

ヒノキ柱材のひき直しに関する研究

熊谷洋二

まえがき

柱材のひき材に際して行なわれるひき直しは、銘木級の大径木においてはもちろん、中、小径木からの一丁取りの場合でも現在ではほとんど一般的に行なわれるようになった。その方法としては、ひき材直後にひき直す方法（以下A方法という。）と、ひき材後ある期間（1～2週間）天然乾燥したのちひき直す方法（以下B方法という。）の2つがある。

県内においても東濃地方などの製材工場では、10年ほど前からB方法によるヒノキ柱の一丁取りが行なわれ、市場では東濃ヒノキの名と相俟って非常に好評を得てきたが、反面、製材生産の能率は低下し、コスト高となっているのが実状で、この合理化がJAS製品生産のうえからも重要な課題となってきた。

そこで、こうしたヒノキの柱びきについて、そのひき材技術とひき材能率の向上をはかるとともに、有効なひき直し時期を検討するため、ひき直し前後の製品精度の比較および放置（天然乾燥）による含水率の変化、柱材の乾燥応力の経過などについて二、三の実験を試みたのでその結果を報告する。

なお、この試験は林野庁の総合助成を得て、昭和47年から49年にかけて実施したものである。

試験の実施にあたり種々ご助言をいただいた野原正人木材加工科長、伊藤邦昭前製材機械科長（現林政部経営普及課）、ならびにご協力いただいた島田俊和氏（現益田県事務所林務課）に厚くお礼申し上げるとともに、快く供試材を提供された、丸七白川口製材所杉山幹金氏、伊藤林産有限会社伊藤勇氏、田口林産有限会社田口文一氏に深く感謝の意を表する。

1 実態調査

1.1 調査の概要

まず、ひき直しの実態を把握するため、A方法によりひき直しを行なっている恵那郡加子母村のI工場と、B方法によりひき直しを実施している加茂郡白川町のM工場において、原木の性状、ひき材方法、製品精度について実態調査を行なった。

なお、調査はI工場では夏期、M工場では夏期と冬期の2回にわたり実施した。

1.2 調査結果

1.2.1 原木の性状

実態調査に供試したヒノキ原木は表-1に示すように、I工場では10本、M工場では11本を各産地別を選び合計64本を供試原木とした。材長はすべて3mで、伐採時期については不明であった。

また、等級区分は、偏心、ねじれがきわめて軽微であったため、曲りだけによる区分である。

1.2.2 機械条件とひき材方法

表-2に両工場の機械条件を示す。

表-1 調査回数と供試原木の条件

| 調査 № | 工場名 | 調査時期 | 平均年輪巾 (mm) | 径級別本数 | | | 等級別本数 | | | 一番玉本数 | 産地 |
|------|-----|------|------------|-------|-------|-------|-------|----|-----|-------|-----------------|
| | | | | 14 cm | 16 cm | 18 cm | I | II | III | | |
| 1 | I | 夏 | 2.5 | 3 | 5 | 2 | 4 | 6 | | | 下呂町有林 高山市場 |
| 2 | | | 2.1 | 3 | 5 | 2 | 4 | 6 | | | |
| 3 | M | 夏 | 1.5 | 3 | 6 | 2 | 2 | 6 | 3 | 7 | 小坂国有林 七宗国有林 |
| 4 | | | 1.6 | 3 | 6 | 2 | 4 | 6 | 1 | 5 | |
| 5 | M | 冬 | 2.3 | 3 | 6 | 2 | 10 | 1 | | 1 | 七宗国有林 下油井民有林 |
| 6 | | | 1.5 | 3 | 6 | 2 | 4 | 6 | 1 | 11 | |

表-2 調査工場の機械条件

| 工場名 | 第一回ひき材 | | | | | | 第二回ひき材 | | | | | |
|-----|--------|------|------|-------|----------|----------|--------|------|------|-------|--------|----------|
| | 帯のこ盤 | | | 送材車 | | ひき材面の真直度 | 帯のこ盤 | | | 送材車 | | ひき材面の真直度 |
| | 大きさ | 馬力数 | のこ速度 | マスト距離 | カスガイ条件 | | 大きさ | 馬力数 | のこ速度 | マスト距離 | カスガイ条件 | |
| I | 965 | 11.3 | 45.5 | 223 | 二面まで全、後上 | 0.90 | | | | | 上のみ | |
| M | 1,065 | 15.0 | 39.6 | 253 | 二面まで全、後上 | 0.60 | 1,065 | 11.3 | 44.6 | 164 | 上のみ | 0 |

