林試研報 Bull. Gov. For. Exp. Sta. No. 253, 1973　　55～99

日本産主要樹種の性質

材の化学組成およびパルプ化試験

米沢保正[1]・香山　彊[2]・菊池文彦[3]・宇佐見国典[4]
高野　勲[5]・荻野健彦[6]・本田　収[7]

Yasumasa YONEZAWA, Tsutomu KAYAMA, Fumihiko KIKUCHI, Kuninori USAMI,
Isao TAKANO, Takehiko OGINO and Osamu HONDA:

The Properties of the Important Japanese Woods
Chemical analysis, kraft pulping and papermaking characteristics of the important Japanese woods

要　旨：日本産主要樹種，針葉樹24種，広葉樹46種，合計70種について，化学組成の分析およびパルプ化試験を行なった。

化学組成分含有量は，樹種によりかなり異なるが，ホロセルロース，α-セルロース，リグニン等の主成分と比較すると，灰分，可溶分等の副成分は比較的狭い範囲に集中的に分布している。

パルプ化試験，漂白試験の結果，ほとんどの樹種は与えられた実験条件の範囲内でよく蒸解され，また漂白性もよく，パルプ強度の面でも特に問題になる樹種は認められない。強度の平均値の比較では，引裂き強さ，耐折強さは針葉樹が高く，引張り，破裂強さは針葉樹，広葉樹，両者ほぼ同程度である。また各強度は，広葉樹では平均値を中心にして鋭い大きなピークが見られるが，針葉樹の場合は，比較的幅広い，ゆるやかなピークとなっている。

生育地の異なる試料について試験の行なわれた針葉樹ではアカマツ，スギ，広葉樹ではブナ，ミズナラについて，化学組成，パルプの諸性質に地域差の影響は認められていない。

パルプの性質と化学組成との関連性は，Table 15 に示されるように，各種の有意な単相関が認められる。

目　　次

1. まえがき

この報告は，日本産主要樹種の性質に関する試験[1]の一環として行なった材の化学組成分析，パルプ化試験の結果をとりまとめたものである。

日本産主要樹種の性質に関する試験の全体的なとりまとめは，別に行なわれるはずであり，ここでは化学組成およびパルプ化試験の結果のみをとりまとめ，材の物理的性質，木材繊維の形態的性質との関連性等についての論議は行なっていない。なおパルプの形態的性質について，各樹種につきパルプの叩解前後の顕微鏡写真を，広葉樹については道管の形態も顕微鏡写真に撮影した。なお，この試験の実施にあたっ

1972年10月6日受理
(1)～(7)　林産化学部

ては，試料の作製について，パルプ研究室山崎正友氏の労を煩わした。ここに付記して深甚の謝意を表する。

2. 試　　料

試料とした樹種は Table 1 に示すとおりで，針葉樹 24 種，広葉樹 46 種，合計 70 種であり，その産地は Table 2 に示すように日本全国にわたっている。

Table 1. 供　試　材
Wood samples

I. 針葉樹 Softwood

番号 Number	和名 Common name		学名 Scientific name
1J	イチイ	ICHII	*Taxus cuspidata* SIEBOLD et ZUCCARINI
2N	カヤ	KAYA	*Torreya nucifera* SIEBOLD et ZUCCARINI
3M	イヌマキ（クサマキ）	INUMAKI (KUSAMAKI)	*Podocarpus macrophyllus* D. DON
4M	モミ	MOMI	*Abies firma* SIEBOLD et ZUCCARINI
5H	ウラジロモミ	URAJIROMOMI	*Abies homolepis* SIEBOLD et ZUCCARINI
6F	アオモリトドマツ	AOMORITODOMATSU	*Abies Mariesii* MASTERS
7D	トドマツ	TODOMATSU	*Abies sachalinensis* FR. SCHMIDT
8H	シラベ	SHIRABE	*Abies Veitchii* LINDLEY
9J	カラマツ	KARAMATSU	*Larix leptolepis* GORDON
10C	エゾマツ	EZOMATSU	*Picea jezoensis* CARRIÉRE
11C	アカエゾマツ	AKAEZOMATSU	*Picea Glehnii* MASTERS
12J	トウヒ	TÔHI	*Picea hondoensis* MAYR
13M	トガサワラ	TOGASAWARA	*Pseudotsuga japonica* BEISSNER
14M	ツガ	TSUGA	*Tsuga Sieboldii* CARRIÉRE
15*	アカマツ	AKAMATSU	*Pinus densiflora* SIEBOLD et ZUCCARINI
16K	ヒメコマツ	HIMEKOMATSU	*Pinus pentaphylla* MAYR
17N	クロマツ	KUROMATSU	*Pinus Thunbergii* PARLATORE
18*	スギ	SUGI	*Cryptomeria japonica* D. DON
19J	コウヤマキ	KÔYAMAKI	*Sciadopitys verticillata* SIEBOLD et ZUCCARINI
20J	ヒノキ	HINOKI	*Chamaecyparis obtusa* ENDLICHER
21J	サワラ	SAWARA	*Chamaecyparis pisifera* ENDLICHER
22J	ネズコ	NEZUKO	*Thuja Standishii* CARRIÉRE
23J	アスナロ	ASUNARO	*Thujopsis dolabrata* SIEBOLD et ZUCCARINI
24F	ヒノキアスナロ	HINOKIASUNARO	*Thujopsis dolabrata* SIEBOLD et ZUCCARINI var. *Hondai* MAKINO

II. 広葉樹 Hardwood

25C	ドロノキ	DORONOKI	*Populus Maximowiczii* A. HENRY
26C	ヤマナラシ	YAMANARASHI	*Populus Sieboldii* MIQUEL
28F	オニグルミ	ONIGURUMI	*Juglans Sieboldiana* MAXIMOWICZ
29H	サワグルミ	SAWAGURUMI	*Pterocarya rhoifolia* SIEBOLD et ZUCCARINI
31H	ミズメ	MIZUME	*Betula grossa* SIEBOLD et ZUCCARINI
32B	シラカンバ	SHIRAKANBA	*Betula platyphylla* SUKACHEV
33D	マカンバ	MAKANBA	*Betula Maximowicziana* REGEL
34H	アカシデ	AKASHIDE	*Carpinus laxiflora* BLUME
35D	アサダ	ASADA	*Ostrya japonica* SARGFNT
36F	クリ	KURI	*Castanea crenata* SIEBOLD et ZUCCARINI
37N	シイノキ	SHIINOKI	*Shiia Sieboldii* MAKINO
38*	ブナ	BUNA	*Fagus crenata* BLUME
39H	イヌブナ	INUBUNA	*Fagus japonica* MAXIMOWICZ
40N	アカガシ	AKAGASHI	*Cyclobalanopsis acuta* OERSTEDT
41N	シラカシ	SHIRAKASHI	*Cyclobalanopsis myrsinaefolia* OERSTEDT
42N	ウバメガシ	UBAMEGASHI	*Quercus phylliraeoides* A. GRAY

番号 Number	和名 Common name		学名 Scientific name
43N	イチイガシ	ICHIIGASHI	*Cyclobalanopsis gilva* Oerstedt
44H	クヌギ	KUNUGI	*Quercus acutissima* Carruthers
45*	ミズナラ	MIZUNARA	*Quercus crispula* Blume
46H	コナラ	KONARA	*Quercus serrata* Thunberg
47C	ハルニレ	HARUNIRE	*Ulmus propinqua* Koidzumi
48H	ケヤキ	KEYAKI	*Zelkova serrata* Makino
49N	ヤマグワ	YAMAGUWA	*Morus bombycis* Koidzumi
50D	カツラ	KATSURA	*Cercidiphyllum japonicum* Siebold et Zuccarini
51D	ホオノキ	HÔNOKI	*Magnolia obovata* Thunberg
52N	クスノキ	KUSUNOKI	*Cinnamomum Camphora* Siebold
53N	タブノキ	TABUNOKI	*Machilus Thunbergii* Siebold et Zuccarini
54N	イスノキ	ISUNOKI	*Distylium racemosum* Siebold et Zuccarini
55I	ヤマザクラ	YAMAZAKURA	*Prunus donarium* Siebold
56F	イヌエンジュ	INUENJU	*Maackia amurensis* Ruprecht et Maximowicz var. *Buergeri* C. K. Schneider
57H	キハダ	KIHADA	*Phellodendron sachalinense* Sargent
58H	モチノキ	MOCHINOKI	*Ilex integra* Thunberg
59D	イタヤカエデ	ITAYAKAEDE	*Acer mono* Maximowicz
60I	トチノキ	TOCHINOKI	*Aesculus turbinata* Blume
61C	シナノキ	SHINANOKI	*Tilia japonica* Simonkai
62C	オオバボダイジュ	ÔBABODAIJU	*Tilia Maximowicziana* Shirasawa
63M	ヒメシャラ	HIMESHARA	*Stewartia monadelpha* Siebold et Zuccarini
64D	ハリギリ（セン）	HARIGIRI (SEN)	*Kalopanax ricinifolium* Miquel
65I	ミズキ	MIZUKI	*Cornus controversa* Hemsley
66H	シオジ	SHIOJI	*Fraxinus commemoralis* Koidzumi
67D	ヤチダモ	YACHIDAMO	*Fraxinus mandshurica* Ruprecht
68C	アオダモ	AODAMO	*Fraxinus Sieboldiana* Blume var. *serrata* Nakai
69H	キリ	KIRI	*Paulownia tomentosa* Steudel
70N	コジイ	KOJII	*Shiia cuspidata* Makino
71C	オオバヤナギ	ÔBAYANAGI	*Toisusu Urbaniana* Kimura
74I	ヤマハンノキ	YAMAHANNOKI	*Alnus hirsuta* Turczaninow var. *sibirica* C. K. Schneider

15* F, I, L　18* G, I, N　38* E, F, K, L, H　45* C, D, F, K

Table 2. 供試材の産地
Locality of the wood samples

記号 Sign	営林局名 Name of Regional Forestry Office		記号 Sign	営林局名 Name of Regional Forestry Office	
A	旭川	Asahikawa	H	前橋	Maebashi
B	北見	Kitami	I	東京	Tokyo
C	帯広	Obihiro	J	長野	Nagano
D	札幌	Sapporo	K	名古屋	Nagoya
E	函館	Hakodate	L	大阪	Osaka
F	青森	Aomori	M	高知	Kochi
G	秋田	Akita	N	熊本	Kumamoto

3. 試験方法

3.1. 試料調製

Table 1 に示した各樹種の各丸太の元口から，厚さ 20～30 mm の円板を採取し，20～30×10～15×2～3 mm の手割りチップを作製し，パルプ試験に供した。各樹種のチップの一部を採り，ウィリイミルで粉砕し，40～60 mesh 部分を採り，木材分析（化学成分分析）用試料とした。

3.2. 材およびパルプの化学的試験

木材分析はJISにより行なった。ホロセルロースはWise法により測定した。α-セルロースは，分離ホロセルロースについて，常法により測定した。未漂白パルプの塩素吸収量（Roe価）はTAPPI standard T 202 os-61により測定した。

3.3. パルプ化

蒸解は4 l 容電熱式オートクレーブでクラフト法により行なった。得られたパルプは洗浄後，8カットスクリーンにより選別した。パルプ収率は全パルプについて測定し，その他の試験は精選パルプについて行なった。蒸解条件はTable 3に示すとおりである。

パルプは漂白用を目的としたので，針葉樹パルプはローエ価5±1.5，広葉樹パルプは3±1を基準とした。Table 3に示した3条件で基準ローエ価に達しない場合は，薬品添加量を増加してさらに蒸解試験を

Table 3. パルプ化条件
Pulping conditions

針葉樹 Softwood	
活性アルカリ% (Na_2O として) Total alkali % (as Na_2O)	a：15%，b：17%，c：19%
硫化率 Sulphidity	25%
液比 Liquor to wood ratio	5 l/kg
蒸解スケジュール Schedule	最高温度（170°C）到達時間 1時間30分 最高温度（170°C）保持時間 1時間30分 1 hr. 30 min. to 170°C, and 1 hr. 30 min. at 170°C.
広葉樹 Hardwood	
活性アルカリ% (Na_2O として) Total alkali % (as Na_2O)	a：13%，b：15%，c：17%
硫化率 Sulphidity	25%
液比 Liquor to wood ratio	4 l/kg
蒸解スケジュール Schedule	最高温度（170°C）到達時間 1時間30分 最高温度（170°C）保持時間 1時間30分 1 hr. 30 min. to 170°C, and 1 hr. 30 min. at 170°C.

The pulps, after washing, were screened on an 8-cut (8/1000 in. slot opnings) screen plate.

