

- 研究 -

# トドマツによる枠組壁工法用材の生産 (第1報) - 製材寸法決定試験 -

山崎亨史 成澤直人\*1 窪田純一\*2

## Production of Dimension Lumber from Todomatsu (*Abies sachalinensis*) ( ) - Sawing Size for Surfaced Dry Lumber -

Michifumi YAMAZAKI Naoto NARISAWA Jun-ichi KUBOTA

We studied the sawing size of dimension lumber (S - dry 2" × 4" and 2" × 6") from Todomatsu (14 ~ 18cm diam. ) including the effect of shrinkage and the profile depth. The results drawn from this work are :

- 1) The planing depth of the side face of the 2" × 4" and 2" × 6" is about 1mm. That of the table side face of the 2" × 4" is about 2mm and that of the 2" × 6" is about 2.5mm.
- 2) The minimum sawing size of the 2" × 4" is 42 × 96mm, and that of the 2" × 6" is 42.5 × 149mm.

Keywords : Dimension lumber, S - dry  
ディメンションランバー, 乾燥材, 表面仕上げ

トドマツ (14 ~ 18cm) から枠組壁工法用材 (204材および206材) を採材する際の収縮量と鉋削量から、製材時の製材寸法を検討し、以下の結果を得た。

- 1) 側面の片面当たりの必要鉋削量は204材、206材ともに約1mm、幅広面については204材が約2mm、206材は約2.5mm必要となる。
- 2) 製材時の寸法は204材が約42 × 96mm、206材は約42.5 × 149mm必要である。

### 1. 緒 言

北海道では戦後造林されてきたトドマツが間伐の時期を迎え、中小径トドマツ材が増加しつつあり、その用途開発が必要になっている。一方、一時期枠組壁工法用の輸入材の価格の上昇と品不足が起こり、国産材での材料供給に期待が寄せられるようになった。そこで著者らはトドマツ中小径木からたて枠 (スタッド) 用を中心にツーバイフォー材 (以下204材) およびツーバイシックス材 (同206材) を生産する方法について検討を行った。

本報告は乾燥による収縮、鉋削仕上げによる損失量を求め、規定寸法に仕上げる際の製材時に必要な寸法についての検討結果である。

試験には輸入材との価格競争を考え、価格の安い径級14 ~ 18cmの原木を用いた。

なお、本報告の概要は第46回日本木材学会大会 (1996年4月、熊本市) で発表した。

### 2. 試験方法

枠組壁工法用材などのディメンションランバーを

生産する上で必要となる製材寸法を検討するため、12ft原木を用いて必要削り量を求める試験を行った。使用した原木は当麻町産のトドマツ人工林木で、径級14cm・25本、16cm・15本、18cm・15本の4.965m<sup>3</sup>である。

径級14cmからは心持ち木取りにより204材を2枚(心掛かり2, 製材寸法: 原木10本から42×95mm, 残り15本から44×99mm), 16cmからは心持ち木取りにより204材を3枚(心持ち1, 心去り2, 製材寸法: 43×96mm), 18cmからは心割りにより206材2枚(心掛かり2, 製材寸法: 43×149mm)を採材した。乾燥は90~95 条件で桧木1cm<sup>2</sup>当り4kgfで圧縮し、目標含水率を15%とした。乾燥スケジュール

を第1表に示す。

乾燥前後の寸法(第1図)を測定し、収縮率を算出した。また、乾燥後のねじれ、反り、曲がりおよび中央90mm間の幅反りを測定した後、モルダールを用いて基準面となる直角2面を0.5mmずつ、削り残しがある程度無くなるまで飽削後、基準面以外の残り2面を規定寸法から0.5mmずつ逆算する形で飽削し、必要削り量を求めた。

### 3. 結果と考察

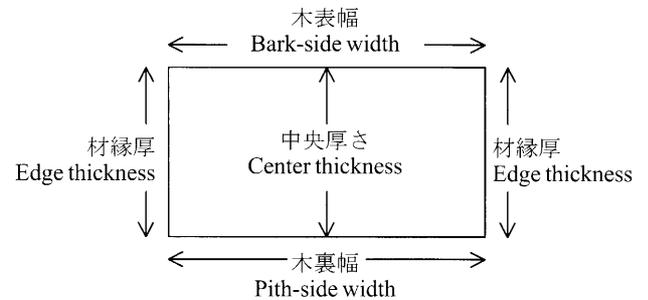
#### 3.1. 乾燥による収縮率と狂い

第2表に気乾までの収縮率を示す。心持ちの幅については2面の平均値である。表から、同じ接線方

第1表 乾燥スケジュール

Table 1. Drying schedule.

