

ツイン帯のご盤によるカラマツ梱包材 木取り試験

中 田 欣 作 平 川 幸 二

Sawing Japanese Larch Logs into Package Lumber with the Twin Band-carriage

Kinsaku NAKATA Koji HIRAKAWA

Japanese larch logs with 365 cm long were sawed into package lumbars with a twin band-carriage and a roller band-resaw. When the sawing methods were compared in point of the operation time and the volume yield, it was found that at the pillar, shokaku (having cross section 85 × 85 mm), sawing method the operation time by a log with the twin band-carriage and with the roller band-resaw were 107.1 seconds and 68.6 seconds respectively, and the volume yield was 59.1 %. In case of the 40-mm-stud, hirawari (40 × 85 mm), sawing method, the former was 83.1 seconds and 116.9 seconds, and the latter was 55.0 %. The former was 92.6 seconds and 150.4 seconds, and the latter was 57.7 % at the 25-mm-stud (25 × 85 mm) sawing method.

Synthesizing the experiment results, it seemed that the pillar sawing method was the best, followed by the 40-mm-stud sawing method and the 25-mm-stud sawing method in order. It was also found that in each of the stud sawing method, two-side cutting of flitches with the twin band-carriage was better than their one-side cutting.

By measuring the operation time of the two machines according to grouping the operation details, an annual output (based on the log volume) of package lumbars according to different combinations of the machines was estimated to be as follows.

$$\begin{aligned}1 (\text{twin}) + 1 (\text{roller}) &= 8,400\text{m}^3 \\1 (\text{twin}) + 2 (\text{roller}) &= 12,500\text{m}^3 \\1 (\text{twin}) + 3 (\text{roller}) &= 16,700\text{m}^3\end{aligned}$$

カラマツ梱包材木取りについて、ツイン帯のご盤と自動ローラ帯のご盤を用いて製材を行った。木取り方法の違いによる作業時間と製品歩留まりの違いを比較したところ、正角（断面寸法85×85mm）木取りでは丸太1本当たりのツイン帯のご盤と自動ローラ帯のご盤での作業時間はそれぞれ107.1秒と68.6秒、製品歩留まりは59.1%となり、40mm平割り（40×85mm）木取りでは作業時間は83.1秒と116.9秒、製品歩留まりは55.0%、25mm平割り（25×85mm）木取りでは作業時間は92.6秒と150.4秒、製品歩留まりは57.7%となった。これらを総合すると、正角木取りが最も優れており、次いで40mm平割り木取り、25mm平割り木取りの順となった。また、平割り

木取りにおいてはタイコ材を片面鋸断するより両面鋸断する方が優れていた。

各機械の作業時間を作業内容的に区分して測定することにより、機械の台数の組み合わせの違いによる年間生産能力（原木消費量）の推定を行うことができた。

ツイン1台+自動ローラ1台=8,400m³

ツイン1台+自動ローラ2台=12,500m³

ツイン1台+自動ローラ3台=16,700m³

1. はじめに

最近の製材用原木は大径良質なものを径級20~40cm程度の中大径低質なものと変化し、特にカラマツ・トドマツでは中小径低質なものが今後共に多いと考えられる。現在、中小径材の製材用に開発されたツイン帯のこ盤を導入して生産工程の改善を図る工場が増えつつあるが、比較的経験が浅いためにひき材全般にわたる検討がなされていないのが現状である。

そこで、カラマツ梱包材木取りについて、大割り工程はツイン帯のこ盤、小割り工程は自動ローラ帯のこ盤とした場合に、木取り方法の違いにより作業時間、歩留まりがどう変化するのか、また、上記の2つの機械が能率良く稼働すると、どれだけの生産能率が期待できるのかを検討した。

なお、本試験の概要を第19回日本木材学会北海道支部大会（昭和61年10月、札幌市）で報告した。

2. 試験方法

2.1 製材機械

当試験場の1,100mm送材車付きツイン帯のこ盤及び1,100mm自動ローラ帯のこ盤を使用し、ツイン帯のこ盤で大割りを、自動ローラ帯のこ盤で小割りをを行った。

2.2 使用原木

第1表に示すように、末口径13~24cm（13, 14, 16, 18, 20, 22, 24cm）のカラマツ中小径材を各丸太径級50本ずつ合計350本（43,900m³）を使用した。丸太の材長はすべて3.65mである。

