

昭和48年度国有林野事業
特別会計技術開発試験成績報告書

空中写真による林分構造、 蓄積、成長量測定法

昭和49年7月

林業試験場

空中写真による林分構造、蓄積、 成長量、等の測定法

目 次

I 試験担当者	3
II 試験目的	3
III 試験の経過	3
1. 46年度	3
2. 47年度	3
3. 48年度	3
IV 試験成果の概要	4
1. 数量化の理論	4
2. スコア表作成の方法	7
3. スコア表作成のための検討法	18
4. スコア表の適用法	22
1 現地への適用法	22
2 他地域のスコア表の適用	31
5. 応用法の展開試験	48
V 試験の効果	48

I 試験担当者

経営部第2科航測研究室室長

中 島 巖

室員

長谷川 訓 子

樋 渡 幸 男

大 貫 仁 人

II 試験目的

空中写真の観測により林分構造の現況、その成因や推移に関連をおよぼす要因を確実にとらえ、立木材積、成長量等を数量解析によって効率よく求めて森林の経営、国土保全その他の調査精度を高めるとともに、地上作業の適正化、森林の数値記録化を可能とする調査法の開発を目的とした。

III 試験の経過

本試験は昭和43年度より昭和45年度に至る3ケ年間に亘り実施された「長焦点カメラおよびフォールスカラーフィルム等の活用による林分構造の解明」試験の成果を引きつぎ、その実応用への展開を計って下記の如く実施された。

1. 46年度

北見営林局管内、オホーツクの森を試験対象林とし、立木材積、成長量、枯損量を推定するための写真判読と測定、現地標準地調査を実施、各推定数値表（スコア表）作成法の試験を行った。

特に立木材積スコア表の作成については、これを全国各森林に実施する手法についての検討をおこなった。

2. 47年度

北見営林局管内、オホーツクの森について40×40m方眼の数値写真図を作成し、各方眼毎の推定による立木材積、成長量、枯損量の分布図の作成、スコア表の実際適用上の問題点の検討、同営林局留辺蘂事業区、置戸事業区を含む石北地区に対する適用の結果と共に、実測値との関連性、更新条件判定への手法解明を計った。また更新条件予測試験を行った。

3. 48年度

立木材積推定スコア表作成を対象として、スコア表原データの検討、カテゴリー区分基準の選定、作成演算までの基本プログラムの開発をおこなうとともに、空中写真観測データを

基本とする調査、伐木、搬出計画への応用システムの試験的立案をおこなった。更に広葉樹林の類型区分化の試験を進めた。

V 試験成果の概要

1. 数量化の理論

本試験の主軸をなすものは、空中写真により観測され数値化された林分構造と地況要素によって立木材積（蓄積）、成長量等、森林の経営、管理に要求される各調査項目の値を推定し、それぞれの量と分布を明らかにするために多変量解析理論を応用したスコア表の作成とその現地適用である。この理論の基礎をなすものは「外的基準が数量で与えられた数量化理論」である。すなわち蓄積、成長量等の調査目的項目「Y」を推定するために、M個の要因（ $X_j (j=1 \cdots M)$ ）について測定（写真観測）をおこない、それに基づいて「Y」の値を

$$\hat{Y} = X_1 + X_2 + \cdots X_M \cdots \cdots (1)$$

で推定する。この場合要因 X_j は、変量でなく、定質的なもの、すなわちいくつかのカテゴリに分類した結果として得られる。

X_j の測定結果を、そのカテゴリ $C_{j1}, \dots, C_{jr_j}$ のうちのいずれかひとつにはいるようにし、それぞれのカテゴリに $t_{j1}, \dots, t_{jr_j}$ なる数量を与えるものである。

表-1-1 要因カテゴリの反応パターン

番号	要因 カテゴリ 外的基準	X_1			X_2			X_M		
		C_{11}	C_{12}	C_{1n}	C_{21}	C_{22}	C_{2r_2}	C_{M1}	C_{M2}	C_{Mr_M}
		t_{11}	t_{12}	t_{1r_1}	t_{21}	t_{22}	t_{2r_2}	t_{M1}	t_{M2}	t_{Mr_M}
1	Y_1	V			V			V		
2	Y_2	V					V			V
⋮	⋮									
i	Y_i			V	V			V		
⋮	⋮									
n	Y_n	V			V			V		
合計	$\sum_{i=1}^n Y_n$	n_{11}	n_{12}	n_{1r_1}	n_{21}	n_{22}	n_{2r_2}	n_{M1}	n_{M2}	n_{Mr_M}

この場合 t_{jk} には,

$$E[(Y - \hat{Y})^2] = \min \quad \dots\dots\dots (2)$$

を満足する値 t_{jk}^* を与えればよい。

いま, 各サンプル i に α_i なる数量を与える。この α_i は, 与えるべき数量 t_{jk} の和(3)式で決定する。

$$\alpha_i = t_{1i} + t_{2i} + \dots\dots\dots + t_{Mi} \quad (i = 1, 2, \dots\dots, n) \quad \dots\dots(3)$$

(2)は, Y と $\hat{Y}$ の相関係数を最大にすること, すなわち, α_i と Y_i の相関係数 ρ を最大にすることと同値である。

$$\rho = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})(\alpha_i - \bar{\alpha}) / \sigma_Y \sigma_\alpha \quad \dots\dots (4)$$

ここに

$$\sigma_Y^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2, \quad \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

$$\sigma_\alpha^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \bar{\alpha})^2, \quad \bar{\alpha} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_i$$

相関係数は原点のとり方に依存しないから

$$\bar{\alpha} = 0, \quad \bar{Y} = 0$$

としても一般性を失わない。したがって,

$$\rho = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \alpha_i / \sigma_Y \sigma_\alpha \quad \dots\dots\dots (5)$$

ρ が最大になるように, ℓ 要因の m カテゴリーに数量 $t_{\ell m}$ を与えることにする。このために

$$\frac{\partial \rho}{\partial t_{\ell m}} = 0 \quad (\ell = 1, 2, \dots\dots, M \quad m = 1, 2, \dots\dots, r_M)$$

を作り $\bar{Y} = \bar{\alpha}$ とすると(6)式となる。

$$t_{\ell m} n_{\ell m} + \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^{r_j} t_{jk} f_{\ell m}(j, k) = \sum_{i=1}^n Y_i \delta_i(\ell, m) \quad (6)$$

ここで

$$\delta_i(j, k) = \begin{cases} 1 & \text{..... } i \text{ なるプロットが } j \text{ 要因 } k \text{ カテゴリーでチェックされるとき} \\ 0 & \text{..... } \text{そうでないとき} \end{cases}$$

$$\sum_{k=1}^{r_j} \delta_i(j, k) = 1 \quad (j=1, 2, \dots, M, i=1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{k=1}^{r_j} n_{jk} = \sum_{k=1}^{r_j} \sum_{i=1}^n \delta_i(j, k) = n \quad \left\{ \begin{array}{l} \ell \text{ 要因 } m \text{ カテゴリーに} \\ \text{チェックされたもの} \\ \text{のうち } j \text{ 要因 } k \text{ カテゴリーに} \\ \text{チェックされるもの数} \end{array} \right.$$

$$f_{\ell m}(j, k) = \sum_{i=1}^n \delta_i(\ell, m) \delta_i(j, k)$$

$$\sum_{m=1}^{r_j} f_{\ell m}(j, k) = n_{jk}$$

$$\sum_{m=1}^{r_j} \sum_{k=1}^{r_j} f_{\ell m}(j, k) = n$$

$$f_{\ell m}(j, k) = 0 \quad (\ell=j, k \neq m)$$

(6)式は、 $t_{\ell m}$ を未知数とする連立方程式であり、この解が求める t_{jk} の値 t_{jk}^* である。これをわかりやすい形に書いたものが、表-1-2である。相関係数は、それぞれの平均値の位置に無関係であることから、各要因の平均値をどこにとってもよく、 M 個の条件をつけてもよいことになる。 $\bar{\alpha} = \bar{Y}$ なる条件があるから、この他に $(M-1)$ 個の条件をつけ加えてよい。それには $t_{jk} = 0 \quad (j=2, 3, \dots, M)$ としておくと便利である。すなわち、表-3のⅡ式を解いた解が t_{jk} に与える量 t_{jk}^* となる。

ここで

$$S_{jj} = \sum_{k=1}^{r_j} t_{jk}^2 n_{(jk)}$$

$$S_{j\ell} = \sum_{k=1}^{r_j} \sum_{m=1}^{r_\ell} n_{(jk)(\ell m)} t_{jk} \cdot t_{\ell m}$$

$$S_{yj} = \sum_{k=1}^{r_j} n_{(jk)} t_{jk} y_{jk}$$

とおくとき，

重相関係数 ρ ，単相関係数 $r_{j\ell}$ ，偏相関係数 $r_{yj \cdot 1, 2, \dots, j-1, j+1, \dots, M}$ は(7)式で与えられる。

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho = \sqrt{1 - \frac{|S|}{S_{yy} S_{yy}}} \\ r_{j\ell} = \frac{S_{j\ell}}{\sqrt{S_{jj} \cdot S_{\ell\ell}}} \\ r_{yj \cdot 1, 2, \dots, M} = \frac{-S_{jy}}{\sqrt{S_{jj} S_{yy}}} \end{array} \right. \quad (7)$$

ここで

$$S = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1y} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2y} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{y1} & S_{y2} & \cdots & S_{yy} \end{pmatrix} \quad S^{ji} \text{は } S \text{ における } S_{ij} \text{ の余因数}$$

2. スコア表作成の方法

スコア表作成の手順について，樹種別立木材積推定表の調整を基準として示すとその体系は図-①の通りである。（図-1参照）

すなわち① 主要樹種別に同一のスコア表が適用できる地域を決定する。この地域は主として，林業的な見地からの取扱い，生育状況からの類型区分により定める。

② 決められた地域について，従来撮影された写真のうち撮影年度の最も新しいものを全域にわたり準備するか，未撮影地域であれば撮影を実行することが望ましいが，図面上でランダムに地点を選定し，その地点を含む写真を立体モデル（判読基準資料）で準備することでもよい。

③ 準備された写真で，対象樹種を判読選定し，対象地域の林況（母集団）を代表するであろう標準林分を，選定する。

④ 省略

表-1-2

			x_1				x_2				x_M			y_{jk}
			1	2	3	4	1	2	3		1	2	3	
x_1	1	t_{11}	$n_{(11)}$				$n_{(11)(21)}$	$n_{(11)(22)}$	$n_{(11)(23)}$		$n_{(11)(M1)}$	$n_{(11)(M2)}$	$n_{(11)(M3)}$	$y_{11} = \sum_a y_{a/n(11)}$
	2	t_{12}		$n_{(12)}$			$n_{(12)(21)}$	$n_{(12)(22)}$	$n_{(12)(23)}$		$n_{(12)(M1)}$	$n_{(12)(M2)}$	$n_{(12)(M3)}$	$y_{12} = \sum_a y_{a/n(12)}$
	3	t_{13}			$n_{(13)}$		$n_{(13)(21)}$	$n_{(13)(22)}$	$n_{(13)(23)}$		$n_{(13)(M1)}$	$n_{(13)(M2)}$	$n_{(13)(M3)}$	$y_{13} = \sum_a y_{a/n(13)}$
	4	t_{14}				$n_{(14)}$	$n_{(14)(21)}$	$n_{(14)(22)}$	$n_{(14)(23)}$		$n_{(14)(M1)}$	$n_{(14)(M2)}$	$n_{(14)(M3)}$	$y_{14} = \sum_a y_{a/n(14)}$
x_2	1	t_{21}	$n_{(11)(21)}$	$n_{(12)(21)}$	$n_{(13)(21)}$	$n_{(14)(21)}$	$n_{(21)}$				$n_{(21)(M1)}$	$n_{(21)(M2)}$	$n_{(21)(M3)}$	$y_{21} = \sum_a y_{a/n(21)}$
	2	t_{22}	$n_{(11)(22)}$	$n_{(12)(22)}$	$n_{(13)(22)}$	$n_{(14)(22)}$		$n_{(22)}$			$n_{(22)(M1)}$	$n_{(22)(M2)}$	$n_{(22)(M3)}$	$y_{22} = \sum_a y_{a/n(22)}$
	3	t_{23}	$n_{(11)(23)}$	$n_{(12)(23)}$	$n_{(13)(23)}$	$n_{(14)(23)}$			$n_{(23)}$		$n_{(23)(M1)}$	$n_{(23)(M2)}$	$n_{(23)(M3)}$	$y_{23} = \sum_a y_{a/n(23)}$
x_M	1	t_{M1}	$n_{(11)(M1)}$	$n_{(12)(M1)}$	$n_{(13)(M1)}$	$n_{(14)(M1)}$	$n_{(21)(M1)}$	$n_{(22)(M1)}$	$n_{(23)(M1)}$		$n_{(M1)}$			$y_{M1} = \sum_a y_{a/n(M1)}$
	2	t_{M2}	$n_{(11)(M2)}$	$n_{(12)(M2)}$	$n_{(13)(M2)}$	$n_{(14)(M2)}$	$n_{(21)(M2)}$	$n_{(22)(M2)}$	$n_{(23)(M2)}$			$n_{(M2)}$		$y_{M2} = \sum_a y_{a/n(M2)}$
	3	t_{M3}	$n_{(11)(M3)}$	$n_{(12)(M3)}$	$n_{(13)(M3)}$	$n_{(14)(M3)}$	$n_{(21)(M3)}$	$n_{(22)(M3)}$	$n_{(23)(M3)}$				$n_{(M3)}$	$y_{M3} = \sum_a y_{a/n(M3)}$

