

## 米野々事業区スギ経理材積表の調製について

舩 岡 学\*

Studies on preparation of "Tarif" for SUGI stands in the  
Ehime University Forests

Manabu MASUOKA

**Abstract:** This paper deals with the way to prepare the "Tarif" applicable for SUGI stands which were planted artificially in our University Forests (Komenono, Matsuyama City, Ehime Prefecture).

The "Tarif" may be prepared in several different ways, but the author wants to offer the monovariate volume table which was prepared by the mathematical method to practical use as a "Tarif". Using 94 data ( $D: H: V$ ) obtained from 24 stems of SUGI grown at Komenono, and the precision was compared each other. From the result of the comparison, it was recognized that logarithmic equation ( $V=aD^b$ ) has the highest precision, namely the error in percentage of volume table (0.05) by this equation showed 3.501%.

Moreover, to compare with the above every equation, YAMAMOTO formula ( $V=aD^b H^c$ ) was examined as a representative of twivariate equation, and the error in percentage of volume table (0.05) based on this formula showed 1.524%. If we wish the same precision as YAMAMOTO formula or higher for that of the logarithmic equation, further studies using more collected data are necessary. Although the volume table in this report is not always applicable for general volume table, it may be valuable to use it as a "Tarif".

On the other hand, the conformity of twivariate volume table now in use was tested by the same data. After all, it was recognized that the table is not clearly applicable for our SUGI stands.

**要旨** 愛媛大学農学部附属演習林米野々事業区スギ林分に適用しうる経理材積表の調製を試みた。数式法により比較的精度の高い1変数材積表を調製し、これを「経理材積表」として活用することとし、材積式の選定を行なった。5種類の材積式について精度を比較したところ、対数式  $V=aD^b$  が最もよく適合したので、これを用いて調製した。また現行立木材積表の適合性の検定を行なったところ、適合しないことが明らかとなった。経理材積表の精度を高め、できれば2変数材積表なみにしたいと考えているが、今後の研究課題である。

## は じ め に

現在、附属演習林米野々事業区においては、立木材積の査定に林野庁編「メートル法・立木材積表

---

\* 森林経理学研究室助手

「西日本編」を使用しているが、これは言うまでもなく2変数材積表であって、蓄積査定には直径のほかには樹高の測定が必要である。もともと森林経理における林木材積測定の目的は、年伐量算定のための資料の提供とか、蓄積の変動すなわち成長量の把握などが主であるから、いたずらに労費を要して、しかも正確度の低い樹高測定を不可欠とする材積表よりも、材積を直径のみの関数として示した、いわゆる1変数材積表を使用するのが、より望ましいと考える。スイスやフランスで普通に用いられる経理表 (Tarif) は、まさにこのような性格をもつ材積表なのである。

経理表は  $V=ghf$  において、 $hf$  の値が実用的には不変であるとみて作成されるのであるが、有名な照査法の「協約経理表」にしても、フランスの速進材積表や遅進材積表にしても、調製の手続をそれぞれ異にしている<sup>1)2)</sup>。経理表は、かならずしも林木の実材積を出すことを期待してはいないし、そのため例えば照査法では立木には Sylve、伐採木には  $m^3$  というように、材積単位を別個のものとしている。しかし実際的には測定単位に大きな差があることは望ましくなく、むしろ両者が一致するのが理想であろう。そうすればいきおい、地方的な複式経理表の調製が意図されなければならないと考えられる。そこで著者は一つの試みとして、数式法による1変数材積表を調製し、これを「経理材積表」として活用しようと考えたのである。この報告では、附属演習林米野々事業区のスギ林分に適用しうべき経理材積表について、検討の結果を述べる。

本稿を草するにあたり、終始ご教導を賜った山畑助教授に対し深厚の謝意を表するとともに、現地作業その他に種々協力をいただいた附属演習林の各位に、心からなるお礼を申しあげる次第である。

## I 対象地域の概要

**位置** 米野々事業区は松山市大字湯山ノ内米野々に所在する。すなわち、松山市の東北部にあたり、石手川の上流約 17km の地点に在り、湯山地区における最高峰明神ヶ森 (1217m) から北に走る主脈の西斜面において、海拔 600m より 1200m にいたる1団地を形成している。事業区の面積は第1表に示すとおりである。