乾球温度(°C) DBT	湿球温度(°C) WBT	サンプル含水率(%) MC test piece
90	89	72.9 ~ 31.8
90	88	31.8 ~ 24.1
90	86	24.1 ~ 19.6
90	84	19.6 ~ 12.0
95	86	12.0 ~ 10.4
95	92	10.4 ~ 12.0



第1図 材料断面における寸法測定位置

Fig. 1. Measured positions at cross section.

第2表 気乾までの収縮率

Table 2. Shrinkage.

木取り Sawing pattern	測定方向 Direction	204材 2枚採り 心掛かり 2"×4" Flatsawn 1-side pith		204材 3枚採り 2"×4" 心去り Flatsawn Without pith				206材 2枚採り 心掛かり 2"×6" Flatsawn 1-side pith	
		平均値 Av.	標準偏差 S.D.	平均値 Av.	標準偏差 S.D.	平均値 Av.	標準偏差 S.D.	平均値 Av.	標準偏差 S.D.
幅 Width	木表 Bark side	3.38*	0.971	4.24*	0.872	1.95** 0.634		2.60*	0.611
	木裏 Pith side	2.38**	0.703	3.78	0.765			1.95**	0.639
	材縁 Both edges	4.95	1.189	4.64	1.269	5.82*	1.207	6.29	1.095
厚さ Thickness	中央 Center	2.73**	1.001	2.96**	0.891	3.93**	0.897	3.59**	1.027

注: \*: T方向, \*\*: R方向

Note: \*: Almost T-direction; \*\*: Almost R-direction

向, 放射方向であっても, 幅の収縮が厚さより小さい値を示している。接線方向においては髓に近いほど, あるいは幅が広いほど放射方向の年輪構成に近づくため, もともと収縮の小さい放射方向の値に近づいたものと考えられる。放射方向においては, 寸法の大きいものほど内部の水分傾斜の影響を受けたためと考えられる。

製材寸法を決定する場合, 収縮による損失を見込まなければならない。接線方向と放射方向では収縮率が異なるが, 実際の生産工程では木取りによる寸法の差別化(歩増し量の増減)は困難である。また, 実際の生産では削り残しを最小限にしなければならない。したがって, 収縮の大きいもの(寸法の小さいもの)を基準に考える必要がある。よって幅については心去り材の木表面, 厚さは心持ち材の材縁の収縮率を用いるとよい。収縮率が正規分布するとみなし90%の製品を見込むと, 204材の収縮による損失は幅約5.0mm, 厚さ約3.0mm(単一木取りでの計算値), 同様に206材は幅約4.9mm, 厚さ約3.2mmとなる。

次に乾燥による狂いを第3表に示す。ねじれは心持ちが最も大きく, ついで心掛かり, そして心去り

が最も小さくなっている。これは繊維傾斜の影響と思われる。また, 心掛かりの標準偏差が他より大きい値となっているが, これは原木における偏心や曲がりにより正確な心割りとならず, 髓の偏りが起こったためと考えられる。

曲がりについては木取りによる差が小さい。縦反りは204材の心掛かりが最も大きい値を示している。これに対し同じ心掛かりでも幅の広い206材は比較的小さい。これは原木の曲がりに対して, 木取りが影響したと考えられる。

幅反りは異方収縮理論から考えると, 心去りより心掛かりが大きくなるが, 今回の試験結果は心掛かりが小さくなっている。これは心掛かりとはいえ原木の偏心や曲がりなどにより, 心持ちとなるものも含まれたためと思われる。このことは206材についても同じことがいえる。

この幅反りについて, 同じ90cm区間で同じ心掛かりでも, 204材に比べて206材の値が小さくなっているが, これは圧縮により, 幅の広いものがより影響を受けたためと考えられる。

### 3.2. 飽削量の推定

ここで1面当たりの必要削り量を考える。幅につい

第3表 乾燥後の狂い  
Table 3. Warps after drying.