($\sum (jk)$: j 要因 k カテゴリーに反応するデータのみの和)

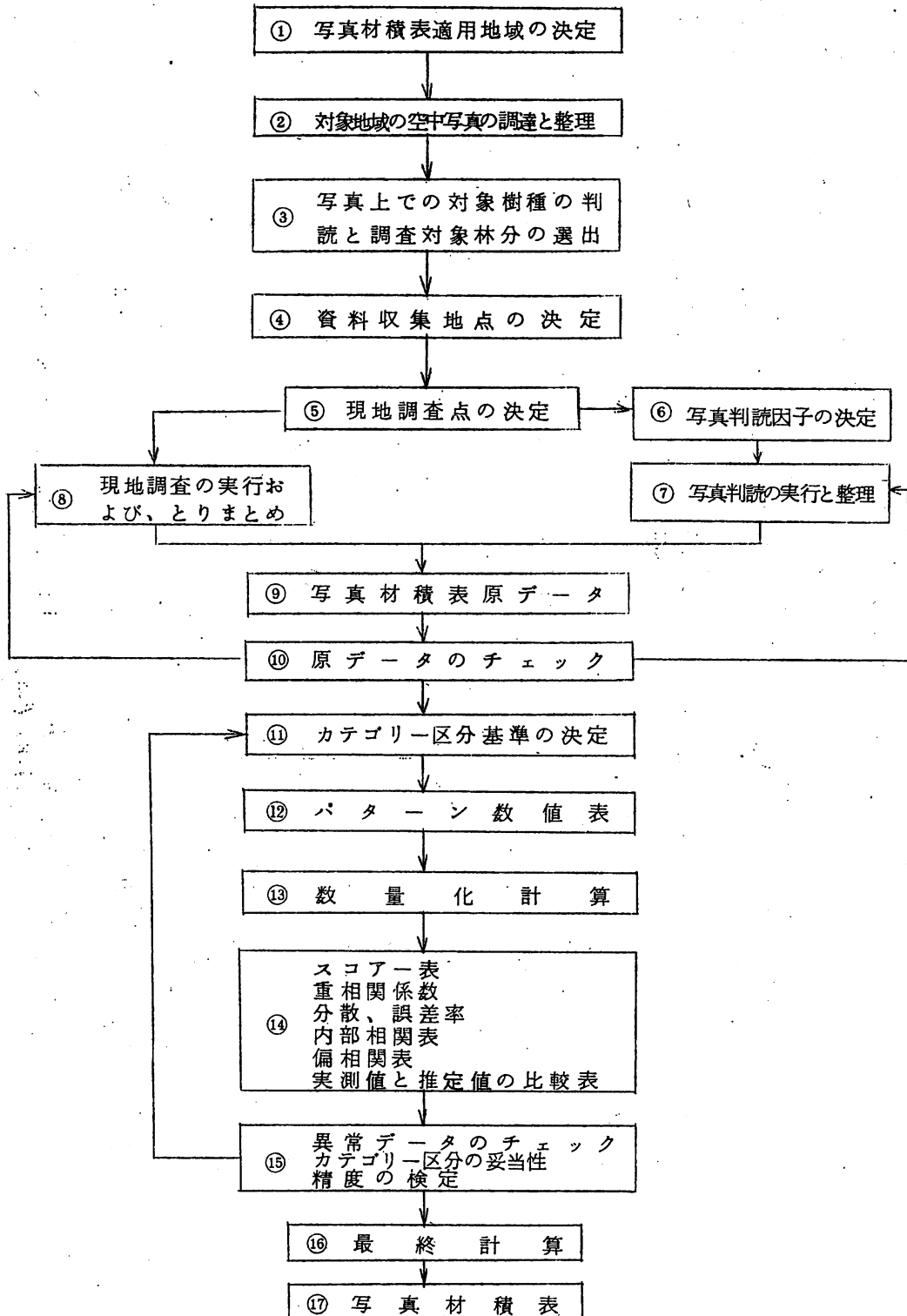
$$\begin{pmatrix} n \\ (j,k)(\ell,m) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t \\ jk \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_{jk} \end{pmatrix} \quad (\text{I})$$

$$\left\{ \begin{aligned} \begin{pmatrix} n \\ (j,k)(\ell,m) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} n_{(11)} & & n_{(11)(M3)} \\ & n_{(14)} & \\ & & n_{(21)} \\ & & & n_{(23)} \\ & & & & n_{(M1)} \\ & n_{(11)(M3)} & & & n_{(M3)} \end{pmatrix} \\ & \cdot \begin{pmatrix} t_{jk} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t_{11} \\ t_{14} \\ t_{21} \\ t_{23} \\ t_{M1} \\ t_{M3} \end{pmatrix} \end{aligned} \right. \quad \begin{pmatrix} y_{jk} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_{11} \\ y_{14} \\ y_{21} \\ y_{23} \\ y_{M1} \\ y_{M3} \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} n' \\ (j,k)(\ell,m) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t'_{jk} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y'_{jk} \end{pmatrix} \quad (\text{II})$$

{ (I) の行列から n とったもの $(j,k)(\ell,m)$, t_{jk} , y_{jk} ($j=2,3,\dots,M$) を }

図-1 写真材積推定表、調査体系



- ⑤ 現地調査点は、選定林分を代表する点を写真上で選定する。現地調査点の数は、スコア表の精度および費用によって決める。
- ⑥ 写真材積スコア表に用いる判読要因は、林木生育に大きな影響をもつもので、写真上明確に判読できるもの、および、経営上明確に記録され、または、調査が行なわれているものが望ましい。生長量其他のスコア表作成についても同様である。
- ⑦ 選定された要因については、現地調査が行なわれる前に写真判読されることが望ましい、しかも、判読の個人誤差がスコア表精度に影響をおよぼさないように配慮する必要がある、そのためには一定期間の判読訓練を行なった上、さらに複数人で行なうことが必要である。判読結果は、実測値と厳密に一致する必要はなく、相互の相関が高ければ使用しうるものと考えることができる。
- ⑧ 現地調査にあたっては、写真判読プロットの林況と正しく適合する調査プロットを設定する必要がある、この際、判読値と現実林況との関連性の傾向をチェックし、判読値が現実林況と大巾に異ならないことを確かめ、また判読ミスをチェックするように努める。
- ⑨ 現地調査、および判読値の結果は、データ原表（表-2）としてまとめ、判読値および実測値がどのような範囲にあり、どのような分布をするかを検討する。これらの実測値および判読値はステレオグラムとして整理するのがよい。
- ⑩ データ原表全体として、実測材積および判読値にミスがないかどうかを、全体的な写真像の比較検討で行ない、疑わしいデータに関しては、再判読または、再実測を実行し場合により棄却することも行なう。
- ⑪ カテゴリー区分は、要因の精度、および実測性から決定されるもので、その基準は、林業常識の基礎にたち決定することが多い。一般的にカテゴリーの数は、多くても5または6が望ましい。
- ⑫, ⑬ カテゴリー区分基準を決定した上で、原データは、反応パターン数値表（表-3）に変換し、前述の数量化理論による計算のデータとする。このときカテゴリーごとに反応するデータの個数が最少限度数を満たしているかどうかをチェックする。
- ⑭ 計算結果として必要なものは、次のものである。（ⅰ）スコア表（表-4）（ⅱ）重相関係数、分散、標準誤差、誤差率（表-5）（ⅲ）内部相関表（表-6）（ⅳ）偏相関表（表-7）（ⅴ）実測値と推定値の比較表（表-8）
- ⑮ この計算方式は数量化理論から明かなように、林の取扱いが同じように行なわれれば、同様な成育形態をとるような成長推移の条件が同一の林分の集合である母集団に対して、

***** DATA NAME AKITA SUGI No.1

カテゴリータイプⅡ

No	VOLUME	林	AG 令	HT 樹高	CD 樹冠直径	D 疎密度	N 立木本数	H 標高	AR 地 域	IN 傾斜角	AZ 方位
1	30.0		10.0	4.0	1.4	70.0	550.0	240.0	YO	0.0	W
2	50.0		15.0	5.0	1.6	75.0	700.0	120.0	HA	20.0	S
3	80.0		15.0	5.0	1.6	65.0	690.0	580.0	YA	8.0	SE
4	30.0		14.0	4.0	1.5	65.0	560.0	140.0	HA	15.0	SW
5	40.0		15.0	4.0	1.6	55.0	650.0	200.0	HA	15.0	NW
6	80.0		19.0	6.0	1.9	50.0	520.0	360.0	YO	20.0	S
7	50.0		19.0	4.0	1.5	55.0	770.0	200.0	HA	15.0	S
8	70.0		13.0	7.0	2.0	45.0	590.0	200.0	HA	8.0	SW
9	70.0		16.0	5.0	1.9	70.0	590.0	440.0	YA	6.0	W
10	50.0		13.0	5.0	1.5	70.0	790.0	300.0	YA	7.0	SW
11	50.0		12.0	8.0	1.8	60.0	680.0	280.0	YA	5.0	SW
12	40.0		13.0	5.0	1.5	60.0	670.0	300.0	YA	7.0	NW
13	50.0		14.0	7.0	1.6	60.0	820.0	300.0	YO	12.0	NE
14	60.0		15.0	5.0	1.4	75.0	970.0	300.0	HA	8.0	NE
15	90.0		18.0	6.0	1.9	50.0	590.0	160.0	HA	18.0	NW
16	60.0		11.0	6.0	1.4	65.0	660.0	200.0	HA	5.0	W
17	70.0		16.0	6.0	1.7	70.0	640.0	270.0	YA	18.0	W
18	70.0		17.0	5.0	1.5	80.0	1010.0	380.0	YA	8.0	N
19	150.0		18.0	7.0	2.8	85.0	600.0	420.0	AK	3.0	S
20	60.0		25.0	5.0	2.0	45.0	510.0	460.0	YA	18.0	S
21	50.0		32.0	6.0	2.0	35.0	430.0	800.0	AK	25.0	SW
22	70.0		29.0	7.0	2.4	35.0	270.0	690.0	AK	10.0	N
23	140.0		29.0	7.0	2.0	70.0	550.0	680.0	YA	4.0	SW
24	50.0		22.0	5.0	1.6	70.0	750.0	420.0	YA	15.0	NW
25	160.0		30.0	10.0	2.8	65.0	470.0	680.0	YA	20.0	SE
26	60.0		24.0	6.0	1.6	55.0	650.0	260.0	YA	20.0	S
27	110.0		23.0	9.0	2.1	65.0	570.0	410.0	YA	20.0	W
28	130.0		29.0	8.0	2.1	65.0	480.0	650.0	AK	15.0	W
29	70.0		32.0	8.0	2.1	55.0	490.0	720.0	AK	20.0	S
30	120.0		30.0	8.0	2.1	65.0	520.0	610.0	AK	20.0	W
31	200.0		28.0	7.0	1.8	70.0	670.0	640.0	HA	18.0	SW
32	150.0		26.0	8.0	2.0	80.0	630.0	340.0	YA	10.0	N
33	130.0		25.0	8.0	2.1	70.0	550.0	280.0	YO	0.0	N
34	170.0		37.0	9.0	1.7	85.0	720.0	270.0	YA	15.0	SW
35	170.0		30.0	10.0	3.0	50.0	330.0	380.0	YA	18.0	SE
36	190.0		39.0	11.0	2.8	45.0	350.0	660.0	AK	18.0	S