I工場は一台の帯のこ盤によりひき直しまで行ない、M工場では1号機で四面を落し(第1回ひき材)、背割り後、1~2週間屋外に棧積して天然乾燥したのち、2号機によりひき直しを行なうもので、帯のこ盤はいずれも軽便自動送材車付であった。

そのひき材条件を示すと表-3のとおりである。

使用帯のこはすべて20 B.W.G(0.90mm)で仕上げ精度がよく、特にM工場のひき直しには入念に仕上げた帯のこが使用されていた。

なお、ひき材寸法はほとんど10.5cm角で一部12cm角が含まれていたが、両工場とも第1回ひき材は11.2cmおよび12.7cm角に、ひき直しでは、10.6cmと12.1cm角にひき材され、M工場では皮付のままのひき材であった。

また、1日の柱生産量は、I工場100~120本、M工場180~200本であった。

表-3 ひき材条件(第一回ひき材時)

| 調査 № | 平均送り速度 m/min | 平均ひき巾 (cm) | のこ厚 (mm) | 平均アサリ巾 (mm) | アサリのむら (mm) |
|------|--------------|------------|----------|-------------|-------------|
| 1 | 22.6 | 13.2 | 0.90 | 1.70 | - |
| 2 | 21.9 | 12.9 | | | |
| 3 | 31.5 | 13.7 | 0.93 | 1.97 | 0.04 |
| 4 | 30.1 | 12.9 | 0.93 | 1.97 | 0.04 |
| 5 | 28.0 | 13.1 | | | |
| 6 | 20.1 | 12.8 | 0.88 | 1.78 | 0.02 |

1・2・3 製品精度

製品精度の測定結果を図1～2に示した。

寸法精度については、各柱の両木口から30cm内側と中央の3個所をノギスにより測定し、その最大、最小差で示した。

ねじれは、水平な面上に3点をつけ、他の1点を持ち上がる量をダイヤルゲージ(1/100mm)にて測定し、曲りは両木口間に糸を張りその最大矢高をミニマスター(1/10mm)により測定した。

含水率については、各工場、各産地別の10～11本の中から1本を選び、両木口より30cm内側の位置で厚さ3cmの試験片を採取し、絶乾法により測定したが、調査№2については試験片採取ができなかった。夏期に実施した№3、4は1週間の天然乾燥で31～32%まで含水率が低下しているのに対し、冬期の№5、6では3週間経過後でやっと含水率30～34%を示した。

最終製品としての寸法精度は、夏期においては、M工場の方が若干よいようであるが、冬期のそれはやや悪くなっている。この原因については、表-4に示したように天然乾燥が天候不順のため3週間にわたり行われ、そのため乾燥減りがやや多く、ひき直しの際、完全にのこが当たらなかった個所があったためと考えられる。

