資料・雑録

クヌギの樹高級別一変数立木材積表[+]

高 瀬 五 郎*・渡 部　桂**

I　は し が き

梶原幹弘は[1]，「新しい立木材積の調製に関する研究」において，大分地方のスギについて，樹高級別一変数材積表を調製して発表した。筆者等は比較のため，同様の方法によってクヌギ萠芽林の樹高級別一変数材積表を調製したので，演習林業務研究資料として発表する次第である。

II　資　　料

ここに用いた資料は，筆者の1人である高瀬が[2]別の目的で収集したものであって，その詳細は「クヌギ萠芽林の生産構造ならびに収穫予測に関する研究」に譲る。その要点のみを述べれば次のとおりである。

1953年に，愛媛県喜多郡内から確率的に30個のクヌギ林分を抽出し，各林分内の全直径を実測して大きさの順に並べ，大きなものから$1/10$，$3/10$，$5/10$，$7/10$，$9/10$の順位にあたるものを伐採求積した。胸高は1.2mである。かくして各林分から5本づつ，計150本の標本木を得たわけである。

III　研究の詳細

1　1林分内の1変数材積式

30個の各林分ごとに，単木について

$$\log v = a + b\log d \cdots\cdots\cdots (1)$$

v：幹材積，d：胸高直径

を仮定し，最小自乗法で定数a，bを求めたところ第1表を得た。しかして各林分ごとの平均胸高直径($\overline{D}$)，平均樹高($\overline{H}$)，および標本木各5本の平均胸高直径($\overline{d}$)，平均樹高($\overline{h}$)も第1表にあわせて掲げておいた。

第 1 表

標準地番号	a	b	標本木 $\overline{h}$ m	標本木 $\overline{d}$ cm	標準地 $\overline{H}$ m	標準地 $\overline{D}$ cm
1	−0.6278	2.1785	7.80	6.68	6.02	4.98
2	−0.7407	2.3007	6.37	5.06	6.28	5.18
3	−1.0189	2.7563	9.05	6.11	7.50	6.20
4	−0.7223	2.2427	5.47	4.22	5.23	5.05
5	−0.7757	2.4213	6.73	4.62	6.61	5.40
6	−0.7722	2.3365	6.11	4.87	5.47	5.54
7	−0.8118	2.4651	6.25	4.55	6.39	4.59
8	−0.8050	2.4126	6.64	5.45	6.01	5.70
9	−0.9273	2.4895	7.25	6.94	7.60	7.40
10	−0.6747	2.3277	8.64	6.61	7.22	5.92
11	−0.7193	2.3520	8.19	5.87	8.09	6.86
12	−0.5933	2.1458	6.59	4.80	5.70	5.09
13	−0.9453	2.6411	7.62	5.57	6.76	6.00
14	−0.7585	2.3076	7.32	6.63	7.00	7.21
15	−0.7449	2.2477	7.48	7.47	6.86	8.49
16	−0.6026	2.1307	6.03	4.67	5.80	5.17
17	−0.7952	2.3747	6.46	4.90	6.27	5.52
18	−0.7226	2.3579	6.78	4.74	6.30	5.14
19	−0.6745	2.2215	5.72	4.71	5.51	5.09
20	−0.6174	2.1880	6.83	5.21	6.19	5.59
21	−0.7009	2.2132	5.32	4.24	5.50	4.89
22	−0.7119	2.2983	7.47	5.97	7.10	6.60
23	−0.7182	2.4057	7.79	5.21	6.72	5.63
24	−0.6441	2.2857	8.82	6.23	7.79	6.91
25	−0.7574	2.3308	6.57	5.73	7.01	6.64
26	−0.7012	2.2791	6.13	4.19	6.10	4.86
27	−0.8947	2.5379	7.77	6.27	7.74	7.02
28	−0.7544	2.3691	6.92	5.31	6.35	5.85
26	−0.7107	2.4029	8.29	5.45	7.67	6.22
30	−0.8863	2.5566	7.70	7.48	8.91	8.39

+ **Goro TAKASE and Katsura WATANABE: One variable volume table for Quercus acutissima Carr. by the mean height of stand.**

* 附属演習林助教授　** 附属演習林助手

2　1林分内の1変数材積式の定数の分析

第1表の定数 a, b を，次式を仮定して分析したところ次の結果を得た。

1)　a の 分 析

$$a=-0.3813-0.1091\log\bar{h}-0.3768\log\bar{d}\quad\cdots\cdots\quad(2)$$

回　帰	平方和	自由度	不偏分散	分散比	判定
常数項	16.91972960	1			
$\bar{h}$の項	0.02154626	1		2.128	—
$\bar{d}$の項	0.00939857	1		0.928	—
残　り	0.27336795	27	0.01012474		
総	17.22404238	30			