Table 4. 漂白条件
Bleaching conditions

処理 Treatment	パルプ濃度 Pulp consistency %	温度 Temperature °C	反応時間 Reaction time hr.	薬品添加量 Chemicals %
1. 塩素化 Chlorination	4	室温 Room temperature	1	ローエ価の120% 120% of Roe no.
2. NaOH 抽出 NaOH extraction	6	70	1	2.5*
3. ClO_2 漂白 ClO_2 bleaching	6	70	2	1.0*
4. NaOH 抽出 NaOH extraction	6	70	1	1.5*
5. ClO_2 漂白 ClO_2 bleaching	6	70	2	1.0*
6. SO_2 処理 SO_2 treatment	3	室温 Room temperature	0.5	0.5*

* 対パルプ　* Pulp basis

行なった。液比は規定の液量で不足の場合には，増加させて試験を行なった。

3.4. 漂　　白

パルプは5段法により漂白した。漂白条件は Table 4 のとおりである。未漂白および漂白パルプの白色度は JIS によって測定した。

なお初期の試験では，一部 Ca-ハイポを漂白処理に使用している（シーケンス：針葉樹パルプ C-E-⑪-E-D-D，広葉樹パルプ C-E-⑪-E-D）。

3.5. パルプの強度試験

パルプの叩解は Lampen mill で行ない，試験紙葉の調製および諸試験は JIS によって行なった。

4. 試 験 結 果

4.1. 化 学 組 成

化学組成分析結果は Table 5 のとおりである。

Table 5 に明らかなように，化学組成分含有量は樹種によりかなり異なるが，各成分ごとの含有量分布の様相を明らかにするために，針葉樹，広葉樹別に各成分含有量の度数分布を Fig. 1～7 に示した。

Table 5. 供試材の化学組成（対絶乾木材%）
Chemical components of wood samples (% of o. d. wood)

I. 針葉樹 Softwood

番号 No.	樹種 Species	灰分 Ash	可溶分 Solubility in 熱水 Hot water	アルコール・ベンゼン Et. OH-benzene	ペントサン Pentosan	ホロセルロース Holocellulose*2	α-セルロース α-cellulose*3	リグニン Lignin	材の比重*4 Basic density g/ml
1 J*1	*Taxus cuspidata*	0.19	11.1	11.5	5.5	58.5	38.2	28.1	0.45
2N	*Torreya nucifera*	0.66	6.7	6.6	4.9	63.8	45.3	34.5	0.45
3M	*Podocarpus macrophyllus*	0.44	3.2	1.5	10.9	65.0	49.4	35.7	0.46
4M	*Abies firma*	0.97	3.6	2.3	5.2	69.8	49.0	33.5	0.42
5H	*Abies homolepis*	0.20	2.3	1.5	5.7	77.1	52.6	29.4	0.31
6F	*Abies Mariesii*	2.26	2.4	1.6	7.5	71.9	49.7	29.9	0.36
7D	*Abies sachalinensis*	0.26	2.6	2.6	5.2	74.0	49.4	30.0	0.33
8H	*Abies Veitchii*	0.18	2.3	1.8	5.9	72.6	47.3	29.1	0.35
9J	*Larix leptolepis*	0.34	9.5	3.2	5.6	68.5	47.8	28.0	0.44
10C	*Picea jezoensis*	0.20	3.6	1.3	6.1	71.0	47.3	28.4	0.32
11C	*Picea Glehnii*	0.20	2.8	2.0	6.7	73.5	49.9	27.8	0.39
12J	*Picea hondoensis*	0.15	3.3	2.2	5.2	64.4	41.9	28.8	0.37
13M	*Pseudotsuga japonica*	0.14	4.4	3.5	5.1	68.1	47.1	33.1	0.43
14M	*Tsuga Sieboldii*	0.24	4.1	3.0	4.3	71.0	51.0	31.1	0.46
15F	*Pinus densiflora*	0.33	3.3	2.7	8.1	71.1	46.5	26.0	0.37
15L	〃	0.22	3.9	4.1	7.0	65.8	43.6	26.1	0.43
15I	〃	0.22	5.7	2.9	7.8	65.2	43.6	27.9	0.44
16K	*Pinus pentaphylla*	0.27	3.2	8.1	4.7	68.4	44.5	27.1	0.33
17N	*Pinus Thunbergii*	0.21	3.0	3.3	6.7	62.9	44.0	25.8	0.45
18N	*Criptomeria japonica*	0.81	4.2	3.9	7.4	66.7	43.9	32.6	0.35
18G	〃	0.72	3.1	2.6	7.3	73.3	48.6	32.3	0.30
18I	〃	0.50	3.0	2.6	7.5	71.9	49.0	32.8	0.32
19J	*Sciadopitys verticillata*	0.18	6.6	11.0	4.7	60.8	38.7	28.5	0.27
20J	*Chamaecyparis obtusa*	0.48	4.2	5.1	5.0	69.3	47.3	29.6	0.34
21J	*Chamaecyparis pisifera*	0.35	7.4	9.4	5.1	60.2	41.0	30.7	0.29
22J	*Thuja Standishii*	0.33	10.8	8.8	6.3	69.8	47.6	26.9	0.28
23J	*Thujopsis dolabrata*	0.43	3.8	4.2	6.4	61.6	41.2	31.9	0.37
24F	*Thujopsis dolabrata* (var.)	0.73	4.5	4.2	5.9	75.2	48.4	33.0	0.39

II. 広葉樹 Hardwood

番号 No.	樹種 Species	灰分 Ash	可溶分 Solubility in 熱水 Hot water	アルコール・ベンゼン Et. OH-benzene	ペントサン Pentosan	ホロセルロース Holocellulose*2	α-セルロース α-cellulose*3	リグニン Lignin	材の比重*4 Basic density g/ml
25C*1	*Populus Maximowiczii*	0.69	2.1	1.8	13.6	82.0	52.8	22.1	0.29
26C	*Populus Sieboldii*	0.47	3.3	2.5	19.0	81.1	49.4	18.3	0.37
28F	*Juglans Sieboldiana*	0.35	7.2	3.9	13.3	77.6	50.0	21.8	0.43
29H	*Pterocarya rhoifolia*	0.43	2.8	2.3	14.0	78.2	48.2	23.8	0.27
74I	*Alnus hirsuta* (var.)	0.34	3.7	2.3	14.6	72.7	47.8	23.0	0.38
31H	*Betula grossa*	0.43	2.4	2.3	26.8	78.4	45.6	23.5	0.57
32B	*Betula platyphylla*	0.24	2.1	2.0	21.5	76.8	56.4	17.6	0.45
33D	*Betula Maximowicziana*	0.43	1.9	0.9	17.6	77.2	46.9	22.9	0.56
34H	*Carpinus laxiflora*	0.64	3.4	2.2	26.5	80.4	46.0	16.8	0.57
35D	*Ostrya japonica*	0.47	3.7	2.0	19.1	79.7	48.0	23.4	0.56
36F	*Castanea crenata*	0.81	11.2	2.4	14.8	69.6	42.1	20.6	0.47
37N	*Shiia Sieboldii*	0.23	12.7	3.1	14.7	64.9	37.0	28.4	0.47
38E	*Fagus crenata*	0.87	1.2	0.8	17.0	82.8	50.0	22.5	0.52
38F	〃	0.43	2.6	1.0	19.4	84.0	53.8	23.5	0.48
38H	〃	0.68	1.8	1.0	19.2	79.5	47.9	24.4	0.46
38K	〃	0.56	1.7	1.2	18.8	79.7	48.5	24.0	0.52
38L	〃	0.004	1.8	1.2	13.6	81.0	50.2	24.7	0.51
39H	*Fagus japonica*	0.79	3.6	1.4	17.2	79.3	47.2	24.6	0.52
40N	*Cyclobalanopsis acuta*	0.70	8.6	3.6	17.2	71.3	46.5	24.9	0.71
41N	*Cyclobalanopsis myrsinaefolia*	0.98	7.1	1.9	19.4	75.0	48.2	22.7	0.67
43N	*Cyclobalanopsis gilva*	1.10	6.2	0.5	15.4	76.9	47.8	26.5	0.62
44H	*Quercus acutissima*	0.63	3.8	0.4	17.5	78.4	49.9	18.8	0.68
45C	*Quercus crispula*	0.05	5.5	1.1	19.9	76.2	47.0	26.0	0.54
45D	〃	0.35	6.5	0.8	19.3	74.3	47.3	26.3	0.52
45F	〃	0.08	6.2	0.9	19.6	73.7	46.6	25.9	0.54
45K	〃	0.26	4.1	2.2	19.9	75.9	51.0	24.7	0.55
46H	*Quercus serrata*	0.61	5.7	0.5	16.9	78.2	50.3	21.8	0.62
47C	*Ulmus propinqua*	0.80	2.2	0.4	15.0	78.5	47.3	26.8	0.49
48H	*Zelkova serrata*	0.79	8.0	0.9	15.5	75.1	43.9	27.1	0.49
49N	*Morus bombycis*	0.39	7.2	8.0	15.0	66.9	41.7	20.9	0.49
50D	*Cercidiphyllum japonicum*	0.32	4.7	2.6	15.7	77.7	50.6	25.6	0.41
51D	*Magnolia obovata*	0.35	3.2	1.8	14.9	77.0	46.5	29.6	0.39
52N	*Cinnamomum Camphora*	0.52	4.5	2.3	13.6	80.5	50.1	29.0	0.42
53N	*Machilus Thunbergii*	0.29	7.2	4.5	15.3	72.9	49.0	25.2	0.55
54N	*Distylium racemosum*	0.49	5.4	1.9	17.0	73.0	47.0	29.8	0.70
55I	*Prunus donarium*	0.27	6.0	4.6	20.9	72.9	47.6	17.6	0.46
56F	*Maackia amurensis* (var.)	0.32	5.0	5.7	18.5	77.2	53.0	19.2	0.54
57H	*Phellodendron sachalinense*	0.13	3.8	1.4	13.9	80.2	51.1	23.1	0.34
59D	*Acer mono*	0.46	3.7	1.6	17.8	77.5	48.6	24.1	0.52
60I	*Aesculus turbinata*	0.26	3.1	1.4	14.3	74.5	46.0	26.9	0.41
61C	*Tilia japonica*	0.18	2.7	3.7	18.2	79.4	45.9	19.5	0.37
62C	*Tilia Maximowicziana*	0.60	3.0	2.9	17.6	82.3	45.6	20.6	0.34
63M	*Stewartia monadelpha*	0.58	2.5	1.2	14.7	69.1	43.5	24.6	0.61
64E	*Kalopanax ricinifolium*	0.57	4.1	2.1	17.4	79.4	50.5	22.7	0.40
65I	*Cornus controversa*	0.40	3.5	1.5	17.2	73.0	46.0	22.0	0.49
66H	*Fraxinus commemoralis*	0.49	2.7	1.8	13.8	78.3	57.4	26.0	0.44
67D	*Fraxinus mandshurica*	1.02	3.5	1.6	16.1	80.1	51.2	21.9	0.52
68C	*Fraxinus Sieboldiana* (var.)	0.89	5.6	3.7	16.7	74.5	45.0	23.6	0.57
69H	*Paulownia tomentosa*	0.21	9.0	8.2	16.0	72.4	45.3	20.4	0.23
70N	*Shiia cuspidata*	0.39	3.9	2.0	15.9	78.7	47.9	23.4	0.42
71C	*Toisusu Urbaniana*	0.89	1.9	2.2	14.7	79.6	49.6	21.2	0.32

*1 アルファベット記号は供試材の産地を示す。Alphabetical sign shows a locality of the wood samples.
*2 灰分，リグニン補正 Ash, Lignin free.
*3 リグニン補正 Lignin free.
*4 木材部資料（未発表） Unpublished data (Wood Technology Division)

これによると，各成分ともに最大値と最小値との幅はかなり広範囲にわたっているが，ホロセルロース，α-セルロース，リグニン等の主成分に比較すると，灰分，可溶分等の副成分は比較的狭い範囲に集中的に分布していることが認められる。これらをさらに細かく検討すると，次のようになる。

化学組成分含有量分布の集中度

	針葉樹		広葉樹	
	主要ピークの範囲（%）	全体に占める割合（%）	主要ピークの範囲（%）	全体に占める割合（%）
灰分	0.16～0.35	60.7	0.26～0.65	58.8
温水可溶分	2.6～4.5	64.3	1.6～4.5	60.8
アルコール・ベンゼン可溶分	1.6～4.5	64.3	0.6～2.5	64.7
ペントサン	4.6～7.5	85.7	13.6～20.5	90.2
ホロセルロース	—	—	76.6～80.5	51.0
α-セルロース	—	—	45.6～51.5	76.5
リグニン	—	—	21.6～26.5	62.7

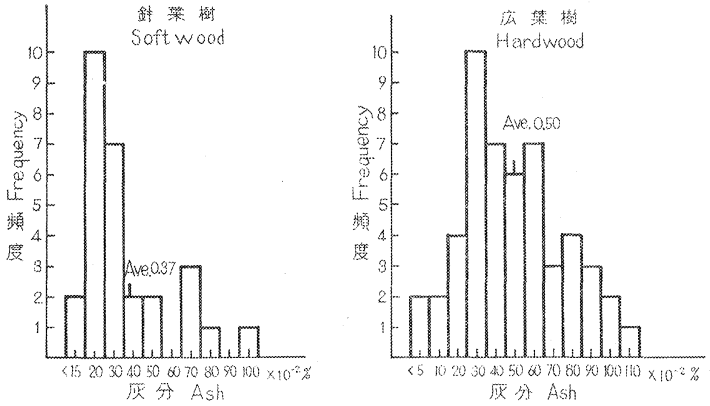

Fig. 1　灰分含有量の度数分布
Histogram of ash contents.

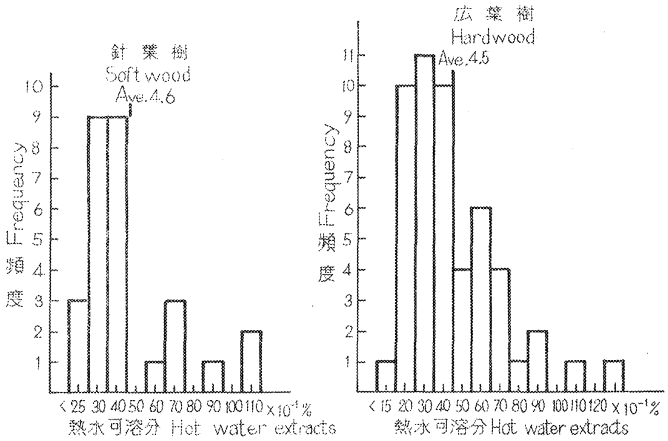

Fig. 2　熱水可溶分含有量の度数分布
Histogram of hot water extracts contents.

