

昭和50年度国有林野事業特別
会計技術開発試験成績報告書

電算機による生産力調査法

昭和51年11月

林 業 試 験 場

I 試験担当者

経営部経営第2科測定研究室

栗屋仁志, 神戸喜久, 西川匡英, 椎林俊昭, 天野正博

II 試験目的

経営システムからみて、収穫規整は、経営目的を達成するうえで必要な合理的な年齢配置を得るという条件の基に、各林分に最適の施業法を分配するために用いられる手段であると考えることができる。このためには、色々な林分の伐期までの収穫量が、各種の施業方法によってどのように変化するかを予測する方法の確立が重要な課題となる。

この研究は、用材生産林の主要部分を占める単純同齢林について、無間伐を含めて各種の強度の間伐を施した場合の収穫予想を行なうための方法の開発と電算機によるプログラムの作製を目的として行なったものである。

III 試験の経過と得られた成果

1. 概説

従来国有林で採用されている間伐方法は、主として定性的間伐方法であり、間伐強度も対象林分の総本数や総材積に対する間伐木の値の比率で示されることが多かった。したがって、残存木の密度が同じであっても間伐強度が異なる場合が多く、このような間伐強度の表示方法は、残存木の生長過程の解析に基礎を置く収穫予想には不適當であると考えられる。

最近では、密度管理図の収量比数による本数管理の方法が広く用いられるようになっているが、これは、残存木の林分密度によって間伐の程度を示すものであり、この収量比数による管理方式別の収穫予想を検討することも考えられる。しかし、ここでは、収量比数と同じように残存木の密度を表わす指標として平均幹距と林分高の比すなわち相対幹距比で本数管理を行なう場合の収穫予想方法を検討することとした。

林冠が閉鎖されている状態での単純同齢林の林分構成因子の生長過程は、林分高を林齢と地位の関数として推定し、平均直径、 ha あたり断面積、材積を林分高、林分密度、などの関数として推定する、いわゆる二段法によって、かなり満足のいく推定のできる事が知られている。しかし、間伐によって林冠が破られた場合には、残存木の生長過程は、林冠の閉鎖状態が回復するまでは、自然推移の場合とは異なるので、どのような過程を通して、自然推移の状態に回復するかを解明しないと、管理方式別の収穫予想を行なうことができない。

このため、名古屋営林局新城営林署管内で、自然推移に近いが、間伐後かなりの年数が経過し、被圧による枯損が生じているヒノキ林分について、表-1に示すとおり、自然推移を含めて、残存木の密度が3種類の相対幹距比になるように間伐を行なった4試験区を1組とし、各年齢にわたって5組の試験地を設定すると共に、20年生から80年生にわたって、36個の標準地を調査し、自然推移の場合の生長過程解析の資料とした。

表-1 間伐試験地の間伐前後の林分構成

試験地	鰻沢1号				鰻沢2号				鰻沢3号	
林 齢	22				78				53	
密度水準(%)	自然	21	17	13	自然	21	17	13	自然	21
林 分 高(m)	8.4	8.4	9.4	8.7	18.4	21.3	21.4	21.0	16.2	18.1

間 伐 前

平均直径(cm)	11.6	11.5	12.7	13.0	29.9	32.4	30.1	30.1	22.1	21.8
相対幹距比(%)	(16.7)	(17.3)	(16.8)	(17.4)	(17.6)	(17.2)	(16.1)	(14.4)	(14.8)	(13.0)
断面積/ha (m ²)	21.2	21.7	19.9	21.3	19.4	18.0	17.1	15.9	16.3	13.9
材積/ha (m ³)	34.7	32.9	38.2	41.1	56.1	57.1	59.3	65.2	56.0	60.4
材積/ha (m ³)	151	139	177	180	500	586	622	663	462	550

間 伐 後

平均直径(cm)		12.2	13.1			33.4	30.3			23.2
相対幹距比(%)		(18.9)	(17.8)			(20.0)	(17.1)			(15.4)
断面積/ha (m ²)		23.7	21.1			21.0	18.1			16.5
材積/ha (m ³)		30.6	35.6			44.0	53.9			48.1
材積/ha (m ³)		131	168			447	565			442

試験地	鰻沢4号				裏 谷			
林 齢	31				44			
密度水準(%)	17	13	自然	21	17	13	自然	21
林 分 高(m)	18.9	18.2	11.9	12.9	13.6	13.1	13.0	14.8

間 伐 前

平均直径(cm)	23.2	21.6	13.9	16.3	14.1	13.5	16.8	19.0	17.6	18.2
相対幹距比(%)	(14.2)	(12.6)	(11.2)	(14.6)	(11.3)	(12.1)	(12.9)	(12.4)	(14.4)	(13.2)
断面積/ha (m ²)	15.4	13.9	14.5	16.2	12.7	13.3	15.5	14.6	16.5	14.4
材積/ha (m ³)	52.0	60.7	53.9	49.8	55.2	49.4	56.3	63.6	50.4	58.2
材積/ha (m ³)	494	554	329	319	369	328	372	458	342	435

間 伐 後

平均直径(cm)	25.2	22.3		17.3	15.6	14.1		21.6	18.7	18.4
相対幹距比(%)	(16.9)	(13.4)		(16.8)	(13.8)	(13.2)		(16.8)	(16.0)	(13.4)
	18.3	14.8		18.6	15.4	14.6		19.8	18.4	14.7
断面積/ha (m ²)	41.7	55.5		42.0	44.4	44.8		43.5	45.0	57.0
材積/ha (m ³)	408	522		272	303	298		318	308	426

注 () は上層高から算出したものである。

2. 林分高の生長過程

林分高の生長過程は、その地域に適用できる地位指数曲線群があれば、林齢と地位指数の関数として推定できるが、この研究では、地位指数曲線群を新たに作製するために必要な資料の収集ができなかったため、調査対象地域の林分高の平均的生長傾向を求め、現在の林分高との関係から、その林分の将来の林分高を推定する方法を用いることとした。

調査地域として選んだ段戸国有林の高齢級のヒノキ林分内で名古屋営林局が樹幹解析によって求めた林齢別の林分高に、修正指数曲線式をあてはめて、次式が得られた。

$$H(t) = 56.51 - (47.32)(0.9716) \exp \{ (t - 30) / 10 \} \dots\dots(1)$$

ここで t は林齢である。

この式によれば、高齢になっても樹高生長は衰えず、木曽地方ヒノキ林分収獲表の1等地および名古屋営林局作製の高齢級ヒノキ林分収獲予想表の2等地の樹高生長曲線にあてはめた修正指数曲線の到達可能と考えられる最高林分高の値に比して、著しく大となっている。

$$\text{木曽ヒノキ1等地} \quad H(t) = 38.86 - (28.22)(0.9424) \exp \{ (t - 30) / 10 \} \dots\dots(2)$$

$$\text{高齢級ヒノキ2等地} \quad H(t) = 30.91 - (20.58)(0.9225) \exp \{ (t - 30) / 10 \} \dots\dots(3)$$

