に挽き直し、重量、寸法を調査した後、屋根付き天然乾燥場で養生を行った。養生期間中、1ヵ月ごとに含水率変化、寸法変化、狂い等の測定を行った。なお、養生期間中の含水率は含水率計DELTA-5により測定した。

乾燥後の含水率の材内分布は、図-1のとおりとなりスギに関してはかなりの水分を材中心部に持っていた。また挽き直し後の含水率は、スギ30.7%、ヒノキ21.4%、カラマツ27.5%であった。

3. 試験の結果

養生期間中の含水率、収縮率、狂いの経時変化を表-2及び図-2、3、4に示した。

(1) 含水率変化

スギは養生開始1ヵ月間で含水率が大きく低下し20%となった。その後は漸減傾向にあり変化の度合は少ない。カラマツについても同様に、初期1ヵ月間の含水率の減少が大きかった。ヒノキは、仕上げ含水率が低かった(21.4%)こともあり漸減傾向を示した。いずれの樹種も養生開始3ヵ月経過付近で含水率の変動は落ち着いた。

これらを見る限り、含水率が大きく変動するのは樹種別を問わず含水率20%程度までであり、その後の変化は非常に小さいことがわかる。

(2) 寸法変化(収縮率)

いずれの樹種も養生開始3ヵ月までは漸増傾向を示した。この変化は含水率の変化に連動しており、特に養生開始1ヵ月間は含水率の変化も大きく、したがって収縮率の変化も大きい。中でも含水率の変化の大きいスギ、カラマツの収縮率の変化は大きいものであった。

5ヵ月経過時点での収縮率は、スギで1.19%、ヒノキで0.81%、カラマツで1.38%であり、これは生材から換算するとスギが2.78%、ヒノキが2.13%、カラマツが3.15%となりこの時点で収縮がほぼ完了したものと思われる。この時の含水率はスギが17.1%、ヒノキが18.3%、カラマツが20.6%であった。