2.3 木取り方法

カラマツ梱包材としての製品寸法は第2表のとおり5種類であり、各丸太径級ごとに第1図のように5つの異なった木取りパターンで製材を行った。例として

第1表 使用したカラマツ丸太

径級 (cm)	末口径 (cm)	元口径 (cm)	曲がり (cm)	曲がり (%)
13	13.7	16.1	2.3	17.7
14	15.7	18.3	2.5	17.9
16	17.4	20.2	3.0	18.8
18	19.1	22.3	2.8	15.6
20	21.2	24.2	2.8	14.0
22	22.8	27.0	3.0	13.6
24	25.7	31.3	3.8	15.8
平均	19.4	22.8	2.9	16.2

第2表 カラマツ梱包材の製品寸法

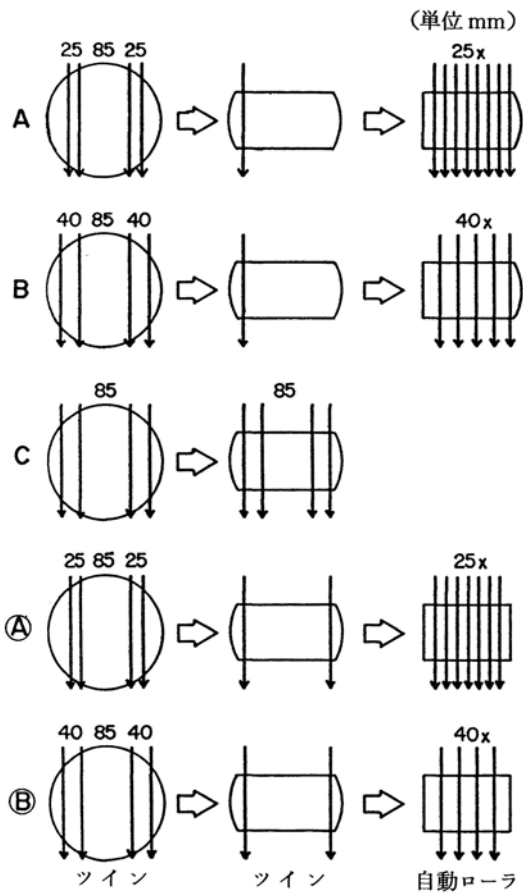
材種	厚さ (mm)	幅 (mm)	長さ (m)
正角	85	85	3.65, 2.73, 1.82, 0.91
平割り	40	"	" , " , " , "
"	25	"	" , " , " , "
板	20	"	" , " , " , "
"	12	"	" , " , " , "

丸太径級20cmにおける木取りパターンを第2図に示す。パターンA, ㊤は厚さ25mmの平割りを主体とした木取り方法（以下25mmとする）、パターンB, ㊤は厚さ40mmの平割りを主体とした木取り方法（以下40mm）、パターンCは中心で心持ち正角1丁を採材する木取り方法（以下正角）である。ここで、パターンA, Bとパターン㊤, ㊤の違いは、ツイン帯のこ盤での大割り工程の際に、タイコ材のひき材において前者は左側1面のみの鋸断を行い（以下片面鋸断）、後者は両面の鋸断を行う（以下両面鋸断）というものである。

2.4 作業時間の測定方法

作業時間はツイン帯のこ盤と自動ローラ帯のこ盤についてそれぞれ別個に測定した。

ツイン帯のこ盤では丸太1本ごとに作業時間の測定



第1図 カラマツ梱包材の木取りパターン

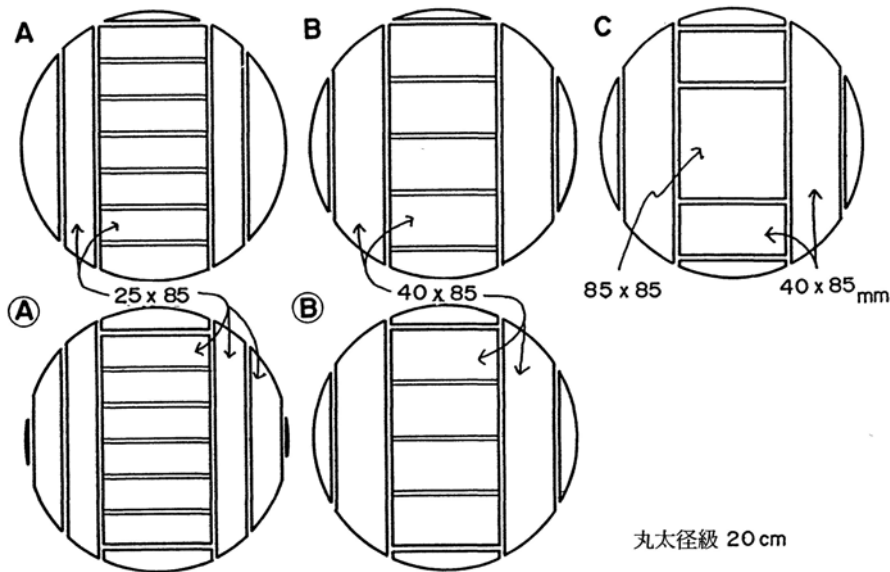
を行った。項目は第3表に示すように、総作業時間、鋸断時間及び鋸断回数、材扱い時間として木のせ時間、木返し時間、木落とし時間である。