第1表 事業区林班別面積  
Table 1 Area of the compartments

林班 Compartment	面積 Area ha
1	89.78
2	100.33
3	40.67
4	44.85
5	40.98
6	63.26
<b>Total</b>	<b>379.87</b>

第2表 事業区樹種別蓄積  
Table 2 Volume by the tree species

樹種 Species	蓄積 Volume $m^3$	
人工林 Artificial forest	スギ SUGI	3,179
	ヒノキ HINOKI	288
	<b>Total</b>	<b>3,467</b>
天然生林 Natural forest	針葉樹 Needle leaved tree	10,814
	広葉樹 Broad leaved tree	22,216
	<b>Total</b>	<b>33,030</b>
<b>Total</b>	<b>36,497</b>	

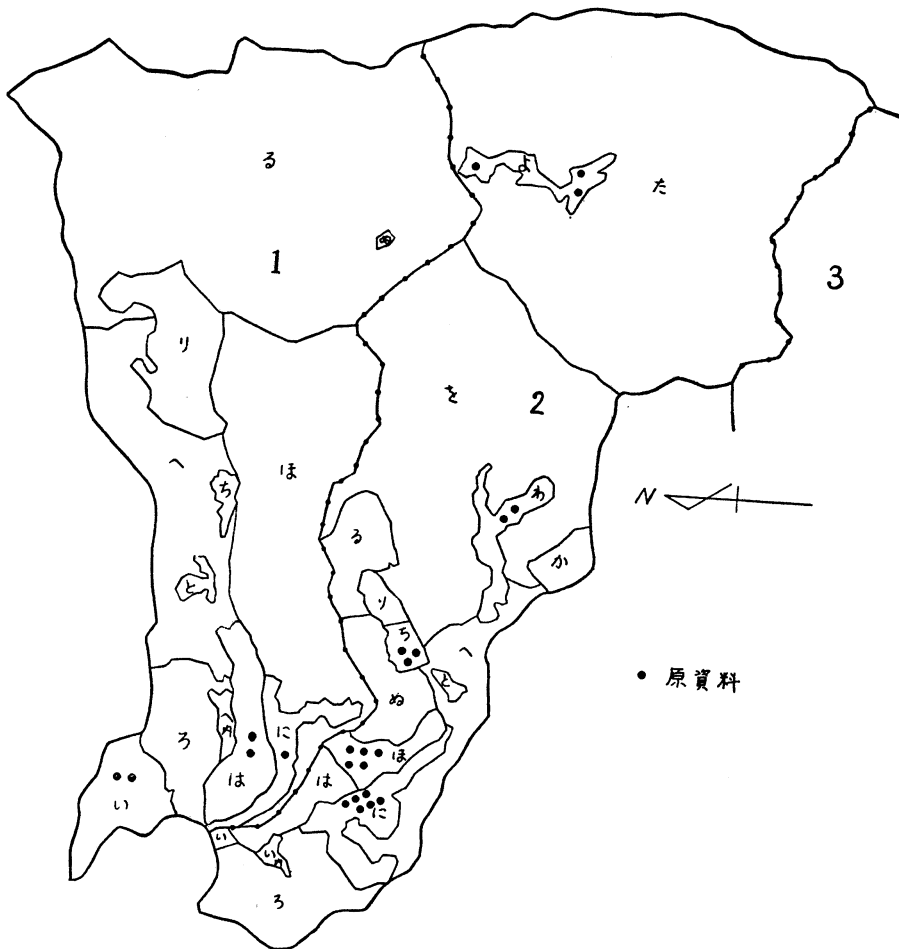
(昭和35年4月現在)  
(Real condition in April 1960)

**地質** この地域は地質学上、西南中央構造線内帯に属し、基岩は大部分が花崗岩である。

**土性** 土性は一般に砂質ないし壤質土壤であるが、部分的には石礫土あるいは埴壤土、埴土がみられる。

**気候** 地域の気候は、昭和29年に設置された建設省米野々観測所の記録によって記載すれば、およそ次の如くである。気温は年間最高気温が27.8°C、最低気温-1.9°C、平均11.1°C（昭和32~33年の平均値）、降水量は1755.6mmである（昭和30~33年の平均値）。また初霜は10月下旬、晩霜は4月中旬、降雪は12月中旬から3月上旬までとなっており、平均積雪量は20~30cmである。

