

分業化の問題等、種々の悪条件によって妨げられているためでもある。

しかしながら、本項で荒廃危険地判定法を実施し、種々のリモート・センシング技術を駆使して成果を上げたことは、今後これらの手法を、他地域に拡大したり、新手法への応用を試みて行くことによって、リモート・センシングの活用範囲が広く普及できる可能性を秘めるに至った。

また、元来判読技術の向上には多くの経験を必要とするものであり、その点でも本手法の応用拡大が望まれ、このことによって一般研究者のリモート・センシング技術の理解も増すはずである。そうした理解者の拡がりによって、撮影システムも改善の方向に向うことも考えられる。

④ 多目的活用データの蓄積

本項の目的は、リモート・センシング技術の向上と、その技術を分析手法へ利用することの他に、その技術で得られたデータの多目的な活用を可能にするためのデータ管理システムの確立をめざすものであった。

その第 1 は、メッシュ法によるデータ管理であり、これは一応、1ha 単位の情報を最小単位として管理・蓄積できる体制を築いた。

さらに、400 ha メッシュをコード化したので例えば、将来、1ha メッシュデータを統計処理して 400 ha メッシュ毎に何らかの形でひとつの情報表現とすれば、サンパウロ全州、あるいはブラジル全域の統計データとなりうる。また広い範囲の統計値を短期に必要とされる場合でも、400 ha メッシュ毎のサンプル情報も併用できる。さらにこれらの管理情報と地球探査衛星情報の組合せによって、統計情報の変化を、全国的規模で迅速に把握することも可能となる。

その第 2 には、地形解析法に用いられるデータ蓄積の面的拡大作業が重要であると考えられる。本項で確立した地形解析法の最大の利点は、扱われるデータが恒久的で、一度蓄積されれば、半永久的にその使用が可能であるということであり、その活用法の拡大開発は将来の課題ではあるが、少なくとも現時点でも、すでに種々の分布図の作成が考えられる。

したがって、一方でリモート・センシング技術の向上に努め、その活用範囲を広めて行きながら、他方で地形解析法の標高データの蓄積を続けて行くならば、将来これらがブラジルにとって大きな財産になることを確信する。

IV-4-2. 数量化Ⅱ類による荒廃の要因解析法

(1) 目的

本項では、荒廃の要因解析のために作成した数量化Ⅱ類のプログラムの利用方法を中心に述べる。数量化Ⅱ類は籤尺度で観測される特性（外的基準）を他の要因項目を用いて分

類しようとする手法であり、各要因項目をカテゴリーとして扱えるため、林業研究の分野で広く利用できる手法である。基本的な計算部分は、林業試験場電算機プログラミング報告(11)の「数量化(Ⅱ型)」(川端幸蔵)を用いている。なお、要因項目として、メッシュの傾斜角、傾斜方位、局所地形を用いる場合に、計算処理によって標高データから、それらを求める地形解析法プログラム(V-1-2-3-⑤)の使用方法等も説明している。

(2) 数量化Ⅱ類のための前処理

数量化Ⅱ類の処理フローを図Ⅳ-47に示す。

① データの収集・整理

必要な要因項目を写真判読、地形図読み取り等によりメッシュごとに収集、整理する。今回の作業では、メッシュの大きさは100mとしたが、対象地域に応じて大きさを決定すればよい。本数量化Ⅱ類プログラムでは、四角形領域を対象とするが、収集・整理するデータは図Ⅳ-48に示すように、解析対象メッシュの分だけでよい。

② フロッピーのデータ入力

森林院のフロッピーデータエントリシステムを用いて、(1)で収集、整理したデータを入力する。入力するデータフォーマットを図Ⅳ-49に示す。

③ ファイルコンバート

森林院のFACOM 230-28のファイルコンバートユーティリティにより、フロッピーディスク内のデータファイルを、FACOMのディスク(DP-D2)に格納する。

④ 項目別データファイルの作成

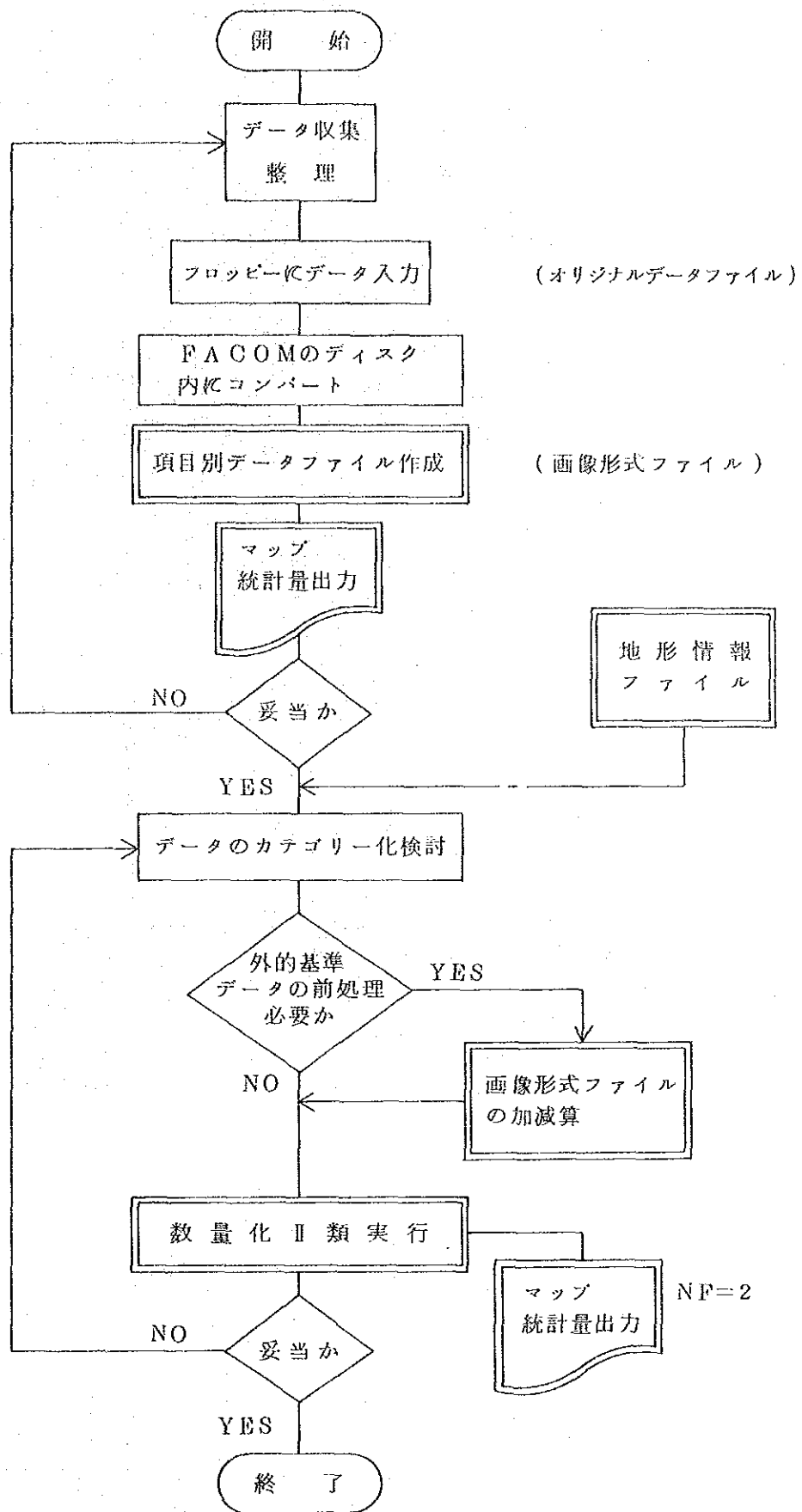
本数量化Ⅱ類プログラムは先に述べたように、四角形領域を対象とし、各項目データは画像形式ファイルと呼ぶファイル(図Ⅳ-50参照)に格納されているものを取扱う。今回作成したファイルの大きさは、ライン数100で、カラム数60である。各データは2バイトで書かれている。以後のすべてのプログラムは、この形式のファイルを用いている。なお、ファイルの大きさを変更する場合には、各プログラムのFILES文を変更すればよい。ただし、レコード長は最大100としている。

⑤ マッピングおよび統計量出力

画像形式ファイルの内容を画像的に出力し、データの出現頻度を得る。これによってデータの確認を行なう。この処理は、画像形式ファイルのデータ確認のためにしばしば利用される。

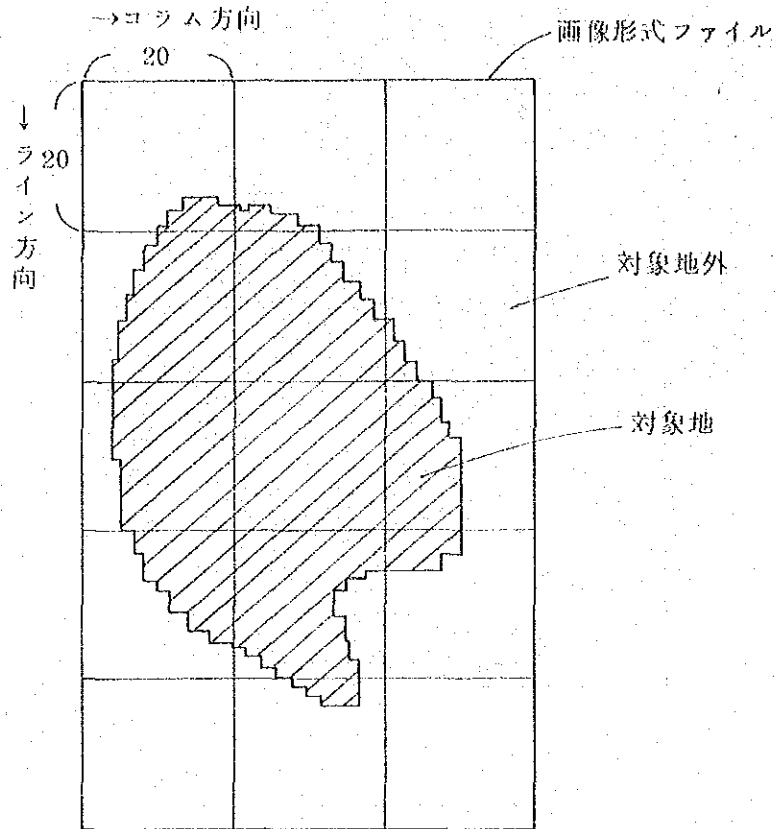
⑥ データのカテゴリー化


数量化Ⅱ類で使用する各項目ごとのカテゴリー化を、⑤で得られた「データの出現頻度表」を用いて検討する。本数量化プログラムで使用できるカテゴリー数は、1項につき最大20カテゴリー、総合計41カテゴリーである。この制限を満たす範囲内で、各項目のカテゴリー化を考える必要がある。

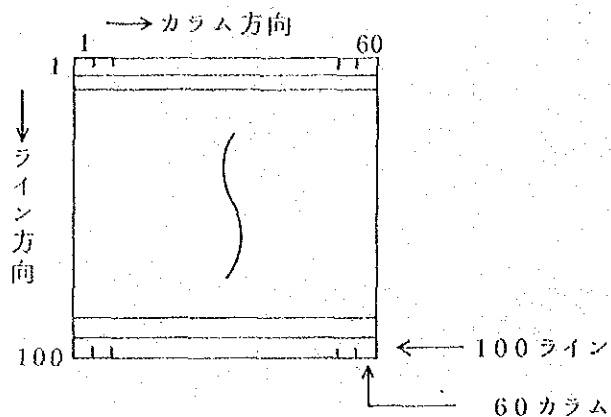


図Ⅳ-47 数量化Ⅱ類処理フロー

図Ⅱ-48 対象地と入力データ



 が対象域である場合は、その部分のデータのみを整理し、フロッピーディスクに入力すればよい。ただし、ファミコンのディスク上では 20ライン×20コラムを単位とする画像形式データファイルが作成される。(対象地外のメッシュはマスクされるため実際の計算処理は行なわれない)



書式なし (RECFM=V, RL=130, BL=768)

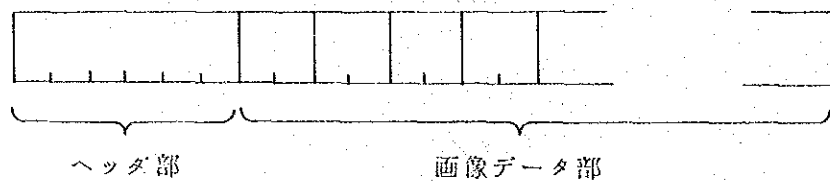


図 IV-50 数量化Ⅱ類のためのデータフォーマット
(画像形式ファイル)

注 今回作成したプログラムで使用される画像形式ファイルの大きさは、すべて (RECFM=V, RL=130, BL=768) である。その他の大きさのファイルを使用する時は、すべてのプログラムの FILES 文を変更する必要がある。

⑦ 新しい外的基準ファイルの作成

外的基準データが、2つの画像形式ファイルの加減算によって求められる場合に用いる。

IV-4-2-(3) 数量化Ⅱ類プログラム

数量化Ⅱ類では、要因項目と外的基準のデータはともにカテゴリとして取扱われ、図IV-51に示すような反応パターン表によって各メッシュごとのデータが表現される。この反応パターン表をもとに、外的基準を説明するためのスコアの値 x_{jk} を各要因項目のカテゴリごとに求める。この時、スコアの線型和によってそのグループを推定することができるものとする。つまり、下記の式をもとに、外的基準を説明する値 α_i が求められるものとする。

$$\alpha_i = \sum_j \sum_k \delta_i(jk) x_{jk}$$

ここで

$\delta_i(jk) = 1$ データ i が j 項目 k カテゴリに反応するとき

$= 0$ そうでないとき

x_{jk} j 項目 k カテゴリに与えるべき点数(スコア)

いま、この α_i に関して、 σ_b^2 をグループ間の分散とすると、相関比 y^2

$$y^2 = \frac{\sigma_b^2}{\sigma^2}$$

ここで

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_i^2 - \bar{\alpha}^2$$

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_j \sum_k \delta_i(jk) x_{jk}$$

を考える。 y^2 が大であるということは、グループの判別の効果がある、すなわち反応パターンが外的基準をよく表現しているということになる。

そこで、 j 項目 k カテゴリに与えるべき点数 x_{jk} を y^2 が最大になるように考えるならば、よく分類を表現することのできる数量化ができるということになる。

なお、1次元の数量化でうまくいかない場合は、外的基準が多次元の場合と判断し、分類する。

数量化Ⅱ類で推定されたグループ番号は、画像形式ファイルに出力される。外的基準ファイルとこの推定されたグループのファイルを用いて、「マッピングおよび統計量出力」のプログラムを実行する。2けたの数字で出力して、左のケタが原データ、右のケタが推定データを表わす図面ができる。この出力を見て、推定の妥当性を検討する。

なお、算出されたスコアとグループの推定法の関係を図IV-52に示す。

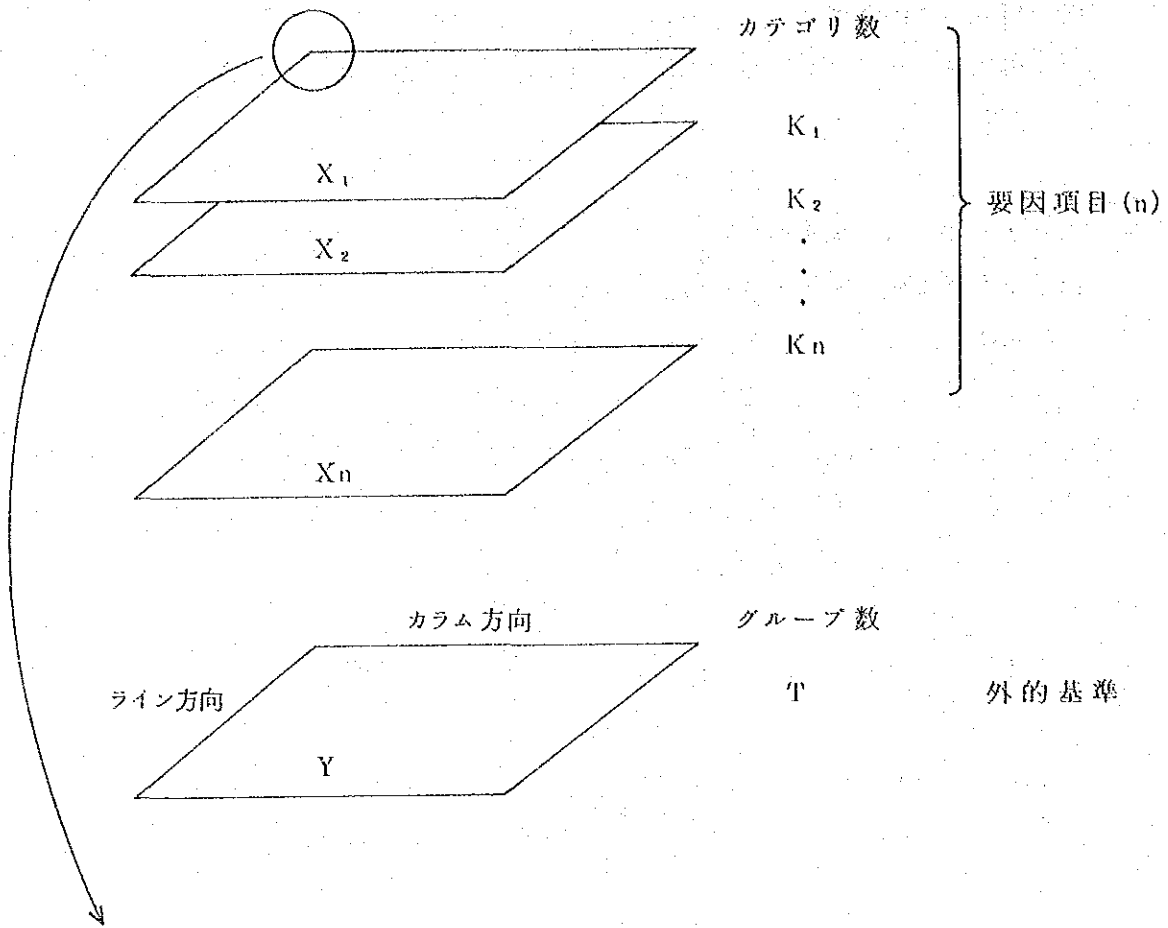


図 IV - 51 数量化 II 類で用いる画像形式ファイルと反応パターン表

	X_1	X_2	...	X_n	Y
①	1 3 3	② 2 1 1		① 2 1 1	① 1 1 1
1	2 2 2	2 3 2 3		1 1 1 1	1 2 2 2
1	1 2 2	2 2 1 3		1 2 2 2	1 3 3 3
1	2 3 3	2 2 1 1		2 2 2 2	1 2 1 1

