単木材積式の検討

九州大学農学部　常　岡　雅　美

1. 緒　言

林学におけるシミュレーションの研究の1つに生長モデルによる研究がある。この生長モデルによる林分材積生長量の予測過程として，単木材積生長量について知ることが必要である。

単木材積式に微分法を応用することにより単木材積生長量式を得ることが可能である。この材積生長量式から，林分材積生長量を数式にすることも可能である。この過程として樹幹析解木を用い，単木材積式の精度の検討をおこなった。

2. 使用資料

使用資料は鹿児島県白鹿岳192本（木梨，1949年），宮崎県九大宮崎演習林54本（垣内・尹，1969年），ほか熊本，福岡，長崎県から得た大材（高齢）を主とする計254本である。

3. 単木材積式

単木材積式のモデルとしては約70のモデルで検討中であるが，ここではつぎの5タイプ20種について精度の検討をおこなう。

A) 1. $V=a+b\cdot D^2+c\cdot D^2\cdot H+d\cdot H^2+e\cdot D\cdot H^2$

2. $V=a+b\cdot D^2+c\cdot H+d\cdot D^2\cdot H$

3. $V=a+b\cdot D+c\cdot D\cdot H+d\cdot D^2+e\cdot H+f\cdot D^2\cdot H$

4. $V=a+b\cdot D+c\cdot D\cdot H+d\cdot D^2+e\cdot D^2\cdot H$

5. $V=a\cdot D^2+b\cdot D+c$

B) 1. $V=a\cdot B\cdot H+b\cdot B+c\cdot \frac{B}{H}$

2. $V=a\cdot B\cdot H+b\cdot \frac{B\cdot H}{D}+c\cdot \frac{B\cdot H}{D^2}$

3. $V=a\cdot B\cdot H+b\cdot B+c\cdot \frac{B}{H}+d\cdot \frac{B\cdot H}{D}+e\cdot \frac{B\cdot H}{D^2}$

C) 1. $V=a+b\cdot A+c\cdot A^2+d\cdot A^3+e\cdot A^4+f\cdot A^5$

2. $V=a+b\cdot D+c\cdot D^2+d\cdot D^3+e\cdot D^4+f\cdot D^5$

3. $V=a+b\cdot H+c\cdot H^2+d\cdot H^3+e\cdot H^4+f\cdot H^5$

4. $V=a+b\cdot B+c\cdot B^2+d\cdot B^3+e\cdot B^4+f\cdot B^5$

D) 1. $V=a+b\cdot \frac{1}{A}+c\cdot \frac{1}{A^2}+d\cdot \frac{1}{A^3}+e\cdot \frac{1}{A^4}+f\cdot \frac{1}{A^5}$

2. $V=a+b\cdot \frac{1}{D}+c\cdot \frac{1}{D^2}+d\cdot \frac{1}{D^3}+e\cdot \frac{1}{D^4}+f\cdot \frac{1}{D^5}$

3. $V=a+b\cdot \frac{1}{H}+c\cdot \frac{1}{H^2}+d\cdot \frac{1}{H^3}+e\cdot \frac{1}{H^4}+f\cdot \frac{1}{H^5}$

4. $V=a+b\cdot \frac{1}{B}+c\cdot \frac{1}{B^2}+d\cdot \frac{1}{B^3}+e\cdot \frac{1}{B^4}+f\cdot \frac{1}{B^5}$

E) 1. $V=\frac{a\cdot A^2}{b+c\cdot A+d\cdot A^2}$

2. $V=\frac{a\cdot D^2}{b+c\cdot D+d\cdot D^2}$

3. $V=\frac{a\cdot H^2}{b+c\cdot H+d\cdot H^2}$

4. $V=\frac{a\cdot B^2}{b+c\cdot B+d\cdot B^2}$

ただし，Vが単木材積，a，b，……fがconst.，Dが胸高直径，Hが樹高，Bが胸高断面積，Aが樹齢を表わす。

A）の1はNäslund（1947年），2はStoate（1945年），3と4はW. H. Meyer，4はinternational log rule のモデル，B）は$V=f\cdot B\cdot H$の胸高係数（f）より導出した式で，fのモデルは中島広吉のモデル，C）はM. Prodan の general characteristics of growth and increment のモデル式より導出，D）とE）は漸近線を有するモデルで，D）はM. Prodan のモデルより導出・拡大したモデル，E）はHossfeld（1822年）より得た。