	木取り Sawing pattern	204材2枚採り	204材3枚採り	204材3枚採り	206材2枚採り
		2"×4" 心掛かり Flatsawn 1-side pith	2"×4" 心去り Flatsawn Without pith	2"×4" 心持ち Boxed pith	2"×6" 心掛かり Flatsawn 1-side pith
	本数 Number	50	30	15	30
ねじれ(度)3.66 m間 Twist(degree)	平均値 Av.	5.24	2.51	7.92	3.59
	標準偏差 S.D.	2.909	1.765	1.779	2.908
曲り(mm)3.66 m間 Crook	平均値 Av.	2.13	1.98	2.67	1.85
	標準偏差 S.D.	1.778	1.307	1.767	1.456
縦反り(mm)3.66 m間 Bow	平均値 Av.	5.00	3.18	2.07	2.37
	標準偏差 S.D.	3.651	2.973	2.015	1.685
幅反り*(mm)90mm間 Cup*	平均値 Av.	0.71	0.74	0.04	0.58
	標準偏差 S.D.	0.438	0.243	0.812	0.552

注: \*:材中央の木表面で測定。心持ちは片面での測定値。  
Note: \*:Measured on Bark-side at center of length. Boxed-pith was measured on one side.

第4表 木表幅と木裏幅の差

Table 4. Difference of pith side width from bark side width for planing.

木取り Sawing pattern	心掛かり Flatsawn 1-side pith	心去り Flatsawn Withput pith	心掛かり Flatsawn 1-side pith
平均値(mm) Av.	1.11	0.58	0.90
90%上限(mm) confidence limit	1.67	0.95	1.41

では木取り条件が左右対称であるからおよそ木表幅と木裏幅の差の半分と考えられる。また、厚さの最小削り量は木表で幅反りの矢高量となる。

第4表に木表幅と木裏幅の差を示す。なお、これ以後用いる90%上限の算出には正規分布をしているものと仮定して行った。心持ちについては収縮の形態上、今回の測定では求められないため記載していない。表の値が必要削り量となる。したがって全数に対して90%以上に削り残しのないようにするには204材、206材ともに1面当たり1mm程度必要となる。この値と収縮率から、幅における適正製材寸法は204材96mm（歩増し7mm）、206材147mm（同）と推定される。

第4表の幅反りは90mm区間の測定値であるため、比較するには全幅に対する矢高に換算する必要がある。換算にはHusの異方収縮理論式り

$$\Delta = (\beta t - \beta r) \cdot \frac{W}{2} \cdot \tan^{-1} \frac{2R}{W} \quad (1)$$

$\Delta$  : 幅反りの矢高,  $W$  : 材幅,  $R$  : 髄からの距離  
 $\beta t$  : 接線方向の収縮率,  $\beta r$  : 放射方向の収縮率

において、測定値と推定値の $(\beta t - \beta r)$ が同じであることから

$$\Delta W = \frac{W \tan^{-1}(W/2R)}{90 \tan^{-1}(90/2R)} \cdot \Delta 90 \quad (1')$$

$\Delta W$  : 全幅における幅反りの矢高

$\Delta 90$  : 90区間の幅反りの矢高

として算出した。

第5表に幅全体に対する矢高の換算値を示す。

この値から全数に対して90%が木表面に削り残しのないものとするには、204材で1.5mm、206材で3mm程度の飽削が必要となる。この値と収縮率から、厚さの適正寸法は単純計算で204材44mm（歩増し6mm）、206材47.5mm（同9.5mm）となる。

また、ねじれのあるものも歩増しを必要とする。ねじれに対する歩増し量は野呂田の式<sup>2)</sup>から

$$m = \frac{M \cdot \sin \theta}{1 + \tan \theta - \sin \theta} \quad (2)$$

$m$  : 削りしろ,  $M$  : 仕上がり寸法

$\theta$  : 材長半分当たりのねじれ角

が得られる。本式を用いて今回のねじれの結果から、必要歩増し量を算出した結果を第6表に示す。この値は厚さに対する歩増し量であり、1面当たりの切削量は値の1/2である。

90%の製品を削り残しのないものにするには、計算上204材心去りで片面当たり2mm、204材心掛かりで3.5mm、204材心持ち4mm、206材心掛かりでは4.5mm必要という結果となる。