項目 カラム ライン	カテゴリ			グループ数	
	X_1	X_2		X_n	Y
	1 2 ... k_1	1 2 ... k_2		1 2 ... k_n	1 2 ... T
1 - 1	V	V		V	V
1 - 2	V	V		V	V
2 - 2	V	V		V	V

注) 本プログラムは、第1要因項目の原データ値によって特別のマスク処理をしているので注意が必要である。第1要因項目の原データの値が3以下及び99以上の場合は全体の処理対象からはずしている。これはサブルーチンPIXELの6行目と7行目で規定しているので、一般の数量化に用いるためにはこの条件設定の2行を削除しておく必要がある。

(4) 地形解析プログラム

数量化Ⅱ類の要因項目として、各メッシュの「傾斜角」「斜面方位」「局所地形」を用いる場合に、それぞれを地形図から読み取るには、訓練と、多大な時間が必要となる。それを軽減するために、標高値の読み取りデータから、この3種のデータを算出するプログラムをFACOM230-28用に作成した。

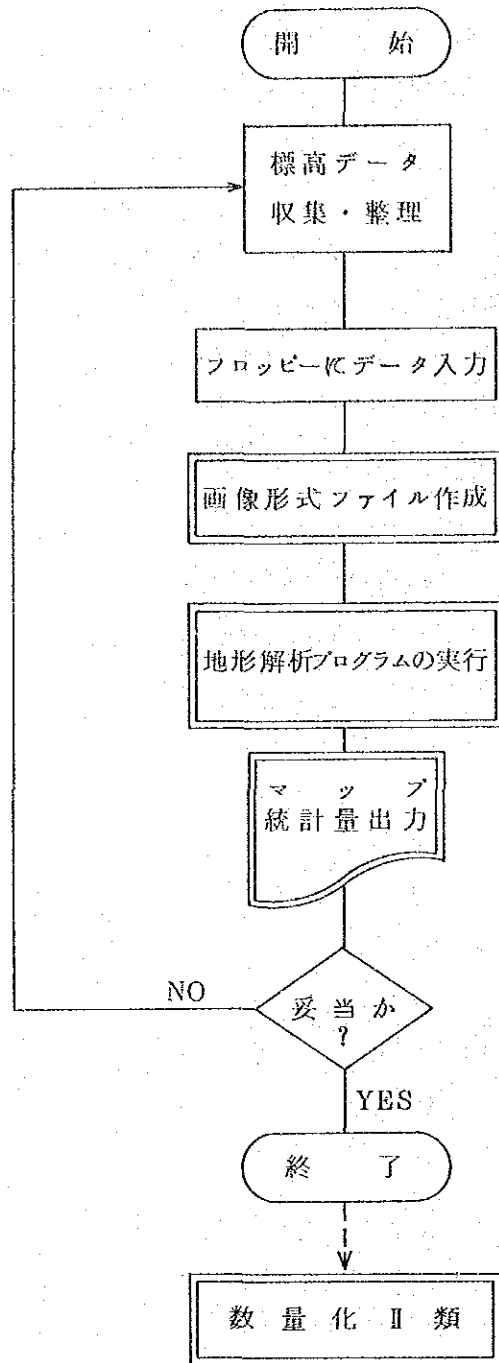
処理フローを図Ⅳ-53に示す。標高データは図Ⅳ-54に示すように、解析対象域よりも広い範囲で収集しなければならない。

地形解析プログラムによって、傾斜角、斜面方位角、局所地形を求める方法を図Ⅳ-55に示した。このプログラムで作成される三種の画像形式ファイルは、そのまま数量化Ⅱ類プログラムで利用することができる。

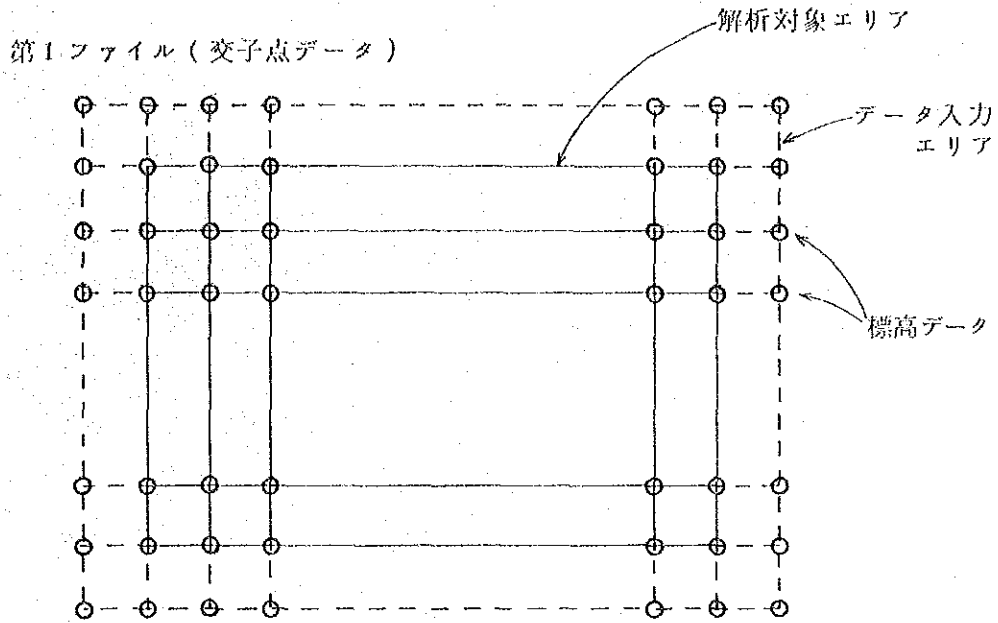
要因項目		X ₁			X ₂			X _n			外的基準(グループ)			適 中 性				
		1	2	..... K ₁	1	2	..... K ₂	1	2	..... K _n	推 定		原 デ ー タ					
スコア		x ₁₁	x ₁₂	..... x _{1k₁}	x ₂₁	x ₂₂	..... x _{2k₂}	x _{n1}	x _{n2}	..... x _{nk_n}	1	2		..... T	g ₁	g ₂	..... g _T	
標 本 番 号	1-1	✓				✓			✓					○			1	1
	1-2	✓				✓				✓					○		1	0
	1-NC		✓			✓					✓				○		2	1
	2-1	✓					✓			✓					○		1	1
	2-2		✓					✓		✓					○		1	1
																	
	NL-NC			✓			✓		✓							✓	T	1

例えば、標本1-2はそのスコア合計値 ($y = x_{11} + x_{22} + \dots + x_{n2}$) が $g_1 < y \leq g_2$ であったため、グループ2と推定されたことを示す。

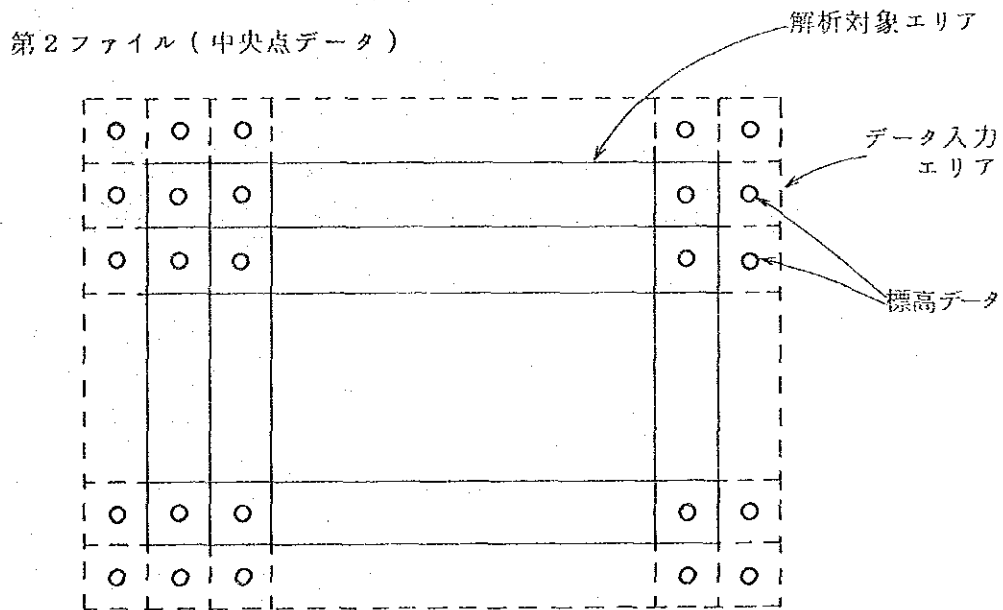
図Ⅳ-52 数量化Ⅱ類による外的基準の推定表



図Ⅳ－53 標高データを用いた地形情報ファイルの作成



解析対象エリアの1つ外側の交子点データまで必要となる。
つまり、ライン=100, コラム=60のエリアを対象とする場合には、
103ライン×63コラムの画像形式ファイルとなる。



解析対象エリアの1つ外側のメッシュの中央標高データまで必要となる。
つまり、ライン=100, コラム=60のエリアを対象とする場合には、
102ライン×62コラムの画像形式ファイルとなる。

図Ⅳ-54 地形解析用標高画像形式ファイル

地形解析には右図のような

標高データを用いる。

1. 方位角 (α)

$$\tan \alpha = \frac{b}{a}$$

2. 傾斜角 (θ)

$$\sin \theta = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{\sqrt{a^2 + b^2 + 1}}$$

ここで、

$$a = \frac{(Z_1 + Z_2) - (Z_3 + Z_4)}{2D}$$

$$b = - \frac{(Z_1 + Z_3) - (Z_2 + Z_4)}{2D}$$

Dはメッシュ間隔 (今回の解析では100 m)

ただし、 α は、 a 、 b の正負符号によって次の象限角を表わす。

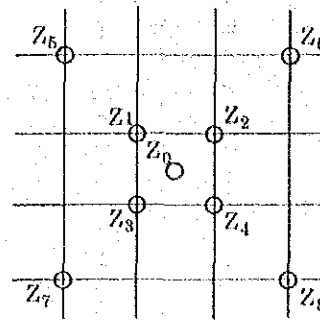
$a > 0$ 、 $b < 0$ のとき : 真北からの第I象限

$a < 0$ 、 $b < 0$ のとき : 真南からの第II象限

$a > 0$ 、 $b > 0$ のとき : 真南からの第III象限

$a < 0$ 、 $b > 0$ のとき : 真北からの第IV象限

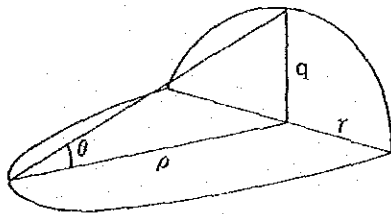
また、傾斜(θ)の限界度数(SLIM:今回は5度)を定めて、それ以下は方位なしとする。



3. 局所地形

カテゴリー		Za 面傾斜度	その他の状況
1	山頂面	15度以内	Za面がZb面よりとび出している
2	山腹凸面	15~45度	ZaがZb面に対し、水平面で15:1以上とび出ている
3	山腹平衡面	"	水平面で比が15:1以上
4	山腹凹面	"	水平面で15:1以上凹んでいる
5	山脚浸蝕面	45度以上	
6	山脚堆積面	15度以内	Za面がZb面よりへこんでいる

注. 水平面比15:1とは、水平面の弦長と中央高との比のことであり、これは、次式によって高さの比に換算できる。



$$\frac{\rho}{r} = 1/15$$

$$q = \rho \tan \theta$$

$$\therefore q = (r \tan \theta) / 15$$

$$= (D \tan \theta) / 15$$

このqと(Z₀ - (Z_a平面の平均標高))を比較してカテゴリ2~4を決定する。

附図 各プログラムの使用法
(データの指定法)

DATA SHEET

PROBLEM ① マップ・統計量出力 WRITTEN BY PAGE OF

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
(データ)	12134567891011121314151617181920212223242526272829303132333435363738394041424344454647484950515253545556575859606162636465666768697071727374757677787980	1	1	面像加算の指示パラメータ		100	NP				NL: 画像形式パラメータのライン数															
					</																					

DATA SHEET

PROBLEM _____ PAGE _____ OF _____

WRITTEN BY _____

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	(オキイシ文)	MAISSIGN U01, 21, DP-D2, FILE=SAWA 6		MAISSIGN U02, 21, DP-D2, FILE=SAWA 4		MAISSIGN U03, 21, DP-D2, FILE=SAWA 5		MAISSIGN U04, 21, DP-D2, FILE=SAWA 7	MAISSIGN U28, 22, DP-D2, FILE=SAWA 7, ...オキイシ		数値化し別の結果と別の基準データを同時に出力する時	(オキイシ)			1888 678 1		(オキイシ文)		MAISSIGN U01, 21, DP-D2, FILE=SAWA 6	MAISSIGN U02, 22, DP-D2, FILE=SAWA 3					

DATA SHEET

PROBLEM ② 数量化Ⅱ類プログラム

WRITTEN BY

PAGE _____ OF _____

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
PROBLEM	QUANT2	DATA ANALYSIS QUANT2	コメント(6桁文字)		CONTROL	ITEM	8NAME	2COLM	6XLINE	10XRA TIO	11θ														
項目数																									
(最大20項目)																									
項目名																									
項目番号																									
項目番号と項目名をCONTROLカードの「name」カードの数で指定した被数分だけ用意する																									
1: 枝のカードは、7つの項目分が含まれる																									
5	16	7	8	11	6	24																			
1	2	3	4	5	16																				
この場合	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
と異なる																									

DATA SHEET

PROBLEM

WRITTEN BY

PAGE

OF

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

画像形式データの欠損に1つのカテゴリを対応させる場合にはこのようにする
 は、新しいカテゴリ番号は順不同で使用してもよい。ただし、CATEGORYカテゴリーで
 指定したカテゴリ数を越えて指定してはならない。

DATA SHEET

PAGE _____ OF _____

WRITTEN BY _____

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1																									
2	ASSIGN	U01, 21	DP-D2	FILE=SAWA 4																					
3	"	U02, 22	"	"	5																				
4	"	U03, 23	"	"	6																				
5	"	U04, 24	"	"	7																				
6	"	U05, 25	"	"	8																				
7	"	U06, 26	"	"	9																				
8	"	U07, 27	"	"	11																				
9	"	U08, 28	"	"	16																				
10	"	U09, 29	"	"	16																				
11	"	U10, 30	"	"	16																				
12	"	U11, 31	"	"	16																				
13	"	U12, 11	"	"	=QUAN 1																				
14	"	U13, 12	"	"	=SAWI 2																				
15	"	U14, 13	"	"	=SAWI 3																				
16	"	U15, 14	"	"	=QUAN 4																				
17																									
18																									
19																									
20																									
21																									
22																									
23																									
24																									
25																									

DATA SHEET

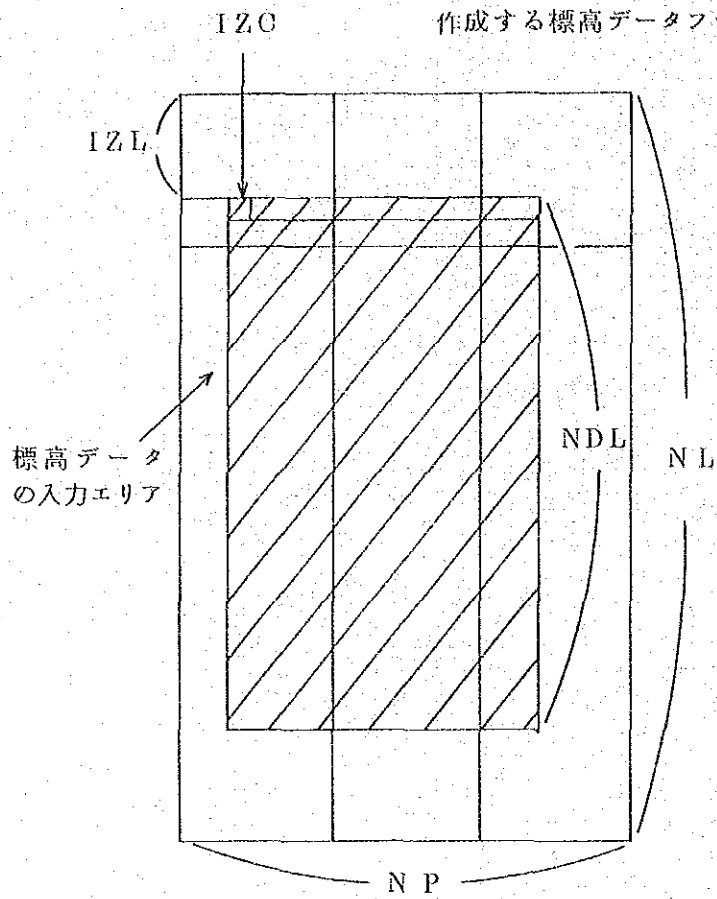
PROBLEM ③ 画像形式プログラムの加減算 WRITTEN BY _____ PAGE _____ OF _____

