

はじめに

丸太は天然の産物であるので、金属やプラスチックなどの工業製品のように円や四角の端正な形をしていません。丸太は森林の中で人手が加わりながら自然にまかせて生長していくので、雨や風や雪の影響で曲がったりいろいろな特徴が出てきます。その結果、製材用の丸太を見てみると、曲がり・節・腐れなどの特徴をいろいろ持った天然の造形物となっているのです。これらのものが最近はやりのウッドクラフトとなったときには不規則な模様がしゃれたデザインとされたり、色の濃い節がかわいいアクセントとして観賞されることもあります。製材用として見た場合にはこれらの物が即欠点と見なされてしまうのです。つまり、建築材や内装用造作材とした場合に柱や板の節・腐れなどはすべて強度・化粧的に欠点となり、丸太の曲がりや製材歩留まりを低下させたり目切れとなるので欠点となります。

このような天然の造形物である丸太を製材する場合には、作業者（ハンドルマンやテーブルの先取り）がそれぞれの経験や勘によって数・大きさ・位置等が不規則に散らばっている欠点をうまく取り除いたり含めたりして木取り方法を決定しています。

少し前までは北海道においては天然の大径良質な丸太が豊富にありましたが、最近ではこれらの丸太は減少し、径級では平均28～36cm、等級は3、4等という中・大径低質なものがほとんどになってきました。さらに、カラマツ・トドマツの人工林から出材されるものは中・小径低質であり、今後はこれらのものがかなりの数量となっていきます。

そこで、これらの低質な丸太を製材する場合には、今までのように人間の目で丸太の形状や欠点をみて木取り方法を決めるのではなく、同じことを機器を用いて自動的に行うことが考えられます。言い方を換えれば、丸太の質が良質から低質へと変化してきたので、製材方法も人手をかけて吟味するやり方から機器を用いて短時間でしかも付加価値の高いものを生産するやり方へと移行するべきだと言えます。

今までに林産試験場では、丸太形状測定機（写真1、2）を用いて実際に丸太の立体的な形状および節の測定を行い、これらのデータをマイクロコンピュータで演算処理して最高の歩留まりの得られる木取り方法を求めるということを行ってきました。

ここでは、これより一歩進めて、いろいろな丸太径級・節条件に対応するために適切な丸太モデルを作成して、マイクロコンピュータで製材歩留まりを予測する方法について紹介します。

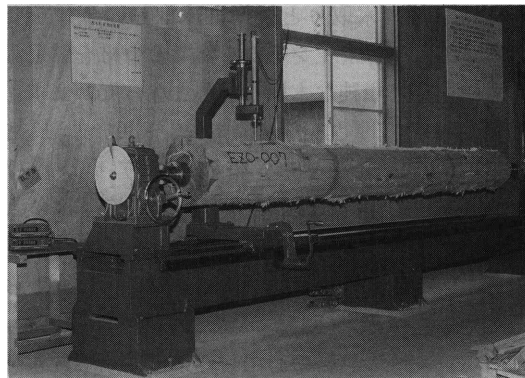


写真1 丸太形状測定機とセットした丸太

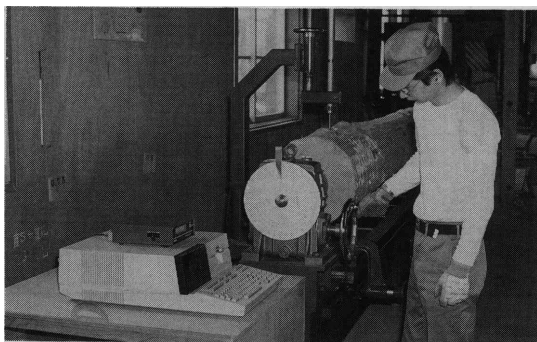


写真2 丸太形状測定機による測定の様子

1. 丸太モデル

実際の丸太形状を測定すると横断面はでこぼこな円で長さ方向にも凹凸があり複雑な形をしています(図1), 丸太モデルは以下のように極力単純な形となるようにしました。

横断面は円で、曲がりがない丸太では元口から末口に向かって一定の細り(テーパ)がついていて、円すいの先端を切った形となっています。曲がりは0~30%としました(図2)。