**植生** 事業区は森林植物帯上からみれば暖帯南部に属している。事業区全面積の70%は天然生林であるが、そこに生育する樹木の種類は多様である。主としてモミ・ツガなどの常緑針葉樹とコナラ・



第1図 原資料の分布状況

Fig. 1 Distribution of sample trees

シデ・クリ・カエデなどの広葉樹が混交した林相を呈している。人工林の面積はわずかに24%にすぎず、その大部分はスギである。いま事業区における樹種別蓄積を示せば第2表のとおりである。

次に資料を収集した1および2林班について記す。両林班は事業区のうち最北部に位置し、天然生林 152.27ha, 人工林 36.34ha から成っている。人工林はスギが主であって、その蓄積は事業区人工林蓄積の約79%を占めている。両林班ともその自然環境は全く近似的と考えてよい。すなわち、林地の傾斜は比較的急であるが、全林が褐色森林土におおわれ、土性は一般に壤土であって、深度は中、堅密度は軟、適湿と判定せられ、地味は比較的肥沃である。

## II 調 製 の 資 料

原資料はスギ24本であるが、いまその林小班別分布を示せば第1図のとおりとなっている。これらの樹幹を常法により析解すれば、多数の直径・樹高・材積の組数値が得られるが、このうち2cm 括約で胸高(1.3m) 直径6cm 以上のもの94個を求め、それぞれの組数値を1本の立木とみなして検討の資料とした。資料の直径階別樹高階別本数分配は第3表のとおりである。

第3表 直径階別樹高階別本数分配  
Table 3 Distribution of stem numbers by d. b. h and height classes

D \ H	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	Total
4	1																	1
5	4																	4
6	1	1	1															3
7		4	2															6
8		1	2	1														4
9		2	4	2		1												9
10			3	3	1													7
11			1	2	2	2												7
12				2	3													5
13				2	7	2												11
14				2	1	2				1								6
15				2	5	3				1								11
16					3	1	1											5
17							1						1					2
18								1				1						2
19								1		1		1						2
20										1		1			1			3
21									1					1		1		3
22										1								1
23																		0
24															1			1
25																	1	1
Total	6	8	13	12	17	14	7	2	2	5	0	2	1	1	2	1	1	94

III 材積式選定の方針

1変数材積表は2変数材積表に比較して精度の落ちることが当然予想される。したがってまず1変数材積式のなかから精度の最も高いものを選定する必要がある。著者は5種類の材積式を用いて精度の相互比較を行ない、最高精度を与える式を採用することとした。また「経理材積表」とはいえ、なるべく実材積に近い値を示すよう期待するので、2変数材積表と同程度あるいはそれ以上の高い精度をもつことが望ましく、このため2変数材積式として最も普通に用いられる山本式 ( $V=aD^b H^c$ ) と対照して、今後の検討に資することとした。

供試した1変数材積式を示せば、

- 対数式  $V = aD^b$  ..... (1)
- フランス式  $V = aD^2 - bD$  ..... (2)
- 2次曲線式  $V = aD^2 + bD + c$  ..... (3)
- 戸沢式  $V = K \frac{D^3}{1+D}$  ..... (4)
- 材積直線式  $V = a + bD^2$  ..... (5)

の5種類である。

IV 材積式の決定と精度の比較

1. 材積式の決定

全資料を用いて回帰式の常数決定に必要な諸数値を求めると、第4表に示すとおりである。

第4表 回帰式決定のための諸数値  
Table 4 Numerical values for calculating

n	94	$\Sigma V \cdot D$	367.326764	$\Sigma \log H$	100.6305167
$\Sigma D$	1417.54	$\Sigma V \cdot D^2$	9865.5432847	$\Sigma (\log H)^2$	110.3297283
$\Sigma D^2$	25852.4434	$\Sigma \frac{D^3}{1+D}$	24522.0335152	$\Sigma \log(10^3 V)$	181.6129282
$\Sigma D^3$	564390.339880	$\Sigma \left(\frac{D^3}{1+D}\right)^2$	13272098.1764714	$\Sigma (\log(10^3 V))^2$	376.1109414
$\Sigma D^4$	14328562.3265424	$\Sigma V \cdot \frac{D^3}{1+D}$	9513.0302849	$\Sigma \log D \cdot \log H$	117.1861419
$\Sigma V$	15.5413	$\Sigma \log D$	106.9064005	$\Sigma \log D \cdot \log V$	215.6263908
$\Sigma V^2$	7.0266383	$\Sigma (\log D)^2$	124.9099467	$\Sigma \log H \cdot \log V$	202.2491541