No.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80
1	(データ)
2	100 160
3	NLINE NICOLM
4	ライン数 コイ→数
5	
6	2 1 8
7	↑ 定数 (C)
8	↑ 第二画像の係数 (a ₂)
9	↑ 第一画像の係数 (a ₁)
10	
11	3 1 8
12	
13	
14	(7ライン)
15	
16	WASSIGN US1, 2:9, DP-D2, FILE=SAWA1 ... 第一画像
17	WASSIGN US2, 3:0, DP-D2, FILE=SAWA2 ... 第二画像
18	WASSIGN US3, 3:2, DP-D2, FILE=SAW16 ... 新しく作成するプログラムの数だけ
19	WASSIGN US4, 3:2, DP-D2, FILE=SAW15 ... 用意する。参照番号は3, 2
20	
21	
22	
23	
24	
25	

DATA SHEET

PROBLEM ④ 標高画像形式ファイルの作成 WRITTEN BY PAGE OF

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
(ア) 1																									
2	1100	160	115	12	80	NL	作成する画像形式ファイルのライン数																		
3	NL	NP	IZL	IZC	NDL	NP	ピクセル数																		
4						IZL	入力標高データのピクセルライン数																		
5						IZC	最初のピクセル位置																		
6						NDL	ライン数																		
8	528	520	522	518	510	510	510	〜																	
9							標高データ (20 IH)																		
10	525	517	520	〜			データを向に連続し入力し																		
							ラインとを区別し入力する																		
14							(ア) サイン波																		
16							ASSIGN UR 1, 21, DP-D2, FILE=HATAM																		



画像形成標高データ作成のためのデータ

DATA SHEET

PAGE _____ OF _____

WRITTEN BY _____

PROBLEM ⑤ 地形解析

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80	1 0 0 1 6 0 1 0 0	NP INVI	ライン数 (メッシュ=サキズ(米))					(7サイヤ)			FILE=HATA 1 地形解析用第1標高ファイル (入力)	FILE=HATA 2 " " (入力)	FILE=WATA 1 傾斜角 (出力)	FILE=WATA 2 傾斜方位 (出力)	FILE=WATA 3 高所地形 (出力)											

Ⅳ-5 コンピュータによるデータ解析法

Ⅳ-5-1. コンピュータシステムとその利用事例

(1) コンピュータシステムの概要

サンパウロ州森林院に設置された FACOM 230-28(富士通)システムは、林業研究プロジェクトの5研究部門がクニヤ(Cunha)、カンボス・ド・ジョルダン(Campos do Jordam)、アグアス・ジ・サンタバーバラ(Aguas de Santa Barbara)等地域のフィールドで実施しているさまざまな試験・研究の過程で収集したデータを対象に、統計解析あるいは数値解析、シミュレーション等の各種のデータ解析を迅速かつ正確に処理し、プロジェクトの効率的推進を支援するために導入した機材である。

現在、このシステムのハードウェアならびにソフトウェアは、バッチ処理(Batch processing)のみを対象とした構成であるが、今後、通信回線を利用したオンライン処理を行うような場合には、SOM(Standard on line module)、CPM(Conversational program module)などのオンラインプログラムパッケージを整備することによって、実現することも可能である。

① ハードウェアの構成

ハードウェアは、演算および制御を行う部分と主記憶とからなる中央処理装置と、それに対して、主記憶の記憶容量を補う磁気ディスク、磁気ドラム装置等の外部記憶装置とプログラムやデータを入出力するフロッピーディスク装置、ラインプリンタ装置を含めた各種の周辺装置で構成されている。

ページファイルと呼ばれる磁気ドラム装置は、このシステムの特徴のひとつである仮想記憶(Virtual Storage:VS)方式によるジョブ処理を行うための主記憶の代替領域として用いられる。仮想記憶方式とは、プログラムを実記憶(Real Storage:RS)領域でなしに、仮想記憶領域に展開して実行する方式で、主記憶の有効利用、プログラム生産性の向上等メリットが多い。

現在の FACOM 230-28 システムの構成を図-56に示す。

② ソフトウェアの構成

FACOM 230-28 システムのオペレーティング・システム BOS/VS は、中央処理装置や入出力装置などの各種のシステム資源(Resource)を効率的に利用して、処理時間を短縮し、コンピュータのコスト・パフォーマンスを向上させるための各種プログラムの集合体である。1つのジョブ(コンピュータに処理させる作業の単位)は入力してから、結果を出力するまでには、コンピュータ内部でいくつかの処理にわけられる。オペレーティング・システムは、各処理ごとにプログラムを起動させるとともに必要なリソースを確保しながらジョブの実行を支援する。

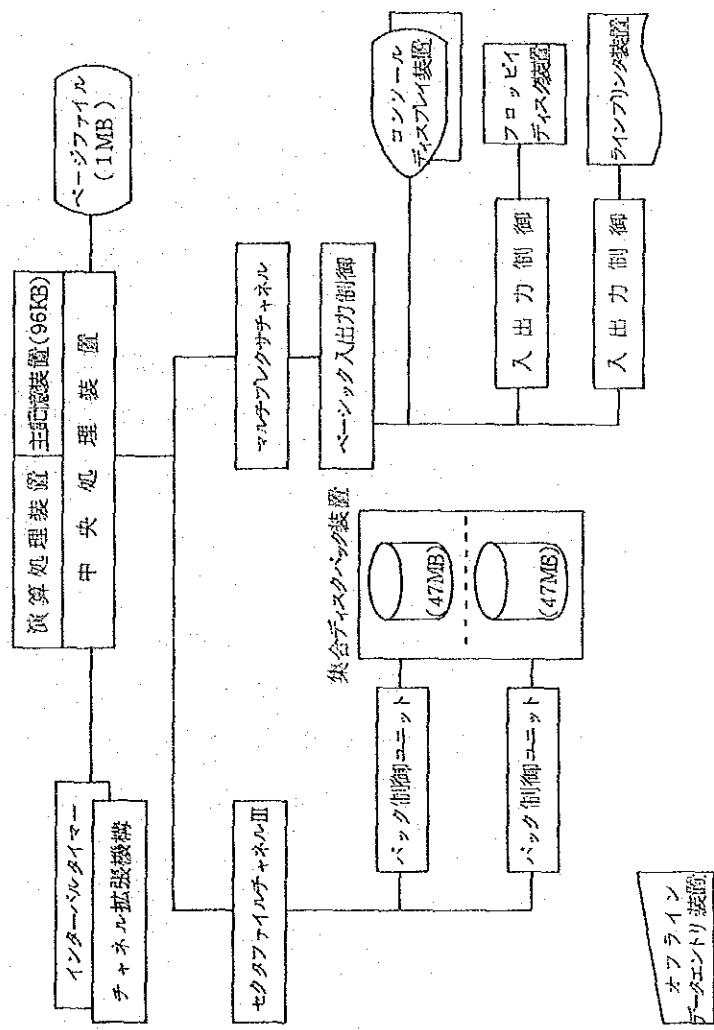
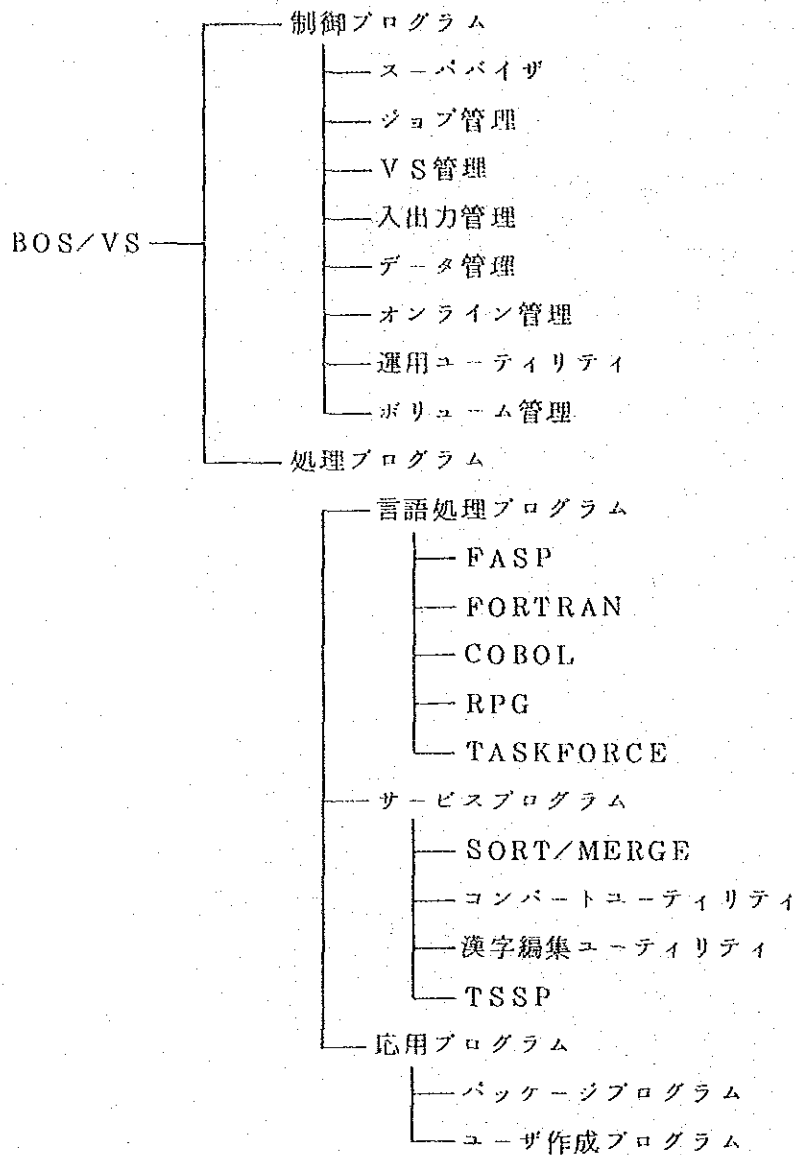


図 IV - 56 FACOM 230-28 システム構成図

オペレーティング・システムの全体構成を図N-57に示したが、現行システムの構成要素はコンピュータ利用の形態、データ処理の内容と量などを総合的に検討して決められた。



図N-57 BOS/VSオペレーティング・システム構成図

(2) コンピュータシステムの利用

コンピュータを利用する、と一口に言っても、問題の発生、問題の定式化に始まって、プログラムの開発段階における利用と実行段階における利用とに区別できる。

プログラミングの知識をもつ利用者は別として、それ以外の利用者はライブラリプログラム等既存のプログラムの実行段階での利用に限られる。

また、利用者のコンピュータへの関与の程度もそのコンピュータシステムの採用している処理方式によって異なる。処理方式は、利用者自ら入出力装置を操作しながらジョブ処理を行うオープンバッチ処理と利用者からのジョブの依頼を受けて、専任のオペレータが処理を行うクローズドバッチ処理に分けられるが、森林院の場合は後者の処理方式を採用している。

(3) リモートセンシング部門におけるコンピュータ利用

リモートセンシング部門では、標本調査や写真判読により収集した多特性のデータを対象とした統計的処理が中心となる。

ここでは、リモートセンシング部門の研究課題の1つであるアグアス・ジ・サンクバーラ地域の全幹材積表、利用材積表および実利用材積表の調製の過程をコンピュータ処理の視点から、その概要を述べる。

各材積表の調製は、同地域で収集した100本の標本データを対象に、1) 簡易樹幹解析データのとりまとめ、2) 材積式のあてはめ、3) 材積表の印刷、の3つの部分に分けて行った。

このデータ処理の主要な部分は2)で、多変量解析法の1手法である重回帰分析を適用した。1)は2)で用いる3変数の1つ、各種材積を求めるための前処理の部分で、3)は最終的に決定した材積式から算出した材積を表形式にして印刷する、後処理的な部分である。

まず、標本木の伐倒調査により収集した、胸高直径、樹高、枝下高および各位置(高さ)の直径等の計測データをもとに、全幹材積、利用材積および実利用材積を算出し、その結果を入力データと共に調査野帳と類似させた様式で印刷(出力)した。(表N-10参照)

それ等の計算を全データに対して行くと、次にその計算結果を2次データとして、各材積ごとに皮付材積と皮内材積、皮付材積に対する皮内材積の比率を求め、一覧表にして印刷した。(表N-11参照)

以上の一連の計算は、簡易樹幹解析のとりまとめのため、新たに作成したFORTRANプログラム(STEMAN/V01)で処理したものである。なお、このプログラムは材積表の調製のための前処理用として作成したものであるが、1部機能の追加を含めて多少の手直しをすれば、より汎用性のあるプログラムとして、関連分野の研究に利活用される。

標本木ごとの直径、樹高を独立変数、材積を従属変数とする最適な回帰モデルの選択を重回帰分析により行うことにした。

検討の対象とした材積式は、いろいろ提案されている式の中から比較的よく使われている次の5式を選んだ。

$$V = a_0 D^{a_1} \quad (1)$$

$$V = a_0 + a_1 (D^2 H) \quad (2)$$

$$V = a_0 + (D^2 H)^{a_1} \quad (3)$$

$$V = a_0 D^{a_1} H^{a_2} \quad (4)$$

$$V = a_0 + a_1 D^2 + a_2 H + a_3 (D^2 H) \quad (5)$$

材積式のあてはめは、全幹材積、利用材積および実利用材積の各々について行うため、全部で3×5通りの処理回数となり、かなり厄介な仕事に思えるが、コンピュータによるジョブ処理は1回ですむ。

すなわち、計算に用いた重回帰プログラム（林業試験場ライブラリプログラム；川端幸蔵作成）には、変数変換機能、変数選択機能等を備えているため、あらかじめ、直径、樹高、全幹材積等の5変数の生データを入力しておけば、後は指示にしたがって、式ごとの変数を選択し、また、(1)、(3)および(4)式については変数の変換（対数への）を行い、15通りの材積式のあてはめを連続的に処理することができる。

以上の計算結果から、各材積式ごとの適合性を評価し、最終的に各材積表とも次式が採用された。

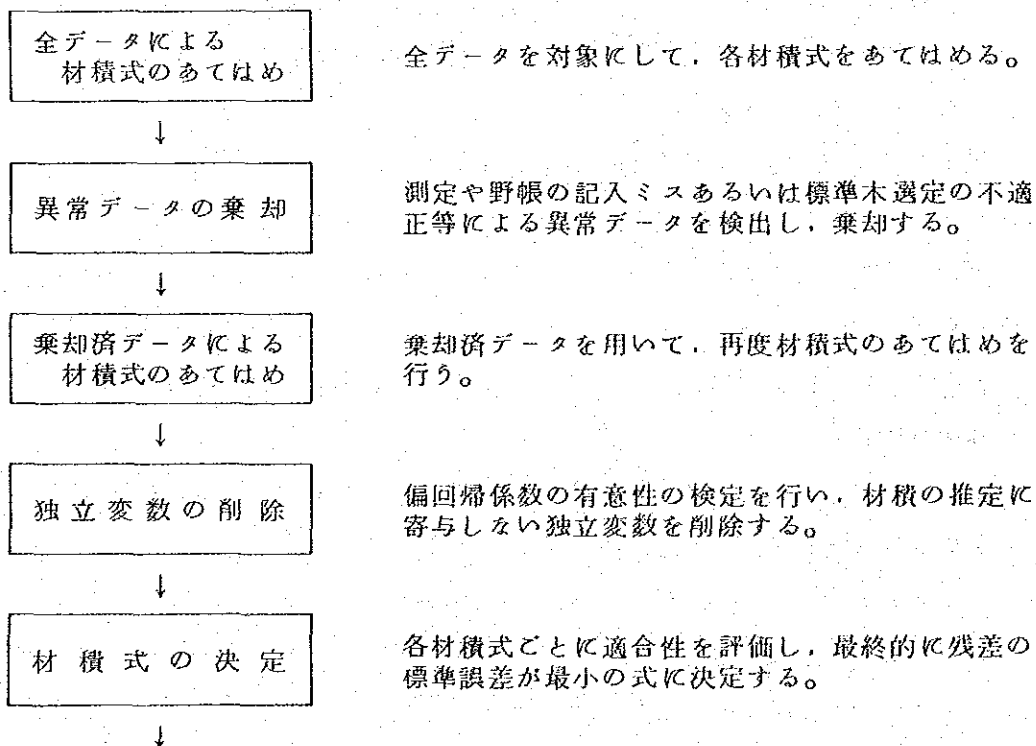
$$V = a_0 + a_1 D^2 + a_2 D^2 H$$

なお、この材積式は、(5)式の第3項を削除したもので、偏回帰係数の有意性検定の結果にもとづいている。

材積式が決定すれば、後は、直径と樹高の2元表の形式で材積を印刷するのみとなる。

プログラムは、材積式の3つのパラメータ、 a_0 、 a_1 、 a_2 を入力し、指定した直径および樹高の範囲内の材積を計算し、出力するようになっている。（表N-14参照）