したがって、後者の値を参考にして、70年生以上の値を修正した、表-2に示す値を用いて求めた次式で、平均的生長傾向を表わすこととした。

$$H(t) = 35.28 - 29.21(0.893) \exp \{ (t - 20) / 10 \} \dots\dots(4)$$

林分収獲表や収獲予想表の地位別の樹高生長傾向は、通常平均的生長傾向に対する比例的な関係を用いて求められている。最もよく用いられるのは、齢級別に求めた標準偏差の定数倍した値を、平均的生長傾向(中心線またはガイドカーブ)に加減する方法である。愛知、岐阜南部ヒノキ林分収獲表の地位級区分に用いられた標準偏差の2倍の幅を、(4)式で求めた中心線の

上下にそれぞれとると、調査地域の林分高の大部分が、含まれることがわかった。したがって、この齢級別標準偏差から求めた次式で、この地域の値を求めることとした。

$$S(t) = 1.84 - 0.814 (0.854) \exp \{ (t - 20) / 5 \} \dots\dots\dots(5)$$

ここで t は林齢、 $S(t)$ は t 年における標準偏差である。

t 年生の林分の x 年後の林分高は次式で推定する。

$$h(t+x) = H(t+x) + (h(t) - H(t)) \cdot S(t+x) / S(t) \dots\dots\dots(6)$$

ここで、 h は林分高、 H は中心線の値で、 $H(t+x)$ 、 $S(t+x)$ は(4式)、(5式の t の代りに $(t+x)$ を入れて求めたものである。

なお、(4式)、(5式)を用いて地位指数曲線を作り、林分ごとの地位指数が決められている場合には、次式で x 年後の林分高を推定することができる。

$$h(t+x) = H(t+x) + (SI - 12.0) \cdot S(t+x) / 1.41 \dots\dots\dots(7)$$

ここで、 SI は地位指数である。

3. 相対幹距比の経年変化

平均幹距と林分高の比で表わされる相対幹距比は、わが国で多く用いられている正方形植えの場合には、次式で求められる。

$$SR(t) = 1.04 / \{ n(t)^{\frac{1}{2}} \cdot h(t) \} \dots\dots\dots(8)$$

ここで、 $SR(t)$ は相対幹距比、 $n(t)$ は ha あたり本数である。

相対幹距比などの林分密度は自然推移の場合、次第にある限界密度に近づく。この地域で調査した自然推移に近い林分で最小の相対幹距比(最大密度)は11%であったので、この値を限界密度とし、林齢の逆数に比例して変化すると仮定して、次式で相対幹距比の経年変化を推定することとした。

$$\log SR(t+x) = 1.0414 - \{ 1.0414 - \log SR(t) \} \cdot \{ t / (t+x) \} \dots\dots\dots(9)$$

表-1に示す間伐試験地は、1回目の調査が終了したばかりであるので、東京営林局の大代収穫試験地の32年生から52年生までの定期調査結果を用いて、(9式)の適合性を検討した結果、表-3に示すとおり、間伐林では間伐後10年、無間伐林では20年経過してもかなり満足のいく推定ができると考えられる。なお、林齢の高い程、相対幹距比が大、すなわち本数が少なく推定されているが、枯損木に枯死寸前のものまで含めれば、推定精度は向上すると思われる。

4. 林分材積の生長過程

林分材積の生長過程を推定するためには、収穫表などの作製に用いられているように地位別に林齢の関数として表わす方法、林分材積式から導びいた微分方程式を解く方法、あるいは、各種の林分構成因子の生長量を連立微分方程式で表わして、その解を求める方法、直接材積生長量を林分構成因子の関数として表わす方法など多くの方法が発表されている。

これらの生長過程の解析方法の大部分は、材積生長量に基づくものであるが、生長量の測定は研究期間の関係で実行できなかったため、林分材積式の各変量の生長過程を推定し、材積の生長過程を推定する方法を採用することとした。

林分材積式には各種の提案があるが、立木材積表が主として対数式で作製されている関係から、次式を採用した。

$$\log V = b_0 + b_1 \log h + b_2 \log G \quad \text{.....(10)}$$

ここでVはhaあたり材積、hは林分高、Gはhaあたり断面材積である。

(10)式を収穫表標準地の主林木、および主副林木についてあてはめた結果表-4に示すとおりいずれも良好な結果が得られた。

表-2 林分高の平均的生長傾向

林 齢	20	30	40	50	60	70	80	90	100
樹 幹 解 析(m)	6.12	9.18	11.89	14.36	16.69	18.95	21.07		
想 定 値(m)	6.12	9.18	11.89	14.36	16.69	18.79	20.53	22.04	23.38
(4)式の推定値(m)	6.1	9.2	12.0	14.5	16.7	18.7	20.4	22.0	23.4

表-3 相対幹距比の実測値と推定値の比較

期 間		年生 年生 32→37	37→42	42→47	47→52	32→42	37→47	42→52
間 伐 林	実測値	18.61	17.01	18.56	16.88	17.01		16.88
	推定値	18.46	17.50	18.61	17.65	17.36		17.69
無間伐林	実測値	17.46	16.44	15.22	14.29	16.44	15.22	14.29
	推定値	17.49	16.53	15.75	14.75	16.54	15.83	15.21
	期 間	年生 年生 32→47	37→52	32→52				
	実測値	15.22	14.29	14.29				
	推定値	15.84	15.28	15.30				

表-4 林分材積式(10)の適合性

収 穫 表	主 林 木		主 副 林 木	
	重相関係数	標準偏差	重相関係数	標準偏差
北関東阿武隈スギ	0.930	39.55 m^3	0.999	10.27 m^3
関 東 ヒ ノ キ	0.988	12.57	0.999	6.46
信 州 カ ラ マ ツ	0.998	5.67	0.998	6.22
関 東 ア カ マ ツ	0.998	6.99	0.999	7.45

36個の標準地および5組の間伐比較試験地の間伐前の測定値に(10)式をあてはめた結果、次式が得られた。

$$\log V(t) = -0.2129 + 0.9494 \log h(t) + 0.9888 \log G(t) \dots \dots \dots (11)$$

重相関係数は0.998 標準偏差12.34 m^3 と良好な結果を与えることがわかった。

なお、林分高については、間伐や枯損のため測定本数が変わるという欠点があるので、伐期までの測定本数を一定にするため、林分内の最高樹高の木からhaあたり一定数の林木の平均樹高すなわち上層高を林分高の代りに用いるべきであるという提案がなされている。この研究で調査した標準地は0.01haごとに区割してあるので、各区割ごとに最高樹高から2本の木の樹高を全区割について平均して求めた上層高を(10)式の林分高の代りに用いて、(12)式に示す林分材積式を求めた。

$$\log V(t) = -0.3969 + 1.1149 \log H(t) + 0.9491 \log G(t) \dots \dots \dots (12)$$

重相関係数は0.997、標準偏差は14.05 m^3 で、林分高を用いた場合と同様に良好な結果が得られた。

林分高の生長過程も上層高を用いるほうが推定精度が良くなると考えられるが、上層高の生長過程と林分高の生長過程との関係については十分に解明されていないので、この研究では、林分高を用いた、(11)式を林分材積式として使用することとした。

(11)式に含まれる林分高は、2.で述べた方法によって生長過程を推定することとした。haあたり断面積の生長過程は、材積の場合と同様に、生長量が測定されていないので、次式で、断面積平均直径を推定し、林分高と相対幹距比の経年変化に対応させて、その生長過程を推定することとした。

$$\log \bar{d}_g = b_0 + b_1 \log h + b_2 \log SR \dots \dots \dots (13)$$

ここで、 $\bar{d}_g$ は断面積平均直径である。

標準地の資料にあてはめた結果、次式が得られた。

$$\log \bar{dg}(t) = -0.7716 + 1.2001 \log h(t) + 0.5447 \log SR(t) \dots\dots\dots (14)$$

