

竹材の性質に関する研究(第3報) : マダケ・モウソ ウチク及びハチクの竹稈型

太田, 基

<https://doi.org/10.15017/14923>

出版情報 : 九州大学農学部演習林報告. 18, pp.37-58, 1950-12-10. 九州大学農学部附属演習林
バージョン :
権利関係 :



竹材の性質に関する研究(第3報)

マダケ・モウソウチク及びハチクの竹稈型

太 田 基

Motoi ŌTA Studies on the properties of bamboo stem. (Part 3)

On the form of stem of MA-DAKE (*Phyllostachys reticulata* C. Koch), MOSO-CHIKU (*Phyllostachys edulis* Riv.) and HA-CHIKU (*Phyllostachys nigra* var. *Henonis* Makino).

目 次

I. 緒 言	IV. 検 討
II. 材 料 及 び 方 法	V. 摘 要
III. 測 定 結 果	VI. 引 用 文 献

I. 緒 言

既往の研究結果から竹は其の種類に依つて夫々特有の稈型を有するものである事は認められて居る。然るに竹稈型の各因子即ち稈長、節數、節間長、節間直徑及び稈壁厚等の相互關係に就ては其の 2～3 に關する發表は多いが未だ全般に亘つた研究は僅かに數篇^{1), 2), 3), 4)}に達するのみである。筆者は竹材の理學的性質は竹稈型と密接な關係を有するものと考えて竹材の理學的性質の研究と並行に竹稈型及び其の因子間の關係を求める目的を以て本研究を行つた次第である。

本研究に際し御指導を仰いだ渡邊教授、材料の採取及び測定に従事した宮邊健次郎君(當時學生)並びに材料採取に便宜を與えられた九大演習林職員各位に深甚の謝意を表する次第である。

終りに本研究は文部省科學研究費に依つたものである事を附記する。

II. 材 料 及 び 方 法

最も多く利用され且つ稈型の大きなものゝ代表として次の種類を研究材料とした。

マダケ *Phyllostachys reticulata* C. Koch

モウソウチク *Phyllostachys edulis* Riv.

ハチク *Phyllostachys nigra* var. *Henonis* Makino

採取地は九州大學粕屋演習林荒平園地で3年生以上のものを標準地に依る胸高直径の毎木調査の結果から大・中・小の3階級に区分し夫々第1級・第2級及び第3級とし各級5~6本宛採取した。但し都合に依り測定本数は減少したものがある。

節番號は支根の叢生する節を第0節とし上方に第1節・第2節とし節間番號は第0節と第1節の節間を第1節間と呼び上方に第2節間・第3節間と稱した。

稈長はテープ、節間長は竹尺(目盛0.1 cm)で又直径及び稈壁厚はカリパス(精度1/20 mm)で測定した。

III. 測定結果

測定結果を種類及び級別に總括すれば第1表の如し。

第1表 測定結果總括表

種 類	級 別	竹 齡	稈 長 m	枝下高 m	胸高直径 cm	總 節 數
マダケ	1	3;4	8.90~10.70	2.44~4.00	5.1~ 6.5	33~51
	2	3;4;6	7.80~10.11	1.25~4.43	3.9~ 4.7	35~51
	3	4	4.87~ 6.71	0.96~1.80	2.4~ 2.6	32~38
モウソウチク	1	6	13.76~16.56	4.19~5.97	9.9~12.0	62~72
	2	5;6;7	11.32~14.46	3.38~5.00	8.0~ 9.4	38~60
	3	5;6	10.51~12.41	2.78~4.55	6.8~ 7.8	37~60
ハチク	1	4	11.09~12.97	4.25~5.70	6.0~ 6.6	39~61
	2	4	7.79~10.80	2.38~4.30	4.5~ 5.9	39~54
	3	4	7.00~ 8.91	1.96~2.65	3.4~ 3.9	38~51

枝下節數	最大節間長 cm	最大節間長番號	本數
11~16	31.3~34.9	17~24	4
7~17	27.6~35.5	12~27	5
7~10	22.9~30.6	13~23	5
22~25	33.8~37.7	25~33	5
18~22	30.1~39.4	25~32	4
17~24	29.8~36.3	19~39	5
19~22	32.2~40.3	19~23	6
14~20	27.8~38.2	11~22	6
12~17	26.7~30.0	14~25	3

A. 稈長。モウソウチクが最大でハチクが之に次ぎマダケが最小値を示し既発表の結果に比較すれば前2者は殆ど一致して居るがマダケのみは遙かに矮小である。其の原因としてはマダケ林は山頂附近の土壤の浅い箇處に存在し且つ手入れの不十分である事が挙げられる。

B. 總節數。A. と同様な傾向を示すが同一種類に於ても相當な差異が認められる。従つて一部に唱えられた「節數は種類に依り一定である」と言う説は同大で少數の竹程からの結果に起因したものと考えられる。

C. 枝下高。A 及び B と同様な傾向が認められた。稈長に對する比率を求めればハチクは平均 34.4%(25.1~47.8%)、モウソウチクは平均 31.4%(25.4~39.5%)、マダケは平均 29.1%(16.4~43.8%)となる。従つて利用價值の大なる部分の比較的長いのはハチクでマダケが劣つて居るが既発表の結果を綜合すればマダケは約 50%の數値を示して居る。

D. 枝下節數。A. B. 及び C. と同じく各種類共に胸高直徑の大なるもの程大である。總節數に對する比率はマダケが平均 26.1%(16.7~33.3%)、ハチクは平均 35.4%(29.8~41.5%)、モウソウチクは平均 36.4%(30.4~41.7%)で既発表の綜合結果に對しマダケ以外の2種類の數値は一致して居る。従つて利用價值の最大である枝下部分の節の比較的少いものはマダケで以下ハチク、モウソウチクの順となり本結果は一般に認められて居る事實を裏書して居る。

E. 節間長。竹程の位置に依り節間長は異り其の變化狀態は竹内氏⁵⁾に依れば種類に依り3種に區分されて居るが重松氏^{6), 7)}の報告と同様に同屬内に於ても差が認められた。併し乍ら一般的には第1節間より上方に節間長は急激に増加し最大値に達した後は少々緩慢に減少するが更に上方では一層緩かとなる。隣接節間長の差の最小は3種類を通じて最大節間長附近に在つて 0.0~0.25 cm である。

最大節間長は A. 同様に胸高直徑の大なるもの程大で且つモウソウチク・ハチク及びマダケの順になつて居る。其の出現位置はモウソウチク(第19~39節間、4.0~7.6m)が最高でハチク(第11~25節間、2.3~5.8m)及びマダケ(第12~37節間、2.2~5.5m)が殆ど類似して之に次いで居る。

F. 節間直徑。竹程の位置に依り節間直徑は異り其の變化狀態を次の種の型に整

理する事が出来た。

第1型：一節間直径の最大値は第1節間に出現し上方へ向つて減少する。

第2型：一節間直径の最大値は第1節間に出現するが上方へ向つて減少する途中に於て再び大となる。

第3型：一第2型に於て節間直径の再び大となる部分に最大値が出現する。

以上の變化型の出現率を種類毎に求めれば第2表の如く種類に依つて或る傾向が認められた。即ちマダケ及びハチクでは第3型(稈型は完滿)に屬するものが約60%を占るに對しモウソウチクでは第1型(稈型は梢殺)に屬するものが約70%に達し夫々の傾向の差が明瞭に知られる。