表-3 反応パターン数値表

PATTERN NUMERIZED LIST

カテゴリータイプⅡ

No	VOLUME	AG	HT	CD	D	N	H	AR	IN	AZ
1	30.000	1	1	1	2	2	2	1	1	4
2	50.000	1	1	1	3	4	1	2	3	3
3	80.000	1	1	1	2	4	5	4	2	2
4	30.000	1	1	1	2	3	1	2	3	3
5	40.000	1	1	1	1	3	1	2	3	4
6	80.000	1	1	1	1	2	3	1	3	3
7	50.000	1	1	1	1	4	1	2	3	3
8	70.000	1	1	1	1	3	1	2	2	3
9	70.000	1	1	1	2	3	4	4	2	4
10	50.000	1	1	1	2	4	2	4	2	3
11	50.000	1	2	1	2	4	2	4	1	3
12	40.000	1	1	1	2	4	2	4	2	4
13	50.000	1	1	1	2	5	2	1	2	1
14	60.000	1	1	1	3	5	2	2	2	1
15	90.000	1	1	1	1	3	1	2	3	4
16	60.000	1	1	1	2	4	1	2	1	4
17	70.000	1	1	1	2	3	2	4	3	4
18	70.000	1	1	1	3	5	3	4	2	1
19	150.000	1	1	4	3	3	4	3	1	3
20	60.000	2	1	1	1	2	4	4	3	3
21	50.000	3	1	1	1	1	5	3	4	3
22	70.000	2	1	3	1	1	5	3	2	1
23	140.000	2	1	1	2	2	5	4	1	3
24	50.000	2	1	1	2	4	4	4	3	4
25	160.000	2	2	4	2	2	5	4	3	2
26	60.000	2	1	1	1	3	2	4	3	3
27	110.000	2	2	2	2	3	4	4	3	4
28	130.000	2	2	2	2	2	5	3	3	4
29	70.000	3	2	2	1	2	5	3	3	3
30	120.000	2	2	2	2	2	5	3	3	4
31	200.000	2	1	1	2	4	5	2	3	3
32	150.000	2	2	1	3	3	3	4	2	1
33	130.000	2	2	2	2	2	2	1	1	1
34	170.000	3	2	1	3	4	2	4	3	3
35	170.000	2	2	5	1	1	3	4	3	2
36	190.000	3	3	4	1	1	5	3	3	3

表-4 スコア表

***** STEP 9 SOLUTION SCORE カテゴリ-タイプII

ITEM	CATEGORY	SCORE X
1	1	61.24606
	2	116.46620
	3	97.04187
	4	134.23350
	5	59.70787
	6	151.81970
2	1	0.00000
	2	8.26328
	3	79.48442
	4	164.19550
	5	233.23750
	6	321.11400
3	1	0.00000
	2	69.90729
	3	83.86595
	4	74.72610
	5	79.72324
4	1	0.00000
	2	-20.73958
	3	66.90814
	4	74.28212
5	1	0.00000
	2	8.04126
	3	14.08473
	4	38.88887
	5	-15.61441
6	1	0.00000
	2	16.34647
	3	5.75801
	4	-7.84572
	5	34.31287
7	1	0.00000
	2	-16.57176
	3	-74.65150
	4	-28.07770
8	1	0.00000
	2	-13.90525
	3	-30.98294
	4	-14.18843
9	1	0.00000
	2	-12.57662
	3	10.76825
	4	6.97204

***** MULTIPLE CORRELATION COEFF.RO= 0.9360

表-5

重 相 関 係 数	0.936
偏 差 平 均	0.0161
分 散	3427.78
標 準 誤 差	58.55
デ ー タ 平 均 値	283.69
誤 差 率	20.63 (%)

精度よく適用されるものである。ゆえに、不成績造林地、肥培試験地、および、施業法の極端に異なる林分等に関するデータは異質なデータとして、除外する必要がある、これを摘出するためには⑩でのデータチェックの方法、または、⑭-(V)が有効的に使用される。なおこのようなデータは、スコア表適用除外林分として、明記されねばならない。

また、ここでは、⑭-(I)(II)(IV)により、用いられたカテゴリーが、スコア表作成にあたって有効であるかどうかを検定し、⑭-(II)より目標精度を満足しているかどうかも検定する。

- ⑯ 目標精度を満たし、カテゴリー区分の妥当性が認められたときには、最終スコア表として採用すべき要因の選択およびその順位配列を考慮し、さらに適用されやすい形に表が作成されるように最終計算を行なう。

表-6 内部相関表

***** INNER CORRELATION MATRIX カテゴリータイプII

	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	ITEM 6	ITEM 7	ITEM 8	ITEM 9	Y
1	1.000	0.187	0.364	0.133	-0.104	-0.051	-0.069	-0.124	-0.050	0.358
2	0.187	1.000	0.566	0.464	-0.168	-0.099	0.168	0.011	-0.229	0.852
3	0.364	0.566	1.000	0.352	-0.226	0.017	-0.110	-0.007	-0.182	0.647
4	0.133	0.464	0.352	1.000	0.096	-0.237	0.160	0.198	-0.053	0.639
5	-0.104	-0.168	-0.226	0.096	1.000	-0.016	0.163	0.126	0.212	-0.008
6	-0.051	-0.099	0.017	-0.237	-0.016	1.000	-0.384	-0.101	0.032	-0.102
7	-0.069	0.168	-0.110	0.160	0.163	-0.384	1.000	0.085	-0.118	0.220
8	-0.124	0.011	-0.007	0.198	0.126	-0.101	0.085	1.000	-0.057	0.109
9	-0.050	-0.229	-0.182	-0.053	0.212	0.032	-0.118	-0.057	1.000	-0.144
10	0.358	0.852	0.647	0.639	-0.008	-0.102	0.220	0.109	-0.144	1.000

表-7 偏相関表

***** PARTIAL CORRELATION COEFF.

ITEM	COEFF
1	0.4214
2	0.7951
3	0.3946
4	0.5019
5	0.2486
6	0.1970
7	0.3072
8	0.1781
9	0.1330

表-8 実測値と推定値の比較表

***** ESTIMATED Y AND ITS RESIDUAL

カテゴリータイプII

I	Y	EST Y	Y-(EST Y)	I	Y	EST Y	Y-(EST Y)
1	30.00000	71.86624	-41.86624	2	50.00000	130.25660	-80.25662
3	80.00000	59.14867	20.85133	4	30.00000	17.80475	12.19525
5	40.00000	34.74311	5.25189	6	80.00000	54.83063	25.16937
7	50.00000	63.34848	-13.34848	8	70.00000	55.62202	14.37798
9	70.00000	15.73458	54.26543	10	50.00000	64.52713	-14.52713
11	50.00000	86.69565	-36.69565	12	40.00000	60.73091	-20.73091
13	50.00000	27.33330	22.66670	14	60.00000	98.40926	-38.40926
15	90.00000	34.74811	55.25189	16	60.00000	69.79562	-9.79562
17	70.00000	18.84906	51.15094	18	70.00000	76.31485	-6.31485
19	150.00000	149.23610	0.76395	20	60.00000	72.36931	-12.36931
21	50.00000	53.28806	-3.28806	22	70.00000	146.08820	-76.08823
23	140.00000	120.77130	19.22874	24	50.00000	78.68112	-28.68112
25	160.00000	149.43280	10.56717	26	60.00000	98.60495	-38.60495
27	110.00000	132.04750	-22.04753	28	130.00000	117.58890	12.41115
29	70.00000	122.70040	-52.70036	30	120.00000	117.58890	2.41115
31	200.00000	132.14190	67.85814	32	150.00000	169.49730	-19.49734
33	130.00000	198.28490	-68.28487	34	170.00000	179.15620	-9.15623
35	170.00000	138.57340	31.42659	36	190.00000	190.69910	-0.69913

3. スコア表作成のための検討法

上記手順にしたがってのスコア表作成にあたって用いられる数量化理論は、異質な母集団まで包含できるほど、ゆうずう性のあるものではない。

したがって立木材積推定スコア表については特に前述の如くに不成績造林地、肥培試験地、極端に劣悪な林地、または極端に肥よくな林地等、施業法が極端に異なる林分から得られたデータは、母集団を異にする異質なデータとして除外し、また作成された材積スコア表の適用除外林分として明記されねばならない。また外的基準である実測値や判読値にミスがあるデータは見かけ上、異質なデータとしてチェックされることとなる。

スコア表は、いうまでもなく適用に際して誤差が生じない方法が考えられねばならない。そのために要因の選択、カテゴリー区分基準についての最適性の追求が必要となる。

これらの原データの検討と要因選択、カテゴリー区分基準の検査を行ない、またどのような資料が有効に利用できるかを判定するために、「検討用資料作成のためのプログラム」を作成した。その概要は、図-2である。

要因として用いられるものを大別すれば、林況要因、地況要因、施業上の要因となるが、林況要因間、地況要因間には、林業常識的な関連があり、この関連性から大巾にかけはなれたデータは、異質なデータとしてチェックされねばならない。これには、反応パターン数値表、クロス表が効果的に利用できる。

異質なデータには ①根本的なもの、即ち母集団と大巾に異なるものと ②見かけ上のもの、即ち調査点と判読点との相異による外的基準のミス、判読ミス、異質な判読基準による判読傾向の違い等の実測値、または判読値にミスがあるものとの二種類がある。

両者は取扱い方が異なり、①は、スコア表適用除外林分として、注意事項に明記するが、②は、再判読、再実測を行なわねばならない。

1) 異質データのチェックの方法

スコア表調整は、まずこの異質データのチェックから始めねばならない。以下に材積スコア表作成を例とした検討用資料を使つての異質データのチェックの方法をのべる。

- (1) ステレオグラムを参照し、実測材積、判読が妥当なものであるか検討する。
- (2) 反応パターン数値表、クロス表から各因子間の関連を検討し、その関係が林業常識から、大巾にかけはなれていないかどうかをみる。
- (3) 材積に関する反応分布図(表-9)から、平均値を中心とした分布がどのようになっているかを検討し、大巾にはずれているデータに関しては、データの検討を行ない、そ