重相関係数は 0.976, 標準偏差は 1.17 cm であった。

林分高の代りに上層高を用いると,

$$\log \bar{dg}(t) = -1.0297 + 1.3141 \log H(t) + 0.6171 \log SR(t) \dots\dots\dots (15)$$

となり、重相関係数は 0.975, 標準偏差は 1.17 cm となった。

ha あたり断面積は、次式で求める。

$$G(t) = \frac{\pi}{4} \cdot \bar{dg}^2(t) \cdot n(t) / 10^4 \dots\dots\dots (16)$$

x 年後の断面積は、(7)式および(9)式で求めた $h(t+x)$, $SR(t+x)$ を (14)式の $h(t)$, $SR(t)$ の代りに用いて $\bar{dg}(t+x)$ を計算し、 $SR(t+x)$ および $h(t+x)$ から(17)式によって求めた $n(t+x)$ と共に(16)式に代入することによって求められる。

$$n(t+x) = \{ 10^4 / \{ SR(t+x) \cdot h(t+x) \}^2 \} \dots\dots\dots (17)$$

このようにして求めた $h(t+x)$ および $G(t+x)$ を、(11)式に入れて、x 年後の林分材積を推定する。

x 年後の林分材積は、現段階では未知であるので、この方法のおおよその推定精度を検討するため、標準地の林分高と ha あたり本数を用いて、(14)式、(16)式で推定した ha あたり断面積を(11)式に入れて推定した林分材積と実測値とを比較した。

平均偏差は、 -6.24 m^3 , 標準偏差は 32.24 m^3 であるが、t の値は 1.41 で偏りは認められなかった。

ある地域全体を予想する場合には、この方法で、かなり満足のいく結果が得られるが、個々の林分について予想する場合には、現在 t 年における平均直径あるいは ha あたり材積と推定値の比による修正係数を x 年後の推定値に乘ずることで、この方法の適合性を高めることができる。

5. 断面積平均直径と平均直径との関係

前項で述べたように、平均直径で修正係数を求める場合、平均直径を断面積平均直径に換算する必要があり、また後述する直径分布曲線を求める場合には、(14)式で算出した断面積平均直径を平均直径に直さなければならない。両者の間には、密接な直線関係が成立するといわれている。標準地について、一次式をあてはめた結果、(18)式、(19)式を得、いずれも良好な結果を示

しているので、これらの式を用いて、相互換算に用いることとした。

$$\bar{d}_g = -0.2850 + 0.9937 \bar{d} \quad \dots\dots\dots(18)$$

$$\bar{d}_g = 0.3284 + 1.0040 \bar{d} \quad \dots\dots\dots(19)$$

重相関係数は0.998、標準偏差は、0.28cmであった。

6. 直径階別本数分布の予測

直径階別本数分布の理論的分布として、正規分布、シャーリエA型分布、ワイブル分布などを用いた論文が発表されている。

この研究では林齢ごとの直径分布を予測する必要があるため、分布を記述する母数を推定する方法が問題になる。正規分布の母数は平均値と分散、正規分布を土台にしたシャーリエA型分布の母数は平均値、分散の他にr次の積率、ワイブル分布の場合には尺度、形および位置が母数となっており、正規分布を除いた後の二つの分布の母数を推定することは、限られた情報（データ）ではかなりむづかしいと思われる。したがって、この研究では、直径分布の理論的分布に正規分布を用いることとし、その母数を次式により推定した。

$$\bar{d}_t = -0.285 + 0.9937 \bar{d}_{gt} \quad \dots\dots\dots(20)$$

$$\sigma_t = (\bar{d}_{gt}^2 - \bar{d}_t^2)^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots(21)$$

$$n_t = \{ 10^4 / (SR_t \cdot h_t) \}^2 \quad \dots\dots\dots(22)$$

ここで、

$\bar{d}_t$: t年の平均直径

$\bar{d}_{gt}$: // 断面積平均直径

σ_t : // 標準偏差

n_t : // haあたり本数

SR_t : // 相対幹距比

h_t : // 平均樹高

正規分布関数は、平均値を $\bar{x}$ 、分散を σ^2 とすると、

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} \quad \dots\dots\dots(23)$$

いま、(23)式に $Z = \frac{x-\bar{x}}{\sigma}$ の変数変換を行なうと、規準正規分布関数は、

$$P(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{Z^2}{2}} \quad \dots\dots\dots (24)$$

となる。

一般に、正規分布曲線のある区間 ($Z_1 \sim Z_2$, $Z_1 < Z_2$) の確率密度は、まず(24式を積分し

$$P(Z) = \int_{-\infty}^Z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad \dots\dots\dots (25)$$

次に、

$$\begin{aligned} P(Z_1 < Z < Z_2) &= \int_{Z_1}^{Z_2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \\ &= \int_{-\infty}^{Z_2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz - \int_{-\infty}^{Z_1} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad \dots\dots\dots (26) \end{aligned}$$

と変形して、求められる。

しかし、(25式を電子計算機で計算するには、次の近似式が良いとされている。

$$P(Z) \doteq 1 - \frac{1}{2} (1 + A_1 Z + A_2 Z^2 + A_3 Z^3 + A_4 Z^4 + A_5 Z^5 + A_6 Z^6)^{-16} \quad \dots\dots\dots (27)$$

ただし、 $Z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$, $Z \geq 0$

$$A_1 = 0.0498673470$$

$$A_2 = 0.0211410061$$

$$A_3 = 0.0032776263$$

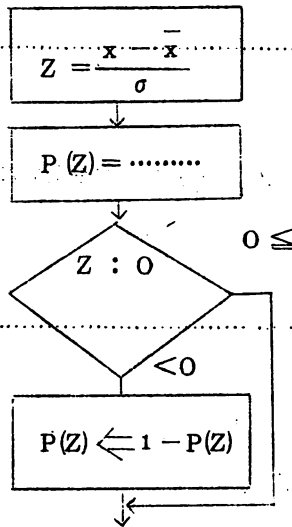
$$A_4 = 0.0000380036$$

$$A_5 = 0.0000488906$$

$$A_6 = 0.0000053830$$

(27式の絶対誤差は、 $|\epsilon(Z)| < 1.3 \times 10^{-7}$ となっており、実際の計算には十分であると
考えられる。

近似式の計算手順を簡単に説明するために、次のフロー・チャートを示すことにする。



プログラムには、文関数 (Statement function) で $P(Z) = \dots\dots\dots$ と定義している。

なお、 $P(Z)$ は $Z \geq 0$ の制約があるため、その右辺には Z の絶対値を代入して計算し、 $Z < 0$ の場合には $1 - P(Z)$ として求める。

なお、直径階別本数分布の直径の幅は、経験的に 1 cm または 2 cm とした。

7. 電算機による林分構成因子の予測

前項までに述べてきた林分構成因子の生長過程の推定方法を用いて、自然推移における将来の構成因子の値を予測するプログラムを作製した。なお、間伐林についても、表-3に示すとおり相対幹距比が比較的良く推定されているので、林冠閉鎖後は自然推移の場合と同じ方法が適用できるのではなかろうか。