しかし、最終的な製品精

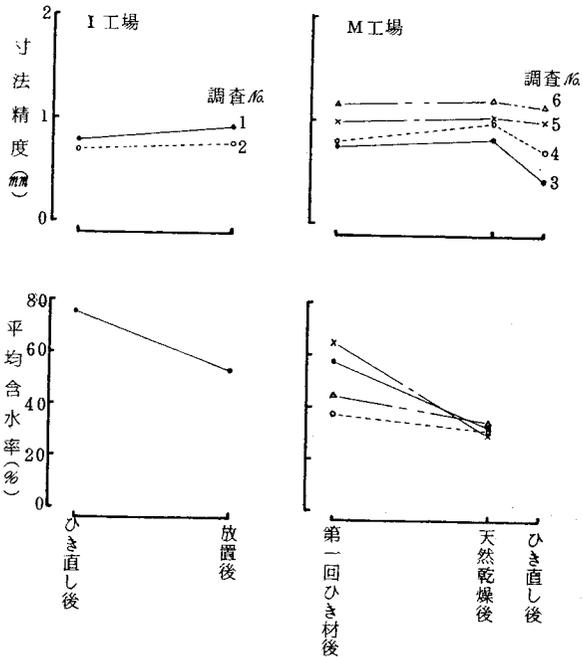


図-1 工場別寸法精度の変化

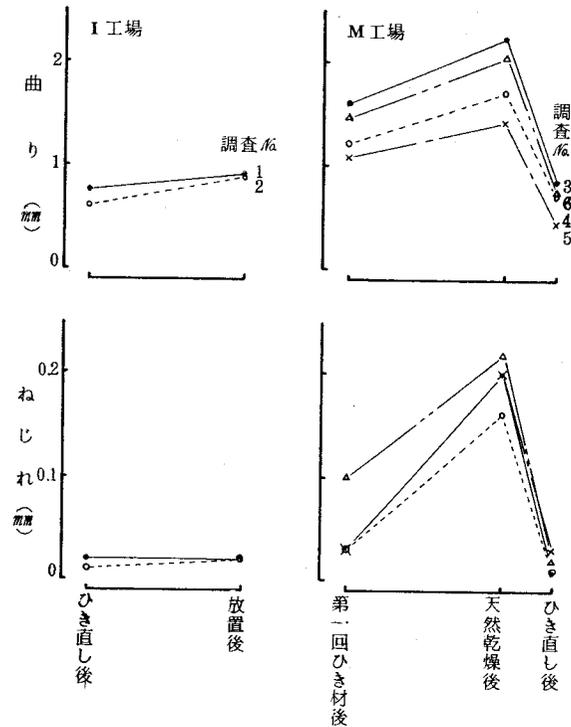


図-2 工場別曲り、ねじれの変化

度には両工場ともほとんど相違がなく、狂い量としてもきわめて軽微であり、I工場の方法でも充分許容範囲に入るよい製品ができると思われる。

表-4 天然乾燥時の平均温湿度(M工場)

| | 温 度 (C) | | | 湿 度 (%) | | | 期 間 |
|-----|---------|------|------|---------|------|------|------------|
| | 最 高 | 最 低 | 平 均 | 最 高 | 最 低 | 平 均 | |
| 夏 期 | 27.5 | 17.0 | 21.9 | 98.0 | 57.0 | 84.1 | 9月1日~9月7日 |
| 冬 期 | 10.0 | -5.0 | 2.8 | 95.0 | 34.0 | 72.5 | 2月14日~3月8日 |

2 ひき材時期が製品精度におよぼす影響

ひき材時の原木含水率と製品精度との関係をみるため、同一林分で伐採された原木を伐採後一定期間ごとに両方法により柱びきし、その後の製品精度の変化について比較検討を行なった。

2.1 試験条件および方法

2.1.1 供試材

加茂郡白川町民有林産ヒノキで、伐採(9月)後約1か月経過した長さ3m、径級14~18cm、平均含水率87.9%のもの52本を用いた。

その性状は表-5に示すとおりである。

表-5 原木の性状

| ひき材時 (伐採後) | ひき材 方 法 | 平均心材 率 (%) | 平均年輪 巾 (mm) | 平均径 (cm) | ひき材時 含水率(%) | 等 級 別 本 数 | | | 一 番 玉 本 数 |
|---------------|----------------|---------------|----------------|-------------|----------------|-----------|----|-----|--------------|
| | | | | | | I | II | III | |
| 4 週 | A ₀ | 51.7 | 2.4 | 15.7 | 92.8 | 4 | 3 | | 3 |
| | B ₀ | 45.8 | 2.3 | 15.7 | 86.1 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| 6 週 | A ₁ | 53.2 | 2.4 | 15.7 | 77.3 | 1 | 5 | 1 | 3 |
| | B ₁ | 52.6 | 2.6 | 15.7 | 76.8 | 3 | 3 | 1 | 3 |
| 8 週 | A ₂ | 53.4 | 2.5 | 15.7 | 80.0 | 4 | 2 | | 3 |
| | B ₂ | 51.1 | 2.7 | 16.0 | 73.0 | 4 | 2 | | 2 |
| 10 週 | A ₃ | 47.8 | 2.5 | 15.3 | 67.6 | 2 | 4 | | 2 |
| | B ₃ | 52.4 | 2.4 | 15.3 | 75.8 | 1 | 5 | | 2 |
| 平 均 | | 51.0 | 2.5 | 15.6 | | | | | |

2.1.2 機械条件とひき材方法

1,150mm軽便自動送材車付帯のこ盤(モーター37.5kw、ヘッドストック距離2.7m)を用い、のこ速度は、A方法の第1回ひき材とひき直しおよびB方法の第1回ひき材は42m/sec、B方法のひき直しは48m/secとした。また送材車のカスガイ条件は両方法とも、第1回ひき材は上下とも使用し、ひき直しは上のみ使用した。

供試材は4つのグループに分け、伐採後4、6、8、10週間後にA、B両方法によりひき材を行なった。

2.1.3 測定方法

A方法については、第1回ひき材直後、ひき直し直後およびひき直したのち1週間と2週間放置後の計4回、B方法については、第1回ひき材直後とそれを約1週間天然乾燥してひき直す前後およびひき直してから1週間放置したのちの計4回、寸法精度、ねじれおよび曲りの測定を行なった。

測定方法は前述の1と同様である。

含水率については、 A_0 、 B_0 、 A_1 、 B_1 の各供試材の中からそれぞれ1本ずつを選び、各測定時に両木口より30cm内側で厚さ3cmの試験片を採取し、絶乾法により測定し、他は1本ごとの重量を測定して含水率の変化を推定した。