節は丸太の横断面を4等分して、その中に節があるかどうかで無節・1材面有節・隣接2材面有節・対角2材面有節・3材面有節・4材面有節の6種類としました。図3の黒い部分が節のある部分であり、節数は1材面当たり0~9個としたので、丸太1本では最大36個となります。

2. シミュレーション

シミュレーションを行った木取り方法は図4に示すだけ挽き木取りと板挽き木取りの2種類であり、これらはツイン帯のこ盤での製材を想定して左右対象で単純な木取り方法となっています。板の寸法は、厚さ1.2cm, 幅7.5~30cm, 長さ182, 273, 365cmとし、帯のこのアサリ幅は0.2cmとしました。板の等級は材面の節径比により特等, 1等, 2等, 格外に分類しました。

また、歩留まりを計算する際には、横断面からみて丸太を30度ずつ回転させて計算を行いました。これは、実際の製材の心出し作業において丸太を回転させることによる歩留まりの変化を検討する

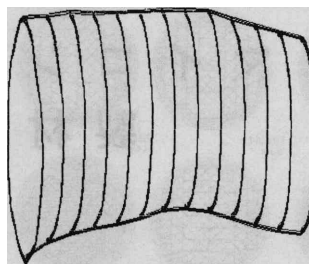
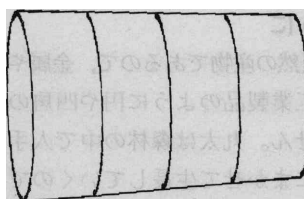
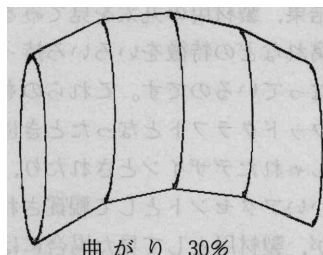


図1 実際の丸太形状

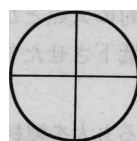


曲がり 0%

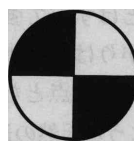


曲がり 30%

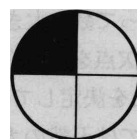
図2 丸太モデル



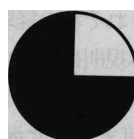
無節



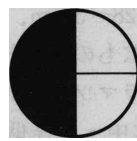
対角2材面有節



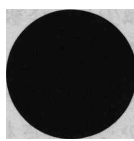
1材面有節



3材面有節



隣接2材面有節



4材面有節

図3 節のパターン

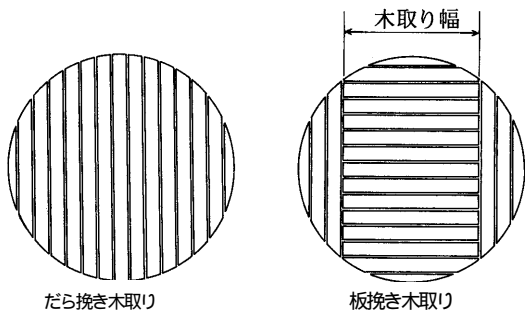


図4 木取り方法

ためです。

まず、丸太径級と曲がりがあった場合に材積歩留まりがどう変化するかを図5で見えます。これは、ある丸太径級・曲がりを持った丸太からどれだけの歩留まりが期待できるのかという答えになっています。ここで、実線は板挽き木取り、破線はだら挽き木取りを示し、曲がり0%は、10%は、20%は、30%はで示しました(以下の図も同様)。