計算手順は、次のとおりである。

- ① 対象林分の林齢、林分高から、(5)式、(6)式で x 年後の林分高を推定する。
- ② 林分高と h_a あたり本数から(8)式で相対幹距比を求め、(9)式で x 年後の値を予測する。

本数の代りに h_a あたり断面積と平均直径が与えられている場合には、(10)式で求めた断面積平均直径を用いて、次式で h_a あたり本数を推定し、相対幹距比を計算する。

$$n(t) = G(t) \cdot 10^4 / \frac{\pi}{4} dg^2(t) \quad \dots\dots\dots (28)$$

- ③ x 年後の林分高、相対幹距比を用い(14)式から求めた断面積平均直径と(17)式で算出した h_a あたり本数から、(16)式で x 年後の h_a あたり断面積を予測する。この時現在の平均直径が既知であれば、算出断面積平均直径に対する修正係数を求めて、 x 年後の値を修正する。
- ④ x 年後の林分高、 h_a あたり断面積の予測値を(11)式に入れて、林分材積を予測する。
現在の h_a あたり材積が既知であれば算出材積に対する修正係数を求め、 x 年後の値を修正する。
- ⑤ (21)式で直径の標準偏差を求め、直径階別本数分布を予測する。

このプログラムでは、 t 年生後自然推移の状態における林分構成因子の生長過程を示すものであるから、間伐実行の可否あるいは枯損もしくは枯死に近い林木を除いた間伐量、間伐強度などの試算に利用できるであろう。

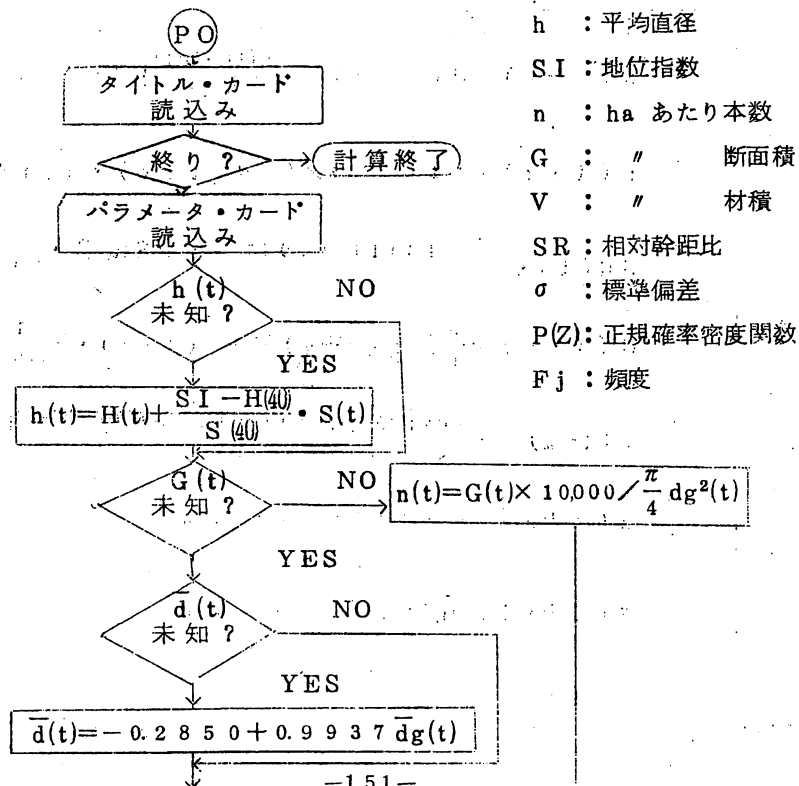
したがって、プログラムは、次に示す初期条件に応じて、予測ができるように、組み立ててある。

- ① 林齢, 林分高, h_a あたり本数
- ② 林齢, 平均直径, 林分高, h_a あたり本数
- ③ 林齢, 平均直径, 林分高, h_a あたり断面積
- ④ 林齢, 平均直径, 林分高, h_a あたり断面積, h_a あたり材積
- ⑤ 林齢, 林分高, h_a あたり本数, h_a あたり材積

このプログラムの計算手順のフロー・チャートとを図-1に、計算例を図-2～図-5に示す。計算結果の見方およびデータ・シートの書き方を次項以下に示す。

なお附表として、プログラムが示してある。

図-1 プログラムの計算手順のフロー・チャート



$$G(t) = \frac{\pi}{4} \cdot \bar{d}g^2(t) \cdot n(t) \cdot \frac{1}{10000}$$

$$SR(t) = 10000 / (n(t)^{\frac{1}{2}} \cdot h(t))$$

$V(t)$
 未知?

NO

YES

$$V(t) = e^{-0.2129 + 0.9494 \log h(t) + 0.9888 \log G(t)}$$

$$\sigma(t) = (\bar{d}g^2(t) - \bar{d}^2(t))^{\frac{1}{2}}$$

P 1

$$h(t+x) = H(t+x) + \left\{ \frac{h(t) - H(t)}{S(t)} \right\} S(t+x)$$

$$n(t+x) = \{ 10000 / (SR(t+x) \cdot h(t+x)) \}^2$$

$$SR(t+x) = e^{1.0414 - (1.0414 - \log SR(t)) \cdot \frac{t}{(t+x)}}$$

$$G(t+x) = \frac{\pi}{4} (\bar{d}g(t+x))^2 \cdot n(t+x) \cdot \frac{1}{10000}$$

$$V(t+x) = e^{-0.2129 + 0.9494 \log h(t+x) + 0.9888 \log G(t+x)}$$

$$\bar{d}(t+x) = -0.2850 + 0.9937 \bar{d}g(t+x)$$

$$\sigma(t+x) = (\bar{d}g^2(t+x) - \bar{d}^2(t+x))^{\frac{1}{2}}$$

残存木に対する

$$\begin{aligned}
 n'(t+x) &= n(t) \\
 SR'(t+x) &= 10,000 / \{ (n'(t+x))^{\frac{1}{2}} \cdot h(t+x) \} \\
 G'(t+x) &= \frac{\pi}{4} (\bar{d}g'(t+x))^2 \cdot n'(t+x) \cdot \frac{1}{10,000} \\
 V'(t+x) &= e^{-0.2129 + 0.9494 \log h(t+x) + 0.9888 \log G'(t+x)} \\
 \bar{d}'(t+x) &= -0.2850 + 0.9937 \bar{d}g'(t+x)
 \end{aligned}$$

全体に対する……

直径分布
必要か？

NO

$i = t, t_{\max}, t_{\text{interval}}$

YES

$$Z = \frac{d_i - \bar{d}}{\sigma}$$

$$P(Z) = 1 - \frac{1}{2} (1 + A_1 Z + A_2 Z^2 + A_3 Z^3 + A_4 Z^4 + A_5 Z^5 + A_6 Z^6)^{-16}$$

$$F_j = \{ P(Z_{\text{UPPER}}) - P(Z_{\text{LOWER}}) \} \cdot n$$

林齢ごとの直径分布（理論分布として正規分布を用いる）

PO

図-2 林齢, 林分高, haあたり本数が与えられた場合の計算例

.....PREDICTION METHOD OF PRODUCTIVITY.....

PROBLEM NAME : 160- = 1 (A)

***GIVEN CONDITIONS

AVERAGE TREE HEIGHT : 8.4

NUMBER OF STEMS PER HA : 3090

***TRANSITION TABLE OF STAND

.....RESIDUAL.....