第 2 表 節 間 直 径 の 變 化 型

型	マダケ	モウソウチク	ハチク
1	0 (0 %)	10 (71 %)	0 (0 %)
2	5 (38 %)	4 (29 %)	6 (40 %)
3	8 (62 %)	0 (0 %)	9 (60 %)

最大節間直径はモウソウチク (8.7~15.4 cm) が最大でハチク (3.9~7.8 cm) が之に次ぎマダケ (2.5~6.9 cm) が最小値を示した。既發表の綜合結果に比較すればモウソウチクのみが同一範圍を示し他は小である。又其の出現位置はマダケは第1~2節間(第2型)と第8~14節間(第3型)、モウソウチクは第1節間に、ハチクは第1~4節間(第2型)と第7~15節間(第3型)である。

G. 稈壁厚。既に犬飼氏²⁾及び重松氏⁷⁾に依つて發表されて居る様に竹稈の位置に依つて稈壁厚は變化し其の狀態は根元から上方に向つて急激に減少するが次第に其の割合が減るのである。今中央の節間の稈壁厚を求めればハチクとマダケは殆ど等しく前者が平均 0.289 cm (0.225~0.360 cm)、後者は平均 0.288 cm (0.200~0.375 cm) でありモウソウチクは平均 0.594 cm (0.478~0.763 cm) で最大値を示した。併し乍ら稈壁厚は節間直径と相對的に考えねばならないのであつて夫れに對する % は其の平均値に於てマダケが 11 % (5~14 %) で最大、モウソウチクが 10 % (8~12 %) で中位、ハチクが 9 % (6~16 %) で最小値となり世評の様にハチクは比較的薄い稈壁を有する事を示して居る。

H. 節間長の變化狀態。 節間 番 號 (J_n) を總節數に對する % で 節間長 (L_n) を最大節間長に對する % で表して竹程に於ける位置と節間長との關係を求めれば 3 種類共に高度の相關關係を有する事は第 3 表に明瞭である。

第 3 表 節 間 番 號 (J_n) と 節 間 長 (L_n)

種 類	相 關 比	ピ ア ス ン の 度 數 曲 線		
		關 係 式 (A)	標準偏差	x^2
マ ダ ケ	0.924 ± 0.0055	$L_n = 93.45(1 + \frac{\xi}{8.18})^{0.92}(1 - \frac{\xi}{13.31})^{1.49}$	1.87	1.9482
モウソウチク	0.948 ± 0.0036	$L_n = 94.73(1 + \frac{\xi}{9.91})^{1.18}(1 - \frac{\xi}{10.94})^{1.30}$	1.69	1.4532
ハ チ ク	0.935 ± 0.0048	$L_n = 92.95(1 + \frac{\xi}{7.71})^{0.96}(1 - \frac{\xi}{14.49})^{1.81}$	2.29	3.6519

2 個 の 拋 物 線 (關 係 式 B)

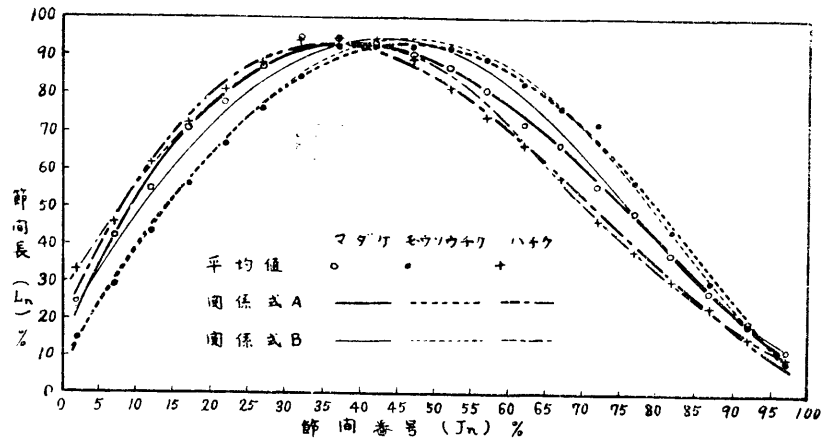
下 半 部	上 半 部	境界點	標準偏差	x^2	最大節間長の位置
$L_n = 15.54 + 3.64 J_n - 0.042 J_n^2$	$L_n = 418.11 - 7.14 J_n + 0.031 J_n^2$	72 %	3.70	3.7788	43.3 %
$L_n = 7.06 + 3.69 J_n - 0.040 J_n^2$	$L_n = 461.19 - 7.53 J_n + 0.030 J_n^2$	79 %	1.49	0.6902	46.1 %
$L_n = 25.13 + 3.53 J_n - 0.046 J_n^2$	$L_n = 261.96 - 4.05 J_n + 0.015 J_n^2$	60 %	1.70	0.8297	38.4 %

本關係に關しては重松氏^{6), 7)}が多くの種類に就て 2 個若くは 3 個の拋物線式を採用して居るが程型は連續的に變化すると云う觀點からはピアソンの度數曲線 I 型 — A を採用すべきであるとの結論に達した。(第 3 表參照) 又更に重松氏^{6), 7)}と同様に 2 個の拋物線式に依つても表し得て第 3 表の結果を得た。

本結果を重松氏⁶⁾の結果に比較すればハチクのみが類似の常數を示し他は相當な差異を示して居る。又最大節間長の出現する位置はモウソウチク及びマダケは類似するがハチクは異り更に 2 個の關係式の境界點も同様にハチクのみが異つて居る。

今 2 種の關係式の適合度を標準偏差及び χ^2 に依る確率に依つて検討すれば第 3 表の如くマダケのみがピアソンの度數曲線がより良く適合するが他の 2 種類は 2 個の拋物線に依る方がより適合する事は第 1 圖にも明瞭である。又 2 種の關係式を比較圖示すれば第 1 圖の如くピアソンの度數曲線式 (A) に依るものは兩端部分に於て測定平均値と差を生ずるが最大值附近特に夫より上方の部分に於て良好な適合狀態を示し 2 個の拋物線式 (B) は丁度反對の適合狀態を示して居る。

第 1 圖 節間番號と節間長



I. 節間直径の變化狀態。測定値を節間長の場合 (H) と同様に取扱い節間直径 (D_n) と節間番號 (J_n) との關係を前述した變化狀態第 1 型、第 2 型、第 3 型に區分して求むれば兩者間には第 4 表の如く高度の相關關係の存在が認められた。

第 4 表 節間番號 (J_n) と節間直径 (D_n)

種 類	相 關 比	關 係	
		下 半 部	
マ ダ ケ	0.996±0.0003	第 2 型	$D_n = 89.28 + 0.584 J_n - 0.0232 J_n^2 + 119.83 e^{-1.342 J_n}$
		第 3 型	$D_n = 85.81 + 1.117 J_n - 0.0306 J_n^2 + 14.35 e^{-0.461 J_n}$
モ ウ ソ ウ チ ク	0.980±0.0014	第 1 型	$D_n = 87.37 - 0.672 J_n - 0.00707 J_n^2 + 4.27 e^{-0.897 J_n}$
		第 2 型	$D_n = 83.21 - 0.383 J_n - 0.00969 J_n^2 + 22.91 e^{-0.278 J_n}$
ハ チ ク	0.987±0.0011	第 2 型	$D_n = 89.11 + 0.576 J_n - 0.0228 J_n^2 + 21.59 e^{-0.507 J_n}$
		第 3 型	$D_n = 85.34 + 1.511 J_n - 0.0443 J_n^2 + 45.33 e^{-1.203 J_n}$