自動ローラ帯のご盤では各丸太径級のパターンごと（丸太10本分）に第3図に示す鋸断作業内容の違いにより材料を分類して作業時間の測定を行った。項目は

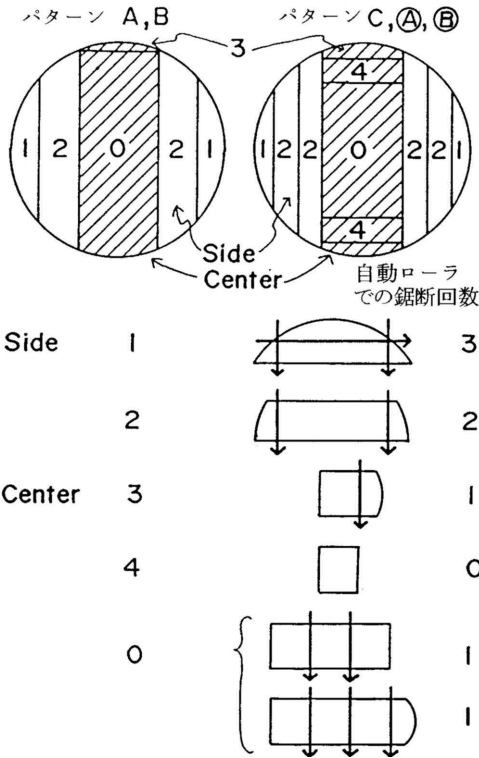
第3表 ツイン帯のご盤の作業時間測定項目

総作業時間	丸太1本に要する時間
鋸断時間	実際に鋸断を行っている時間
木のせ時間 ^{a)}	丸太が原木デッキから落ち始めてから、木のせ・心出し作業を行い、送材車が動き出すまでの時間
木返し時間 ^{a)}	送材車が所定の位置まで後退して停止してから、木返し作業を行い、再び送材車が動き出すまでの時間
木落とし時間 ^{a)}	送材車が所定の位置まで後退して停止してから、木落とし作業を行い、次の丸太が原木デッキから落ち始めるまでの時間
その他の時間 ^{b)}	上記のいずれにも該当しない時間（測定はしない）

注 a) 材扱い時間……送材車が所定の位置に停止している時間で、木のせ・木返し・木落とし時間の合計
 b) その他の時間…送材車が前進・後退して鋸断を行っていない時間で、所定の位置以外で停止している時間も含まれる



第2図 丸太径級 20 cm の木取りパターン



第3図 鋸断作業内容の違いによる分類

第4表 自動ローラ帯のご盤の作業時間測定項目

総作業時間	—— 全体の時間
鋸断時間	—— 実際に鋸断を行っている時間
材扱い時間	—— 作業者が主材料に触れている時間で、鋸断している時間を除く 腹押し作業者と先取り作業者に分ける

図に示す。丸太径級が大きくなるに従って、材扱い時間はほぼ一定であるが、鋸断時間とその他の作業時間はほぼ比例して増加し、総作業時間も同様に増加している。これは、材扱時間は丸太径級や木取り方法に関係なく丸太1本についてそれぞれ1回でほぼ一定の時間がかかるが（平均で木のせ17.0秒、木返し14.4秒、木落とし6.5秒）、鋸断時間とその他の作業時間は鋸断回数の増加に伴って増加するためである。

総作業時間に占める個々の作業時間の比率を第5図に示す。丸太径級が大きくなるに従って、材扱い時間の比率は徐々に低下し、鋸断時間とその他の作業時間の比率は逆に徐々に増加する。全体では、鋸断時間は27.0%と約1/4しか鋸断を行っていないが、逆に材扱時間は41.3%と半分近くになっている。送材車の動きで見ると、動いている時間（鋸断時間とその他の作業時間）と停止している時間（材扱い時間）はそれぞれ58.6%と41.3%となり、動いている時間の方が少し