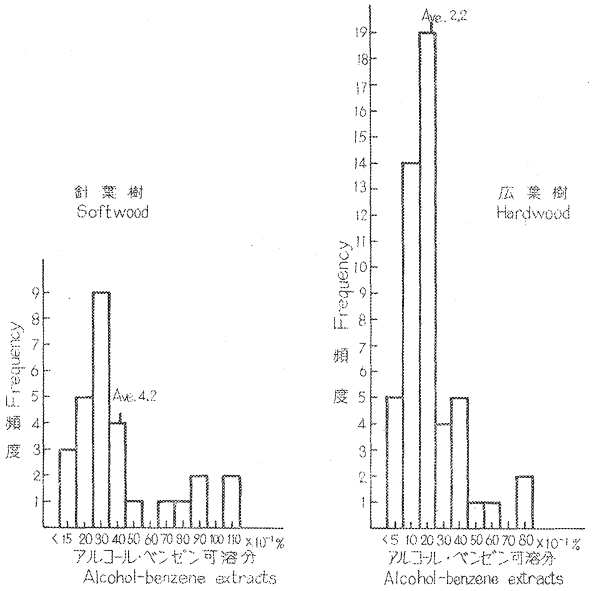

Fig. 3　アルコール・ベンゼン可溶分含有量の度数分布
Histogram of alcohol-benzene extracts contents.

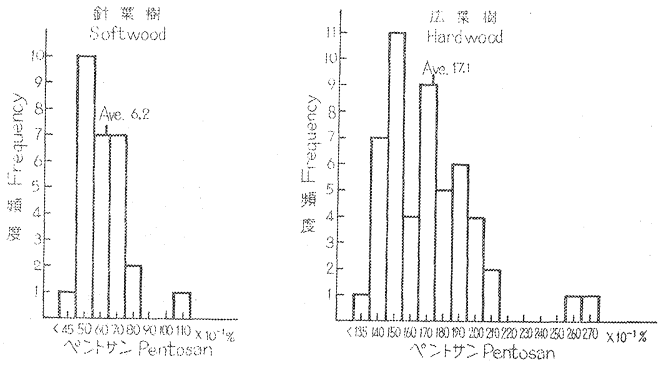

Fig. 4　ペントサン含有量の度数分布
Histogram of pentosan contents.

上記のように広葉樹の場合は主要成分も針葉樹と異なり，かなり狭い範囲に集中的に分布していることが明らかである。いっぽう針葉樹の場合は，主要成分の含有量分布に広葉樹の場合のようなきわだったピークは認められない。

針葉樹，広葉樹の化学組成分含有量のこのような特徴ある分布の仕方は，当然これらの材から生成されるパルプの性質に種々の影響を及ぼすであろうことが予測される。

次に各成分について，含有量の大小を仮に3～4段階に区分して（次表），

	針葉樹（%）					広葉樹（%）				
	C	B	A′	A	平均	C	B	A′	A	平均
灰分	～0.25	～0.55	～0.85	0.86～	0.36	～0.15	～0.55	～0.95	0.96～	0.49
温水可溶分	～2.5	～5.5	～9.5	9.6～	4.6	～2.5	～7.5	～11.5	11.6～	4.5
アルコール・ベンゼン可溶分	～2.5	～6.5	～9.5	9.6～	4.2	～1.5	～4.5	～6.5	6.6～	2.2
ペントサン	～5.5	～7.5	～9.5	9.6～	6.2	～14.5	～20.5	～25.5	25.6～	17.1
ホロセルロース	～65.5	～70.5	70.6～		68.3	～72.5	～81.5	81.6～		76.8
α-セルロース	～43.5	～48.5	48.6～		46.2	～43.5	～52.5	52.6～		48.1
リグニン	～27.5	～32.5	32.6～		30.0	～18.5	～27.5	27.6～		23.4

A, A′：大きい，B：中程度，C：小さい。

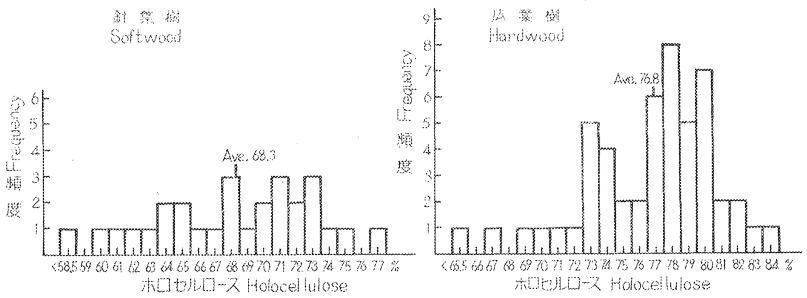

Fig. 5　ホロセルロース含有量の度数分布
Histogram of holocellulose contents.

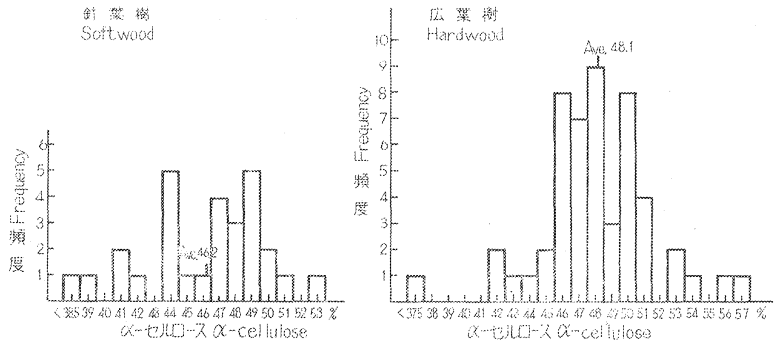

Fig. 6　α-セルロース含有量の度数分布
Histogram of α-cellulose contents.

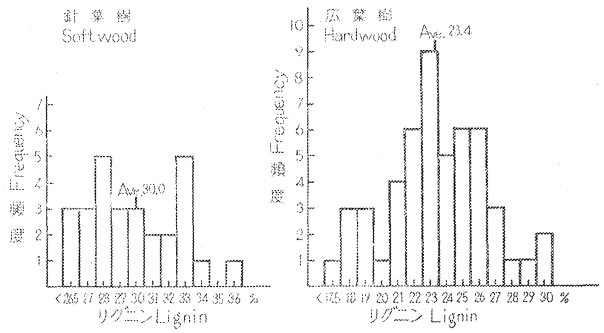

Fig. 7　リグニン含有量の度数分布
Histogram of lignin contents.

とすると，各樹種の成分含有量は針葉樹，広葉樹別に Table 6 のように類別される。針葉樹ではアカマツ，スギ，広葉樹ではブナ，ミズナラについて，産地の異なる試料により，生育地の違いによる化学組成の差の有無を検討したが，特に差は認められなかった。

4.2. パルプ化

パルプ化試験の結果は Table 7, Table 8 のとおりである。

パルプの蒸解はさきに述べたように，針葉樹，広葉樹ともにそれぞれ a, b, c の3条件で行なったが，いずれの場合も活性アルカリ添加量が増加すると，パルプ収率，ローエ価は減少し，未漂白パルプの白色

Table 6. 化学組成の樹種別評価

Classification of chemical components on each tree species

I. 針葉樹 Softwood

番号 No.	樹種 Species	灰分 Ash	可溶分 Solubility in 熱水 Hot water	アルコール・ベンゼン Et. OH-benzene	ペントサン Pento-san	ホロセルロース Holo-cellu-lose	α-セルロース α-cellu-lose	リグニン Lignin
1 J	*Taxus cuspidata*	C	A	A	C	C	C	B
2 N	*Torreya nucifera*	A′	A′	A′	C	C	B	A
3 M	*Podocarpus macrophyllus*	B	B	C	A	C	A	A
4 M	*Abies firma*	A	B	C	C	B	A	A
5 H	*Abies homolepis*	C	C	C	B	A	A	B
6 F	*Abies Mariesii*	B	C	C	B	A	A	B
7 D	*Abies sachalinensis*	B	B	B	C	A	A	B
8 H	*Abies Veitchii*	C	C	C	B	A	B	B
9 J	*Larix leptolepis*	B	A′	B	B	B	B	B
10 C	*Picea jezoensis*	C	B	C	B	A	B	B
11 C	*Picea Glehnii*	C	B	C	B	A	A	B
12 J	*Picea hondoensis*	C	B	C	C	C	C	B
13 M	*Pseudotsuga japonica*	C	B	B	C	B	B	A
14 M	*Tsuga Sieboldii*	C	B	B	C	A	A	B
15 F	*Pinus densiflora*	B	B	B	A′	A	B	C
15 C	〃	C	B	B	B	B	B	C
15 I	〃	C	A′	B	A′	C	B	B
16 K	*Pinus pentaphylla*	B	B	A′	C	B	B	C
17 N	*Pinus Thunbergii*	C	B	B	B	C	B	C
18 N	*Criptomeria japonica*	A′	B	B	B	B	B	A
18 G	〃	A′	B	B	B	A	A	B
18 I	〃	B	B	B	B	A	A	A
19 J	*Sciadopitys verticillata*	C	A′	A	C	C	C	B
20 J	*Chamaecyparis obtusa*	B	B	B	C	B	B	B
21 J	*Chamaecyparis pisifera*	B	A′	A′	C	C	C	B
22 J	*Thuja Standishii*	B	A	A′	B	B	B	C
23 J	*Thujopsis dolabrata*	B	B	B	B	C	C	B
24 F	*Thujopsis dolabrata* (var.)	A′	B	B	B	A	B	A

II. 広葉樹 Hardwood

25 C	*Populus Maximowiczii*	A′	C	B	C	A	A	B
26 C	*Populus Sieboldii*	B	B	B	B	B	B	C
28 F	*Juglans Sieboldiana*	B	B	B	C	B	B	B
29 H	*Pterocarya rhoifolia*	B	B	B	C	B	B	B
74 I	*Alnus hirsuta* (var.)	B	B	B	B	B	B	B
31 H	*Betula grossa*	B	C	B	A	B	B	B
32 B	*Betula platyphylla*	B	C	B	A′	B	A	C
33 D	*Betula Maximowicziana*	B	C	C	B	B	B	B
34 H	*Carpinus laxiflora*	A′	B	B	A	B	B	C
35 D	*Ostrya japonica*	B	B	B	B	B	B	B
36 F	*Castanea crenata*	A′	A′	B	B	C	C	B
37 N	*Shiia Sieboldii*	B	A	B	B	C	C	A
38 E	*Fagus crenata*	A′	C	C	B	A	B	B
38 F	〃	B	B	C	B	A	A	B
38 H	〃	A′	C	C	B	B	B	B
38 K	〃	A′	C	C	B	B	B	B
38 L	〃	C	C	C	C	B	B	B

番号 No.	樹種 Species	灰分 Ash	可溶分 Solubility in 熱水 Hot water	アルコール・ベンゼン Et. OH-benzene	ペントサン Pentosan	ホロセルロース Holocellulose	α-セルロース α-cellulose	リグニン Lignin
39H	*Fagus japonica*	A′	B	C	B	B	B	B
40N	*Cyclobalanopsis acuta*	A′	A′	B	B	C	B	B
41N	*Cyclobalanopsis myrsinaefolia*	A	B	B	B	B	B	B
43N	*Cyclobalanopsis gilva*	A	B	C	B	B	B	B
44H	*Quercus acutissima*	A′	B	C	B	B	B	B
45C	*Quercus crispula*	C	B	C	B	B	B	B
45D	〃	B	B	C	B	B	B	B
45F	〃	C	B	C	B	B	B	B
45K	〃	B	B	B	B	B	B	B
46H	*Quercus serrata*	A′	B	C	B	B	B	B
47C	*Ulmus propinqua*	A′	C	C	B	B	B	B
48H	*Zelkova serrata*	A′	A′	C	B	B	B	B
49N	*Morus bombycis*	B	B	A	B	C	C	B
50D	*Cercidiphyllum japonicum*	B	B	B	B	B	B	B
51D	*Magnolia obovata*	B	B	B	B	B	B	A
52N	*Cinnamomum Camphora*	B	B	B	C	B	B	A
53N	*Machilus Thunbergii*	B	B	B	B	B	B	B
54N	*Distylium racemosum*	B	B	B	B	B	B	A
55I	*Prunus donarium*	B	B	A′	A′	B	B	C
56F	*Maackia amurensis* (var.)	B	B	A′	B	B	A	B
57H	*Phellodendron sachalinense*	C	B	C	C	B	B	B
59D	*Acer mono*	B	B	B	B	B	B	B
60I	*Aesculus turbinata*	B	B	C	C	B	B	B
61C	*Tilia japonica*	B	B	B	B	B	B	B
62C	*Tilia Maximowicziana*	A′	B	B	B	A	B	B
63M	*Stewartia monadelpha*	A′	C	C	B	C	C	B
64E	*Kalopanax ricinifolium*	A′	B	B	B	B	B	B
65I	*Cornus controversa*	B	B	C	B	B	B	B
66H	*Fraxinus commemoralis*	B	B	B	C	B	A	B
67D	*Fraxinus mandshurica*	A	B	B	B	B	B	B
68C	*Fraxinus Sieboldiana* (var.)	A′	B	B	B	B	B	B
69H	*Paulownia tomentosa*	B	A′	A	B	C	B	B
70N	*Shiia cuspidata*	B	B	B	B	B	B	B
71C	*Toisusu Urbaniana*	A′	C	B	B	B	B	B

Note

	Softwood (%)					Hardwood (%)				
	C	B	A′	A	Average	C	B	A′	A	Average
Ash	~0.25	~0.55	~0.85	0.86~	0.36	~0.15	~0.55	~0.95	0.96~	0.49
Hot water extract	~2.5	~5.5	~9.5	9.6~	4.6	~2.5	~7.5	~11.5	11.6~	4.5
Et. OH-benzene extract	~2.5	~6.5	~9.5	9.6~	4.2	~1.5	~4.5	~6.5	6.6~	2.2
Pentosan	~5.5	~7.5	~9.5	9.6~	6.2	~14.5	~20.5	~25.5	25.6~	17.1
Holocellulose	~65.5	~70.5	70.6~		68.3	~72.5	~81.5	81.6~		76.8
α-cellulose	~43.5	~48.5	48.6~		46.2	~43.5	~52.5	52.6~		48.1
Lignin	~27.5	~32.5	32.6~		30.0	~18.5	~27.5	27.6~		23.4

A, A′ : large,　B : medium,　C : small.

