

12 経営計画の編成

12-1 地位指数に関する研究

1 試験担当者

経営科長：大友栄松

測定研究室：西沢正久，川端幸蔵，樋渡ミヨ子，美袋次郎，神戸喜久，西川匡英

2 試験目的

数量化理論を用いて土壌因子や環境因子から地位指数を推定する場合の地位指数は固定標準地の観測資料を基にしなければならないが，簡単には暫定プロットまたは樹幹解析による地位指数曲線を用いて外的基準として与えられる。適合のよい地位指数曲線の選択，土壌型によるガイドカーブの型の相違，暫定プロットによる地位指数曲線と樹幹解析による地位指数曲線の相違，これらを用いて与えられた各プロットまたはポイントの地位指数と土壌因子や環境因子との結びつきの問題などを究明して，妥当な地位指数の決定法を確立することを目的とする。

3 前年度までの経過と得られた結果

基準年齢40年での樹高を2m間隔で表わした地位指数を土壌条件と，環境因子から数量化の理論によって推定する方法を解析した。

資料は長野営林局，上田営林署管内上田事業区133Ⅱ～144林班の和田峠と犀峠を含む21年生から50年生までの約600haのカラマツ人工林である。この中から92点を選びBitterlich法を用いたポイントサンプリングの方法で調査を行ない，その中心点付近で土壌試料での土壌断面調査および標高，方位，傾斜などの環境調査を行なった。また，半数の調査点で地位指数曲線作成のための標本木の樹幹解析を行なった。この資料を用いて和田峠と犀峠の2プロットについて別個に地位指数曲線を作成し，調査点の林齢と優勢木の平均樹高をこの地位指数曲線上にプロットしてその点に最も近い地位指数をもって，その点の地位指数(Y)とした。次に土壌断面および環境条件については表(1～9)の項目を調査した。

(1) 土壌型A₁ 腐深度(X₁)

カテゴリー	B/L (dry)		B/L D		
	～5 cm (1)	6～10 (2)	11～ (3)	～5 (4)	6～10 (5)
与えられる数量	3,892.2	1,340.4	1,298.98	1,218.72	1,197.13

カテゴリー	B/L D		B/L E		
	11～15 (6)	16～ (7)	～10 (8)	11～15 (9)	16～ (10)
与えられる数量	1,303.85	1,413.60	1,454.88	1,580.05	1,675.24

(2) 有効深度 (X_2)

カテゴリー	浅 ①	中 ②	深 ③
与えられる数量	0.0000	2.4114	3.6815

(3) 腐植含量 (X_3)

カテゴリー	下・頗富 下・頗富 ①	上・頗富 下・富 ②	上・富 下・富 ③	上・頗富 下・含 ④	上・富 下・含 ⑤	上・頗富 下・乏 ⑥	上・富 下・乏 ⑦
与えられる数量	0.0000	-0.1648	0.6308	2.5696	4.3046	4.1573	1.3504

(4) 土性石礫 (X_4)

カテゴリー	乾性残積土			適潤残積土	
	細粒 ①	中性 ②	粗粒 ③	細粒 ④	中粒 ⑤
与えられる数量	0.0000	5.5229	-0.3046	3.0383	6.0246

カテゴリー	適潤潤行土			適潤崩積土		
	細粒 ⑥	中粒 ⑦	粗粒 ⑧	細粒 ⑨	中粒 ⑩	粗粒 ⑪
与えられる数量	3.9122	2.4977	2.0189	5.1056	3.0936	2.6946

(5) A - B 層構造 (X_5)

カテゴリー	上10cm C_r				上10cm C_r			
	Cy ①	BK ②	無 ③	Ms ④	Nu ⑤	Cy ⑥	無 ⑦	Ms ⑧
与えられる数量	0.0000	-18779	-22844	-66638	-27304	-13767	-31391	-20959

(6) 標高 (X_6)

カテゴリー	~1400m ①	1401~1600 ②	1600~ ③
与えられる数量	0.0000	-3.4791	-6.1218

(7) 方位 (X_7)

カテゴリー	N ①	NE ②	E ③	SE ④	S ⑤	SW ⑥	W ⑦	NW ⑧
与えられる数量	0.0000	1.4736	0.9928	0.4200	3.1454	0.7640	1.9439	1.3592

(8) 傾斜 (X_8)