第4表に示すように、総作業時間、鋸断時間及び鋸断回数、腹押し作業者及び先取り作業者の材扱い時間である。

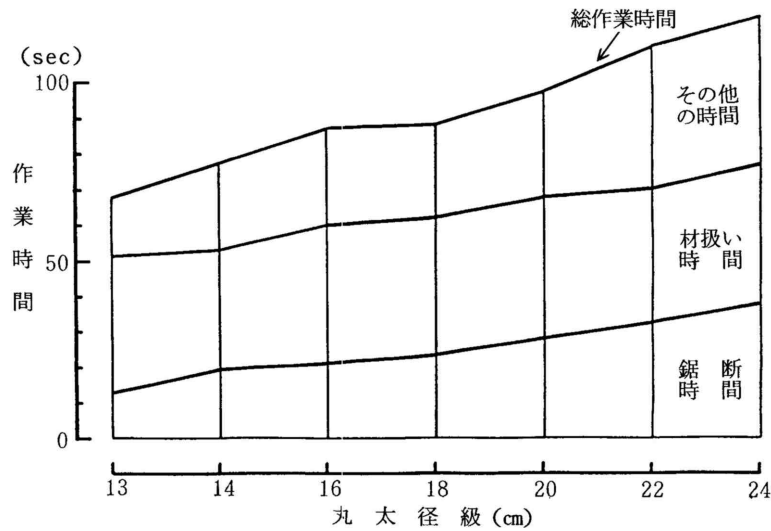
2.5 製品歩留まりの測定方法

製品歩留まりは、自動ローラ帯のご盤での作業時間の測定に用いた第3図の分類ごとに、各丸太径級の木取りパターンごと（丸太10本分）に測定を行った。

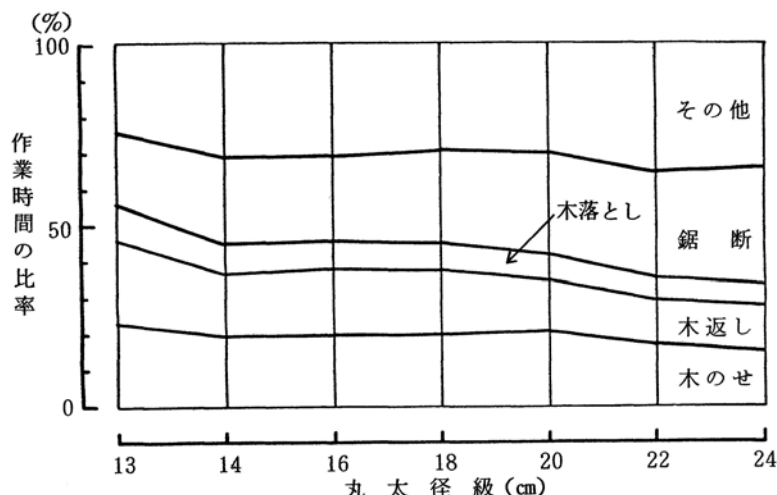
3. 木取り方法の違いによる結果と考察

3.1 ツイン帯のご盤での作業時間

丸太径級ごとのツイン帯のご盤での作業時間を第4



第4図 丸太径級ごとのツイン帯のご盤の作業時間



第5図 ツイン帯のご盤の作業時間の内訳

一定で44.9%とツイン帯のご盤に比べてかなり高くなっており、自動ローラ帯のご盤は非常に鋸断効率の良い機械といえる。また、腹押し及び先取り作業者の作業時間は、丸太径級が大きくなると前者は一定で後者は若干減少して、平均では72.2%と49.2%となっており、いずれもかなり忙しい作業であることがわかる。

多い事がわかる。

木取りパターンによる比較では第5表に示すように、鋸断回数に関係で40mm, 25mm, 正角の順に総作業時間が長くなる。また、タイコ材の鋸断方法の違いではその差がない。

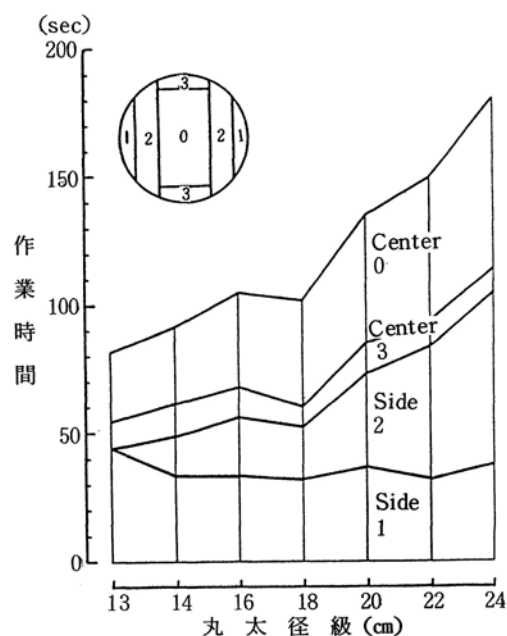
第5表 木取りパターン別のツイン帯のご盤の作業時間

木取りパターン	総作業時間 (sec)	鋸断回数 (回)	鋸断時間 (sec)	材扱い時間 (sec)	その他時間 (sec)
A(25mm)	89.4	3.0	23.3	39.0	27.1
Ⓐ(〃)	95.8	3.4	26.5	37.0	32.4
B(40mm)	88.9	2.9	22.4	41.5	25.0
Ⓑ(〃)	77.2	2.6	20.2	36.1	20.1
C(正角)	107.1	4.3	31.9	35.7	39.5
平均	91.7	3.2	24.8	37.9	29.0