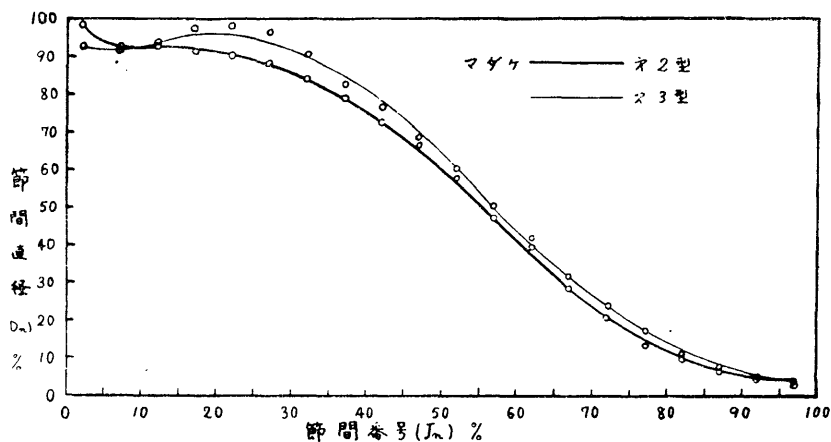
式	境 界 點 %	
	上 半 部	最大節間直径の位置
$D_n = 263.88 - 5.40 J_n + 0.0281 J_n^2$	55.9	第 1 節 間
$D_n = 239.57 - 4.64 J_n + 0.0228 J_n^2$	51.4	18.3 %
$D_n = 141.48 - 2.28 J_n + 0.0141 J_n^2$	48.2	第 1 節 間
$D_n = 163.43 - 3.28 J_n + 0.0166 J_n^2$	52.5	第 1 節 間
$D_n = 277.56 - 5.58 J_n + 0.0282 J_n^2$	58.0	第 1 節 間
$D_n = 224.83 - 4.67 J_n + 0.0245 J_n^2$	42.6	17.0 %

節間直径の變化狀態は第 4 表及び 第 2 a, b, c 圖の如く竹程の下半部は拋物線と指數曲線とを組合せた式又上半部は拋物線式の 2 個の關係式に依つて表し得た。マダケ及びハチクは 第 2 型と第 3 型とを通じて指數曲線の項以外では 關係式の常數は殆ど類似して居る。

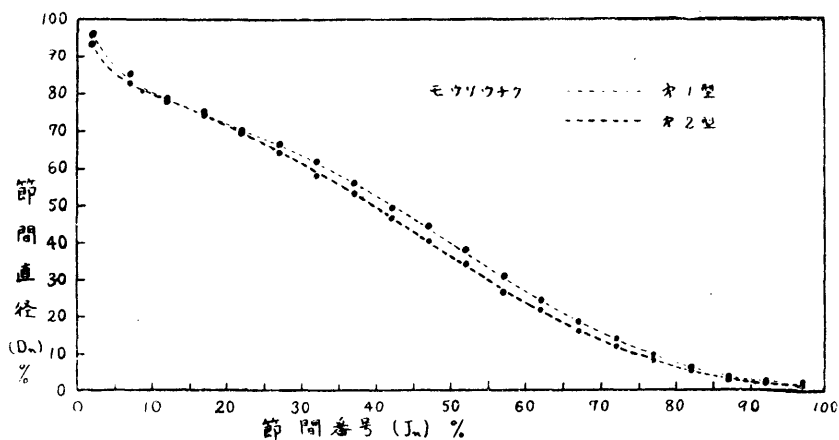
2 個の關係式の境界點は類似し大體節間番號 50% 附近に存在するがマダケ 及び ハチクでは 第 2 型は 第 3 型 よりも 上方に在りモウソウチクでは 第 1 型が第 2 型よりも上方に在る。

各關係式の適合度を各型並びに夫々の竹程に就き χ^2 に依る確率で検討すれば前者は全部 0.99 以上で後者に於ては $0.99 < \alpha$ が總本數の 55 % を又 $0.99 > \alpha > 0.98$ が 11 % を占め且つ最低は $0.50 > \alpha > 0.30$ であつた。

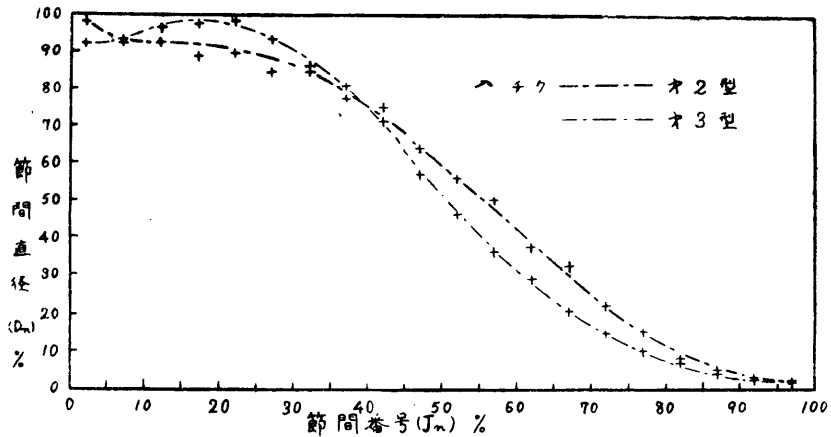
第 2 a 圖 節間番號と節間直径



第 2 b 圖 節間番號と節間直径



第 2 c 圖 節間番 號 と 節 間 直 徑



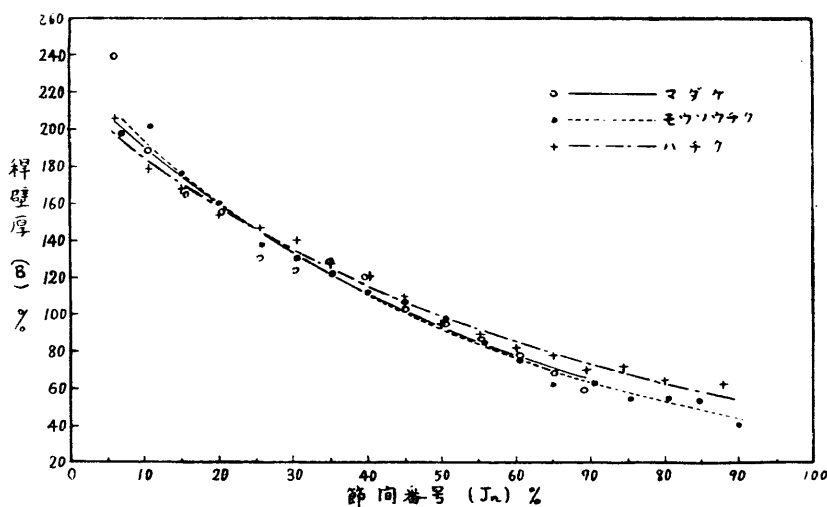
J. 稈壁厚の變化狀態。 節間番號は前節 (I) と同様にし稈壁厚を節間番號 50 % に於ける 稈壁厚に對する % で示せば兩者間には 第 5 表 に示す様に高度の相關關係の存在が認められた。