Table 7. 硫酸塩パルプの性質
Properties of sulphate pulps

針葉樹 Softwood

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	収率 % Yield % 精選 Screened	粕 Screenings	全 Total	ローエ価 Roe number	白色度 Brightness	備考 Note
1J	*Taxus cuspidata*	a	33.8	16.9	50.7	13.10	14.6	
		b	41.1	3.5	44.6	11.66	18.1	
		c	39.8	0	39.8	6.67*	20.3	
2N	*Torreya nucifera*	a	46.1	1.4	47.5	15.92	17.9	
		b	44.2	1.0	45.2	13.20	19.5	
		c	43.6	0.1	43.8	8.32	22.5	
		d	40.3	0	40.3	6.32*	25.8	Total alkali 21%
3M	*Podocarpus macrophyllus*	a	42.5	0.4	42.9	10.57	15.3	
		b	40.9	0.1	41.0	7.18	18.6	
		c	40.2	0	40.2	6.05*	19.7	
4M	*Abies firma*	a	43.9	1.7	45.6	11.95	12.4	
		b	44.2	0.2	44.4	7.16	16.0	
		c	41.9	0.1	42.0	5.47*	19.4	
5H	*Abies homolepis*	a	49.9	5.5	55.5	11.65	20.3	Liq. to wood ratio 6 *l*/kg
		b	50.5	2.4	52.9	9.38	21.7	
		c	48.9	0.7	49.6	5.60*	21.8	
6F	*Abies Mariesii*	a	48.1	0.1	48.3	7.57	18.1	
		b	45.0	0	45.0	5.77	20.2	
		c	43.7	0	43.7	4.64*	23.4	
7D	*Abies sachalinensis*	a	48.3	4.0	52.3	10.50	22.9	
		b	47.8	0.8	48.5	7.42	27.0	
		c	46.1	0.3	46.4	4.96*	29.0	
8H	*Abies Veitchii*	a	46.5	7.8	54.2	11.73	16.5	Liq. to wood ratio 6 *l*/kg
		b	49.2	2.1	51.2	9.86	18.3	
		c	48.5	0.1	48.6	6.82*	22.7	
9J	*Larix leptolepis*	a	37.5	11.7	49.2	8.95	15.7	
		b	41.4	2.3	43.6	5.63	17.3	
		c	40.6	0.5	41.1	4.13*	20.5	
10C	*Picea jezoensis*	a	50.4	3.0	53.4	10.84	21.6	
		b	47.9	0.3	48.2	6.95	23.5	
		c	46.5	0.2	46.7	3.57*	28.3	
11C	*Picea Glehnii*	a	48.8	2.4	51.2	9.29	20.3	
		b	48.7	0.1	48.8	6.98	25.0	
		c	46.6	0.1	46.7	4.83*	29.1	
12J	*Picea hondoensis*	a	43.7	9.2	52.9	11.63	17.3	Liq. to wood ratio 5.5 *l*/kg Total alkali (d) 21%
		b	47.3	1.4	48.7	8.10	20.3	
		c	46.5	1.4	47.9	7.49	22.4	
		d	46.6	0.5	47.1	6.75*	25.1	
13M	*Pseudotsuga japonica*	a	44.7	0.8	45.5	9.61	12.0	
		b	41.7	0.1	41.8	6.92	15.0	
		c	41.0	0	41.0	5.65*	17.1	
14M	*Tsuga Sieboldii*	a	45.7	0.6	46.3	9.11	15.7	
		b	42.9	0.1	43.0	6.58	16.3	
		c	42.1	0	42.1	4.61*	20.0	
15L	*Pinus densiflora*	a	44.0	3.4	47.4	6.64	15.5	
		b	44.3	1.3	45.6	5.46*	18.2	
		c	42.8	0.3	43.1	3.64	18.2	

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	収率 % Yield % 精選 Screened	粕 Screenings	全 Total	ローエ価 Roe number	白色度 Brightness	備考 Note
15F	*Pinus densiflora*	a	46.5	2.8	49.3	6.19	19.5	
		b	46.2	2.0	48.2	4.92*	19.6	
		c	45.8	0.2	46.0	3.51	23.4	
15I	*Pinus densiflora*	a	44.5	9.0	53.5	6.85	18.6	
		b	49.2	1.3	50.5	7.32	21.9	
		c	47.4	0.1	47.5	4.54*	24.9	
16K	*Pinus pentaphylla*	a	41.7	7.4	49.1	12.27	17.1	
		b	41.9	1.8	43.7	9.68	19.1	
		c	43.5	0.1	43.6	6.86*	22.8	
17N	*Pinus Thunbergii*	a	46.1	4.1	50.2	6.48	23.1	
		b	47.9	0.5	48.4	4.98*	24.7	
		c	45.9	0	46.0	3.78	26.4	
18N	*Criptomeria japonica*	a	49.0	0.9	50.0	13.50	19.3	
		b	45.6	0.2	45.8	9.72	22.1	
		c	44.7	0.2	44.9	6.08*	25.0	
18G	*Criptomeria japonica*	a	45.2	9.5	54.7	12.23	15.5	Liq. to wood ratio 6 *l*/kg Total alkali (d) 21%
		b	46.4	2.0	48.5	10.35	18.2	
		c	47.7	0.8	48.5	9.55	20.0	
		d	47.5	0.3	47.8	8.68*	22.3	
18I	*Criptomeria japonica*	a	45.7	9.1	54.8	13.70	16.1	Liq. to wood ratio 6 *l*/kg Total alkali (d) 21%
		b	48.8	3.1	51.9	12.49	17.7	
		c	45.4	0.4	45.9	8.03	20.2	
		d	45.0	0.1	45.2	6.85*	22.6	
19J	*Sciadopitys verticillata*	a	46.1	4.4	50.5	16.23	23.7	
		b	46.9	0.9	47.8	12.54	26.5	
		c	45.5	0.1	45.6	9.74	30.8	
		d	45.0	0	45.0	8.22	31.7	Total alkali 21%
		e	42.5	0	42.5	6.47*	34.7	〃 23%
20J	*Chamaecyparis obtsusa*	a	45.5	5.6	51.1	10.97	23.1	
		b	47.1	0.7	47.8	8.05	25.4	
		c	46.2	0.2	46.6	6.25*	28.1	
21J	*Chamaecyparis pisifera*	a	47.2	2.0	49.2	12.71	22.2	
		b	46.1	0.1	46.2	8.17	27.2	
		c	44.7	0.1	44.7	6.28*	31.5	
22J	*Thuja Standishii*	a	43.7	3.3	47.0	12.00	17.9	
		b	42.9	0.9	43.8	7.71	21.5	
		c	41.2	0.1	41.3	5.42*	24.1	
23J	*Thujopsis dolabrata*	a	42.6	8.5	51.1	12.90	18.0	
		b	45.1	1.1	46.1	8.02	22.4	
		c	43.7	0.2	43.9	6.16*	24.1	
24F	*Thujopsis dolabrata* (var.)	a	46.2	1.0	47.2	8.31	20.1	
		b	46.0	0.1	46.1	6.36	22.3	
		c	44.4	0	44.4	5.32*	25.5	

標準ローエ価を示すパルプを漂白試験に使用した（* で他のパルプと区別してある）。

The pulps showing standard Roe numbers, which were distinguished from other samples by dot sign, were used for bleaching test.

Table 8. 硫酸塩パルプの性質
Properties of sulphate pulps

広葉樹 Hardwood

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	収率 % Yield % 精選 Screened	粕 Screenings	全 Total	ローエ価 Roe number	白色度 Brightness	備考 Note
25C	*Populus Maximowiczii*	a	56.7	2.5	59.1	5.03	30.4	
		b	58.0	0.2	58.2	2.15*	32.3	
		c	55.6	0	55.6	1.43	33.9	
26C	*Populus Sieboldii*	a	55.5	2.2	57.6	2.32*	28.3	
		b	55.1	0.2	55.2	1.65	32.2	
		c	54.2	0	54.2	1.50	34.8	
28F	*Juglans Sieboldiana*	a	44.8	10.0	54.8	4.88	21.8	Liq. to wood ratio 4 *l*/kg
		b	51.2	0.2	51.3	2.52*	21.8	
		c	50.9	0	50.9	2.07	22.2	
29H	*Pterocarya rhoifolia*	a	52.8	3.6	56.4	4.15	23.8	Liq. to wood ratio 6 *l*/kg
		b	53.6	0.2	53.8	3.12*	25.5	
		c	52.5	0	52.5	1.33	27.8	
74I	*Alnus hirsuta* (var.)	a	46.4	8.5	54.9	6.10	18.0	
		b	52.3	0	52.3	3.36	23.8	
		c	49.8	0	49.8	2.90*	25.3	
31H	*Betula grossa*	a	51.4	2.3	53.7	4.57	18.2	
		b	51.3	0	51.3	2.96*	21.6	
		c	49.5	0	49.5	2.22	24.4	
32B	*Betula platyphylla*	a	53.6	4.2	57.8	4.63	19.6	
		b	53.9	0.1	53.9	2.39*	27.1	
		c	52.5	0	52.5	2.42	29.9	
33D	*Betula Maximowicziana*	a	52.7	2.7	55.4	4.07	16.9	
		b	52.8	0.1	52.9	3.10*	18.5	
		c	48.5	0	48.5	2.35	21.7	
34H	*Carpinus laxiflora*	a	48.8	10.5	59.4	6.68	13.3	
		b	52.2	0.1	52.3	2.52*	20.0	
		c	50.1	0	50.1	2.23	23.5	
35D	*Ostrya japonica*	a	44.5	10.8	55.3	8.30	15.8	
		b	49.5	0.3	49.8	3.06*	23.4	
		c	48.7	0.1	48.7	2.82	24.1	
36F	*Castanea crenata*	a	50.3	3.2	53.4	12.35	8.2	Disintegreted by mechanical method Total alkali 19%
		b	49.8	1.6	51.4	10.11	—	
		c	46.2	0.7	46.9	5.62	13.5	
		d	45.9	0.3	46.2	3.93*	13.6	
37N	*Shiia Sieboldii*	a			59.7			
		b	41.1	12.0	53.1	9.80	10.8	
		c	47.4	0.4	47.8	6.10	12.2	
		d	46.8	0.2	47.0	4.63*	14.7	
38E	*Fagus crenata*	a	51.8	1.6	53.3	3.26*	19.5	
		b	51.1	0.2	51.3	2.03	25.3	
		c	48.1	0	48.1	1.52	27.5	
38F	*Fagus crenata*	a	51.6	2.9	54.4	5.10	18.9	
		b	49.7	0	49.8	2.19*	25.8	
		c	48.7	0	48.7	1.75	29.1	
38H	*Fagus crenata*	a	50.0	0	50.1	2.98*	26.6	
		b	48.1	0	48.1	2.08	29.0	
		c	46.6	0	46.6	1.49	29.8	

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	収率 % Yield % 精選 Screened	粕 Screenings	全 Total	ローエ価 Roe number	白色度 Brightness	備考 Note
38K	*Fagus crenata*	a	50.9	1.2	52.1	3.98	17.2	
		b	49.4	0.1	49.4	1.92*	20.1	
		c	48.1	0	48.1	1.73	26.1	
38L	*Fagus crenata*	a	51.4	2.7	54.1	5.00	19.0	
		b	48.3	0.1	48.3	2.07*	28.1	
		c	46.3	0	46.3	1.48	—	
39H	*Fagus japonica*	a	49.7	0.9	50.5	3.56*	19.0	
		b	49.0	0.1	49.1	2.22	23.7	
		c	47.1	0	47.1	1.48	25.1	
40N	*Cyclobalanopsis acuta*	a	45.5	5.5	51.0	5.61	15.0	
		b	46.6	0.3	46.9	2.59*	18.3	
		c	45.4	0.1	45.5	1.94	20.0	
41N	*Cyclobalanopsis myrsynaefolia*	a	47.6	4.5	52.2	5.01	15.4	
		b	49.3	0.5	49.8	2.34*	17.2	
		c	46.7	0.2	46.9	1.57	18.6	
43N	*Cyclobalanopsis gilva*	a	47.0	1.5	48.5	2.49	19.3	
		b	46.6	0.1	46.7	1.86*	20.7	
		c	44.2	0	44.2	1.57	22.0	
44H	*Quercus acutissima*	a	44.4	6.4	50.8	4.86	18.7	
		b	48.8	0.1	49.0	2.77*	27.1	
		c	47.9	0	47.9	2.32	28.7	
45C	*Quercus crispula*	a	47.7	6.2	53.9	6.28	17.7	
		b	49.1	0.3	49.4	3.03*	24.5	
		c	49.0	0	49.0	2.29	24.9	
45D	*Quercus crispula*	a	50.7	0.8	51.5	3.29*	19.4	
		b	50.1	0.1	50.1	1.74	28.2	
		c	45.9	0.1	45.9	1.55	34.5	
45F	*Quercus crispula*	a	53.1	1.1	54.2	11.96	10.9	
		b	47.6	0.2	47.8	2.10*	19.8	
		c	46.5	0.1	46.5	1.93	21.2	
45K	*Quercus crispula*	a	44.4	6.6	51.0	5.21	19.4	
		b	48.6	0.1	48.7	2.37*	21.0	
		c	45.8	0.1	45.9	1.73	27.6	
46H	*Quercus serrata*	a	47.8	4.4	52.2	4.32	19.8	
		b	50.4	0	50.4	2.55*	26.1	
		c	49.0	0	49.0	2.25	27.2	
47C	*Ulmus propinqua*	a	46.7	7.0	53.7	4.88	24.1	
		b	49.7	0.2	49.9	2.66*	29.1	
		c	48.3	0	48.3	1.70	30.6	
48H	*Zelkova serrata*	a	48.8	0	48.8	2.38*	25.7	
		b	46.7	0	46.7	1.63	27.0	
		c	45.6	0	45.6	1.49	28.3	
49N	*Morus bombycis*	a	46.4	9.9	56.3	6.29	13.0	
		b	51.3	0.9	52.1	4.51	15.0	
		c	50.2	0.1	50.3	3.36*	16.5	
50D	*Cercidiphyllum japonicum*	a	46.0	4.7	50.7	5.65	11.3	
		b	48.0	0.3	48.2	3.43*	13.3	
		c	47.6	0	47.6	2.49	15.4	