3.2 自動ローラ帯のご盤での作業時間

自動ローラ帯のご盤での作業時間は第6図に示すように、ツイン帯のご盤と同様に、丸太径級が大きくなると総作業時間は増加する。これは、丸太径級に比例して小割りを行う材料が増え鋸断回数が増加するためであり、同様に鋸断時間、腹押し及び先取り作業者の作業時間も増加する。第3図における材料部分別に作業時間を見てみると、丸太径級が大きくなると2部分と0部分の作業時間が増加し総作業時間が増加する。

総作業時間に対するそれぞれの作業時間の比率を見てみると、鋸断時間は丸太径級が大きくなってもほぼ



第6図 丸太径級ごとの自動ローラ帯のご盤の作業時間

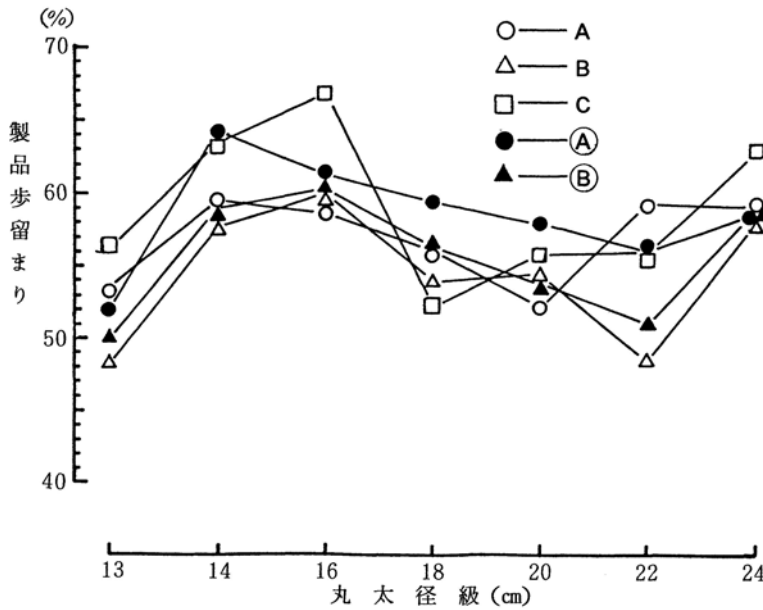
木取りパターンによる比較では第6表に示すように、採材する製品寸法が小さいほど鋸断回数が多く、正角、40mm, 25mmの順に総作業時間が長くなる。また、第3図のCenter部分で比較すると、片面鋸断より両面鋸断の方が鋸断回数が少ないので短くなる。

3.3 製品歩留まり

丸太径級ごとの歩留まりを第7図に示す。全体の歩留まりは56.9%と梱包材としては平均的な値であり、

第6表 木取りパターン別の自動ローラ帯のご盤の作業時間

木取りパターン	総作業時間 (sec)	鋸断回数 (回)	Side部分時間 (sec)	Side部分回数 (回)	Center部分時間 (sec)	Center部分回数 (回)
A (25mm)	165.2	17.9	76.2	10.8	89.0	7.1
Ⓐ(〃)	135.5	17.1	67.6	10.8	68.0	6.3
B (40mm)	126.4	13.5	62.1	8.1	64.4	5.3
Ⓑ(〃)	107.3	12.9	64.5	8.6	42.9	4.3
C (正角)	68.6	10.0	59.8	8.8	8.8	1.2
平均	120.6	14.3	66.1	9.4	54.5	4.8



第7図 丸太径級ごとの製品歩留まり

第7表 木取りパターン別の製品歩留まり

木取りパターン	製品歩留まり			材長別の比率			
	合計 (%)	Side部分 (%)	Center部分 (%)	3.65m (%)	2.73m (%)	1.82m (%)	0.91m (%)
A	56.9	18.2	38.7	77.8	9.7	7.2	5.3
Ⓐ	58.5	19.3	39.3	79.0	10.0	5.1	5.9
B	54.4	16.6	37.8	72.0	12.4	8.2	7.5
Ⓑ	55.6	16.6	39.0	76.7	12.7	4.7	5.9
C	59.1	18.4	40.7	77.0	9.1	7.0	6.9
平均	56.9	17.8	39.1	76.5	10.8	6.3	6.3