以上、材積表の調製をコンピュータ処理の視点から、3つの部分に分けて概要を述べたが、一連の過程を図N-58のように整理することもできよう。



↓
材積表の印刷

材積式から材積を算出し、結果を表形式に印刷する。

図Ⅳ-58 材積表調製の処理過程

その詳細については、サンパウロ州アグアス・ジ・サンタバルバラ州有林のエリオッティマツの材積式の検討（95回日林論，1984）他を参照されたい。

(4) 今後のコンピュータ利用

近年、林業試験研究は増々高度化・多様化してきたが、その効率的な推進を支援するコンピュータ利用技術は急速な進歩を遂げている。コンピュータ利用は、研究者にとって研究を効率的に進める道具として、また、新しい研究手法を開発する手段として、さまざまな目的のために利活用されている。

森林院におけるコンピュータは、科学技術計算を主体とする研究業務に利用されているが、今後、事務計算を含めた各種業務へ利用が拡大していくことが推察できる。

こうした状況の中で、コンピュータシステムの効率的な運用を図るためには、絶えず利用者の動向、要望を的確に把握し、システムの強化拡充を含めた見直しをすることも必要と思う。時に、コンピュータのライフサイクル等を考慮した更新問題については、コンピュータ利用の将来展望をもち、多面的な検討を重ねたうえで、慎重に対処しなければならない。

現在のFACOM230-28システムは、仮想記憶方式、多重処理、オンライン機能等中型の汎用コンピュータとしての機能が一応完備されているので、さしあたって、図形処理あるいは画像処理に必要なXYプロッタやグラフィックディスプレイ等の周辺機器の整備が検討の対象となるだろう。

ハードウェアの整備と併行して、ソフトウェア、時に、統計計算、数値計算の基本的なプログラムについては導入あるいは開発により整備し、プログラムライブラリとして、利用者に何時でも提供できる体制を早急に確立することも必要である。

この項では、森林院におけるコンピュータ利用が今後どのように変遷していくかを予測することは困難であるが、我々の現在のコンピュータ利用の状況を手がかりにして、コンピュータ利用に関わる2、3の意見を述べる。

① アプリケーション・プログラムの整備

コンピュータを利用したデータ処理は、データの加工、計算、作図あるいは検索等々極めて多岐にわたっている。

近年、データ処理の新しいタイプとして、画像解析とデータベースの需要が急速に伸

びてきている。それは、カラーイメージディスプレイやドラムスキャナ等の画像処理機器の高性能化、その利用技術の高度化によるもので、リモートセンシング・データを利用した汎用的な画像解析システムが開発されている。また、データベースについても、汎用コンピュータは言うまでもなくパソコン用のデータベース管理システムが用意されているため、利用者個人の小規模なデータベースをもつ等その利用は増大している。

ところで、研究部門におけるデータ処理は、定型的な業務を主とする事務部門と異なり、極めて非定型的である。そのため、完成したプログラムであっても、利用者の要望があれば、1部機能の追加あるいは変更といった手直しを行うことも必要である。

一般にプログラムは利用者の使用目的に合せた特定の機能を対象として開発されるが、森林院の関係スタッフとしては、できる限り、多目的に利用され得る豊富な機能を備えた汎用性のあるプログラムを開発し、ライブラリ化していくことが望ましい。

ライブラリ・プログラムの整備を効率的に進めるため、統計計算・数値計算の基本的なプログラムは既存のものを導入整備することも可能である。また、林業分野に特有なプログラムについては、関係機関、大学等であり整備していると思われるので、所定の手続きを経て導入するのもよい。

このように森林院の各部門の研究あるいは業務に必要なプログラムを開発・導入により整備拡充し、効率的なデータ処理を行うためのシステムを早急に利用者に提供することが当面の課題の1つであろう。

② 共通データのデータベース化

林業試験研究では自然現象を対象としているため、各分野の研究で必要とする各種データの収集は長期にわたり、多大の労力と経費を要する。こうしたデータの中には、当該分野のみならず他の広汎な分野でも共通して利活用できるデータが存在する。例えば、現プロジェクトの流域管理部門、リモートセンシング部門が収集している気象、蒸発散および量水等の森林水文データや標本木ごとの詳細な計測データをもつ森林調査データがあげられる。

継続して観測・計測された詳細な原データは、記録紙あるいは野帳の形式で保存されたり、データ処理したものであればフロッピー・ディスクに保存される。いづれにしても、蓄積されるデータは膨大な量に達する。

これ等のデータは個別データとして利用されるだけでなく、多方面のデータと結合させ総合的に利用できるデータとして、林業試験研究における共通な基礎データに位置づけることができる。

共通基礎データとして効率的な利活用を図るためには、それを個人あるいは研究室で保管するのではなく、コンピュータシステムを利用して一元的に管理することが必要である。そのためには、データベース管理システム(Data base management system

；DBMS)の導入について、具体的に検討することが必要である。データベース管理システムの導入により、1) データの追加、更新、削除等のデータ・メンテナンスを効率的に行い、2) 必要なデータを簡単な手続きで速やかに検索し、3) 検索結果を用いて各種の計算を行う等大量データの保存とその利活用に多大の力を発揮し、また、データの一元的管理によって、重複データの収集による経費や時間、労力の浪費を回避することができる。データベース管理システムは、森林院におけるデータ処理システムの中核として、研究ならびに業務等の効率的な推進に大きく寄与するであろう。

③ タイム・シェアリング・システムの導入

現在のFACOM230-28システムの利用形態はバッチ処理(ジョブを一括して処理する方式で、コンピュータの利用効率は高くなるが、ターン・アラウンド・タイムが遅くなる)に限定されている。

タイム・シェアリング・システム(Time sharing system: TSS)とは、多数の利用者に対して、各々の処理を時分割に行いながら対話形式のサービスを提供するシステムで、近年の利用形態は、バッチ処理からTSS処理へと急速に移行してきている。

わが国においては、パソコンがその高性能化・低価格によって、一般家庭にまで急速な普及を遂げており、農林水産省の各試験研究機関においても約1研究室当り1台の割合で整備されている。利用形態としては、パソコンのもつ各種機能(インテリジェント機能)に依存した使い方から、通信回線を利用したオンライン端末として、ホストコンピュータのもつ豊富な機能に依存した使い方まで多岐にわたっている。この数年のコンピュータ使用実績からみると、TSS利用の増大傾向に比べ、バッチ利用は横ばいないしは減退する傾向がうかがえる。

実際に、本システムを用いるとEDITORと呼ばれる、プログラム(又はデータ)の作成、追加、削除、修正などの編集プログラムを利用して効率的なプログラム開発が行え、また、会話形式によるシミュレーション・モデルの開発が行える等各種のデータ処理を迅速かつ容易に行うことができる。

森林院におけるデータ処理も近い将来次第にTSS化の方向へ移行することが予想され、そのためのハードウェアならびにソフトウェアの構成あるいは通信回線に関わる技術的な問題も検討しておくことが必要であろう。

IV-5-2 ドラムスキャナの利用法

(1) ドラムスキャナの用途

ドラムスキャナー装置は、空中写真や図面等を三色分解して三色の濃度のデジタル値を磁気テープまたは、フロッピーディスクに格納するものである。これらのデジタルデータを計算機で処理することによって、画像処理が可能となり、空中写真等のリモートセン

ングデータを使用した場合には、写真に記録されたスペクトル反射強度の解析により、森林型分類等が可能となるものである。ただし、画像データを対象とするものであるから、画像の確認のためにカラーディスプレイ装置の使用が必要不可欠であり、マイクロコンピュータ PC9801 の高解像度ディスプレイ装置をその目的に利用している。

本システムは、ドラムスキャンデジタライザ、磁気テープ装置、PC9801一式で構成されている。

V 小徑木利用加工技術研究

V-1 小径木の製材技術改良法

まえがき

水源林の適正な管理技術に関する研究手法の確立を達成目標とするこのプロジェクトで、小径木の製材がどのように位置づけされるかについて述べる。

サンパウロ州はかつて1850年代にはその面積の8.2%もが樹木で覆われた森の国であった。その後、サンパウロ州のように、地形的、気候的、土壌的に農牧地として適地の多いところでは、森林の伐採が法的に規制される以前に、農業、牧畜業による広範な土地開発が進み、80年間に天然林は8.2%にまで減少した。そのため東部海岸山脈林を除く多くの河川では水源林までも失うこととなり、土壌侵食や水質汚濁などの問題が生じた。水土保全を目的に、この地帯に森林を回復しようとするれば、積極的な人工造林に依存しなければならない。そこで、森林造成に積極的な助成が行われることとなった。若しこのような意図で政策的に造林が推進されるならば、小径木の有効利用が当然の課題になる。

1950年代以降に造林されたユーカリとマツの人工林から小径材が市場に供給されるようになった。こんご小径木の有効利用がなされるとともに、パルプ原木・製鉄用木炭原木よりも商品価値の高い用途が開発されるならば、森林造成政策の所期の成果をあげることはもとより、森林地の拡大をたすけ、水土保全の効果をさらに高めることになる。

今回の協力は、この時期に対処しての事前の研究開発でもあった。

しかし、小径木の製材技術に関する研究は、今後、森林院が独自に行うこととして、当面の協力計画では製材技術・目立技術の移転に重点がおかれた。そのため、将来の研究発展のための基礎づくりと位置づけとして実施された。したがって日本からの短期派遣専門家は、最先端の性能を内包された目立、製材機械類の据付け運転、操作などの技術移転が主要な任務であった。

本節で述べる協力事業は、サンパウロ市から西方に約320Kmの位置にあるマンドリ (Floresta Estadual de Manduri) 製材所において進められた。マンドリ製材所にはエリオッティマツを主とする樹令20年ほどのマツ人工林があり、従来から製材事業を行っている。また近くには換金性の高い林産物として注目されている松脂の採取林分もある。

マンドリ製材所で従来から運営していた施設は両面丸鋸盤(ツイン丸鋸)を主機械とするものであった。ここに両面帯鋸盤(ツインバンドリー)を主体とする製材機械を導入して新規に製材工場一棟が建設された。ここで機械類の運転操作と製材の技術移転を実施した。その結果、製材では歩留り・作業能率などの向上がはかられ、最新機械類を使つての技術移転は完了した。また目立技術に関しては、製材施設の運転操業が円滑に行われるに必要な技術を十分に習得させることができた。

マンドリ製材所での、このような最新技術の移転と小径木の加工利用法は、近隣の製材工場から注目され、帯鋸の目立加工技術を中心として、技術移転の希望が出されるなど、普及面に

においてもいわゆる波及効果が生れている。協力を受ける森林院側では、製材所スタッフの技術者が製材技術・目立技術の基礎理論を理解し、実践技術としての実技を作業者が修得するという補完体制が生まれている。これによって、今後の事業運営を円滑に進めるとともに、マンドリ周辺はもとより、サンパウロ州各地の製材工場に帯鋸目立加工技術など新しい技術を、広く普及するための基礎が築かれたことと思われる。

V-1-1 目立技術改良法

(1) 従来が目立加工（協力以前の状況）

協力プロジェクトを始める以前のブラジルにおいても、丸鋸目立加工技術と帯鋸目立加工技術は存在していた。しかし、その技術水準には事業所ごとに大きな格差が認められた。たとえば、南米大陸で最大規模の製材機械メーカーであるSHIFFER社は、帯鋸にステライト溶着加工を施すことなど日本でいう「帯鋸目立」に近い加工を行い得る技術水準にある。一方、マンドリ（Floresta Estadual de Manduri）製材所の周辺にある製材工場の目立加工をみると、帯鋸接合（酸素溶接）・ステライト溶着加工などの目立技術はほとんど普及していない。

目立技術に大きな技術格差がある状況にあつて、マンドリ製材所で従来から行われていた目立加工はどのようなものであつたのか。丸鋸・帯鋸いずれの場合にも、電動モータに砥石を取りつけた簡易な研磨機を使用して歯先の研磨だけを行っていた。丸鋸の目立加工では組アサリ（振分けアサリ）の場合には歯先の研磨を行い、丸鋸チップソーを使用する場合には歯先（すくい面）の研磨だけを行っていた。しかし、チップソーの溶着・研磨技術がなかったため、チップソーが古くなり磨耗するとチップソー溶着を外注するか新品を購入していた。従前からマンドリ製材所では木工用帯鋸盤（鋸巾は2インチ以下・振分けアサリ）を保有していたが、日本で実施している帯鋸目立加工の技術を基準にして目立加工を考えると、周辺の製材工場と同じく白紙に近い状態であつた。

技術水準について述べると、わが国の目立加工技術との技術的な隔たりが大きく、技術的水準を比較することは困難である。強いて言うならば、丸鋸チップソーの目立加工技術、帯鋸の酸素溶接による接合・帯鋸腰入れ・ステライト溶着加工などの技術が見られないところから、わが国における昭和20年代後半から昭和30年代（1950年代）の目立技術とほぼ同じ水準にあつたと思われる。

(2) 供与機材

わが国で実施している「目立加工」と同じ仕事を行うために必要な機材を体系的に揃えてある。これらの機材は、経験の少ない技術者でも容易に操作できるよう配慮されているので、丸鋸・帯鋸いずれにも一貫した精度の高い加工を施すことができる。

① 丸鋸目立加工用機材

(a) チップソー溶接器

丸鋸の切削性を高めるため、鋸歯に合金製のチップ（歯先）を溶着する。この機械により歯先が磨耗した丸鋸を再生使用することが可能になる。

(b) 超硬研磨機

丸鋸チップソー研磨の全工程の処理が可能である。従来の超硬研磨機では歯先部（すくい面）だけしか研磨できなかったが、本機によれば歯先部（すくい面）のほか歯先頭部（けげ面）と歯先側面部の研磨作業を一台で行うことができる。

② 帯鋸目立加工用機械

(a) 溶接機材一式

帯鋸の接合・補修作業に必要な酸素溶接器とステライト溶接機である。酸素溶接法は銀ろう溶接法よりも接合作業の時間が短かく、鋸身のキズ（割れなど）の修理も可能である。ステライト溶接機は鋸歯にステライトを溶着させ赤熱中のステライトを圧力整形して、次工程においてステライト溶着部の研磨を容易にする。

(b) 中型目立研磨機

鋸巾が3～8インチの帯鋸の歯型形成作業と鋸歯の研磨作業を行う。本機は帯鋸を移動させる送りカムや砥石の交換、あるいはグラインダーの傾斜角の設定変更などの調整によって、任意の歯型を形成し得るとともにピッチの異なる鋸歯を研磨することができる。

(c) 自動側面研磨機

鋸巾が3～8インチの帯鋸の歯先側面を研磨する。ステライト溶着加工を施した歯先の両側面を研磨して、帯鋸のアサリが一直線上に並ぶように揃える。この加工により製材品の挽き肌がきれいに仕上がる。

(d) 中型ロール機

帯鋸目立加工技術のうちで最も重要でかつ熟練を要する腰入れ作業を行う。まず、付属の定盤上で水平仕上げを行う。帯鋸をロール機にかけ、ロール機の上下に配置したローラーを回転させながら帯鋸にテンションを与えて圧延し腰入れを行い、さらに帯鋸の背部を伸す背盛りを行う。

(e) 帯鋸アサリ出し器具一式

帯鋸のアサリには組アサリ（振分けアサリ）とバチアサリの二種類があり、一般には切削性能の優れたバチアサリを使用している。バチアサリ出し加工にはスエージ・シェーパー・クランプ台を使う。

(3) 協力項目とねらい

① 目立加工の基礎理論

目立加工技術の定着を図り、こんご発生する技術的課題を解決するためには、技術面の責任者である製材所主任・副主任など技術者が目立加工の理論を的確に理解し、実務

に携わる作業者を指導する体制を作る必要がある。そのため技術者に対して目立加工の基礎理論を解説した。また作業者には実技指導とともに理論の説明を行い、勘と経験だけに頼るのではなく「技術」を身につけさせるよう配慮した。

② 丸鋸目立加工

丸鋸チップソーは、鋸歯の寿命を高めるため、硬質合金のチップソーを歯先に付けた丸鋸である。丸鋸チップソーは従来から使用されていたもののチップソー溶着技術がないため、首尾一貫した目立加工は行われていなかった。そこで指導の重点をチップソー溶着技術と研磨技術において丸鋸目立技術の確立を図った。

③ 帯鋸目立加工

帯鋸目立加工の在来技術は、今日的な意味で目立加工を考える場合にはほとんど白紙と言ってよい状態であった。このため新たに一貫した帯鋸目立加工の作業技術を定着させることを目指して技術移転を行った。そこで目立加工の全工程を繰返し指導して実技に習熟させ、移転技術が速やかに定着するように努めた。

また目立加工の良否について、技術を習得過程の者に説明することは難しい。そこで、目立加工を実施した帯鋸を製材機にかけて試験挽きを行い、目立の欠点を、挽き材との関係において納得させ、矯正していくことにした。

(4) 技術移転

① 丸鋸目立加工

(a) チップソー溶着

丸鋸のチップソーはタングステンカーバイトの超硬質合金である。丸鋸にチップソーを溶着して切削性能を高め、使用時間を延長する。この加工は挽き材が困難な硬質材などの製材に効果がある。またこの加工技術によれば、歯先が磨耗した丸鋸のチップソーだけを取替えて、丸鋸を再生使用することができる。