Table 8. (つづき) (Continued)

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	収率 % Yield % 精選 Screened	粕 Screenings	全 Total	ローエ価 Roe number	白色度 Brightness	備考 Note
51D	*Magnolia obovata*	a	47.9	1.7	49.6	3.42*	25.0	
		b	47.6	0.2	47.8	2.23	28.1	
		c	46.0	0	46.0	1.74	29.6	
52N	*Cinnamomum Camphora*	a	48.9	0.2	49.0	4.91	18.9	
		b	47.3	0.7	48.0	2.47*	22.7	
		c	45.5	0	45.5	2.02	24.2	
53N	*Machilus Thunbergii*	a	50.2	0.2	50.4	5.07	16.3	
		b	47.9	0	47.9	2.16*	19.1	
		c	46.4	0	46.4	2.02	19.5	
54N	*Distylium racemosum*	a	43.1	6.1	49.2	5.35	8.6	
		b	44.4	0.4	44.9	2.76*	11.0	
		c	42.7	0	42.7	2.00	12.8	
55I	*Prunus donarium*	a	45.8	8.9	54.6	5.76	14.7	
		b	51.3	0.2	51.6	2.12*	22.9	
		c	50.2	0	50.2	1.95	24.7	
56F	*Maackia amurensis* (var.)	a	52.9	4.1	57.0	4.93	18.4	
		b	54.0	0.1	54.1	2.66*	20.7	
		c	51.7	0	51.7	2.14	23.3	
57H	*Phellodendron sacchalinense*	a	53.2	0.2	53.5	2.38*	25.5	Liq. to wood ratio 6 *l*/kg
		b	52.6	0	52.6	1.93	27.4	
		c	51.5	0	51.5	1.49	29.2	
59D	*Acer mono*	a	50.6	0.9	51.5	3.33*	27.3	
		b	50.6	0	50.6	1.89	30.5	
		c	49.2	0	49.2	1.45	32.6	
60I	*Aesculus turbinata*	a	43.7	6.9	50.7	7.81	16.9	
		b	46.7	1.0	47.7	5.80	20.6	
		c	46.4	0	46.4	4.18*	22.3	
61C	*Tilia japonica*	a	48.4	6.4	54.7	3.89	19.7	
		b	52.0	0.4	52.4	2.09*	26.8	
		c	50.7	0	50.8	1.87	28.6	
62C	*Tilia Maximowicziana*	a	38.8	17.4	56.1	5.28	15.5	
		b	50.5	0.4	50.8	3.55*	31.4	
		c	49.4	0	49.4	1.98	32.0	
63M	*Stewartia monadelpha*	a	45.8	5.8	51.6	5.00	15.9	
		b	47.1	0.2	47.3	2.11*	21.7	
		c	46.7	0	46.7	1.93	22.3	
64D	*Kalopanax ricinifolium*	a	52.5	0.4	52.9	2.75*	18.4	
		b	52.2	0	52.2	2.60	21.1	
		c	50.4	0	50.4	2.24	21.7	
65I	*Cornus controversa*	a	45.8	6.4	52.2	6.06	15.4	
		b	49.0	0.8	49.8	2.45*	21.1	
		c	48.2	0	48.2	1.91	25.7	
66H	*Fraxinus commemoralis*	a	47.1	2.0	49.1	6.67	21.1	
		b	46.8	0	46.8	4.90	26.4	
		c	45.4	0	45.4	3.20*	28.1	
67D	*Fraxinus mandshurica*	a	49.9	1.3	51.2	3.33*	21.5	
		b	49.9	0	49.9	2.24	27.0	
		c	48.8	0	48.8	2.02	27.2	

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	収率 % Yield % 精選 screened	粕 screenings	全 total	ローエ価 Roe number	白色度 Brightness	備考 Note
68C	*Fraxinus Sieboldiana*	a	46.6	1.8	47.4	2.81*	26.2	
		b	45.9	0	45.9	1.70	30.8	
		c	44.8	0	44.8	1.41	32.7	
69H	*Paulownia tomentosa*	a	36.0	18.1	54.0	8.90	16.2	Liq. to wood ratio 6 *l*/kg Total alkali 19%
		b	39.4	11.8	51.2	6.07	20.1	
		c	47.4	0.4	47.8	3.48	20.2	
		d	46.8	0	46.8	2.63*	26.4	
70N	*Shiia cuspidata*	a	53.7	0.2	53.9	3.81	20.9	
		b	51.7	0	51.7	2.75*	22.1	
		c	50.7	0	50.7	2.15	23.1	
71C	*Toisusu Urbaniana*	a	53.8	6.3	60.0	8.47	24.7	Liq. to wood ratio 5 *l*/kg
		b	56.4	0.2	56.6	2.16*	29.5	
		c	55.5	0	55.5	1.41	33.0	

標準ローエ価を示すパルプを漂白試験に使用した（* で他のパルプと区別してある）。
The pulps showing standard Roe numbers, which were distinguished from other samples by dot sign, were used for bleaching test.

度は増加している。

標準ローエ価，針葉樹パルプでは 5±1.5，広葉樹パルプでは 3±1 のパルプをうるためには，針葉樹では 19/28 個体（67.9%）がc条件を必要とし，広葉樹では 32/51 個体（62.7%）がb条件を必要とした。一応この条件を針葉樹，広葉樹それぞれから漂白用パルプを得るための標準条件と考えると，標準ローエ価を示すパルプを得るために，これ以外の蒸解条件を必要とする樹種は，活性アルカリ添加量の大小により，蒸解し難い樹種，蒸解しやすい樹種とに分けられる。それらは次のようになる。

針 葉 樹

蒸解しやすい樹種　7樹種（b条件：アルカリ添加量 17%，液比 5 *l*/kg，薬液濃度 34 g/*l*）

アカマツ(15L)，アカマツ(15F)，クロマツ(17N)，ウラジロモミ(5H)，シラベ(8H)*

スギ(18G)*：d条件（アルカリ添加量 21%，液比 6 *l*/kg のため，薬液濃度は 35 g/*l* となり，ほぼb条件に近くなる）。

スギ(18I)*：c条件（アルカリ添加量 19%，液比 6 *l*/kg のため，薬液濃度は 32 g/*l* となり，a，b条件の中間になる）。

* の樹種はパルプのローエ価が標準ローエ価より高く蒸解不足。

蒸解し難い樹種　2樹種

d条件（アルカリ添加量 21%，液比 5 *l*/kg）

カヤ(2N)

e条件（アルカリ添加量 23%，液比 5 *l*/kg）

コウヤマキ(19J)

広 葉 樹

蒸解しやすい樹種　14樹種

a条件（アルカリ添加量 13%，液比 4 *l*/kg，薬液濃度 32.5 g/*l*）

ヤマナラシ(26C)，ブナ(38E)，ブナ(38H)，イヌブナ(39H)，ミズナラ(45D)，ケヤキ(48H)，

ホオノキ(51D)，キハダ(57H)，イタヤカエデ(59D)，ハリギリ(64D)，ヤチダモ(67D)，アオダモ(68C)

キリ(69H)：d条件（アルカリ添加量 19%，液比 6 l/kg のため，薬液濃度は 31.7 g/l となりa条件に近い)。

オオバヤナギ(71C)：b条件（アルカリ添加量 15%，液比 5 l/kg のため，薬液濃度は 30 g/l となりa条件に近い)。

蒸解し難い樹種　5樹種

c条件（アルカリ添加量 17%，液比 4 l/kg)

トチノキ(60 I)，シオジ(66H)，クワ(49N)

d条件（アルカリ添加量 19%，液比 4 l/kg)

クリ(36F)，シイノキ(37N)

上記の結果から日本産主要樹種は，針葉樹，広葉樹ともに，クラフト法によりパルプ化し難いものは非常に少ないことが明らかである。

パルプの性質の比較評価の基準としてローエ価をとり，大体同一レベルの範囲にある標準ローエ価を示すパルプについて，諸性質の比較検討を行なった。

パルプ収率，未漂白パルプ白色度の分布の状態は，Fig. 8, Fig. 9 に示すとおりである。

図に明らかなように，針葉樹，広葉樹ともに収率，白色度の分布はかなり広範囲にわたっており，しかも広葉樹パルプの収率以外はきわだったピークが見られない。このことは日本産の樹種は，パルプ化は比較的容易であるが，パルプの性質は樹種によりかなりの差があることを示しているものと思われる。

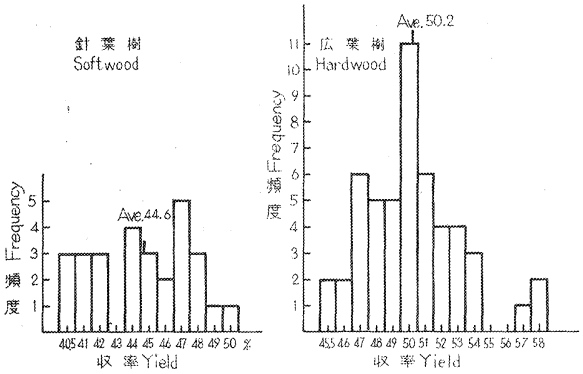

Fig. 8　パルプ収率の度数分布
Histogram of pulp yield.

次にパルプ収率，未漂白パルプ白色度について，その大小を3段階に区分して，針葉樹，広葉樹別に類別すると次のようになる。

パルプ収率

針葉樹

大きい樹種（47.6%以上）　5樹種

ウラジロモミ(5H)，シラベ(8H)，

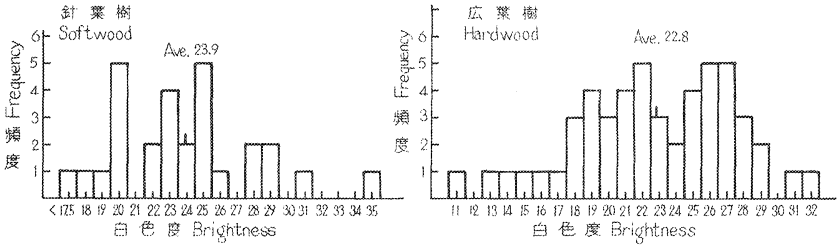

Fig. 9　白色度（未漂白）の度数分布
Histogram of brightness.

アカマツ(15F)，クロマツ(17N)，スギ(18G)

中程度の樹種（42.6～47.5%）　14樹種

アオモリトドマツ(6F)，トドマツ(7D)，エゾマツ(10C)，アカエゾマツ(11C)，トウヒ(12J)，アカマツ(15L)，アカマツ(15I)，ヒメコマツ(16K)，スギ(18N)，スギ(18I)，ヒノキ(20J)，サワラ(21J)，アスナロ(23J)，ヒノキアスナロ(24J)

小さい樹種（42.5%以下）9樹種

イチイ(1J)，カヤ(2N)，イヌマキ(3M)，モミ(4M)，カラマツ(9J)，トガサワラ(13M)，ツガ(14M)，コウヤマキ(19J)，ネズコ(22J)

広葉樹

大きい樹種（53.6%以上）　6樹種

ドロノキ(25C)，ヤマナラシ(26C)，サワグルミ(29H)，シラカンバ(32B)，イヌエンジュ(56F)，オオバヤナギ(71C)

中程度の樹種（46.6～53.5%）　41樹種

オニグルミ(28F)，ヤマハンノキ(74I)，ミズメ(31H)，マカンバ(33D)，アカシデ(34H)，アサダ(35D)，シイノキ(37N)，ブナ(38E)，ブナ(38F)，ブナ(38H)，ブナ(38K)，ブナ(38L)，イヌブナ(39H)，アカガシ(40N)，シラカシ(41N)，イチイガシ(43N)，クヌギ(44H)，ミズナラ(45C)，ミズナラ(45D)，ミズナラ(45F)，ミズナラ(45K)，コナラ(46H)，ハルニレ(47C)，ケヤキ(48H)，ヤマグワ(49N)，カツラ(50D)，ホオノキ(51D)，クスノキ(52N)，タブノキ(53N)，ヤマザクラ(55I)，キハダ(57H)，イタヤカエデ(59D)，シナノキ(61C)，オオバボダイジュ(62C)，ヒメシャラ(63M)，ハリギリ(64D)，ミズキ(65I)，ヤチダモ(67D)，アオダモ(68C)，キリ(69H)，コジイ(70N)

小さい樹種（46.5%以下）　4樹種

クリ(36F)，イスノキ(54N)，トチノキ(60I)，シオジ(66H)

未漂白パルプの白色度

針葉樹

高い樹種（27.6 以上）　6樹種

トドマツ(7D)，エゾマツ(10C)，アカエゾマツ(11C)，コウヤマキ(19J)，ヒノキ(20J)，サワラ(21J)

中程度の樹種（20.6～27.5）　14樹種

カヤ(2N)，ウラジロモミ(5H)，アオモリトドマツ(6H)，シラベ(8H)，トウヒ(12J)，アカマツ(15I)，ヒメコマツ(16K)，クロマツ(17N)，スギ(18N)，スギ(18G)，スギ(18I)，ネズコ(22J)，アスナロ(23J)，ヒノキアスナロ(24F)

