

スギの樹皮率について

岡崎 文 彬 梶 原 幹 弘

On the bark percentage of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don.)

Ayaakira OKAZAKI and Mikihiro KAJIHARA

目 次

1. まえがき.....174	3. 胸高直径と樹皮率の関係.....174
2. 資 料.....174	4. 樹皮率の決定.....176

1 ま え が き

スギにおいては、樹皮そのものよりも主として材が利用対象になっているので、樹皮量そのものは実用上あまり問題にはならないかも知れない。しかし、材を利用する場合にも利用対象となるのは樹皮を除いた部分、すなわち無皮材積である。

一般の立木材積表は皮付材積のみしか表示していないので、木材利用上、樹皮率を知ることはあながち無用のことではないと思われるので、ここに参考として報告する。

2 資 料

資料は大分県玖珠郡、大分郡に存在する九州林産株式会社所管のスギ林より、立木材積表調製の資料と同時に収集したものである。

地上0.2m, 1.2m (胸高), 以後2mおきに、そして梢端までの長さが3m未満となった場合にはその上1mの各位置の樹皮厚を樹皮計で測定した。しかるのち、皮付材積および無皮材積を幹脚部は Smalian 式で、欠頂幹材積は Huber 式で、梢端部は円錐体として求め、皮付材積と無皮材積の差、すなわち樹皮量の皮付材積に対する百分率を樹皮率とした。

なお、資料収集地域には吉野スギとヤブクグリがあるが、品種別胸高直径階別資料数は第1表のとおりである。

第1表 品種別直径階別資料数

Table 1. Number of data by each diameter class for each sort.

胸高直径階 (cm) D. b. h. class	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38~46	計 Total
吉野スギ Yoshino sugi	1	3	5	15	11	22	22	21	27	15	5	8	6	4	165
ヤブクグリ Yabukuguri	6	19	21	17	22	10	5	0	0	2	1	2	1	3	109
計 Total	7	22	26	32	33	32	27	21	27	17	6	10	7	7	274

3 胸高直径と樹皮率の関係

樹皮率を求めるにあたって、まず樹皮率を胸高直径あるいは幹材積いずれの従属変数として求める

かが問題になる。

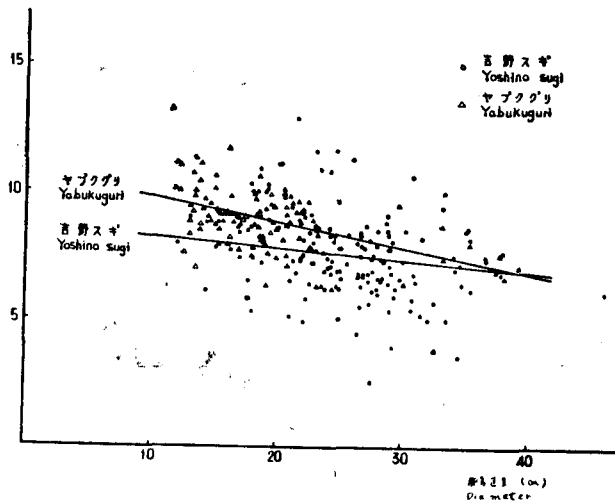
山本和蔵¹⁾、安藤得美²⁾は幹材積の従属変数として樹皮率を求め、樋口俊明³⁾は胸高直径の従属変数として求めている。実用上から考えると、中山博一⁴⁾もいっているように胸高直径の従属変数とするほうが便利に思われるので、ここでは胸高直径の従属変数として樹皮率を求めることにする。

樹皮率を胸高直径の函数として求めるとして、いかなる函数が適合するかが問題になる。従来の研究をみるに樋口俊明、中山博一はいずれも対数式を適用している。また、幹材積の函数として樹皮率を求めた山本和蔵、安藤得美もやはり対数式を用いている。

今回収集した資料を図上にプロットすれば第1図のとおりで、プロットの散らばりが大きく、いかなる函数が適合するかは判然としないが、対数式よりはむしろ一次直線式が適合するのではないかと推察される。

第1図 胸高直径に対する樹皮率

Fig. 1. Relation of bark percentage to diameter



以下、対数式と一次直線式のいずれが資料によく適合するかを検討してみよう。

対数式

$$\log y = a + b \log x \quad \log x = X, \log y = Y \quad \text{とおけば} \quad Y = a + bX$$

一次直線式

$$Y = a + bX$$

資料にもとづき、最小二乗法により上の2式の回帰式を品種別に求めれば、つぎのとおりである。

第2表 和、二乗和等

Table 2. Sum, sum of squares and others.