(b) 丸鋸チップソー研磨

従来から研磨を行っていた歯先部（すくい面）に加えて、歯先頭部（けげ面）と歯先側面の研磨を行い切削性を高める。超硬研磨機の調整により、いずれの面も研磨可能である。

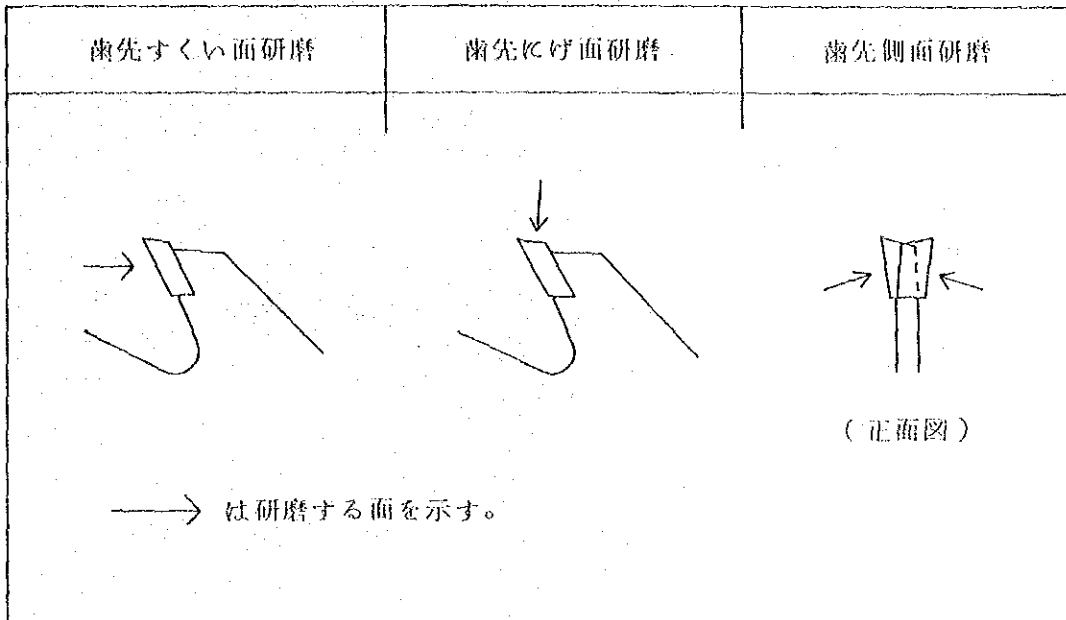


図 V - 1 丸鋸チップソーの研磨

表 V - 1 丸鋸目立加工

	在来技術	技術移転	供与機材
腰入れ	●		
丸鋸アサリ出し(組アサリ)	●		
チップソー溶接		○	チップソー溶接機
チップソー研磨	●	○	} 超硬研磨機
すくい面		○	
にげ面		○	
側面		○	

凡例 ● 従来からあった技術

○ 移転した技術

② 帯鋸目立加工

(a) 作業手順と作業の重要度

帯鋸の素材は炭素工具鋼または炭素工具鋼の材料にニッケル・クロームなどが加わった合金工具鋼である。この帯鋸に目立加工を行って刃物としての切れ味を良くする

と同時に挽き材作業に十分耐えるだけの性能を具えさせるためには、表V-2に示すように、多くの作業工程を経る必要がある。

帯鋸目立技術はどれを取りあげても重要であるが、敢えて重要度の高いものをあげると次のものである。

- ・ 鋸身の水平仕上げの良否
- ・ アサリの良否
- ・ 歯形の適否
- ・ 腰入れ・背盛りの適否

このほか熟練度において不十分な作業も重視する必要がある^{文献 1), 2)}。

- ・ 腰入れ（水平仕上げ・腰入れ・背盛り）
- ・ 帯鋸接合
- ・ ステライト溶着

なお、帯鋸を購入する場合には、メーカーが自動打抜き機で歯形を打抜いたものを購入するのが普通である。

表V-2 帯鋸目立加工の手順

順序	作業名称	作業内容	供与機材
	歯抜き作業	帯鋸の歯形打抜き	
1	接合作業	・ 帯鋸切断 ・ 酸素溶接による帯鋸のエンドレス加工	切断機 酸素溶接器具一式
2	水平仕上げ作業	・ 接合部水平仕上げ ・ 鋸身全体水平仕上げ	ハンドグライダー 定盤, ロール機, 定規
3	歯型形成作業	帯鋸目立機の調整	自動目立機
4	腰入れ・背盛り作業	・ 腰入れ ・ 背盛り ・ 水平仕上げ（併せて行う）	ロール機 定規
5	あさり出し作業	バチアサリ出し	スエージ シューバ クランプ台
6	ステライト溶接作業	ステライト溶着 歯先焼戻	ステライト溶接機 ステライト棒
7	研磨作業	歯先仕上げ研磨 歯先側面研磨	自動目立機 自動側面研磨機

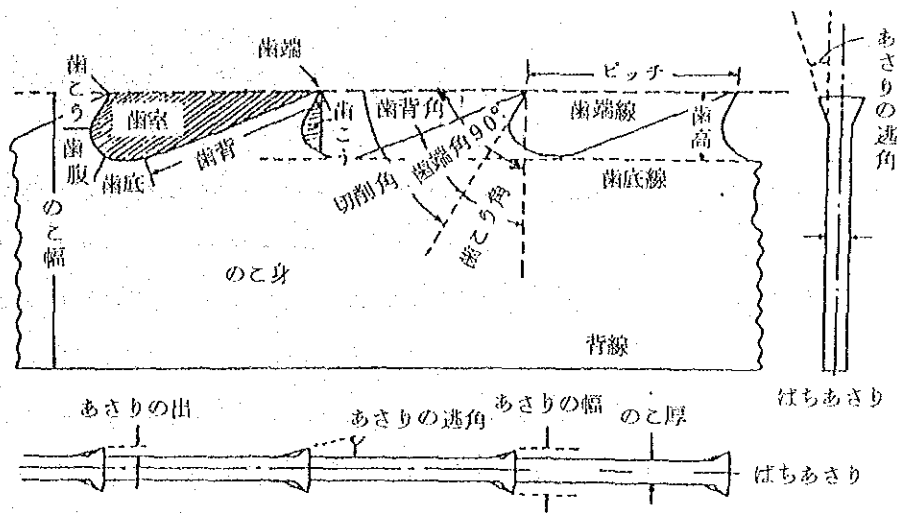
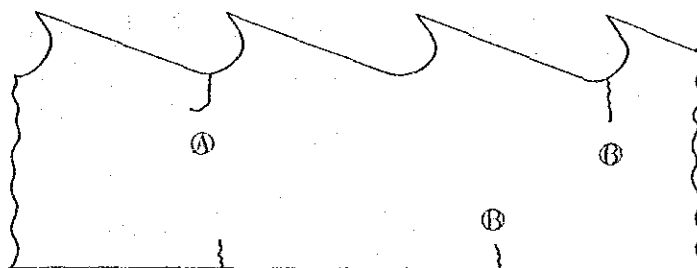


図 V - 2 帯鋸の各部の名称

(b) 帯鋸接合

帯鋸の長さを決めて切断し、両端を接合してエンドレスに加工する。

従来行われていた銀ロウ接合は、接合面にホウ砂をつけて銀ロウをはさみ、電気抵抗熱あるいは吹管（ガス炎）や炉で接着させる方法である。この方法は、酸素とアセチレンガスの炎熱を使う酸素溶接（ガス溶接）に比べて、作業時間が長く接合部の強度も劣っている。このため、酸素溶接による接合作業が一般的である。また、酸素溶接法によれば、銀ロウ接合の技術では修理できなかった歯先あるいは鋸身に生じた小さなキズ（割れなど）の修理も可能である。



- Ⓐ 機械にき裂の原因がある
- Ⓑ 目立にき裂の原因がある

図 V - 3 帯鋸の典型的なき裂の形状

(e) 腰入れ

㊦ 水平仕上げ

鋸身の部分的ひずみを除去して、全体として伸び・縮み・ねじれなどの狂いがない平面に仕上げることである。接合部や鋸身全体または歯もとにわずかなひずみがあっても、挽き材中の熱による膨張でひずみ部分がゆがみ挽き曲りの大きな原因となる。したがって、水平仕上げは最も重要であるが、作業には多くの時間と根気を要するものである。

酸素溶接による接合部をハンドグラインダー・ハンマーなどにより水平に仕上げる。次にロール機に付属している定盤に帯鋸をのせ、直定規で欠点の状態を調べ、ロール機・ハンマーなどを用いて矯正する。

㊧ 腰入れ

帯鋸のほぼ中央で最大となり両縁に近づくにしたがって漸減するように、帯鋸を長さ方向にロール機で圧延して、テンションゲージに合致させる加工である。

挽き材中の熱膨張により歯部と背部が垂み、材の送り力によって歯部が横倒れして挽き曲りを起こすことを防止するため、および帯鋸の走行安定性を高めるために腰入れを行う。腰入れした帯鋸の形状を図 V-4 に示す。

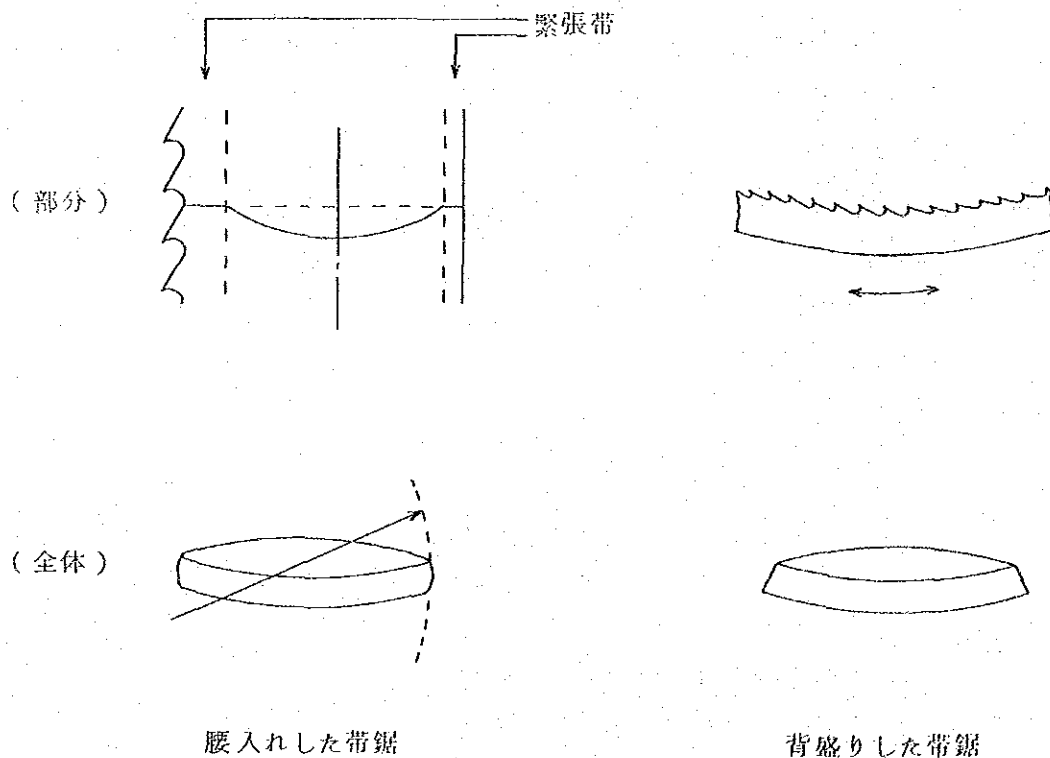


図 V-4 腰入れおよび背盛り加工をした帯鋸の形状

⑥ 背盛り

帯鋸の歯部は挽き材による熱で膨張し垂んで挽き曲りを起し易くなる。そこで帯鋸の背部をロール機で予め伸しておく加工が背盛りである。背盛り量はバックゲージに合わせる。背盛りをすることにより、帯鋸の走行安定性が増す。

(d) 歯形の形成

自動目立機のグラインダーを昇降させるカムと帯鋸を移動させる送りカムの運動により、傾斜させて取り付けあるグラインダーが鋸歯を研磨して歯形が形成される。したがって昇降カムや送りカム・砥石を交換したり、グラインダーの傾斜角などの設定を変更することにより種々の歯形を作り得る。標準歯形を形成するためには、自動目立機の調整・操作に習熟する必要がある。

(e) アサリ出し

帯鋸のアサリには振分けアサリ（組アサリ）とバチアサリの二種類がある。旧くから使用されている振分けアサリには切削抵抗が小さいという長所があるが、一般には切削性に優れたバチアサリが用いられている。バチアサリ出しは、スウェッジ加工とシューバ仕上げの二工程から成る。スウェッジで鋸歯を変形してバチ形を形成する。バチ形の大きさと形をそろえるのがシューバ仕上げである。

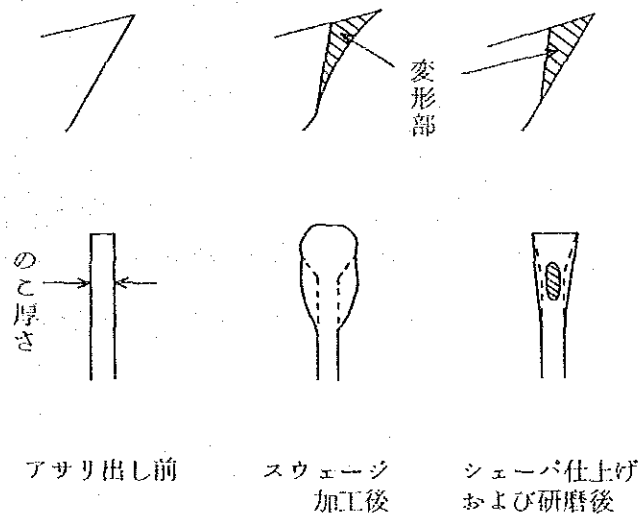


図 V - 5 バチアサリ加工

(f) ステライト溶着

鋸歯の寿命を高めるため歯先に鋳造合金（ステライト）を溶着する加工である。ステライトはコバルト・クロム・タングステンの主成分とする合金で、温度が600℃になっても硬度低下はわずかであり、耐磨性が非常に大きい。この加工を施すこと

により、帯鋸の使用可能時間を末処理の場合の2時間から0.5～1日に延ばすことができる。硬質材（例えばユーカリ）や樹脂の多い材など挽き材困難材の製材を容易に行い得る。またステライト溶着加工を施すと、7～8回はアサリ出しを行わずに再研磨して挽き材に使用できる。

(g) 研 磨

帯鋸の切れ味を良くするため、歯喉部・歯背側・歯先側面の順で十分に研磨する。鋸歯が適正な歯角に研磨され、バチアサリの幅が揃うように自動目立機と自動側面研磨機を調整する。鋸歯の送り速さやグラインダーの降りる速さが急であると切れ味が悪くなるので、この点の調整も重要である。

再研磨を行う際に帯鋸の点検を行う。帯鋸一枚ごとに、アサリの状態・のこ割れ（キズ）の有無・腰入れの状態などを調べる。これらに異常がないことを確認して再研磨を行う。

(h) 新ばち加工

帯鋸のアサリが小さくなり使用限界に達したときに、新たにアサリ出しをして使用可能な状態にする作業である。小さくなったバチアサリを摺り落して、鋸身の水平・腰入れ・背盛りなどの狂いを直す。次いで、アサリ出しを行い、ステライト溶着加工を施し、歯先の研磨を行う。

表V-3 帯鋸目立加工

作業名称	従来技術	移転技術	供与機械
接 合	● (銀ロウ溶接)	○ (酸素溶接)	酸素溶接器具一式
歯型の形成		○	自動目立機
腰入れ		○	定盤, ロール機
水平仕上げ		○	ロール機, 定規
腰入れ		○	〃
背盛り		○	〃
あさり出し	● (組アサリ)	○ (バチアサリ)	スエージ, シェーパ クランプ台
ステライト溶着		○	ステライト溶接機 ステライト棒
研磨			
歯 先	● (組アサリ)	○ (バチアサリ)	自動目立機
歯先側面		○	自動側面研磨機

凡例 ● 従来からあった技術 ○ 移転した技術

③ 成 果

在来技術に移転技術を併せて、丸鋸チップソーの一貫した目立加工技術を確立した。このことには、丸鋸チップソーの使用が従前から知られていたことに加え、部分的には在来技術で活用できるものが存在していたことなど、マンドリ製材所に新技術を受入れるに十分な素地が成立していたことが寄与している。丸鋸チップソーの再生使用が日常の作業として可能になったことにより、丸鋸の使用期間が延長されるとともに、チップソー溶着加工の外部発注が不要になる。丸鋸目立技術の確立にともなう業務の変化は、製材所の事業経費を節減することにも役立っている。

表V-4 丸鋸目立作業の変化

作 業 名 称	在来技術	移転技術	現行作業
腰 入 れ	●		●
アサリ出し(組アサリ)	●		×
チップソー溶接		○	○
チップソー研磨			
すくい面	●	○	◎
にげ面		○	○
側面		○	○

- 凡例
- 在来技術
 - 移転技術
 - ◎ 技術移転により、精度が向上
 - × 技術移転により、不要となる

帯鋸目立加工技術はほとんど新規技術であったにもかかわらず、作業者は全工程の作業技術を修得した。実務に携わる作業者が勘と経験に頼る部分が大きい目立技術を体得したことにより、帯鋸目立技術の定着が確実になった。同時に、帯鋸目立技術が定着することは協力計画によって導入された両面帯鋸盤(ツインバンドソー)を主機械とする製材施設による順調な生産を保障するものである。帯鋸目立技術は、小形の横切り用丸鋸盤や面取り用丸鋸盤を対象とする丸鋸目立技術に増して、生産量と製品の品質および事業経費の面での貢献が大きい。さらに新しい帯鋸目立技術を定着させたことにより、マンドリ製材所は周辺の製材所と比べて格段に優れた技術を持つに至り、サンパウロ州内、あるいはブラジル国内においても先端クラスの技術水準に到達している。