径級14, 16, 24cmでは約60%と高く、その他の径級では50~60%と低くなっている。

木取りパターンによる比較では第7表に示すように、

正角, 25mm, 40mmの順に低くなる。これは、正角は鋸断回数が少なくのかくずの割合が少なくなるので最も高くなり、平割り木取りは丸太と同じ材長 (3.65m) の製品の割合が25mmの方が若干多いためである。なお、全体では3/4の製品が丸太と同じ材長に採材できる。また、片面鋸断と両面鋸断では後者の方が少し高い。

3.4 木取り方法の違いによるまとめ

木取り方法の違いによる作業時間及び製品歩留まり

の比較を第8表に示す。製品寸法の違いによる比較では、作業時間はツイン帯のご盤では40mm, 25mm, 正角の順に長くなり、自動ローラ帯のご盤では正角, 40mm, 25mmの順に長くなり、製品歩留まりは正角, 25mm, 40mmの順に低くなる。また、タイコ材の鋸断方法の違いによる比較では、作業時間はツイン帯のご盤では差がなく、自動ローラ帯のご盤では両面鋸断の方が短くなり、製品歩留まりは両面鋸断の方が高くなる。

総合すると、正角木取り

が最も優れており、次いで40mm平割り木取り, 25mm平割り木取りの順となり、平割り木取りにおいてはタイコ材は片面鋸断より両面鋸断の方が優れていることがわかった。

第8表 木取りパターン別のまとめ

木取りパターン	作業時間		製品歩留まり
	ツイン	自動ローラ	
A, Ⓐ(25mm)	△	×	△
B, Ⓑ(40mm)	○	△	×
C (正角)	×	○	○
A, B (片面鋸断)	△	×	×
Ⓐ, Ⓑ(両面鋸断)	△	○	○

注) ○ 良い △ 普通 × 劣る

4. 機械の組み合わせによる生産能力の推定

4.1 鋸断モデルの作成

実測した作業時間では、ツイン帯のこ盤と自動ローラ帯のこ盤の作業時間の比（自動ローラ／ツイン）は、最小は0.35とツイン帯のこ盤の方が長いものから2.39と自動ローラ帯のこ盤の方が2倍以上長いものまで様々であり、平均値は1.32であった。概して、この比が大きいものほどツイン帯のこ盤の作業時間が短く生産能力が高くなる。

ここで、ツイン帯のこ盤と自動ローラ帯のこ盤を組み合わせた場合の生産能力の推定を行うためには、作業時間の比は整数倍（1, 2, 3, …）とならなければならないが、実測値は実数となるので単純には推定を行うことができない。

そこで、各丸太径級ごとにX-Yで示す鋸断モデルを作成し、それぞれの帯のこ盤の作業時間の推定を行った。ここで、X-Yとはツイン帯のこ盤で前半X回、後半Y回の鋸断を行うことを意味する。

4.2 鋸断モデルでのツイン帯のこ盤の作業時間

ツイン帯のこ盤の作業時間は、木のせ作業から木返し作業の直前までを前半、木返し作業から木落とし作業までを後半とした。つまり、前半に含まれる作業は木のせ・鋸断・その他であり、後半は木返し・鋸断・その他・木落としとなる。

丸太径級ごとのツイン帯のこ盤の作業時間を第9表に示す。これは実測値をもとにして修正を加えてあり、木返し以外の作業時間は丸太径級が大きくなると少しずつ増えていく。

各種の鋸断モデルに対応した作業時間は、表中の数値をもとに計算することができる。鋸断モデルが1-1（鋸断回数が前半1回、後半1回）では、前半は木のせ・鋸断・その他のそれぞれ1回の時間の合計であり、後半は同様に木返し・鋸断・その他・木落としのそれぞれ1回の時間の合計である。そして、鋸断回数が増えれば前半、後半共に鋸断・その他の時間が加算されていく。また、「X-0ではタイコ落としだけを行い、後半は木落としの時間のみとなる。

4.3 鋸断モデルでの自動ローラ帯のこ盤の作業時間

自動ローラ帯のこ盤の作業時間は、ツイン帯のこ盤より出てきた材料の小割りを行うので、ツイン帯のこ盤の前半に対応するのは第3図のSide部分（1, 2部分）であり、後半に対応するのはCenter部分（3, 0部分）である。

丸太径級ごとの自動ローラ帯のこ盤の作業時間を第10表に示す。これは、実測値をもとにして修正を加えてあり、Side部分は実測値の中で最も短時間のものであり、Center部分ではX-0は0部分の鋸断回数を1回多くしたパターンBを用い、X-1からX-3についてはパターン④そのままか0部分の鋸断回数を順次減らしたパターン⑤あるいはパターンCを用いた。このようにして、最終的にはできる限り短時間となるようにした。