### 3.3. 飽削結果

第2図に幅寸法に関する基準側面の削り残しの変化を示す。基準面(定規面)については206材は0.5mmですべてが削り残し30%を切った。これに対し、204材では40%を超えるものもあった。204材より、206材の削り残しの減少が大きいのは木表と木裏の収縮におけるバラツキが小さいためと思われる。204材、206材ともに1mmの切削でほぼ削り残しがなくなった。この結果は木表幅と木裏幅の差から推定した値と一致する。

次に第3図に側面仕上げにおける削り残しの変化を示す。なお、横軸は規定寸法89mmまでの残寸であり、44×99心掛かりが残寸3mmで削り残し0%ということは幅92mm仕上げで削り残しがなくなったことを表し、逆算すると96(99-3)mmが適正製材寸法となる。基準面が1mmで削り残しがほとんどなくなるのに比べ、仕上げ側では2mm程度に広がっている。これは収縮の違いによる幅のバラツキから起ったものである。基準面の削り残しおよび残寸から製材寸法を求めると、削り残し0%となる残寸は約

第5表 全幅に対する幅反りの矢高（計算値）

Table 5. Cup depth for planing (calculated value from formula 1').

寸法 Dimension	42 × 95	44 × 99	43 × 96	43 × 149
木取り Sawing pattern	心掛かり Flatsawn 1-side pith	心掛かり Flatsawn 1-side pith	心去り Flatsawn Without pith	心掛かり Flatsawn 1-side pith
平均値 (mm) Av.	0.77	0.83	0.82	1.24
90%上限 (mm) confidence limit	1.39	1.48	1.17	2.76

第6表 ねじれに対する厚さ歩増し量（計算値）

Table 6. Depth for planing without twist (calculated value from formula 2).

寸法 Dimension	89mm (人乾材公称寸法4in. KD nominal)			140mm(6in.)
木取り Sawing pattern	心掛かり Flatsawn 1-side pith	心去り Flatsawn Without pith	心持ち Boxed pith	心掛かり Flatsawn 1-side pith
平均値 (mm) Av.	4.07	1.94	6.15	4.37
90%上限 (mm) confidence limit	6.96	3.71	7.91	8.93

1.5mmではあるが、42×95心掛かりは残寸約0.5mmから適性製材寸法は94.5mmとなる。同様に44×99心掛かりは残寸3mmから96mmとなる。43×96心去りは残寸約1mmから95mmとなる。43×96心持ちは残寸2mmであり、94mmが適正寸法と考えられる。このうち一番大きいものを採用すると適正製材幅は204材96mmとなり、前述の推定値と一致する。

43×149心掛かりは残寸約1.5mmであり、したがって206材の製材幅は147.5mmとなる。この値は推定値より0.5mm大きい値となっている。これは曲がり影響したものと考えられる。

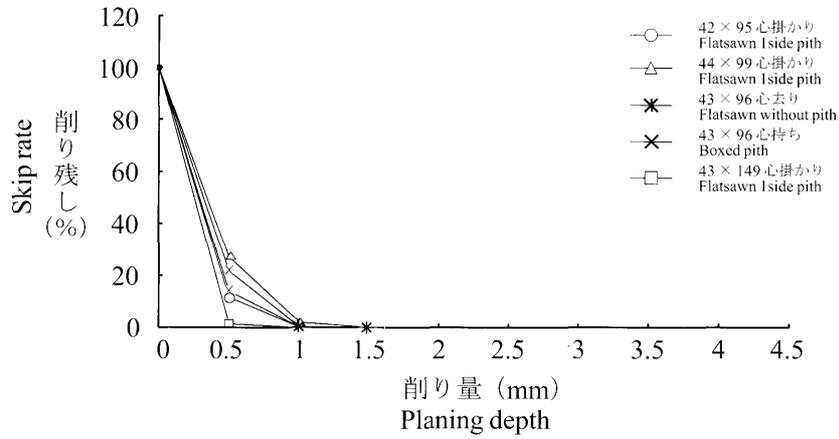
次に第4図に厚さ寸法に関する幅広基準面の鉋削による削り残しについて示す。基準面の決定は、材料の曲がりの凹側を側基準面に、曲がりのないものは幅反りの凹側を下基準になるように決めるが、心持ちを除きほとんどが木表面であった。ここでは基準面を木表、仕上げ面を木裏のものについて示す。