カテゴリー	平坦 ~8° ①	緩斜 9°~22° ②	急斜 23°~35° ③
与えられる数量	0.0000	-0.1673	0.2905

(9) 母材 (X_9)

カテゴリー	安山岩 (2) ①	火山岩 (15) ②	(15)+(2) ③	(2)+(15) ④	(15)+(14) ⑤
与えられる数量	0.0000	1.3335	1.4006	2.2986	1.5465

実際には各調査点では表の各項目ごとに観測が行なわれるが、各項目内のどれか1つのカテゴリーにチェックされるだけである。

本研究の目的は各調査点の地位指数 Y を、各項目 $X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_9$ から $\hat{Y} = X_1 + X_2 + \dots + X_j + \dots + X_9$ の形で推定することで、ここに X_j は j 番目の項目の中でどれか1つのカテゴリーに“与えられている数量”をとるものである。これら数量の和として推定された \hat{Y} と現実の Y との差の平方和が最小になるように、これらの数量を数量化の理論を用いて計算した。多くの連立方程式を解く必要があるため電子計算機を利用した。結果は前表に“与えられる数量”としてのせてあり、チェックされた各項目のカテゴリーの数量を項目ごとに加えあげれば地位指数が推定される。92点での Y と \hat{Y} の重相関係数は0.96と非常に高く良好な精度で土壌や環境調査資料から地位指数が推定されることがわかった。また、推定に大きく寄与した項目は標高 (X_6) 土壌石礫 (X_4) A-B層構造 (X_5) の順であった。この詳細は、林試研究報告第176 (1965) に西沢正久・真下育久・川端幸蔵“数量化による地位指数の推定法”に発表しており、林業講習所テキスト (1966 3月) 西沢正久“地位指数による林地生産力の測り方”を用いて国有林の職員の研修を行ない、わかりやすい林業研究解説シリーズ第15の、西沢正久・真下育久“地位指数による林地生産力の測り方”で林試研報第176を解説してある。

また、地位指数曲線の地域的な比較を行なうための基本的な考え方について、森林立地、VOL. VIII 第1 (1966) に“地位指数曲線の数値的な作成法”として発表してある。

4 41年度の試験計画

前橋営林局、草津営林署管内のカラマツ人工林に対して昭和39年度から測定研究室、新潟研

研究室、土壌研究室が協同で約74ポイントで円形プロット法およびプロットレス法で林分調査を行なったが、本年は簡易測定法で50〜60ポイントの調査を行ない、全体を130個以上にして林分の資料を用いて地位指数曲線を作り、各ポイントの地位指数をきめ、同時に40年生以上のポイントで各ポイント1本あて約20本の樹幹解析を行ない、樹幹解析木をもととした地位指数曲線による各ポイントの地位指数との比較対比を行ないたい。

5 41年度の試験経過と結果

前橋営林局、草津営林署管内のカラマツ人工林に対して、40年生以上の小班を樹高階により層化して58ポイントを抽出し、角度加算法による調査を行ない、各樹高階にわたるように各ポイントで1本計19本の樹幹解析を行なった。

樹幹解析の資料を電子計算機を用いて整理し、樹幹解析をもとにした地位指数曲線の作製を行ないつつある。同時に、全体で約131個の調査プロットについて樹高を高い方から順にha当り50本、100本、150本、250本、300本の6段階にわたってとり平均樹高を求め、これをもとにして林分資料からの地位指数曲線の作製と各調査林分の地位指数の決定を行なう計算を進行中である。

6 この問題点

地位指数曲線は収穫量や成長量の推定や予測の基本となるもので、林地の潜在能力を表わす成長地域または地位級単位を地形因子や気候因子などにより層化して、組織的にデータを取り、地域間の地位指数曲線の統計学的な比較検討を行なう必要がある。

12 経営計画の編成

12-2 航空写真および土壌調査を応用した森林の測定に関する研究

1 試験担当者

測定研究室：西沢正久、柴袋次郎、神戸喜久、西川匡英

航空研究室：中島 敏、橋渡幸男、長谷川訓子

土壌研究室：真下育久

2 試験目的

森林の測定を土壌調査および航空写真による測定と結びつけて総合調査として経営案に必要な情報が得られる方法を検討することを目的とする。具体的には土壌や環境因子から地位指数を予測する方法、地位指数、材積、成長量などを地上および航空写真の情報から簡易にしかも有効に推定する最善の方法を確立する。