板挽き木取りでは丸太径級が大きくなると歩留まりは増加し、だら挽き木取りでは32cmを超えると減少しています。これは、板挽き木取りでは図4に示した木取り幅が丸太径級20~24cmでは幅15cm, 26~28cmでは幅18cm, 30~34cmでは幅21cm, 36~40cmでは幅24cmと丸太径級に最も最適な木取り幅を設定できるためであり、逆にだら挽き木取りでは板の製品寸法が最大30cmであるので丸太径級が大きくなると30cmより幅の広い部分はチップとして捨てられ歩留まりが低下するためです。曲がりによる影響を見ると、どちらの木取り方法も曲がり10%では少し低下するだけですが、20%を超えると大幅に低下し、曲がりのない丸太ではだら挽き木取りより板挽き木取りの方が歩留まりが高かったのが、20%を超えると逆転することが分かりました。

以上よりおおざっぱに言えば、曲がり0%では材積歩留まりは60%であり、板挽き木取りの方が高いが、曲がり30%では歩留まりは40%にまで低下し、だら挽き木取りの方が高くなることが分か

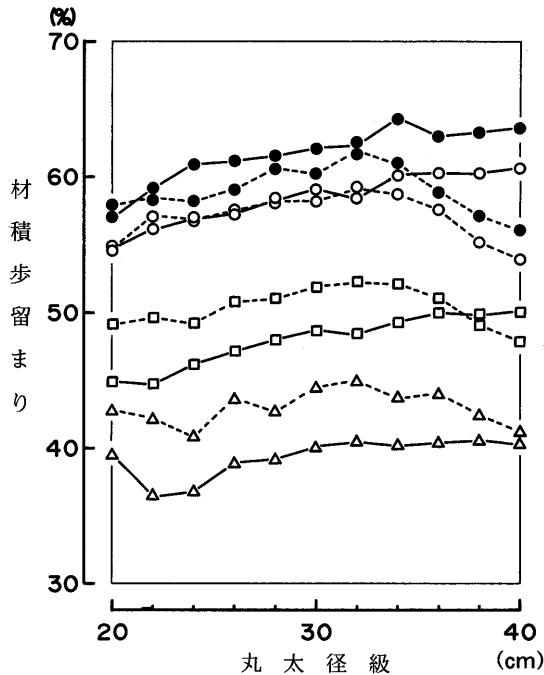


図5 丸太径級と曲がりによる材積歩留まりの変化

りました。

次に、丸太を回転させると歩留まりがどう変化するかを見えます。これは、実際の製材作業においては心出し作業の際に、丸太の曲がりや節の状態を見て最高の歩留まりが得られるように丸太を回転させていることに対応しています。

図6に材積歩留まりの変化を示します。曲がり0%では当然丸太を回転させても歩留まりは変化しませんが、曲がりが大きくなるに従って板挽き木取りでは0度(曲がりを垂直方向にする)、だら挽き木取りでは90度(曲がりを水平方向にする)で歩留まりが最大となり、これより90度回転させた位置では最低となります。また、曲がりが大きくなるほどその比(最小値/最大値)は小さくなります。図7に丸太径級の違いによる材積歩留まりの比の変化を示します。曲がりが大きくなると比は小さくなるが、丸太径扱が大きくなると比は徐々に大きくなります。つまり、丸太が小さく曲がりが大きいほど比は小さくなり、この傾向はだら挽き木取りの方が大きいことが分かります。曲