しかして最小自乗法によって求めた回帰式は次の如くである。

対数式

$$\log \hat{V} = 2.82716 + 2.73005 \log D$$

フランス式

$$\hat{V} = 0.00092 D^2 - 0.00587 D$$

2次曲線式

$$\hat{V} = 0.00099 D^2 - 0.00871 D + 0.02568$$

戸沢式

$$\hat{V} = 0.00072 \frac{D^3}{1+D}$$

材積直線式

$$\hat{V} = 0.00077 D^2 - 0.04770$$

山本式 (2変数材積式)

$$\log \hat{V} = 2.69205 + 1.89798 \log D + 1.01017 \log H$$

## 2. 精度の比較

次に各回帰式の残差標準誤差・残差の百分率標準誤差 (対数変換をして回帰式を求めたものについては真数残差の標準誤差および真数残差の百分率標準誤差)・およびこれら材積式を用いて調製した材積表の百分率誤差・95%信頼度における材積表の百分率誤差を求めると第5表のとおりである。第5表は、

第5表 材積式精度比較  
Table 5 Precision of every equation

項 目 Item	材積式 Equation	対数式 (1)	フランス 式 (2)	2次曲線 式 (3)	戸沢式 (4)	材積直線 式 (5)	山本式 YAMAMOTO formula
残 差 分 散 Residual variance		0.00481	0.00119	0.00117	0.00223	0.00137	0.00100
残 差 標 準 誤 差 Standard error of estimate		0.0286	0.0345	0.0342	0.0473	0.0370	0.0125
残 差 百 分 率 標 準 誤 差 Standard error in percent- age of estimate		17.32	20.87	20.66	28.58	22.40	7.54
材 積 表 百 分 率 標 準 誤 差 Standard error in percent- age of the volume table		1.7864	2.1527	2.1306	2.9482	2.3100	0.7777
材 積 表 百 分 率 誤 差 (0.05) Error in percentage of the volume table (0.05)		3.501	4.219	4.176	5.778	4.528	1.524

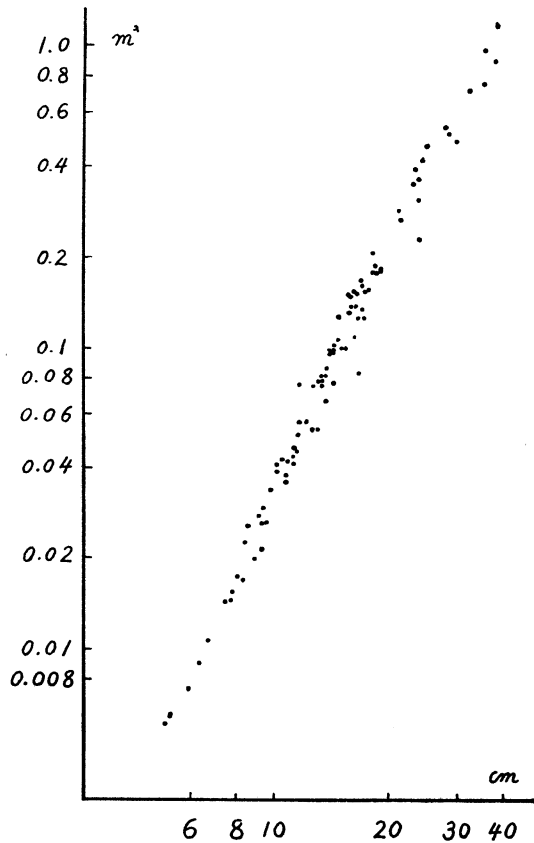
各項目の数値が小さいほど、調製資料に対する適合度が高いことを意味するものである。すなわちこれによれば、2変数式である山本式の精度が最も高いことは当然であるとしても、1変数式にあっては対数式が最もよく、次いで2次曲線式・フランス式・材積直線式・戸沢式の順となっている。さてこれらの結果からみると、山本式といえども普通の立木材積表としての機能をもたせるためには、なお不十分な精度しか与えていないようである。材積表の百分率誤差(0.05)を1%未満におさえようとするれば、径級あるいは地位による群区分が必要であろう。また対数式の精度を山本式のそれに匹敵する程度まで高めようとするれば、同じく何等かの工夫がなされなければならないであろう。しかしこれらの検討を試みる