表V-5 帯鋸目立作業の変化

作業名称		在来技術	移転技術	現行作業
接 合	銀ロウ溶接	●		×
	酸素溶接		○	○
歯形の形成			○	○
腰 入 れ	水平仕上げ		○	○
	腰 入 れ		○	○
	背 盛 り		○	○
アサリ出し	組アサリ	●		×
	バチアサリ		○	○
ステライト溶着			○	○
研 磨	歯 先	● (組アサリ)	○ (バチアサリ)	◎
	歯先側面		○	○

- 凡例 ● 在来技術
 ○ 移転技術
 ◎ 技術移転により、精度が向上
 × 技術移転により、不要となる

表V-6 目立加工技術者

氏 名	年齢	前 歴
ISMAEL NUNES	40	大工職
ANTONIO PEREIRA DE MORAES	40	#
PEDRO MILTON MARTINS	24	製材手
SERGIO BENTO	20	#

延べ4名の作業者を対象として目立技術の移転を行ったが、森林院の制度上から技術面に責任をもつのは技術者(学士)であるから、技術的課題が起きた場合には技術者が実務担当の作業者を指導して解決にあたる体制が必要になる。そこで製材所主任・副主任などの技術者に対しても、作業者に目立加工の実技指導を行う際に各々の作業の意味を説明し、併せて目立技術の基礎理論を解説し理解を得た。また、製材技術などの関連理論についても解説した。これらにより、実務担当の作業者を技術者が理論面から補完

する体制が生まれた。

(5) 今後の問題点

① 丸鋸目立加工

丸鋸の目立加工は、加工機械の開発改良に援けられ、作業技術としての難しさは少い。作業者が加工機械の操作に慣熟することにより、丸鋸目立技術は容易に維持される。したがって、将来問題が発生する可能性は小さい。

② 目立加工の仕事量確保

帯鋸の目立については、製材機械の調子が良く、素材の径や挽き材速度などの製材条件が現在の条件と大差ない場合には移転技術により十分に良好な加工が可能である。そのうえ、安定した条件のもとで行われる挽き材作業においては、目立加工のわずかな差はさほどの支障とはならない。しかしながら、技能がある水準に達すると挽き材作業に差が出にくいという事情は、逆に作業者もそれと気付かぬうちに、目立加工の技能が衰えたり忘れてしまう恐れに繋る。しかも、通常よりも径の大きな素材を挽くか、挽き材速度を速くするなど、製材条件が変化した場合、あるいは機械が不調になるなどの応用加工が必要な局面において、技能低下の問題は深刻に顕われる可能性が強い。

帯鋸目立の技術は経験に培われた勘に頼る部分が大きいため、技術を維持する方策もここから導かれる。目立技術の体技としての特性を考えれば、毎日、作業を行うことが技能を維持するためには欠かせない。そのためには、ある程度の仕事量を恒常的に確保する必要がある。

わが国の製材工場に専属する目立技術者が平均的に受持っている仕事量をみると、再研磨・ブサリ出し・新ばち加工などの作業を含めて、一日に5～7時間稼動している製材機械4台分ほどの目立加工であるという。わが国の平均的な仕事量からみて、マンドリ製材所の作業者の能力はすでに仕事量を上回っていると言えよう。すなわち、作業者が現在も自己の技能を高める過程にあることを考慮するとしても、製材所での仕事量は過少と思われるのである。したがって、技術の低下を防ぐためには十分な仕事量を確保する必要がある。こうした措置により目立技術（技能）の維持だけでなく一層の向上を期待できる。

③ 作業能率の向上

技術移転により精度の高い目立加工技術が定着した。目立加工技術が体技である以上、熟練することにより作業時間を縮めることが次の課題となる。わが国の帯鋸目立加工の作業時間に関する調査によれば、新しい帯鋸の目立加工の作業時間は、経験年数10年以上の熟練者が平均139.0分で、一般の作業者では平均200.2分を要した^{文3}。熟練者と一般の作業者を比較すると、所要時間に約60分の開きがあった。この熟練度による所要時間の差は、接合部仕上げ・腰入れ・ステライト溶着の各工程において顕著にあら

われた。また、ステライト溶着加工の巧拙は歯先研磨の作業時間に影響していた。

加工作業の能率を向上させるためには、作業者の努力が必要なことは勿論だが、技術者の適切な指導・配慮に負う部分が多い。そこで、わが国で普通の技術をもつ作業者が新しい帯鋸の日立加工を平均200分で終了させているところに加工作業における当面の目標時間を設けるのが良いと思われる。目標到達のためには、熟練度により加工時間の差が著しい工程を中心に、技能を高めるよう日立加工の訓練を行うべきである。さらに、平均時間140分で新帯鋸を加工する熟練者の技能水準があることは技術者の作業員に対する大きな指導目標となるであろう。

V-1-2 製材技術改良法

(1) 従来の製材（協力以前の状況）

マンドリ製材所では、州有林のマツ人工林から伐採された間伐材を原木として製材事業を行っている。ここで従前から保有していた製材施設は、両面丸鋸盤（ツイン丸鋸盤）と横切り用丸鋸盤、テーブル帯鋸盤という小径木加工用の製材機械と、プレーナやほぞ取り盤、穿孔機などの加工用機械である。

製材は次のような手順で行われていた。両面丸鋸盤を使用して原木を角材に挽く。角材から板材を採る「小割り」にテーブル帯鋸盤を使用する。横切り用丸鋸盤を使用して角材・板材の長さを規格の寸法にあわせる。主な製材機械の特徴を記す。両面丸鋸盤の丸鋸の間隔（挽き材の幅）は手動で設定する機構で、丸鋸はチップソーを使用する。挽き材速度は最大で20 m/minである。丸鋸のアサリ幅は9mmで製材ロスが大きい。テーブル帯鋸盤は使用帯鋸の鋸幅が2インチと小さく、わが国では木工用に使用されるクラスの機種である。

この設備では背板の処理ができないことに加えてアサリ幅が大きいこと等の理由により、製材歩留りは角材を生産する場合に38%、板材を生産する場合で30%と著しく低い。製材による残廃材はごく一部が燃料用に用いられるほかは焼却処分されていた。

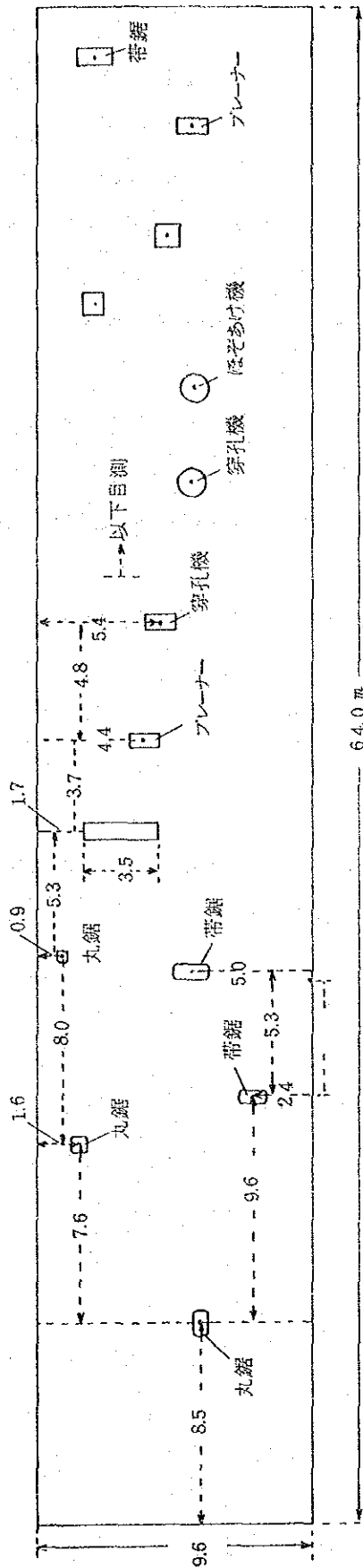
マンドリ周辺にある製材工場の施設は、丸鋸を主体とするもので、ここと類似のものである。製材歩留りも大差はなかった。しかしながら、大径木を素材とする製材工場においては自動送材車式帯鋸盤が導入されている例もあるなど製材工場の設備には大きな差が見られる。

(2) 供与機械

① 両面帯鋸盤（ツインバンドソー）

製材寸法を任意に設定することができる。予め帯鋸の間隔を設定することにより、素材から板材・角材を自動的に挽くことが可能である。また素材の径により木取りのパターンを変更することができるなど、製品の用途にあわせて種々の木取りパターンを設定し、製材することが可能である。挽き材速度は油圧流量の調整により0~60 m/minの範囲で可変である。帯鋸のアサリ幅は2mmで製材ロスが少ない。

事務所



新製材所

図 V-6 マンドリ旧製材所見取図

② テーブル帯鋸盤

背板の処理と板挽きの専用機械である。板材の厚さの設定は5～250 mmの範囲で可変である。挽き材を人力で送る場合には帯鋸盤を材の前後にはさむよう2名の要員を配置する。しかし、人力で材を送る場合に、経験不足の作業員では真直ぐに材を挽くことが難しいので、材送りをたてローラで行うローラーバンドを取り付けた。このローラーバンドの使用は、背板(端材)から板挽きする際の作業を安全に行い、かつ板材の厚みむらをなくし寸法精度と作業能率を高める効果がある。

③ 両面取り専用丸鋸盤

背板など端材の処理に用いるツイン丸鋸盤である。耳つき板の両側を切り落して、規格寸法の板材・小幅板に製材する。製品の幅は75～330 mmの範囲で可変である。製材作業中の事故を未然に防ぐため、丸鋸のある切削加工部を金属製カバーで覆っている。

④ 横切り用丸鋸盤

角材および板材の長さの規格にあわせて寸法を決める専用丸鋸盤である。本機には切断部を覆う安全カバーが取り付けられている。切断中は安全カバーが材を押えて固定し、丸鋸が下からせり上がって切断する機構である。

⑤ ログローダ

四輪駆動式の荷役機械で、アタッチメントを取替えることによりフォークリフト、ワーショベルとしても使用可能である。従来、製材原木を搬入するには人力で積み卸し作業を行っていた。両面帯鋸盤の導入により増加した製材能力に応じて、滞りなく原木を供給するため荷役作業の機械化を図る。

(3) 協力項目とねらい

① 製材機械の運転操作と保守点検

製材機械の機能、構造を説明し、機械の調整法と挽き材のための作業手順・運転操作を修得させる。機械類は電気・空気圧・油圧という異なる動力系統で駆動もしくは制御される箇所が多いので、機械類の保守点検のためには機械的構造の理解に加えてそれらの理解が必要である。そこで、技術面の責任者である技術者に対し、メーカー作成のマニュアルを基に解説を行い、将来の保守管理に備える。また作業員に対しては機械の運転操作と併行して構造などを説明し、簡単な修理は独力で行うことができるようにする。

製材作業は刃物に囲れた中で重量物を加工する危険の多い作業である。安全に作業を行うため、作業方法・手順を作業員に徹底させる。

② 木取り

製材工場において素材から種々の製材品を挽く場合に、採るべき製品の種類・寸法およびそれらの採材位置と採材手順を決めることである。素材の大きさと製品の用途にあわせた実用的な木取りパターンの確立を図る。両面帯鋸盤には帯鋸の挽き幅を予め設定

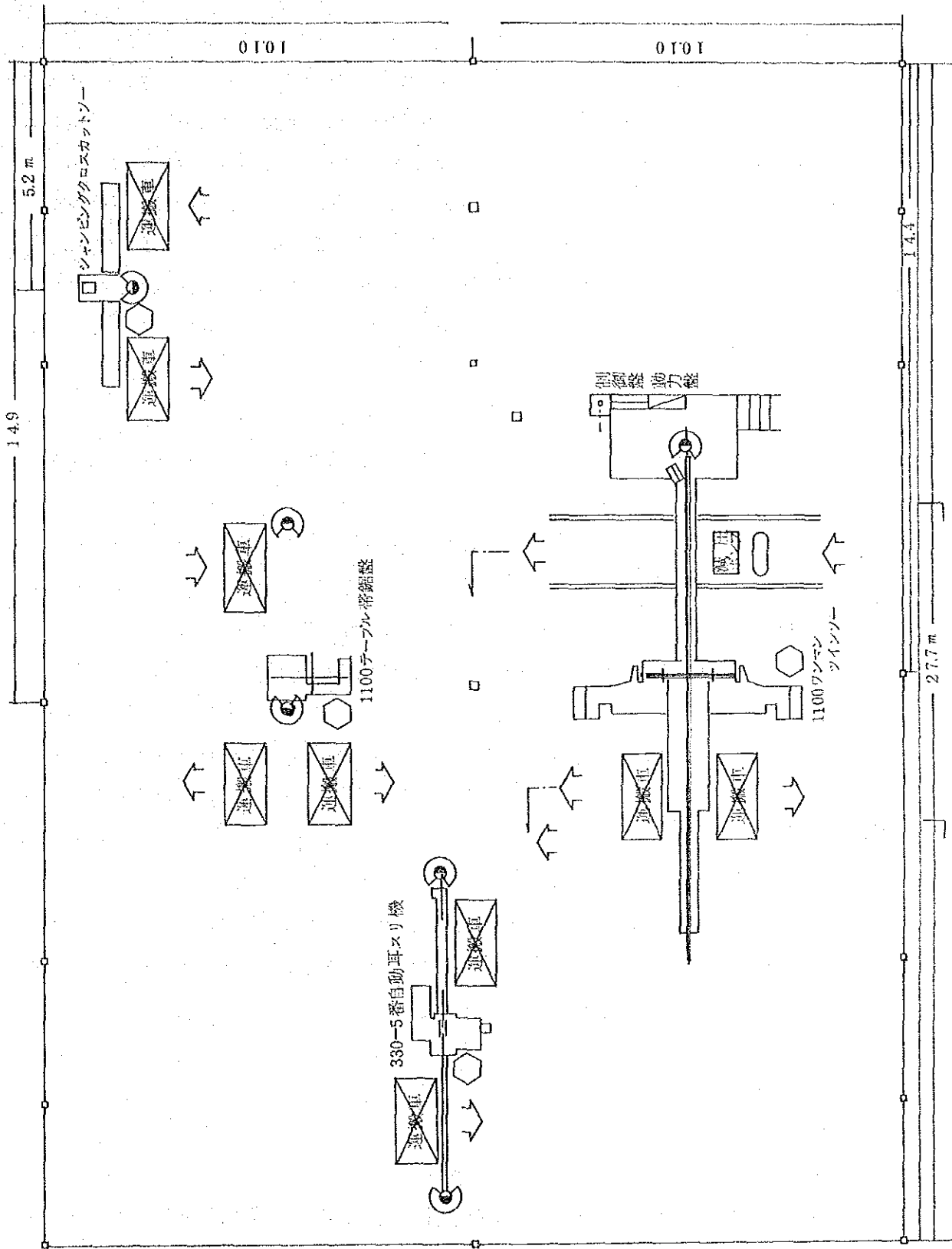


図 V - 7 マンドリ新製材所見取図

する機能があるので、製御盤（ピンボード）で木取りパターンを設定する手法を習得させる。

③ 製材

多くの工程が自動化された両面帯鋸盤を主機械とする生産ラインは、操作が簡単で大量生産を可能にする。作業能率を高め、精度の高い製品を生産するため、製材機械類の操作に習熟させる。

製材機械類の整備・目立加工の良否・挽き材技術の良否などによって種々の問題が製材作業の際に引き起こされる。問題は具体的には製材作業の欠点として現われるので、それを手がかりとして原因を発見し解決するための総合的な技術が身につくように配慮して技術移転を行う。

(4) 技術移転

① 製材工場建設工事の概要

旧製材工場に隣接して、製材工場が建設された。新工場には、両面帯鋸盤を主機械とする生産ラインが設けられる。

基礎工事は、機械据付けのための基礎コンクリートを作る工事である。床面に必要な大きさと深さの穴を掘り整地して、ベースコンクリートを打設する。ここに形枠を作り、機械設置に必要な基礎コンクリートを製作した。これに続いて機械類の据付けと調整を行った。機械の据付け・調整作業に際しては、将来の保守点検作業の折に必要となる重要な事項をカウンターパートに説明した。例えば“機械の芯出し”などの作業については、工事を中断して説明するとともに作業を反復して行い要領を理解させるようにした。また、森林院では独自に工場の床にコンクリート打設工事を行い、作業環境の改善をはかっている。

② 木取り

素材から種々の製品を挽き材する場合に、最も有利に製材品を得ることが「木取り」の目的である。木取りにあつて以下の要点を考慮して木取りパターンを作り出す必要がある。

- ・採材しようとする製品の種類を把握する。
- ・製品の規格を熟知していること。
- ・市場および市況の動向を把握していること。
- ・採材しようとする製品の種類にふさわしい原木を選ぶこと。
- ・原木がもつ欠点の種類・大きさ・位置を観察して、製品の価値低下に欠点ができるだけ影響しないようにする。