図-2 原データの検討，カテゴリー区分基準検討用プログラムの概要

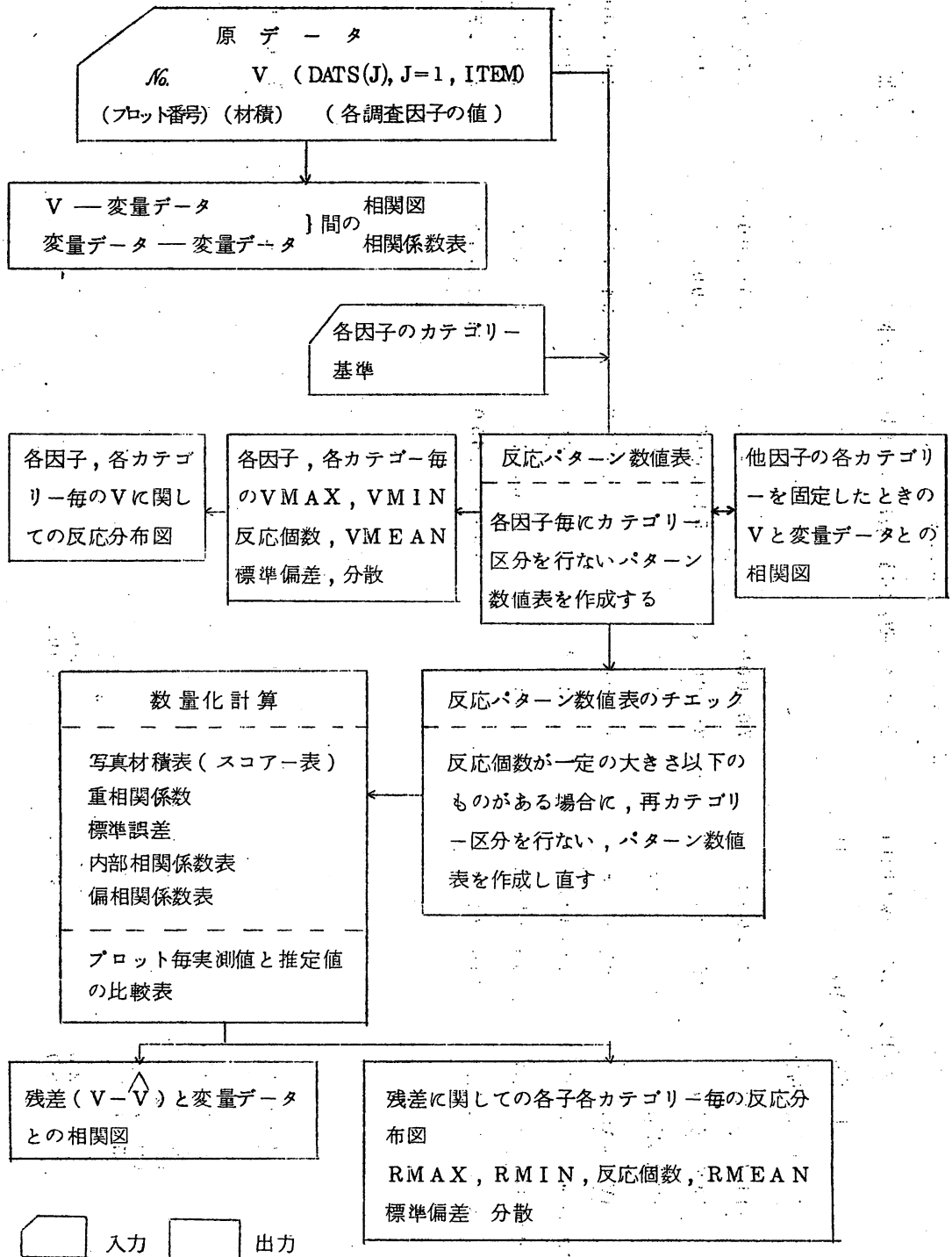


表-9 各カテゴリー毎のデータの反応分布図

VARIANCE WITHIN EACH CATEGORY OF EACH ITEM

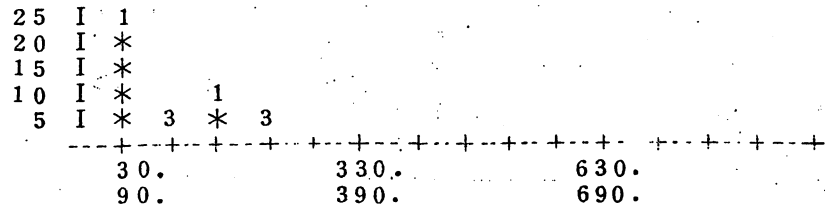
カテゴリータイプⅢ

ITEM NAME ***CD***

CATEGR.NO.	1	2	3	4	5
MINIMUM	30.0000	70.0000	70.0000	150.0000	170.0000
MAXIMUM	250.0000	520.0000	540.0000	690.0000	710.0000
NUMBER	33.	22.	20.	28.	27.
AVERAGE	98.1818	270.4543	303.5000	347.8569	440.0000
STANDARD-ERROR	11.3356	28.9983	31.5000	27.6091	23.1187
STANDARD-DEV.	65.1179	136.0139	140.8724	146.0937	120.1281
VARIANCE	4240.3400	18499.8100	19845.0550	21343.4100	14430.7700

*** CATEGORY 1

** EACH * : 5 POINTS



*** CATEGORY 2

**** EACH * : 5 POINTS**

5 1 1 * 3 1 3 4 3 1 1

30.

90.

330.

390.

630.

390.

*** CATEGORY 3

**** EACH * : 5 POINTS**

5	I	1	2	2	4	4	2	1	1	3									
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		30.					330.					630.							
		90.					390.					690.							

*** CATEGORY 4

**** EACH * : 5 POINTS**

[illegible]

*** CATEGORY 5

**** EACH * : 5 POINTS**

[illegible]

の理由を明らかにする。

- (4) 実測材積と判読値との相関図(図-3)により、全体の傾向から、大巾にはずれるデータをチェックする。
- (5) 実測値と推定値の比較表から、残差の大きなものについて、データの検討およびその理由を明らかにする。
- (6) 偏相関係数の大きな要因(一般に4ヶ位が妥当)について、その要因間のカテゴリー構成パターンの同じものの実測材積を比較し、特異に違うものがないかどうかを検討する。
- (7) 残差と判読値との相関図(図-4)を検討し、残差分布に異常な傾向がないかどうかを検討する。

2) カテゴリー区分の妥当性についての検討法

- (1) カテゴリー区分は、同一カテゴリー内で分散が小さくなるように区分されることが望ましく、このために、反応分布図が有効に利用され、平均値から大きくはなれたデータは、カテゴリーの変更により、資料として活用しうるかどうかを検討する。
- (2) 残差と要因との相関図、残差についての反応分布図(表-10)から、残差分布に傾向がないかどうかを検討する。
- (3) 異データの検討(ロ)~(ト)でチェックされたデータがカテゴリー区分の変更により活用しうるかどうかを検討する。
- (4) 変量データ間および材積との原データによる相関係数表(表-11)と、数量化計算結果の内部相関表を比較検討することにより、材積、および各要因相互が元来もっている関連性が、カテゴリー区分によってどの程度保たれているかを検討し、そのカテゴリー区分の妥当性を推測する。
- (5) スコア表を検討し、その結果が、林業常識からはずれている場合には、カテゴリーの再区分を行なって、このようなことのないよう再計算を行なう。

4. スコア表の適用法

1 現地への適用法

スコア表の現地適用法としては

- (1) 対象林分をすべてスコア表要因カテゴリーによる林型区分を行なう方法(図-5)である。この法は、写真を使用しての森林の解析の基本をなすもので、個々の林分に対し、まず、林況要因により、林相区分を実行し、林相区分図を作成する。

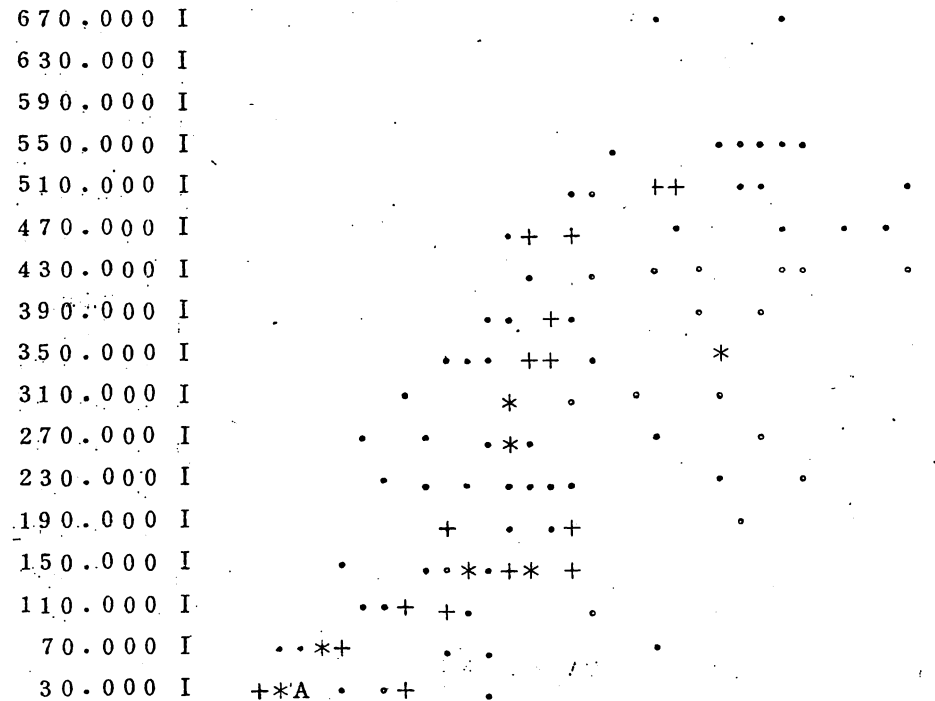
図-3 各要因と実測材積との相関図

**** CORRELATION DIAGRAM BETWEEN SOURCE VOLUME AND EACH ITEM カテゴリタイプII

***** CORRELATION MATRIX V AND AG

°= 1 += 2 *= 3==4 A= 5--8 B= 9--13 G= 14--18 P

INTERVAL X: 2.0000 Y: 40.0000



***** CORRELATION MATRIX V AND HT

• = 1 += 2 *= 3 == 4 A = 5 -- 8 B = 9 -- 13 G = 14 -- 18 P

INTERVAL X: 0.5000 Y: 40.0000

670.000 I
630.000 I
590.000 I
550.000 I
510.000 I + + + . .
470.000 I . = . + .
430.000 I . . + . . .
390.000 I +
350.000 I . . + + . + .
310.000 I . . . * . .
270.000 I . . + + + . .
230.000 I . + * + +
190.000 I . . + . . .
150.000 I . * * + + *
110.000 I += . .
70.000 I * * ++
30.000 I = A * .

HT

-----+-----+-----+-----+-----
4.00 9.00 14.00 19.00
4.50 9.50 14.50 19.50

***** CORRELATION MATRIX V AND CD

•=1 +=2 *=3 ==4 A= 5--8 B= 9--13 G= 14--18 P

INTERVAL X: 0.0700 Y: 40.0000

670.000 I
630.000 I
590.000 I
550.000 I
510.000 I
470.000 I
430.000 I
390.000 I
350.000 I
310.000 I
270.000 I
230.000 I
190.000 I
150.000 I
110.000 I
70.000 I
30.000 I

*=A

CD

1.40

2.10

2.80

3.50

1.47

2.17

2.87

3.57

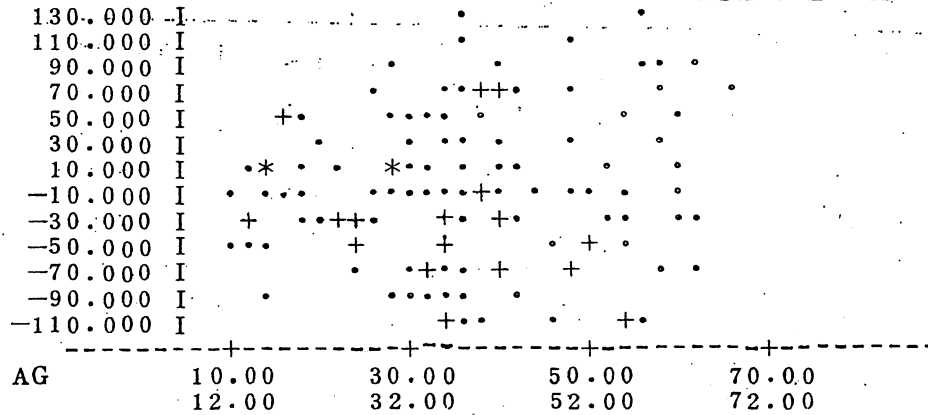
図-4 谷要因と残差との相関図

**** CORRELATION DIAGRAM BETWEEN RESIDUAL AND EACH

カテゴリータイプII

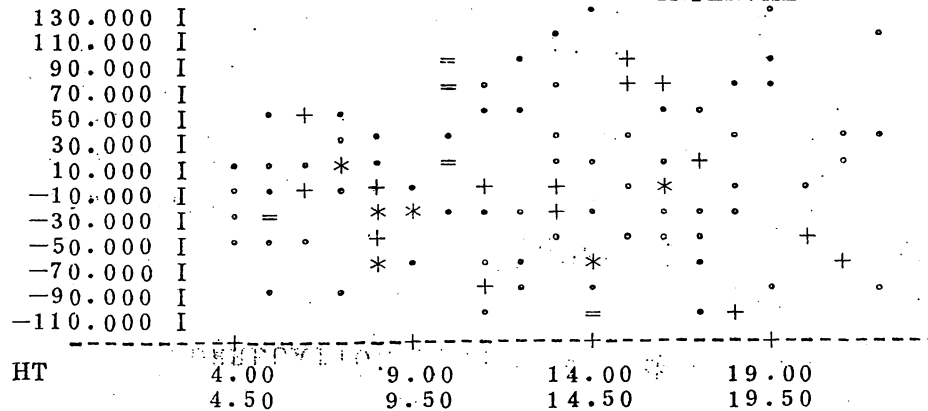
***** CORRELATION MATRIX V AND AG

*= 1 += 2 *= 3 ==4 A= 5--8 B= 9--13 G= 14--18
INTERVAL X: 2.0000 Y: 20.0000



***** CORRELATION MATRIX V AND HT

*=1 +=2 *= 3 ==4 A= 5--8 B= 9--13 G= 14--18
INTERVAL X: 0.5000 Y: 20.0000



***** CORRELATION MATRIX V AND CD

```

.= 1   += 2   *= 3   == 4   A= 5--8   B= 9--13   G= 14--18 P
INTERVAL      X:      0.0700      Y:      20.0000

```

Scatter plot showing the relationship between I (Y-axis) and CD (X-axis). The Y-axis ranges from -110.000 to 130.000, and the X-axis ranges from 1.40 to 3.57. A dashed horizontal line is drawn at $I = 0$. Data points are plotted for various CD values, with symbols indicating different series or conditions.