AGE	D	H	N	SR	G	VOL
21	11.2	8.4	3090	21.39	32.41	144.17
25	12.8	9.9	2777	19.23	38.07	196.71
30	14.8	11.6	2429	17.52	44.17	265.29
35	16.7	13.2	2141	16.39	49.42	335.18
40	18.6	14.7	1907	15.60	53.97	405.07
45	20.3	16.1	1717	15.00	57.99	474.23
50	22.0	17.4	1562	14.54	61.59	542.25

***STEM DIAMETER DISTRIBUTION OF AGE

D-CLASS #	AGE	21	25	30	35	40	45	50
0.0 - 1.0								
1.0 - 3.0		7	3	1				
3.0 - 5.0		40	14	4	2			
5.0 - 7.0		172	67	21	7	1	2	
7.0 - 9.0		463	216	78	28	11	4	3
9.0 - 11.0		778	468	209	87	36	15	7
11.0 - 13.0		815	678	401	202	96	45	21
13.0 - 15.0		533	657	548	350	197	104	54
15.0 - 17.0		217	426	533	453	312	192	112
17.0 - 19.0		55	184	369	437	382	281	188
19.0 - 21.0		9	53	182	314	362	327	257
21.0 - 23.0		1	10	64	169	265	303	284
23.0 - 25.0			1	16	67	150	223	255
25.0 - 27.0				3	20	66	130	187
27.0 - 29.0					4	22	60	111
29.0 - 31.0					1	6	22	53
31.0 - 33.0						1	7	21
33.0 - 35.0							2	7
35.0 - 37.0								2
37.0 - 39.0								
39.0 - 41.0								
41.0 - 43.0								
43.0 - 45.0								

1900-1901

[illegible]

1. The first part of the paper is devoted to the study of the asymptotic behavior of the solutions of the system (1) as $t \rightarrow \infty$. It is shown that the solutions of the system (1) are bounded and tend to zero as $t \rightarrow \infty$ if the matrix A is stable.

DOI : 10.1002/for

..... TOTAL \$2,100.00 100% 100% 100% 100%

- D N SR 1274 G VOL

12.5 3090 18.23 39.96 206.40

1.4 . 3 2 7 7.7 1.6 . 3.9 4 6 . 9.5 2 8 1 . 7 8

1.6 . 2 2 4 2.9 1 5 . 3.9 5 2 . 3.5 3 5 4 . 8.2

18.0 214.1 14.72 56.91 426.86

19.7 1907 14.24 60.85 497.33

21.4 : 17.7 : 13.8 : 7 : 6.4 : 3.0 : 5.6 : 5.8 : 9

[illegible]

the 1990s, the number of people in the world who are illiterate has increased from 1.2 billion to 1.5 billion. The number of illiterate people in the world is expected to reach 1.7 billion by the year 2015. The number of illiterate people in the world is expected to reach 1.7 billion by the year 2015.

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

1. *Journal of the American Medical Association*, 2000; 283: 2689-2693.

[illegible]

1. The first step in the process is to identify the problem or issue that needs to be addressed. This involves gathering information and understanding the context of the problem.

Journal of Management Education 36(7) 809–824

10. *Journal of the American Medical Association*, 1997; 277: 1033-1038.

図-3 林齢, 林分高, 平均直径, haあたり本数が与えられた場合の計算例

.....PREDICTION METHOD OF PRODUCTIVITY.....

PROBLEM NAME : 160- = 1 (B)

***GIVEN CONDITIONS

AVERAGE DIAMETER : 12.4
AVERAGE TREE HEIGHT : 8.4
NUMBER OF STEMS PER HA : 3090

***TRANSITION TABLE OF STAND

.....RESIDUAL.....

AGE	D	H	N	SR	G	VOL
21	12.4	8.4	3090	21.39	39.81	176.67
25	14.3	9.9	2777	19.23	46.76	241.06
30	16.5	11.6	2429	17.52	54.26	325.11
35	18.6	13.2	2141	16.39	60.70	410.75
40	20.6	14.7	1907	15.60	66.30	496.41
45	22.6	16.1	1717	15.00	71.23	581.16
50	24.4	17.4	1562	14.54	75.65	664.52

***STEM DIAMETER DISTRIBUTION OF AGE

D-CLASS # AGE	21	25	30	35	40	45	50
0.0 - 1.0							
1.0 - 3.0	3	2					
3.0 - 5.0	21	6	1				
5.0 - 7.0	97	32	9	4	2		
7.0 - 9.0	290	115	36	12	4	2	2
9.0 - 11.0	582	294	111	40	15	6	2
11.0 - 13.0	777	526	251	107	44	19	8
13.0 - 15.0	693	659	422	220	105	49	23
15.0 - 17.0	412	578	525	349	198	104	54
17.0 - 19.0	163	355	486	428	298	182	105
19.0 - 21.0	43	153	333	407	357	261	171
21.0 - 23.0	8	46	169	298	343	305	233
23.0 - 25.0	1	10	64	169	262	291	264
25.0 - 27.0		1	18	74	160	228	250
27.0 - 29.0			4	25	78	146	197
29.0 - 31.0				7	30	76	130
31.0 - 33.0				1	9	33	71
33.0 - 35.0					2	11	33
35.0 - 37.0						3	13
37.0 - 39.0						1	4
39.0 - 41.0							2
41.0 - 43.0							
43.0 - 45.0							
45.0 - 47.0							
47.0 - 49.0							

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

67A. 3:10P00 070109-7

1. Name : F27060000000000000000
2. Date : 19810415
Topic : 19810415

GZS-7 00 3617.0 0.0128+00.00

..... TOTAL

D	N	SR	G	VOL
13.8	3090	18.23	49.09	252.94
15.9	2777	16.39	57.67	345.31
18.0	2429	15.39	64.30	434.83
20.0	2141	14.72	69.90	523.10
21.9	1907	14.24	74.74	609.47
23.8	1717	13.87	78.98	693.49

1. *How many people are there in your family?*

[illegible]

DATE	TIME	LOCATION	WIND	TEMP	SEA	REMARKS
1961	0000	0000	000	00.0	000	0000
1961	0100	0100	000	00.0	000	0100
1961	0200	0200	000	00.0	000	0200
1961	0300	0300	000	00.0	000	0300
1961	0400	0400	000	00.0	000	0400
1961	0500	0500	000	00.0	000	0500
1961	0600	0600	000	00.0	000	0600
1961	0700	0700	000	00.0	000	0700
1961	0800	0800	000	00.0	000	0800
1961	0900	0900	000	00.0	000	0900
1961	1000	1000	000	00.0	000	1000
1961	1100	1100	000	00.0	000	1100
1961	1200	1200	000	00.0	000	1200
1961	1300	1300	000	00.0	000	1300
1961	1400	1400	000	00.0	000	1400
1961	1500	1500	000	00.0	000	1500
1961	1600	1600	000	00.0	000	1600
1961	1700	1700	000	00.0	000	1700
1961	1800	1800	000	00.0	000	1800
1961	1900	1900	000	00.0	000	1900
1961	2000	2000	000	00.0	000	2000
1961	2100	2100	000	00.0	000	2100
1961	2200	2200	000	00.0	000	2200
1961	2300	2300	000	00.0	000	2300
1961	2400	2400	000	00.0	000	2400

図-4 林齢, 林分高, 平均直径, haあたり断面積が与えられた場合の計算例

.....PREDICTION METHOD OF PRODUCTIVITY.....