ここで、木取りにおける有利さを判断するための指標をあげる。また、これらに加えて作業能率にも目配りが必要である。

㊸ 材積歩留り 製品の材積歩留りを、製材材積／素材材積（％）で表わす。一般に材積とは素材・製品とも取引材積を指す。

㊹ 価値歩留り 生産した製材品の価値と使用した素材の価格の比で表わす。なお、製材品の価値とは工場での仕切り値であり、素材価格とは工場着の値である。（わが国の産地製材では1.3～1.4ぐらい）

㊺ 付加価値率 素材単位材積あたりの加工高を、加工高＝製品価値－素材価格－外注加工費として、加工高／製品売上高で表わす。（わが国の産地製材では0.2～0.3ぐらい）

③ 製材

両面帯鋸盤・テーブル帯鋸盤・耳取り用ツイン丸鋸盤・横切り用丸鋸盤，それぞれの機械の機能を説明し，運転操作技術の移転を行った。

サンパウロ州の主要な人工造林樹種であるユーカリとマツの製材原木としての特徴を述べる。ユーカリの伐期はパルプ用材で6～7年であるが，製材原木とする場合には10数年を伐期令とする。しかし，生長が早いユーカリには伐到後に木口面から割れが入るなどの欠点がある。マツの伐期は15～25年で，パルプ材・製鉄用木炭原木のほかは製函材などに使用されている。また，マツ小径木の場合も，生長が早いため製材品に加工すると欠点が生じ易い。いずれも製材原木としては難点のある素材であるが，森林政策を全うするため付加価値の高い利用法の開発が俟たれる。

マツ小径木の特長（難点）をあげる。

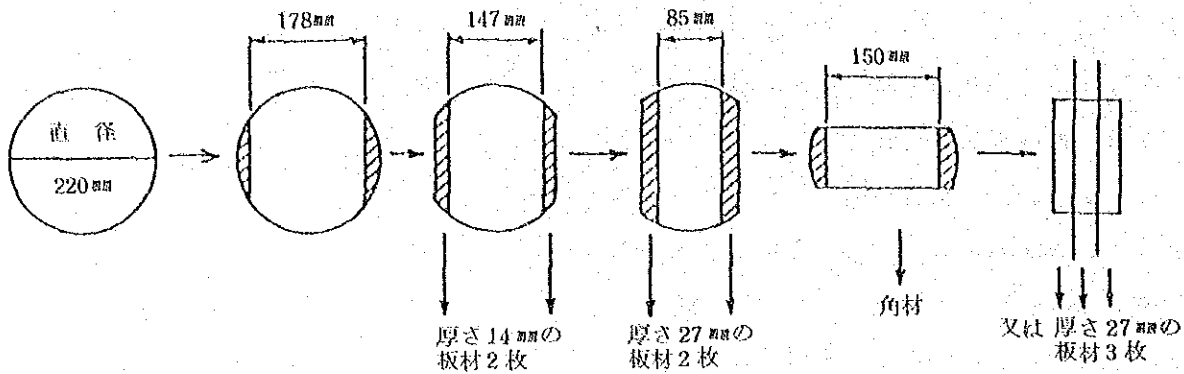
- ・未成熟材でしかも年輪幅が広いため，強度が小さく，そりやねじれなどの狂いが大きい。
- ・小径材では製品に丸みがつき易く，歩留りがよくない。
- ・樹皮率が高く，積荷の空隙率が大きいので運送コストが割高である。
- ・したがって，製材品の付加価値が低く，採算性がよくない。

生産活動が順調に進まない場合には，機械整備，目立加工，挽き材技術などから総合的に検討する必要がある。製材工場の能率があがらない場合に考えられる一般的な原因には，機械の配置，機種選定，各機械の生産能力の不均衡，機械間の運搬手段と処理能力，製材機械の能力不足，などが考えられる。

④ 成果

従来から製材所では主として木造住宅用の建築用材を生産している。製材機械の性能を考慮して，住宅建築の工法に適した製品を有利に挽くための木取り法を確立する必要がある。製材所の技術者により，従来からの用材生産の経験に基づいて両面帯鋸盤（ツインバンドソー）で挽き材するのに適した二種類の木取り法が確立された（図V-8）。素材の大きさにより木取りパターンを使い分けて製材することができる。

1. 直径 22 cm 程度のマツ材の場合



2. 直径 19 cm 程度のマツ材の場合

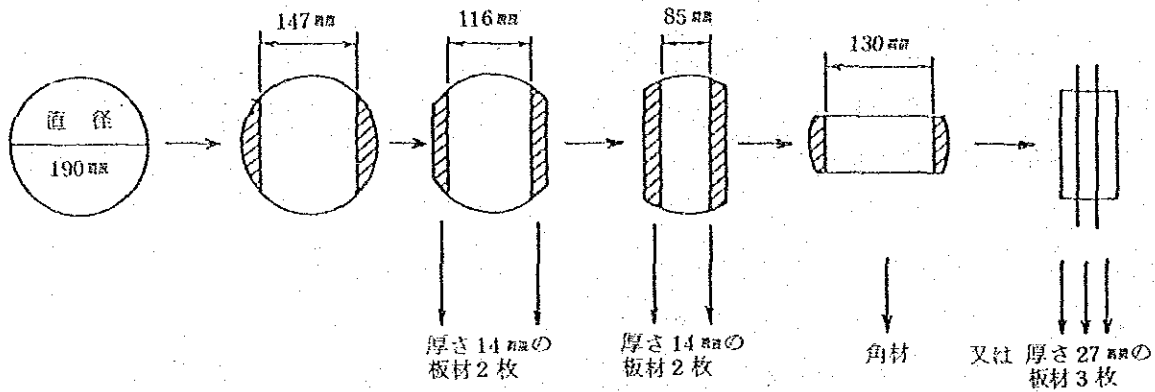
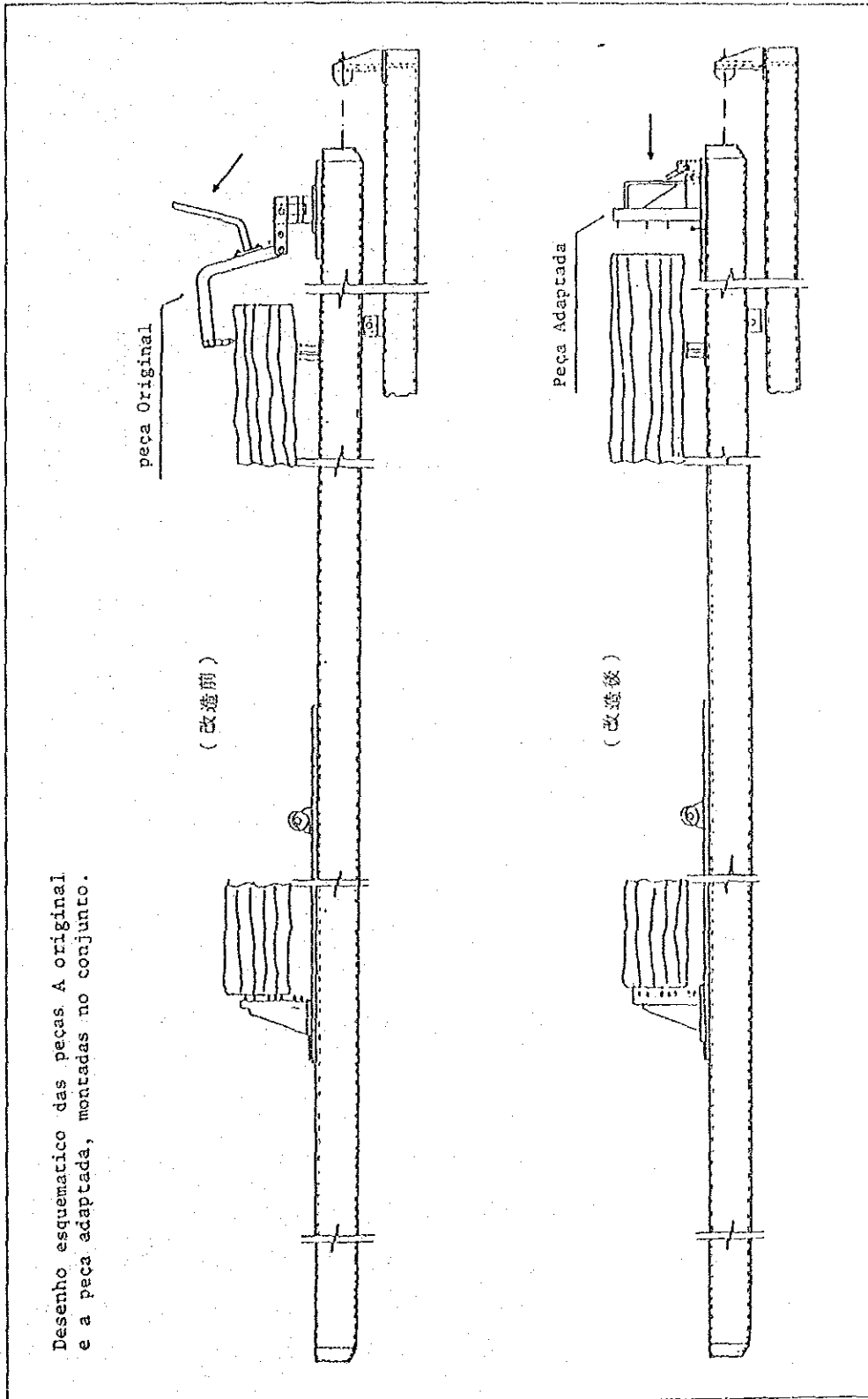


図 V - 8 マツ材の木取り法

製材機械の運転操作および調整を作業者は十分に習得した。またオペレータの機械操作と他の作業者との連繫作業も改善されて、作業者全員が製材作業に習熟するまでになっている。例えば、ツインバンドソーによる挽き材作業の場合には、運転操作に加えて人力で行う材の取扱い作業（木載せ・芯出し・木返し・木卸しなど）の手順が良くなり、各々の作業時間も短縮された。このように製材機械の運転操作を含め作業者が製材作業に慣熟したことにより、製材工場として生産ラインと呼びうる体制ができ上がった。すなわち製材施設を使いこなす力量を持つ作業者集団を獲得したことにより、製材工場として大量生産を行い得る体制が整えられた。間伐材など小径木を対象とする製材は、素材・製材品とも利用範囲が限られ、製品の付加価値が低いので、大量生産によって採算をとる以外に良い方法がない。こうした状況にあって、大量生産体制が整備されたことは小径木の有効利用を図るうえで大きな前進と言える。

機械類の保守点検作業も順調に実施されるようになり、作業者の機械に対する理解が深められた。作業に慣れ機械の構造も分かるようになった作業者達は、自らの発案により部分的な改造さえ加えるようになった。両面帯鋸盤の送材車に載せた素材を固定するクランプ部分が改良されている。この改造により素材を確実・容易に送材車に固定できるため、材の取扱い作業が改善された。改造部の構造を図V-9、10に示す。



図V-9 素材固定クランプの改造（両面帯鋸盤）

- FIXADOR DE TORAS - (Vistas)

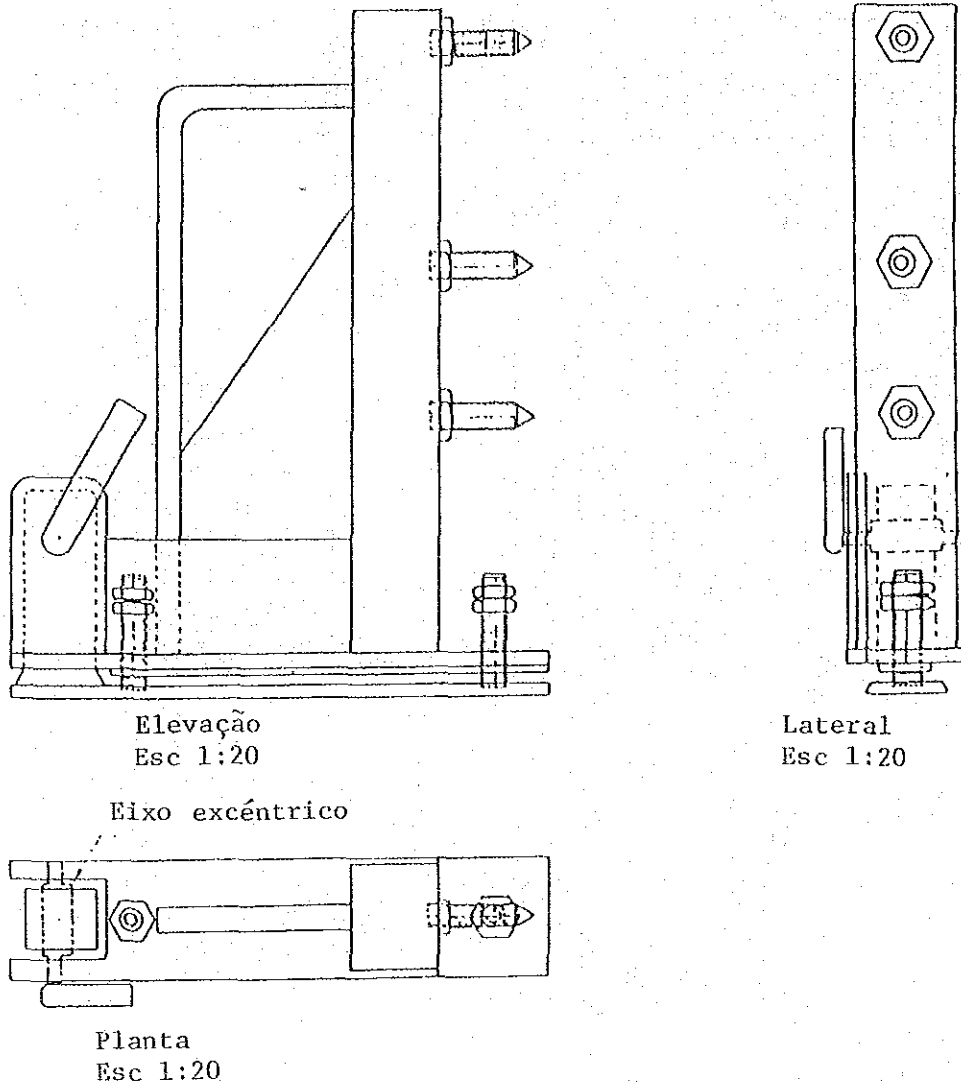


図 V - 10 素材固定クランプ (改造部) の構造

(5) 製材歩留りと工期

森林院でまとめた報告書^{文3, 4}をもとに技術移転前後の製材歩留りと作業工期の変化について検討し、新旧製材施設の生産性を比較する。

製材歩留りは製品材積の原木材積に対する百分率によって表わされる。ここでいう材積とは製品・原木とも規格で定められた計算法により求められた材積を指す。わが国とブラジルの原木材積計算法は、わが国で末口二乗法を用いるのに対して、ブラジルでは平均直

径法あるいは層積からの換算法を使っている点が異なる。この項で扱う材積はブラジルの計算法により求められたものである。製材工場全体の生産能力の指標として、工場の総出力1 P Sあたりの原木消費量や作業員または工場の従業員1人あたり原木消費量、工場の消費電力1 Kwhあたりの原木消費量などが使われている。ことに作業員または工場の従業員1人あたりの原木消費量は作業能率の指標として用いられることが多い。しかし、機械の性能に大きな差がある場合には、前述の原木消費量は作業能率を表わす適切な指標とは言えない。ここでは製材機械の稼働時間あたりの原木消費量 (m^3/hr) と製品材積 (m^3/hr) を指標として作業能率を比較する。

表 V - 7 新旧製材施設の工期と歩留り

資 料 項 目		旧製材施設	新 製 材 施 設	
			標本A	標本B
標 本 数		346	33	49
樹 令		22	23	22
素 材 長		3.3 m	3.07 m	3.07 m
平均末口直径		16 cm	19.3 cm	16.5 cm
平均中央直径		—	21 cm	18 cm
工 程	原木材積/hr	3.10 m^3/hr	3.67 m^3/hr	3.25 m^3/hr
	製品材積/hr	1.37 m^3/hr	2.02 m^3/hr	2.00 m^3/hr
	製品材積/人日	—	1.57 $m^3/人日$	1.39 $m^3/人日$
歩 留 り		44.3 %	55.1 %	61.5 %
鋸屑 / 原木材積		—	9.7 %	8.4 %

両面丸鋸盤を主機械とする在来施設の作業工期は、原木消費量が $3.10 m^3/hr$ 、製品材積では $1.37 m^3/hr$ であった。この際の製材歩留りは 44.3% であった。両面帯鋸盤（ツインバンドソー）を主機械とする新施設では、原木消費量が $3.67 m^3/hr$ 、製品材積は $2.02 m^3/hr$ 、 $2.00 m^3/hr$ であった。この際の製材歩留りは 55.1%・61.5% である。新しい製材施設による製材試験の結果を在来施設で製材した例と比較する。標本 A・B の順に、原木消費量は 118.4%・104.8% に増加し、製品材積は 147.4%・146.0% へと一層の増加をみた。製材歩留りは従来例に対し 10.8%・17.2% 高かった。ここで旧施設で行った製材試験と、原木の大きさが類似している標本 B の試験結果を比べると、新施設により製品材積は 146.0% に増加したが原木消費量は 104.8% 増えたにすぎない。また製材歩留りは 44.3% から 61.5% になり 17.2% 向上した。標本 A の場合にも同様の結果が現わ

れた。ここに見られるように原木の利用効率が高まり原木消費量の増加率以上に製品生産が増えて施設の生産性が格段に高められたことは、製品生産に製材機械の性能の差が反映したものとと言える。