3 前年度までの経過とえられた結果

本試験は昭和40年度より5カ年計画で次の予定で開始したものである。

年度	樹 種	個 数	備 考
40	カラマツ	50	39年度に50個とったもので計100個 草津営林署管内
41	ス ギ	50	東京営林局管内
42	ス ギ	50	
43	ヒ ノ キ	50	前橋営林局管内
44	ヒ ノ キ	50	

前橋営林局、草津営林署管内のカラマツ人工林に対して航空写真により樹高、疎密度の層化をし、それに齢級の層化をも加えて、層ごとにポイントを抽出し、各抽出ポイントで0.01ha、0.04ha、0.08ha、の同心円プロットおよびプロット内で5個のプロットレスサンプリングによる材積調査と0.01ha円形プロット内の成長量調査、プロットの写真判読調査およびプロット内でそれぞれ2点の土壌断面調査を行なったが40年度までの成果は次のとおりである。

齢級(年)	39年度	40年度	計
I(10-19)	3	12	15
II(20-29)	2	12	14
III(30-39)	7	0	7
IV(40-49)	33	4	37
計	45	28	73

土壌調査は40年度から実行し、31個のポイントについて土壌断面調査をした。

現在調査資料をとりまとめ中であるが、航空写真による林相区分と、この林相区分ごとのha
 当たり材積、成長量をプロットレス法で求めて小斑蓄積を推定する方法を38年度に林業調査所の
 テキストで、西沢正久「小斑蓄積推定法」(38年11月)として国有林の栽植に講義した。
 今までサンプリングで使用していたプロット法と簡便なプロットレス法との対比の問題について
 は38年度までに調査した前橋営林局、白河営林署管内の177個の0.04ha円形プロットに
 よる材積、断面積、本数推定とその中心点でのプロットレス法との対比を遁ごとに検討した。こ
 の結果は第1表に示してある。

これによればプロットレス法により材積、断面積については順どとにまた全体で非常によい推定が
 行なわれることがわかったが、本数については差が認められた。しかし全体の推定本数はプロッ
 ト法でha当たり1472本、プロットレス法では1454本で数字だけではさほど差がないような
 値が得られた。これと同様な方法で0.1ha(20m×50m)の矩形プロットとプロットレス法
 の対比を白河の資料で、0.01ha、0.04ha、0.08haの円形プロットと5ポイントのプロットレ
 ス法との対比を草津の資料で現在計算中である。これらすべてをとりまとめてプロット法対プロ
 ットレス法として近々発表の予定である。

またワイド目盛のレラスコープを用いて一定の材積定数、変化する材積定数を用いたカウント
 木のみによる材積の直接測定の方法を林学会誌48(2)(1966)に西沢正久「ワイド目
 盛のレラスコープによるha当たり材積の直接測定」として発表した。

一定の視角でカウント木を求める定角測定法と対照的な1本1本の木の視角を求める限界角測
 定法をあわせて、角度測定法と呼び、後者の紹介とレラスコープの使い方を、のびゆく技術版19
 (1965・11)に西沢正久「新しい測定技術」として印刷した。この測定法の概略は次
 のとおりである。

1959年K. F. StöhrがProdanのいう $W_z P$ の不均衡誤差を消去するためには一定
 視角でなく、各林木の視角を個々に定めてhaあたり断面積の分布を求める方法を提案し、
 1962年、S. H. Spurrが点密度の測定という論文でこれを造林学的、生態学的な研究に用
 いている。

このような角度通算法(ACM)と角度加算法(ASM)をあわせて角度測定法と呼ぶ。
 前者は定角測定法、後者は限界角測定法ともいえる。これらはいずれも測定点を中心につけられ
 た名前であるが理論的にはACMは測定される木を中心に、ASMは標本点を中心に考えるべき
 で、前者はサンプリング的な研究に、後者は局所的な造林学的、生態学的な研究に用いられるべ
 きであろう。

ACMに関する研究は多いが、ASMに関しては少ない。K. F. StöhrやS. H. Spurrの
 提案によるASMによる点密度の推定には断面積密度のみを取り扱っているが、次のような方法
 で局所のha当たり本数、ha当たり材積およびhaあたり断面積や材積の成長量の分布の推定が可能
 である。