基準面は204材のうち心去りと心掛かりの切削量

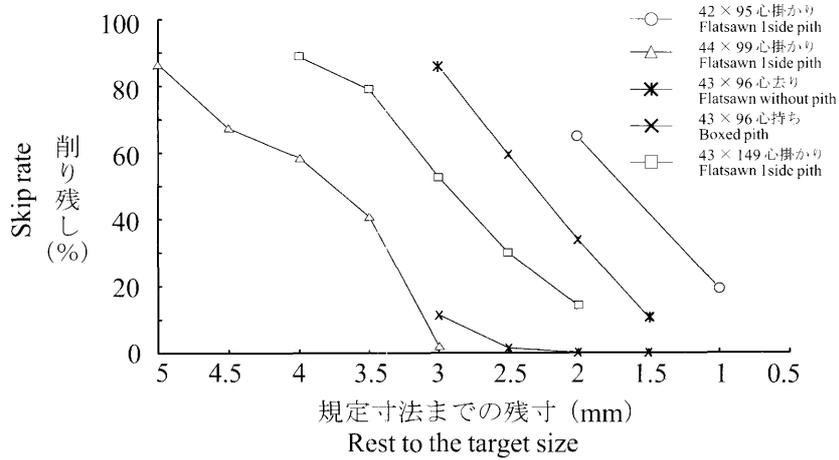
が2mmに対して206材は3mmとなる。これは幅反りの矢高から求めた値とほぼ一致し、ねじれから求めた鉋削量より小さくなっている。この原因として、ねじれはモルダの送りローラーによってねじれの少ない状態に押えられ鉋削されるためである。このことは、第7表の鉋削後の狂いにおいてねじれと縦反りは元の狂いの85%程度しか減少しておらず、送りローラーによって押えられて鉋削され、ローラーの圧から解放された段階で復帰していることと一致する。

基準面の適正鉋削量は204材心去り1.5mm、心掛かり2～2.5mm、心持ち3mm、206材心掛かり4mmとなる。

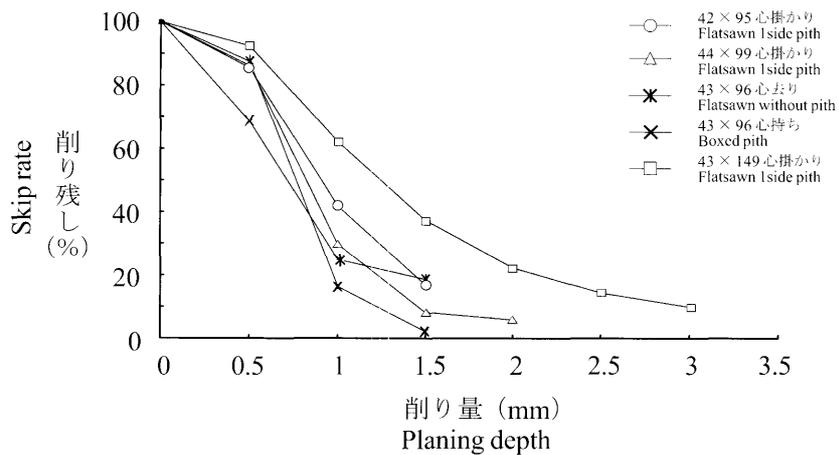
第5図に木裏仕上げ面における削り残しの変化を示す。第3図と同様に横軸は厚さ規定寸法38mmまでの残寸を示している。厚さ仕上げの場合も収縮のパラツキにより削り残しの減少の傾きが緩やかになっている。基準面の削り残しおよび残寸から製材寸法



第2図 基準側面の削り残しの変化  
Fig.2. Skip rate of side face.



第3図 側面仕上げ面の削り残しの変化  
Fig.3. Skip rate of another side face.



第4図 木表基準面の削り残しの変化  
Fig.4. Skip rate of table side face (bark side).

を求めると、削り残し0%となる残寸は約1.5mmではあるが、42×95心掛かりは基準面をあと1mm程度切削する必要がある、41.5mmとなる。同様に44×99心掛かりは残寸が約2.5mmであるが、基準面をさ

らに0.5mm切削する必要性から42mmとなる。43×96心去りは残寸約2mmから41mmとなる。43×96心持ちはねじれの影響で基準面の減少が鈍く、さらに1.5mm程度鉋削する必要がある。一方、仕上げ面

第7表 鉋削後の狂い  
Table 7. Warps after planing.