2.2 試験結果

寸法精度の変化を図-3に、曲りの変化を図-4に、ねじれの変化を図-5にそれぞれ示した。

いずれも量的には当初の約半分に減少するが、これを放置すると漸増する傾向を示し、ねじれにおいては特に著しい。しかし、狂い量としてはきわめて軽微で、JAS格付に際し品等を下げるほどではなく、ひき材時期、ひき材方法による相違もほとんど認められない。

ただ、ひき材面についてはB方法による柱は色つやもよく、東濃ヒノキ特有のピンク色をしたきれいなひき肌がみられた。

また、供試材の測定時別含水率分布をみると、図-6に示すように柱の内部は丸太時とほとんど変わらず約35%を示し、天然乾燥、放置により表面から約1cmの部分乾燥するだけにとどまっている。

以上述べてきたように、ひき材方法、ひき材時期による製品精度の差が少ないという事実は、柱材が乾燥して収縮することによりその製品精度におよぼす影響が少ないこと

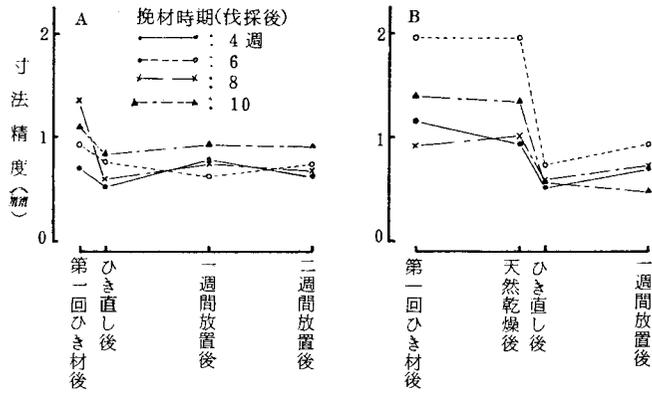


図-3 ひき材方法、ひき材時期別寸法精度の変化

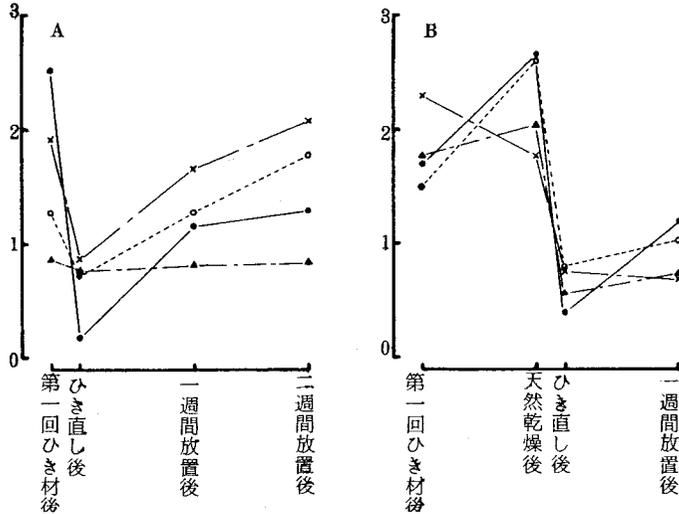


図-4 ひき材方法、ひき材時期別曲りの変化

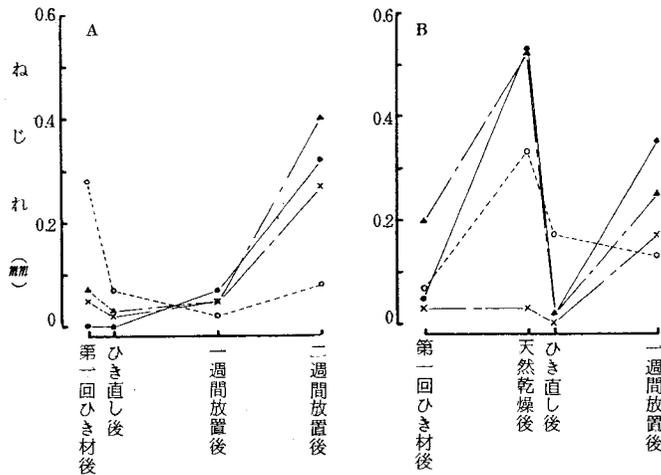


図-5 ひき材方法、ひき材時期別ねじれの変化

を示すものと思われる。このことは、ひき直しの時期が早すぎ、乾燥による収縮、あるいはそれともなう内部応力が変動している時期にあたるため、その効果が少ないものと推察される。

