

# トドマツ間伐材からの正角材（1）

山 崎 亨 史      中 島   厚

## はじめに

戦後造林されてきたトドマツが間伐の時期を迎え、間伐材の用途開発が望まれています。一方、優良天然木の減少が懸念され、それらを利用している在来工法用の材料確保について議論されはじめています。このような状況の中、北海道でも本州のスギなどのように心持ち正角を生産し、柱材に利用していこうではないかという話もでてきています。しかし、北海道における心持ち正角の評価は一般的に低く、北海道の主要樹種であるエゾマツ、トドマツではこれまで心持ちを避けて正角を採材してきました。この要因として考えられることは、これまで生材が流通していたこともあり、心持ち材は流通の途中で乾燥することによりねじれや割れが発生することです。

これらの問題を克服するにはあらかじめ人工乾燥し寸法の安定した材料として出荷する必要があります。その際、乾燥による表面割れが発生しますが強度上の問題はありません。むしろスギについては、割れが入っているものの方が強度が高いという報告もあります<sup>1)</sup>。しかし、割れは視覚的に評価され商品価値を低下させる要因となります。大壁工法が主体となっている現在の家屋では柱は直接見える場所に使われることは少なく、利用上の問題はないと思われませんが、見た目による商品価値が重視される現状では表面割れの発生をできるだけ抑える必要があります。本州では心持ち正角の利用の際、地域差はありますが、表面割れを抑えるため背割り（材料の一か所に中心に達するのこ目を入れること）が入れられています。そこで林産試験場では背割りの有無、乾燥方法の改善など心持ち正角材の生産方法について検討を行っています。研究の途中ですが、これまでの結果を紹介します。

## 背割りの効果

径級14～20cmのトドマツ原木を使用して心持ち正角を一丁採りし、背割り加工したものと、背割りのない

ものを用意しました。そして中温（60～70℃）条件による人工乾燥（圧縮乾燥：写真1）を行った後、多軸砲盤（モルダー）で10.5cmに仕上げました。人工乾燥による狂いと割れの結果を表1に示します。背割り正角では背割りが開くことで他の面に割れが発生するのを抑えられましたが、背割りなしでは表面割れが発生しました。その割れ幅は背割りの開いた幅とほぼ同じ約10mmでした。背割りなしに発生した表面割れは4面すべてに表われるわけではなく、1面あるいは隣接2面に大きく表われる傾向があります。その場合の多くは、割れの起こった面に髓が偏っていました。このことから製材の際に髓を材の中央ではなくどちらかに偏らせることで、背割り同様の効果が期待できると思われれます。

乾燥による狂いは背割り正角の方が背割り無しよりもねじれが大きくなりました。スギに関しては、背割



写真1 心持ち正角の乾燥後  
(1・3段：背割り材, 2・4段：背割り無し)

表1 背割りの有無による人乾後の狂いと割れ(中温)

	ねじれ (° / 3.65 m)	曲り (mm / 3.65 m)	割れ幅 (mm)	背割り幅 (mm)
背割り無し	2.67	3.5	10.6	
背割り有り	4.91	2.6		10.7

表2 曲げ試験結果(中温乾燥材:平均値)

試験体区分	荷重方向	曲げヤング係数 10 <sup>3</sup> kgf/cm <sup>2</sup>	曲げ強さ kgf/cm <sup>2</sup>	年輪幅 mm	含水率 %	本数	
天然林木(心去り正角) <sup>3)</sup>		104	417		15.0		
背割無正角(コントロール)		93	383	4.6	12.3	8	
背割正角	横向き	①	96 (1.02)	436 (1.14)	4.7	11.4	7
	下向き	②	85 (0.92)	298 (0.78)	5.7	11.0	6
乾燥接着	横置き 木裏合わせ	③	96 (1.03)	359 (0.94)	4.9	12.1	4
	横置き 木表合わせ	④	88 (0.94)	333 (0.87)	4.6	12.3	5
	横置き 表裏合わせ	⑤	86 (0.92)	304 (0.79)	4.8	12.0	5
	縦置き	⑥	101 (1.08)	395 (1.03)	5.2	12.0	6
半割り	横置き 木表荷重	⑦	83 (0.89)	342 (0.89)	3.8	10.4	5
	横置き 木裏荷重	⑧	88 (0.94)	417 (1.09)	3.7	10.4	4
	縦置き	⑨	89 (0.95)	337 (0.88)	4.7	10.7	3