低い樹種（20.5 以下）　8樹種

イチイ(1J)，イヌマキ(3M)，モミ(4M)，カラマツ(9J)，トガサワラ(13M)，ツガ(14M)，アカマツ(15L)，アカマツ(15F)

広葉樹

高い樹種（26.6 以上）　12樹種

ドロノキ(25C)，ヤマナラシ(26C)，シラカンバ(32B)，ブナ(38H)，ブナ(38L)，クヌギ(44H)，ハルニレ(47C)，イタヤカエデ(59D)，シナノキ(61C)，オオバボダイジュ(62C)，シオジ(66H)，オオバヤナギ(71C)

中程度の樹種（19.6～26.5）　26樹種

オニグルミ(28F)，サワグルミ(29H)，ヤマハンノキ(74I)，ミズメ(31H)，アカシデ(34H)，アサダ(35D)，ブナ(38F)，ブナ(38K)，イチイガシ(43N)，ミズナラ(45C)，ミズナラ(45F)，ミズナラ(45K)，コナラ(46H)，ケヤキ(48H)，ホオノキ(51D)，クスノキ(52N)，ヤマザクラ(55I)，イヌエンジュ(56F)，キハダ(57H)，トチノキ(60I)，ヒメシャラ(63M)，ミズキ(65I)，ヤチダモ(67D)，アオダモ(68C)，キリ(69H)，コジイ(70N)

低い樹種（19.5 以下）　13樹種

マカンバ(33D)，クリ(36F)，シイノキ(37N)，ブナ(38E)，イヌブナ(39H)，アカガシ(40N)，シラカシ(41N)，ミズナラ(45D)，ヤマグワ(49N)，カツラ(50D)，タブノキ(53N)，イスノキ(54N)，ハリギリ(64D)

これによると，パルプ収率では針葉樹は約半数が中程度の収率（42.6～47.5%）を示し，また収率42.5%以下の樹種は全体の32%（9樹種）もあることが明らかである。いっぽう広葉樹の場合は，全体の80%（41樹種）が中程度の収率（46.6～53.5%）を示し，収率46.5%以下の樹種は8%（4樹種）で針葉樹と比較するとかなり少ない。広葉樹パルプの収率が針葉樹パルプより高いのは，ホロセルロース，リグニン含有量の差がかなり影響しているものと考えられる。

未漂白パルプの白色度については，針葉樹，広葉樹ともに中程度の数値を示すものは大体全体の半数で，白色度の高い樹種，低い樹種の割合も比較的似かよった傾向を示している。しかし広葉樹パルプの中で高い白色度を示す12樹種のうち，8樹種が北海道産であることは興味深い。また一般に，針葉樹パルプより，広葉樹パルプの白色度は低い値を示している。

4.3.　漂　　白

漂白パルプの性質は，Table 9 のとおりである。

供試材パルプの漂白歩どまりは，針葉樹パルプで90.6～98.8%，広葉樹パルプで89.5～98.8%でかなり広い範囲にわたっている。いま漂白歩どまりの低い樹種を針葉樹，広葉樹別に抽出すると次のようになる。

		ローエ価	漂白歩どまり(対パルプ)%	白色度(漂白)
針葉樹	ウラジロモミ(5H)	5.60	92.8	76.3
	シラベ(8H)	6.82	92.3	86.7
	トウヒ(12J)	6.75	92.3	87.5
	トガサワラ(13M)	5.65	93.0	89.6
	ヒメコマツ(16K)	6.86	92.4	83.8
	スギ(18G)	8.68	90.6	73.9
	サワラ(21J)	6.28	92.3	65.0
広葉樹	ヤマナラシ(26C)	2.32	92.6	89.3
	サワグルミ(29H)	3.12	89.5	87.2
	コナラ(46H)	2.55	92.3	90.8
	ハルニレ(45D)	3.29	93.6	86.6
	シナノキ(61C)	2.09	92.9	90.4
	オオバヤナギ(71C)	2.16	92.9	90.7

Table 9. 漂白硫酸塩パルプの性質
Properties of bleached sulphate pulps

I. 針葉樹 Softwood

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	ローエ価 Roe number	白色度 Brightness 未漂白 un-bleached	白色度 Brightness 漂白 bleached	収率 % Yield % 対未漂白パルプ un-bleached pulp basis	収率 % Yield % 対絶乾木材 o. d. wood basis
1 J	*Taxus cuspidata*	c	6.67	20.3	83.0	94.6	37.6
2N	*Torreya nucifera*	d	6.32	25.8	73.4	94.3	38.0
3M*	*Podocarpus macrophyllus*	c	6.05	19.7	88.2	94.1	37.8
4M*	*Abies firma*	c	5.47	19.4	87.8	97.2	40.7
5H	*Abies homolepis*	c	5.60	21.8	76.3	92.8	45.4
6F*	*Abies Mariesii*	c	4.64	23.4	89.2	95.0	41.6
7D	*Abies sacchalinensis*	c	4.96	29.0	87.5	94.8	43.7
8H	*Abies Veitchii*	c	6.82	22.7	86.7	92.3	44.8
9 J	*Larix leptolepis*	c	4.13	20.5	85.0	98.6	40.0
10C	*Picea jezoensis*	c	3.57	28.3	89.2	95.5	44.4
11C	*Picea Glehnii*	c	4.83	29.1	89.8	97.0	45.2
12 J	*Picea hondoensis*	d	6.75	25.1	87.5	92.3	43.0
13M*	*Pseudotsuga japonica*	c	5.65	17.1	89.6	93.0	38.1
14M*	*Tsuga Sieboldii*	c	4.61	20.0	89.9	98.6	41.5
15L*	*Pinus densiflora*	b	5.46	18.2	87.6	97.1	43.6
15F*	〃	b	4.92	19.6	89.7	95.0	43.9
15 I	〃	c	4.54	24.9	86.9	96.3	45.7
16K	*Pinus pentaphylla*	c	6.86	22.8	83.8	92.4	40.2
17N	*Pinus Thunbergii*	b	4.98	24.7	88.7	97.6	46.7
18N	*Cryptomeria japonica*	c	6.08	25.0	76.3	98.8	44.1
18G	〃	d	8.68	22.3	73.9	90.6	43.0
18 I	〃	d	6.85	22.6	79.9	93.6	42.1
19 J	*Sciadopitys verticillata*	e	6.47	34.7	75.8	95.5	40.8
20 J	*Chamaecyparis obtusa*	c	6.25	28.1	82.1	96.5	44.6
21 J	*Chamaecyparis pisifera*	c	6.28	31.5	65.0	92.3	41.2
22 J	*Thuja Standishii*	c	5.42	24.1	84.3	98.6	40.6
23 J	*Thujopsis dolabrata*	c	6.16	24.1	83.8	98.6	43.0
24F*	*Thujopsis dolabrata* (var.)	c	5.32	25.5	89.4	97.5	43.3

II. 広葉樹 Hardwood

25C	*Populus Maximowiczii*	b	2.15	32.3	90.0	96.1	55.7
26C	*Populus Sieboldii*	a	2.32	28.3	89.3	92.6	51.3
28F*	*Juglans Sieboldiana*	b	2.52	21.8	88.9	97.0	49.6
29H	*Pterocarya rhoifolia*	b	3.12	25.5	87.2	89.5	47.9
74 I	*Alnus hirsuta* (var.)	c	2.90	25.3	83.3	96.8	48.2
31H	*Betula grossa*	b	2.96	21.6	87.9	96.9	49.7
32B	*Betula platyphylla*	b	2.39	27.1	88.3	96.0	51.7
33D	*Betula Maximowicziana*	b	3.10	18.5	86.6	94.9	50.1
34H	*Carpinus laxiflora*	b	2.52	20.0	86.6	96.3	50.3
35D	*Ostrya japonica*	b	3.06	23.4	88.3	95.8	47.4
36F*	*Castanea crenata*	d	3.93	13.6	90.9	95.4	43.8
37N	*Shiia Sieboldii*	d	4.63	14.7	91.6	95.3	44.6
38E	*Fagus crenata*	a	3.26	19.5	88.4	95.3	49.3
38F*	〃	b	2.19	25.8	90.4	98.8	49.1
38K	〃	b	1.92	20.1	88.2	98.0	48.3
38L*	〃	b	2.07	28.1	88.8	95.4	46.0
38H	〃	a	2.98	26.6	88.4	95.6	47.8

Table 9. (つづき) (Continued)

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	ローエ価 Roe number	白色度 Brightness 未漂白 un-bleached	白色度 Brightness 漂白 bleached	収率 % Yield % 対未漂白パルプ un-bleached pulp basis	収率 % Yield % 対絶乾木材 o. d. wood basis
39H	*Fagus japonica*	a	3.56	19.0	86.5	95.9	47.6
40N	*Cyclobalanopsis acuta*	b	2.59	18.3	86.5	95.6	44.5
41N	*Cyclobalanopsis myrxinaefolia*	b	2.34	17.2	84.4	98.6	48.6
43N	*Cyclobalanopsis gilva*	b	1.86	20.7	89.6	95.5	44.9
44H	*Quercus acutissima*	b	2.77	27.1	89.6	96.7	47.2
45F*	*Quercus crispula*	b	2.10	19.8	90.4	96.0	45.7
45K	〃	b	2.37	21.0	88.0	95.1	46.2
45D	〃	a	3.29	19.4	86.6	93.6	47.5
45C	〃	b	3.03	24.5	91.1	96.7	47.5
46H	*Quercus serrata*	b	2.55	26.1	90.8	92.3	46.5
47C	*Ulmus propinqua*	b	2.66	29.1	90.8	95.3	47.3
48H	*Zelkova serrata*	a	2.38	25.7	87.9	94.7	46.1
49N	*Morus bombycis*	c	3.36	16.5	82.9	96.0	48.2
50D	*Cercidiphyllum japonicum*	b	3.43	13.3	89.0	94.6	45.4
51D	*Magnolia obovata*	a	3.42	25.0	89.6	96.2	46.1
52N	*Cinnamomum Camphora*	b	2.47	22.7	85.4	95.4	45.1
53N	*Machilus Thunbergii*	b	2.16	19.1	83.4	97.9	46.9
54N	*Distylium racemosum*	b	2.76	11.0	82.4	96.0	42.6
55I	*Prunus donarium*	b	2.12	22.9	92.9	96.8	49.7
56F*	*Maackia amurensis* (var.)	b	2.66	20.7	86.0	95.2	51.4
57H	*Phellodendron sachalinense*	a	2.38	25.5	87.2	97.4	51.9
59D	*Acer mono*	a	3.33	27.3	91.4	95.6	48.4
60I	*Aesculus turbinata*	c	4.18	22.3	91.8	94.6	43.8
61C	*Tilia japonica*	b	2.09	26.8	90.4	92.9	48.3
62C	*Tilia Maximowicziana*	b	3.55	31.4	90.5	96.1	48.5
63M*	*Stewartia monadelpha*	b	2.11	21.7	90.8	95.7	45.1
64D	*Kalopanax ricinifolium*	a	2.75	18.4	86.2	95.4	50.1
65I	*Cornus controversa*	b	2.45	24.1	90.1	96.8	47.4
66H	*Fraxinus commemoralis*	c	3.20	28.1	85.0	95.4	43.3
67D	*Fraxinus mandshurica*	a	3.33	21.5	89.4	97.8	48.8
68C	*Fraxinus Sieboldiana* (var.)	a	2.81	26.2	91.6	94.3	43.9
69H	*Paulownia tomentosa*	d	2.63	26.4	87.8	96.6	45.2
70N	*Shiia cuspidata*	b	7.75	22.1	88.5	97.1	50.3
71C	*Toisusu Urbaniana*	b	2.16	29.5	90.7	92.9	52.3

* のパルプは5段法 (C-E-H-E-D) により漂白した。
H : Ca-ハイポ　2% (対パルプ) 有効塩素
The pulps with * sign were bleached by C-E-H-E-D Process.
H : Ca-hypo　2% (pulp basis) (available chlorine)

針葉樹パルプの場合，7樹種のうち4樹種は標準ローエ価の上限値より高い値を示す試料について，実験を行なっているので，他の試料より漂白歩どまりは当然低くなることが考えられる。したがって，厳密な意味での漂白歩どまりの低い樹種は，ウラジロモミ(5H)，トガサワラ(13M)，サワラ(21J)の3樹種となる。またこれらのうちウラジロモミ，サワラの漂白後の白色度は，それぞれ76.3，65.0で漂白性もかなり悪い。

広葉樹パルプの場合は，漂白歩どまりの低い樹種のなかで，標準ローエ価の上限値以上の値を示す資料は認められなかった。漂白パルプの白色度は，86.6～90.8で，漂白性が問題になる樹種は認められない。

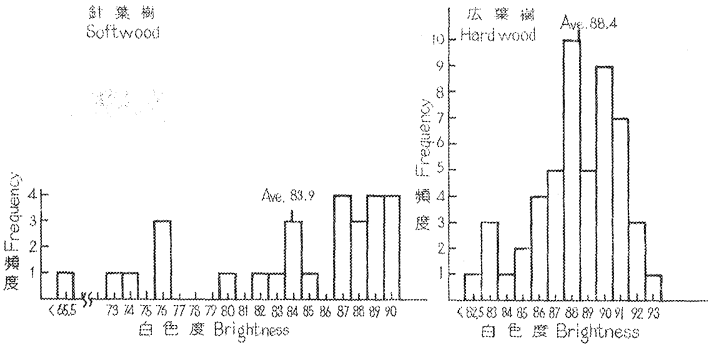

Fig. 10　白色度（漂白）の度数分布
Histogram of brightness (bleached).