対数式

Logarithmic equation

	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	$\sum Y_i$	$\sum Y_i^2$	$\sum X_i \cdot Y_i$	S_x^2	S_{xy}	S_y^2	n
吉野スギ Yoshino sugi	229.7570	321.62201240	143.6502	126.73410029	199.54882905	1.69304846	-0.47928610	1.67119144	165
ヤブクグリ Yabukuguri	137.3727	174.56572734	102.8450	97.52097850	129.16988450	1.43466147	-0.44576339	0.48341859	109

一次直線式
Linear equation

	$\sum Xi$	$\sum Xi^2$	$\sum Yi$	$\sum Yi^2$	$\sum Xi \cdot Yi$	Sx^2	Sxy	Sy^2	n
吉野スギ Yoshino sugi	4182.2	111403.16	1250.4	9992.46	31377.06	5398.33	-316.41	516.70	165
ヤブクグリ Yabukuguri	2061.4	42479.68	967.7	8763.57	17880.58	3494.63	-420.49	172.35	109

対数式

吉野スギ $\log y = 1.2648 - 0.2831 \cdot \log x$

ヤブクグリ $\log y = 1.3351 - 0.3107 \cdot \log x$

一次直線式

吉野スギ $Y = 9.06 - 0.059X$

ヤブクグリ $Y = 11.15 - 0.120X$

これら4つの回帰式の百分率標準誤差を求めると第3表のとおりである。

第3表 回帰式の百分率標準誤差

Table 3. Standard error in percentage
of each regression equation.

式 Equation	品種 Sort	吉野スギ Yoshino sugi	ヤブクグリ Yabukuguri
対数式 Logarithmic equation		(%) 25.04	(%) 13.97
一次直線式 Linear equation		23.07	12.02

第3表より、いずれの品種についても対数式よりは一次直線式がより良い精度を持つものと推定される。

従来の研究では前述のように対数式が用いられているのに、今回収集した資料については対数式よりも一次直線式がより良く適合する結果となった原因について検討してみるに、いずれも針葉樹を対象としている樋口俊明、中山博一の研究では、資料は胸高直径階 10cm 以下の小径木をも含み、そして樹皮率は胸高直径階 10cm 以下になると急激に増大する傾向にあるために対数式が良く適合する結果となっている。一方今回の資料では胸高直径階 10cm 以下のものは全然含まないため、胸高直径階 12~40cm の範囲では胸高直径の増大とともに樹皮率は直線的に減少し、一次直線式が良く適合する結果になったのではないと思われる。

4 樹皮率の決定

前節において検討の結果、胸高直径階 12~40cm の範囲では、胸高直径と樹皮率の関係には一次直線式が良く適合することが分かったので、一次直線回帰式を基にして資料の棄却を行ない、しかる後、樹皮率算出式を決定して樹皮率を算出することにする。

a) 資料の棄却

収集した資料の中には、誤測、形質の異常等に基づく異常な資料が含まれる可能性があるため、品種別に資料の棄却を行なうことにする。

$$Ey \cdot x = t \cdot Sy \cdot x \left[1 - \left\{ \frac{1}{n} + \frac{(Xi - \bar{X})^2}{Sx^2} \right\} \right]^{1/2} \quad n: \text{資料数} \quad t: \text{危険率 5\% の } t \text{ 表の値}$$

上式により棄却限界を求めると、この棄却限界よりはみ出る資料は吉野スギ 6 本、ヤブクグリ 5 本であった。これら棄却資料の和、二乗和は第 4 表のとおりである。

第 4 表 棄却資料の和、二乗和

Table 4. Sum and sum of squares of abandoned data.

	$\sum Xi$	$\sum Xi^2$	$\sum Yi$	$\sum Yi^2$	$\sum Xi \cdot Yi$	n
吉野スギ Yoshino sugi	157.3	4230.27	53.4	581.72	1314.06	6
ヤブクグリ Yabukuguri	97.3	2210.65	42.5	421.77	712.41	5

b) 回帰式の計算

品種別に資料を吟味した結果、棄却された資料を除いて回帰式を求めればつぎのとおりである。

第 5 表 和、二乗和および相関係数

Table 5. Sum, sum of squares, correlation coefficient and others.

	$\sum Xi$	$\sum Xi^2$	$\sum Yi$	$\sum Yi^2$	$\sum Xi \cdot Yi$	Sx^2	Sxy	Sy^2	R	n
吉野スギ Yoshinosugi	4024.9	107172.89	1197.0	9410.74	30063.00	5287.23	-237.66	399.36	0.164	159
ヤブクグリ Yabukuguri	1964.1	40269.03	925.2	8341.80	17168.17	3175.87	-304.77	111.08	0.513	104

$$\begin{aligned} \text{ただし } Sx^2 &= \sum (Xi - \bar{X})^2 & Sxy &= \sum (Xi - \bar{X})(Yi - \bar{Y}) \\ Sy^2 &= \sum (Yi - \bar{Y})^2 & R &= \frac{Sxy}{\sqrt{Sx^2 \cdot Sy^2}} \end{aligned}$$

回帰式

$$\text{吉野スギ } Y = 8.66 - 0.045X$$

$$\text{ヤブクグリ } Y = 10.71 - 0.096X$$

上の回帰式の回帰に起因する平方和 (Sy^2), 回帰からの偏差平方和 ($Sdy \cdot x^2$), 推定の誤差の分散 ($Sy \cdot x$), 標準偏差 ($Sy \cdot x$) および百分率標準誤差 (Sv) は第 6 表のとおりであり。

