



Title	ササの資源化に関する研究：第1報 チシマザサ稈の理学的性質
Author(s)	川瀬, 清; KAWASE, Kiyoshi; 今川, 一志 他
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 41(2), 493-534
Issue Date	1984-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/21122
Type	departmental bulletin paper
File Information	41(2)_P493-534.pdf



ササの資源化に関する研究

第1報 チシマザサ稈の理学的性質*

川瀬 清** 今川一志*** 氏家雅男**

Studies on Utilization of *Sasa*-bamboos
as Forest Resources

1. Physical Properties of Culms
in *Sasa kurilensis**

By

Kiyoshi KAWASE**, Hitoshi IMAGAWA***
and Masao UJIE**

目 次

序 言	494
1. ササ研究史の概要	494
2. 北大雨竜地方演習林のチシマザサ	498
3. 稈の組織学的観察	502
1) 試 料	502
2) 実験方法	502
3) 結果および考察	503
A. 節間の長さ, 直径および実質率	503
B. 稈の高さ別比重	508
C. 年齢別稈の水分含有率	508
D. 繊維の長さおよび幅	510
E. 稈の組織構造	510
a. 横断面から見た構造	510
b. 厚壁繊維の多層構造	516
c. 横断面における基本組織と維管束の割合	516
d. 二重染色による組織の観察	516
e. 道管要素	519
f. 篩管要素	519
g. 繊維細胞と柔細胞	520
結 言	521

* 1984年2月29日受理 Received February 29, 1984.

** 北海道大学農学部演習林研究部 Research Division, Experiment Forests, Hokkaido University.

*** 北海道大学農学部木材理学講座

Laboratory of Wood Physics, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

摘 要	521
文 献	522
Summary	532

序 言

森林資源の貧弱なわが国においてはササの資源的価値について古くから注目されてきており、北海道においては工業的利用が何回か試みられたが、利用が安定するにはいたらなかった。現在確立されている利用方法としては大型チシマザサの稈が農園芸用および竹細工用根曲竹として、またタケノコが代表的な山菜として食用に供されているくらいのものである。工業用原料としての利用が確立されない第1の理由は採取費がかさむことであり、(これについては事業規模の徹底した試験を行う必要がある。)第2はササの性質に関する研究がかならずしも充分に行われていないことである。採取費のかさむために利用問題が解決していない間伐材については、資源として活用することが真剣に考えられ、積極的な研究が進められているにもかかわらず、ササについては資源として活用しながら林木の育成をはかろうとする考え方が林業家の間になかなか育たない。林木とくに針葉樹偏重の考え方から、ようやく抜け出そうとしている林業界のきざしに、もう一步進んだ考え方への発展を期待したいものである。邪魔物を資源として活用しながら林木を育てる森林施業の実現が強く望まれる。

本報告ではササ資源化研究の歴史をたどりながら、資源化に関わりある諸種の問題点を抽出し、さらに利用の基礎となるササの性質を、ササにくらべればかなり研究の進んでいるタケについての研究成果を参考にしながら研究を進めてきた。とくにササ稈の組織学的研究はきわめて少ないので、その点に留意して研究を進めてきたので、ここに、いままでに得られた結果を報告する。

本研究を行うに当り、試料の採取に積極的に協力して下さった北大雨竜地方演習林母子里作業所の松本吉雄主任や職員の方々、成分分析など実験に協力された小林忠秋氏、また文献の検索に協力された成田雅美氏、さらに文献の整理と図の作成に協力された佐藤敦子氏ならびに多面的な協力をされた演習林研究部の方々に心から感謝する。

1. ササ研究史の概要

ササ属(広義)は分類至難といわれる植物群の一つであって、確立した分類学ないし定説というものはない¹⁹³⁾といわれており、利用の対象となったササについても分類学的な確認は困難であるが、既往の文献を通覧した印象では葉の利用や園芸用としての利用以外は、大部分が大型のチシマザサが対象であったように思われる。

1909年小泉昇平は論説¹⁾の中で、北海道の人工造林費はクマザサのため、内地の2倍かかると指摘し、クマザサ研究の端緒として、ササの形態と性状の特徴についての考え方を列挙し、

最後に「明治34年頃東京農科大学では、クマザサの繊維より製紙原料用パルプを造ったことがあったが、如何にも純白でしかも光沢を有し、中々上等品であった。しかし惜むらくは経済的に不利とのことであるが、学者がここまで証拠立てた以上は、これからの仕事は実業家の領分であるから、有志の士は大いに奮発して、利用更生のため、はたまた北海道における造林や拓殖のため一つ研究してもらいたい。」と述べている。

ササについては1901年頃にパルプの試験が始められて以来、いろいろな試験研究がなされ、工業的利用も何度か試みられたが、80年を経た今日でも、大勢はかつて指摘されたと同じような問題を残したまま、何も変わっていないといえる。したがって、ササの研究はさらに

表一1 北海道における根曲竹の生産量³²⁵⁾

Table 1. Annual production of *Sasa kurilensis* culms in Hokkaido

生産年 Year	生産量 Quantity 束 (bundle)	生産額 Price (1,000 yen)
1976	96,634	85,038
1977	104,350	182,613
1978	87,100	156,780
1979	59,009	112,117
1980	66,357	137,359
1981	78,490	161,689
1982	48,083	110,591

一束は通常100本からなっている。

One bundle is usually composed of 100 culms.



図一1 トマトの支柱に使われているチシマザサの稈 (北大農場)

Fig. 1. *Sasa* culms used for the support of tomatoes. (at Experimental Farm of Hokkaido University)

深められなければならないので、ここには、かならずしも充分整理されてはいないが、参考になると思われる文献を列挙して研究史の概要を述べることにする。

ササが造林の大敵であるとして、林木育成のために、ササの撲滅試験や枯殺試験などが多数^{56,57,89,184,190,200,201,211,236,300)}行われてきたのは、林木育成を志す人達にとっては、あるいは当然であったかも知れない。

ササは北海道においても古くからパルプ、ファイバーボード、パーティクルボードなどの工業原料として利用された歴史をもっているが、現在では農園芸用、竹細工用などに根曲竹と呼ばれて、主にチシマザサの稈が(表-1, 図-1)、またタケノコが代表的な山菜として利用されて

表-2 北海道におけるタケノコの生産量³²⁵⁾
Table 2. Annual production of *Sasa* sprouts
 for food in Hokkaido

生産年 Year	生産量 Quantity (tons)	生産額 Price (1,000 yen)
1976	1,117	256,798
1977	903	288,878
1978	610	201,321
1979	596	208,538
1980	700	238,007
1981	344	130,818
1982	406	162,446

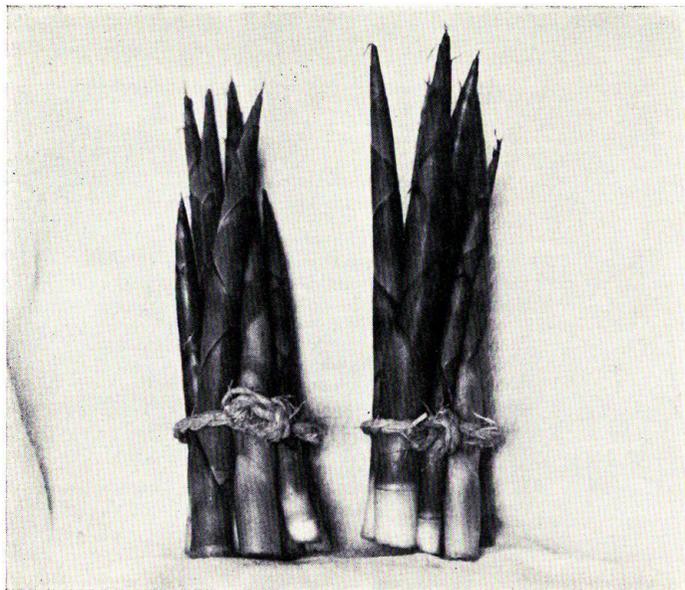


図-2 チシマザサのタケノコ

Fig. 2. Sprouts of *Sasa kurilensis* for food.

いる(表-2, 図-2)にすぎないので, 今後は幅広く資源として活用されることが望まれている。

すでに述べたように, ササをパルプ原料として利用する研究は古くからあったが, 当時のパルプ業界の原料についてみると, 1909年にはワラが52%, 木材が22%用いられていて, 木材をまだ充分使いこなせない時代であったため, 量が豊富で, パルプ化しやすいワラが主原料として用いられていた³¹⁴⁾。このような時代にワラと同じように豊富で, しかもワラと同じイネ科の植物であるササの利用を考えたのは自然の成りゆきであったともいえる。ササのパルプ化試験に関する報告は枚挙にいとまのないほどあるが, 初期のものはソーダパルプ^{13,66,81)}, 腐化精練^{23,32)}, 木醋液を利用した方法^{30,31,33,34)}, 温泉利用の方法^{35,37)}などがある。そして各種方法を体系的に研究した福山伍郎らによる研究^{66,68,69,70,81,82,83,86,112,163)}と林業試験場による研究⁷⁸⁾によって, パルプ化に関する基礎研究はほぼ完成されたとてみ差支ない。しかしその後も研究は続けられ^{122,161,176,217,320)}, パルプ原料としてのササの利用価値が検討され続けている。

ササの利用研究を年代別にみると飼料として利用する方法も古くからあって¹⁰⁾, その後の研究²⁷⁾や解説^{29,47)}があり, 放牧用に利用する方法^{107,146,245,290,296,297)}も考えられ, 最近では水蒸気処理による竹の飼料化³²⁰⁾などと併行して注目されている。

ササに含まれている特定の成分を解明するための基礎研究が多数あり^{6,51,80,86,99,104,105,116,117,118,119,120,123,127,138,167,183,238,240,244,264,336)}, 主成分の一つであるペントサンを酸分解してフルフラールを製造する研究^{25,31,59,84,85)}がある。また最近ではササの葉や稈の中に含まれている可溶性炭水化物の薬理的研究, とくに制ガン性についての報告^{141,152,153,154,172,177,178,179,182,191,205,206,207,209,241,243,244,270,271)}やハンセン氏病に対するもの^{298,299)}やその他の薬理学的研究^{250,257,291)}などがある。多糖類の制ガン効果については黒木陸彦の著書²⁴³⁾にくわしく解説されており, 北海道産ササの抽出成分における構成糖類の比率は, 最初に制ガン性成分の存在が確認されたヤクシマダケのそれとさきわめて類似しており¹⁷³⁾, 北海道産ササのヘミセルロースの制ガン性についての報告^{241,270)}もあるので, 北海道に多量に産するササの注目すべき利用方法の一つと考えられる。

根曲竹を原料とした活性炭の研究は古くから行われており(1950), 空気電池用炭素について行われた研究^{40,44)}があり, また炭化の研究^{71,333)}も行われている。

ササ稈の物理的利用研究の代表的なものはパーティクルボード^{130,135,151,159,160,169)}とファイバーボード^{60,83,110,111,123,134,136,155,188)}に関するものがあるが, これらの試験研究の大部分は北海道立林産試験場で行われたものであって, ササの特性を活かした品質の優良なものが得られている。

ササの組織学的研究^{79,194,199,213)}は浅く少ないが, 竹については古くから研究されており, 比較的最近の研究は多数^{140,192,231,232,242,258,259,260,261,274,275,281,322)}あって, とくに走査電子顕微鏡によって詳細な観察^{192,231,261,323)}がなされている。

北海道におけるササの分布や蓄積に関する調査は終戦後, 資源化を主な目的としたものが何回も行われ^{48,49,54,90,148,166,170,181,218,302,309,318,319)}, 次第に明らかとなってきた。ササの調査にはいろいろな困難があるので苦労が大きい, 最近の調査報告書^{318,335)}によってほぼ完成されたと

考えられる。その中で北海道におけるササの蓄積は15,000万tと推定されていて、貴重なバイオマスであることがよく理解できる。しかし北海道内で発刊されている多くの林業関係雑誌に掲載されているササに対する考え方は、育林上の大敵と考え、ササを利用しながら森林を施業しようとするものはほとんど見当たらない。したがって大型ブルドーザーの普及している今日においては、ササ地のかき起し処理によって、ha当り何10tもある大型チシマザサが、なら利用されることなく地中に埋め込まれ、地表に更新してくる林木の育成のみが施業の対象とされている。しかし大型チシマザサの生育している林地を筋刈りし、ha当り40tのササの稈枝を採取してパーティクルボードの原料として活用した上で、刈払い跡地をレーキドーザで処理したところ、15年後にダケカンバを主とする幼齢林が筋状に成林し、しかもその区域一帯は格好のタケノコ採取場として活用されている例³¹⁾もあるので、今後はササの資源化をもっと取り入れた森林施業の行われることが望まれる。

2. 北大雨竜地方演習林のチシマザサ

北海道におけるチシマザサの分布は知床半島を除けば、大部分が日高山系と大雪山系から西の多雪地帯に片寄っている³¹⁸⁾。北海道大学雨竜地方演習林は図-3中の北海道全図に記入さ

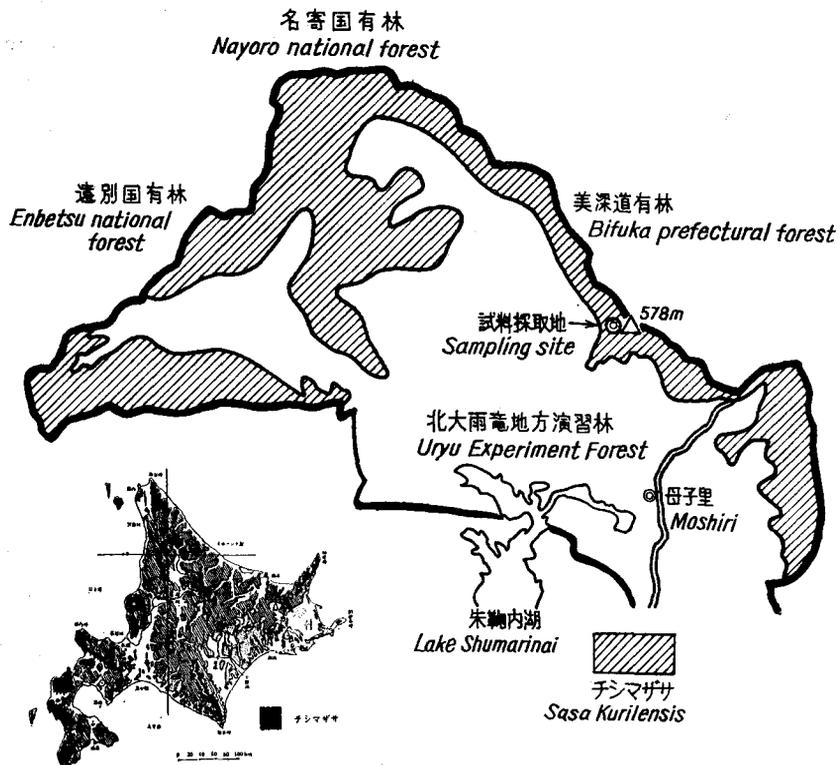


図-3 試料採取地付近のチシマザサの分布

Fig. 3. Distribution of *Sasa kurilensis* around the sampling site.

れている直線の交点にあり、チシマザサの生育地の中では比較的北部に位するところである。この演習林の北半分が朱鞠内湖を囲むなだらかな高地で、大型のチシマザサにおおわれ、低地にはクマイザサが多い。ササの研究が行われている地域の中には 578 m の三角点があり、林相は大部分がダケカンバを主とする広葉樹林で、中にトドマツが散在している。ササは稈長約 3 m の大型チシマザサ (図-4) で、大面積にわたり密生して、林木の更新を妨げている。



図-4 試料採取地付近のササ密生状態

Fig. 4. *Sasa*-growing circumstances around the sampling site.

この附近のチシマザサは 1968 年から 1970 年までの 3 年間、一定区域のササを全刈して結束し、パーティクルボードの原料とするため先端の葉を枝の一部とともにブラッシュカッターで切断除去したものの重さが、ha 当り 40 トンであった。この附近のササの蓄積は 100 t/ha を越えているが、稈の根元近くの太くて肉の厚い部分を残して採取したためである。林業試験場の調査³¹⁸⁾では大型ササの蓄積を 63 t/ha と推定している。今回はきこ栽培用粉末調製の目的で採取した 129 本について調べた結果について報告する。

試料採取は 1979 年の秋、生長が完全に停止してから無作意に行い、当年生、2 年生、3 年以上の 3 群に分類した。当年生と 2 年生は間違いなく確認できるが、3 年生以上は枝の分岐状態から推測する方法もあるが、この方法による分類には疑問があったので、2 年生以前のは完全成熟した 1 群として一括して 3 年以上として取り扱った。なお最近、分岐数がかならずしも年齢に相当しないという報告³²⁴⁾が出たので、この分類は適当であったと考えている。

稈・枝・葉合わせた 1 本当たりの平均重量は 371 g である。稈・枝・葉別の重量は表-3

表-3 チシマザサの稈・枝・葉別重量

Table 3. Weight of culms, branches and leaves in *Sasa kurilensis*

本数 Number and 重量 weight	稈 Culm				枝 Branch	葉 Leaf	合計 Total	
	1年生 1-yr-old	2年生 2-yr-old	3年以上 More than 3-yr-old	合計 Sum				
本数(本) Number (stems)	14	49	66	129	—	—	129	
重量 Weight	(kg)	3.50	11.95	16.45	31.90	10.40	5.60	47.90
	(%)	7.3	24.9	34.3	66.6	21.7	11.7	100
1本当り平均重量 Weight/Stem (g)	250	244	249	247	81	43	371	



図-5 稈・枝・葉に分けたササ

Fig. 5. *Sasa kurilensis* divided into culms, branches and leaves.