中心木を含まない場合のhaあたり断面積の推定は、標本点から木までの距離を $L_i(m)$ 、その木
 の胸高直径を $D_i(cm)$ とすれば、その木の限界断面積定数 k_i は次式で求められる。

$$k_i = (D_i / 2L_i)^2$$

これにワイド目盛のレラスコープまたはジルバスコープのレラスコープ単位(RE)を平方し
 たもので、これらの機械を用いれば直径と距離の測定は不要である。標本点の周囲で最大の k_i
 を k_1 とすれば、その木はこの k_1 に匹敵するレラスコープ単位、すなわち $\sqrt{k_1}$ の幅でスレスレに
 検視した場合には1/2本と数えられ、したがってhaあたり断面積は $1/2 k_1 = (1 - 1/2) k_1$
 (m^2/ha) となる。2番目に大きい k_i を k_2 とすれば、 $\sqrt{k_2}$ というREで検視した場合には
 k_1 でカウントされた木は当然カウントされるので、カウント本数は $(2 - 1/2) = \frac{3}{2}$ 本で、
 haあたり断面積は $(2 - 1/2) k_2 (m^2/ha)$ となる。一般に k_i という限界断面積定数でカ
 ウントした場合のhaあたり断面積は $(i - 1/2) k_i (m^2/ha)$ である。このようにしてn本
 測定したとすれば、haあたり断面積の推定値は

$$B_n = \frac{\sum_{i=1}^n (i - \frac{1}{2}) k_i}{n}$$

で与えられる。

中心木を含む場合は、すでに中央に1本あるので

$$B_n = \frac{\sum_{i=1}^n (i + \frac{1}{2}) k_i}{n}$$

となる。

haあたり、本数の分布は、これと同じような考え方で、最大の k_i すなわち k_1 に匹敵する木の
 胸高直径を $D_1(cm)$ とし、それに対応する胸高断面積を $g_1(m^2)$ とすれば、この木のhaあたり本
 数は $k_1 / 2g_1$ 、2番目に大きい k_2 に対応する木の断面積を $g_2(m^2)$ とすれば、 $\sqrt{k_2}$ のRE
 でカウントしたときのhaあたり本数は $k_1 \cdot (\frac{1}{g_1} + \frac{1}{2g_2})$ 、したがって一般には $\sqrt{k_i}$ のRE
 でカウントした場合のhaあたり本数は

$$k_i \left[\sum_{j=1}^{i-1} \frac{1}{g_j} + \frac{1}{2g_i} \right] \quad (i=1, 2, \dots, n) \text{ となる。}$$

したがってn本測定した場合のhaあたり

表1 材 積 Plotless法対

Plot法(0.04ha円形)白河

層	N	\bar{X}	\bar{Y}	b	a	F_1	t	F_2	r	Syx	$S\bar{Y}$	p(%)	Critical value of F and t
A	37	272.0891	265.8864	0.7260	683.497	1.3394	0.6822	6.2882**	0.8402	48.418282	7.959916	3.0	$F_1 \left\{ \begin{array}{l} F_{36,36}^{0.5} (0.05)=1.75 \\ F_{36,36}^{0.1} (0.01)=2.21 \end{array} \right.$
H	47	100.1595	101.6638	0.6389	37.672	1.1621	0.2618	6.5314**	0.6888	35.146951	5.126709	5.0	$F_1 \left\{ \begin{array}{l} F_{46,46}^{0.5} (0.05)=1.63 \\ F_{46,46}^{0.1} (0.01)=2.01 \end{array} \right.$
K	8	268.9375	264.8875	0.5077	128.348	2.1586	0.2141	3.5900	0.7460	39.138958	13.837712	5.2	$F_1 \left\{ \begin{array}{l} F_{7,7}^{0.5} (0.05)=3.79 \\ F_{7,7}^{0.1} (0.01)=7.00 \end{array} \right.$
M	12	148.0083	163.1750	0.7694	69.297	1.4777	1.9411	2.1163	0.6330	65.933404	18.455982	10.1	$F_1 \left\{ \begin{array}{l} F_{11,11}^{0.5} (0.05)=2.82 \\ F_{11,11}^{0.1} (0.01)=4.46 \end{array} \right.$
S	73	309.1232	309.7958	0.8987	31.9868	1.0673	0.0938	1.4079	0.8700	60.520965	7.083443	2.3	$F_1 \left\{ \begin{array}{l} F_{72,72}^{0.5} (0.05)=1.47 \\ F_{72,72}^{0.1} (0.01)=1.74 \end{array} \right.$
全 体	177	233.1548	234.7362	0.8890	27.4616	1.0467	0.3829	6.6095**	0.9095	53.153927	3.995294	1.7	$F_1 \left\{ \begin{array}{l} F_{176,176}^{0.5} (0.05)=1.28 \\ F_{176,176}^{0.1} (0.01)=1.44 \end{array} \right.$