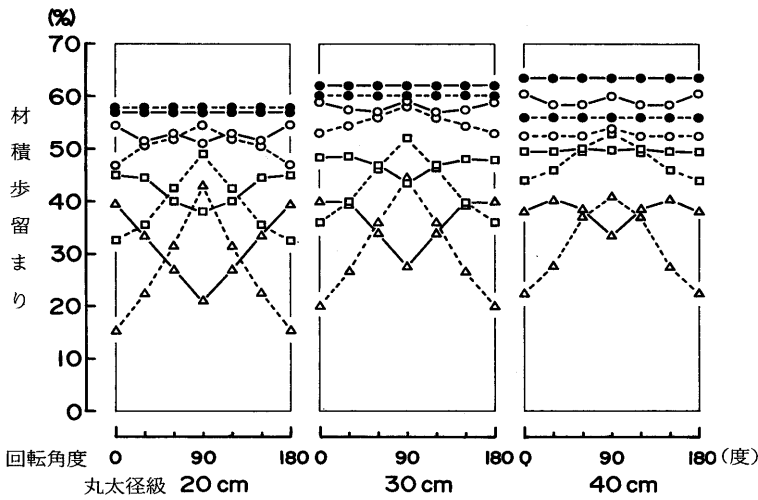


図6 回転角度による材積歩留まりの変化

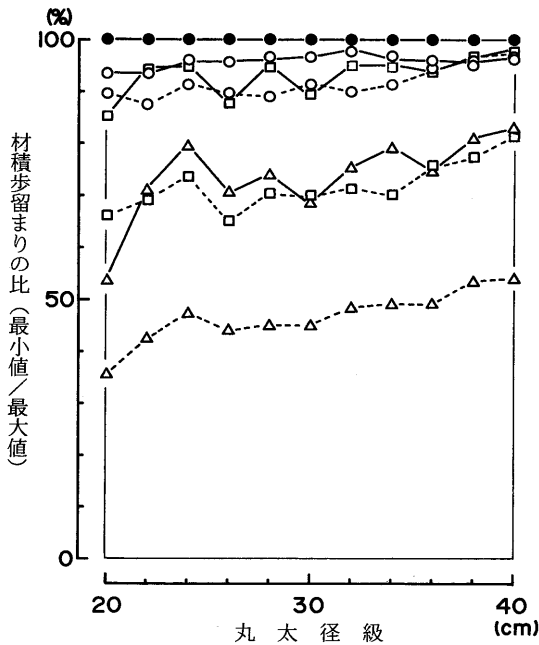


図7 材積歩留まりの比の変化

がり30%のだら挽き木取りにおいては、最小値は最大値の半分以下になっています。

以上より材積歩留まりを考えると、丸太に曲がりがある場合には、板挽き木取りでは曲がりを垂直方向にすれば、だら挽き木取りでは曲がりを水

平方向にすれば良いことが分かりました。また、曲がり大きいほど丸太を回転させることによる歩留まりの変化が大きく、心出しの際の回転角度の決定が重要であることが分かりました。

図8に価値歩留まりの変化を示します。これは図3の対角2材面有節の場合です。曲がり0%においては板挽き木取りでは90度で、だら挽き木取りでは0度で最大値となっています。ところが曲がりが大きくなると材積歩留まりと同様に

変化します。つまり、これは丸太径級の小さい場合は曲がり10%以上になると、また丸太径級が大きい場合は曲がり20%以上になると、板挽き木取りでは0度で、だら挽き木取りでは90度で最大値を示すようになり、節よりも曲がりの影響により価値歩留まりが変化することを示しています。

以上より価値歩留まりを考えると、曲がり小さい場合は節の位置を見て丸太を回転させれば良く、曲がり大きくなると曲がりの方向を見て丸太を回転させれば良いことが分かりました。

最後に、丸太を節のある位置で6種類のパターンに分類して、これらの丸太から最高の価値歩留まりを得るためには、どういうふうに丸太を回転させれば良いかを見えます。

図9は、丸太径級30cm、曲がり0%の価値歩留まりの場合です。それぞれの木取り方法の上側()は節の数が少ない場合(丸太表面での直径が5cmで1材面当たり1個)、下側()は多い場合(直径が10cmで9個)です。

まず、節のある材面の数が増えると歩留まりが低下し、同じものでも節の数が増えると歩留まりが低下します。また、無節では当然丸太を回転させても歩留まりは変化しませんが、1材面有節、隣接2材面有節、対角2材面有節では丸太を回転