および図-5のようであって、稈の総重量は全体の66.5% (当年生7.3%, 2年生24.9%, 3年以上34.3%) となっている。また1本当りの年齢別平均稈重量は当年生, 2年生, 3年以上でそれぞれ250 g, 244 g, 249 gと近い値を示しているが当年生の稈は水分含有率が2年生以上にくらべていちじるしく高い。

つぎに枝については年齢別には測定しなかったが, 全年齢のものを合計したササの総重量47.9 kgの21.7%となっており, 枝も稈と同様工業用原料としては価値が高いので, 稈枝合わせると88%が工業的利用の対象となる。生葉の重量比率は11.7%であった。ちなみに1本370gのササが27 cm 間隔に生えていると, ha 当りの蓄積は約50 トンとなる。図-4に示した大型チシマザサの密生状況からして, ササの蓄積が大きいことが理解できよう。

つぎに稈の節数をみると表-4のようであって, 根元直径約19 mmの完全な稈では, 当然

表-4 稈の節の数
Table 4. Number of nodes in culms

項 目 Items		1 年 生 1-year-old	2 年 生 2-year-old		3 年 以 上 More than 3-year-old	
		完 全 Sound	完 全 Sound	折 損 Breakdown	完 全 Sound	折 損 Breakdown
本 数 Number		14	45	4	48	18
節 数 Number of nodes	平 均 Average	22	21	17	21	14
	範 囲 Range	19-26	18-25	16-17	18-25	1-217
根 元 径 Diameter at Butt (mm)	平 均 Average	18.8	19.1	19.0	19.4	20.1
	範 囲 Range	16.8-20.9	15.1-20.8	18.0-20.5	16.8-20.9	16.5-20.6

表-5 ササ稈の成分組成 (%) と発熱量 (cal)
Table 5. Chemical composition (%) and calorific value (cal) of *Sasa* culms

年 齢 Age	灰 分 Ash	抽 出 物 Extracts in				リグニン Lignin	ホ セ ル ロ ー ス Holo- cellulose	発 熱 量 Calorific value (cal)
		冷 水 cold water	温 水 hot water	1% NaOH	アル・ベン alcohol benzene			
1 年 生 1-year-old	1.5	11.0	12.3	32.9	4.9	21.6	67.0	4,710
2 年 生 2-year-old	1.4	10.6	12.6	33.5	5.3	20.2	68.1	4,710
3 年 以 上 More than 3-year-old	1.6	10.7	12.7	32.9	6.8	21.1	63.8	4,620
平 均 Average	1.5	10.8	12.5	33.1	5.7	21.0	66.3	4,680

のことながら年齢に関係なく21前後である。折損稈は2年生の場合平均17節が残っており、3年以上では平均14節であった。稈の開葉までの節数が、高さ2m前後のチシマザサの場合で12~20節、平均16節という報告³²⁴⁾と近い値となっている。

稈の成分組成と発熱量は表-5のようであって、年齢による差異はみとめられない。当年生は細胞壁が薄いけれども、成分組成が2年生以上のものと差のないことから、ササ稈は発筈してから数カ月の生長期間の中で完全に木化していることがわかる。また発熱量は4,710~4,620 cal、平均4,680 calで北海道の主要広葉樹の平均が4,720 cal³¹⁴⁾であるのと比較し、成分組成などからみて妥当な値である。

3. 稈の組織学的観察

1) 試料

試料は前記北海道大学雨竜地方演習林418林班で1983年10月、その年の生長が完全に休止してから採取した。高さ2.5m程度のやや小振りのものを地下部をつけて掘りとり、年齢は枝の分岐数と稈鞘の破損状態などを参考にして当年生、2年生、3年生、4年生に分けた。この分け方では当年生と2年生は確実にあり、3年生以上のものについても分枝の状態などから判断して、ほぼ確実に考え今回は3年生、4年生とした。分枝や葉の着生状態は図-6のようである。また地下にはタケノコをすでに着生しており、その状態は図-7のようであった。

2) 実験方法

節間の長さは最小目盛1mmの物差で、また直径はキャリパーによって大小2方向を測定して平均値をとった。節間部の番号は根の着生している最上部の節から数えて図-8に示すように、地上部は1, 2, 3と順次上に向って、また地下部は下に向って-1, -2と順次番号をつけた。比重は生の容積に対する絶乾重量から算定した。組織の観察と繊維長の測定はつぎのようにして行った。



当年生 2年生 3年生

図-6 年齢別のチシマザサ

Fig. 6. *Sasa kurilensis* in different ages.

A. 切片法

各節間の中央部から1 cmの長さの稈を切りとり、適当な大きさに縦割りしてミクロトームを用いて10~15 μm の厚さの切片を作製し、観察用試料とし顕鏡した。モノクローム写真の撮影用には1% サフラニン水溶液を用い、染色→水洗→脱水→透徹→封入→検鏡の順に、また組織を染め分けたカラー写真用にはサフラニンとファーストグリーンとの二重染色すなわちサフラニン染色→水洗→脱水→ファーストグリーン染色→アルコール洗浄→透徹→封入→検鏡の順に実験を進めた。また写真撮影には Olympus BH 型顕微鏡を用いた。

B. 解 織 法

試料を細かく割裂してから試験管に入れ、Jeffrey 液を加えて室温で1~2日間放置して解織した。離解した細胞を水洗し、その中から繊維長測定用の繊維を針棒ですくい取って、サフラニン染色→水洗→グリセリン水で封入の順で測定用プレパラートを調製し、万能投影器で長さや直径を測定した。一方、特定の細胞の観察はつぎのようにして行った。すなわち水洗した細胞群から実顕微鏡下で目的の細胞を取り出し、それをトルイジンブルー O 染色→水洗→グリセリン水で封入してから検鏡に供した。

3) 結果および考察

A. 節間の長さ、直径および実質率

折損していない完全な稈5本について、節間の長さの配列を図-9に示す。図-9には年齢



図-7 秋、地下にできているチシマザサのタケノコ

Fig. 7. Sprouts of *Sasa kurilensis* growing in the underground in autumn.

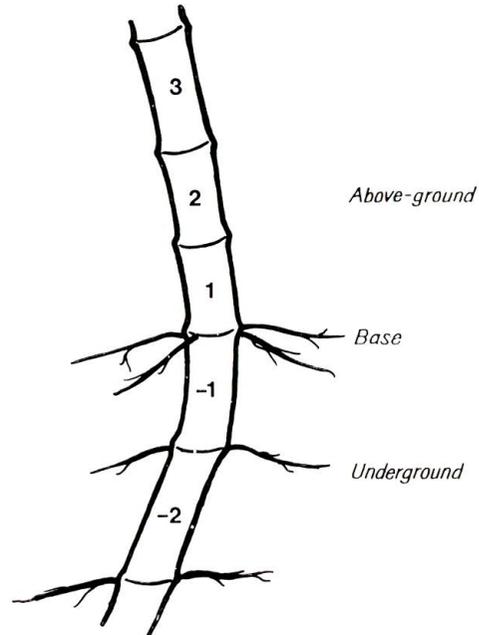
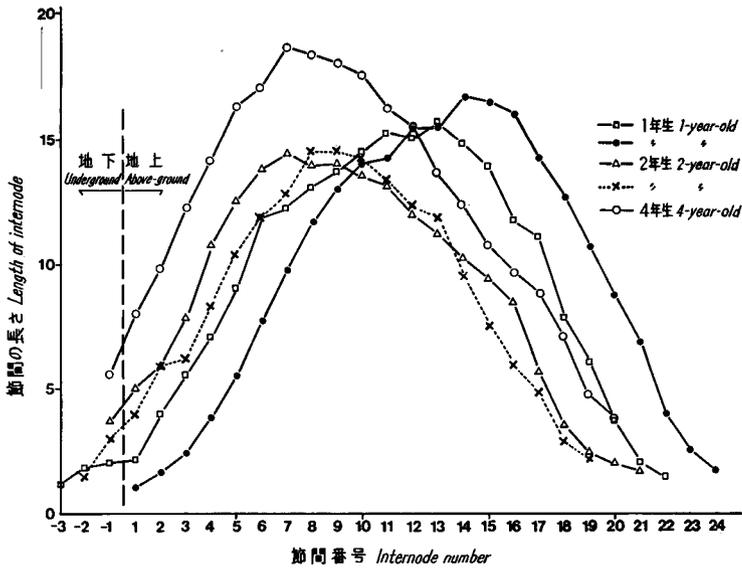


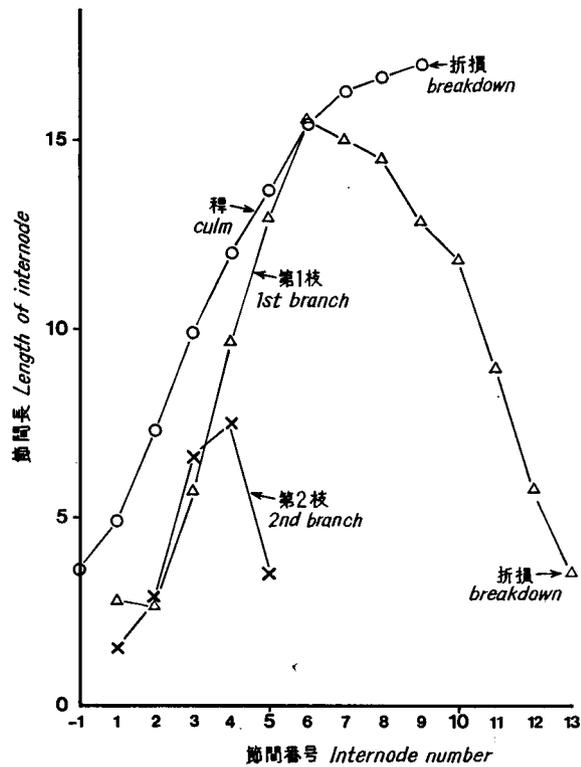
図-8 節間番号説明図

Fig. 8. Diagram of explanation for internode numbering.



図—9 稈の節間長 (cm) の分布

Fig. 9. Distributions of internode length (cm) in culms.

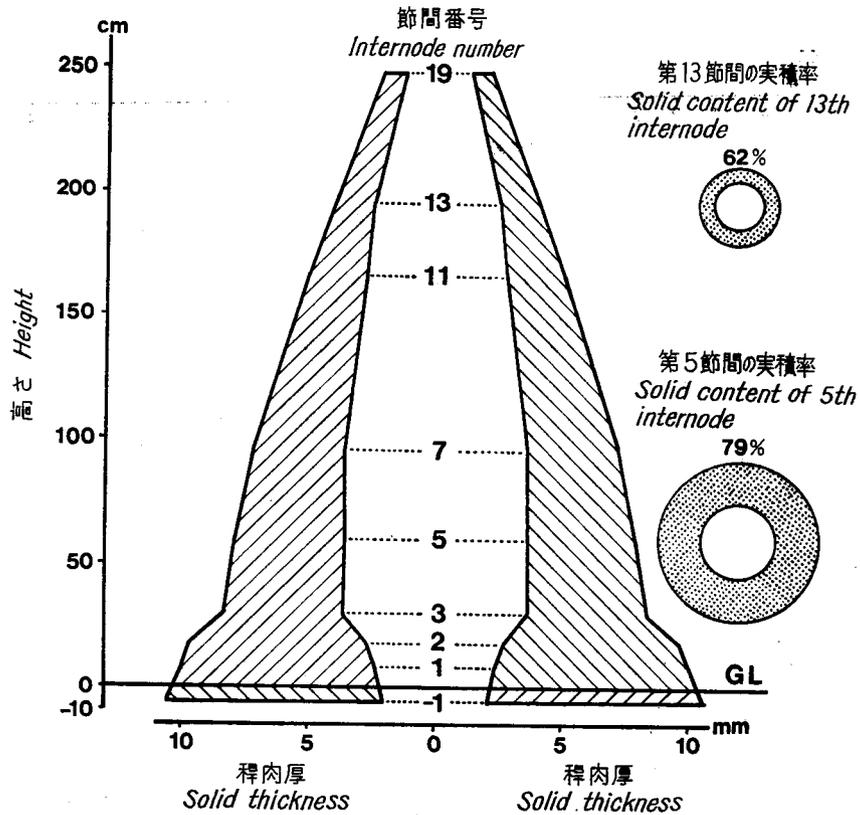


図—10 稈および枝の節間の長さ (cm)

Fig. 10. Length (cm) of internodes in a culm and branches.

表—6 4年生稈の高さ別実質率
Tale 6. Solid content of a 4-year-old culm in different heights

節 間 Internode		外 円 Outer circle		内 円 Inner circle		実 質 Ring-like solid		実 質 率 Rate of solid content $\frac{A-B}{A} \times 100$ (%)
番 号 Number	高 さ Height (cm)	直 径 Diameter (cm)	面 積 Area (cm ² (A))	直 径 Diameter (cm)	面 積 Area (cm ² (B))	面 積 Area (cm ²)	肉 厚 Thickness (cm)	
19	248.5	0.42	0.138	0.26	0.053	0.085	0.08	61.7
13	195.2	0.81	0.515	0.50	0.196	0.319	0.16	61.9
11	166.1	1.01	0.801	0.56	0.247	0.554	0.23	69.2
7	96.1	1.44	1.628	0.72	0.407	1.221	0.36	75.0
5	60.5	1.58	1.959	0.72	0.407	1.552	0.43	79.2
3	30.1	1.67	2.189	0.73	0.418	1.771	0.47	80.9
2	17.8	1.94	2.954	0.54	0.228	2.726	0.71	92.3
1	8.0	2.01	3.171	0.47	0.173	2.998	0.77	94.5
-1	5.5	2.12	3.528	0.41	0.132	3.396	0.86	96.2



図—11 稈の縦断面図

Fig. 11. Diagram of vertical section in a culm.

別に示したが、節間の長さは筍が完全に伸長するまでに決定され、2年以後はまったく変化しないので、年齢別に比較することはあまり意味がない。あるとすれば、その年の気象が稈長にどのように影響したかであろう。測定の結果、稈番号の中央に当る節間が、ほぼ稈の長さの中心にあることと、中心附近に節間の最も長いものが見出されることがわかった。

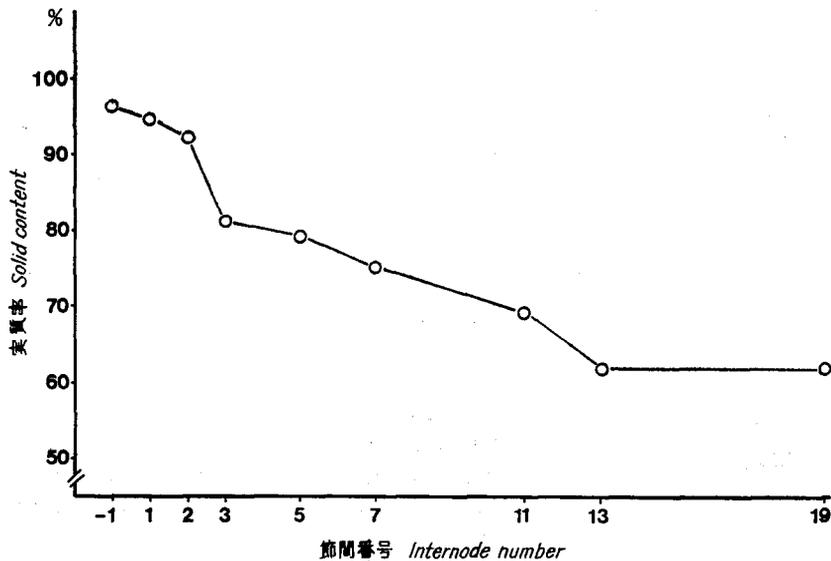


図-12 各節間部における実質率

Fig. 12. Solid content of the culm in each internode.