新 面 図

A	37	35.945	36.081	0.4745	19.03	2.0100*	0.1000	18.0513**	0.6728	5.896246	0.969337	2.7	$t \left\{ \begin{array}{l} t(0.05d \cdot f=36)=2.028 \\ t(0.01d \cdot f=36)=2.720 \end{array} \right.$
H	47	20.063	19.914	0.4650	10.59	1.6954*	0.1345	17.0856**	0.6055	5.746110	0.838156	4.2	$t \left\{ \begin{array}{l} t(0.05d \cdot f=46)=2.013 \\ t(0.01d \cdot f=46)=2.688 \end{array} \right.$
K	8	31.250	31.250	0.3251	21.09	3.6831	0.0000	12.2400**	0.6240	3.516627	1.243315	4.0	$t \left\{ \begin{array}{l} t(0.05d \cdot f=7)=2.365 \\ t(0.01d \cdot f=7)=3.499 \end{array} \right.$
M	12	26.000	30.333	0.6791	12.68	1.0401	1.9606	3.0569	0.6926	7.323251	2.114040	7.0	$t \left\{ \begin{array}{l} t(0.05d \cdot f=11)=2.201 \\ t(0.01d \cdot f=11)=3.106 \end{array} \right.$
S	73	40.780	40.780	0.8103	7.74	1.2053	0.0000	2.3488	0.7381	8.036536	0.940605	2.3	$t \left\{ \begin{array}{l} t(0.05d \cdot f=72)=1.993 \\ t(0.01d \cdot f=72)=2.646 \end{array} \right.$
全 体	177	32.836	33.119	0.7794	7.53	1.0980	0.4731	14.1707**	0.8167	7.392225	0.555634	1.7	$t \left\{ \begin{array}{l} t(0.05d \cdot f=176)=1.974 \\ t(0.01d \cdot f=176)=2.605 \end{array} \right.$

本 数

A	37	1552.729	1624.324	0.2747	1197.79	2.5866**	0.4987	29.9215**	0.4418	53.987958	88.755649	5.5	$F_2 \left\{ \begin{array}{l} F_{35,35}^{0.5} (0.05)=3.27 \\ F_{35,35}^{0.1} (0.01)=5.27 \end{array} \right.$
H	47	1569.042	1153.191	0.3221	1047.80	2.9940**	0.1195	44.9275**	0.5573	53.131085	77.499648	5.0	$F_2 \left\{ \begin{array}{l} F_{45,45}^{0.5} (0.05)=3.20 \\ F_{45,45}^{0.1} (0.01)=5.11 \end{array} \right.$
K	8	1148.500	1200.000	0.0987	1086.64	4.1257*	0.3658	10.7351*	0.2005	20.295784	71.756436	6.0	$F_2 \left\{ \begin{array}{l} F_{7,7}^{0.5} (0.05)=5.14 \\ F_{7,7}^{0.1} (0.01)=10.92 \end{array} \right.$
M	12	1894.583	1768.750	0.3485	1108.49	4.2840*	0.4161	19.3394**	0.7214	50.192034	144.894215	8.2	$F_2 \left\{ \begin{array}{l} F_{10,10}^{0.5} (0.05)=4.10 \\ F_{10,10}^{0.1} (0.01)=7.56 \end{array} \right.$
S	73	1290.767	1323.972	0.4749	710.99	1.8200**	0.5591	0.4296	0.6406	37.554206	43.953872	3.3	$F_2 \left\{ \begin{array}{l} F_{71,71}^{0.5} (0.05)=5.13 \\ F_{71,71}^{0.1} (0.01)=4.92 \end{array} \right.$
全 体	177	1453.927	1472.175	0.3665	939.311	2.5587**	0.3259	137.0282**	0.5862	46.645749	35.061091	2.4	$F_2 \left\{ \begin{array}{l} F_{175,175}^{0.5} (0.05)=3.05 \\ F_{175,175}^{0.1} (0.01)=4.73 \end{array} \right.$