PROBLEM NAME : 160- = 1 (C)

***GIVEN CONDITIONS

AVERAGE DIAMETER : 12.4
AVERAGE TREE HEIGHT : 8.4
BASAL AREA PER HA : 40.07

***TRANSITION TABLE OF STAND

.....RESIDUAL.....

AGE	D	H	N	SR	G	VOL
21	12.4	8.4	3110	21.32	40.07	177.82
25	14.3	9.9	2792	19.18	47.03	242.48
30	16.5	11.6	2440	17.48	54.56	326.91
35	18.6	13.2	2149	16.36	61.01	412.84
40	20.6	14.7	1914	15.57	66.65	499.03
45	22.6	16.1	1723	14.98	71.62	584.25
50	24.4	17.4	1566	14.53	76.00	667.54

*** STEM DIAMETER DISTRIBUTION OF AGE

D-CLASS # AGE	21	25	30	35	40	45	50
0.0 - 1.0							
1.0 - 3.0	3	1					
3.0 - 5.0	22	6	2				
5.0 - 7.0	97	32	9	3	1		
7.0 - 9.0	292	116	36	12	4	2	1
9.0 - 11.0	586	296	111	40	15	6	2
11.0 - 13.0	783	528	251	107	44	19	8
13.0 - 15.0	697	662	423	220	105	49	23
15.0 - 17.0	414	581	527	349	198	104	54
17.0 - 19.0	164	358	488	430	298	182	105
19.0 - 21.0	43	154	335	408	358	261	171
21.0 - 23.0	8	47	171	300	344	305	233
23.0 - 25.0	1	10	64	171	264	293	265
25.0 - 27.0		1	18	75	161	229	251
27.0 - 29.0			4	26	79	147	199
29.0 - 31.0			1	7	31	77	131
31.0 - 33.0				1	10	33	72
33.0 - 35.0					2	12	33
35.0 - 37.0						3	13
37.0 - 39.0						1	4
39.0 - 41.0							1
41.0 - 43.0							
43.0 - 45.0							
45.0 - 47.0							
47.0 - 49.0							

.....TOTAL.....

D	N	SR	G	VOL
13.8	3110	18.17	49.40	254.56
15.9	2792	16.34	58.02	347.36
18.0	2440	15.36	64.66	437.23
20.0	2149	14.70	70.27	525.81
21.9	1914	14.21	75.13	612.60
23.8	1723	13.85	79.39	697.00

図-5 林齢, 林分高, 平均直径, haあたり断面積, 材積が与えられた場合の計算例

..... PREDICTION METHOD OF PRODUCTIVITY

PROBLEM NAME : 160- = 1 (D)

*** GIVEN CONDITIONS

AVERAGE DIAMETER : 12.4
 AVERAGE TREE HEIGHT : 8.4
 BASAL AREA PER HA : 40.07
 VOLUME PER HA : 176.24

*** TRANSITION TABLE OF STAND

..... RESIDUAL

AGE	D	H	N	SR	G	VOL
21	12.4	8.4	3110	21.32	40.07	176.24
25	14.3	9.9	2792	19.18	47.03	240.33
30	16.5	11.6	2440	17.48	54.56	324.01
35	18.6	13.2	2149	16.36	61.01	409.18
40	20.6	14.7	1914	15.57	66.65	494.61
45	22.6	16.1	1723	14.98	71.62	579.08
50	24.4	17.4	1566	14.53	76.00	661.63

*** STEM DIAMETER DISTRIBUTION OF AGE

D-CLASS # AGE	21	25	30	35	40	45	50
0.0 - 1.0							
1.0 - 3.0	3	1					
3.0 - 5.0	22	6	2				
5.0 - 7.0	97	32	9	3	1		
7.0 - 9.0	292	116	36	12	4	2	1
9.0 - 11.0	586	296	111	40	15	6	2
11.0 - 13.0	783	528	251	107	44	19	8
13.0 - 15.0	697	662	423	220	105	49	23
15.0 - 17.0	414	581	527	349	198	104	54
17.0 - 19.0	164	358	488	430	298	182	105
19.0 - 21.0	43	154	335	408	358	261	171
21.0 - 23.0	8	47	171	300	344	305	233
23.0 - 25.0	1	10	64	171	264	293	265
25.0 - 27.0		1	18	75	161	229	251
27.0 - 29.0			4	26	79	147	199
29.0 - 31.0			1	7	31	77	131
31.0 - 33.0				1	10	33	72
33.0 - 35.0					2	12	33
35.0 - 37.0						3	13
37.0 - 39.0						1	4
39.0 - 41.0							1
41.0 - 43.0							
43.0 - 45.0							
45.0 - 47.0							
47.0 - 49.0							

REPORT OF BOARD OF DIRECTORS

UNRECORDED

12-1-17

THE BOARD OF DIRECTORS OF THE
 COMPANY HAS THE HONOR TO
 REPORT TO THE STOCKHOLDERS
 THE RESULTS OF ITS OPERATIONS
 DURING THE YEAR ENDING
 DECEMBER 31, 1917.

.....TOTAL.....

D	N	SR	G	VOL
13.8	3110	18.17	49.40	252.30
15.9	2792	16.34	58.02	344.28
18.0	2440	15.36	64.66	433.35
20.0	2149	14.70	70.27	521.15
21.9	1914	14.21	75.13	607.17
23.8	1723	13.85	79.39	690.82

LINE-NO

STATEMENT

```

0001      C      PREDICTION NETHOD OF PROD
0002      C
0003      DIMENSION NI(50),SD(50),DI
0004      1      ,FMT(27),OBJ(35),
0005      INTEGER AS,AE,AINV,DINT,Q
0006      EQUIVALENCE (OBJ(1),IAGE
0007      DATA APROB/4HPROB/, BLNK/
0008      DATA FMT/4H(6X,,4HF5.1,4H,
0009      PROB(Z)=1.D0-(1.D0+0.49867
0010      1      D-2*Z**3+0.380036D
0011      2      )**(-16)/2.D0
0012      C      .....
0013      101  FORMAT(A4,6X,35A2)
0014      102  FORMAT(6I5,5F10.0)
0015      200  FORMAT(1H1,20X,45H).....PR
0016      1      //11X,15HPROBLEM NA
0017      201  FORMAT(6X,20H*** GIVEN CO
0018      202  FORMAT(//6X,29H*** TRANSIT
0019      1      /30X,16H... RESIDUA
0020      28X,1HD,8X,1HH,7X,1HN,7X,2H
0021      37X,2HSR,8X,1HG,6X,3HVOL)
0022      203  FORMAT(6X,I5,2F9.1,3X,I5,
0023      204  FORMAT(//6X,37H STEM DI
0024      205  FORMAT(//8X,13HD-CLASS # AG
0025      222  FORMAT(///9.1X,34H<<< COMPL
0026      301  FORMAT(12X,24HAVERAGE DIAM
0027      302  FORMAT(12X,24HAVERAGE TREE
0028      303  FORMAT(12X,24HSITE INDEX
0029      304  FORMAT(12X,24HNUMBER OF ST
0030      305  FORMAT(12X,24HBASAL AREA P
0031      306  FORMAT(12X,24HVOLUME PER H
0032      C      .....
0033      1111 READ(5,101) HPROB,(OBJ(I),
0034      IF(APROB.NE.HPROB) GO TO 2
0035      READ(5,102) AS,AE,AINV,IFR
0036      C      .....
0037      WRITE(6,200) (OBJ(I),I=1,3
0038      WRITE(6,201)
0039      IF(D0.NE.0.) WRITE(6,301)
0040      IF(H0.NE.0.) WRITE(6,302)
0041      IF(SI.NE.0.) WRITE(6,303)
0042      IF(N0.NE.0.) WRITE(6,304)
0043      IF(G0.NE.0.) WRITE(6,305)
0044      IF(V0.NE.0.) WRITE(6,306)
0045      A20=AS-20
0046      HC0=35.28-29.21*0.893** (A2
0047      S0=1.84-0.814*0.854** (A20/
0048      IF(H0.NE.0.) GO TO 2
0049      H40=35.28-29.21*0.893**2
0050      S40=1.84-0.814*0.854**4