3 乾燥により生ずる内部応力の影響

以上のことから、有効なひき直し時期を検討するため、ひき材後の柱の乾燥による内部応力について実験を行なった。

3.1 試験条件および方法

3.1.1 供試材

供試材としては、恵那市東野（夏期）および加茂郡白川町（冬期）において伐採したヒノキを用いた。その性状は表-6のとおりである。

3.1.2 測定方法

供試材は伐採後直ちに柱びきし、10.5 cm角に鉋削し、巾3 mm、深さ5.3 mmの背割りを入れたのち、図-7に示すように末口より約2.0 cm間隔にマーキングを行ない、原則として1週間ごとに順次繊維方向に厚さ2.5 mmの試験片3枚を切断して各測定に供した。

3.1.2.1 応力測定

応力測定にはスライス法を用いた。

試験片を背割りと平行に10等分し、スライス前後の長さをダイヤルゲージ(1/100 mm)にて測定し、その前後の変化量とスライス前の長さの比をひずみ量として表わした。

3.1.2.2 収縮率測定

鉋削後、真ちゅう釘により各測定点に基準点(距離約10 cm)を設け、当初と各測定時の基準点間距離をノギス(1/20 mm)により測定し、その変化量と当初の距離との割合で示した。

3.1.2.3 含水率測定

各測定時における柱中心から1 cmおきの含水率分布と、各スライス試片の含水率を絶乾法により求めた。

なお、試験材の柱は測定の都度、銀ニスをを用いてエンドコーティング行ない、工場内に直射日光を避けて放置した。

3.2 結果と考察

3.2.1 応力経過

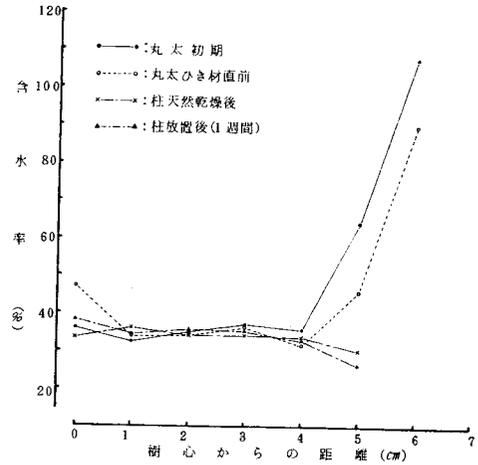


図-6 供試材の含水率分布(φ₁,末口径6 cm、10.5 cm角)

表-6 供試材の性状

| | | 夏 期 | 冬 期 | |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------|---------|
| 長 | さ (m) | 3.0 0 | 3.0 0 | |
| 本 | 数 (本) | 2 | 2 | |
| 平 | 均 径 級 (cm) | 1 5.0 | 1 4.0 | |
| 平 | 均 年 輪 巾 (mm) | 1.7 | 2.4 | |
| 平 | 均 心 材 率 (%) | 5 0.3 | 3 4.8 | |
| 伐 採 時 | 平均含水率 (%) | 心材 | 3 8.3 | 4 7.0 |
| | | 辺材 | 1 6 0.3 | 1 4 3.0 |
| | 容積密度数 (kg/m ³) | 心材 | 4 3 1 | 4 0 3 |
| | | 辺材 | 3 7 3 | 3 9 5 |
| 伐 採 時 期 | | 4 9.7.1 3 | 4 9.1.1 4 | |

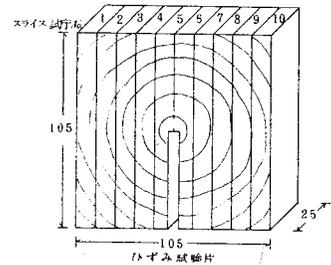
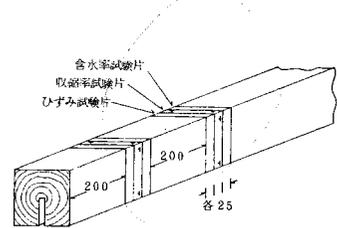


図-7 試験片の切断方法(単位:mm)

7月にひき材した柱のひずみ量と含水率分布の経過を示せば図-8のとおりである。

試験片は10等分したのではあるが、試験材の柱にはあらかじめ背割りを入れたため、背割り部分も表面層とみなし、表層(スライス№1、5、6、10)、中間層(2、4、7、9)、内層(3、8)の3層に分け、それぞれ平均して示した。