表-7 稈の高さ別比重

Table 7. Specific gravity of culms in different heights

位置 Part	当年生 1-year-old culm		2年生 2-year-old culm		3年生 3-year-old culm	4年生 4-year-old culm	
	No. 1 (直径 Diameter (mm))	No. 2 (直径 Diameter (mm))	No. 1 (直径 Diameter (mm))	No. 2 (直径 Diameter (mm))	No. 1 (直径 Diameter (mm))	No. 1 (直径 Diameter (mm))	No. 2 (直径 Diameter (mm))
上 Upper	0.38 (4.5)	0.29 (6.0)	0.40 (5.5)	0.52 (5.5)	0.56 (6.0)	—	0.47 (5.0)
中 Middle	0.38 (11.0)	0.38 (11.5)	0.45 (10.5)	0.56 (12.0)	0.56 (11.0)	0.53 (13.5)	0.60 (16.0)
下 Lower	0.36 (14.5)	0.35 (14.5)	0.53 (14.0)	0.53 (14.5)	0.59 (14.5)	0.58 (16.5)	0.62 (20.0)
地下 Underground	0.43 (15.0)	—	—	—	—	—	0.65 (21.0)
枝 Branch						第1枝中央: 0.57 (8.0) Middle of 1st branch 第2枝中央: 0.37 (4.5) Middle of 2nd branch	

また、稈が折れると多くの場合、折れた部分の直下にある節から枝が出て、稈・枝・葉合せて元の高さに復元する。さらに枝が折れると、稈の場合と同様に折れた部分の直下の節から芽をふいて第2枝となり、全体として元の高さに復元する。このような状態の1本をえらんで、その節間の長さを示したものが図-10であって、稈が第9節の上で折れたため第9節から第1枝が伸びた。さらに第1枝が第13節の上で折れたため、第13節から第2枝を生じたものである。図-10をみると、稈・枝いずれの場合も中央部の節間の長さが最長であって、根元および先端にいくにしたがって短くなっている。

つぎに4年生の稈について根元から先端までの19節間において、内径および外径を測定して(表-6)プロットすると図-11のような稈の縦断面図となる。これをみると第3節間までは外径および稈の厚さが目立って大きく、第3節間から上は上にいくほど外径、肉厚ともに小さ

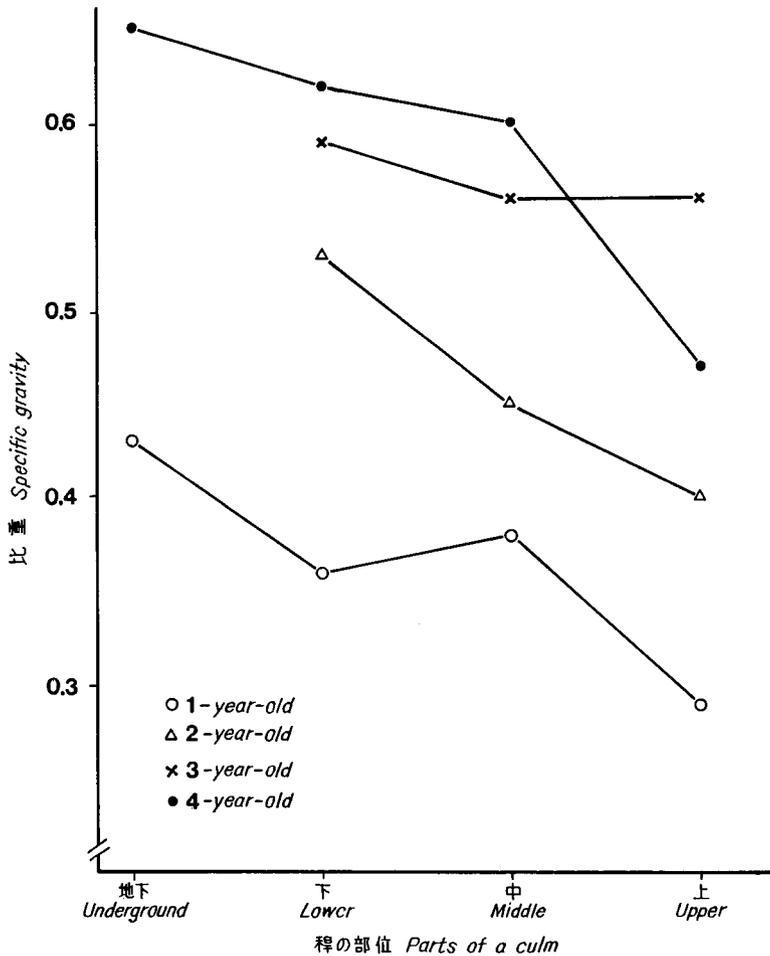


図-13 稈の高度別比重

Fig. 13. Specific gravity at various parts of a culm in different ages.

くなっている。それぞれの節間中央部における実質部すなわち図-11の右側に示した環状の点を打った部分の外周全面積に対する割合をパーセントであらわした、いわゆる実質率の傾向を示すと図-12のようである。実質率は地下、根元の順に高く、先端にいくほど低くなっている。全程の内空部を含む容積に対する実質部の割合、すなわち全程の実質率は78%で、この実質の52%が地上第5節間までの部分すなわち地上60cmまでの稈に存在する。また地上60cmまでの稈の実質率は85%であって、図-11および図-12でもわかるように、実質率の高い部分が集中している。したがって、ササの稈を資源として採取する場合は、できるだけ下部から伐採することが望ましい。

B. 稈の長さ別比重

各年齢の稈から地下、地上下部、中部、上部の4点における節間部の比重を測定した結果表-7および図-13のようであった。これによると地下部の比重が最高になっているが、この傾向はマイクロームによる地下部の切削が困難であったことから理解できる。地上部でも、いずれの年齢も下部ほど比重が大きい。また年齢別には、当年生が最も小さく、ついで2年生で、3年以上はほぼ1群となって高い値を示しているとみることができる。

C. 年齢別稈の水分含有率

稈の地上部分で根元にやや近い部分から2個の試料をとって水分含有率を測定した結果は表-8のようである。表-8からはっきりいえることは、当年生の稈は水分含有率が他にくらべてきわめて高いことである。すなわち当年生の水分含有率が65%であるのに、2年生以上はすべて50%以下である。当年生の稈は水分含有率が高い上に、後で述べるように細胞壁が薄いため、乾燥すると図-14にみられるように、いちじるしく変形し、いわゆる落込みのような現象がみられるが、4年生の

表-8 年齢別稈の水分含有率

Table 8. Moisture content of culms in different ages (%)

年 齢 Age	水 分 Moisture content		
	No. 1	No. 2	平 均 Average
当 年 生 1-year-old culm	65.8	63.9	64.9
2 年 生 2-year-old culm	48.0	49.5	48.8
3 年 生 3-year-old culm	49.3	—	49.3
4 年 生 4-year-old culm	41.3	43.4	42.4

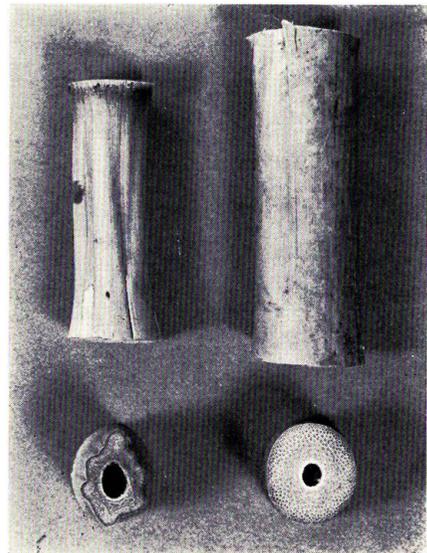


図-14 稈の105°C乾燥による変形

Fig. 14. Comparison of shrinkage in the culms on drying at 105°C.

Left: Samples of a 1-year-old culm
Right: Samples of a 4-year-old culm

表-9 部位別の繊維長, 繊維幅およびその比
 Table 9. Fiber length, fiber width and ratio of length to width in various parts of a culm

	繊維長 Fiber length		繊維幅 Fiber width		繊維比 Ratio of length to width
	平均 Mean 最小-最大 Min. Max. (mm)	変動係数 Coefficient of variation (%)	平均 Mean 最小-最大 Min. Max. (mm)	変動係数 Coefficient of variation (%)	
地下部 Underground part	1.40 0.605~2.800	32.1	0.016 0.0075~0.0250	23.4	88
下部 Lower part	1.22 0.365~2.300	30.3	0.015 0.0075~0.0250	27.6	81
中央部 Middle part	1.34 0.530~2.690	31.9	0.013 0.0075~0.0200	27.7	103
上部 Upper part	1.03 0.340~1.945	33.3	0.011 0.0050~0.0200	29.3	94

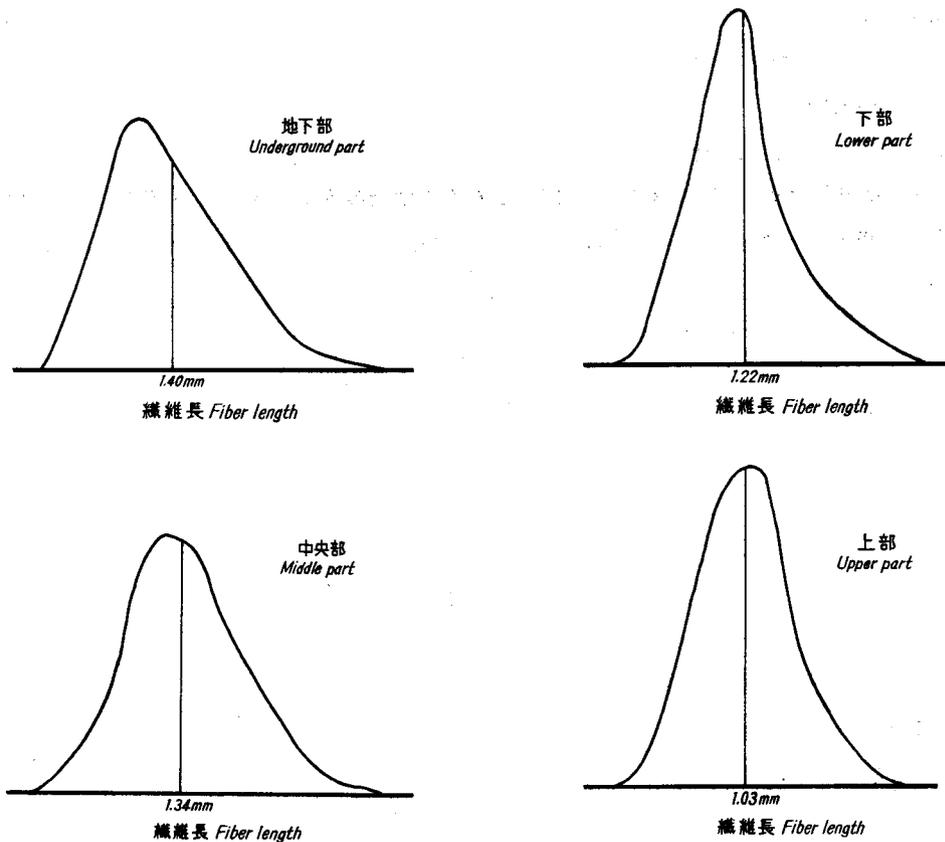


図-15 稈の部位別繊維長の分布
 Fig. 15. Distributions of fiber length in various parts of a 4-year-old culm.

稈は乾燥によって収縮するが、ほとんど変形しない。

D. 繊維の長さおよび幅

4年生稈の地下部、地上部の下部、中部、上部の厚膜繊維それぞれ100本ずつの繊維長と繊維幅を測定し、それらの平均値、最小値、最大値、変動係数および繊維比を算出した。その結果は表-9および図-15のようである。

繊維長の平均は地下部の1.40 mmが最大で、上部の1.03 mmが最小であった。また地上部のみについてみると中央部の1.34 mmが最大であった。標準偏差を平均値で除した変動係数はいずれも30%程度で、部位による変動はみられない。つぎに繊維比は81から103の範囲にあり、中央部が最大であった。

さらに各部位における繊維長の分布が正規分布をしているかどうかを調べるため、 χ^2 法による適合度の検定を行ったが、いずれも長繊維領域での適合性が悪く、正規分布とはみなされなかった。この傾向は既往の研究結果⁷⁹⁾とも一致している。

一方、稈中央部の繊維について繊維長と繊維幅の相関をしらべた結果は表-10のようである。相関係数(r)は0.218ときわめて低い値となったが、 r 表での検定結果は5%水準で有意であり、したがって繊維長と繊維幅の間には低いながら(+)の相関のあることがわかった。

E. 稈の組織構造

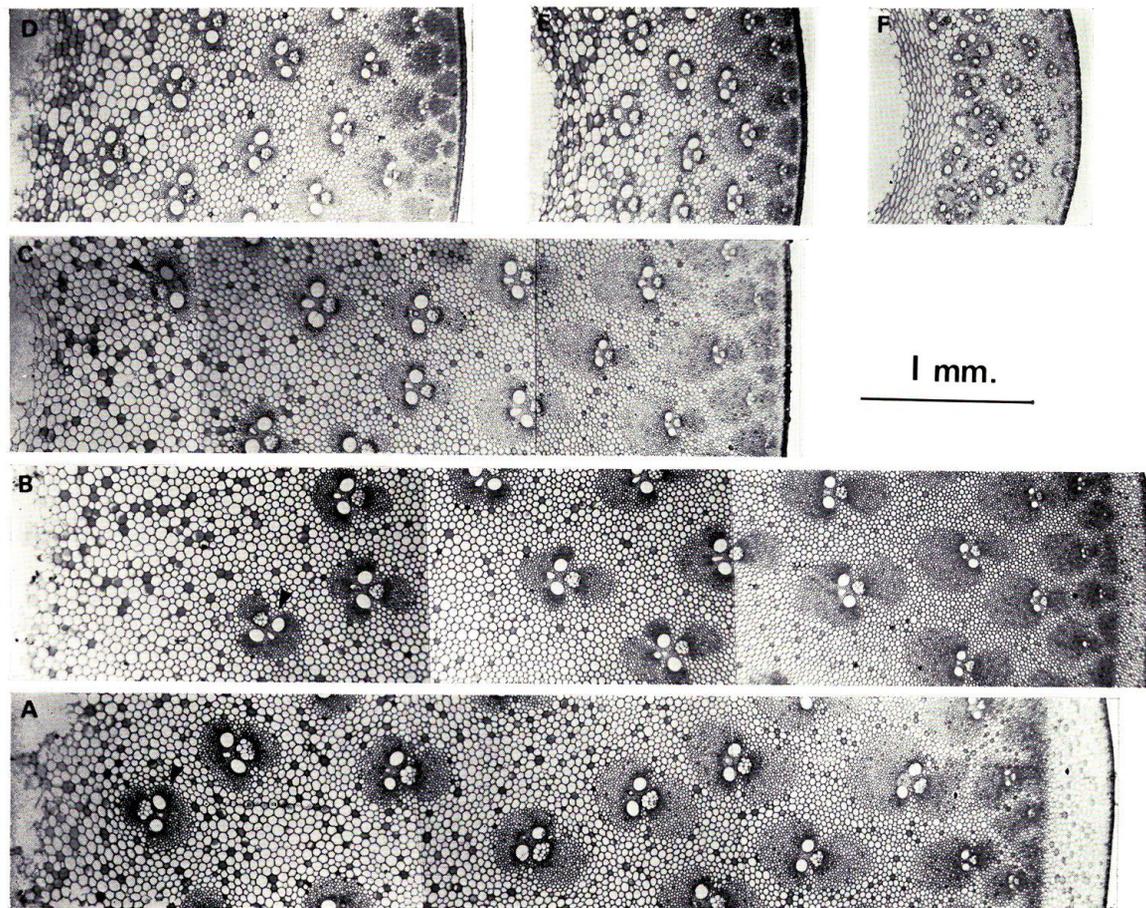
a. 横断面から見た構造

図-16は当年生稈の高さ別節間中央部の横断面の顕微鏡写真である。各写真の左側は髓腔部、右側は表皮部となっている。写真A, B, C, Dは髓腔部を揃えて上下にならべてあるので、

表-10 繊維長と繊維幅の相関
Table 10. Correlation of fiber length to width

繊維長 Fiber length (mm)	繊維幅 Fiber width (10^{-3} mm)						計 Sum
	6.5	9.0	11.5	14.0	16.5	19.0	
0.45	2						2
0.65	2			1		1	4
0.85	2	4	1	3		0	10
1.05	2	6	2	7	1	2	20
1.25	3	5	3	5	1	2	19
1.45		9	2	7	0	0	18
1.65		2	4	4	1	2	13
1.85		1	0	0	0	2	3
2.05		1	3	2	1		7
2.25		1	0	1			2
2.45			0	1			1
2.65			1				1
計 Sum	11	29	16	31	4	9	100

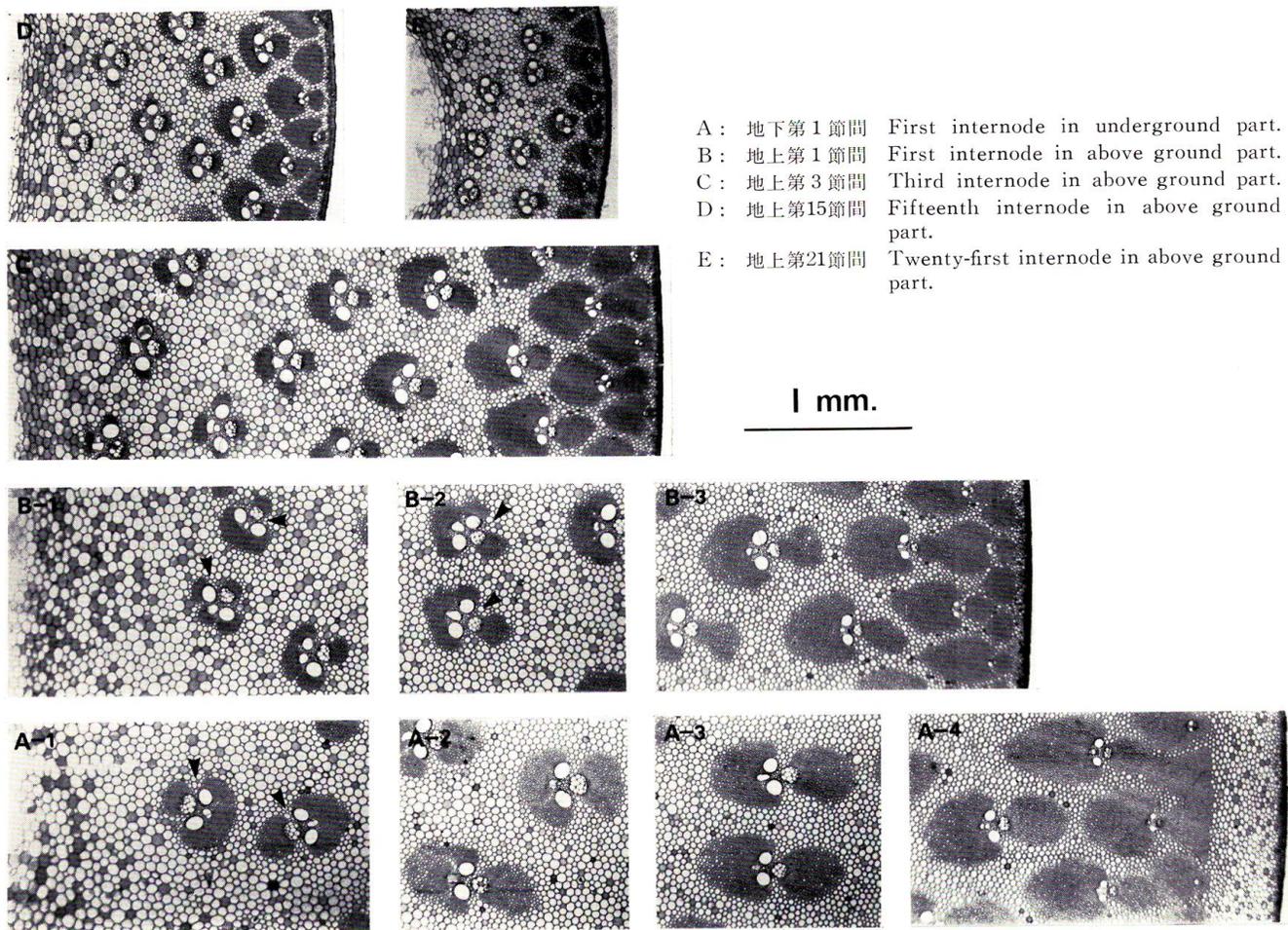
$r=0.218^*$ 5%水準で有意 Significant at 5% level.