```

ACTIVITY BY USE OF ELECTRIC COMPUTER

(50),NF(51,15),DCLS(50,2)
IAGE(15)

(1))

4H /, HI4/3H, I5/, HA4/3H, A5/
2H-, 4H-, F5, 4H.1, 3, 1HX, 20*4H, 1H)/
3470D-1*Z+0.211410061D-1*Z**2+0.32776263
-4*Z**4+0.488906D-4*Z**5+0.53830D-5*Z**6

EDITION METHOD OF PRODUCTIVITY

ME : ,35A2//)

NDITIONS/)

ION TABLE OF STAND/

L,37X,13H... TOTAL ...//8X,3HAGE,

SR,8X,1HG,6X,3HVOL,3X,1H-,3X,1HD,7X,1HN,

3F9.2,F9.1,3X,I5,3F9.2)

AMETER DISTRIBUTION OF AGE)

E,20I5)

ETED THIS CALCULATION >>>/)

ETER : ,F7.1)

HEIGHT : ,F7.1)

: ,F8.2)

EMS PER HA : ,I5)

ER HA : ,F8.2)

A : ,F8.2)

I=1,35)

222

Q,DINT,N0,H0,SI,D0,G0,V0

5)

D0

H0

SI

N0

G0

V0

0/10.)

5.)

LINE-NO

STATEMENT

```

0051 C=(SI-H40)/S40
0052 H0=HC0+C*S0
0053 GO TO 3
0054 2 C=(H0-HC0)/S0
0055 3 IF(N0.EQ.0) GO TO 6
0056 FN=N0
0057 SR0=1.0000/(SQRT(FN)*H0
0058 DG=EXP(2.302585*(-0.
0059 IF(D0.NE.0.) GO TO 4
0060 G0=(0.785398*DG**2*FN)
0061 D0=-0.285+0.9937*DG
0062 C1=1.
0063 GO TO 8
0064 4 WS=0.328+1.004*D0
0065 G0=(0.785398*WS**2*FN)
0066 C1=WS/DG
0067 DG=WS
0068 GO TO 8
0069 6 WS=0.328+1.004*D0
0070 N0=(G0/(0.785398*WS**2
0071 FN=N0
0072 SR0=1.0000/(SQRT(FN)*H0
0073 DG=EXP(2.302585*(-0.
0074 C1=WS/DG
0075 DG=WS
0076 8 VL=EXP(2.302585*(-0.
0077 C2=1.
0078 IF(V0.NE.0.) GO TO 10
0079 V0=VL
0080 GO TO 11
0081 10 C2=V0/VL
0082 11 WRITE(6,202)
0083 WRITE(6,203) AS,D0,H0,
0084 C
0085 K=1
0086 FI=0.
0087 N2=N0
0088 IAGE(K)=AS
0089 NI(K)=N0
0090 DI(K)=D0
0091 SD(K)=SQRT(DG**2-D0**2)
0092 IS=(AS/AINV+1)*AINV
0093 DO 12 I=IS,AE,AINV
0094 K=K+1
0095 IAGE(K)=I
0096 F0=AINV
0097 IF(I.EQ.IS) F0=IS-AS
0098 FI=FI+F0
0099 HC1=35.28-29.21*0.893**
0100 S1=1.84-0.814*0.854**((

```

SOURCE PROGRAM LIST

PAGE 0002

H0)

7716+1.2001*ALOG10(H0)+0.5447*ALOG10(SR0))

/10000.

/10000.

))*10000.

H0)

7716+1.2001*ALOG10(H0)+0.5447*ALOG10(SR0))

2129+0.9494*ALOG10(H0)+0.9888*ALOG10(G0))

N0,SR0,G0,V0

((A20+FI)/10.)

A20+FI)/5.)

LINE-NO

STATEMENT

```

0101      H1=HC1+C*S1
0102      SR1=EXP(2.302585*(1.0
0103      1)+FI)))
0104      DG1=C1*EXP(2.302585*(-
0105      1)
0106      DI(K)=-0.285+0.9937*D
0107      SD(K)=SQRT(DG1**2-DI
0108      NI(K)=(10000./((SR1*H1
0109      N1=NI(K)
0110      G1=(0.785398*DG1**2*F
0111      V1=C2*EXP(2.302585*(-
0112      C
0113      .....
0114      SR2=10000./((SQRT(FLOA
0115      DG2=C1*EXP(2.302585*
0116      1)
0117      D2=-0.285+0.9937*DG2
0118      G2=(0.785398*DG2**2*F
0119      V2=C2*EXP(2.302585*(-
0120      WRITE(6,203) I,DI(K),
0121      N2=N1
0122      12 CONTINUE
0123      IF(IFRQ.EQ.0) GO TO
0124      C
0125      .....
0126      NCLAS=AIN(T(DI(K))
0127      IF(DINT.EQ.1) GO TO
0128      IF(MOD(NCLAS,2).EQ.0)
0129      NCLAS=NCLAS+2
0130      Q=3
0131      GO TO 14
0132      13 NCLAS=NCLAS*2+1
0133      Q=1
0134      14 DO 20 J=1,K
0135      FNJ=NI(J)
0136      NF(NCLAS+1,J)=0
0137      DO 18 I=1,NCLAS
0138      DL=DINT*I-Q
0139      DU=DL+FLOAT(DINT)
0140      IF(I.NE.1) GO TO 15
0141      DL=0.
0142      DU=1.0
0143      15 IF(J.NE.1) GO TO 16
0144      DCLS(I,1)=DL
0145      DCLS(I,2)=DU
0146      16 DL=(DL-DI(J))/SD(J)
0147      DU=(DU-DI(J))/SD(J)
0148      PL=PROB(ABS(DL))
0149      PU=PROB(ABS(DU))
0150      IF(DL.LT.0.) PL=1.-PL
0151      IF(DU.LT.0.) PU=1.-PU
0152      NF(I,J)=(PU-PL)*FNJ+

```

414-(1.0414-ALOG10(SR0)))*(FLOAT(AS)/(FLOAT(AS

0.7716+1.2001*ALOG10(H1)+0.5447*ALOG10(SR1))

G1

(K)**2)

))*2

LOAT(N1(K)))/10000.