には、今後なお多数の資料を収集する必要があると考える。1変数材積式のなかで対数式の精度が最も高くなったのも、あるいは供試資料との関連があるであろう。高田<sup>9)</sup>によれば対数式の適用限界は、形状高が直径の増加にともなって急激に増加する直径範囲、であるという。本資料の場合も直径範囲は6~38cm, その大部分が20cm未満であることから、他の4式よりも高精度を与えたものと思われる。

### V 経理材積表の調製

第6表 スギ経理材積表  
Table 6 "Tarif" for SUGI

胸高直径 D. B. H	幹材積 Volume
6 (cm)	0.009 (sv)
8	0.020
10	0.037
12	0.060
14	0.092
16	0.132
18	0.182
20	0.242
22	0.314
24	0.399
26	0.496
28	0.607
30	0.733
32	0.875
34	1.032
36	1.206
38	1.398
40	1.608



第2図 胸高直径に対する幹材積

Fig. 2 A curve showing the relation of volume to d. b. h.

普通の2変数材積表にも劣らない精度を有する経理材積表の調製は、今後の研究課題とすることとし、当面使用可能な経理材積表を調製しておくこととした。対数式による材積表の百分率誤差(0.05)が3.5%であることは、その材積表を経理材積表として使用する場合、かならずしも重大な否定要因とは考えられないからである。

さて先に求めた対数回帰式

$$\log \hat{V} = \bar{2}.82716 + 2.73005 \log D$$

を用いて算出した数値を、更にマイヤーの修正係数  $f = 10^{1.1513\sigma^2} = 1.0128$  によって修正し、調製した材積表が第6表である。なお材積単位は経理材積表の機能にかんがみて Sylve とした。

## VI 現行立木材積表の適合性の検定

経理材積表の調製に関連して、現在使用されている立木材積表の米野々事業区スギ林分に対する適合性を検定してみた。供試資料は胸高直径 10~38cm のもの80本である。

検定方法としては、材積表材積を独立変数 (x) とし、実材積を従属変数 (y) とする回帰式  $y = \hat{a} + \hat{b}x$  を求める、しかるのち両者が完全に一致する場合、すなわち  $y = x$  を想定して  $a = 0, b = 1$  なる仮説を立て、先に求めた  $\hat{a} \cdot \hat{b}$  の値との間に有意の差があるか否かを、次式により検定する方法を用いた。

$$F = \frac{(n-2) \{n(\hat{a}-a)^2 + 2\sum x(\hat{a}-a)(\hat{b}-b) + (\sum x^2)(\hat{b}-b)^2\}}{2\sum (y - \hat{a} - \hat{b}x)^2}$$

第7表 検定のための諸数値  
Table 7 Numerical values for testing

n	$\sum x$	$\sum y$	$\sum x^2$	$\sum y^2$	$\sum xy$
80	16.442	15.5413	7.860044	7.0266383	7.4190012

その結果は

$$y = 0.00048 + 0.94288 x$$

$$F = 40.3657 > F_{78}^2(0.01) = 4.88$$

となり、少なくとも胸高直径 10~38cm の範囲で、林野庁編「メートル法・立木材積表—西日本編—」のうち四国地方スギの欄は、米野々事業区においては適合しないことが認められた。この意味からも附属演習林としては、適用しうべきスギ立木材積表について、早急に検討する必要があるように思われる。

## 文 献

- 1) 大隅真一：フランス林業に学ぶもの 1958
- 2) ヘルマン・クヌッヒエル著，岡崎文彬訳：森林経営の計画と照査 1960
- 3) 高田和彦：定角測定法による材積推定の研究 新潟大演報 No. 1 1962
- 4) 大友栄松：材積表の検定について 日林誌 38—6 1956
- 5) 林野庁計画課編：メートル法・立木材積表—西日本編— 1959
- 6) 木梨謙吉：推計学を基とした測樹学 1954
- 7) 西沢正久：森林測定法 1959
- 8) 畑村又好他3名訳：スネデカー統計的方法 上・下 1954