注) A:カラマツ, H:広葉樹, K:カラマツ, M:混交林,

S:スギヒノキ, X:Plotless, Y:Plot, $Y=a+bx$,

$F = sy^2/sx^2$ or sx^2/sy , $t = \frac{\bar{X}-\bar{Y}}{S\bar{X}-\bar{Y}}$

$F_2 = a, b$ の同時検定, r :XとYの相関係数, Syx:残差の標準誤差

$p(\%) = Sy/\bar{y} \times 100$

本数の推定値は中心木を含まない場合は

$$Nn = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \cdot \left(\sum_{j=1}^{i-1} \frac{1}{g_j} + \frac{1}{2g_i} \right)}{n}$$

中心木を含む場合は

$$Nn = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \left(\sum_{j=0}^{i-1} \frac{1}{g_j} + \frac{1}{2g_i} \right)}{n}$$

ただし、 g_0 は中心木の胸高断面積である。

同様に ha あたり材積の分布はカウント木の材積を V_i 、形状高を $(fh)_i$ とすれば ACM では ha あたり材積は $k_i \frac{V_i}{g_i} = k_i (fh)_i$ で求められるので、これを用いてとと同様な方法で用いられる。

これらは次表に推定の公式 a, b, c にのせてある。

推定の公式 (ha 当り)

	a 断面積	b 本数	c 材積
中心木を含まない	$Bn = \frac{\sum_{i=1}^n (i - \frac{1}{2}) k_i}{n}$	$Nn = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \left(\sum_{j=1}^{i-1} \frac{1}{g_j} + \frac{1}{2g_i} \right)}{n}$	$Vn = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \left[\sum_{j=1}^{i-1} \frac{v_j}{g_j} + \frac{v_i}{2g_i} \right]}{n}$ $= \frac{\sum_{i=1}^n k_i \left[\sum_{j=1}^{i-1} (fh)_j + \frac{(fh)_i}{2} \right]}{n}$
中心木を含む	$Bn = \frac{\sum_{i=1}^n (i + \frac{1}{2}) k_i}{n}$	$Nn = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \left(\sum_{j=0}^{i-1} \frac{1}{g_j} + \frac{1}{2g_i} \right)}{n}$	$Vn = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \left[\sum_{j=0}^{i-1} \frac{v_j}{g_j} + \frac{v_i}{2g_i} \right]}{n}$ $= \frac{\sum_{i=1}^n k_i \left[\sum_{j=0}^{i-1} (fh)_j + \frac{(fh)_i}{2} \right]}{n}$
備考	$k_i = \left(\frac{D_i}{2L_i} \right)^2 = (RE)^2$		
	d 断面積成長量	C 材積成長量	
中心木を含まない	$IBn = Bn - b_n$ $= \frac{\sum_{i=1}^n k_i (i - \frac{1}{2}) - \sum_{i=1}^n k_{pi} (i - \frac{1}{2})}{n}$	$IVn = Vn - v_n$ $= \frac{\sum_{i=1}^n k_i \left[\sum_{j=1}^{i-1} \frac{v_j}{g_j} + \frac{v_i}{2g_i} \right] - \sum_{i=1}^n k_{pi} \left[\sum_{j=1}^{i-1} \frac{v_j}{g_j} + \frac{v_i}{2g_i} \right]}{n}$ $= \frac{\sum_{i=1}^n k_i \left[\sum_{j=1}^{i-1} (fh)_j + \frac{(fh)_i}{2} \right] - \sum_{i=1}^n k_{pi} \left[\sum_{j=1}^{i-1} (fh)_j + \frac{(fh)_i}{2} \right]}{n}$	

	d 断面積成長量	c 材積成長量
中心木を含む	$IBn = Bn - b_n$ $= \frac{\sum_{i=1}^n k_i (i + \frac{1}{2}) - \sum_{i=1}^n k_{pi} (i + \frac{1}{2})}{n}$	$IVn = Vn - v_n$ $= \frac{\sum_{i=1}^n k_i \left[\sum_{j=0}^{i-1} \frac{v_j}{g_j} + \frac{v_i}{2g_i} \right] - \sum_{i=1}^n k_{pi} \left[\sum_{j=0}^{i-1} \frac{v_j}{g_j} + \frac{v_i}{2g_i} \right]}{n}$ $= \frac{\sum_{i=1}^n k_i \left[\sum_{j=0}^{i-1} (fh)_j + \frac{(fh)_i}{2} \right] - \sum_{i=1}^n k_{pi} \left[\sum_{j=0}^{i-1} (fh)_j + \frac{(fh)_i}{2} \right]}{n}$
備考	$k_{pi} = \left(\frac{d_{pi}}{2L_i} \right)^2$, $d_{pi} = kd_i b$, $b = \Sigma D / \Sigma D_i b$	