第 6 表 $S\hat{y}^2$, $Sdy \cdot x^2$, $Sy \cdot x^2$, $Sy \cdot x$, Sv

Table 6. $S\hat{y}^2$, $Sdy \cdot x^2$, $Sy \cdot x^2$, $Sy \cdot x$, Sv

	Sy^2	$Sdy \cdot x^2$	$Sy \cdot x^2$	$Sy \cdot x$	Sv
吉野スギ Yoshino sugi	10.6709	388.69	2.4757	1.573	20.89
ヤブクグリ Yabukuguri	29.2579	81.82	0.8022	0.896	10.07

$$\begin{aligned} \text{ただし } Sy \cdot x^2 &= \frac{Sdy \cdot x^2}{n-2} \\ S\hat{y}^2 &= bSx \cdot y & Sdy \cdot x^2 &= Sy^2 - S\hat{y}^2 \end{aligned}$$

c) 回帰係数および相関係数の有意性の検定

危険率 5% で回帰係数および相関係数の有意性の検定を行なえば第 7 表, 第 8 表のとおりである。

第7表 回帰係数の有意性の検定

Table 7. Test of significance of regression coefficient.

	$d.f$	b	Sb	t
吉野スギ Yoshino sugi	157	-0.045	0.02163	2.0781*
ヤブクグリ Yabukuguri	102	-0.096	0.01590	6.0352*

$$\text{ただし } Sb = \frac{Sy \cdot x}{\sqrt{Sx^2}} \quad t = \frac{|b - B|}{Sb}$$

第8表 相関係数の有意性の検定

Table 8. Test of significance of correlation coefficient.

	$d.f$	R	t
吉野スギ Yoshino sugi	157	0.164	2.0830*
ヤブクグリ Yabukuguri	102	0.513	6.0360*

$$\text{ただし } t = \frac{R\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R^2}}$$

第7表、第8表より回帰係数、相関係数ともに有意で $b=0$, $R=0$ という帰無仮説はいずれも捨てられる。

d) 品種間の樹皮率の比較

4. b) で品種別に回帰式を求めたが、はたして品種によって樹皮率に差があるか否かは疑問であり、もし品種による差がなければ品種別に樹皮率を求める必要はなくなるわけである。以下この問題について検討してみよう。

分散の一様性について検定すれば第9表のとおりである。

第9表 分散の一様性の検定

Table 9. Test of uniformity of variance.

	$d.f$	$Sy \cdot x^2$	検定 Test
吉野スギ Yoshino sugi	157	2.4757	$F_0 = 3.0861$
ヤブクグリ Yabukuguri	102	0.8022	

$$F = 1.5810 < F_0 \quad d.f \ 60 \text{ および } 120$$

第9表より危険率 2.5%で F 検定すれば、分散は一樣であるとはいえず、したがって吉野スギとヤブクグリを込みにして樹皮率を求めることはできないので、品種別に樹皮率を求めることにする。

e) 樹皮率表

次の回帰式により品種別に樹皮率を求めると第10表のとおりである。

$$\text{吉野スギ} \quad Y = 8.66 - 0.045X$$

$$\text{ヤブクグリ} \quad Y = 10.71 - 0.096X$$

$$X: \text{胸高直径} \quad Y: \text{樹皮率}$$

第10表 スギ樹皮率表

Table 10. Table of bark percentage of Sugi.

胸高直径 D. h. h. (cm)	樹皮率 Bark percentage	
	吉野スギ Yoshino sugi	ヤブクグリ Yabukuguri
10	8.2	9.8
12	8.1	9.6
14	8.0	9.4
16	7.9	9.2
18	7.9	9.0
20	7.8	8.8
22	7.7	8.6
24	7.6	8.4
26	7.5	8.2
28	7.4	8.0
30	7.3	7.8
32	7.2	7.6
34	7.1	7.4
36	7.0	7.3
38	7.0	7.1
40	6.9	6.9

引用文献

- 1) 山本和蔵 (1919): アカマツの樹皮率について,
林試報 第18号
- 2) 安藤得美 (1921): カシワの樹皮量に関する調査
林試イ報 第5号
- 3) 樋口俊明, 林亀, 柳原寿人 (1944): カラマツの
樹皮厚および樹皮率について, 長野営林局報計画
特集号
- 4) 中山博一 (1957): 林木材積測定学

Summary

We studied on the bark percentage of Sugi *Cryptomeria japonica* D. Don, and obtained the results as follows :

- 1 For diameter classes from 12 to 40cm, the linear equation fits the relation of the bark percentage to the diameter more acculately than the logarithmic equation.
2. The difference between the regression equation of the bark percentage between Yoshino sugi and Yabukuguri is significant.

We established, therefore, the tables of bark percentage for each sort by applying the following regression equations.

$$\text{Yoshino sugi} \quad Y = 8.66 - 0.045X$$

$$\text{Yabukuguri} \quad Y = 10.71 - 0.096X$$