回　帰	平方和	自由度	不偏分散	分散比	判定
常数項	16.91972960	1			
$\bar{d}$の項	0.03040673	1		3.003	—
$\bar{h}$の項	0.00053810	1		0.053	—
残　り	0.27336795	27	0.01012474		
総	17.22404238	30			

すなわち a は $\bar{h}$ にも $\bar{d}$ にも有意でない。

$$a=-0.1051-0.6272\log\bar{H}-0.1711\log\bar{D}\quad\cdots\cdots\quad(3)$$

回　帰	平方和	自由度	不偏分散	分散比	判定
常数項	16.91972960	1			
$\bar{H}$の項	0.05923181	1		6.568	*(2.5%)
$\bar{D}$の項	0.00159205	1		0.177	—
残　り	0.24348892	27	0.00901811		
総	17.22404238	30			

回　帰	平方和	自由度	不偏分散	分散比	判定
常数項	16.91972960	1			
$\bar{D}$の項	0.04695147	1		5.206	*(5%)
$\bar{H}$の項	0.01387239	1		1.538	—
残　り	0.24348892	27	0.00901811		
総	17.22404238	30			

a は $\bar{D}$, $\bar{H}$ ともに有意であるが，$\bar{H}$ の方がより有意である。しかしどちらか一方をとればよいようである。

2)　b の 分 析

$$b=1.3906+1.3237\log\bar{h}-0.2134\log\bar{d}\quad\cdots\cdots\quad(4)$$

回　帰	平方和	自由度	不偏分散	分散比	判定
常数項	166.03803866	1			
$\bar{h}$の項	0.13371723	1		7.861	*(1%)
$\bar{d}$の項	0.00301472	1		0.177	—
残　り	0.45929325	27	0.01701086		
総	166.63406386	30			

回　帰	平方和	自由度	不偏分散	分散比	判定
常数項	166.03803866	1			
$\bar{d}$の項	0.05753011	1		3.382	—
$\bar{h}$の項	0.07920184	1		4.656	*(5%)
残　り	0.45929325	27	0.01701086		
総	166.63406386	30			

すなわち b は，$\bar{h}$ の項が特に有意である。$\bar{d}$ の項は考慮するに及ばないようである。

$$b=1.1487+1.9828\log\bar{H}-0.5469\,\bar{D}\quad\cdots\cdots\quad(5)$$

回　帰	平方和	自由度	不偏分散	分散比	判定
常数項	166.03803866	1			
$\bar{H}$の項	0.19605240	1		13.795	**(0.5%)
$\bar{D}$の項	0.01626524	1		1.145	—
残　り	0.38370756	27	0.01421139		
総	166.63406386	30			

回　帰	平方和	自由度	不偏分散	分散比	判定
常数項	166.03803866	1			
$\bar{D}$の項	0.07368635	1		5.185	*(5%)
$\bar{H}$の項	0.13863129	1		9.755	***(0.5%)
残　り	0.38370756	27	0.01421139		
総	166.63406386	30			

b は，$\overline{H}$ の項が特に有意である。$\overline{h}$ と $\overline{H}$ とを比較すると，$\overline{H}$ の項の方が，その残差又は分散比から考えて，$\overline{h}$ の項よりも特に有意であることがわかる。

3　一変数材積式の決定

以上によって，定数 a，b は（2）〜（5）式を簡略化して，それぞれ次式で表わすことが出来ることがわかった。

$$a=I+J\cdot\log\overline{H} \quad \cdots\cdots (6)$$

$$b=L+M\cdot\log\overline{H} \quad \cdots\cdots (7)$$

すなわち梶原氏がスギについて得た結果とは相違することを知るのである。スギの場合には b は常数とせられていた。

（1）式と，（6），（7）とを結合すれば次式を得る。

$$\log v=(I+J\cdot\log\overline{H})+(L+M\cdot\log\overline{H})\log\overline{d} \quad \cdots\cdots (8)$$

4　一変数材積式の常数の決定

（8）式の定数 I, J, L, M は，（2）〜（5）式の定数を求めた場合と同様に，第1表の数値を用いて（6），（7）式から求めることが出来るわけであって，一般にはそうされているようであるが，既に（8）式が決定した以上は，根本にさかのぼって，第1表の基礎である150個の観測値を用いて，直ちに定数 I, J, L, M を求める方がより適当であることはいうまでもない。筆者等は（8）式を用い，最小自乗法で定数を求めたところ次の結果を得た。

$$\log v=(-3.424316-0.380461\log\overline{H})+(1.593116+0.900983\log\overline{H})\log\overline{d} \quad \cdots (9)$$