漂白パルプの白色度は針葉樹では 65.0～89.9，広葉樹では 82.4～92.9 で，広葉樹パルプの方が高い。さきに述べたように，未漂白パルプの白色度は広葉樹の方が針葉樹より低かったが，漂白パルプではこの関係が逆転している。白色度の分布の状態は，Fig. 10 のとおりである。

これによると，広葉樹パルプの場合は，針葉樹パルプの場合より分布の範囲はかなり狭く，また平均値付近に顕著なピークが認められるが，針葉樹パルプでは分布幅は広く，きわだったピークは認められない。

次に漂白パルプの白色度について，その大小を 3 段階に区分して類別すると次のようになる。

漂白パルプの白色度

針 葉 樹

高い樹種（87.6 以上）　11樹種

イヌマキ(3M)，モミ(4M)，アオモリトドマツ(6F)，エゾマツ(10C)，アカエゾマツ(11C)，トガサワラ(13M)，ツガ(14M)，アカマツ(15F)，アカマツ(15L)，クロマツ(17N)，ヒノキアスナロ(24F)

中程度の樹種（80.6～87.5）　10樹種

イチイ(1J)，トドマツ(7D)，シラベ(8H)，カラマツ(9J)，トウヒ(12J)，アカマツ(15I)，ヒメコマツ(16K)，ヒノキ(20J)，ネズコ(22J)，アスナロ(23J)

低い樹種（80.5 以下）　7樹種

カヤ(2N)，ウラジロモミ(5H)，スギ(18N)，スギ(18G)，スギ(18I)，コウヤマキ(19J)，サワラ(21J)

広 葉 樹

高い樹種（90.6 以上）　11樹種

クリ(36F)，シイ(37N)，ミズナラ(45C)，コナラ(46H)，ハルニレ(47C)，ヤマザクラ(55I)，イタヤカエデ(59D)，トチノキ(60I)，ヒメシャラ(63M)，アオダモ(68C)，オオバヤナギ(71C)

中程度の樹種（85.6～90.5）　33樹種

ドロノキ(25C)，ヤマナラシ(26C)，オニグルミ(28F)，サワグルミ(29H)，ミズメ(31H)，シラカンバ(32B)，マカンバ(33D)，アカシデ(34H)，アサダ(35D)，ブナ(38E)，ブナ(38F)，ブナ(38K)，ブナ(38L)，ブナ(38H)，イヌブナ(39H)，アカガシ(40N)，イチイガシ(43N)，クヌギ(44H)，ミズナラ(45F)，ミズナラ(45K)，ミズナラ(45D)，ケヤキ(48H)，カツラ(50D)，ホオノキ(51D)，イヌエンジュ(56F)，キハダ(57H)，シナノキ(61C)，オオバボダイジュ(62C)，ハリギリ(64D)，

ミズキ(65 I)，ヤチダモ(67D)，キリ(69H)，コジイ(70N)

低い樹種（85.5 以下）　7樹種

ヤマハンノキ(74 I)，シラカシ(41N)，ヤマグワ(49N)，クスノキ(52N)，タブノキ(53N)，イスノキ(54N)，シオジ(66H)

針葉樹の場合，7樹種（全体の25%）が白色度80.5以下で，漂白性の悪いグループにはいるが，スギは生産地を異にする試料が全部ここに含まれている。

広葉樹の場合は，白色度の低い樹種は7樹種（全体の13.7%）で，九州地区（熊本局管内）産の樹種が大部分を占めている（5樹種）。

ブナ，ミズナラについては，生産地の違いによる差は認められなかった。

4.4.　パルプの強度

未漂白および漂白パルプの強度試験の結果は，Table 10, 11 のとおりである。なお，各蒸解条件により得られた未漂白パルプの強度試験結果は，一括して付表に示した。

パルプの諸強度は，針葉樹の場合は密度 0.75～0.89 g/m*l*（平均 0.82 g/m*l*），裂断長 6.1～13.8 km（平均 9.8 km），比破裂強さ 4.0～11.2（平均 7.6），比引裂強さ 85.6～192.7（平均 127.0），耐折強さ 89～7000（平均 2465）。

広葉樹の場合は，密度 0.74～1.01 g/m*l*（平均 0.88 g/m*l*），裂断長 5.9～14.6 km（平均 10.3 km），比破裂強さ 5.0～11.4（平均 7.7），比引裂強さ 74.7～155.4（平均 106.8），耐折強さ 140～6000（平均 1723）で，平均値の比較では引裂強さ，耐折強さは針葉樹が高く，引張り，破裂強さは両者ほぼ同程度である。

各種強度の分布状態は Fig. 11～15 のとおりである。

図に明らかなように，各強度は広葉樹パルプでは平均値を中心にして，鋭い大きなピークが見られるが，針葉樹パルプの場合は，比較的幅広いゆるやかなピークとなっている。

次にパルプの諸強度について，その大小を3段階に区分して（次表），

	針葉樹			広葉樹		
	C	B	A	C	B	A
シート密度 (g/m*l*)	～0.75	～0.85	0.86～	～0.85	～0.95	0.96～
裂断長 km	～7.5	～12.5	12.6～	～7.5	～12.5	12.6～
比破裂強さ	～5.5	～10.5	10.6～	～5.5	～10.5	10.6～
比引裂強さ	～105.5	～155.5	155.6～	～95.5	～125.5	125.6～
耐折強さ	～500	～4000	4001～	～500	～2750	2751～

A：大きい，B：中程度，C：小さい。

とすると，各樹種のパルプ強度は，針葉樹，広葉樹別に Table 12, Table 13 のように類別される。

上に述べられているように，生育地域別に試料を採取したアカマツ，スギ，ブナ，ミズナラについて，パルプ強度の面で生育地の違いによる差は認められなかった。

Table 10. 硫酸塩パルプの強度
Evaluation of sulphate pulps

針葉樹 Softwood

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	未漂白 Unbleached ローエ価 Roe number	密度 Density g/ml	裂断長 Breaking length km	比破裂強さ Burst factor	比引裂強さ Tear factor	耐折強さ Folding endurance	漂白 Bleached 密度 Density g/ml	裂断長 Breaking length km	比破裂強さ Burst factor	比引裂強さ Tear factor	耐折強さ Folding endurance
1 J	*Taxus cuspidata*	c	6.67	0.86	6.4	6.4	134.5	3800	0.98	6.3	6.3	144.6	1200
2 N	*Torreya nucifera*	d	6.32	0.84	8.7	6.1	91.2	790	0.87	9.0	6.3	94.2	2300
3 M	*Podocarpus macrophyllus*	c	6.05	0.78	7.0	4.5	85.6	120	0.86	7.0	4.2	70.9	55
4 M	*Abies firma*	c	5.47	0.78	8.5	5.3	121.8	730	0.81	9.2	5.6	110.4	520
5 H	*Abies homolepis*	c	5.60	0.84	8.8	9.1	117.2	4900	0.94	10.1	10.3	149.0	11000
6 F	*Abies Mariesii*	c	4.64	0.83	11.4	8.3	112.1	2600	0.88	8.4	5.7	84.7	270
7 D	*Abies sachalinensis*	c	4.96	0.85	12.3	9.5	128.7	5000	0.86	10.4	7.1	128.2	3300
8 H	*Abies Veitchii*	c	6.82	0.89	10.9	10.4	135.6	6200	0.93	8.8	9.2	146.7	7300
9 J	*Larix leptolepis*	c	4.13	0.76	9.9	7.3	147.1	1800	0.76	8.8	6.1	151.4	990
10 C	*Picea jezoensis*	c	3.57	0.80	13.2	11.2	121.8	3400	0.89	12.9	10.1	134.2	1100
11 C	*Picea Glehnii*	c	4.83	0.77	13.8	10.0	122.9	2100	0.90	12.3	8.7	127.8	2000
12 J	*Picea hondoensis*	d	6.75	0.85	10.7	9.7	158.9	5200	0.95	9.7	9.9	158.6	4200
13 M	*Pseudotsuga japonica*	c	5.65	0.75	8.1	5.3	134.2	630	0.80	6.7	3.7	86.0	49
14 M	*Tsuga Sieboldii*	c	4.61	0.77	8.5	5.4	138.8	710	0.81	7.7	4.1	86.7	85
15 L	*Pinus densiflora*	b	5.46	0.76	11.1	8.3	116.9	1600	0.83	8.3	5.2	104.0	240
15 F	〃	b	4.92	0.77	11.4	9.7	110.3	2200	0.83	8.4	5.0	82.7	210
15 I	〃	c	4.54	0.81	10.2	8.0	192.7	7000	0.87	9.7	4.6	211.4	5000
16 K	*Pinus pentaphylla*	c	6.86	0.88	9.1	8.2	127.5	5600	0.84	10.7	9.3	130.0	5900
17 N	*Pinus thumbergii*	b	4.98	0.81	10.3	7.6	139.7	1700	0.77	8.2	6.0	160.0	1800
18 N	*Cryptomeria japonica*	c	6.08	0.81	9.2	6.6	130.9	400	0.85	9.1	6.4	131.1	2300
18 G	〃	d	8.68	0.80	6.1	8.0	165.8	2400	0.87	9.4	8.3	155.1	4700
18 I	〃	d	6.85	0.83	9.6	8.2	179.4	3000	0.87	10.6	8.3	142.2	5500
19 J	*Sciadopitys vertillata*	e	6.47	0.83	6.5	4.0	145.6	89	0.91	8.2	4.7	92.8	180
20 J	*Chamaecyparis obtsusa*	c	6.25	0.86	9.8	6.9	111.7	950	0.87	8.8	5.8	112.6	600
21 J	*Chamaecyparis pisifera*	c	6.28	0.79	9.5	5.0	136.0	1300	0.87	9.2	6.1	117.9	800
22 J	*Thuja Standishii*	c	5.42	0.86	11.7	8.9	112.2	2100	0.83	8.2	5.1	105.7	300
23 J	*Thujopsis dolabrata*	c	6.16	0.85	10.7	7.0	129.7	1300	0.84	9.1	6.0	125.1	620
24 F	*Thujopsis dolabrata* (var.)	c	5.32	0.82	11.6	8.1	107.8	1400	0.88	8.2	4.9	75.3	120

坪量 60 g/m², ろ水度 220 ml（カナダ規格）
強度的性質は，漂白試験のための標準ローエ価を示すパルプについて比較した。
Basis weight 60 g/m², Freeness 220 ml Canadian Standard.
Strength properties were compared with the pulps showing standard Roe numbers for bleaching.

Table 11. 硫酸塩パルプの強度
Evaluation of sulphate pulps

広葉樹 Hardwood

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	未漂白 Unbleached ローエ価 Roe number	密度 Density g/ml	裂断長 Breaking length km	比破裂強さ Burst factor	比引裂強さ Tear factor	耐折強さ Folding endurance	漂白 Bleached 密度 Density g/ml	裂断長 Breaking length km	比破裂強さ Burst factor	比引裂強さ Tear factor	耐折強さ Folding endurance
25C	*Populus Maximowiczii*	b	2.15	0.95	12.6	8.3	83.8	1400	0.98	11.4	7.8	93.6	1100
26C	*Populus Sieboldii*	a	2.32	0.89	11.5	7.5	90.4	680	0.99	10.5	7.2	92.3	800
28F	*Juglans Sieboldiana*	b	2.52	0.78	12.2	7.4	110.6	1200	0.86	7.4	4.1	45.7	19
29H	*Pterocarya rhoifolia*	b	3.12	1.00	14.4	9.5	102.6	3100	1.01	13.8	10.3	94.3	3700
74I	*Alnus hirsuta* (var.)	c	2.90	0.91	9.1	7.3	131.1	4000	0.95	7.7	6.1	130.4	1200
31H	*Betula grossa*	b	2.96	0.91	12.7	9.9	108.2	2000	0.90	12.1	9.1	126.9	2000
32B	*Betula platyphylla*	b	2.39	0.92	9.0	9.7	109.9	6000	0.98	8.0	7.4	152.7	1400
33D	*Betula Maximowicziana*	b	3.10	0.87	7.4	6.1	120.4	840	0.88	7.2	5.1	110.2	250
34H	*Carpinus laxiflora*	b	2.52	0.91	13.3	10.6	92.7	2500	0.93	12.5	9.8	110.4	2200
35D	*Ostrya japonica*	b	3.06	0.88	11.3	8.4	105.5	1800	0.87	9.0	5.8	122.5	890
36F	*Castanea crenata*	d	3.93	0.84	11.1	8.4	103.5	1300	0.90	7.9	4.1	49.5	19
37N	*Shiia Sieboldii*	d	4.63	0.93	6.7	7.1	132.9	2300	0.94	7.3	5.4	121.6	330
38E	*Fagus crenata*	a	3.26	0.87	9.7	7.9	103.9	3600	0.92	9.7	6.8	110.7	880
38F	〃	b	2.19	0.86	10.7	7.3	94.9	590	0.83	8.0	4.4	57.4	31
38K	〃	b	1.92	0.86	10.2	7.0	101.4	580	0.84	7.7	4.2	89.7	80
38L	〃	b	2.07	0.79	10.8	7.4	102.8	670	0.83	6.8	3.5	51.6	16
38H	〃	a	2.98	0.91	9.5	6.4	90.2	760	0.91	9.1	5.6	102.1	360
39H	*Fagus japonica*	a	3.56	0.89	11.7	7.7	96.7	1400	0.90	11.2	7.7	104.0	930
40N	*Cyclobalanopsis acuta*	b	2.59	0.83	9.9	6.8	119.1	1800	0.83	7.2	4.5	112.5	220
41N	*Cyclobalanopsis myrsinaefolia*	a	2.34	0.87	10.4	7.5	119.4	3100	0.85	8.1	5.2	127.8	510
43N	*Cyclobalanopsis gilva*	b	1.86	0.85	10.1	7.3	118.2	3400	0.83	8.6	5.9	130.3	700
44H	*Quercus acutissima*	b	2.77	0.81	6.6	5.9	121.4	1500	0.86	6.6	4.4	133.3	77
45F	*Quercus crispula*	b	2.10	0.78	10.7	7.8	100.9	740	0.86	8.0	4.5	60.3	66
45K	〃	b	2.37	0.76	9.3	6.6	104.4	470	0.93	8.1	4.7	104.4	140
45D	〃	a	3.29	0.85	9.7	6.9	128.6	1200	0.87	8.1	6.0	113.3	1300
45C	〃	b	3.03	0.87	11.4	8.1	89.5	890	0.92	9.4	6.5	107.2	590
46H	*Quercus serrata*	b	2.55	0.81	8.3	6.1	146.7	1200	0.82	6.5	4.2	144.7	77
47C	*Ulmus propinqua*	b	2.66	0.86	11.4	8.6	104.8	760	0.91	9.8	6.9	103.6	530