A: 地下第1節間 First internode in underground part. D: 地上部第12節間 Twelfth internode in above ground part.
 B: 地上部第1節間 First internode in above ground part. E: 地上部第15節間 Fifteenth internode in above ground part.
 C: 地上部第5節間 Fifth internode in above ground part. F: 地上部第21節間 Twenty-first internode in above ground part.

図-16 当年生ササ稈の横断面

Fig. 16. Cross sections in different heights of a 1-year-old culm.



図—17 4年生稈の横断面図

Fig. 17. Cross sections in different heights of a 4-year-old culm.

下にいくほど稈のいわゆる肉厚が大きくなる傾向がよくわかる。この写真からわかるように、ササの組織はタケと同じく柔細胞を基本組織として、その中に維管束が多数散在している。各維管束は人の顔にたとえることができ(図-18)、目にあたる2つの円形部は道管であり、口にあたる部分は数コの篩管と小さな伴細胞からなっており、道管の間にある空間部は細胞間隙あるいは原生道管である。これらの細胞の周囲にあって頭やヒゲにあたる黒ずんでみえる部分は繊維細胞群である。

維管束はその大きさに変化がみとめられ、いずれも外から内に向うにつれて次第に小さくなり、また上にいくほど小さくなっている。しかし道管径は内に向うほど大きく、上にいくほど逆に小さくなっている。また篩管の径も道管径の傾向に類似し、内に向うほど大きく、上にいくほど小さくなる傾向がある。さらに、基本組織である柔細胞は内に行くほど径が大きくなっている。しかし高さによる変化はそれほど顕著でない。

維管束の向きについてみると、内方にあるものは外方のものに比べ、その中の各細胞の配置の仕方はかなり乱れている。外方部にある維管束では、外方にあるものは、いわゆる口、すなわち篩管群が表皮側に位置しているが、内方にあるものは必ずしもそうではなく、極端な場

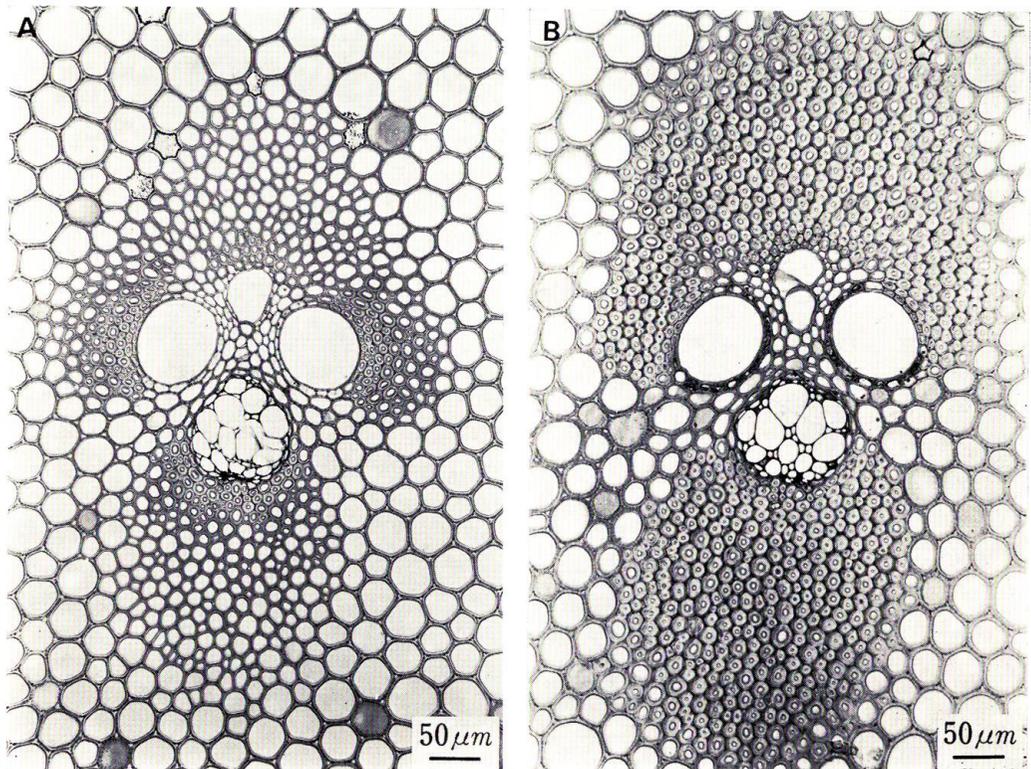
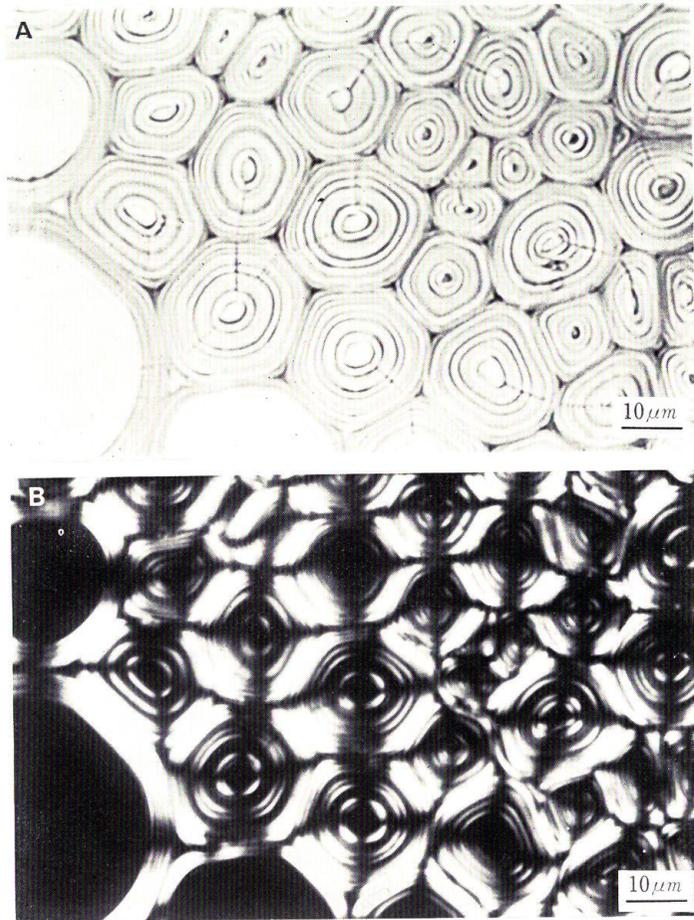


図-18 当年生(A)と4年生(B) 維管束の比較

Fig. 18. Vascular bundles of a 1-year-old culm (A) and a 4-year-old culm (B).

合にはまったく逆に向いてしまっている場合もある(写真クサビ)。これは維管束がネジレているためと考えられるが、このネジレの原因は判然としない。維管束どおしの三次元的な連結、離合に由来するものであろう。

また写真A(地下部)とB(地上第1節間部)は表皮のすぐ内側に、いわゆる基本組織とは異なった、まったく維管束の入り込まない細胞群が帯状に存在している。これは皮層と考えられるが、地下部のものは地上第1節間のものよりも明らかに厚いことがわかる。しかしC(第5節間)以上の上方部には、このような組織は存在しない。なお各断面の髓腔部には、肉眼で見た場合、白くて軟かい線状のものがあつたが、それは切片作製の処理中に抜け落ちてしまったようで、この写真にはみられない。表皮は1列の厚壁の細胞からなっているが、その詳細はここではふれないことにする。



図—19 厚壁繊維の多層構造(A)とAの偏光顕微鏡写真(B)

Fig. 19. Polylamellate structures of sclerenchymatous fibers.
A: Optical micrograph B: Its polarized micrograph

図-17は4年生と考えられる稈の各高さ毎の横断面の顕微鏡写真である。その組織は当年生のものと基本的には大差ないが、幾つかの点に相違を認めることができる。なお写真AとBは内方から外方まで連続してすべてを示したものでなく、Aは4等分、Bは3等分した部分の代表的なところを示したものである。

維管束群の方向性は当年生のものと同じく、内方で乱れ、まったく逆を向いてしまったものもある(写真クサビ)。最も顕著な相違は繊維細胞の壁厚に現われている。図-16の当年生の稈と比べると明らかなように、壁はきわめて厚く、内腔がほとんど認められないほどである。また厚壁になった繊維細胞の数も管束の大きさからみて、かなり増加しているかのようにみえる。このような繊維細胞の厚壁化は、いずれの地上高においても非常に顕著である。なお、このように厚壁化した細胞群に色の濃淡がみられるが、これは本来的なものではなく、切片作製時の厚さむらの結果である(写真A, B, C)。

図-18は当年生繊維と4年生繊維の最も異なった点、すなわち細胞壁の厚さの相違を示したものである。写真Aは当年生稈の、Bは4年生稈の維管束を示したものである。写真から明らかなように、繊維細胞の壁厚にはいちじるしい相違のあることがわかる。当年生の場合(A)には繊維細胞の内腔が十分に認められるが、4年生(B)では内腔はわずかししか認められず、二次壁が相当に肥厚したことがわかる。ただし、繊維細胞の数は4年生で増加しているようにみえるが、これはこれらの維管束の稈内での位置によってその数が異なるので、この2つの写真だけで数の増加を論ずることはできない。また4年生の原生道管中にはチロース様のものが認

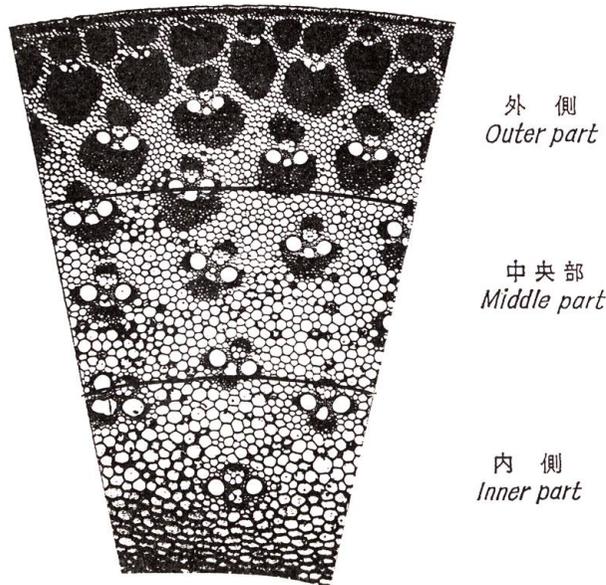


図-20 4年生チンマザサ稈第10節間中央の横断面
Fig. 20. Cross section in the middle of 10th internode in a 4-year-old culm.

められるが、これについてはさらに研究する必要がある。

b. 厚壁繊維の多層構造

厚壁繊維の多層構造を図-19に示す。これは図-18に示した厚壁繊維の特長を4年生の稈の中央部について観察したものを拡大したのがAであり、偏光顕微鏡によって同一カ所を撮影したものがBである。これによると走査型電子顕微鏡による観察の場合^{194,213)}と同じく10層近い層構造がみられる。また柔細胞の壁厚は繊維細胞より薄い、細胞壁に繊維細胞と同じような多層構造がみられ、当年生ササの細胞壁が生育の2年目以降、壁の多層化によって厚壁となるササ・タケ特有の生長・成熟の過程が理解できる。さらに写真Aには繊維細胞の壁孔が隣接細胞との間で連結している様子もみることができる。なおタケ厚壁繊維の多層構造について走査電子顕微鏡で観察した報告^{231,261,323)}があり、ササと同様の結果がえられている。

c. 横断面における基本組織と維管束の割合

横断面における基本組織と維管束の割合は稈の高さによって異なるので、今回は4年生稈のほぼ中央部にあたる第10節間部について測定した。顕微鏡写真をリコピーで拡大複写してから、2つの半径に挟まれた扇形部分を外側、中央、内側の同じ幅の3帯に分け(図-20)、その中に含まれている維管束および繊維を線で囲み、また道管と師管はそれぞれ別の色で着色してからそれぞれの面積占有率を測定した。その結果は表-11のようである。基本組織は外側ほど割合が小さく、内側にいくにしたがって大きくなり、維管束は逆に外側ほどその割合が大きい。ササの稈が外側ほど堅いのは、外側ほど厚壁の繊維が多く集っているからであり、内側が軟かいのは、内側ほど比較的薄壁で大型の柔細胞の集った基本組織の割合が大きいからである。

d. 二重染色による組織の観察

サフラニンとファーストグリーンによる二重染色で、木化した組織は赤く、未木化の組織は青く染色される性質を利用して4年生稈の第10節についてそれぞれの組織の観察を行った

表-11 4年生第10節間の基本組織と維管束の割合* (%)
Table 11. Ratio of ground tissue to vascular bundle in 10th internode of a 4-year-old culm*

	基本組織 Ground tissue	維管束 Vascular bundle	維管束中の各要素 Elements in vascular bundle			
			繊維 Fiber	道管 Vessel	師管 Sieve tube	その他 Miscel- laneous
外側 Outer part	47.8	52.2	47.3	2.7	1.5	0.7
中央部 Middle part	75.3	24.7	17.0	4.4	1.9	1.4
内側 Inner part	91.3	8.7	5.3	1.7	0.8	0.9
全体 Total	67.7	32.3	26.8	3.1	1.0	1.4

* Percentage of each area occupied at cross sections in 10th internode of a 4-year-old culm.

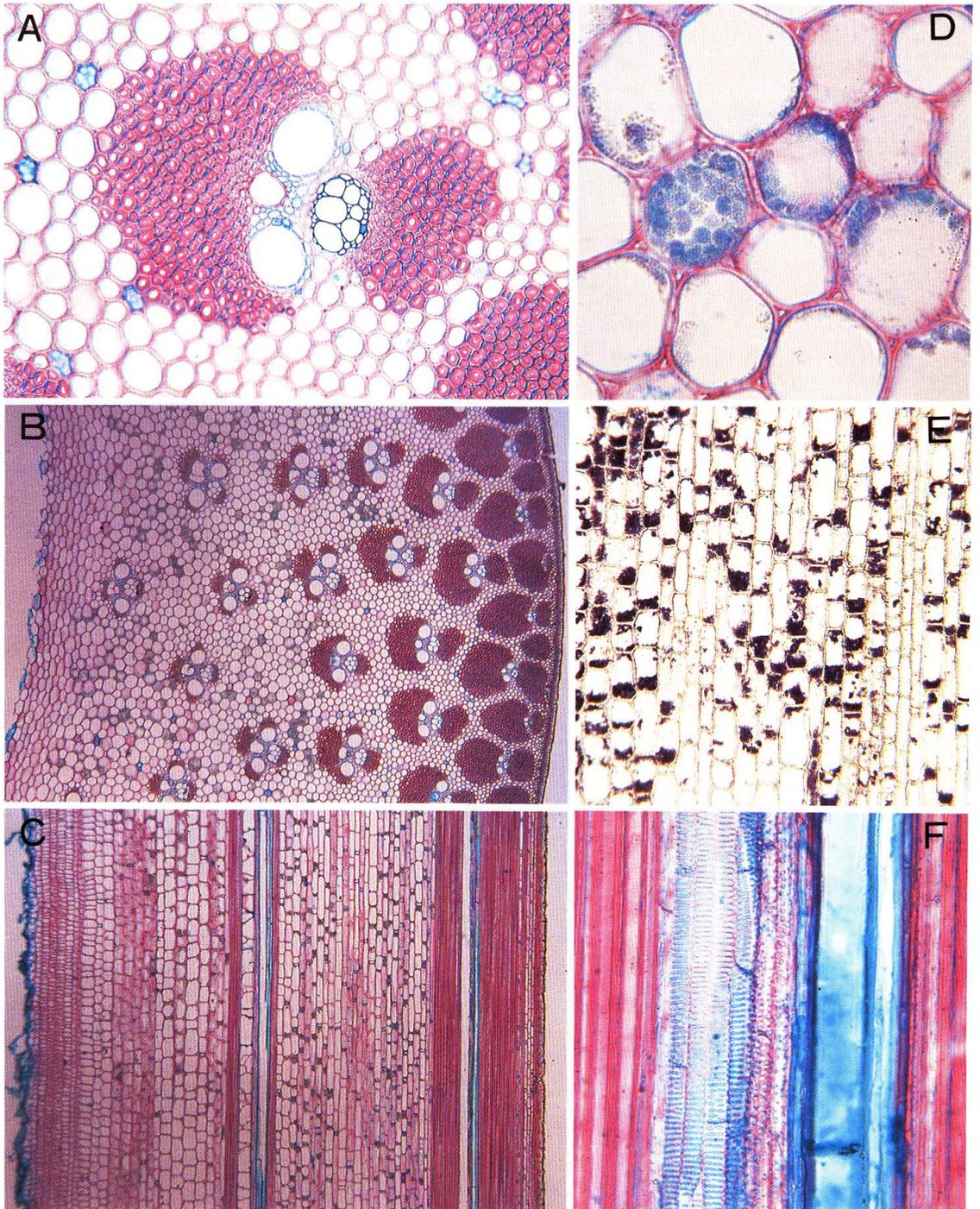


図-21 二重染色による組織の写真

Fig. 21. Micrographs of culm tissues by a safranin-Fast Green staining method.