以上により、仕上げ含水率を通常の乾燥より幾分高めに設定した場合、その後の含水率低下に伴い寸法も変化することが確認された。

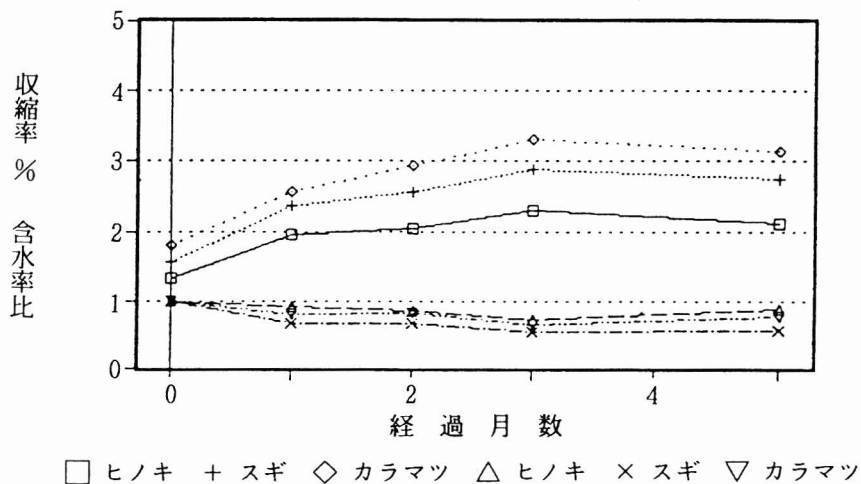


図-2 含水率変化と収縮率の経時変化

国産針葉樹材の高付加価値化技術の高度化

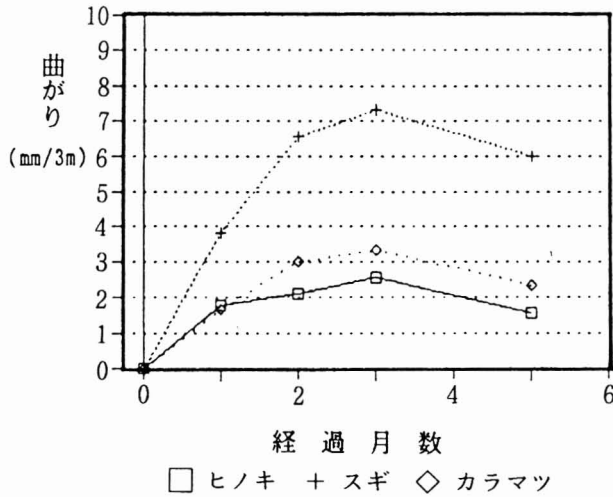


図-3 曲がりの経時変化

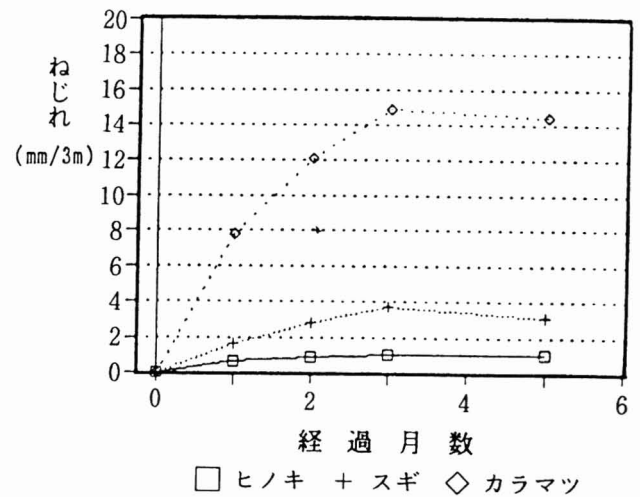


図-4 ねじれの経時変化

表-2 養生期間中の形質変化

| スギ | | | | | | | | |
|------|---------|-------|------|-------|---------|------|-------------|-------------|
| | 収縮率 (%) | 背割りの比 | 比重 | 含水率の比 | 含水率 (%) | 重量の比 | 曲がり (mm/3m) | ねじれ (mm/3m) |
| 挽直し後 | 0.000 | 1.00 | 0.45 | 1.00 | 30.7 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1カ月後 | 0.797 | 1.24 | 0.42 | 0.68 | 20.0 | 0.93 | 3.80 | 1.60 |
| 2カ月後 | 1.000 | 1.14 | 0.41 | 0.68 | 20.1 | 0.91 | 6.56 | 2.78 |
| 3カ月後 | 1.316 | 1.29 | 0.40 | 0.55 | 16.0 | 0.89 | 7.33 | 3.67 |
| 5カ月後 | 1.187 | 1.09 | 0.41 | 0.58 | 17.1 | 0.91 | 6.00 | 3.11 |
| ヒノキ | | | | | | | | |
| | 収縮率 (%) | 背割りの比 | 比重 | 含水率の比 | 含水率 (%) | 重量の比 | 曲がり (mm/3m) | ねじれ (mm/3m) |
| 挽直し後 | 0.000 | 1.00 | 0.49 | 1.00 | 21.4 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1カ月後 | 0.627 | 1.17 | 0.48 | 0.93 | 19.3 | 0.99 | 1.78 | 0.67 |
| 2カ月後 | 0.724 | 1.15 | 0.48 | 0.86 | 18.0 | 0.99 | 2.11 | 0.89 |
| 3カ月後 | 0.991 | 1.28 | 0.48 | 0.73 | 15.4 | 0.96 | 2.56 | 1.00 |
| 5カ月後 | 0.806 | 1.08 | 0.48 | 0.88 | 18.3 | 0.97 | 1.56 | 1.00 |
| カラマツ | | | | | | | | |
| | 収縮率 (%) | 背割りの比 | 比重 | 含水率の比 | 含水率 (%) | 重量の比 | 曲がり (mm/3m) | ねじれ (mm/3m) |
| 挽直し後 | 0.000 | 1.00 | 0.55 | 1.00 | 27.5 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1カ月後 | 0.801 | 1.18 | 0.54 | 0.81 | 21.9 | 0.98 | 1.67 | 7.78 |
| 2カ月後 | 1.160 | 1.24 | 0.54 | 0.83 | 22.4 | 0.98 | 3.00 | 12.11 |
| 3カ月後 | 1.516 | 1.38 | 0.54 | 0.66 | 17.7 | 0.95 | 3.33 | 14.89 |
| 5カ月後 | 1.375 | 1.19 | 0.54 | 0.77 | 20.6 | 0.95 | 2.33 | 14.44 |

高温乾燥された柱材は短時間の乾燥でかなりの含水率の低下は見られるが、その反面、材内の水分傾斜の大きな状態に仕上がる事が多い。柱材の収縮は、内部水分（結合水）の低下が始まる乾燥中期から末期にかけておこり、今回の試験のように、乾燥中期程度で乾燥を打ち切ると、その後に寸法変化が大きく現れるものと推測される。今回の場合も高温高湿乾燥で実施しており、この方法だと材の表層近くが先行して乾燥し、材内部の水分を閉じ込めるような傾向が強く、したがって、乾燥仕上がり状態で材全体の平均含水率が20%であっても、材内部に水分の残る水分傾斜の大きな材（図-1）はその後の寸法安定性は期待できないものと思われる。

(3) 形質変化

曲がり及びねじれの5ヵ月経過時点の発生量は、スギで各々6.0 mm/3 m、3.1 mm/3 m、ヒノキで1.6 mm/3 m、1.0 mm/3 m、カラマツで2.3 mm/3 m、14.4 mm/3 mであった。それぞれの形質変化は、含水率の変化が小さい割には大きいものであった。これは、先にも述べたように形質変化そのものが、乾燥初期の段階でおこる材表層部の含水率低下のみで決定されず、材中心部の含水率の減少で起こるであろうことが示唆された。また、背割り幅の動きも含水率の低下に連動して開く側に変化した。

4. おわりに

断面の大きい木材の乾燥は難しいと言われる。建築材の柱材においても例外ではなく、断面が大きいために乾燥に時間がかかり、しかも割れ易い。また、水分傾斜がつきやすい等様々な問題点を抱えている。

今回の試験では、熱的な処理を加える人工乾燥により、その仕上げ含水率をどの程度にしたらその後に問題を生じないかを検討したものであるが、結論は仕上げ含水率が高ければ、その後の寸法変化も大きいということである。ここでの熱的な処理とは、高温乾燥により材表層部の含水率を急激に低下させ、表層部をセットさせることにあった。しかし今回の試験は、乾燥終了後の挽直しにより、セットされた表層部の大部分が除去されてしまったことに問題が残る。

仕上げ含水率が高いと人工乾燥の時間を短くできるという材供給者側の利点は生じるが、今回の試験結果のようなその後の寸法変化に伴う狂いの発生は、消費者側のクレームにつながり、乾燥材のメリットは生み出せない。

平成3年に針葉樹構造用製材の日本農林規格が制定され、この中で乾燥規定が明確化されたが、未乾燥材はもちろんのこと、仕上げ含水率25%以下(D25)の材であってもその後の寸法変化は抑えられないのではないかと思われる。

参考文献

- (1) 林産物の日本農林規格設定等調査事業報告書 (財)日本住宅木材技術センター 平成2年