第 5 表 節 間 番 號 (J_n) と 稈 壁 厚 (B_n)

種 類	相 關 比	關 係 式
マ ダ ケ	0.875 ± 0.014	$B_n = 227.8 e^{-0.0179 J_n}$
モウ ソウ チク	0.958 ± 0.0052	$B_n = 233.8 e^{-0.0186 J_n}$
ハ チ ク	0.928 ± 0.0074	$B_n = 216.1 e^{-0.0155 J_n}$

又兩者の關係を夫々平均値を以て圖示すれば第 3 圖の如く稈壁厚は根元部分から上方に向つて急激に減少するが節間番號 40 % 附近からは其の割合は小となり平坦に近くなる。各種類共に殆ど同一の變化狀態であつて重松氏⁷⁾と同様に指數曲線で表し得た。 χ^2 に依る適合度を検討すれば 3 種共に 0.99 以上であつた。關係式の常數を比較するにマダケとモウソウチクとは類似するが後者は僅かに稈壁厚の減少が大で曲線は急傾斜しハチクはマダケよりも更に減少の割合は小である。換言すればハチクは 3 者中で最も稈壁厚の變化の少い比較的均一な材料を提供するものであつてマダケが之に次ぎモウソウチクは更に僅かに劣る事が認められるのである。

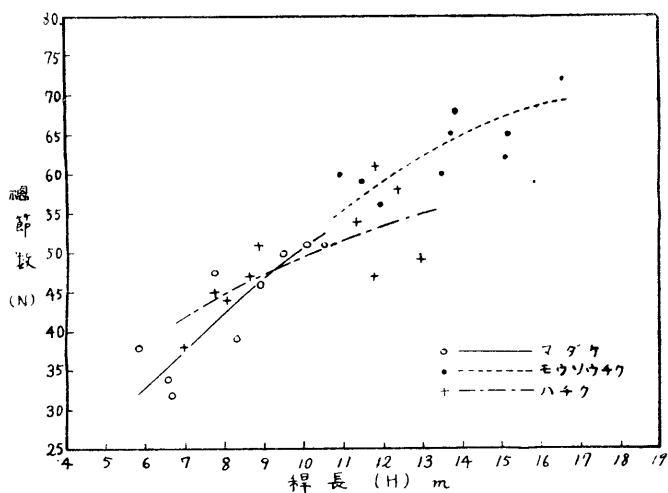
第 3 圖 節間番 號 と 稈 壁 厚



IV. 検 討

A. 稈長と總節數。各種類を通じて稈長の大なるものは總節數も大である事は既に諸氏に依り認められて居るが本研究に於ても第 4 圖の如く同様な傾向が認められた。

第 4 圖 稈 長 と 總 節 數



即ち稈長 (H) と總節數 (N) との間には第 6 表の如く密接な相關關係が存在し其の關係は双曲線式 $\left(N = \frac{H}{a + bH}\right)$ で表わされた。犬飼氏²⁾は兩者の關係を稍曲線的である事を認めながら直線式を適用して居るが本結果でも第 6 表に明かな様に相關係數と全相關比とは差が少く概略的には直線式も採用が可能な程度である。

第 6 表 稈長 (H) と 總節數 (N)

種 類	相 關 係 數	全 相 關 比	關 係 式
マ ダ ケ	0.897 ± 0.044	0.917 ± 0.036	$N = \frac{H}{0.158 + 0.004 H}$
モウ ソウ チク	0.797 ± 0.078	0.906 ± 0.038	$N = \frac{H}{0.124 + 0.007 H}$
ハ チ ク	0.738 ± 0.097	0.917 ± 0.011	$N = \frac{H}{0.118 + 0.008 H}$

總節數の稈長に對する變化の割合は關係式の分母の第 2 項の常數に反比例するからマダケに於て最大となりハチクは最小である事は第 4 圖に明かである。

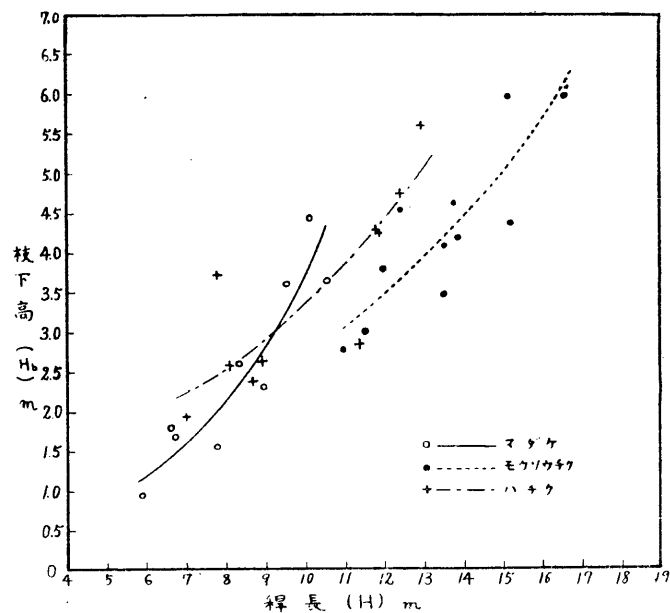
B. 稈長と枝下高。 兩者の間には第 7 表の如く高度の相關關係の存在が認められ併も其の關係は指數曲線式 ($H_b = ae^{bH}$) で示す事が出來た。(第 5 圖参照)

第 7 表 稈長 (H) と 枝下高 (H_b)

種 類	全 相 關 比	關 係 式
マ ダ ケ	0.980 ± 0.0089	$H_b = 0.208 e^{0.289 H}$
モウ ソウ チク	0.926 ± 0.031	$H_b = 0.771 e^{0.125 H}$
ハ チ ク	0.961 ± 0.016	$H_b = 0.873 e^{0.135 H}$

モウソウチク及びハチクの變化狀態は殆ど直線に近いがマダケでは直線とは相當に異つて居る。

第 5 圖 稈長 と 枝下高



又第5圖で明かな様にモウソウチクは他の2種類に比較して稈長の割合に枝下高は小であるがマダケ及びハチクは共に類似し枝下高が比較的大である。

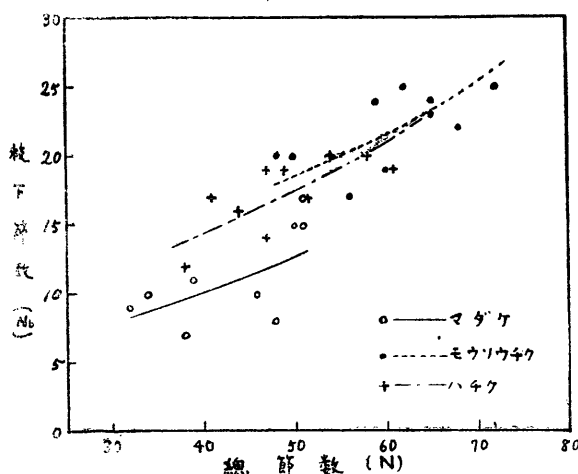
稈長に対する枝下高の變化の割合はマダケが大で稈長が約 9.5 m よりも大となれば枝下高はハチクより大となるがそれ以下では小となつて居る。