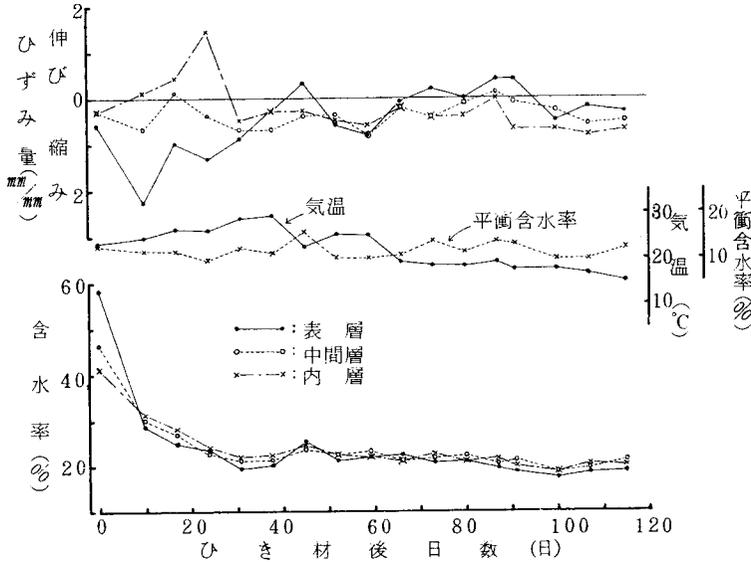


図-8 ひずみ量と含水率傾斜の経過(7月ひき材)

図-9は各測定時における各スライス試片のひずみ量の最大、最小差をとり最大ひずみ量として示したものである。

ひき材10日後、含水率約30%の時、表面層に最大引張ひずみを生ずるのに対し、内層に最大圧縮ひずみが発生する時期はやや遅れ、若干低い含水率(約23%)の時となっており、約1か月後、含水率が平衡状態に達した時点で表層と内層の応力が逆転し、その後は含水率がほとんど減少せず、表層、内層のひずみ差も少なくなり応力が緩和される傾向が認められる。

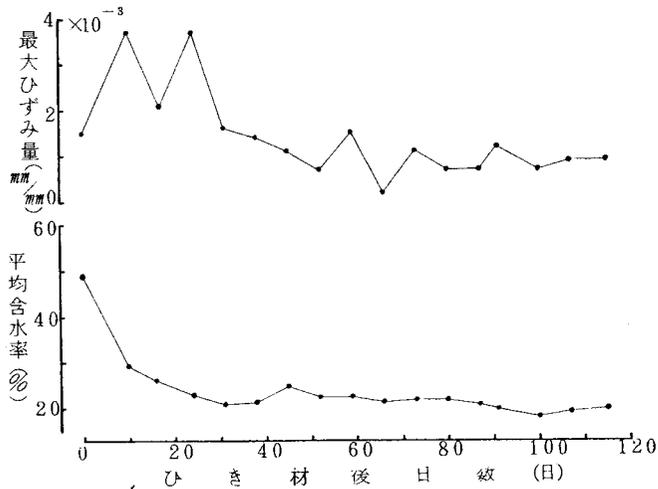


図-9 最大ひずみ量と含水率経過(7月ひき材)

また、ひき材後のひずみ量と水分分布との関係は図-10のとおりで、10日後は表層に最大引張ひずみ発生時、24日後は内層に最大圧縮ひずみを生じた時、38日後は応力転換期をそれぞれ示し、応力転換後はひずみ量、含水率分布とも変化が少なくなっている。5、6層が1、10層と同様なひ

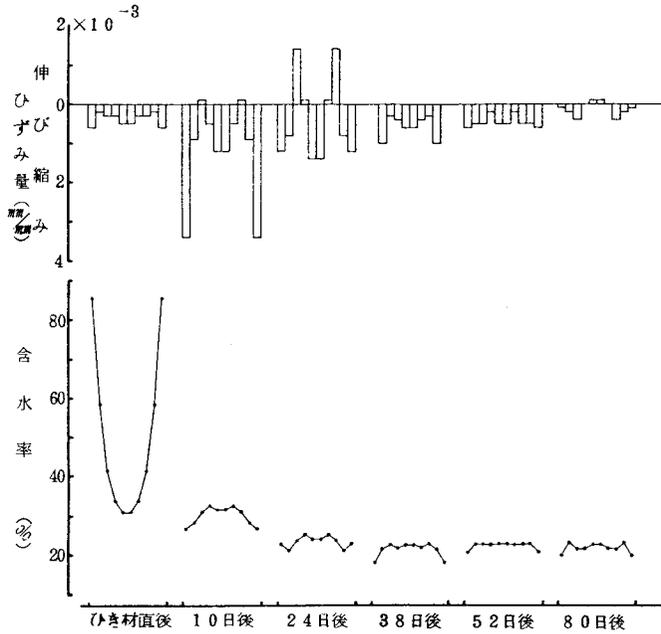


図-10 ひずみ量と水分分布の変化(7月ひき材)