( ): コントロールに対する比



写真2 吉野スギの心持ち背割り材

り材の方がねじれが小さいと報告されています<sup>2)</sup>。これらの違いについて詳しいことは分かりませんが、樹種特性と考えられます。ねじれの大きかった背割り正角はモルダークでの削り残しも多くなりました。したがってトドマツの場合、背割り正角はねじれの大きい分、歩増しを大きくしなければなりません。

乾燥性については、背割りを入れることにより表面積が増えるため、スギに関しては背割りのないものより乾燥が早いという報告があります<sup>2)</sup>。今回の試験では両者を一緒に乾燥しましたが、両者の仕上がり含水率をみると背割りありが若干含水率が低めであることから裏付けられます。

曲げ強度試験を行った結果を表2に示します。曲げ

ヤング係数、曲げ強さともに天然林木の値<sup>3)</sup>よりやや低い値となっています。これは年輪幅が広いことや輪生節(同じ位置から放射状に伸びる節)の影響によるものと考えられます。背割りの有無による曲げ強度の違いでは引っ張り側(荷重面の反対側)に背割りを配置した場合、コントロールの2割程度曲げ強さの低下が見られました。これらのほとんどは節の部分での引張破壊でした。背割りを荷重に対し直交方向(横向き)にした場合は強度低下は見られませんでした。したがって、曲げ応力がかかる場所での背割り材の使用には注意が必要となります。

ここで背割りに関する本州の実情を紹介します。奈良県吉野地方ではヒノキやスギから心はずして造作材を採り、心の部分からは正角を採材しています(写真2)。ヒノキに関しては役物で化粧柱となるものであり、背割りは4つの材面のうち最も悪い面に入れます。背割りを入れる方法は送材車付帯鋸盤(本機)の後ろに取り付けられた丸鋸を必要ときに作動させ、送材車で保持したままで鋸目を入れます。人工乾燥後、挽き直しもされています。スギは地元で取り引きされるものは少なく、北陸地方で主に土台として利用されています。製品の価格は合計で原木価格の2.5倍が目安となり、手間をかけた分を価格に上乗せしていると思われます。

北海道でも北洋材(主に北洋エゾマツ)を利用して、背割り正角を生産する工場が苫小牧に建設され稼働して

表3 径級ごとの重量変化(3.65m材)

径級 (cm)	生材重量 (kg)	天乾後重量 (kg)	重量変化率 (%)
14	68.6	43.5	63.5
16	81.9	52.3	63.8
18	108.1	68.5	63.4
20	128.9	77.7	62.7

表4 1年放置丸太の含水率(%)

	丸太全体 含水率	丸太内 最大含水率	丸太内 最小含水率
平均	23.1	60.0	17.3
最大	28.6	143.9	20.1
最小	19.0	25.5	15.1
標準偏差	2.63	30.83	1.36

表5 丸太天乾材の人乾による狂いと割れ

	ねじれ (°/3.65m)	曲り (mm/3.65m)	人乾前割幅 (mm)	人乾後割幅 (mm)	背割り幅 (mm)
背割り無し	3.25	3.0	10.7	17.2	
背割り有り	4.91	2.6	6.9	6.2	10.2