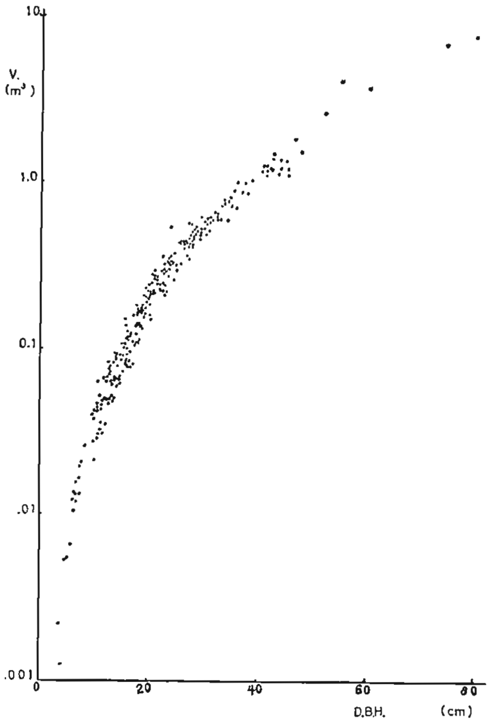
4. 計算過程とその結果

計算はつぎの順序によった。すなわち，i）正規方程式の算出，ii）掃出し法による係数の決定，iii）推定材積（Y_i）の計算，iv）樹幹析解木実幹材積（V_i）とその推定材積（Y_i）の相関係数，累積偏差（$A.D.$），平均偏差（$M.D.$），推定量の標準誤差（回帰からの標準偏差：$S_{Y\cdot X}$）などを求めた。iv）の結果を用いて単木材積式の精度について検討した。

図—1は使用資料のプロット図示（胸高直径（D）と材積（V）の関係），表—1はその結果を示す。表中のE—1〜4はモデルの変形による結果，すなわち，$b/a=a'$，$c/a=b'$，$d/a=c'$の係数である。表中の，$A.D.=\frac{\sum V_i-\sum Y_i}{\sum Y_i}\times 100$，$M.D.=\frac{\sum|V_i-Y_i|}{\sum Y_i}\times 100$，でパーセントで示し，推定量の標準誤差$S_{Y\cdot X}=\sqrt{\frac{\sum(V_i-Y_i)^2}{N-n}}$は$m^3$で示す。この式中の$N$は林木全本数，$n$は回帰係数の個数で，$N-n=d\cdot f\cdot$（自由度）である。表中の数字に0.0000などあるのは以下 Zero 以外の数字が入ることを意味する。（実際の計算は，

表—1　モデル式の精度

種別		相関係数	材積式の精度 A. D. (%)	M. D. (%)	Sy·x (m^3)
A—	1	0.9986	0.000	5.388	0.0406
	2	0.9984	0.000	6.004	0.0442
	3	0.9987	0.000	5.237	0.0394
	4	0.9986	0.000	5.388	0.0408
	5	0.9853	−0.000	17.873	0.1346
B—	1	0.9978	0.854	6.705	0.0513
	2	0.9981	−0.259	5.608	0.0482
	3	0.9986	−0.008	5.251	0.0410
C—	1	0.8608	−0.000	54.336	0.4034
	2	0.9927	0.000	10.343	0.0950
	3	0.9656	0.000	21.028	0.2060
	4	0.9928	0.000	10.868	0.0948
D—	1	0.8431	0.000	52.810	0.4263
	2	0.8519	−0.000	57.045	0.4152
	3	−0.3064	610.540	685.088	0.8913
	4	0.5958	−0.000	67.109	0.6368
E—	1	0.2563	−53.526	166.351	15.9025
	2	0.9318	2.333	19.600	0.3089
	3	0.6749	−7.514	42.748	0.6343
	4	0.9842	1.597	11.730	0.1394



FACŌM 230−60で倍数精度で計算した。)

図—1は2，で示した多地域からの寄せ集めとは思えない程一様な傾向を示している。（熊本営林局立木材積表スギ適用地域内にある。）表より，この資料によればA）3，すなわち，$V=a+b\cdot D+c\cdot D\cdot H+d\cdot D^2+e\cdot H+f\cdot D^4\cdot H$ が相関，精度ともに最高で，バランスも良好（$A.D.=0.000$）で20式中最良である。ほかにA）1，4，B）2，3，それにつぐものとして，A）2，B）1などはいずれもバランス（$A.D.=$ 1％以下）良好で，平均偏差も7％以下，相関係数も0.997以上で良好なモデル式と思われる。

一変数の単木材積式としてはA）5，C）2，4，E）4などが，相関係数0.98以上，$A.\ D.$ は2％以下，標準偏差0.15m^3以下で良好なモデルであり，変数の中では直径(D)，断面積(B)を変数としたものが，D）1（変数A）の例外を除けば，他の変数（A,H）より良好な結果になっている。

5. おわりに

単木材積式のモデルとしては，これらのほかに指数型のもの，上部直径（D_u）を式中に含むものなどあるが，次回に譲る。