C. 總節數と枝下節數。 前項 B で稈長と枝下高との間に指數曲線的關係が認められた以上は長さを節數に置換えた場合にも或る種の關係の存在が期待され得る。

第 8 表 總節數 (N) と枝下節數 (N_b)

種 類	全 相 關 比	關 係 式
マダケ	0.955 ± 0.020	$N_b = 3.95 e^{0.0234 N}$
モウソウチク	0.850 ± 0.062	$N_b = 6.89 e^{0.0186 N}$
ハチク	0.917 ± 0.034	$N_b = 8.68 e^{0.0152 N}$

第 6 圖 總節數と枝下節數



總節數 (N) と枝下節數 (N_b) との間には第8表の如く密接な相關關係が存在し且つ兩者の關係は第6圖に示す様に指數曲線式 ($N_b = ae^{bN}$) で表わし得て第8表の結果を得た。モウソウチクとハチクとは類似した傾向を示すがマダケは前2者よりも總節數に比して枝下節數が少く一般に認められて居る様に枝下部分では節間長が特に大である事は第6圖に明かである。

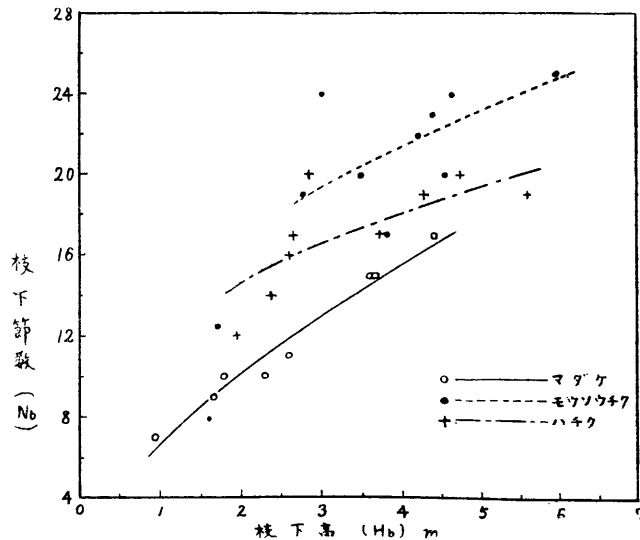
D. 枝下高と枝下節數。 稈長と總節數及び枝下高並びに總節數と枝下節數との相互間に夫々前項 IV, A, B 及び C で明かな様に相關關係が存在するから枝下高と枝下節數との間にも相關關係の存在が期待される。今測定値に就て兩者間の關係を求

めて第9表の結果から密接な相関関係が認められた。且つ枝下高 (H_b) と枝下節數 (N_b) との関係は拋物線式 ($N_b = aH_b^b$) に依つて第7圖の如く表わし得た。枝下部分の平均節間長の枝下高に對する變化の割合はマダケが最大でハチクが中位、モウソウチクが最小となり又平均節間長も同一傾向を示す事は第7圖に明瞭である。

第9表 枝下高 (H_b) と枝下節數 (N_b)

種 類	全 相 關 比	關 係 式
マ ダ ケ	0.996 ± 0.0021	$N_b = 6.68 H_b^{0.608}$
モウソウチク	0.925 ± 0.031	$N_b = 12.9 H_b^{0.360}$
ハ チ ク	0.896 ± 0.042	$N_b = 11.7 H_b^{0.314}$

第7圖 枝下高と枝下節數



E. 最大節間長と稈長。 總節數は稈長に對して正比例的に變化するが其の割合は稈長に比較して小である事は前項 IV, A で明かにしたところである。従つて稈長が大となるにつれて節間長も大となる可きである。今最大節間長 (L) と稈長 (H) との關係を求むれば第10表に示す様に高度の相関關係が認められた。兩者の關係は直線式 ($L = a + bH$) で表わし得た。關係式の常數では マダケ と ハチク とは 殆ど 一致して居る。

第 10 表 最大節間長(L)と稈長(H)

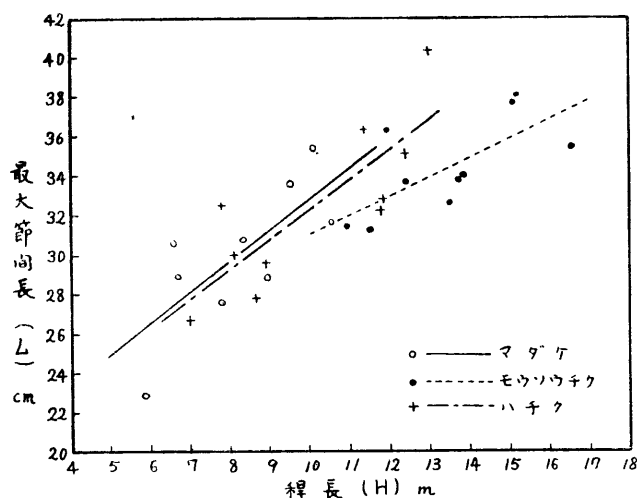
種 類	相 關 係 数	關 係 式	
		本 結 果	既往の結果
マ ダ ケ	0.726 ± 0.11	$L = 17.1 + 1.56H$	$L = 17.3 + 1.79H$
モウ ソウ チク	0.731 ± 0.099	$L = 21.3 + 0.97H$	$L = 20.6 + 0.93H$
ハ チ ク	0.798 ± 0.077	$L = 17.1 + 1.51H$	$L = 21.2 + 1.32H$

又第8圖で明かな様にマダケの最大節間長は稈長に比すれば最大で僅かにハチクが短くモウソウチクは最小で且つ變化の割合も小である。

本結果を既發表の結果を綜合したものと比較するにマダケ及びモウソウチクの兩者では殆ど一致したがハチクでは類似する程度であつた。

又最大節間長(L)と總節數(N)との關係を求めたが相關關係の存在が認め得られたものはマダケのみであつた。従つて最大節間長は總節數に對するよりも稈長に對して密接な關係を有する事が明かとなつた。

第 8 圖 稈長と最大節間長



F. 最大節間長の位置。竹の種類に依つて其の稈型が概略的に一定である事は既に明かにしたところであるが、其の結果から類推すれば最大節間長の出現する位置は稈長に正比例する筈である。是に關して以下長さ及び節に就て検討を加える。

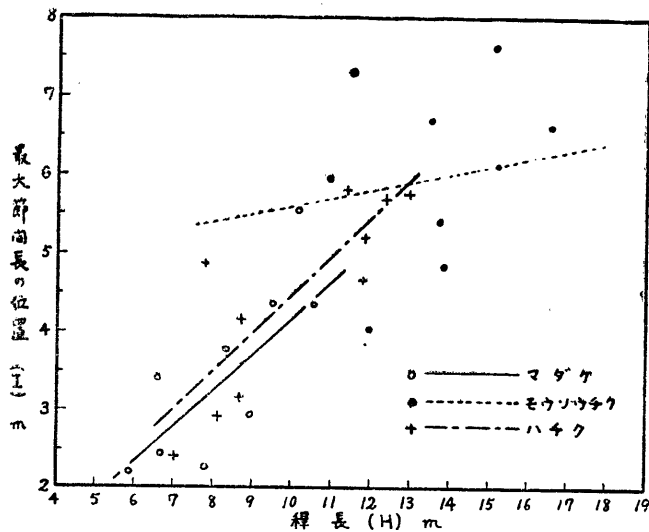
1. 最大節間長の位置と稈長。地表から最大節間長を示す節間の中央迄の高さ(I)と稈長(H)との關係は第11表の如くマダケ及びハチクに就ては高度の相關關係の存在が認められた。