4.4 生産能力の推定

鋸断モデルごとのツイン帯のこ盤と自動ローラ帯のこ盤の作業時間を第8図に示す。一般的に、ツイン帯のこ盤での鋸断回数が少ないと作業時間はツイン帯の

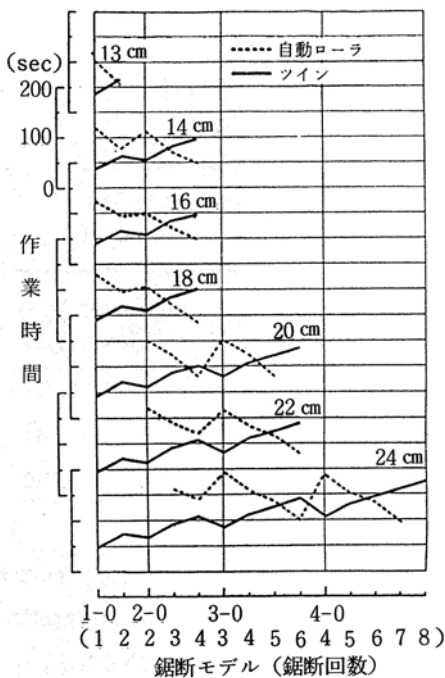
第9表 ツイン帯のこ盤の所要時間

丸太径級 (cm)	合計 (sec)	前半の作業時間				後半の作業時間				
		木のせ (sec)	鋸断 (sec)	その他 (sec)	小計 (sec)	木返し (sec)	鋸断 (sec)	その他 (sec)	木落とし (sec)	小計 (sec)
13	64.3	15.2	6.8	9.5	31.5	12.8	6.7	6.9	6.4	32.8
14	65.0	15.6	7.0	9.5	32.1	12.8	6.8	6.9	6.4	32.9
16	66.4	16.2	7.5	9.6	33.3	12.8	6.8	7.0	6.5	33.1
18	68.0	16.9	8.0	9.7	34.6	12.8	6.9	7.2	6.5	33.4
20	69.4	17.6	8.5	9.8	35.9	12.8	6.9	7.3	6.5	33.5
22	70.9	18.3	8.9	9.9	37.1	12.8	7.0	7.4	6.6	33.8
24	72.4	19.0	9.4	10.0	38.4	12.8	7.1	7.5	6.6	34.0
平均	68.1	17.0	8.0	9.7	34.7	12.8	6.9	7.2	6.5	33.4

第10表 自動ローラ帯のご盤の所要時間

丸太径級 (cm)	Side 部分の作業時間					Center 部分の作業時間				
	0-Y (sec)	1-Y (sec)	2-Y (sec)	3-Y (sec)	4-Y (sec)	X-0 (sec)	X-1 (sec)	X-2 (sec)	X-3 (sec)	X-4 (sec)
13	-	38.7	-	-	-	63.6	15.1	-	-	-
14	-	48.1	41.9	-	-	69.6	27.1	8.5	-	-
16	-	57.7	33.6	-	-	65.0	35.4	14.8	-	-
18	-	57.8	33.2	-	-	70.4	37.3	3.1	-	-
20	-	-	66.6	69.1	-	82.3	54.5	11.4	-	-
22	-	-	79.8	76.2	-	88.2	57.7	38.8	3.6	-
24	-	-	98.5	93.7	89.9	102.3	63.5	43.3	4.9	-

注) - は計算不能



第8図 鋸断モデルごとのツイン及び自動ローラ帯のご盤の作業時間

した。

ここで、作業時間の比が1であるとは、機械構成がツイン帯のご盤1台と自動ローラ帯のご盤1台で各々の作業時間のつり合いがとれているということであり、したがって比が2であるとはツイン帯のご盤1台と自動ローラ帯のご盤2台を組み合わせた場合の生産能率ということになる。同様に比が3であるとは、自動ローラ帯のご盤が3台である。

そこで、ツイン帯のご盤1台と自動ローラ帯のご盤が1台から3台の組み合わせについて、年間の生産能力(原木消費量)の算定を行ったのが第11表である。この生産能力の算定に当たって、1年間の稼働日数は281.4日、1日の稼働時間は7.86時間、したがって1年間の稼働時間は2,212時間として計算を行った¹⁾。さらに、作業時間の測定はある程度短時間の作業(丸太1本分に要した作業)をベースとしているので、本格的な生産活動を想定すれば機械トラブルなどの各種要因により機械が停止することを考慮して、最終的に生産能力を2割落とした値(×0.8)を妥当であると考えた。