	ねじれ(%) Twist	縦反り(%) Bow	曲がり(%) Crook
平均 Av.	86.4	87.2	43.7

注：鉋削後／乾燥後×100  
Note : after/before × 100

における減少は直線的であり、残寸は2mmと考えられ、両者は相殺され42.5mmが適正寸法と考えられる。木取りによる製材寸法を考えない場合、心持ち木取りが最も大きい歩増しを必要となる。しかし、心持ち材はねじれが大きく鉋削してもねじれが残ることを考慮すると、商品価値は低い。この点から心持ちの中でねじれの大きいものは短尺材として利用すると考えた方がよい。次に大きい寸法を必要とする44×99心掛かりは残寸2mmから厚さ適正製材寸法は42mmとなる。

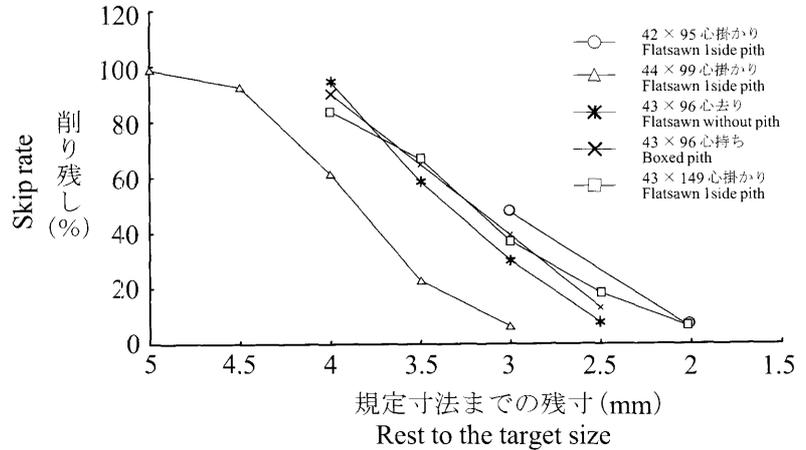
43×149心掛かりは残寸約1.5mm、基準面をさらに1mm程度切削する必要性から42.5mmとなる。

ここで前述した推定寸法と実際の鉋削で得られた適性製材寸法は一致せず、基準面では幅反りの矢高の値よりやや大きい値を示し、全体としては推定寸法より小さい寸法を示している。推定値は単純に収縮率による損失と幅反りによる損失を加えた値であるが、実際の鉋削では、狂いは送りローラーによりある程度矯正されながら鉋削されることで、収縮による損失に1mm(片面当たり0.5mm)程度の狂いや挽き肌による粗さ取りによる損失を見込んだ値になると考えられる。ただし、実際の鉋削深さは断面において材縁より中央が厚いため粗さ取りによる損失見込み1mmより大きい。

以上から小径木を用いてディメンション材を採材する場合、最低寸法は204材42×96mm, 206材42.5×147.5mmとなる。

#### 4. 結 論

径級14～18cmトドマツから枠組壁工法用の乾燥



第5図 木裏仕上げ面の削り残しの変化  
Fig.5. Skip rate of upside face (pith side).

材を得る場合の乾燥による収縮、鉋削仕上げによる損失量を求め、規定寸法に仕上げる際の製材時に必要な寸法についての検討を行った。

その結果、鉋削時の基準面(定規面)の切削量は204材で側面が1mm, 幅広面が2mm, 206材で側面1mm, 幅広面3mmであった。

また、製材寸法は204材が42×96mm, 206材が42.5×149mmという値が得られた。

しかし、上記の値では削り残しのないものばかりではなく、JASでは許容される範囲ではあるが、削り残し30%以下のものも出てくる。JASで許容されるが、日本国内における商取引上では削り残しをほとんど受け入れないようである。したがって、今回の数値は最低限度であり、実際の生産には製品価格、不良率と“はね材”の価格による経営的判断でプラスアルファが必要と思われる。

#### 文 献

- 1) N. N. Hsu; R. C. Tang : *Wood Science* 7(4), 298-307 (1975).
- 2) 野呂田隆史, 千葉宗昭 : 日本木材学会北海道支部講演集, No13, 40-43 (1981).

— 企画指導部 企画課 —

— \*1 : 道水産林務部 森林計画課 —

— \*2 : 技術部 製材科 —

(原稿受理 : 98.12.7)