兩者の關係は直線式 ($I=a+bH$) で表わされ第 11 表の結果を得た。マダケとハチクの關係式は共に類似した常數を有するが僅かにハチクはマダケよりも上部に最大節間長が出現しモウソウチクでは更に上部に出現する事は第 9 圖に依つても明かである。

第 11 表 最大節間長の位置 (I) と稈長 (H)

種 類	相 關 係 數	關 係 式
マダケ	0.878 ± 0.032	$I = -0.441 + 0.461H$
モウソウチク	0.263 ± 0.20	($I = 4.54 + 0.106H$)
ハチク	0.824 ± 0.068	$I = -0.348 + 0.478H$

第 9 圖 稈長と最大節間長の位置

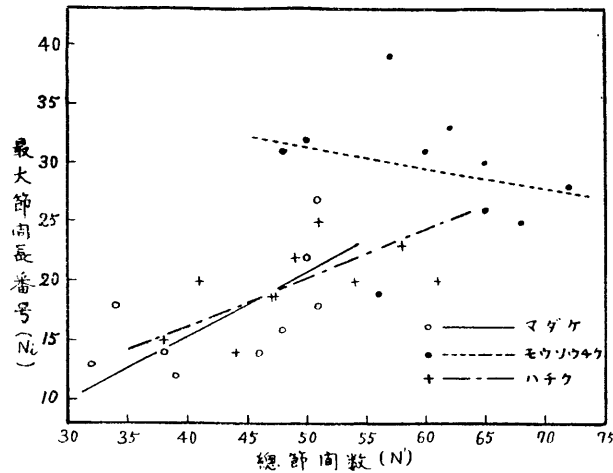


2. 最大節間長の節間番號と總節間數。 最大節間長を有する節間の番號 (N_i) 即ち根元からの節間數と總節間數 (N') との關係を求めて第 12 表及び第 10 圖の如くマダケ及びハチクに就ては相關關係の存在が認められた。又兩者の關係は直線式 ($N_i=a+bN'$) で表わされ第 12 表の結果を得た。此の結果は殆ど 1 の結果に類似して居る。

第 12 表 最大節間長番號 (N_i) と總節間數 (N')

種 類	相 關 係 數	關 係 式
マダケ	0.599 ± 0.14	$N_i = -6.05 + 0.537N'$
モウソウチク	-0.201 ± 0.20	($N_i = 39.6 - 0.169N'$)
ハチク	0.607 ± 0.13	$N_i = -0.237 + 0.411N'$

第 10 圖 總節間數と最大節間長番號



以上を結論すれば最大節間長の出現する位置は稈長 或は 總節間數に正比例して直線的に變化すると言える。従つてマダケ及びハチクに就ては最大節間長の位置から検討しても竹稈型は夫々の種類に對して一定であるとも言える。

G. 最大節間長と平均節間長。 總節數は前項 IV, A に述べた様に稈長と同率ではなく緩慢に變化する。従つて稈長が大となれば平均節間長も大となる。又最大節間長は前項 IV, F の様に稈長に正比例して變化する。故に最大節間長 (L) と平均節間長 (L_m) との間には一定の關係が存在せねばならない。

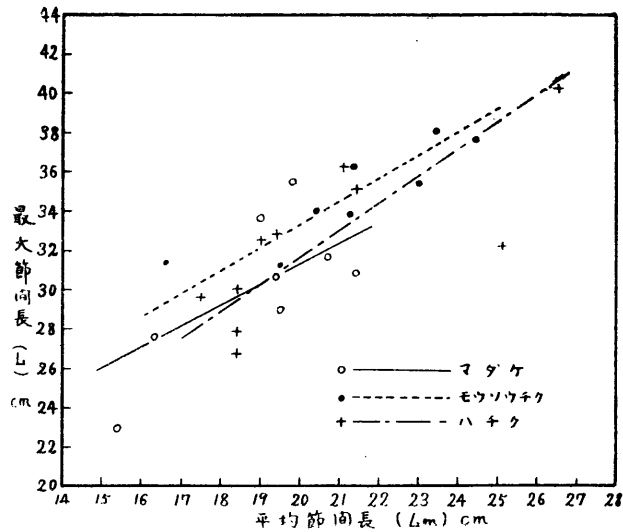
今兩者の關係を求めるに 第 13 表 及び第 11 圖の如く相關關係の存在が認められ其の關係は直線式 ($L=a+bL_m$) で表わし得た。

第 13 表 最大節間長 (L) と平均節間長 (L_m)

種 類	相 關 係 數	關 係 式
マダケ	0.635 ± 0.14	$L = 9.92 + 1.07L_m$
モウソウチク	0.851 ± 0.066	$L = 9.48 + 1.19L_m$
ハチク	0.764 ± 0.088	$L = 4.08 + 1.38L_m$

關係式の常數を比較すればマダケとモウソウチクは類似するがハチクは異つて居る。又第 13 圖で明かな様にモウソウチクは節間長の差異が大で他の 2 者よりも不均一でありマダケが最も均一性を有して居る。

第 11 圖 平均節間長と最大節間長



第 14 表 実験式と誘導式の比較

種 類	実 験 式	誘 導 式
マ ダ ケ	$N = \frac{H}{0.158 + 0.004 H}$	$N = \frac{H}{0.069 + 0.017 H}$
モウ ソウ チ ク	$N = \frac{H}{0.124 + 0.007 H}$	$N = \frac{H}{0.093 + 0.008 H}$
ハ チ ク	$N = \frac{H}{0.118 + 0.008 H}$	$N = \frac{H}{0.124 + 0.010 H}$

本関係式 $L = a + b L_m$ を書換えれば $L = a + b \frac{H}{N}$ となる、併し支根の叢生する節を第 0 節としたから $N = N'$ である。故に $L = a + b \frac{H}{N}$ となる。此の式を稈長 (H) と総節数 (N) との関係式 $L = c + dH$ に代入すれば稈長 (H) と総節数 (N) との関係が双曲線式 $\left(\frac{H}{N} = \frac{c-a}{b} + \frac{d}{b} H \right)$ となるべき証明が出来る。今 前述の 2 個の関係式からの誘導式と実験結果から直接求めた実験式とを比較すれば第 14 表の如くモウソウチク及びハチクでは類似するがマダケでは相當な差を生じて居る。