CD	I values (approximate)
1.40	110.000, 90.000, 70.000, 50.000, 30.000, 10.000, -10.000, -30.000, -50.000, -70.000, -90.000, -110.000
1.47	110.000, 90.000, 70.000, 50.000, 30.000, 10.000, -10.000, -30.000, -50.000, -70.000, -90.000, -110.000
2.10	110.000, 90.000, 70.000, 50.000, 30.000, 10.000, -10.000, -30.000, -50.000, -70.000, -90.000, -110.000
2.17	110.000, 90.000, 70.000, 50.000, 30.000, 10.000, -10.000, -30.000, -50.000, -70.000, -90.000, -110.000
2.80	110.000, 90.000, 70.000, 50.000, 30.000, 10.000, -10.000, -30.000, -50.000, -70.000, -90.000, -110.000
2.87	110.000, 90.000, 70.000, 50.000, 30.000, 10.000, -10.000, -30.000, -50.000, -70.000, -90.000, -110.000
3.50	110.000, 90.000, 70.000, 50.000, 30.000, 10.000, -10.000, -30.000, -50.000, -70.000, -90.000, -110.000
3.57	110.000, 90.000, 70.000, 50.000, 30.000, 10.000, -10.000, -30.000, -50.000, -70.000, -90.000, -110.000

***** CORRELATION MATRIX V AND D

```

      . = 1  += 2  *= 3  == 4  A= 5--8  B= 9--13  G= 14--18  P
INTERVAL      X:      2.0000      Y:      20.0000

```

130.000	I					.	.
110.000	I					.	.
90.000	I					.	*
70.000	I	.			+	+	.
50.000	I	.	.	.	*	.	.
30.000	I	+		.	.	+	.
10.000	I	.	.	.	A +	.	*
-10.000	I	.	.	.	=	.	*
-30.000	I	.	+	+	*	*	= + *
-50.000	I		+	+	.	.	.
-70.000	I	.	.	.	*	.	+
-90.000	I	.	.	.	.	+	= .
-110.000	I					.	+
D	35.00	55.00	75.00				
	37.00	57.00	77.00				

表-10 各カテゴリー毎の残差についての反応分布図

VARIANCE WITHIN EACH CATEGORY OF EACH ITEM

ITEM NAME ***CD ***

CATEGL.NO	1	2	3	4	5
MINIMUM	-80.2566	-114.5217	-105.7207	-102.6064	-119.1921
MAXIMUM	78.9174	142.5898	94.3049	116.2041	132.3691
NUMBER	33.	22.	20.	28.	27.
AVERAGE	0.0000	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002
STANDARD-ERROR	6.6259	15.1834	14.1409	10.9574	13.2132
STANDARD-DEV.	38.0630	71.2164	63.2401	57.9810	68.6578
VARIANS	-1448.7970	5071.7850	3999.3090	3361.7940	4713.9060

*** CATEGORY 1

**** EACH * : 5 POINTS**

```

      10 I          3 2 .
       5 I        1 1 1 * * * * 3 2
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
      ****              -19.                81.
     -99.               1.                 101.

```

*** CATEGORY 2

**** EACH * : 5 POINTS**

5	I	1	2	2	3		2	1	4				3	3		1
-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
** ** *								- 19.						81.		
- 99.								- 1.						101.		

*** CATEGORY 3

**** EACH * : 5 POINTS**

5	1	2	3	2	3	3	2	1	1	3	
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----											
	* * * *				-19.				81.		
	-99.				1.				101.		

*** CATEGORY 4

**** EACH * : 5 POINTS**

5	I	1	2	2	1	*	3	4	3	2	3	1	1
-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		*	*	*	*		-	19.				81.	
		-	99.				1.					101.	

***:CATEGORY: 5

**** EACH * : 5 POINTS**

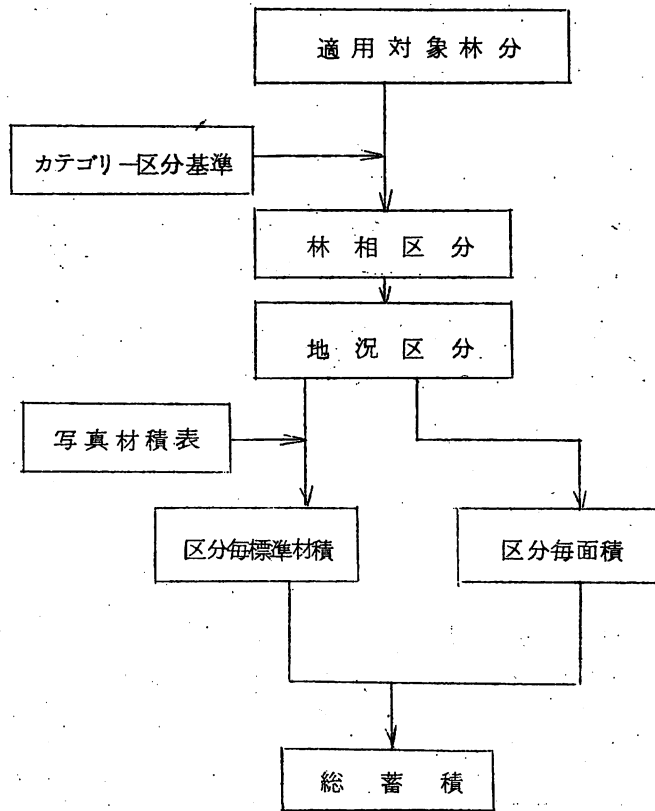
5	1	2	1	3	4	1	3	2	4	1	3		1	2
-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
***								-19.					81.	
-99.								1.					101.	

表-1.1 原データでの内部相関表 (AR, AZでは, 変量変数でないため計算は行なわれない)

CORRELATION-COEFFICIENT MATRIX

	VOLUME	AG	HT	CD	D	N	H	AR	IN	AZ
AG	0.7588	1.000	0.823	0.725	0.417	-0.278	-0.169	5.000	0.318	5.000
HT	0.9045	0.823	1.000	0.805	0.533	-0.208	-0.239	5.000	0.241	5.000
CD	0.7099	0.725	0.805	1.000	0.285	-0.471	-0.103	5.000	0.261	5.000
D	0.6524	-0.417	0.533	0.285	1.000	0.444	-0.360	5.000	-0.106	5.000
N	-0.0642	-0.278	-0.208	-0.471	0.444	1.000	-0.183	5.000	-0.177	5.000
H	-0.2913	0.169	-0.239	-0.103	-0.360	-0.183	1.000	5.000	-0.044	5.000
AR	5.0000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
IN	0.1773	0.318	0.241	0.261	-0.106	-0.177	-0.044	5.000	1.000	5.000
AZ	5.0000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000

図一5 写真材積表適用流れ図



次いで、地況要因により、土壤図、地質図等の既成の区分等を活用して地況区分図を作成し、林相区分図上に重ね合せる。

この区分画ごとに作成されたスコア表を適用することにより、蓄積、成長量等の面的配置が明らかになる。

その他の方法として

- (2) 林相区分とメッシュの組合せ方式
- (3) ランダムサンプリング方式
- (4) 層化比例抽出方式

等がある。(2)の方法については、全メッシュ毎にスコア表を適用するもので北見管林局管内オホークの森、其他においてその適用を試みた。

2 他地域のスコア表の適用

他地域で作成したスコア表（写真材積表、写真更新量表）を適用する場合は、各因子相

互の関連性が、スコア表を調整した地域のそれとの類似性が保証されるかどうかの検定を行う必要がある。特に更新量推定のためのスコア表の活用にあたっては、更新という現象が林況、地況、地床等の総合的な関連により成立するものであるからこれを重視する必要がある。

この例として石北地区（北見営林局留辺蘂・置戸事業区）で作成したスコア表のオホーツクの森（北見営林局網走事業区）への適用にあたっては、次のことが検討された。

まず推定値は、林況、地況、林床の各スコアの和により成立するものと考え、

推定値＝「林況スコア」＋「地況スコア」＋「林床スコア」

によって計算されるものとすれば、第一手順として各スコアと実測値との相関係数が求められる。（表－１２）

表－１２ 推定値と実測値との相関係数

地 区 名		全 体	林 況	地 況	地 床
蓄 積	オホーツク	0.86	0.84	0.86	0.19
	石 北	0.98	0.92	-0.01	-0.18
更 新 量	オホーツク	0.40	-0.13	0.55	0.67
	石 北	0.95	0.45	0.54	0.36

一般に蓄積量については、林況、地況との相関が高く、さらに推定値との相関が高いものである。それは、林況、地況は直接写真から判読される因子であるため、因子間の関連性よりは、判読結果の数値がスコアに関係する要素が大きいことによるものである。他地域で作成されたスコア表の活用についてはさほど厳密に検討する必要がないと考えられる。しかし、偏相関の大きい因子だけについてはその検討の必要があろう。

オホーツクの森の材積推定に石北地区のスコア表を活用することがさしつかえないかどうかについては、推定値と実測値からの回帰修正によって検討された。

すなわちオホーツク地区、林分の蓄積量推定は、読取値に回帰修正を加えてメッシュ方式により行われた。

その適用手順、適用地域の写真、得られた結果を表－１３～１６、図－６～１４に示す。

表-13 材 積(石北地区)

NO.	PATTERN LIST	MEASURE	EST	FORST	FLOOR	STAND-CON
1	3 4 1 2 1 2 2 7 3 3 3	168.8800	175.7759	342.9270	6.2570	-173.4080
2	4 2 1 2 5 2 3 5 4 2 2	113.8100	89.8540	292.3809	-9.1690	-193.3581
3	2 5 4 4 3 1 2 9 3 3 2	266.2500	277.5242	500.4268	-25.4330	-197.4699
4	3 6 1 3 1 1 3 7 5 3 2	224.0000	218.7400	446.4158	0.0000	-227.6760
5	3 4 2 3 3 1 3 3 2 3 3	193.0000	206.4180	407.0447	-25.4330	-175.1940
6	4 3 2 2 1 1 2 2 3 3 2	195.5600	196.5291	363.6199	0.0000	-167.0910
7	2 5 1 2 5 2 4 6 3 3 2	182.0600	172.1941	334.0000	-9.1690	-152.6370
8	2 4 2 4 3 2 3 3 3 3 2	137.7500	152.3281	362.3357	-19.1760	-190.8320
9	2 2 2 3 5 1 5 5 3 2 1	91.1300	102.2549	356.9426	-15.4260	-239.2620
10	4 5 3 5 4 1 1 9 2 3 2	274.4399	249.2178	481.5066	-55.2620	-177.0270
57	1 6 4 5 2 2 4 9 5 3 3	400.9399	416.1685	631.1584	-1.4590	-213.5311
58	2 2 3 3 4 1 5 3 4 2 2	197.0000	144.4241	429.1467	-55.2620	-229.4609
59	2 5 4 4 3 1 3 8 5 3 3	320.5000	320.5020	500.4268	-25.4330	-154.4920
60	1 5 3 5 4 1 5 5 4 2 1	201.0000	251.1465	566.6914	-55.2620	-260.2830
CORR-COEF BETWEEN MEASURE			0.97883	0.92531	-0.17973	-0.01179

表-14 材 積(オホーツク地区)