また成長率を用いて、過去の皮内直径 $d_i b$ を知れば、現在の直径 D と現在の皮内直径 $D_i b$ から求められる直径樹皮係数 $k = \Sigma D / \Sigma D_i b$ を $d_i b$ に乗じて過去の皮付直径 d_{pi} を求め、過去の限界断面積定数 $k_{pi} = (d_{pi} / 2L_i)^2$ を計算して前と同様に過去の ha あたり断面積の分布が求められ、現在の断面積分布からの差として断面積成長量の分布が求められる。

樹幹断面積を一定にするとき過去の v_{pi} / g_{pi} または $(fh)_{pi}$ が求められ、同じような考え方で材積成長量が求められる。これらは公式として前の表の d, e にのせてある。

このような公式で求めた Bn , Nn , Vn および成長量の各値が n によってどのように変動するかを東京営林局、沼津営林署管内の桑木国有林、富士国有林、愛鷹国有林でとったスギ、ヒノキの林分の 16 ポイントで ASM による調査を行ない、スギ 6、ヒノキ 10 の資料について検討してみた。いずれも測定本数が 10~15 本になると安定した値が得られ、ことに ha あたり本数は Stoeffels の幹距法で求めた。

$$Ni = \frac{10000}{\pi \alpha_i^2} \left(i + \frac{1}{2} \right)$$

による推定が変動が大であるのに対して、本法による推定は安定した分布であることがわかった。ここに α_i は中心木から i 番目の木までの距離である。

なお ha あたり断面積の分布については前橋営林局、勿来営林署管内自営試験地のスギ 66 年生の B 種間伐区、仏国式間伐区および林業試験場高松試験地内のアカマツ 37 年生の固定標準地の中でとった 4 ポイントでも前と同様に 10~15 本で安定した値が得られた。

また、沼津のヒノキの 10 ポイントの中心でそれぞれ 1 本あて伐倒して樹幹解析した中心木の現在断面積、5 年前断面積、10 年前断面積と ACM ($k=4$) および ASM による断面積密度との相関を調べたら ASM によれば 10 本程度で 0.75、ACM は 0.70 位で、ASM による推定は ACM の約 1 割はすぐれていることがわかった。

このように、ASMは直径と距離の測定または各林木のREの測定が必要で、一定REによる簡易なACMよりも時間と労力が外資、内資とも多くかかるが、その測定の中にACMを含み、また距離によるプロット法との比較も同時に行なえるということと、林分因子の変化状態を連続的に把握できるという利点を持ち、今後造林学的、生態学的研究に大いに利用できるという点で、これから多くの研究を進めていく価値がある。なおREの測定値または直径と距離の測定値があればNEAC1210で測定本数ごとの林分因子の分布状態を計算できるプログラムが林業試験場でできている。

この限界角測定法と定角測定法をあわせた角度測定法を昭和41年4月に日本林学会大会で行なわれた林業統計研究会のシンポジウムで発表し、41年5月林野庁研究普及課による民有林の森林調査指導で“角度測定法”としてテキストを印刷した。また、前記シンポジウムの詳細は統計数理研究所集報第1号(1966)に西沢正久“角度測定法の応用について”に発表してある。

4 41年度の試験計画

40年度までの調査資料が73個で、あとの分析のためには不満足な個数であるため、予定を1年延期して円形プロット法とプロットレス法の両方を含む限界角測定法で草津のカラマツのデータを追加すると同時に、39年度、40年度の調査野帳の整理を行なう。

5 41年度の試験経過と結果

前橋営林局、草津営林署管内のカラマツ人工林に対して40年生以上の林分で、限界角測定法によって58ポイントの林分調査および約30ポイントの土壌調査を実行した。昨年度までとあわせて131個の資料となるので調査野帳の整理をおこない、多変量解析による材積、成長量などの推定方式、写真判読資料との分析を行なう予定である。

6 こんこの問題点

サンプリングによる平均材積の直接測定には層化によるランダムサンプリングなど考えられるが、土壌調査や航空写真を用いた施業方法に必要なミクロな調査には、調査前に気候因子や地形因子などによる成長地域(地位級)区分を行なって、環境因子による有効な事前層化を必要とするので、来年度のスギについてはこのような観点で計画立案する予定である。