なお参考のため，同一観測値を用い，通常の一変数材積式を求めたところ次式を得た。

$$\log v=-3.750578+2.355777\log\overline{d} \quad \cdots\cdots (10)$$

(10)，（9）式による材積表は，第2表に掲げておいた。ただし同表の材積はすべて1,000倍して示してある。

なお，同表には $\overline{H}$ の値を記しておいたが，クヌギ萠芽林においては，一林分内において，胸高直径と樹高との間にはほとんど直線的関係があるから，梶原氏のいわれるような，平均直径を有する樹の平均樹高のかわりに，$\overline{H}$ の値を採用しても大過はないと考える。

第　2　表

	$\overline{H}$ ＼ $\overline{d}$	4 cm	5	6	7	8	9
	5^m	4.447	7.303	10.952	15.428	20.759	26.972
2変数	6	4.580	7.642	11.611	16.537	22.465	29.435
	7	4.696	7.942	12.199	17.538	24.017	31.692
（9）式	8	4.799	8.210	12.733	18.453	25.447	33.787
	9	4.891	8.455	13.223	19 300	26.779	55.749
1変数	(10)式	4.653	7.871	12.094	17.389	23.818	31.434

V は1000倍して表わしてある。

む　す　び

最後に（9），(10) 式を現実林分に適用した結果について述べる。

前述30標準地に，（9），(10) 式を適用して，それぞれ林分材積を求めたところ，第3表を得た。同表の A は既に求めてあった2変数材積表によって林分材積を求めたもの，B は（9）式を適用したもの，C は (10) 式を適用したものである。

第 3 表

標準地番号	A m^3	B m^3	B/A	C m^3	C/A
1	37.97	39.21	1.03	40.86	1.08
2	37.53	39.58	1.05	40.71	1.08
3	70.45	71.33	1.01	68.83	0.98
4	20.87	23.55	1.13	25.69	1.23
5	50.74	53.75	1.06	54.44	1.07
6	42.05	47.73	1.13	52.25	1.24
7	42.59	40.19	0.94	41.13	0.97
8	45.31	51.07	1.13	53.80	1.19
9	58.41	69.65	1.19	66.16	1.13
10	58.07	62.24	1.07	60.96	1.05
11	62.20	67.38	1.08	62.51	1.00
12	26.45	29.72	1.12	31.56	1.19
13	43.26	45.80	1.06	46.06	1.06
14	58.32	67.73	1.16	67.18	1.15
15	58.68	77.33	1.32	77.53	1.32
16	33.23	37.26	1.12	39.45	1.19
17	54.78	57.14	1.04	59.23	1.08
18	34.48	35.99	1.04	37.10	1.08
19	56.93	62.88	1.10	68.30	1.20
20	47.68	50.70	1.06	52.98	1.11
21	31.30	33.78	1.08	36.23	1.16
22	50.62	57.10	1.13	56.28	1.11
23	60.84	64.33	1.06	64.83	1.07
24	57.49	46.07	0.80	43.67	0.76
25	56.56	60.96	1.08	60.42	1.07
26	32.72	32.98	1.01	34.23	1.05
27	75.95	84.67	1.11	80.00	1.05
28	49.99	53.67	1.07	55.42	1.11
29	95.51	93.45	0.98	88.78	0.93
30	128.89	150.84	1.17	131.09	1.02
	平　均　値		1.028		1.091
	標　準　偏　差		0.0866		0.1048

30標準地の真の材積はわからないので，一応 A を真の材積に近いものとみなし，B/A，C/A を求めたところ，B/A の平均値は約1.028その標準偏差は0.0866で，C/A の平均値は約1.091その標準偏差は0.1048である。故に第2表はそのままでは実用に適しないであろうことは遺憾である。

このように一方的な bias が生じた原因は明らかではないが，推察すると，

$$\log v = a + b \log d \cdots (1)$$ 再出

という材積式が，1林分内の直径の大なる部分では不適当なのではないか。標準木の直径範囲が全林木の直径範囲に比して狭いので調べようがないが，結果からそう考えざるを得ないのである。もししからば，直径範囲の狭い観測値を用いて求めた（9），(10) 式を，一林分内の全直径階にわたり適用したため，一方的な偏差が生じたのではあるまいか。二変数材積式ならばこの種のあやまりは防ぎうると考える。

以上を要するに，今後の研究としては，材積式そのものの検討を要するとともに，その定数を求めるにあたっては，単に単木の材積だけを用いず，林分材積も1因子として入れて定数を求めるよう考慮せねばならないであろう。さすればこのような一方的な偏差が生ずることはなくなるであろう。

おわりに

この研究にあたって，計算はすべて愛媛大学に設置されている HIPAC 103 によった。同コンピューター室関係諸氏の御配慮に深く謝意を表する。

引　用　文　献

1) 梶原幹弘：日林誌，47 (1～4)，1965
2) 高瀬五郎：愛媛大学紀要，第6部，第8巻，第2号，1962