NO.	PATTERN LIST	MEASURE	EST.	FORST	FLOOR	STAND-CON
1	1 4 5 6 2 1 1 2 1 1 1	334.6118	631.1658	609.3076	-7.7160	29.5740
2	1 5 5 6 1 1 1 9 1 2 3	524.4929	758.3623	649.5125	0.0000	108.8500
3	1 6 5 6 1 1 1 9 1 2 2	567.5498	787.1565	688.2976	0.0000	98.8590
4	1 6 5 6 1 1 1 9 1 3 1	547.9678	737.8396	688.2976	0.00000	49.5420
5	4 6 5 6 3 1 1 2 1 1 1	549.2429	607.2539	603.1128	-25.4330	29.5740
6	4 6 5 6 3 1 1 2 1 1 1	516.8560	607.2539	603.1128	-25.4330	29.5740
7	4 6 5 6 3 1 1 6 1 1 1	424.0618	597.1389	603.1128	-25.4330	19.4590
8	5 6 5 6 5 1 1 3 4 2 2	358.8560	385.3240	573.4307	-15.4260	-172.6811
9	5 6 4 6 5 1 1 3 4 2 2	323.1868	320.1509	508.2576	-15.4260	-172.6811
10	5 6 3 4 5 1 1 5 4 3 3	189.6560	262.3433	483.4038	-15.4260	-205.6349
11	5 6 4 4 5 1 1 5 4 3 2	288.3499	278.0342	509.0857	-15.4260	-215.6259
12	5 6 5 5 5 1 1 5 4 2 2	311.2620	381.1331	581.4646	-15.4260	-184.9059
13	4 6 4 4 4 1 1 4 1 1 1	369.0928	365.3259	538.7678	-55.2620	-118.1800
14	4 6 4 4 4 1 1 4 1 1 1	399.8809	365.3259	538.7678	-55.2620	-118.1800
CORR-COEF BETWEEN MEASURE			0.8586	0.8427	0.8582	0.8582

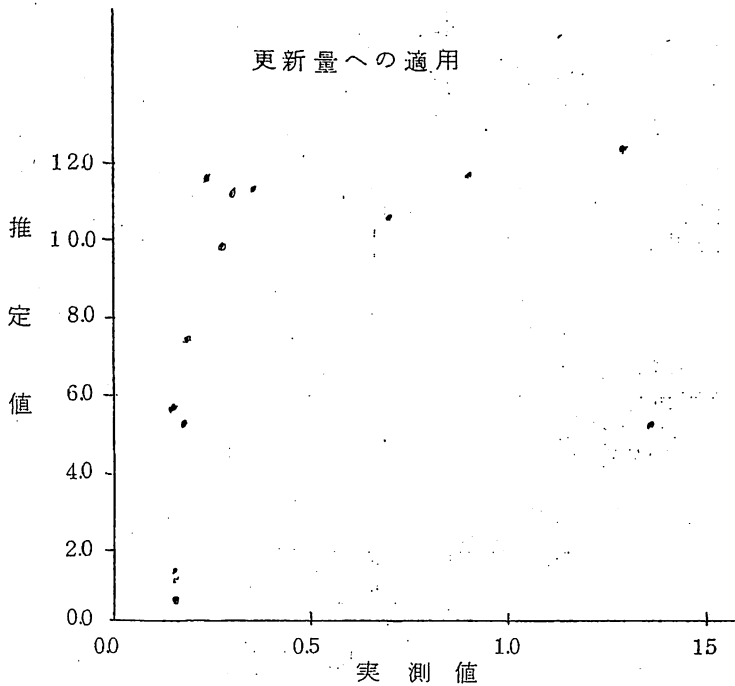
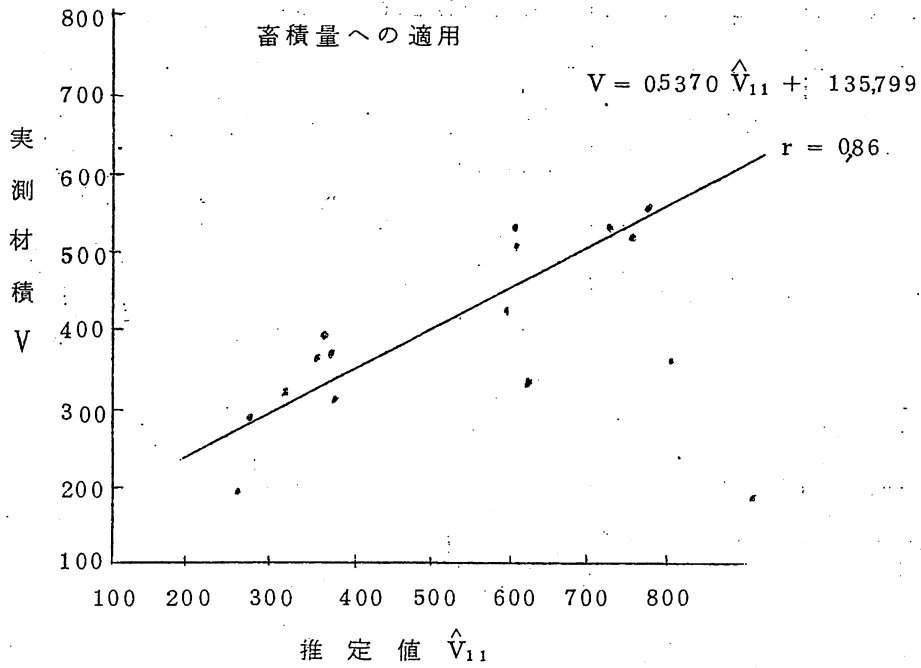
表— 1 5 更新 (石北地区)

No	PATTERN LIST											MEASURE	EST.	FORST	FLOOR	STAND-CON
1	3	4	1	2	1	2	2	7	3	3	3	5.2490	4.3187	5.3345	1.0632	-2.5790
2	4	2	1	2	5	2	3	5	4	2	2	0.4420	-0.1418	4.4135	0.2055	-4.7608
3	2	5	4	4	3	1	2	9	3	3	2	0.4350	0.8888	4.9619	0.3366	-4.4097
4	3	6	1	3	1	1	3	7	5	3	2	1.2450	1.5731	7.0289	0.0000	-5.4558
5	3	4	2	3	3	1	3	3	2	3	3	1.3050	1.4761	5.9748	0.3366	-4.8353
6	4	3	2	2	1	1	2	2	3	3	2	0.5010	0.4000	4.4193	0.0000	-4.0193
7	2	5	1	2	5	2	4	6	3	3	2	0.3140	0.9381	5.5868	0.2055	-4.8542
8	2	4	2	4	3	2	3	3	3	3	2	1.1330	0.8861	5.4644	1.3998	-5.9781
9	2	2	2	3	5	1	5	5	3	2	1	0.3800	0.1090	5.7472	-0.8577	-4.7805
10	4	5	3	5	4	1	1	9	2	3	2	0.3440	0.2926	4.7787	0.2834	-4.7695
57	1	6	4	5	2	2	4	9	5	3	3	4.9750	4.6161	7.6184	1.9546	-4.9569
58	2	2	3	3	4	1	5	3	4	2	2	0.6470	0.5057	5.5200	0.2834	-5.2977
59	2	5	4	4	3	1	3	8	5	3	3	6.8580	6.8579	4.9619	0.3366	1.5594
60	1	5	3	5	4	1	5	5	4	2	1	0.3480	1.0641	5.9110	0.2834	-5.1303
CORR-COEF BETWEEN MEASURE													0.96469	0.45017	0.35881	0.54500

表-16 更新 (オホーツク地区)

No	PATTERN LIST	MEASURE	EST.	FORST	FLOOR	STAND-CON
1	1 4 5 6 2 1 1 2 1 1 1	1.2970	12.3627	9.5833	0.8914	1.8880
2	1 5 5 6 1 1 1 9 1 2 3	0.6690	10.6537	9.0663	0.0000	1.5874
3	1 6 5 6 1 1 1 9 1 2 2	0.3610	11.3447	10.5320	0.0000	0.8127
4	1 6 5 6 1 1 1 9 1 3 1	0.2830	9.9450	10.5320	0.0000	-0.5870
5	4 6 5 6 3 1 1 2 1 1 1	0.2440	11.6243	9.3997	0.3366	1.8880
6	4 6 5 6 3 1 1 2 1 1 1	0.9060	11.6243	9.3997	0.3366	1.8880
7	4 6 5 6 3 1 1 6 1 1 1	0.3220	11.2418	9.3997	0.3366	1.5055
8	5 6 5 6 5 1 1 3 4 2 2	0.1550	5.5618	11.0670	-0.8577	-4.6475
9	5 6 4 6 5 1 1 3 4 2 2	0.1910	7.4396	12.9448	-0.8577	-4.6475
10	5 6 3 4 5 1 1 5 4 3 3	0.1550	1.1450	6.6598	-0.8577	-4.6571
11	5 6 4 4 5 1 1 5 4 3 2	0.1550	0.6120	6.9015	-0.8577	-5.4318
12	5 6 5 5 5 1 1 5 4 2 2	0.1550	1.1618	6.2756	-0.8577	-4.2561
13	4 6 4 4 4 1 1 4 1 1 1	0.1910	5.2408	5.2342	0.2834	-0.2768
14	4 6 4 4 4 1 1 4 1 1 1	1.3510	5.2408	5.2342	0.2834	-0.2768
CORR-COEF BETWEEN MEASURE			0.3965	-0.1349	0.6668	0.5536

図-6 スコア表の適用(オホーツクの森)



—38—

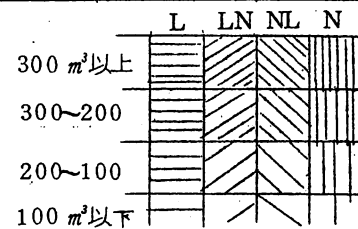
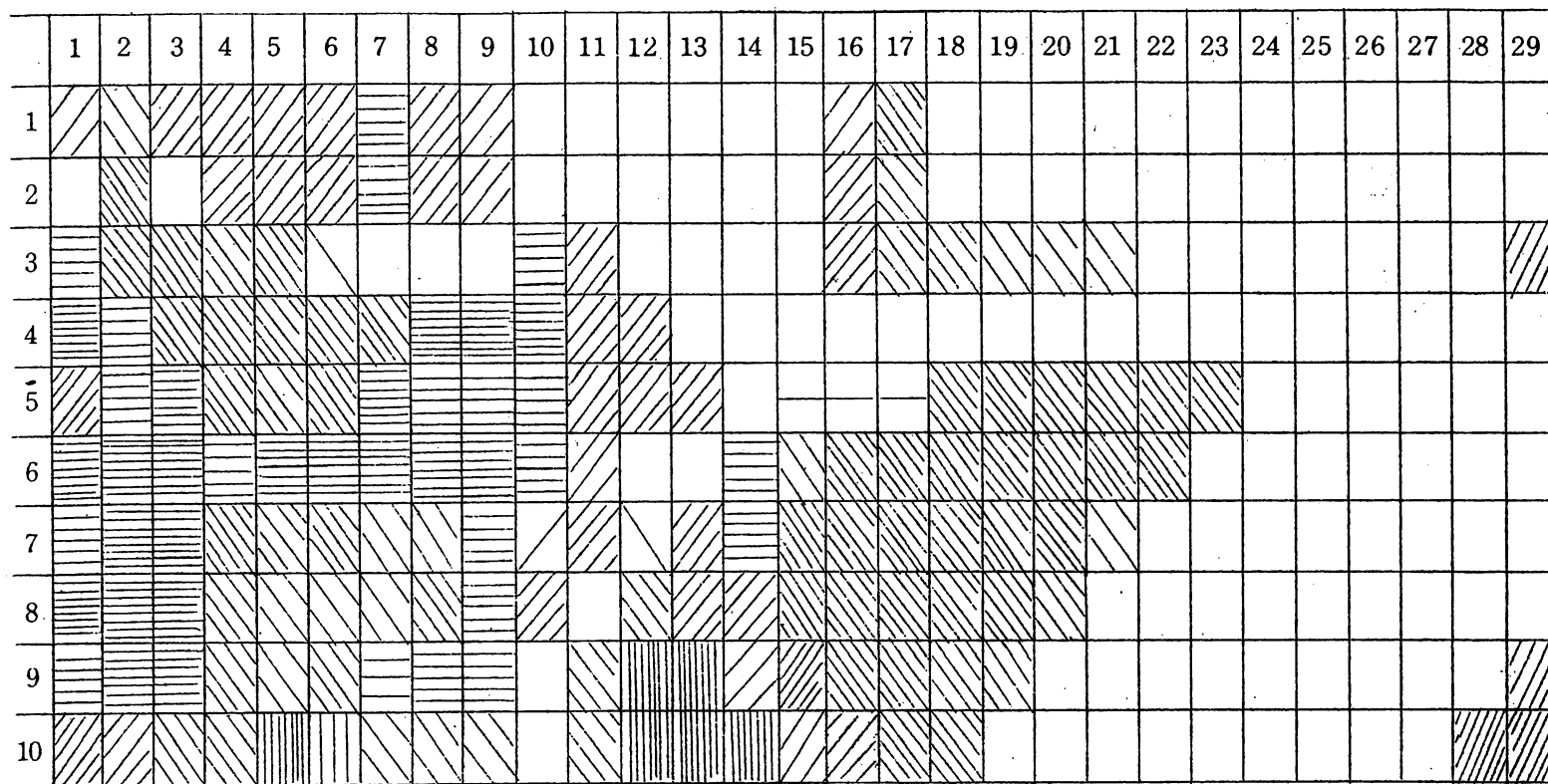