0.2129+0.9494*ALOG10(H1)+0.9888*ALOG10(G1))

T(N2))*H1)

(-0.7716+1.2001*ALOG10(H1)+0.5447*ALOG10(SR2))

LOAT(N2))/10000.

0.2129+0.9494*ALOG10(H1)+0.9888*ALOG10(G2))

H1,N1,SR1,G1,V1,D2,N2,SR,G2,V2

1111

13

NCLAS=NCLAS-1

LINE-NO

STATEMENT

```

0151      18 CONTINUE
0152      20 CONTINUE
0153      C
0154      DO 2,2 J=1,K
0155      DO 2,2 I=1,NCLAS
0156      NF(NCLAS+1,J)=NF(NCLA
0157      22 CONTINUE
0158      DO 3,2 J=1,K
0159      NDIF=NF(NCLAS+1,J)-NI
0160      IF(NDIF.EQ.0) GO TO
0161      L=1
0162      IF(NDIF.GT.0) L=-1
0163      NDIF=IABS(NDIF)
0164      KK=1
0165      K1=1
0166      K0=0
0167      DO 3,0 I=1,NCLAS
0168      IF(MOD(KK,2).EQ.0) GO
0169      IF(NF(K1,J).EQ.0) GO
0170      NF(K1,J)=NF(K1,J)+L
0171      KK=KK+1
0172      IF(NDIF.EQ.KK-1) GO
0173      24 K1=K1+1
0174      GO TO 3,0
0175      26 JJ=NCLAS-K0
0176      IF(NF(JJ,J).EQ.0) GO
0177      NF(JJ,J)=NF(JJ,J)+L
0178      KK=KK+1
0179      IF(NDIF.EQ.KK-1) GO
0180      28 K0=K0+1
0181      30 CONTINUE
0182      32 CONTINUE
0183      C
0184      WRITE(6,204)
0185      WRITE(6,205) (IAGE(I)
0186      DO 4,4 I=1,NCLAS
0187      DO 4,2 J=1,K
0188      IF(NF(I,J).EQ.0) GO
0189      FMT(J+6)=HI 4
0190      GO TO 4,2
0191      40 FMT(J+6)=HA 4
0192      NF(I,J)=BLNK
0193      42 CONTINUE
0194      WRITE(6,FMT)(DCLS(I,
0195      44 CONTINUE
0196      GO TO 1111
0197      C
0198      2222 WRITE(6,222)
0199      STOP
0200      END

```

S+1,J)+NF(I,J)

(J)

32

TO 26

TO 24

TO 32

TO 28

TO 32

,I=1,K)

TO 40

JJ),JJ=1,2),(NF(I,JJ),JJ=1,K)

8. 計算結果の見方

- ① PROBLEM NAME 利用者が任意に与えた標題。
- ② GIVEN CONDITIONS 林齢ごとの林分構成因子を予測するために与えられる初期条件。
- ③ TRANSITION TABLE OF STAND 林齢ごとの林分構成因子の推定値。

ここで、

AGE : 林齢

D : 平均直径

H : 林分高

N : ha あたり本数

SR : 相対幹距比

G : ha あたり断面積

VOL : ha あたり材積

なお、RESIDUALは残存木、TOTALは全林木を表わす。

- ④ STEM DIAMETER DISTRIBUTION OF AGE 正規分布関数をあてはめて得られた林齢ごとの直径階別本数分布の推移

制限事項と注意事項

① 制限事項

i) 階級数 ≤ 50

ii) 林齢の個数 ≤ 15

② 注意事項

i) 階級の幅は1又は2とする。

ii) 林分高が未知のときは、必ず地位指数を初期条件に与えなければならない。

iii) このプログラムを実行するために必要なメモリー・サイズは13,696語(ワード)である。

iv) このプログラムは、FORTRAN JIS 規格7000レベルで書いたものである。

9. データ・シートの書き方

このプログラムを使って、将来の林分構成因子および直径階別本数分布の推移を予想する場合、そのデータ・シートの書き方は次に示す形式に従っていなければならない。なお()内はフォーマットの形式である。

① タイトル・カード(A 4 , 6 X , 3 5 A 2)

1 ~ 4 カラム PROB と必ず書く。

5 ~ 1 0 # 空白

1 1 ~ 8 0 # 標題, データの名称などをFORTRANで利用できる文字で書く。

② パラメータ・カード(6 I 5 , 5 F 1 0 . 0) 注)

1 ~ 5 カラム 現在の林齢

6 ~ 1 0 # 最終林齢

1 1 ~ 1 5 # 林齢の間隔

1 6 ~ 2 0 # 直径階別本数分布が必要なときは1。不必要のときは空白。

2 1 ~ 2 5 # 上で使う直径階の幅。ただし, 1 又は 2 とする。

2 6 ~ 3 0 # ha あたり本数。未知のときは空白。

3 1 ~ 4 0 # 林分高。未知のときは空白。

4 1 ~ 5 0 # 地位指数。未知のときは空白。なお, このプログラムでは, 林分高, 地位指数のいずれも未知の場合には計算不能となる。

5 1 ~ 6 0 # 平均直径。未知のときは空白。

6 1 ~ 7 0 # ha あたり断面積。未知のときは空白。

7 1 ~ 8 0 # ha あたり材積。未知のときは空白。

データが幾組もあるときは, ①, ②を繰り返す。最終データの②の後に, ブランク・カードを1枚付けておくと, " COMPLETED THIS CALCULATION " と印字され, 計算は終了する。

注)

I , Fは数値を処理する欄記述子である。データが整数(小数点を含まない)のときはI型を使う。この場合, データは指定されたカラムの右づめに書く。実数(小数点を含む)のときはF型を使い, 指定されたカラムの範囲内であればどこに書いても良い。

10. 今後の問題点

この研究では, 各種の施業を行なった場合の生産予測を行なう基礎として, 林冠閉鎖後自然推移にまかせた場合の林分構成因子の予測方法とそれに基づく電算機プログラムの作成を行っ

たが、この予測方法では、間伐直後の値は、その林分が過去において残存密度と同じ密度水準にあったものとして計算しているため、間伐後については、表-5に示すとおり過大な推定値を与える。しかし、残存木の平均直径と推定直径の比で算出材積を修正することによりかなり満足のいく結果が得られる。

もっとも、将来の値が、この方法で精度良く予測できるか、あるいは、自然推移の状態にどのように接近していくかは固定試験地の今後の観測結果にまたなければならない。

また、このような結果が得られれば、密度管理水準ごとの収穫予想の方法も一層正確なものになるであろう。

さらに、資料に用いた林分は、いずれもヒノキの単純林であるが、現実の林分の多くは、広葉樹が多少なりとも混交しており、また林冠が破壊されて空地も生じている。この研究で用いたような予測方法を、このような林分へも適用する方法について今後検討する必要がある。

表-5 間伐試験地の実材積と推定材積の比

密度水準	自 然	21%		17%		13%	
間伐前後別		間 伐 前	間 伐 後	間 伐 前	間 伐 後	間 伐 前	間 伐 後
緩 沢 1号	1.030	1.041	1.024	1.035	1.032	0.935	
" 2号	0.969	1.017	1.158	1.007	1.053	0.999	
" 3号	0.979	1.042	1.114	1.080	1.118	1.043	1.046
" 4号	0.996	1.031	1.067	1.114	1.170	1.109	1.124
裏 谷	0.969	0.998	1.087	1.019	1.028	1.014	1.016