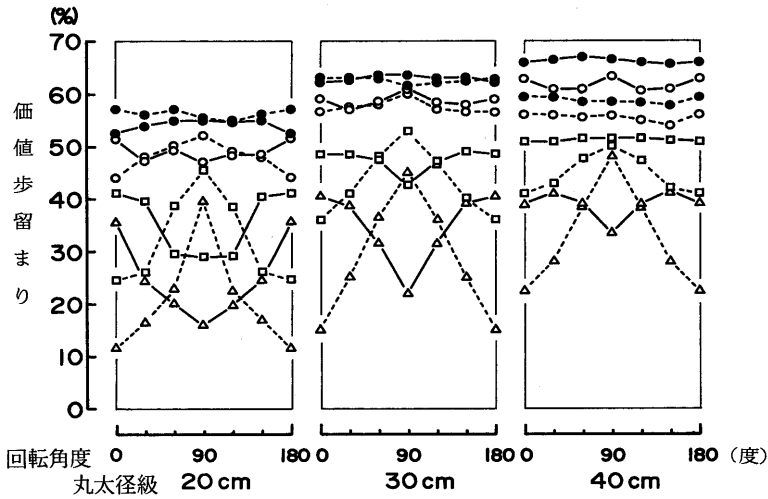


図8 回転角度による価値歩留まりの変化

の傾向を示します。

以上の結果を図10に示します。つまり、だら挽き木取りでは節を帯のこの挽き道と直角にすれば価値歩留まりが最大となり、板挽き木取りではこれより丸太を90度回転させて節を最初の挽き道と平行にすれば最大となることが分かりました。

なお、4材面有節（節の直径が10cmで36個）では無節より価値歩留まりが4%低下します。これは、今回のシミュレーションでは板の等級を特等から格外まで

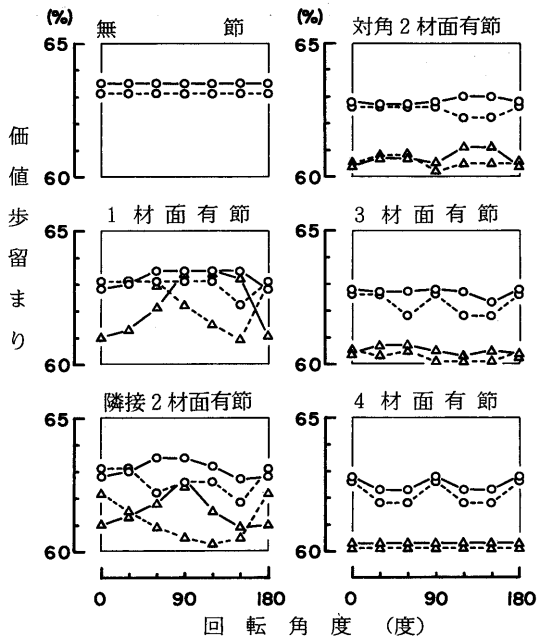


図9 節のパターンによる価値歩留まりの変化

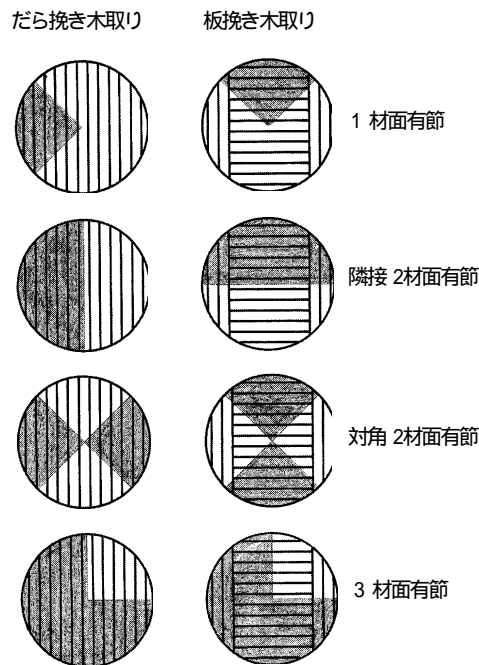


図10 最高の価値歩留まりの得られる節の位置

させると歩留まりは変化し、板挽き木取りとだら挽き木取りでは最大値を示す回転角度が90度ずれています。しかし、3材面有節、4材面有節と節のある材面が多くなると回転角度による変化は少なくなり、板挽き木取りとだら挽き木取りは同様

としたためであり、化粧用の役物を採材することを考えればこの差はかなりの値となることを付け加えておきます。

(林産試験場 製材試験科)