図-8 蓄積推定値 (m³/ha) (オホーツクの森)

	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
1	184	211	274	266	250	267	266	267	210								232	304										
2		430		141	250	277	257	257	200								275	283										
3	296	368	326	294	310	164				264	300						259	293	293	220	220	219						
4	328	280	311	338	326	337	337	308	286	276	305	289										322						
5	320	280	276	327	293	337	308	264	297	266	289	285	288		135	135	39	320	332	339		322	337					
6	307	335	301	282	313	319	326	326	341	266	210			297	215	320	315	320	337	356	327	311						
7	303	314	311	384	258	258	192	205	270	183	279	100	294	297	395	348	332	338	311	356	324							
8	331	314	316	195	192	236	233	249	245	257		257	327	250	327	338	311	445	308	285								
9	289	313	274	246	222	251	203	246	245		258	388	334	290	306	308	338	294	290									
10	341	289	246	286	307	212	230	230	223		269	365	365	348	221	273	348	354										261

図-9 10年間の成長量の推定値 (m^3/ha) (オホーツクの森)

	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
1	15	16	75	25	28	39	25	39	22							10	16												
2		57		0	14	71	59	59	56							21	9												
3	70	2	0	0	0	0				36	44					10	5	6	38	38	16								24
4	81	54	4	12	0	10	0	47	55	46	45	33																	
5	68	54	70	2	0	0	47	36	37	51	29	42	43		0	0	0	0	0	5	1	1	0						
6	53	75	60	53	39	57	64	64	61	37	28			37	0	0	6	0	0	16	2	4							
7	65	74	79	119	30	30	39	30	23	23	26	0	3	37	10	8	0	12	4	16	0								
8	55	74	80	35	39	50	52	41	37	12		0	20	64	2	12	4	75	0	0									
9	55	68	65	45	34	47	42	53	37		13	72	65	74	72	0	0	0	0										23
10	44	35	45	37	98	86	56	56	25		2	90	90	72	60	12	0	0										27	36

図-10

地 況 (1)

デ ジ タ ル マ ッ プ

(オホーツクの森)

メッシュ間隔 40m

	0	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
0	121	112	114	129	133	138	145	142	148	127	106	112	106	129	146	157	160	151	140	123	116	104	129	132	127	126	122	110	107	85
	.5	.6	.5	.3	.5	.7	.7	.0	.2	.5	.7	.7	.9	.7	.8	.4	.6	.6	.2	.2	.0	.5	.3	.7	.5	.8	.1	.4	.4	.9
1	114	111	111	111	109	112	121	115	124	113	103	103	106	128	141	138	141	139	135	121	112	99	107	114	108	99	102	85	84	81
	.1	.4	.5	.0	.7	.7	.7	.7	.2	.3	.8	.7	.3	.0	.4	.2	.7	.1	.6	.2	.7	.1	.2	.7	.0	.1	.8	.7	.1	.9
2	126	125	133	117	110	108	108	106	105	104	104	100	102	102	118	122	117	108	104	99	101	95	90	88	89	93	86	83	83	90
	.8	.8	.2	.1	.6	.7	.5	.0	.3	.1	.7	.8	.0	.5	.9	.5	.3	.3	.6	.1	.5	.6	.2	.5	.3	.0	.1	.6	.6	.3
3	132	137	158	149	143	133	120	110	112	121	124	107	100	100	98	98	97	94	94	93	91	91	90	98	97	87	87	88	92	95
	.0	.8	.5	.5	.6	.3	.7	.6	.8	.8	.1	.3	.6	.1	.4	.4	.1	.5	.5	.6	.3	.7	.7	.2	.4	.9	.0	.5	.7	.8
4	135	147	165	162	161	156	144	142	134	135	140	125	115	99	99	98	96	95	104	107	108	105	105	100	90	95	88	100	103	113
	.0	.8	.6	.8	.0	.6	.1	.5	.7	.3	.8	.1	.1	.9	.2	.0	.8	.0	.3	.9	.0	.4	.0	.0	.1	.6	.5	.6	.9	.0
5	148	159	176	192	181	174	172	164	155	152	146	124	110	111	119	118	119	120	121	124	118	118	119	113	106	98	105	109	122	127
	.2	.9	.1	.6	.1	.1	.0	.6	.4	.4	.7	.2	.7	.2	.5	.3	.5	.7	.5	.1	.0	.5	.0	.1	.8	.4	.6	.5	.9	.3
6	166	178	183	198	198	190	187	175	169	152	138	104	114	130	137	147	141	146	148	137	137	134	125	112	99	100	121	130	140	141
	.2	.1	.6	.7	.1	.2	.5	.5	.0	.9	.2	.7	.1	.9	.6	.1	.8	.0	.0	.6	.9	.7	.0	.3	.7	.4	.9	.6	.5	.0
7	170	177	194	195	196	193	178	167	167	147	119	120	133	155	153	161	162	158	159	153	144	134	118	115	115	101	124	144	149	168
	.4	.3	.6	.8	.5	.2	.6	.6	.2	.5	.5	.2	.0	.2	.7	.0	.4	.5	.8	.9	.5	.9	.5	.1	.3	.6	.4	.9	.4	.0
8	175	179	184	196	187	181	169	164	158	140	112	134	152	170	176	179	175	162	162	149	137	121	130	134	128	109	129	150	166	176
	.8	.8	.4	.6	.6	.7	.8	.5	.4	.8	.2	.5	.4	.8	.1	.9	.7	.9	.5	.9	.8	.1	.0	.8	.0	.2	.4	.0	.9	.3
9	184	183	189	184	177	176	162	150	142	128	127	146	168	179	183	184	174	164	150	140	123	135	143	147	133	124	140	156	170	178
	.7	.9	.1	.0	.7	.8	.1	.6	.5	.6	.8	.6	.2	.8	.1	.0	.8	.8	.0	.0	.5	.9	.0	.5	.7	.7	.3	.9	.0	.7
10	199	185	182	171	169	162	167	141	131	115	136	148	164	181	190	187	177	163	148	128	140	150	156	151	134	133	148	162	172	168
	.8	.9	.8	.5	.1	.7	.8	.8	.6	.3	.8	.2	.2	.1	.0	.2	.6	.6	.8	.9	.7	.4	.8	.0	.8	.4	.5	.4	.9	.6

図-11

地況(2)

傾斜角

(オホーツクの森)

	0	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
0	95	26	175	275	321	332	324	331	315	234	91	71	291	212	175	255	224	155	215	114	182	281	273	261	310	303	332	310	242	
1	184	243	220	73	22	133	166	202	206	84	31	55	245	351	253	264	351	375	352	226	166	143	284	293	173	160	185	21	63	
2	123	302	381	395	362	256	144	84	181	246	223	52	24	185	291	291	241	165	115	111	104	51	82	90	55	62	41	102	122	
3	155	275	162	214	282	333	351	340	244	212	304	243	145	15	5	15	31	95	165	211	205	192	113	145	83	84	133	170	211	
4	235	270	280	325	261	305	323	296	252	160	254	165	113	221	266	282	311	285	230	183	161	184	200	226	135	136	205	221	241	
5	282	225	232	180	242	215	222	196	163	152	380	114	195	266	305	324	305	326	266	226	242	164	133	142	64	230	262	293	214	
6	183	91	181	31	80	125	194	83	243	313	222	271	360	266	232	233	223	170	221	171	102	183	114	153	145	290	225	185	266	
7	93	84	162	81	154	224	141	94	265	361	164	294	335	253	281	216	166	51	130	164	224	54	212	223	254	292	275	212	253	
8	93	92	73	185	113	201	185	223	275	202	302	274	264	125	83	95	156	130	214	251	31	215	185	190	234	290	272	213	132	
9	154	33	172	156	164	183	205	183	255	145	211	233	225	102	72	135	164	202	220	53	255	212	121	205	101	234	224	172	60	
10																														

图 - 1 2

0 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

0	4	1	6	10	11	12	11	12	11	8	4	3	10	8	6	9	8	6	8	4	7	10	10	9	11	11	12	11	9
1	7	9	8	3	1	5	6	7	7	3	2	2	9	12	9	9	12	13	12	8	6	5	10	10	6	6	7	1	3
2	5	11	13	14	13	9	5	3	7	9	8	2	1	7	10	10	9	6	4	4	4	2	3	4	2	3	2	4	5
3	6	10	6	8	10	12	12	12	9	8	11	9	5	1	1	1	2	4	6	8	7	7	4	5	3	3	5	6	8
4	8	10	10	11	9	11	11	10	9	6	9	6	4	8	9	10	11	10	8	7	6	7	7	8	5	5	7	8	9
5	10	8	8	7	9	8	8	7	6	6	13	4	7	9	11	11	11	11	9	8	9	6	5	5	3	8	9	10	8
6	5	4	7	2	3	5	7	3	9	11	8	10	13	9	8	8	8	6	8	6	4	7	4	6	5	10	8	7	9
7	4	3	6	3	6	8	5	4	9	13	6	10	12	9	10	8	6	2	5	6	8	2	8	8	9	10	10	8	9
8	4	4	3	7	4	7	7	8	10	7	11	10	9	5	3	4	6	5	8	9	2	8	7	7	8	10	10	8	5
9	6	2	6	6	6	7	7	7	9	5	8	8	8	4	3	5	6	7	8	2	9	8	5	7	4	8	8	6	3
10																													

図-13 地況(3) 方位 (オホーツクの森)

0	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			
0	E	S	S	SE	SE	SF	SF	SF	F	E	S	SF	SW	SW	SE	SE	SE	E	NE	NF	NE	S	SE	SE	SF	SE	E	SF	E			
1	NW	NW	N	N	SF	S	SE	SE	F	E	E	S	S	S	SF	SE	SE	SE	SE	SE	E	SE	SE	SE	SE	SF	F	E	W			
2	NW	W	N	NW	NW	NW	N	NW	NW	NW	N	N	SF	S	SE	SE	SE	SE	SF	SE	SE	F	W	N	S	E	NW	NW	W			
3	W	W	N	NW	NW	N	NW	NW	NW	NW	N	N	N	NE	NF	NF	NE	W	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NE	W	N	W	NW	W		
4	W	W	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NE	NF	N	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	N	NW	NW	W	W	NW	
5	W	W	W	N	N	NW	N	N	N	NE	E	SE	W	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	N	NF	E	E	W	NW	W	NW
6	SW	SW	SW	SE	NE	NE	F	F	NF	E	NE	W	W	NW	W	NW	NW	NW	NW	N	NW	N	NE	NE	N	N	SW	W	W	W	W	
7	W	SW	SW	E	E	E	E	E	E	NE	SW	W	W	NW	NW	NW	N	NW	NF	F	E	NE	NW	NW	N	SW	SW	W	W	W	W	
8	NW	W	S	E	E	E	E	E	F	NF	W	W	W	W	W	NE	NE	F	E	E	NF	W	NW	N	N	W	W	SW	SW	W	W	
9	N	S	E	SE	SF	F	F	F	F	SW	W	SW	SW	W	NW	NF	NE	NE	NE	N	W	W	NW	NE	N	W	W	SW	S	W	W	
10																																