います。ここではツインバンドで正角にし、背割り専用機械の丸鋸で背割りを入れています。

### 丸太の天乾の効果

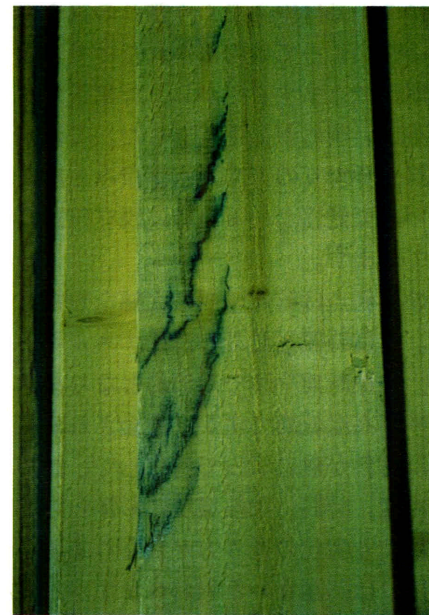
製材業者の一部で「丸太のままである程度天乾させることで乾燥の狂いを小さくできる」ということが言われています。このことを確かめるため実証試験を行いました。径級14~20cmの原木を1年間原木土場に放置し、その間の丸太の重量変化を測定した結果、丸太の重量変化は初夏の数週間に急激に減少し、それ以後の変化はわずかでした。表3は径級別に1年経過後の重量変化を示しています。この1年間放置した丸太のうち14本については内部の含水率を測定しました。結果を表4に示します。このように丸太全体としては低下していますが、それは表層によるもので、丸太内で最大となる髄付近の含水率の低下はわずかでした。

放置丸太から採材した正角材の乾燥試験の結果、狂いや損傷に対する顕著な効果は認められませんでした(表5)。これは採材した位置の含水率が表4からも分かるように最低のものでも収縮が起こり始める繊維飽和点(約28%)程度までしか下がっていないためと思われます。

逆に、割れが生じたり、樹皮がはげているものは日光や雨水によって丸太の表面に劣化が生じていました(写真3)。劣化は表層部の1mm程度<sup>4)</sup>で主材には



写真3 劣化した丸太表面

写真4 丸太天乾で発生し主材に達した割れ  
(割れにペンキを流し込み強調している)

影響しませんが、割れは主材にまで達していました(写真4)。また、その割れに雨水が入り込み腐朽を起こすものもありました。当然副材歩留まりにも影響を与えました。したがって、丸太の天然乾燥は乾燥コスト削減のために短期間であれば有効ですが、長期間の実施は避けるべきでしょう。

この結果は氏家式を含めた丸太の人工乾燥とは異なります。これらは熱を加えることで木材内のリグニン

が軟化し内部応力を緩和させ、そのことにより製材後の狂いを抑える作用があります<sup>5)</sup>。これによりねじれや曲がりの大きい性質のカラマツ材からも、狂いの少ない材料を得ることができます<sup>6)</sup>。ただし丸太の径と期間によっては含水率が下がりきるわけではなく、製材後さらに乾燥を行わなければならないものもあります。

### 乾燥方法による改善

最近、木材の乾燥方法で話題となっているのが、高温乾燥技術です。この高温乾燥というのは100 以上での乾燥です。高温乾燥装置も売り出されていますが、林産試験場では現在普及している装置の改造で実現できる方法を検討しています。

予備的に中高温条件(80~95 )と高温条件(90~122 )の比較を行った結果、高温条件は中高温条件より狂いを小さく抑えられました。また、表面割れも背割無しについては中高温より割れの幅を小さくできました。条件によっては内部割れだけで表面に現れない乾燥が期待できます。しかし、背割正角については他の面に小さい割れが発生しました。これについては棧積みの際、背割りの方向(水平積みと垂直積み)が影響している可能性があるため、現在確認のための試験を行っています。

高温乾燥の利点は乾燥時間の大幅な短縮をもたらすことです。単位時間当たりの消費エネルギーは多くありますが、乾燥時間全体では節約となります。

利点の多い高温乾燥ですが、懸念される点もあります。それは材料が熱によって劣化してしまうことです。熱劣化は温度、時間、加熱環境に影響を受けるため<sup>7)</sup>、乾燥条件により劣化の進み方が異なります。柱として利用する際には問題ないと思われませんが、乾燥条件ごとの強度の変化についても検討を進めています。いずれにしても強度の面を考えると高温乾燥では背割無しがよいでしょう。