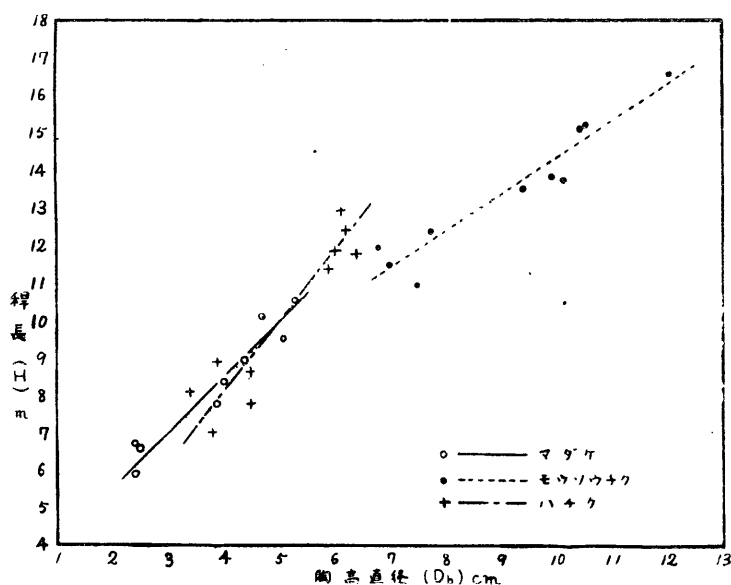
II. 節間直径と稈長。 竹稈の節間直径を論ずる場合には地表上の高さから考えられる胸高節間直径及び中央節間直径と稈型のみから考えられる最大節間直径及び極大節間直径等の内、どの直径を採用するかが問題となる。今大別した兩者中稈長に對する相關度の比較的大である胸高節間直径と極大節間直径とを比較すれば第 15 表の

如く胸高節間直径がより高度の正の相関關係を有する事が判明した。兩者共に相互間には直線的關係 ($H=a+bD$) が認められ其の關係式としては第15表に示す結果を得た。(第12圖参照)

第 15 表 節 間 直 径 (D_b, D_m) と 稈 長 (H)

種 類	胸 高 節 間 直 径 (D_b)		極 大 節 間 直 径 (D_m)	
	相 關 係 數	關 係 式	相 關 係 數	關 係 式
マ ダ ケ	0.871 ± 0.054	$H = 2.56 + 1.48D_b$	0.969 ± 0.014	$H = 2.83 + 1.35D_m$
モウ ソウ チク	0.961 ± 0.016	$H = 4.48 + 0.99D_b$	0.755 ± 0.092	$H = 6.33 + 0.69D_m$
ハ チ ク	0.900 ± 0.041	$H = 0.51 + 1.89D_b$	0.545 ± 0.15	$H = 1.46 + 1.71D_m$

第 12 圖 胸 高 直 径 と 稈 長



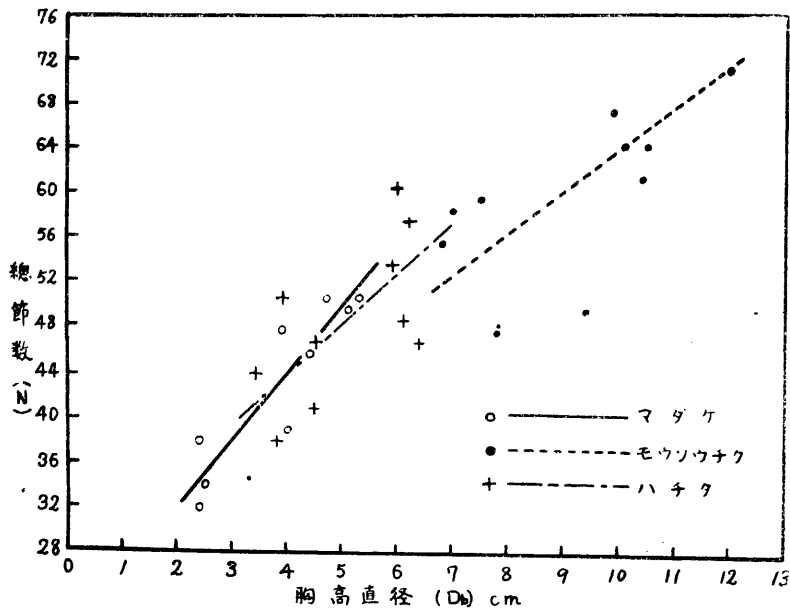
兩者を通じてハチクの變化の割合は最大でモウソウチクが最小となり求めた關係式の常數も類似して居る。マダケとハチクとは殆ど差が無いがモウソウチクは稈長の割合に太い稈型を有する事は第12圖に明かである。

I. 節間直径と總節數。 前項 IV, H. の結果から節間直径と總節數との間にも一定の關係が存在する事が推察される。前項と同様に節間直径と總節數との關係を求めて第16表及び第13圖の結果を得た。

第 16 表 節間直径 (D_b , D_m) と總節數 (N)

種 類	胸高節間直径 (D_b)		極大節間直径 (D_m)	
	相 關 係 數	關 係 式	相 關 係 數	關 係 式
マ ダ ケ	0.834 ± 0.068	$N = 19.5 + 6.16D_b$	0.919 ± 0.035	$N = 23.1 + 5.13D_m$
モウ ソウ チク	0.631 ± 0.12	$N = 23.0 + 4.10D_b$	0.481 ± 0.16	$N = 37.7 + 2.20D_m$
ハ チ ク	0.629 ± 0.13	$N = 25.8 + 4.57D_b$	0.367 ± 0.18	$N = 30.4 + 3.58D_m$

第 13 圖 胸高直径と總節數



即ち胸高節間直径 (D_b) と總節數 (N) との間には明瞭に正の相關關係の存在を認め得るが極大節間直径 (D_m) と總節數 (N) との間では 完全には 其の存在が認められず前項と同一結果を得た。節間直径 (D_b , D_m) と總節數 (N) との關係は直線式 ($N = a + bD$) で表わされ第 16 表の如く兩者を通じて同一傾向を示し各常數の大きさの順位は一定して居る。又第 13 圖の様にマダケとハチクとは殆ど相違しないがモウソウチクは節間直径に比較して總節數は小で程長に對する場合と同一傾向を示して居る。

J. 節間番號と程壁率。 節間部分の圓柱としての材積に對する程壁の材積との比を程壁率と假稱すれば程壁率は節間直径と程壁厚とに依つて決定される。節間番號 (J_n) と程壁率 (K) との相關度を求むれば第 17 表の如く相關關係の存在が認められ兩者の關係は拋物線式 ($K = a + bJ_m + cJ_m^2$) で表わし得た。

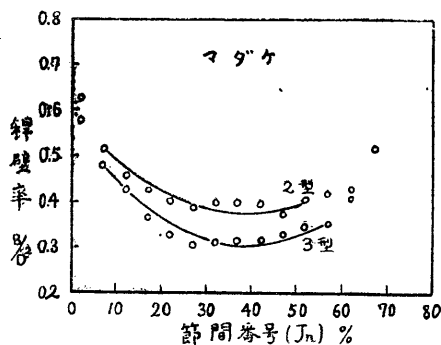
第 17 表 節間番號 (J_n) と稈壁率 (K)