ここでいう性能の差は次の二点に集約できる。④背板から板材を挽くことが可能になったこと。— 従来、挽き材できないために背板は廃棄物として焼却処分されていたが、新設機械を使用することにより背板から板材を製材することができる。このため、従来よりも有利な木取り法を採り入れ、背板を有効利用できるようになった。⑤アサリ幅が小さくなり鋸の切削による損失が減少したこと。両面丸鋸盤では9mmのアサリ幅をもつチップソーを使用していたため挽き材の際に18mm幅の木材が失われていた。一方、両面帯鋸盤のアサリ幅は2mmであり、挽き材による材の損失は4mm幅に減少した。すなわち、挽き材損失である鋸屑の減少は、原木の利用可能材積の増加を意味する。

表 V - 8 直径が異なる場合の工期と歩留

項 目		標 本 A	標 本 B
林 況	樹 種	エリオッティマツ	エリオッティマツ
	林 令	23 年	23 年
	間 伐 回 数	5 回目	4 回目
素 材	標 本 数	33 本	49 本
	材 長	3.07 m	3.07 m
	平 均 末 口 直 径	19.3 cm	16.5 cm
	平 均 元 口 直 径	23.4 cm	18.7 cm
	平 均 中 央 直 径	21.0 cm	17.9 cm
	原 木 材 積 (皮なし)	3.673 m ³	3.788 m ³
製 材	製 品 材 積	2.022 m ³	2.329 m ³
	製 材 所 要 時 間	60 分	70 分
功 程	原 木 材 積 / hr	3.673 m ³ /hr	3.246 m ³ /hr
	製 品 材 積 / hr	2.022 m ³ /hr	1.997 m ³ /hr
	製 品 材 積 / 人 日	1.57 m ³ /人日	1.39 m ³ /人日
材	歩 留 り	55.1 %	61.5 %
	鋸 屑 / 原 木 材 積	9.7 %	8.4 %

表V-9 製材品の寸法と生産量

板 材 寸 法	標 本 A		標 本 B	
	数 量	材 積	数 量	材 積
cm	枚	m ³	枚	m ³
8.5 × 1.4 × 307	55 (21)	0.2009	88 (38)	0.3214
8.5 × 2.9 × 307	3	0.0227	7 (4)	0.0529
11.0 × 1.4 × 307	37	0.1749	26 (4)	0.1229
11.0 × 2.9 × 307	12	0.1175	60 (5)	0.5876
13.0 × 2.9 × 307	24	0.2778	48 (2)	0.5555
15.0 × 2.9 × 307	84	1.1218	48	0.6410
18.0 × 2.9 × 307	—	—	3	0.0481
20.0 × 2.9 × 307	6	1.1068	—	—
Total	221 (21)	2.0224	280 (53)	2.3294

注 ()内は二級品の数量

また、原木の大きさの違いが製材加工に及ぼす影響を表V-8から検討する。原木の平均直径が大きい標本Aの製材歩留りは55.1%と10.8%の上昇であって標本Bの61.5%よりも小さい。しかし、作業能率は標本Bよりむしろ高い。ここから、径の大きな原木から製材する方が作業能率の面で有利なことが明らかである。原木の径が小さい標本Bでは、木取り法の工夫により製材歩留りを高めたものの、表V-9から品質の劣る製品の生産も多いことがわかる。ここから、品質についても原木の径が大きい場合に有利と言える。原木の径が小さい場合でも適切な木取り法によって製材歩留りを向上させられるが、作業能率と品質の面では大きい原木から製材する方が有利である。

要約すれば、標本Bの例から示唆されるように、小径木を原木とする製材加工であっても、製材歩留りを向上させ作業能率を高めて大量生産を行うことにより事業における収益の増加を期待できることが分かった。

(6) 今後の見通し

マンドリ製材所ではマツ小径木を原木として製材事業を行っている。現在のところ伐り出される間伐材の大部分は小径材であるが、樹木の成長が速いことから間伐材とは言え将来は中径材の増加が予測される。またマツの伐期令はサンパウロ周辺では25年が一般的であるから、森林院のマツ人工林は伐期を迎えつつある。したがって、早晚、主伐材である中径材(直径40~60cm)を製材原木として利用することになるだろう。しかしながら、現有設備では中径材を効率的に製材するのは難しいので、中径材に対応する処理能力をも

つ機械が必要となる。さらに木材の用途にあわせて二次加工を施し、製品の付加価値を高めることも検討すべきであろう。従来は用途を得られないために廃棄処分されていた残材・端材を利用するための設備も必要と考えられる。

木材の加工利用についてみれば、従来から穿孔機・ほぞ取り盤などの木工機械を保有して、木造プレハブ住宅用の部材を生産している。これらの木工機械により幾分か加工を行なっているが、いずれも単能機であり加工精度は高いとは言えない。製品の多様な用途を開発して付加価値を高めるためには装飾的な加工をも高精度で行なう木工機械の設置が望まれる。

木材を有効利用するため、原木の30.1%・35.2%を占めながら現在は廃棄されている端材の用途を開発する必要がある。わが国の例でみると、端材は燃料・チップ・パーティクルボードなど木質製品・小物製品・木炭などに利用されている。しかし、サンパウロ州の状況から小物製品・木炭・パーティクルボードなどの木質製品に加工利用する途は現実的ではない。したがって、最も有利と考えられるのはパルプ原料としてのチップ化である。製紙工業にマツ材チップを原料として供給する仕組みを作り上げ、用途を拓く必要がある。

(7) 今後の問題点

① 用途の開発

針葉樹人工林材の利用はまだ経験が浅いため用途も十分に開かれているとは言い難い。したがって木材の用途を広く開発し、製品の販路拡張を図ることが、当面する最大の課題と考えられる。そのため森林院ではマツ間伐材を利用する木造プレハブ住宅を開発し、建築工法のマニュアルを作成して普及につとめている^{文6}。この木造プレハブ工法がカンボス・ド・ジョルダン市の公共住宅に採用され成功を収めている(図V-11,12)。しかしながら需要の伸びは低いため、住宅としてさらに魅力のあるものにする設計上の工夫も必要ではないだろうか。例えば、居住快適性を高めることに加えて、家屋の外廻りに配慮して外観を良くすることが居住者にとって魅力のある住宅につながると考えられる。また、木造プレハブ住宅用以外の一般建築用材としての幅広い用途を開発し、需要を喚起する必要があるだろう。さらに、木材資源を有効利用するため、現在は利用されていない端材・鋸屑の用途を開発することも課題である。

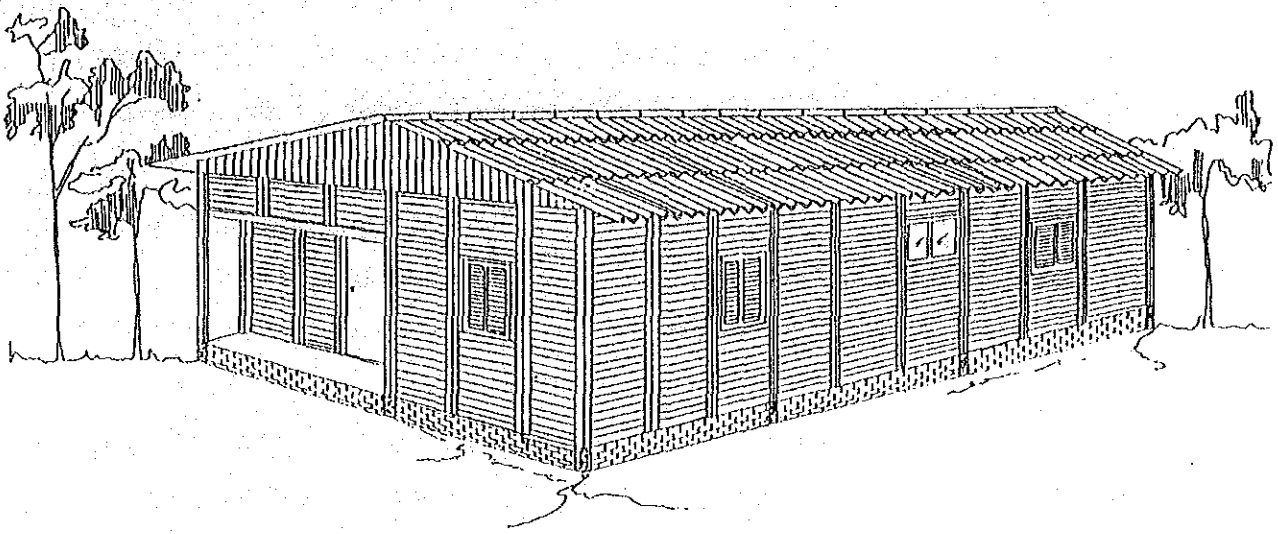


図 V-11 木造プレハブ住宅（見取り図）

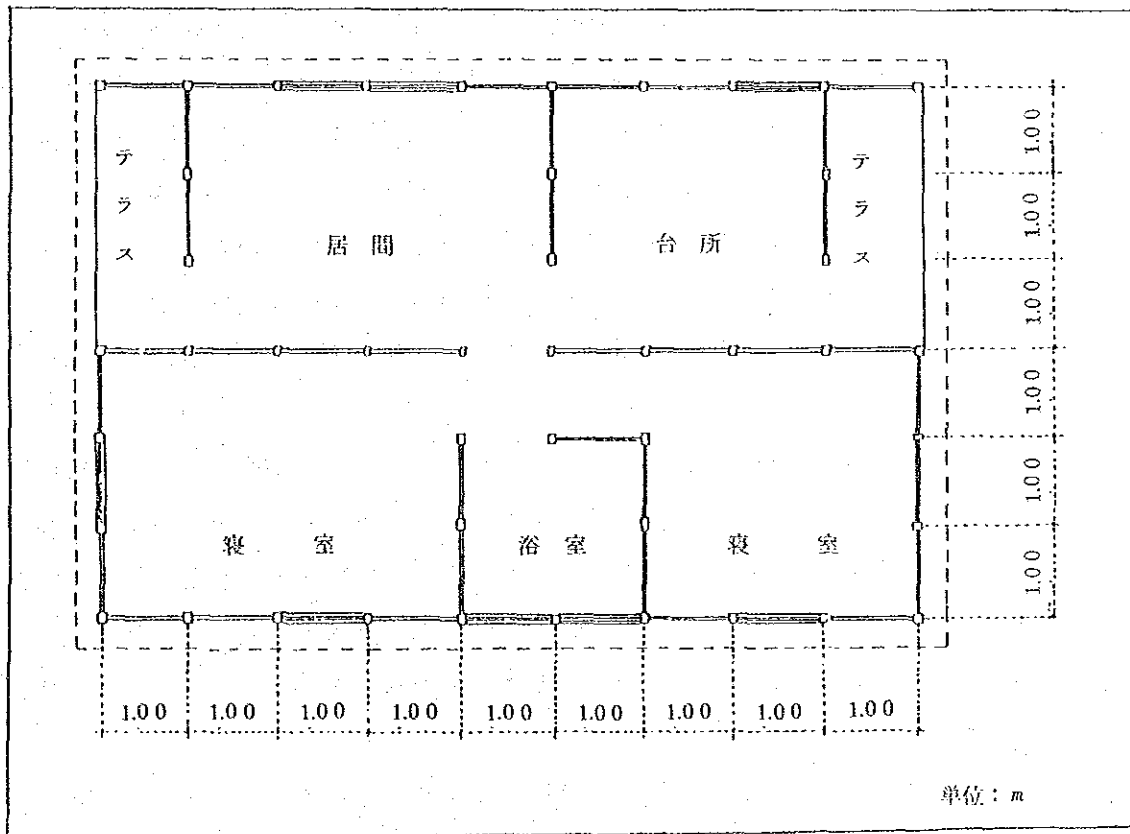


図 V-12 木造プレハブ住宅（間取り）

② 保守管理

製材施設の生産能力を満度に発揮させるためには日常の保守管理が重要である。機械の稼働効率を高めるためには、部品の調達ルートを確認するとともに、消耗の多い部品については在庫をもつ必要がある。ことにブラジル国内で調達することが難しい部品については、故障・破損が生じても速やかに交換して、事業を継続することができるよう、在庫状況を常時点検して適正な量の在庫を維持しておきたい。また、円滑な事業運営のためには、保守管理に携わる要員を固定して保守チームを編成し、十分な知識・技術が具わるよう指導することも欠かせない。

③ 作業の安全性

製材所においては機械のオペレータと補助作業者を固定していない。作業者が新技術を拒絶することなく積極的に適応し覚えようとする姿勢は評価できる。しかし、製材作業は各種工業のなかでも労働災害の発生率が高いので、作業の安全性を考えればオペレータと材を取扱う補助作業者を、ある程度は固定して作業に慣熟させることが望ましい。例えば、機械ごとに作業者集団を作っておくという方法もあろう。作業者の固定化により作業の習熟度は一層高まり生産性の向上も期待できる。

まとめ

この製材施設において機械類の運転操作・木取りなどの製材技術と、帯鋸・丸鋸の目立技術の技術移転が行われた。いずれの技術もサンパウロ州森林院の技術としてすでに定着している。これらの製材・目立技術は、森林院内にのみとどまらず、地域産業に普及されサンパウロ州、広くはブラジルにおける技術水準の向上のために用いられるべきものである。現在製材所周辺の民間製材工場に対して帯鋸目立技術の講習指導が行われている。

製材・目立技術を普及するためには新技術を使って事業を実行することによりもたらされる種々の効果を具体的に示す必要がある。

- ① 森林院の製材事業にかかわる原木・製品・電力などの数量を記録し基礎的資料の蓄積を図る。これをもとに木材工業のコスト管理をはじめとする生産管理技術を確立する。
- ② 新技術の有効性をデモンストレーションするため、新旧製材施設の違いによって生ずる生産性の差を定量的に把握する。例えば、原木の大きさ・木取りなど製材条件と作業法の違いによって生ずる製材歩留りや作業能率・付加価値などの差について実証的なデータを表示できることが望ましい。

さらに言えば、実証的な研究の積み重ねは、民間の木材工業に対する行政機関としての適切な助言・指導を可能にする。

また、技術の普及を図り木材工業の発展に寄与するために、新たに製材技術と目立加工技術を併せて教育・訓練する総合的な技術センターの設立が望まれる。この施設で後継者を養成することにより、森林院においても教名が保持しているにすぎない目立加工技術の

習得者を増し、技術の継承・発展をより確かなものにする。このセンターにおいては、製材技術者ととも目立加工技術者を養成することとする。製材・目立加工ともに実技指導を中心に課程を組むことが望しい。ことに目立加工においては、基本技能を習得した後さらに技能の向上を図るためには、多くの加工作業を経験する必要がある。十分な仕事量を得るためこのセンターで帯鋸・丸鋸の目立加工を受託しつつ技能訓練を行う方法が考えられる。

マンドリ製材所の製材原木は、近い将来小径材に中径材が多く混じることが予測されるので、現在の小径材製材ラインに、将来生産量が増加する中径材の製材ラインを増設する必要がある。また製品の付加価値を高めるための二次加工用の木工機械や、端材を有効利用するための、チップ製造機を設置することにより総合的な生産体制を作る必要がある。

当部門における研究は、木材の強度的性質や物理的性質など基礎的性質についての研究はもとより、材質に影響を及ぼす要因の解析などが行われ、造林樹種のみならず多くの樹種について木材の特性が明らかにされて行くであろう。また、木材の加工技術に関しては切削加工や製材加工・乾燥・防腐防虫処理などの研究がなされるであろう。このような研究を推進するためには、常に新たなデータの収集分析を行う必要がある。また、このデータを得るためには、研究計画に基き一定の水準をもって実験を実施していく技術を保持していることが必要である。例えば、切削加工、製材加工に関する理論的な研究を実証するためには、目立加工・製材を実地に行いうる技術（技術者）の支援のもとに実験的な研究を進めなければならないのである。ここに将来の研究発展の基礎となる加工技術の移転という当部門の所期の目的は達成されたものと考えられ、今後の森林院における研究展開への貢献が期待される。

なお当面の研究課題としては、製材歩留りの向上のため

- i) 直径階別製材歩留り
- ii) 元口径、末口径対比製材歩留り
- iii) 幹の曲りと製材歩留り

などが考えられる。

参考文献

- 1) 国際協力事業団：ブラジル・サンパウロ林業研究協力計画エバリュエーション報告書，
PP ， 1983
- 2) 国際協力事業団：ブラジル・サンパウロ林業研究協力計画計画打合せ調査報告書， PP
41， 1984
- 3) 福本通治・吉田靖・杉本英明；奈良県における1コ目立作業実態調査，奈良県林試木材加工資料， №11， P33-41， 1982
- 4) ASSINI, José Luiz, YAMAZOE. Guenji & MONTAGNA. Ricardo Gaeta : 1979, Processamento mecânico de madeira de Pinus de pequenas dimensões, Bol. Tecn. Inst. Flor., São Paulo, №33, p1-17
- 5) ASSINI. José Luiz, YAMAZOE. Guenji & MONTAGNA. Ricardo Gaeta : 1984, Desempenho de um conjunto de serras de fita geminada e simples, e canteadeira dupla no processamento de pinus, Bol. Tecn. Inst. Flor., São Paulo, №38(2), P 127-140
- 6) ASSINI. José Luiz, PIMENTA. Paulo E. Menezes, MONTAGNA. Ricardo Gaeta : 1983, Casa de Madeira Modular — Manual de Montagem, Public. Inst. Flor. São Paulo, №22, 27 p