### 張り合わせによる正角材の製造

割れない正角を生産する方法として、2枚の半割材を張り合わせることも検討しました。

2枚合わせ材は丸太を心割りして得た平割を、同一丸太ごとに接着剤で木裏同士、木表同士、木表と木裏の3種類の張り合わせ方で、生材と乾燥材について試作しました。接着剤として、生材接着には尿素樹脂、

レゾルシノール、水性ビニルウレタン、乾燥接着には尿素樹脂を用いて、通常の集成材製造条件で行いました。生材での接着は接着後人工乾燥を行った結果、張り合わせ向きによって異なりますが、いずれの接着剤においても収縮の異方性により割れや接着面のはく離などが生じました。また、曲がりやねじれについても心持ち正角との差はなく、生材接着は有効な手段ではありませんでした。

平割を人工乾燥した後張り合わせる方法については、正角より乾燥時間が短く済むこと、製品のねじれが最も小さいことなどの有効性が認められました。

曲げ試験の結果(表2)、未成熟材の割合が高い木裏が引張側となる場合、1~2割程度の強度低下が見られました。これに対し木表が引張側の場合、コントロール材とほぼ同等の結果が得られました。したがって、小径木からの半割材は木裏を内側になるように組み合わせる必要があります。トドマツ心持ち材は輪生節が出やすく強度に影響します。今回張り合わせる際同一丸太のものを張り合わせたため、輪生節による節が2枚の半割材の同じ位置に重なってしまいました。しかし、実際の製造では同一丸太どうしのものを張ることは起こりにくく、張り合わせたものの節の位置が異なることにより、背割無し心持ち材と同等以上のものが得られる可能性があります。また、正角一丁採りのできない径級についても、張り合わせ用の材料が採材可能となります。

ただし、これらは集成材ではありません。平成8年1月29日付けで集成材の日本農林規格(JAS)が改正され7月29日から施行されます。ここでは柱材などは2ないし3枚の構成が可能となりますが、ラミナ厚が50mm以下という規定のため2枚合わせによる105mm角は集成材として認められません。また、この規格にはラミナ等級による組み合わせを考える必要があるなどの製造条件が盛り込まれています。したがって、JASに適合した製品をつくる技術とそのコスト低減についても検討する必要があります。

### おわりに

トドマツの間伐材などの中小径木の用途拡大のため、正角材の生産についてこれまでの結果を述べましたが、さらなる改善を目指して乾燥条件を中心に現在検討中です。これまでの結果から高温乾燥が割れや狂いに対して有効と考えられますが、強度の面についての検討

も必要となります。また、集成材のJASも改正されることにより、これまでの集成材よりコストダウンが見込まれますが、製材品との競争についてはこれからの課題となります。いずれにしても日本の林業を守るためにさらなる研究と改善が必要です。

#### 参考資料

- 1) 荒武志郎ほか3名：木材工業，48巻4号，p.166-170（1993）。
- 2) 高橋幹夫：第44回日本木材学会大会研究発表要旨集，p.211（1994）。
- 3) 林産試験場内部資料（1992）。
- 4) 矢田茂樹ほか1名：木材学会誌，41巻11号，p.1035-1042（1995）。
- 5) 野村隆哉：第43回日本木材学会大会研究発表要旨集，p.212（1993）。
- 6) 奈良直哉：ウッドイエージ，41巻12号，p.1A-5A（1993）。
- 7) 高橋徹：新編木材工学，中戸莞二編著，養賢堂，p.221（1985）。
- 8) 官報，号外第13号（1996）。  
概要として例えば  
木村完：木工機械，170号，p.9～13（1996）。  
**（林産試験場 製材科，乾燥科）**