ずみ経過を示しているのは、背割りの影響により表面と同様な状態におかれるためであろう。

つぎに、11月にひき材した柱については、図-11~13に示すとおりで、表層に最大引張ひずみが現われるのはひき材2週間後頃、含水率約30%の時であるが、内層の最大圧縮ひずみはひき材後1か月半~2か月ののち含水率約20~25%の頃に生じ、その後は時間の経過とともに夏期同様、応

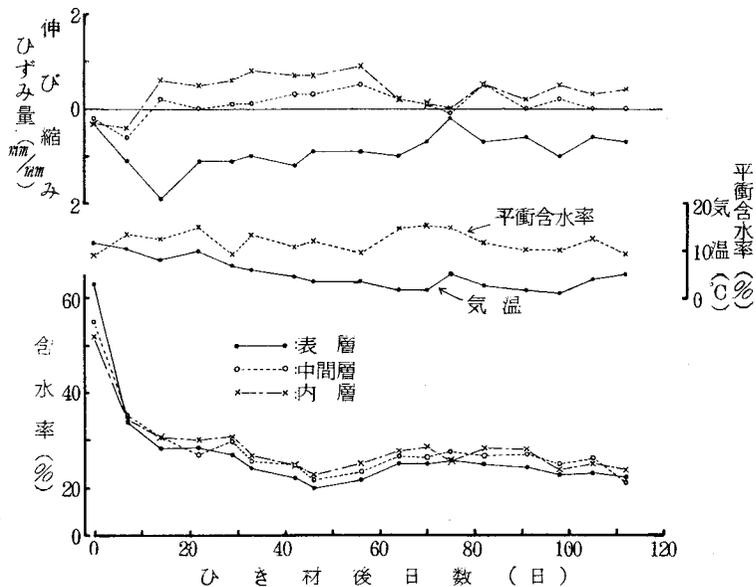


図-11 ひずみ量と含水率傾斜の経過(11月ひき材)

力が徐々に緩和されてはいるが、測定期間中に応力の逆転が現われず、夏期とは異なった応力経過を示した。そこで、さらに1か月後まで、試験材の残片によりひずみ測定を行ったが応力転換はみられなかった。

これには、冬期の場合、気温が低いことや、平均含水率が25%程度にしか減少していないことなどが考えられるが、明確な原因を知ることはできなかった。

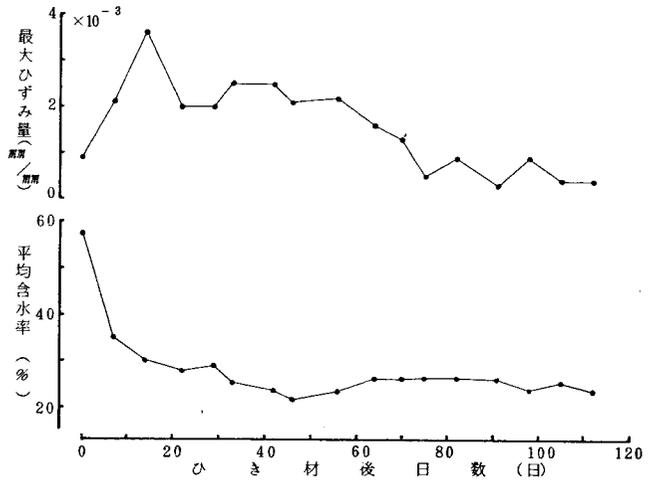


図-12 最大ひずみ量含水率経過 (11月ひき材)