A: 維管束 Vascular bundle ($\times 100$). B: 横断面 Cross section ($\times 20$). C: Bの縦断面 Vertical section of B ($\times 20$). D: 柔細胞中の澱粉 Starch in parenchyma cells ($\times 250$). E: ヨード澱粉反応による澱粉の確認 Starch confirmed by iodine reaction ($\times 100$). F: 維管束縦断面 Vertical section of vascular bundle ($\times 150$).

結果を図-21に示す。まず維管束の横断面(写真-A)をみると、青く染っている部分は維管束の中では師管および師管、道管、原生道管をとりまいてる小型の柔細胞と基本組織を構成している柔細胞中の物質である。維管束の縦断面(写真-F)には道管を中心として師管、繊維、柔細胞などの位置関係の1例をみることができる。つぎに稈の縦断面(写真-C)を内側から外側に向かって(左→右)みると、柔細胞の形状は内側ほど径は大きい(写真-B)短いことがわか

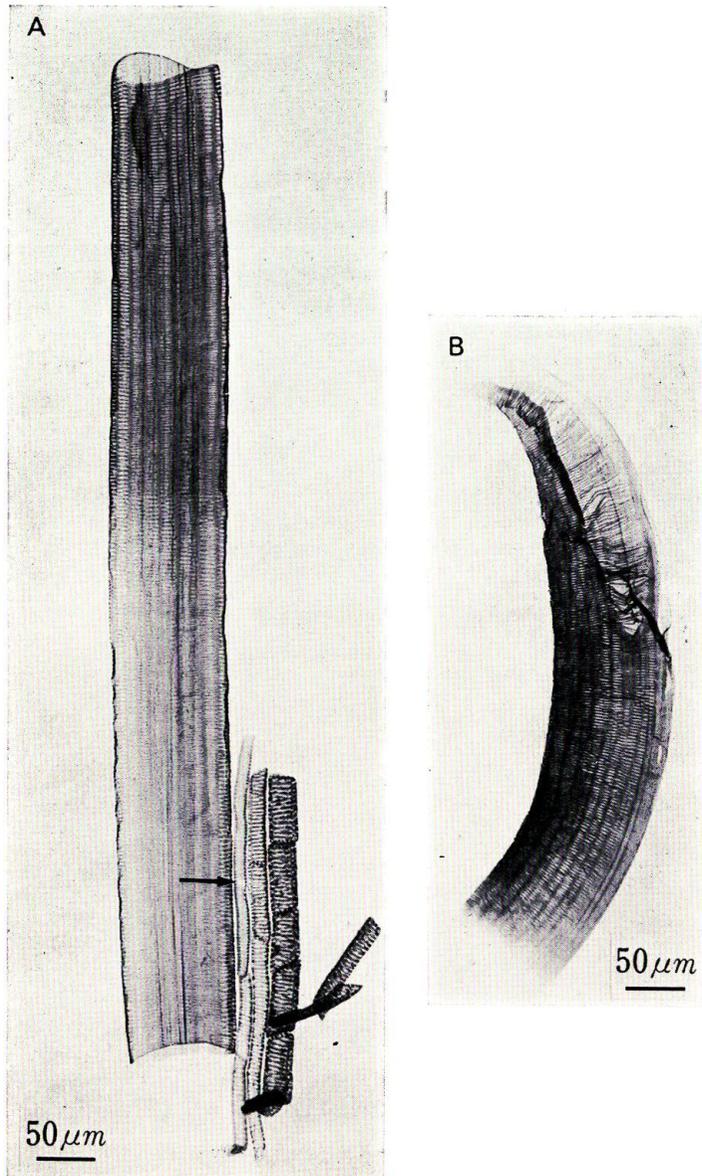


図-22 道管要素(A)と階段状穿孔板(B)

Fig. 22. A vessel element (A) and a scalariform perforation (B).

る。また基本組織の柔細胞内に含まれている物質(写真-D)はヨード反応の結果(写真-E)澱粉であることが確認され、細胞内の澱粉はサッカーボール状であることが報告¹⁹⁴⁾されている。

e. 道管要素

図-22は解繊した道管要素である。Aは通常見られるもので、その側壁には多数の壁孔が階段状にみられる。ただし観察した限りでは、その全側面がすべて壁孔を有しているわけではなく、その一部に壁孔のない部分があり、そのような領域は縦方向に連続した帯状を呈していた。この道管要素の上下には穿孔があり、ほとんどのものは単穿孔であった。しかし、まれにはあるが写真Bのような階段状の穿孔板を有するものも認められた。階段状の穿孔板を有するものでも片方は単穿孔である(写真Bの下)。これは道管どおしの結合部にあたるものと考えられる。

写真Aの道管要素の下方部に接している細胞には単穿孔がみられるので(矢印)、おそらく小道管であり、したがって、らせん紋道管であろう。その外側の2つの細胞の種類は明確ではないが、仮道管あるいは柔細胞であるかもしれない。いずれにしても電顕などで、壁孔の形状(有縁か単壁孔か)を明らかにしなければならない。

f. 師管要素

図-23は解繊された師管要素を示す。かなり細長い形状であることがわかる。その上下端には師板が存在する(写真A-1)。師板には網目状に師域が認められる。また側壁には多数の白点が認められるが、これは側壁上にある師域である。

この師管要素には2つの小さな細胞が付着している(矢印)。本来はもっと数多く連結していると考えられるが、解繊処理中に脱落してしまったものであろう。この拡大が写真A-2であり、非常に小さな細胞であることがわかる。これが伴細胞であり、師管の機

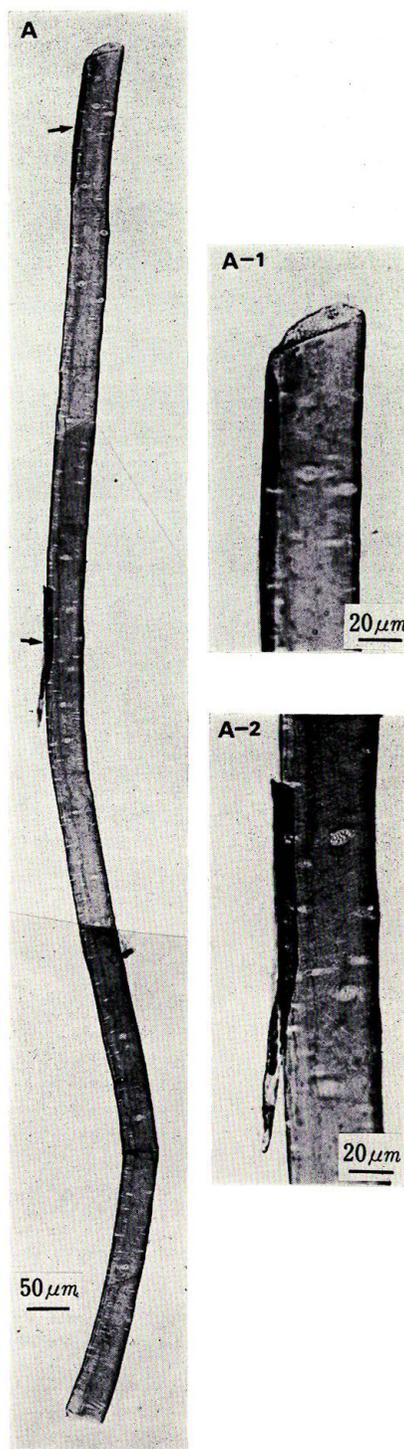


図-23 師管要素と伴細胞

Fig. 23. A sieve tube element and companion cells (arrow marks).

能を補助していると考えられている細胞である。

g. 繊維細胞と柔細胞

図-24は4年生の稈を解繊した繊維細胞(写真A)と柔細胞(写真B)を示している。繊維細胞はきわめて厚壁であり、細長い形である。しかし長さはかなり変動している。木繊維だけでなく、軸方向に長い柔細胞も含まれていると考えられるが、両者の区別は慎重でありたいので、ここでは一括して繊維細胞とした。

写真Bは基本組織を構成する柔細胞である。そのほとんどがいわゆる樽形をしており、その長さは比較的短い。通常、稈の内方にいくほど短くなり、外方にいくほど小径で長くなる傾向がある。いずれの側壁にも単壁孔が小さい白点状に認められる。

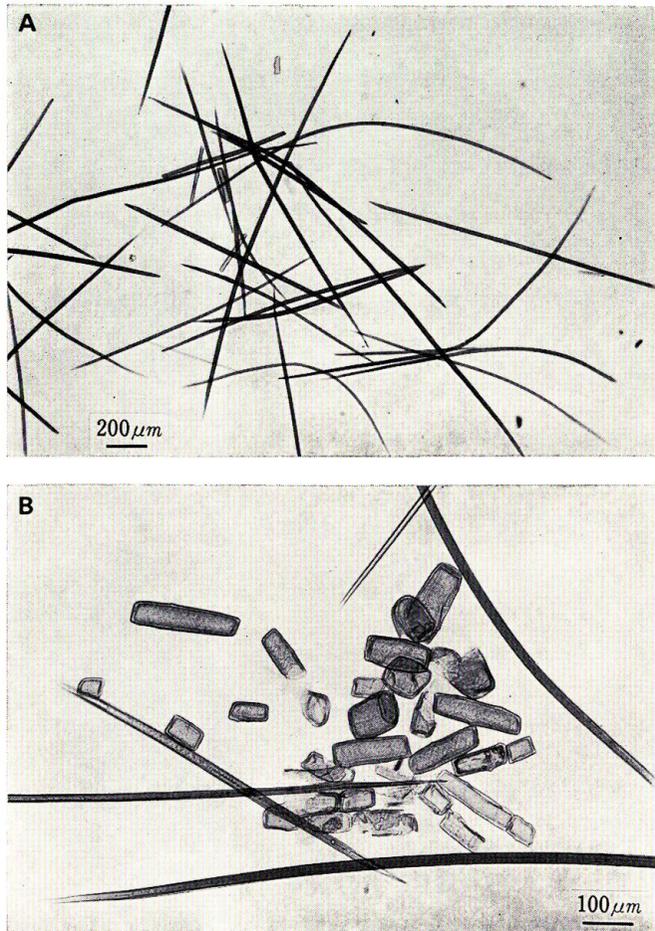


図-24 繊維(A)と柔細胞(B)

Fig. 24. Fibers (A) and parenchyma cells (B).

結 言

ササの資源化に関する研究の目的は、いままでの研究の歴史の中で空白になっている部分を逐次埋めながら、ササを資源化するために必要な知識を系統立ててまとめ上げることである。

本研究では未知であったササ稈の発熱量が平均約 4,700 cal で、ササと成分組成のよく似ている広葉樹材の発熱量³¹⁴⁾と一致していることが明らかになった。さらに、あまり知られていなかったササ稈の組織構造について、その主要部分を知ることができた。

ササ稈は横断面に占める基本組織を構成する柔細胞の面積の割合が 67% と高くパルプのふるい分け試験の例³¹⁴⁾でも 150 メッシュを通過する微細部分 (おもに柔細胞) が 40% と多く、木材ではこの部分がほとんどないのにくらべ、際立った特色である。この欠点を補ったパルプの利用方法がファイバーボードであり、板紙であろう。ファイバーボードの研究はつとに行われていて優良な製品が得られている。

板紙については、中芯紙の製造に、木材チップの中にササチップを混入して利用し、技術的には可能の目途がついている製紙会社もあるときいている。重さにして木材の 11% に相当する蓄積のある北海道のチシマザサを、一定量木材に混入して、木材と区別しないで利用する方法には、既存の工場設備や製紙条件を変えないで操業できる合理性がある。ササと木材の混合同時利用については、さらに技術を高める研究の推進に心掛けねばならない。

貴重な森林資源であるササが、利用されないまま地中に埋められていくのは、ササの資源化の研究を推進している者にとって、まことに残念なことである。農林水産資源に対する対応の仕方は、利用上の経済性だけでは決定できない特殊な重要性がある。合理的なササの利用方法の確立と貴重な国内資源の合理的取り扱いに対する国や地方行政機関の前向きな政策とがあいまって、はじめてササの資源化が確立するのであるから、資源弱小国らしい政策の確立を望むものである。

摘 要

ササの研究は長い間各方面で行われてきたので、その研究の歴史をたどりながら、本研究では若干の未知の部分について解明を試みた。すなわち稈の発熱量を測定し、組織構造に重点をおいて研究を進めた。その結果は以下のものである。

1. 北海道大学雨竜地方演習林で採取した大型チシマザサ 129 本の平均重量は 370 g/本で、稈:枝:葉の重量比率は 66:22:12 であった。
2. 1 とは別の試料を用いくわしく観察した結果、地上の節の数は 19-24 で、節間の長さは稈、枝とも中央部が最も長く、両端にいくほど短くなっていた。
3. 稈の比重と実質率は地下と根元が大きく、先にいくほど小さくなっていた。
4. 本研究によって得られたデータと既往のものとは一致しているものは、

- 1) 水分含有率は当年生が65%で、2年生以上が50%以下であるのにくらべて高かった。
- 2) 成分組成は広葉樹に近い値であった。
- 3) 地上の高さ別繊維長は中央、根元、先端の順に長かった。
5. 発熱量は年齢に関係なく約4,700 calで、広葉樹材の値と一致していた。
6. 繊維細胞の多層化、厚壁化は当年生から2年生に生長する段階に目立っていた。
7. 道管は単穿孔であるが、時に階段状穿孔板が見られ、特色ある篩管とその伴細胞が観察できた。

文 献

- 1) 小泉昇平：クマザサに就て。北海道林業会報，7，No. 4，33 (1909).
- 2) 林業試験係（東京大林区署）：ネマガリダケ撲滅試験報告。林友，73，1 (1920).
- 3) 河田 杰・西森道也：ネマガリダケ撲滅試験。林業試験彙報，1，1 (1920).
- 4) 内田繁太郎：根曲竹に関する研究。盛岡高農同窓会学術彙報，1，33 (1923).
- 5) 沖野丈夫・小柳武房：ササ刈払時期とその後における発生状況の1例。帝室林野局札幌支局，造林に関する調査研究，2，130 (1929).
- 6) 高橋栄治・白浜 潔：ねまがりたけの炭水化物特にリグニン及びヘミセルローズ構成糖類に就て。札幌農林学会報，No. 97，335 (1929).
- 7) 竹内叔雄：竹の研究。養賢堂 (1932).
- 8) 富良野出張所：ササ類の密度と稚樹発育との関係について。御料林，57，51 (1932).
- 9) 長谷川孝三・野原勇太：ササの薬剤枯殺について（予報）。林学会雑誌，16，470 (1933).
- 10) 内田繁太郎：飼料としてのササの利用。山林，54，34 (1935).
- 11) 大久保寛一・高田金次郎：ササ地内における針葉樹の天然生稚樹5カ年間の消長。御料林，83，13 (1935).
- 12) 福山伍郎：パルプ資源としてのクマザサの利用価値に就いて。札幌農林学会報，29，357 (1937).
- 13) 福山伍郎：簡易曹達木材パルプ製造法並に笹パルプに就て (3)。北海道林業会報，36，64 (1938).
- 14) 鈴木茂次：ササ類の利用について。山林，57，49 (1938).
- 15) 鈴木茂次：ササ類の利用について。竹の友，137，121 (1938).
- 16) 田島則隆：女笹密生地地拵における女笹結束実行について。第3回造林研究会きろく（熊本営林局），112 (1938).
- 17) 松井善喜：笹地の取扱いに就て。北方林業研究会講演集，第1輯，123 (1940).
- 18) スギ林施業法基礎調査係：ササ類の生立及生育とその取扱方に関する若干の調査。林曹会報，279，6 (1940).
- 19) スギ林施業法基礎調査係：ササ類の生立及生育とその取扱方に関する若干の調査。林曹会報，280，12 (1940).
- 20) 館脇 操：北海道笹類の分類 (1~8)。北海道林業会報，38，1~8号 (1940).
- 21) 吉岡邦二：ネマガリダケの群落学的研究。日本林学会誌，22，230 (1940).
- 22) 高橋松尾：信州の天蚕と根曲竹の利用。山林，707，19 (1941).
- 23) 野原勇太：竹の腐化精練に関する研究（予報）。日本林学会誌，25，392 (1943).
- 24) 細田民五郎：北海道特に東部ササ地帯の国有林野馬産限定地の樹林施業法について。林曹，316，2 (1943).
- 25) 野原勇太・横山敏之：竹類の化学的利用法……竹笹類より「フルフラール」及び特殊繊維の製造について。日本林学会誌，26，266 (1954).
- 26) 西田屹二：木材化学工業。上巻，朝倉書店 (1946).
- 27) 大原久友：北海道産笹類の家畜栄養学的研究。北海道農業試験場報告，42，1 (1948).
- 28) 資源調査会：北海道に於けるササ・パルプ資源 (1949).