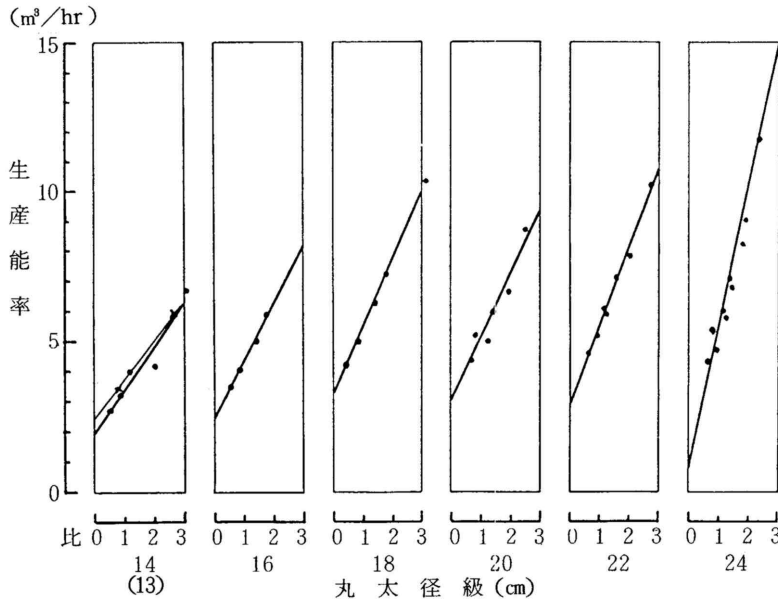
このようにして計算した結果、丸太径級が13~24cmのカラマツから梱包材を採材する場合は、ツイン帯のご盤1台と自動ローラ帯のご盤1台の組み合わせでは年間の生産能力は8,400m³、同様に1台と2台では12,500m³、1台と3台では16,700m³となる。

5. まとめ

カラマツ梱包材木取りについてツイン帯のご盤と自動ローラ帯のご盤を用いた結果、木取り方法の違いで

ご盤では短く自動ローラ帯のご盤では長い、鋸断回数が増加するとツイン帯のご盤は増加し自動ローラ帯のご盤は減少し、両者の差は逆転する。

ツイン帯のご盤と自動ローラ帯のご盤の作業時間の比は、0.36~3.12と実数値となり、必ずしも必要な整数値とはならない。そこで、第9図に示すように、各丸太径級ごとに作業時間の比とツイン帯のご盤での生産能率(1時間当たりの原木消費量)にはほぼ直線的な関係があるので、最小2乗法により1次回帰直線を求め、作業時間の比が1, 2, 3での生産能率を算出



第9図 鋸断モデルでの作業時間の比と生産能力の関係

第11表 年間生産能力の推定

ツイン帯のご盤	自動ローラ帯のご盤	作業時間の比	丸太径級ごとの生産能力							
			13cm (m³)	14cm (m³)	16cm (m³)	18cm (m³)	20cm (m³)	22cm (m³)	24cm (m³)	平均 (m³)
1台	1台	1	6,510	5,995	7,731	9,729	9,053	9,786	9,766	8,367
1 "	2 "	2	8,811	8,581	11,175	13,709	12,876	14,429	18,209	12,541
1 "	3 "	3	11,111	11,168	14,619	17,689	16,698	19,073	26,652	16,716

は正角木取りが最も優れており、次いで40mm平割り木取り、25mm平割り木取りとなり、平割り木取りにおいてはタイコ材は両面鋸断の方が優れていることがわかった。

なお、実際の工場においては要求される製品を主体として採材するために、単に作業時間や製品歩留まりが良いという理由だけですべてが決定されないと思われる。

また、作業時間を作業内容別に区分して測定することにより、ツイン帯のご盤と自動ローラ帯のご盤の組み合わせによる年間の生産能力の推定を行うことができた。今回検討しなかった他の木取り方法や、他の製材機械・新鋭のツイン帯のご盤を使用する場合も、同様な作業時間の測定を行えば生産能力の推定は可能である。ただし、ツイン帯のご盤のような大割り機械については鋸断回数がわかればかなり正確な所要時間の

推定ができるが、自動ローラ帯のご盤のような小割り機械については採材する製品寸法が違えば作業時間はかなり変化し所要時間の推定は少し難しくなる。

今後は、マイクロコンピュータを使用して製材工場に必要な諸問題の広範な検討をすることが必要となるであろう。

最後に、製材作業ならびに測定を行っていただいた製材試験科の皆さんに感謝いたします。

文 献

- 1) 北海道における製材機械の最近の動向：北海道林務部及び北海道立林産試験場，昭年59年11月

- 試験部 製材試験科 -
(原稿受理 昭和61.11.20)