図-14 他地区での「スコア-表」活用による推定流れ図

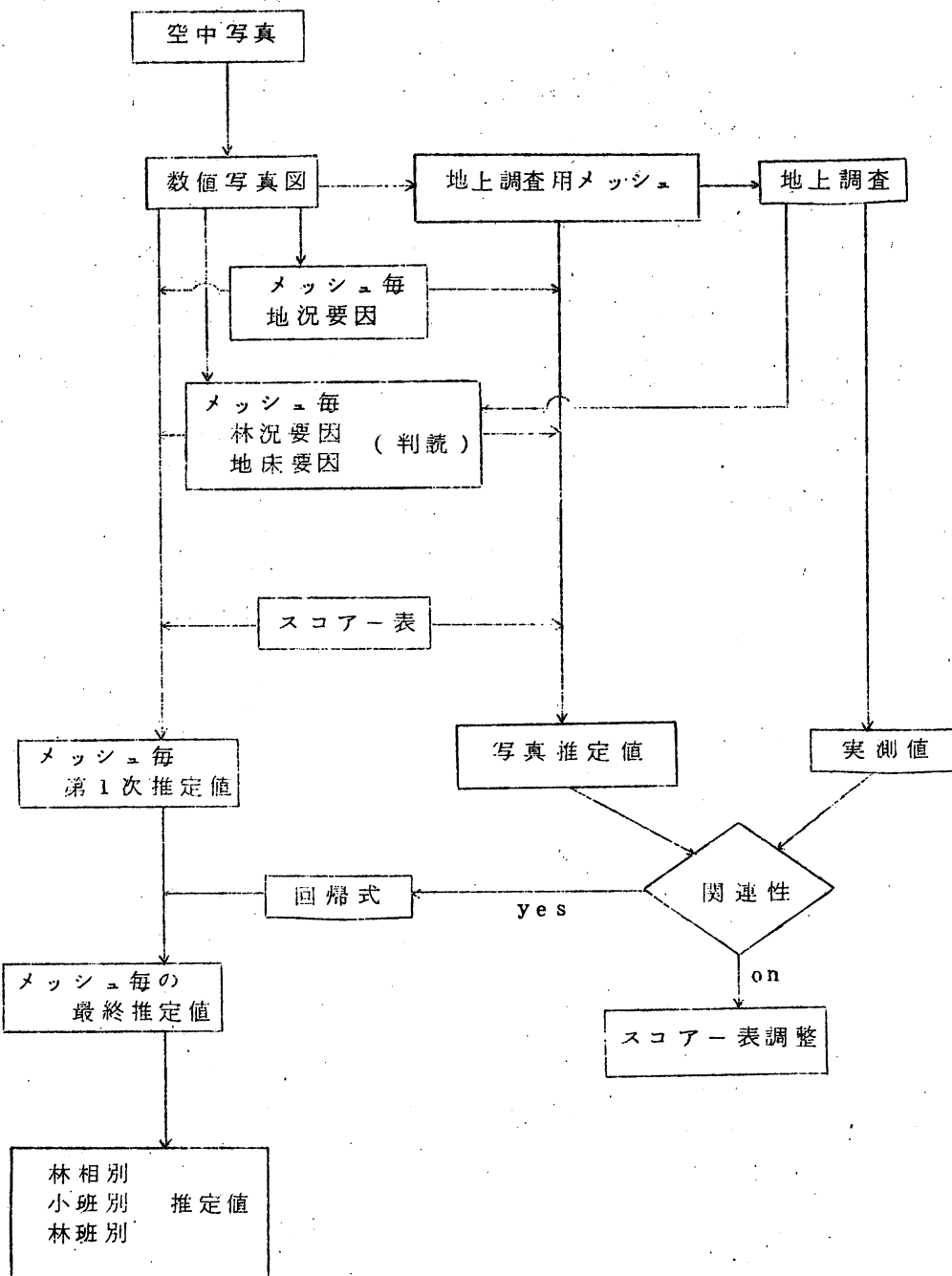


図-15

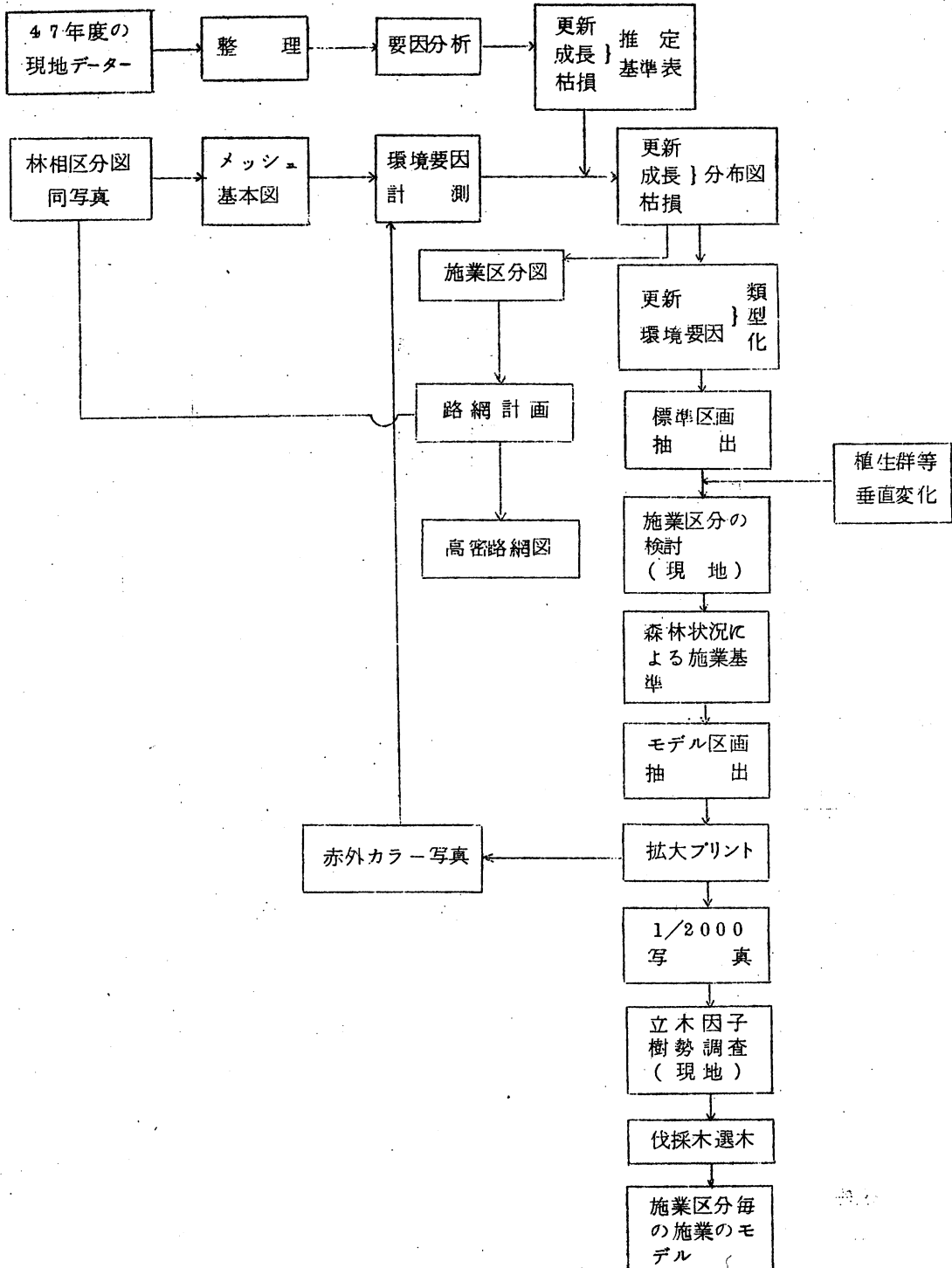
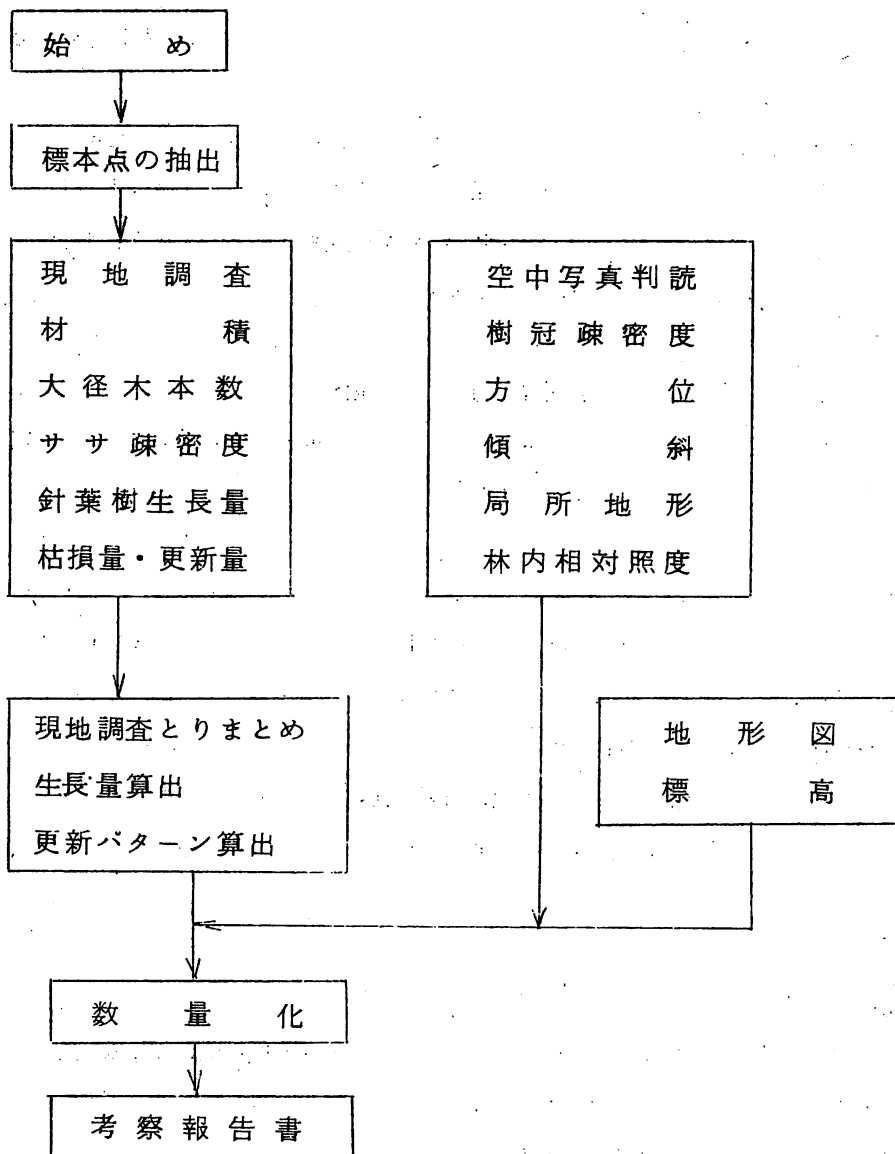


図-16



一方、石北地区スコアを用いたオホーツクの森の更新量の推定では推定値と実測値との相関が小さく、両地区での林況が更新に及ぼす影響は明らかに異なることが明らかとなった。このことは、両地域の現実林分の林況パターンの構成を比較検討することにより、その性質が異なるものであることがさらに明らかになる。

すなわち更新のように、林況、地況、地床要因が総合的に関連してその現象の推移を支配するような事象については、要因間の相互相関性および外的基準との関連性が地域を別としたときも互に類似しているかについて検討し、それが確認されて、はじめて、他地域で作成されたスコア表を活用することが可能となるものである。

5. 応用法の展開試験

この測定法の適用によって、北見営林局丸瀬布事業区（6861ha）について昭和48年おこなわれた応用試験では、写真観測と75点の20m×20m現地標本点の測定値によって（日本林業技術協会実施）、生育形態を主体とした各林分構造区分ごとの具体的な施業方針と作業実行法が策定された。

その系統図は「図-15」の如くであり、またスコア表作成の手順は「図-16」に示す。

スコア表は成長量（ $R=0.98$ ）、枯損量（ $R=0.95$ ）、更新量（ $R=0.94$ ）について作成され、その適用によって全林地は200m方眼区画ごとにそれらの値が推定され、各区画毎の伐採、搬出方法が検討された。

さらにそれらは、施業区分図、高密度路網図、施業区分ごとの作業モデル図、表にとりまとめられ、空中写真を用いた施業計画立案と実行の一連の作業体系の有効性を明らかにした。

試験の効果

空中写真の観測によって、森林の現況と生立、推移の形態を明らかにし、数量的に自然要因と人為要因の関連を解析、これを類型化し、また、材積、成長量、枯損量、更新量等の調査項目を効率よく推定し、現実林分での配置を明らかにする技術の開発によって、森林の経営、管理、また作業実行への立案を著しく能率化し、近代化する手法が明らかとなった。

森林は、それが有する公益的な機能の確保に十分な配慮を持ちつつ、木材生産機能を充実し、高い利用価値を持続しうるよう計画的な経営管理を行なう必要がある。このためには、常に精度の高い現況の資料と、その動態が明らかにされ、それにもとずいた個々のきめ細かい作業が要求される。

本試験の技術は森林調査のみならず、森林の数値記録化への道を開き、また常時観測体系確立の基礎研究をなすものである。

なお本試験については、遠隔探査技術の導入による判読の機械化、広葉樹林、都市林其他の利用分野への展開等多くの継続検討すべき課題を残している。