- 29) 大原久友: ササ類の家畜飼料的価値. 北方林業, 7, 115 (1949).
- 30) 野原勇太・陳野好之: 木酢液応用による笹パルプ製造並び抄紙試験. 山林, 779, 20 (1949).
- 31) 野原勇太・安江保民: 木酢液応用による竹蒸解廃液のフルフラール利用に就いて. 日本林学会誌, 31, 3号4号合併号 (1949).
- 32) 野原勇太・陳野好之・松岡昭四郎: 竹腐化精練に依るパルプ製造並に抄紙試験に就いて. 日本林学会誌, 31, 130 (1949).
- 33) 野原勇太・陳野好之: 木酢液応用による笹パルプ製造並に抄紙試験に就いて. 日本林学会誌, 31, 165 (1949).
- 34) 野原勇太・陳野好之・高城秀雄: 木酢液応用による製綱用竹繊維採取法並に強度試験について. 日本林学会誌, 31, 100, 同試験成績脱落の分 31, 156 (1949).
- 35) 米沢保正: ネマガリダケの温泉処理によるパルプ化. 月報 (林試), 2, 3 (1949).
- 36) 右田伸彦: 竹の化学的性質. 木材工業, 4, 461 (1949).
- 37) 相山藤吉: 温泉利用によるネマガリダケの紙化について. 林業試験集報, 59, 1 (1950).
- 38) 相山藤吉: パルプ及び製紙工業より見たる根曲竹の利用に就て. 林業試験集報, 59, 13 (1950).
- 39) 松井善喜・毛利勝四郎: ミヤコザサにたいする牧野並に混牧林業的研究 (混牧林業試験, 第7報). 林試札支昭和24年度研究発表会講演集, 123 (1950).
- 40) 三宅 勇・杉浦銀治: 根曲竹を原料とせる活性炭の研究, 特に空気電池用炭素に就いて (第1報). 日本林学会誌, 32, 181 (1950).
- 41) 米沢保正・菊地文彦: パルプの話, 林業解説シリーズ No. 28. 林野庁研究普及課 (1951).
- 42) 福山伍郎: 森林は合成化学工場~ササの年成長量は 10 m^3 に相当. 北方林業, 32, 2 (1951).
- 43) 福山伍郎: 北海道に於ける笹の繊維原料としての工業的利用価値に関する研究. 第59回日林講, 296 (1951).
- 44) 三宅 勇・杉浦銀治: 根曲竹を原料とする活性炭の研究, 特に空気電池炭素に就いて (第2報). 日本林学会誌, 33, 207 (1951).
- 45) 福山伍郎: 残された林産資源 一北海道産ササの活用. 北海道通産情報, 7, 1 (1951).
- 46) 福山伍郎: 森林は合成化学工場, ササの年成長量は 10 m^3 に相当. 北方林業, 32, 2 (1951).
- 47) 大原久友: ササを飼料に利用する. 産業朝日, 9, 1 (1951).
- 48) 二木清勝: 北海道の笹パルプ関係踏査報告書 (1951).
- 49) 北海道商工対策委員会: 北海道の板紙工業ことに北海道のササ資源調査報告 (1951).
- 50) 青柳 勝・高橋憲三郎: ササによる苗圃の寒旱害及霜害の防除について. 寒帯林, 20, 9 (1951).
- 51) 福山伍郎・川瀬 清: 廃材の化学的利用に関する研究 (第8報) 北海道産ササのペントーゼン利用に就て. 第61回日林講, 248 (1952).
- 52) 中村 幸: 竹材加工 一木材加工技術の展望一. 木材工業, 7, 42 (1952).
- 53) 鷲見四郎: ササパルプ工業化の問題. 林, 10, 13 (1952).
- 54) 北海道開発庁: 北海道のササパルプ資源調査報告 (1952).
- 55) 井上 桂・五木康士: 伐採跡ササ地の簡易地拵のための火入法. みやま, 17, 11 (1952).
- 56) 古根達也: ササの薬剤枯殺試験について. 造林技術研究, 44 (1952).
- 57) 高橋延清: 林内過放牧によるクマイザサの撲滅報告. 演習林, 9, 7 (1952).
- 58) 武子 稔: ササ類地の更新についての一考察. 林業技術, 4, 173 (1953).
- 59) 福山伍郎・川瀬 清: 廃材の化学的利用に関する研究 (第10報) ササを原料とするフルフラールの製造. 第62回日林講, 253 (1953).
- 60) 福山伍郎・富田明政: 廃材の化学的利用に関する研究 (第XI報) ササを原料とする防火性繊維板の製造. 第62回日林講, 254 (1953).
- 61) 橋本昌利: 笹枯地の更新の一例. 第62回日林講, 118 (1953).
- 62) 堀田勝一: 竹の利用の現況. 林業技術, 135, 6 (1953).
- 63) 樋口隆昌・川村一次・石川 宏: 筍におけるリグニンの生成について. 日本林学会誌, 35, 258 (1953).
- 64) 芳賀良一: エゾヤチネズミの発育と笹の実. 北方林業, 6, 240 (1954).
- 65) 福山伍郎・川瀬 清・里中聖一: 北海道産ササの活用に関する研究 (第3報) ササの繊維長. 第63回日林講, 339 (1954).

- 66) 福山伍郎・里中聖一・川瀬 清：北海道産ササの活用に関する研究(第4報) ササのアルカリ蒸解. 第63回日林講, 341 (1954).
- 67) 福山伍郎・川瀬 清・里中聖一：北海道産ササの活用に関する研究 第1報 ササの生長量と採集過程, 第2報, オクヤマザサの組成, 比重ならびに繊維長. 日林北支講, 2, 2 (1954).
- 68) 福山伍郎・里中聖一・川瀬 清：北海道産ササの活用に関する研究 第5報 エゾネマガリのクラフト法による蒸解. 日林北支講, 4, 1 (1954).
- 69) 福山伍郎・川瀬 清・里中聖一：北海道産ササの活用に関する研究 第6報 エゾネマガリのNSSC法による蒸解. 日林北支講, 4, 1 (1954).
- 70) 福山伍郎・氏家雅男・戸坂園夫：北海道産ササの活用に関する研究 第7報 ササの常圧に於ける酸及びアルカリの蒸解. 日林北支講, 4, 1 (1954).
- 71) 福山伍郎・高橋欣也・氏家雅男：北海道産ササの活用に関する研究 第8報 エゾネマガリの炭化. 日林北支講, 4, 2 (1954).
- 72) 福山伍郎：北海道森林経営とネマガリダケ. 北海道林務部報 林, 93, 12 (1954).
- 73) 上田弘一郎・浅野二郎・真鍋逸平：ササその他2・3樹種のP³²吸収及び分布に及ぼす照明の影響について. 第63回日林講, 168 (1954).
- 74) 市川正良：馬とカラマツ, ミヤコザサ地帯と馬産. 林, 23, 2 (1954).
- 75) 樋口隆昌・川村一次・森本市郎・神田 健：筍におけるリグニンの生成について(第II報) メトキシル基の増大現象とリグニン構成単位との関係. 日本林学会誌, 36, 101 (1954).
- 76) 松井善喜：チダケの生産と取扱い. 北方林業, 7, 266 (1955).
- 77) 柴田義春：一日高三石の調査から—ササの結実とネズミの動き. 北方林業, 7, 229 (1955).
- 78) 米沢保正・菊地文彦・宮崎鑑吾・猪股 孝・高野 勲・宇佐見国典：笹パルプ製造に関する研究. 林業試験場研究報告, 81, 95 (1955).
- 79) 福山伍郎・川瀬 清・里中聖一：ササの水分, 容積重および繊維長. 北大演習林研究報告, 17, No. 2, 273 (1955).
- 80) 福山伍郎・川瀬 清・里中聖一：ササの化学的組成. 北大演習林研究報告, 17, No. 2, 295 (1955).
- 81) 福山伍郎・川瀬 清・里中聖一：ソーダ法によるササパルプ. 北大演習林研究報告, 17, No. 2, 321 (1955).
- 82) 福山伍郎・川瀬 清・里中聖一：クラフト法によるササパルプ. 北大演習林研究報告, 17, No. 2, 337 (1955).
- 83) 福山伍郎・川瀬 清・里中聖一：中性亜硫酸ソーダ法によるササパルプ. 北大演習林研究報告, 17, No. 2, 359 (1955).
- 84) 福山伍郎・川瀬 清：ササからフルフラールの製造. 北大演習林研究報告, 17, No. 2, 383, (1955).
- 85) 福山伍郎・川瀬 清：ササからフルフラニールおよびパルプの製造. 北大演習林研究報告, 17, No. 2, 417 (1955).
- 86) 福山伍郎：ササの資源化に関する研究. 学位論文 (1955).
- 87) 上田弘一郎：ササの大開花とその対策. 林, 35, 2 (1955).
- 88) 氏家雅男：北海道産ササの化学的利用に関する研究. 北大修士論文 (1955).
- 89) 野原勇太：林地の笹枯殺剤(クロンウム)に就て. 林業技術, 164, 21 (1955).
- 90) 北海道林務部：民有林ササ分布状況調査報告 (1955).
- 91) 上田弘一郎：ササの生態とその利用. 林業解説シリーズ No. 94 (1956).
- 92) 川瀬 清・三宅基夫：ササの利用に関する基礎研究. 日林北支講, 5, 50 (1956).
- 93) 福山伍郎：北海道産ササの資源的価値について. 第66回日林講, 62 (1956).
- 94) 福山伍郎：パルプ材としてのササ—その経済的価値について—. 北方林業, 8, 316 (1956).
- 95) 福山伍郎：北海道産ネマガリダケの重量収穫表. 日林北支講, 5, 51 (1956).
- 96) 福山伍郎：ササの採集費実例の二・三. 日林北支講, 5, 51 (1956).
- 97) 福山伍郎：北海道産ササの資源価値について. 第66回日林講, 62 (1956).
- 98) 半沢道郎・氏家雅男・池田伸江：ササの成分に関する化学的研究—Paperchromatographyによるササ Hemicellulose の研究(予報). 日林北支講, No. 5, 52 (1956).
- 99) 半沢道郎・戸坂園夫：北海道産ササの活用に関する化学的研究 第9報—ササの加水分解液中のベン

- トース並びにフルフラール含量について一. 日林北支講, 5, 53 (1956).
- 100) 成田恒美・矢吹 悟: ササの遷移に関する2・3の考察. 第66回日林講, 59 (1956).
 - 101) 増田久夫: ササ地の延焼速度(1). 林業試験場北海道支場業務報告特別報告, 8, 168 (1957).
 - 102) 福山伍郎: 北海道森林の熊笹. 日林北支講, 8, 77 (1958).
 - 103) 芝本武夫・井上嘉幸: 水溶性木材防腐剤に関する研究(第6報) モウソウチク材のカビ発生防止処理について. 木材学会誌, 4, 237 (1958).
 - 104) 氏家雅男: ササのヘミセルロースの研究(第4報) ヘミセルロースの分割およびアセチル化. 日林北支講, 7, 55 (1958).
 - 105) 氏家雅男: ササのヘミセルロースの研究. 北大演習林研究報告, 20, 279 (1958).
 - 106) 鈴木貞雄: 関東, 東北地方におけるササ属及びスズ属の分布と生態(予報). 広島大学生物学会報(1959).
 - 107) 松井善喜・神長毎夫・横山長蔵・松崎清一: クマイザサ地帯の綿羊放牧試験. 林試北海道支場年報, 103 (1959).
 - 108) 荒木邦夫・末広吉生: 根曲竹ペントサンの希硫酸中での加水分解. 工業化学雑誌, 62, 1602 (1959).
 - 109) 北海道俱知安林務署: ネマガリダケ資源利用開発調査報告書(1960).
 - 110) 新納 守・前田市雄・阿部 勲・斉藤光雄・西川介二: ネマガリダケを原料としたハードボード製造試験 パルプ化条件の検討. 指導所月報, 99, 6 (1960).
 - 111) 新納 守・前田市雄・西川介二: ネマガリダケを原料としたハードボード製造試験(2) 製板条件の検討. 指導所月報, 102, 4 (1960).
 - 112) 半沢道郎・川瀬 清: ササの林産化学的研究. 日林北支講, 9, 64 (1960).
 - 113) 福山伍郎: ネマガリダケの資源化に関する研究(第19~21報). 日林北支講, 9, 90 (1960).
 - 114) 安藤秀次・小島俊郎: 土壌型によるミヤコザサの葉の大きさ. 第70回日林講, 138 (1960).
 - 115) 松原一夫: 根曲竹. 林, 96, 20 (1960).
 - 116) 荒木邦夫・末広吉生: 根曲竹ペントサンの希硫酸中での加水分解(要約). 道立工試報告, 1, 11 (1961).
 - 117) 田畑恒夫・佐藤勝信・藤島勝美・末広吉生: 根曲竹ペントサンの酢酸および塩化カルシウム中での加水分解(要約). 道立工試報告, 1, 12 (1961).
 - 118) 田畑恒夫・藤島勝美・末広吉生: 根曲竹ペントサンの酢酸中における加水分解におよぼす無機塩類添加の影響(要約). 道立工試報告, 1, 13 (1961).
 - 119) 田畑恒夫・藤島勝美: 希硫酸液中における根曲竹成分の溶出. 道立工試報告, 1, 15 (1961).
 - 120) 田畑恒夫: 根曲竹セルロースの希硫酸中における崩解. 道立工試報告, 1, 19 (1961).
 - 121) 田畑恒夫・藤島勝美: 根曲竹セルロースの酢酸および塩化カルシウム添加酢酸液中での崩壊. 道立工試報告, 1, 22 (1961).
 - 122) 長谷川俊勝: 木材および竹のハイドロトロピック蒸解. 道立工試報告, 1, 30 (1961).
 - 123) 田畑恒夫・藤島勝美: 根曲竹を原料とする高濃度ペントーズ液及び硬質繊維板の製造研究. 道立工試報告, No. 163, 1 (1961).
 - 124) 薄井 宏: ササ型林床優占種の植物社会学的研究. 宇大農学術報告特輯, 11, 1 (1961).
 - 125) 大島康行: ササ群落の生態学的研究 I. 数種のササ群落の生産構造(英文). 植物学雑誌, 74, 199 (1961).
 - 126) 大島康行: ササ群落の生態学的研究 II. ササ群落の生産構造の季節的变化と年純生産量(英文). 植物学雑誌, 74, 280 (1961).
 - 127) 川瀬 清・里中聖一・氏家雅男: 北大天塩第2演習林産ササの理化学的性質. 日林北支講, 10, 117 (1961).
 - 128) 四手井綱英: 育林研究の立場から木材利用に望む. 木材学会誌, 7, 131 (1961).
 - 129) 中野 実・横山喜作・藤村好子: 高海拔地の更新(1), クマイザサ, エゾイチゴの生活形態と造林的意義. 林試北海道支場年報, 21 (1961).
 - 130) 山岸祥恭・岡田幹夫: ネマガリダケによる削片板製造試験 その1 パルマンチップパーによる削片板の試作. 指導所月報, No. 112, 6 (1961).
 - 131) 福山伍郎: 北海道の竹とその生産力. 北海道林務部報 林, 111, 18 (1961).

- 132) 福山伍郎: ネマガリダケの資源化に関する研究 (第22, 23, 24, 25報). 日林北支講, 10, 178 (1961).
- 133) 山岸祥恭・岡田幹夫: ネマガリダケによる削片板の製造試験 (その2) 削片の混用について. 指導所月報, 124, 5 (1962).
- 134) 丹羽恒夫: ネマガリダケの利用—人造成型板への利用—. 指導所月報, 128, 1 (1962).
- 135) 長谷川将八郎・穴沢 忠・岡田幹夫: カラマツ材及びネマガリダケを原料としたパーティクルボードの製造. 指導所月報, 129, 7 (1962).
- 136) 池田修三・森山 実・中川武男・川島秀雄・平田三郎: ネマガリダケを原料としたハードボード製造中間工業試験. 指導所月報, 129, 11 (1962).
- 137) 井上嘉幸: 竹材防虫・防カビ. 木材工業, 17, 180 (1962).
- 138) 氏家雅男・坂上栄司: ササヘミセルローズのX線回折. 日林北支講, 11, 64 (1962).
- 139) 大島康行: ササ群落の生態学的研究 V チンマザサ群落の発達に対する光, 積雪量, 温度の影響 (英文). 植物学雑誌, 75, 43 (1962).
- 140) 北村博嗣: 竹材の物理的性質に関する研究 (第9報) 繊維率について. 木材学会誌, 8, 249 (1962).
- 141) 黒木陸彦: 笹 (特に屋久笹) 抽出成分による抗ガン剤の試製及び薬理作用に関する研究 (第1報) ガン細胞 AH 39 によるラッテ腹水肝ガンにおよぼす影響について. 日本薬学会講演要旨 (1962).
- 142) 谷口信一: 間寒別川流域森林の測樹学的研究. 北大演習林業務資料, 4, 1 (1962).
- 143) 東野哲三・大野一月: 製紙原料としての竹繊維の形態的と物理的性質に関する研究 (第1報) 膨潤機構と形態的構造との関係. 木材学会誌, 8, 238 (1962).
- 144) 比企野久六・待田博也: 竹板成型益の試作と生産手段. 木材工業, 17, 568 (1962).
- 145) 福山伍郎: 見落された林産資源ネマガリダケの活用. 北方林業, 14, 265 (1962).
- 146) 横山長蔵: 林内クマイザサ地の放牧利用と地拵代行について (第1報). 北方林業, 14, 86 (1962).
- 147) 田畑恒夫・藤島勝美・末広吉生: 根曲竹ペントザンの酢酸中における加水分解に及ぼす無機塩類添加の影響. 工業化学雑誌, 65, 295 (1962).
- 148) 北海道林務部: 北海道ササ資源調査概要. 1-9 (1962).
- 149) CARPENTER C. H. *et al.*: Papermaking Fibers, Plate 63-65 (1963).
- 150) 上田弘一郎: 有用竹と筍. 博友社 (1963).
- 151) 上田恒司: ネマガリダケを原料とする削片板の強度研究. 北大修士論文 (1963).
- 152) 大島光信: 笹抽出薬効物質 (仮称 Bamfolin) の悪性腫瘍への臨床使用経験. 日本耳鼻科学会関東地方第395回例会における講演要旨 (1963).
- 153) 久保正雄・志田 享: 新ガン治療剤 Bamfolin の臨床使用経験. 第1回ガン治療学会における講演要旨 (1963).
- 154) 黒木陸彦: 笹 (特に屋久笹) 抽出成分による抗ガン剤の試製及び薬理作用に関する研究 (第2報), ガン細胞 AH. 39 を判定用細胞とした本剤有効成分の分割 (その1). 日本薬学会講演要旨 (1963).
- 155) 新納 守・前田市雄・斉藤光雄・西川介二: ブナとネマガリダケを原料としたハードボード製造試験. 指導所月報, 142, 18 (1963).
- 156) 鈴木貞雄: ササ属ミヤコザサ節の生態特に分布と生活型について. 富士竹類植物園報, 8, 79 (1963).
- 157) 丹羽恒夫: ネマガリダケの利用. 林, 132, 1 (1963).
- 158) 松井善喜: 北海道におけるササ地の育林的取扱いとササ資源の利用について. 農林省林試北支年報, 186 (1963).
- 159) 矢沢亀吉・上田恒司: ネマガリダケをコアとする削片板の強度研究. 第13回日本木材学会大会研究発表要旨 145 (1963).
- 160) 山岸祥恭・長谷川将八郎・穴沢 忠・岡田幹夫: ネマガリダケによる削片板の製造試験 (その3). 第13回日本木材学会大会研究発表要旨, 143 (1963).
- 161) 氏家雅男・松本 章: ササのセミクラフトパルプ (第1報). 日林北支講, 13, 1 (1964).
- 162) 大山幸夫・斉藤光雄・小田島輝一: 原料チップの変敗防止試験. 林産試験場月報, 147, 11 (1964).
- 163) 川瀬 清・里中聖一・氏家雅男・深井正淳: 間寒別川流域の森林経営と保全に関する基礎的研究—ササの性質と資源的価値—. 北大演習林業務資料, 10, 1 (1964).
- 164) 鈴木貞雄: ササ属の分布域の研究 (1). ヒコビア, 4 (1-2), 95 (1964).
- 165) 相談室: ササ枯殺剤の種類とそれぞれの使用方法をお教え下さい. 林業技術, 265, 33 (1964).