種	類	全 相 關 比	關 係 式	最小値の位置
マ ダ ケ	第 2 型	0.550 ± 0.068	$K = 0.588 - 0.0109 J_n + 0.000139 J_n^2$	39.2 %
	第 3 型	0.544 ± 0.056	$K = 0.565 - 0.0134 J_n + 0.000170 J_n^2$	39.4 %
モウ ソウ チ ク	第 1 型	0.500 ± 0.065	$K = 0.458 - 0.0078 J_n + 0.000110 J_n^2$	35.4 %
	第 2 型	0.576 ± 0.078	$K = 0.457 - 0.0074 J_n + 0.000127 J_n^2$	28.9 %
ハ チ ク	第 2 型	0.660 ± 0.065	$K = 0.412 - 0.0091 J_n + 0.000126 J_n^2$	35.9 %
	第 3 型	0.702 ± 0.049	$K = 0.480 - 0.0112 J_n + 0.000193 J_n^2$	29.0 %

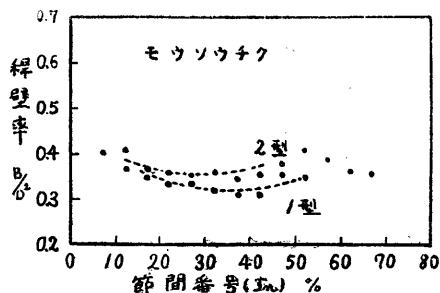
稈壁率は根元部分では大であるが上方に向つて減少し節間番號 30 ~ 40 % 附近で一旦最小値に達し更に梢頭部になるにつれて大となる。又關係式の第 3 項の常數からも知れる様に關係曲線は第 1 型が最も變化が少く第 3 型が最大である事は第 14 a, b, c 圖に示す通りである。關係式の適合度を χ^2 に依り検討した結果は何れも 0.99 % 以上であつた。

稈壁率は竹筒の比重と竹片の比重との媒介者となるもので前者を欲する場合には後者と稈壁率との積を求むればよいのである。

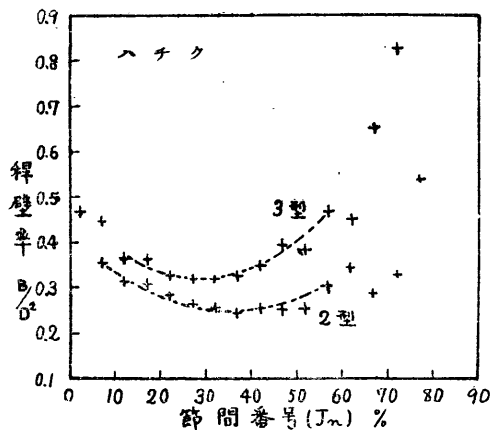
第 14 a 圖 節間番號と稈壁率



第 14 b 圖 節間番號と稈壁率



第 14 c 圖 節間番號と稈壁率



V. 摘 要

福岡縣粕屋郡篠栗町に在る九大粕屋演習林荒平園地から採取したマダケ・モウソウチク及びハチク各 15 本に就て其の稈型を測定して次の結果を得た。

1. 稈長・總節數・枝下高・枝下節數・節間長・節間直徑及び稈壁厚は共に モウソウチクが最大でハチクが中間に位しマダケが最小値を示した。但しマダケの立地は土壤の淺い山頂附近に存在した關係上其の數値は他に比較して特に小であつた事は他の報告に比較して明らかである。
2. 節間長の變化狀態を數式で表わすにはピアソンの度數曲線 I 型—A か或は下半部及び上半部に對して夫々別個の拋物線式が適當である。
3. 節間直徑の變化狀態を 3 種の型に區分しマダケ及びハチクは第 2 型及び第 3 型に又モウソウチクは第 1 型及び第 2 型に屬する事を明かにした。
其の變化狀態を數式で表わすには下半部には拋物線と指數曲線の組合せ式を又上半部には拋物線式が適當である。
4. 稈壁厚の變化狀態は 3 種類共に類似し數式で表わすには指數曲線式が適當である。
5. 直線的關係を有するものを次に示す。
最大節間長と稈長、最大節間長の位置と稈長、最大節間長の節間番號と總節間數、最大節間長と平均節間長、節間直徑と稈長、節間直徑と總節數。
6. 拋物線的關係を有するものを次に示す。
枝下高と枝下節數、節間番號と稈壁率。
7. 双曲線的關係を有するものを次に示す。
稈長と總節數
8. 指數曲線の關係を有するものを次に示す。
稈長と枝下高、總節數と枝下節數。

VI. 引 用 文 献

- 1) 志賀泰山：竹の生長及び形狀。大日本山林會報、第 202 號。 1899
- 2) 犬飼嘉積：竹の研究。(第 1～6 報) 大阪營林局報。第 8. 19, 24, 26 號 1939, 1940
- 3) 近野英吉：竹材の形狀及び材積。日本林學會誌。第 22 卷。第 6 號。 1940
- 4) 入江進・谷川末男・森忠雄：白竹に關する研究。
福岡縣林業試驗場時報。 第 2 號。 1947
- 5) 竹内叔雄：竹の研究。 1932
- 6) 重松義則：竹稈の形狀に關する研究。
(第 1 報) マダケの節間長に就て。
日本林學會誌。 第 22 卷 第 9 號。 1940
- 7) 重松義則：竹稈の形狀に關する研究。
(第 2 報) ホテイチク竹稈の節間長と肉厚。
日本林學會誌。 第 22 卷 第 10 號。 1940

STUDIES ON THE PROPERTIES OF BAMBOO STEM (Part 3)
 ON THE FORM OF STEM OF MA-DAKE (*Phyllostachys reticulata*
C. Koch.), MOSO-CHIKU (*Phyllostachys edulis* Riv.) &
 HA-CHIKU (*Phyllostachys nigra* var. *Henonis* Makino.).

(Résumé)

Motoi ŌTA

- 1) The author measured the structural factors of the form of a bamboo stem—length of the stem, total of nodes, clear height, number of nodes on the clear height, length of nodes interval, diameter of nodes interval and thickness of the stem wall—with MA-DAKE, MOSO-CHIKU and HA-CHIKU, which were brought from the University Forest of Kyushu University in Kasuya-Gun, Fukuoka Prefecture.

The MOSO-CHIKU was the largest and the MA-DAKE the smallest on all of the factors.

- 2) The Pearson's frequency curve (type I, A) or two parabolic curves are applied to represent the variations of length of nodes interval.
- 3) The variations of the diameter of nodes interval were divided in to three types; MA-DAKE and HA-CHIKU belong to the 2nd and the 3rd type and MOSO-CHIKU to the 1st and the 2nd type.

The parabolic and exponential formula are applied for the lower part of the stem and the parabolic formula for the upper part to represent the variations of diameter of nodes interval with the empirical formula.

- 4) The exponential curve is applied to represent the variations of thickness of the stem wall.
- 5) The pair of structural factors, which has a lineal relation, is as follows;

maximum length of nodes interval and the length of the stem; the height of nodes interval up to the maximum length of nodes interval and the length of the stem; the number of nodes interval up to the maximum length and the total of nodes; maximum length of nodes interval and the mean length of nodes interval; the diameter of nodes interval and the total of nodes.

- 6) The pair of structural factors, which has a parabolic relation, is as follows:
clear height and number of nodes on clear height ; number of the stem interval and the stem wall ratio.
- 7) The pair of structural factors, which has a hyperbolic relation, is as follows:
the height of stem and the total of nodes.
- 8) The pair of structural factors, which has an exponential relation, is as follows:
length of the stem and clear height ; the total of nodes and the number of nodes on the clear height.