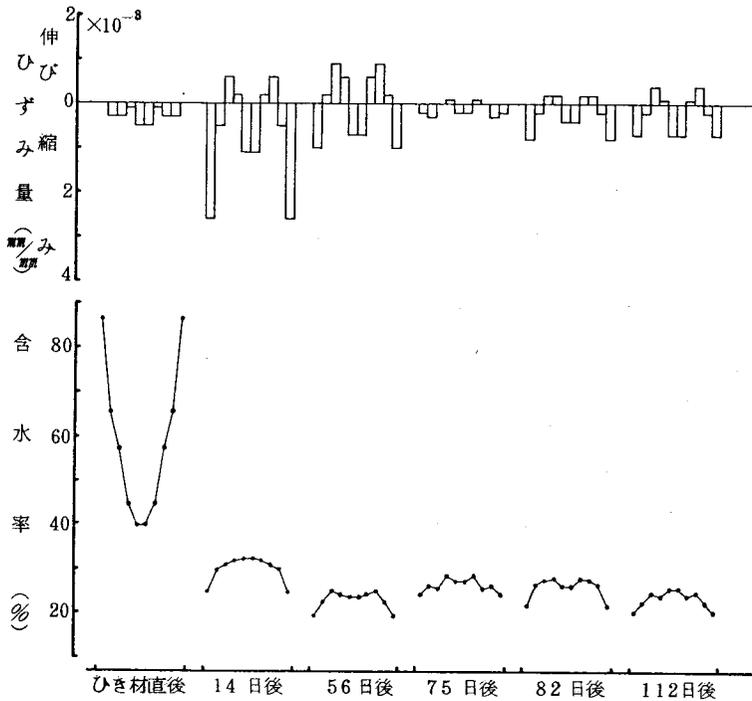


図-13 ひずみ量と水分分布の変化 (11月ひき材)

夏期と冬期では、供試木が異なることもあって、厳密には比較できないが、冬期の場合には乾燥速度が遅く、応力もなかなか緩和されないようである。

3.2.2 収縮経過

ひき材後の収縮率の経過を図-14に示す。

含水率が減少するに従い収縮率が増加しているが、いずれもひき材後20~30日後、含水率30~25%になった時点以降は変動しなくなっている。

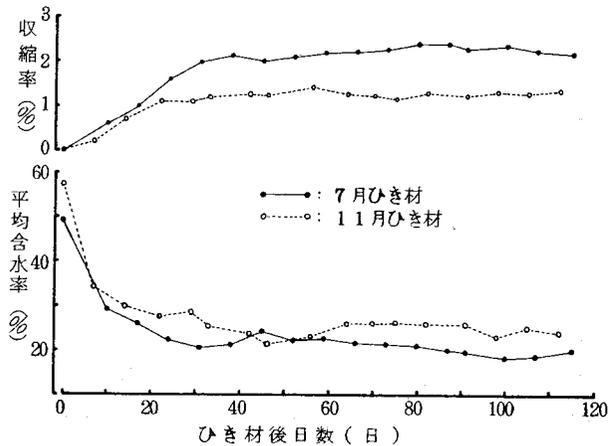


図-14 柱材の収縮経過

11月ひき材の場合、7月ひき材に比べ乾燥が遅く、あてを含んでいたこともあって収縮率が少なくなっていた。

4 ま と め

ヒノキの柱びきにおけるひき直しについて、実態調査ならびにひき材時期を変えてひき材後の製品精度を比較検討し、さらに伐採後直ちに挽材した柱の応力経過、収縮経過などに検討を加えた結果、

(1) A、Bいずれのひき材方法をとる工場においても最終製品の精度にはひき方による相違がほとんどなく、その量もきわめて軽微なものであった。

(2) 伐採後一定期間ごとに両方法によりひき材し、その後の狂い経過を比較した結果、いずれのひき材時期においても、両方法ともひき直すことにより量的には当初の約半分減少し、これを放置するとしだいに増加する傾向があるが、いずれにしても狂い量としては軽微なものであって、JAS格付に影響するほどではなく、ひき材時期、ひき材方法による差もほとんどなかった。

(3) ひき材面については、B方法による柱は色つやもよく、東濃ヒノキ特有のピンク色をしたきれいなひき肌がみられた。

(4) 柱の応力経過では、ひき材後1~2週間後、柱内部に最大応力を生じ、その後は徐々に応力が緩和されるが、冬期の場合は乾燥が遅く、応力もなかなか緩和されないようである。

(5) ひき材後の収縮率については、約1か月後、含水率25%程度になるとほぼ一定の値を示した。

以上のことから、現在行なわれているひき直し(特にB方法)は、最も柱表面の応力が大きい時期にひき直すこととなり、収縮率も増加途中であるため、10日程度の天然乾燥ののちひき直すのでは狂いの修正効果はあまり期待できないものと思われる。

ひき直しの目的は、ひき材面の色つやをよくすると同時に、柱の内部応力による狂いや割れを少なくすることであることから、粗びきのまま約1か月放置して内部応力が緩和され、収縮率も変動しなくなった時点でひき直しを行なった方が効果が大きいものと考えられる。

文 献

- 1) 枝松信之：帯のと製材作業における送材車型式の影響，北林指月報，№108(1961)
- 2) 寺沢 真，小玉牧夫：ブナ床板材の人工乾燥スケジュールについて，林試研報，№135(1962)
- 3) 小倉武夫，梅原 誠，小玉牧夫：木材乾燥によって生じた応力の除去について，林試研報，№150(1963)
- 4) 野原正人：乾燥によって生ずる内部応力が製品におよぼす影響，岐林試報，№9(1965)