- 166) 北海道開発局長官房開発調査課： 林産資源開発計画調査資料 (38年度) (1964).
- 167) 氏家雅男・吉川承昭： ネマガリダケの MWL と LCC の性質. 木材学会誌, 11, 59 (1965).
- 168) 鈴木貞夫： チンマザサの分布. 富士竹植物園報, 10, 65 (1965).
- 169) 長谷川将八郎・岡田幹夫・山岸祥恭： ネマガリダケ・パーティクルボードの吸水率と厚さ膨脹について. 林産試験場月報, 158, 8 (1965).
- 170) 北海道開発局長官房開発調査課： 林産資源開発計画調査資料 (38年度) ～ネマガリダケ資源開発について～ (1965).
- 171) BOLKER, H. I. and SINGHT, M. M.: Delignification by nitrogen compounds II. Pulping of spruce, birch, bamboo and bagasse with nitric nitrous acid mixtures. Pulp Paper Mag. Can., 66, T 165 (1965).
- 172) YAOI, H.: Introduction to anti-tumor effect of extracts from higher plants with special reference to bamboo grass leaves extract. Monograph (1965).
- 173) 川瀬 清： ササの利用に関する研究. 第 16 回日本木材学会大会研究発表要旨, 162 (1966).
- 174) 石田達芳・西田晃昭： ネザサの生産構造について. 第 77 回日林構, 505 (1966).
- 175) 伊藤信夫： 林地除草剤の使用. 林, 176, 11 (1966).
- 176) 氏家雅男・山岸宏一： ササのセミ・クラフトパルプ (第 4 報) —ササのセミ・クラフトパルプとシラコンパルプとの混合—. 日林北支講, 15, 169 (1966).
- 177) 矢追秀武： バンフォリン (Bamfolin) の腹水型エーリヒ癌による検定. 那須研年報, 4, 52 (1966).
- 178) 矢追秀武： エーリヒ腹水癌の固型癌によるバンフォリン (Bamfolin) の検定, —Dr. H. OSTWALD の反論に対する批判—. 那須研年報, 4, 61 (1966).
- 179) 中村 弥・小林定喜・山田淳三・長沢文男： C3H 系雌ハツカネズミの自然発生乳癌におよぼす Bamfolin 連続投与の影響. 那須研年報, 4, 66 (1966).
- 180) 樋口隆昌・木村長治・川村一次： 竹の維管束および柔細胞リグニンの化学的性質の差異. 木材学会誌, 12, 173 (1966).
- 181) 横田荘平・中村松之助： 北海道におけるネマガリダケ竹資源について. 北方林業, 18, 27 (1966).
- 182) SUGAYAMA, J., KAMASUKA, T., TAKADA, S. TAKANO, T., SAITO, G. and SAKAI, S.: On the Anticancer Active Polysaccharide Prepared from Bamboo Grass. The Journal of Antibiotics, Ser A 19, 132 (1966).
- 183) 三宅基夫： ミヤコザサの細胞膜におけるヘミセルロース分布. 日林北支講, 16, 46 (1967).
- 184) 高橋延清・岩本巳一郎・武井直人： 省力造林法の技術開発, —その 1. クマイザサ地における薬剤散布による人工造林法—. 日林北支講, 16, 68 (1967).
- 185) 鈴木貞雄： ササ属の分布域の研究 (3). コピヤ, 5 (1-2), 84 (1967).
- 186) 紙パルプ技術協会： クラフトパルプ・非木材パルプ (1967).
- 187) 鈴木時夫： タケヤササの生活型と系統. 富士竹類植物園報, 12, 41 (1967).
- 188) 鈴木 弘： ネマガリダケのファイバーボード原料としての価値. 林産試験場月報, No. 188, 1 (1967).
- 189) 高橋延清・岩本巳一郎・武井直人： 省力造林法の技術開発, —その 2. ミヤコザサ地における人工造林法 (予報). 日林北支講, 16, 72 (1967).
- 190) 大西幸男・三宅久男： ヘリコプターで笹枯殺剤の散布. 林, 181, 1 (1967).
- 191) WALB, H. L.: Preliminary Observation of Clinical Bamfolin-Therapy. Yokohama Medical Bulletin, 18, 2, 21 (1967).
- 192) 林 大九郎・杉山 滋： モウソウチクの顕微鏡的構造 —節部及び隔壁における維管束の配列状態について—. 木材工業, 24, 418 (1967).
- 193) 伊藤浩司： 笹. 札幌林友, 138-144 (1968), 別刷 1 冊 (1969).
- 194) 石田茂雄・大谷 諄： ネマガリダケ稈基部組織の走査型電子顕微鏡による観察. 日林北支講, 17, 14 (1968).
- 195) 泉 和一： ミヤコザサ群落の生態. 農試山地支場試験成績概要 (昭 42), 204 (1968).
- 196) 科学技術庁資源局資源統計課： 東南アジアの竹資源の活用 —竹パルプ工業の推進について—. 資源局資源統計課資料, 第 19 号 (1968).

- 197) 水野 卓・柴田 太： 制癌性多糖類の検索 (第1報) ササ類の炭水化物物について。 静岡大学農学部紀要, 18, 113 (1968).
- 198) 根布谷耕一： 省力造林研修会の概要。 林, 190, 50 (1968).
- 199) 栗田 武： ネマガリダケの構成各要素の容積要素率に関する研究。 昭和42年度北大林産学科卒論 (1968).
- 200) 塩崎正雄・豊岡 洪・永桶留蔵： 林地除草剤の枯殺効果に関する研究 (I) —ササ型植生における枯殺率と土壌条件との関係。 日林北支講, 17, 81 (1968).
- 201) 豊岡 洪・塩崎正雄・横山喜作： 林地除草剤の枯殺効果に関する研究 (II) —クマイザサの生態的差異と塩素酸ソーダの効果。 林試北海道支場年報, 143 (1968).
- 202) 福山伍郎： ネマガリダケ資源開発論。 林, 199, 6 (1968).
- 203) 上田弘一郎： 竹, 毎日新聞社 (1968).
- 204) 大野一月： 東南アジアの竹パルプ工業 (1968).
- 205) KUROKI, M.: Studies on Anti-Tumor Substance Obtained from Alkaline Extract of *Sasa*-Leaves (Leaves of *Pseudosasa owatarii* MAKINO) Report 3. Influence of this Substance upon Liver Catalase Activity in the Tumor-Bearing Animals. *Yokohama Medical Bulletin*, 19, No. 1, 1 (1968).
- 206) KUROKI, M.: Studies on Anti-Tumor Substance Obtained from Alkaline Extract of *Sasa*-Leaves (Leaves of *Pseudosasa owatarii* MAKINO) Report 4. Saccharides as Anti-Tumor Agent and their Effectiveness. *Yokohama Medical Bulletin*, 19, No. 1, 9 (1968).
- 207) KUROKI, M.: Studies on Anti-Tumor Substance Obtained from Alkaline Extract of *Sasa*-Leaves (Leaves of *Pseudosasa owatarii* MAKINO) Report 5. Examination of the Anti-Tumor Effects of this Substance on the Tumor-Bearing Animals of which Thymus were Removed. *Yokohama Medical Bulletin*, 19, No. 3, 75 (1968).
- 208) 室井 緯： 竹類語彙, 農業図書 (1968).
- 209) SUZUKI, S., SAITO, T., UCHIYAMA, M. and AKIYA, S.: Studies on the Anti-Tumor Activity of Polysaccharides. I. Isolation of Hemicelluloses from Yakushima-bamboo and Their Growth Inhibitory Activities against Sarcoma-180 Solid Tumor. *Chem. Pharm. Bull.*, 16, 2032 (1968).
- 210) 三宅基夫： ミヤコザサ細胞膜の生長による変化。 日林北支講, 1, 1 (1968).
- 211) 浦河林務署： IV 枯殺剤散布試験 1 ササ枯殺剤のヘリコプター散布による天然更新促進試験。 林業経営試験, 道有林における実践例, 227 (1969).
- 212) 刈住 昇： ササ類の地下部の構造。 富士竹類植物園報 (14), 27 (1969).
- 213) 所 均： ネマガリダケ繊維の膜厚変化について。 昭和43年度北大林産学科卒論 (1969).
- 214) 片岡是博： 地ごしらえ事業にブルドーザーの使い方。 林, 204, 12 (1969).
- 215) 育林第2研究室： ササ植生とブナ林の天然更新 —ブナ林皆伐跡地のひとつの例—。 東北支場だより, No. 10 (1969).
- 216) 東 三郎・田中 勇： ササ地における林帯造成。 北大演習林業務資料, 14, 1 (1969).
- 217) 山岸宏一・里中聖一・半沢道郎： 過酢酸によるササのパルプ化に関する研究。 北大演習林研究報告, 27, 459 (1970).
- 218) 横田荘平・中村松之助・福山伍郎・川瀬 清・里中聖一： 根曲ガリ竹資源開発利用問題 (IV) —工業原料としての根曲ガリ竹資源の実態—。 第81回日林講, 379 (1970).
- 219) 福山伍郎・川瀬 清・里中聖一・横田荘平： 根曲り竹の理化学的性状と一般立木竹との比較検討。 第81回日林講, 377 (1970).
- 220) 大江礼三郎・水野忠男： 溶解用竹パルプ研究, ビスコース原料としての竹パルプの特性。 木材学会誌, 16, 135 (1970).
- 221) 大江礼三郎・水野忠男・三ツ井征治： 溶解用竹パルプの研究, 竹パルプの硫化反応性について。 木材学会誌, 16, 92 (1970).
- 222) 平塚直秀・佐藤昭三： ネマガリダケさび病菌。 日本林学会誌, 53, 395 (1971).

- 223) 山崎 徹・樋口隆昌: イネ科植物リグニン中の P-ヒドロキシフェニール核の存在様式. 木材学会誌, 17, 117 (1971).
- 224) 猪川重徳: 花ひらけ省力造林 ①. 林, 229, 33 (1971).
- 225) 新田秀利: 花ひらけ省力造林 ②. 林, 230, 12 (1971).
- 226) うちだつとむ: 花ひらけ省力造林 ③. 林, 231, 12 (1971).
- 227) 中西信行: 花ひらけ省力造林 ④. 林, 232, 9 (1971).
- 228) 杉本昌三: 花ひらけ省力造林 ⑤. 林, 233, 10 (1971).
- 229) YAMANE, T. and SATO, K.: Seasonal Change of Chemical Composition in *Sasa palmata*. Rep. Inst. Agr. Res. Tohoku Univ., 22 (1971).
- 230) YAMAGISHI, K., YASUDA, S. and HANZAWA, M.: The Extractives of Chishimazasa *Sasa kurilensis* (Rupr.) MAKINO et SHIBATA, Isolation of 1-Syringoyl-1, 2-2-Dihydroxy Ethane from the Culm. J. Japan Wood Res. Soc., 17, 174 (1971).
- 231) 太田次郎・坂口 弘・紀本静雄: 生物界の造形, 125, 講談社 (1971).
- 232) GROSSER, D. and LIESE, W.: On the Anatomy of Asian Bamboos, with Special Reference to their Vascular Bundles. Wood Sci. Technol., 5, 290 (1971).
- 233) 工藤 弘・木村 馨: ネマガリダケの自然枯死と回復について (I). 日林北支講, 22, 172 (1973).
- 234) 森田健次郎・永井憲雄・高橋幸男・浅井達弘: 省力造林に関する研究 (IV) —2. TEP によるササの生長調節—. 第 84 回日林講, 276 (1973).
- 235) 豊田倫明・原口聡志・斉藤新一郎: 道北地帯における森林の更新方法 (1) —かき起こし造林地の木本の侵入—. 日林北支講, 22, 96 (1973).
- 236) 豊岡 洪・横山喜作: 林地除草剤の枯殺効果に関する研究 (III) —クマイザサに対するテトラピオン剤の作用特性—. 日林北支講, 22, 57 (1973).
- 237) 山崎徹夫: ネマガリダケ伐採集荷装置の開発. 林産試験場月報, 258, 12 (1973).
- 238) 田内 博・寺沢 実・奥山・寛・三宅基夫: ササの桂皮酸誘導体エステル化合物. 日林北支講, 22, 28 (1973).
- 239) 織田視明・川村恵洋: 竹材の動的弾性率および内部摩擦について. 木材学会誌, 19, 555 (1973).
- 240) 山岸宏一・安田征市・半沢道郎: チンマザサの抽出成分 (第 1 報). 木材学会誌, 18, 131 (1973).
- 241) 小山隆三: ねまがりだけから抽出した Hemicellulose の抗腫瘍性効果にかんする研究. 札幌医学雑誌, 42, 374 (1973).
- 242) GROSSER, D. and LIESE, W.: Present status and problems of bamboo classification. Journal of the Arnold Arboretum, 54, 293 (1973).
- 243) 黒木睦彦: ガンに挑む生命, 見なおされる和漢薬. 北隆館 (1974).
- 244) ILOMETS, T.: Polysaccharides of the genus *Sasa*. Separation of hemicelluloses A and B from leaves of *Sasa desioensis*. Tartu Uuikooli toimetised, Uch. Zap. (1974).
- 245) 井上揚一郎: ササ地の放牧について. 北方林業, 27, 257 (1975).
- 246) 南京林産工業学院竹類研究室編著: 竹林培育. 日本林学会誌, 57, 322 (1975).
- 247) 鮫島惇一郎・中村和子: 羊ヶ丘におけるチンマザサ群落の枯死分布. 林試北海道支場年報, 53 (1975).
- 248) 樋口国雄・佐藤昭敏・加藤亮助・下田 一: 人工林初期段階における雑草群落に関する研究 (1) —スギ連年植栽地の植生変化—. 日本林学会誌, 57, 346 (1975).
- 249) 粗 信二: 北海道大学天塩演習林におけるササ群落の立地と生産構造に関する研究. 昭和 49 年度北大林学科卒論 (1975).
- 250) OKABE, S., TAKEUCHI, K., TAKAGI, K. and SHIBATA, M.: Stimulatory Effect of the Water Extract of Bamboo Grass (Folin Solution) on Gastric Acid Secretion in Pylorus-Ligated Rats. Japan. J. Pharmacol., 25, 608 (1975).
- 251) 松浦 堯・田中京子: 羊ヶ丘におけるチンマザサ群落の家系分布 (要旨). 林試北支年報, 54 (1976).
- 252) 鮫島惇一郎・塩崎正雄: 「ササ地の取扱いに関する研究会」の発足. 北方林業, 28, 137 (1976).
- 253) 毛利勝四郎: 羊ヶ丘におけるチンマザサの開花結実. 北方林業, 28, 104 (1976).
- 254) 樋口国雄: 人工林初期段階における雑草群落に関する研究 (II) ササ地帯におけるカラマツ連年植栽地の植生変化. 日本林学会誌, 58, 195 (1976).

- 255) 仲宗根平男・小田一幸： バガスの貯蔵に関する研究 (第1報) —貯蔵中の劣化とパーティクルボード材質—。木材工業, 31, 104 (1976).
- 256) 松浦 堯： アイソザイムを応用したササ類の分類。PEN Journal 4号, 13-14 (1976).
- 257) 柴田 丸・久保恭子・小野田 真： クマ笹の薬理学的研究 (第2報), クマ笹水可溶分画 (Folin) の中枢抑制作用および毒物解毒作用。日薬理誌, 72, 531 (1976).
- 258) PARTHASARATHY, M. W. and KOLZ, L. H.: Palm "Wood" I. Anatomical Aspects. Wood Sci. Technol., 10, 215 (1976).
- 259) PARAMESWARAN, N. and LIESE, W.: On the Fine Structure of Bamboo Fibres, Wood Sci. Technol., 10, 231 (1976).
- 260) LOTT, J. N. A.: Study of Green Plants. The C. V. Mosby Co., Plate 51, 52, 53 (1976).
- 261) 島地 謙・須藤彰司・原田 浩： 木材の組織, 241, 森北出版 (1977).
- 262) 河原輝彦・佐藤 明： ササ群落に関する研究 (I) アズマネザサの現存量の季節変化とそのリターフオール量。日本林学会誌, 59, 225 (1977).
- 263) 河原輝彦・佐藤 明・只木良也： ササ群落に関する研究 (II) ミヤコザサの現存量および生産構造の季節変化。日本林学会誌, 59, 253 (1977).
- 264) 太田路一： ササの葉の成分の研究 ヘミセルロースの単離とカルボキシメチルヘミセルロースの調製 (英文)。北大演習林研究報告, 34, 97 (1977).
- 265) 氏家雅男・西 義雄・工藤 弘： 北海道北部の森林土壌 (III) —ササ地の土壌について—。日林北支講, 26, 120 (1977).
- 266) 岩元守男： ササ草地の生態と取扱いに関する研究 (IV) —ミヤコザサ草地の季節による飼料生産の様相—。第88回日林講, 259 (1977).
- 267) 樋口国雄： 人工林初期段階における雑草群落に関する研究 (III) ササ地帯におけるアカマツ連年植栽地の植生変化。日本林学会誌, 59, 1 (1977).
- 268) 坪井伊助： 坪井竹類図譜解説。有明書房 (1977).
- 269) 佐藤庄五郎： 図説竹工芸, 竹から工芸品まで。共立出版 (1977).
- 270) 数森康二・榊原 彰： ササ (*Sasa kurilensis*) 多糖類の抗腫瘍性効果に関する研究。北大演習林研究報告, 34, 305 (1977).
- 271) 千原良郎： 多糖の薬理活性とくにその抗腫瘍活性を中心として。高分子学会誌, 26, 117 (1977).
- 272) 水島俊一： 笹の一斉開花結実および木の実の豊作とネズミ類の大発生。野ねずみ, 42, 80 (1977).
- 273) 大内勝之進： 北大天塩地方演習林におけるササの分布状況並びにササ群落の生態学的研究。昭和51年度北大林学科卒業論文 (1977).
- 274) PARAMESWARAN, N. and LIESE, W.: Occurrence of Warts in Bamboo Species. Wood Sci. Technol., 11, 313 (1977).
- 275) PARAMESWARAN, N. and LIESE, W.: Structure of Septate Fibres in Bamboo. Holzforschung, 31, H. 2, 55 (1977).
- 276) 青井俊樹： ヒグマの話 (2) その生態と人との関係。林業技術, 433, 28 (1978).
- 277) 河原輝彦： ササ群落に関する研究 (IV) ミヤコザサの刈取時期と再生との関係。日本林学会誌, 60, 467 (1978).
- 278) 柴田 丸・久保恭子・小野田 真： クマイザサの薬理学的研究 (第3報) クマイザサ水可溶分画の循環器ならびに摘出臓器に対する作用。薬学雑誌, 98, 1436 (1978).
- 279) 野村隆哉： 竹の生長。化学と生物, 16, 446 (1978).
- 280) 鈴木貞雄： 日本タケ科植物総目録。学習研究社 (1978).
- 281) PARAMESWARAN, N. and LIESE, W.: A note on the fine structure of protoxylem elements in bamboo. IAWA Bulletin, 2-3, 29 (1978).
- 282) 古林賢恒・池田浩一・水口民夫・伊藤正道・阿部 修・石沢尚夫・岡 靖明： ミヤコザサの生活環境ならびにシカ, ネズミ類による影響。第90回日林講, 口頭発表 (1979).
- 283) 河原輝彦： ササ群落に関する研究 (V) チマキザサ純群落の養分量。日本林学会誌, 61, 357 (1979).
- 284) 加藤善忠： 林野のササとその防除 その I。林業技術, 452, 26 (1979).
- 285) 加藤善忠： 林野のササとその防除 その II。林業技術, 453, 23 (1979).

- 286) 上田弘一郎: 竹と日本人 (NHK ブックス 338) 日本放送出版協会 (1979).
- 287) 柴田 丸・藤井三映子・山口良三: クマザサの薬理学的研究 (第4報) クマザサ抽出分画 (F III) の急性毒性および薬理作用. 薬学雑誌, **99**, 663 (1979).
- 288) 河原輝彦: ササの生態について. 林業と薬剤, **70**, 7 (1979).
- 289) 家田政男: 竹パルプ. 日本の竹を守る会だより, **7**, 13 (1979).
- 290) 柴田弥生・毛利勝四郎・馬場強逸: 放牧の強さがクマイザサの生育に及ぼす影響. 日林北支講, **29**, 77 (1980).
- 291) 柴田 丸・佐藤冬恵・竹下一夫・大谷孝吉・星薬科大学・星製薬株式会社: クマザサの薬理学的研究 (第5報) クマザサ抽出分画 (F-j) および Vitamin C の併用効果. 生薬学雑誌, **34**, 274 (1980).
- 292) 内田敏博・松田 暉: 北海道北部天然林における無立木ササ地の研究 —その現状と推移—. 日林北支講, **29**, 74 (1980).
- 293) 工藤 弘: チシマザサの開花枯死後の林床植物の変化について. 日本林学会誌, **62**, 1 (1980).
- 294) 柴田弥生・馬場強逸・毛利勝四郎: クマイザサ群落における7年間の稈と葉の推移. 第91回日林講, 339 (1980).
- 295) 西条好迪: チシマザサ群落の分散構造について. 第91回日林講, 335 (1980).
- 296) 岩元守男: ササ草地の生態と取扱いに関する研究 (VII) —ミヤコザサ草地における放牧試験—. 第91回日林講, 341 (1980).
- 297) 岩元守男: ササ草地の生態と取扱いに関する研究 (VIII) —ミヤコザサ草地における刈払試験—. 第91回日林講, 343 (1980).
- 298) GIDOH, M., TSUTSUMI, S., KANIWA, S., NARITA, M., MATSUURA, J., TAKITANI, S. and FUKUSHI, K.: Studies on Search for a Promising Immunopotentiative Substance for Treatment of Leprosy. (I) Analytical Studies on Bamboo Grass. Jap. J. Leprosy, **49**, 38 (1980).
- 299) GIDOH, M., TSUTSUMI, S., KANIWA, S., NARITA, M., MATSUMURA, J., TAKITANI, S., FUKUSHI, K. and SATOH, H.: Studies on Search for a Promising Immunopotentiative Substance for Treatment of Leprosy. (II) On several Biological Actions of Bamboo Grass Extracts. Jap. J. Leprosy, **49**, 47 (1980).
- 300) 鈴木健敬・河原輝彦: TFP 除草剤によるササの生長抑制について. 第92回日林講, 337 (1981).
- 301) 川崎舜平・橋場 功: ササ生地における稚幼樹の生長パターン. 北方林業, **33**, 32 (1981).
- 302) 豊岡 洪・佐藤 明・石塚森吉: 北海道におけるササ類の分布とその概況. 北方林業, **33**, 143 (1981).
- 303) 横田金太郎・松坂昭一・川原次男: ササと土壌と天然更新の関係 I. 北方林業, **33**, 210 (1981).
- 304) 横田金太郎・松坂昭一・川原次男: ササと土壌と天然更新の関係 II. 北方林業, **33**, 247 (1981).
- 305) 豊岡 洪・佐藤 明・石塚森吉: クマイザサの生育におよぼす明るさの影響. 日林北支講, **30**, 139 (1981).
- 306) 柴田弥生・馬場強逸・毛利勝四郎: 自然状態におけるクマイザサの生育型の推移. 日林北支講, **30**, 116 (1981).
- 307) 樋口国雄: ササ・タケの節間長, 節間中央直径の変化. 日本林学会誌, **63**, 379 (1981).
- 308) 河原輝彦・鈴木健敬: ササ群落に関する研究 (VI) チシマザサとチマキザサの現存量. 日本林学会誌, **63**, 173 (1981).
- 309) 北海道営林局: 北海道営林局 (直轄) 管内ササ分布図 (1981).
- 310) KAWASE, K.: Distribution and Utility Value of *Sasa* Bamboo. Bamboo Production and Utilization, 92 (1981).
- 311) 窪田英二・佐藤敬夫・半田秀雄: 道有林の森林施業と計画 (三) 広葉樹を主体とした天然林施業. 林, **364**, 1 (1982).
- 312) 黒木重郎: ネザサの反復摘葉による草丈, 稈数, 葉収量の経年変化. 第93回日林講, 273 (1982).
- 313) オット・ウルツ: 一年生植物よりパルプと紙の製造法 (1982).
- 314) 川瀬 清: 新版林産学概論. 北大図書刊行会 (1982).
- 315) 伊藤浩司・新宮弘子: 新しいササの見方 —1— ミヤコザサ節の確認. 北方林業, **34**, 329 (1982).

- 316) 上田弘一郎：竹と暮らし。小学館創造選書, 59 (1983).
- 317) 桜井尚武：四国山地におけるトクガワザサについて (II) ササ群落の構成とその季節変化。日本林学会誌, 65, 243 (1983).
- 318) 林業試験場北海道支場：北海道ササ分布図 (1983).
- 319) 豊岡 洪：バイオマス資源としての北海道のササ。Bamboo Journal, 1, 22 (1983).
- 320) 樋口隆昌・棚橋光彦：竹材の飼料化・糖化・パルプ化。Bamboo Journal, 1, 59 (1983).
- 321) 大江礼三郎：竹から紙と糸。Bamboo Journal, 1, 54 (1983).
- 322) WAI, N. N.・村上浩二：木材繊維との比較におけるビルマ産竹繊維の製紙特性 (英文)。木材学会誌, 29, 708 (1983).
- 323) 佐伯 浩：走査電子顕微鏡図説。木材の構造, 120, 日林協 (1983).
- 324) 柴田弥生・高田 滋・馬場強逸：チンマザサの枝と葉の発生と消長について。日林北支講, 32, 27 (1983).
- 325) 北海道林務部：昭和57年北海道特用林産統計。(1983).
- 326) 青柳正英：道有林の「かき起こし」の実態。北方林業, 35, 49 (1983).
- 327) 伊藤浩司・新宮弘子：新しいササの見方 —2— ミヤコザサ節の確認。北方林業, 35, 17 (1983).
- 328) 伊藤浩司・新宮弘子：新しいササの見方 —3— ミヤコザサ節の確認。北方林業, 35, 22 (1983).
- 329) 樋口国雄・佐藤昭敏・森 麻須夫・瀬川幸三・井沼正之・加藤亮助：多変量解析によるクマザサ群落の現存量の研究。日本林学会誌, 66, 33 (1984).
- 330) 新村 忠・松井弘之：滝川林務署管内における森林施業。森林施業, No. 12, 1 (1984).
- 331) 川瀬 清：ササの利用とササ地の取扱い。北大演習林試験年報1983, 38 (1984).
- 332) 中村敏也：ネマガリダケのソルボリンスパルプ化。昭和58年度北大林産学科卒論 (1984).
- 333) 岩尾俊郎：移動式鉄板窯による製炭とその炭質。昭和58年度北大林産学科卒論 (1984).
- 334) WAI, N. N. and MURAKAMI, K.: Relationship Between Fiber Morphology and Sheet Properties of Burmese Bamboos. 木材学会誌, 30, 156 (1984).
- 335) 北海道営林局：北海道における天然林施業 (ササ地における天然林施業)。特定地域森林施業基本調査, 1 (1984).
- 336) ISHII, T. and TANAKA, J.: Enzymatic Hydrolysis of Woods (VIII) Chemical composition and enzymatic hydrolysis of bamboo grass. 木材学会誌, 30, 230 (1984).

Summary

The growing stock of a gigantic *Sasa*-bamboo (*Sasa kurilensis*) occupied at 63 tons per hectare is said to amount to 62 million tons in Hokkaido, corresponding to 11% tree stock. Involving the medium and tiny *Sasa* species, the total growing stock is estimated^{d³¹⁸⁾} at 150 million tons, corresponding really to 28% of the tree stock. However, the *Sasa*-bamboos are now almost removed as the hindrance of tree plantation and forest regeneration. The purpose of the present study is to give the fundamental data for the practical use of the *Sasa*-bamboos which must be a valuable forest resource.

In order to establish the industrial utilization of the *Sasa*-bamboos, it should be considered that the harvesting cost is cut down and a new technique is developed to exhibit its characteristic. Though a lot of studies on *Sasa* have long been carried out, there are left some problems and a few blind points, taking an example of the histological or morphological study. Accordingly, as part 1 the authors mainly made the investigation and the research putting stress upon the anatomical and fine structural observation in connection with utilization of the gigantic *Sasa* culms.

The results are as follows:

1) According to statistical tables,²²³⁾ the culms (Nemagaridake) and sprouts (Takenoko) of the *Sasa*-bamboo are now only used for the vegetable supports in the farm (Table 1, Fig. 1) and for food (Table 2, Fig. 2), respectively.

2) Studies on the utilization of *Sasa* have hitherto been directed to the preparations of pulps, fiberboards, particleboards, feeds for domestic animals and active carbon etc. Recently, pharmaceutical research of the leaf extracts has been considerably reported as one of the cancer medicines.

3) The gigantic *Sasa*-bamboo is densely growing in Uryu Experiment Forest of Hokkaido University (Fig. 4) covering a wide area of the forests (Fig. 3). The each weighed 370 g on an average of 129 samples measured in which the culms, branches and leaves occupied 66.6%, 21.7% and 11.7%, respectively (Table 3, Fig. 5).

4) The nodes numbered 21 on an average in the sound culms (Table 4). Chemical composition and calorific value of the culms are similar to those of hardwoods (Table 5).

5) Length of the internode in the culms is longest around the middle (Fig. 9), and also that in the branches gives the same fact (Fig. 10).

6) The results measuring the inside and outside diameters at the middle of the internode in different heights using an aged culm seeming to be 4 years old, reveal that the solid content calculated becomes as gradually high as the internode number is lowered (Table 6, Fig. 11, 12).

7) Specific gravity is maximum at the underground part and higher toward the parts of butt (Table 7, Fig. 13). The fact is also understandable by microscopic observation.

8) Moisture contents (Table 8) are 65% and less than 50% in 1-year-old and over 2-year-old culms, respectively, and further the former is remarkably shrunken by drying at 105°C (Fig. 14).

9) The results measuring fiber length in various parts of the culms show that the length in the underground part is the longest (1.40 mm), while in the above-ground that in the middle part is as long as 1.34 mm and in the upper part is as short as 1.03 mm (Table 9, Fig. 15).

10) Observing the cross sections of the 1-year-old (Fig. 16) and 4-year-old (Fig. 17) culms, the vascular bundles having a resemblance of human face (Fig. 18) are variously distributed in ground tissue consisting of parenchyma cells, as similar to those of bamboos. Fiber cell content is high in the outer part close to epidermis, on the contrary, parenchyma cell content is high in the inner part, and the size is also large in this part.

11) The cortex tissue consisting of parenchyma cells appears on the cross sections of both the underground and base of the culm, while it diminishes extremely from the 3rd internode (Fig. 17). This tissue seems to give flexibility in the course of growing and the *Sasa*-bamboo is able to bend at the base of the culm.

12) As for the wall thickness of the fibers composing of bundle sheath, that of the 1-year-old (Fig. 18 A) is thin, while that of the 4-year-old is thick (Fig. 18 B). The thick wall consists of poly lamellate (Fig. 19), in some cases, of 10 layers which is distinguished by alternative orientation of fibrils and they are called sclerenchymatous fibers identical with bamboo fibers.^{231,261,323)} This structure in the *Sasa* fibers is also clearly observed by a scanning electron microscope (SEM).^{194,218)}

13) The rate of the vascular bundle and that of the elements in the bundle were investigated on the cross sections of the middle of 10th internode in the 4-year-old culm (Fig. 20). The result shows that the rate of the vascular bundle is high in the outer part and the rates

of such elements as vessels and sieve tubes etc. are remarkably low on the whole (Table 11).

14) The results observing the tissues by safranin-Fast-Green staining method indicate that the unligified elements coloring in blue are sieve tube cells, pith left in thin layer cells near pith cavity and small parenchyma cells surrounding six to seven sieve tubes, two large vessels and protoxylem (Photos A and B in Fig. 21), while on the vertical section (Fig. 21-C) the situation is distinctly shown among these elements of lignified vessels, fibers and parenchyma cells and unligified sieve tube cells. It is also shown that the inner parenchyma cells are generally shorter than the outer ones in the ground tissues, though having diverse shapes such as vertically elongated or short cube.

15) Blue colored materials contained in the ground tissue (Fig. 21-D) were proved to be starch by the starch-iodine reaction (Fig. 21-E), and also coincide with "soccer ball-like shapes" by SEM observation.¹⁹⁾

16) A vessel element (Fig. 22), a sieve tube element and its companion cells (Fig. 23), fibers (Fig. 24-A) and parenchyma cells (Fig. 24-B) were observed. The vessel element is possessed of simple perforations or sometimes a scalariform perforation plate on one side. The shape of the fibers is slender with ratios of length to width ranging from 81 to 103.