48H	*Zelkova serrata*	a	2.38	0.88	12.3	10.2	101.2	2000	0.89	9.9	8.3	115.4	2000
49N	*Morus bombycis*	c	3.36	0.86	5.9	5.1	96.3	140	0.88	5.0	4.1	115.7	45
50D	*Cercidiphyllum japonicum*	b	3.43	0.82	10.2	7.8	116.2	1600	0.82	8.8	6.0	128.5	900
51D	*Magnolia obovata*	a	3.42	0.89	10.7	7.5	105.4	1700	0.83	7.8	4.6	125.6	190
52N	*Cinnamomum Camphora*	b	2.47	0.90	10.5	7.7	98.9	1500	0.88	7.6	4.9	119.8	260
53N	*Machilus Thumbergii*	b	2.16	0.86	7.8	5.1	121.4	310	0.85	6.0	3.0	112.6	46
54N	*Distylium racemosum*	b	2.76	0.79	9.5	6.9	128.1	2500	0.80	7.2	4.3	144.0	320
55I	*Prunus donarium*	b	2.12	0.90	8.0	8.3	116.6	2800	0.96	7.8	5.6	138.0	160
56F	*Maackia amurensis* (var.)	b	2.66	0.79	7.7	5.0	92.5	170	0.82	7.1	4.1	49.9	15
57H	*Phellodendron sachalinense*	a	2.38	1.01	13.6	11.1	103.2	3000	0.97	13.2	10.1	91.3	3600
59D	*Acer mono*	a	3.33	0.95	10.9	7.4	87.8	970	0.87	7.6	4.9	90.5	250
60I	*Aesculus turbinata*	c	4.18	0.95	8.0	5.4	101.9	340	0.97	5.4	4.1	118.9	110
61C	*Tilia japonica*	b	2.09	0.95	13.9	10.0	80.3	1800	1.02	12.2	8.4	91.0	2100
62C	*Tilia Maximowicziana*	b	3.55	0.95	14.6	11.4	78.1	2500	1.03	12.5	10.0	57.4	1400
63M	*Stewartia monadelpha*	b	2.11	0.74	9.7	7.3	155.4	1300	0.76	6.7	4.1	75.2	31
64D	*Kalopanax ricinifolium*	a	2.75	0.86	8.9	6.2	74.7	410	0.89	7.6	5.3	83.0	110
65I	*Cornus controversa*	b	2.45	0.91	9.0	8.1	130.3	3800	0.92	8.2	6.0	160.7	1500
66H	*Fraxinus commemoralis*	c	3.20	0.92	10.3	7.4	112.6	1200	0.95	9.7	5.9	110.7	570
67D	*Fraxinus mandshurica*	a	3.33	0.83	9.5	7.1	121.0	850	0.87	8.2	6.2	120.9	260
68C	*Fraxinus Sieboldiana* (var.)	a	2.81	0.88	10.8	7.5	115.1	700	0.92	9.2	8.4	91.0	510
69H	*Paulownia tomentosa*	d	2.63	0.98	9.8	6.9	80.9	5500	0.99	8.7	6.3	130.3	2500
70N	*Shiia cuspidata*	b	2.75	0.91	10.0	8.0	104.7	2500	0.93	8.1	4.9	122.7	350
71C	*Toisusu Urbaniana*	b	2.16	0.85	11.3	7.6	88.0	520	0.96	11.0	6.3	98.0	620

坪量 60 g/m^2，ろ水度 220 ml（カナダ規格）
強度的性質は，漂白試験のための標準ローエ価を示すパルプについて比較した。
Basis weight 60 g/m^2, Freeness 220 ml Canadian Standard.
Strength properties were compared with the pulps showing standard Roe numbers for bleaching.

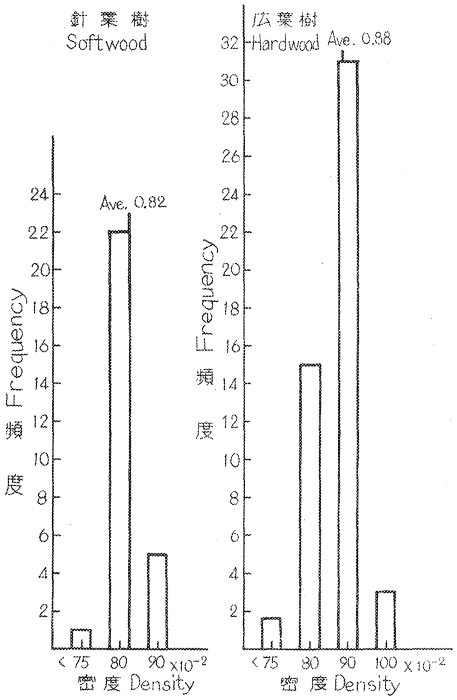

Fig. 11　シート密度の度数分布
Histogram of sheet density.

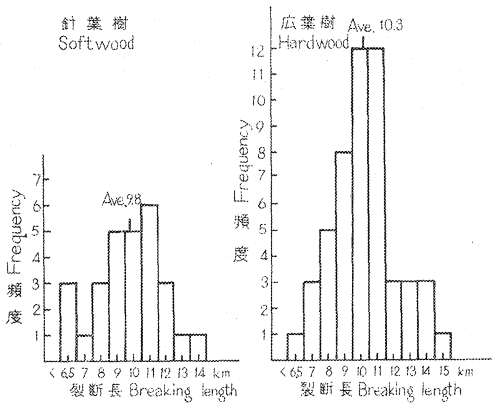

Fig. 12　裂断長の度数分布
Histogram of breaking length.

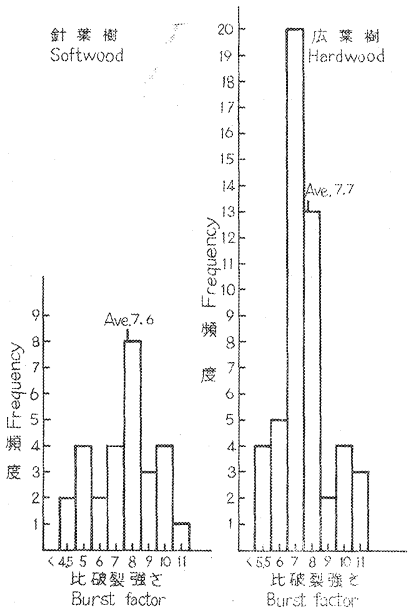

Fig. 13　比破裂強さの度数分布
Histogram of burst factor.

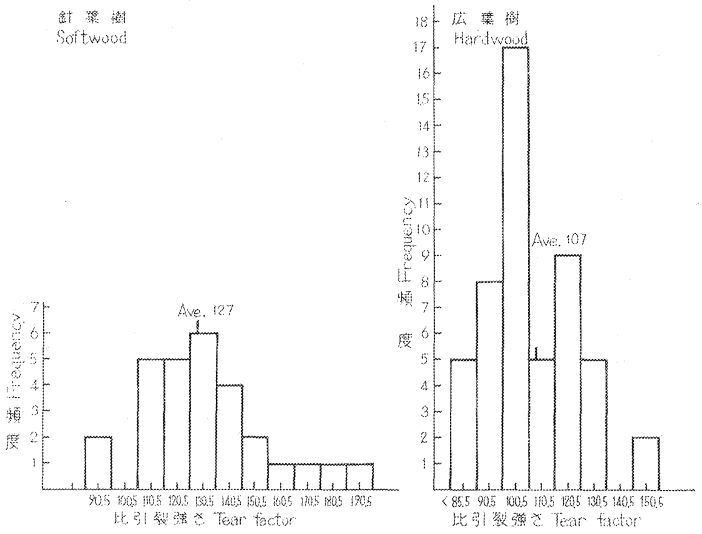

Fig. 14　比引裂強さの度数分布
Histogram of tear factor.

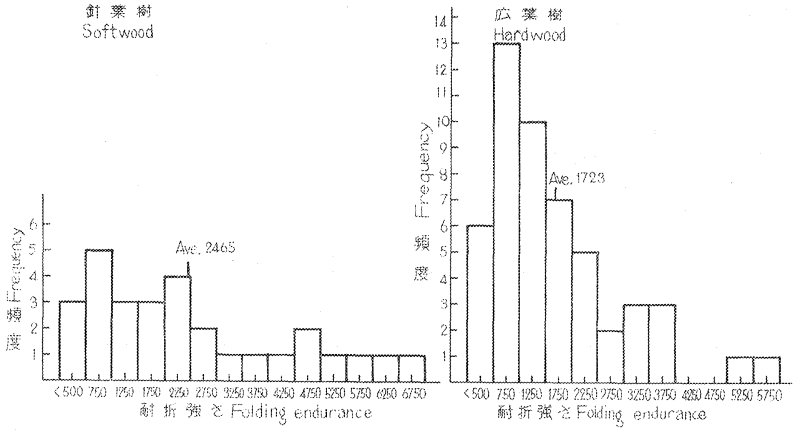

Fig. 15　耐折強さの度数分布
Histogram of folding endurance.

Table 12. パルプ強度の樹種別評価
Classification of strength properties of pulp on each tree species
針葉樹 Softwood

番号 No.	樹種 Species	密度 Density g/ml	裂断長 Breaking length km	比破裂強さ Burst factor	比引裂強さ Tear factor	耐折強さ Folding endurance
1 J	*Taxus cuspidata*	A	C	B	B	B
2N	*Torreya nucifera*	B	B	B	C	B
3M	*Podocarpus macrophyllus*	B	C	C	C	C
4M	*Abies firma*	C	B	C	B	B
5H	*Abies homolepis*	B	B	B	B	A
6F	*Abies Mariesii*	B	B	B	B	B
7D	*Abies sachalinensis*	B	B	B	B	A
8H	*Abies Veitchii*	A	B	B	B	A
9 J	*Larix leptolepis*	B	B	B	B	B
10C	*Picea jezoensis*	B	A	A	B	B
11C	*Picea Glehnii*	B	A	B	B	B
12 J	*Picea hondoensis*	B	B	B	A	A
13M	*Pseudotsuga japonica*	C	B	C	B	B
14M	*Tsuga Sieboldii*	B	B	C	B	B
15F	*Pinus densiflora*	B	B	B	B	B
15C	〃	B	B	B	B	B
15 I	〃	B	B	B	A	A
16K	*Pinus pentaphylla*	A	B	B	B	A
17N	*Pinus thunbergii*	B	B	B	B	B
18N	*Cryptomeria japonica*	B	B	B	B	C
18G	〃	B	C	B	A	B
18 I	〃	B	B	B	A	B
19 J	*Sciadopitys vertillata*	B	C	C	A	C
20 J	*Chamaecyparis obtusa*	A	B	B	B	B
21 J	*Chamaecyparis pisifera*	B	B	C	B	B
22 J	*Thuja Standishii*	A	B	B	B	B
23 J	*Thujopsis dolabrata*	B	B	B	B	B
24F	*Thujopsis dolabrata* (var.)	B	B	B	B	B

Note)　A : large, B : medium, C : small (Details are shown in the note of Table 13.)

Table 13. パルプ強度の樹種別評価
Classification of strength properties of pulp on each tree species
広葉樹 Hardwood

番号 No.	樹種 Species	密度 Density g/ml	裂断長 Breaking length km	比破裂強さ Burst	比引裂強さ Tear factor	耐折強さ Folding endurance
25C	*Populus Maximowiczii*	B	A	B	C	B
26C	*Populus Sieboldii*	B	B	B	C	B
28F	*Juglans Sieboldiana*	C	B	B	B	B
29H	*Pterocarya rhoifolia*	A	A	B	B	A
74 I	*Alnus hirsuta* (var.)	B	B	B	A	A
31H	*Betula grossa*	B	A	B	B	B
32B	*Betula platyphylla*	B	B	B	B	A
33D	*Betula Maximowicziana*	B	C	B	B	B
34H	*Carpinus laxiflora*	B	A	A	C	B
35D	*Ostrya japonica*	B	B	B	B	B
36F	*Castanea crenata*	B	B	B	B	B
37N	*Shiia Sieboldii*	B	C	B	A	B
38E	*Fagus crenata*	B	B	B	B	A

番号 No.	樹種 Species	密度 Density g/ml	裂断長 Breaking length km	比破裂強さ Burst factor	比引裂強さ Tear factor	耐折強さ Folding endurance
38F	*Fagus crenata*	B	B	B	C	B
38H	〃	B	B	B	B	B
38K	〃	C	B	B	B	B
38L	〃	B	B	C	C	B
39H	*Fagus japonica*	B	B	B	B	B
40N	*Cyclobalanopsis acuta*	B	B	B	B	B
41N	*Cyclobalanopsis myrsinaefolia*	C	B	B	B	A
43N	*Cyclobalanopsis gilva*	B	B	B	B	A
44H	*Quercus acutissima*	C	C	B	B	B
45C	*Quercus crispula*	B	B	B	C	B
45D	〃	C	B	B	A	B
45F	〃	C	B	B	B	B
45K	〃	C	B	B	B	C
46H	*Quercus serrata*	C	B	B	A	B
47C	*Ulmus propinqua*	B	B	B	B	B
48H	*Zelkova serrata*	B	B	B	B	B
49N	*Morus bombycis*	B	C	C	B	C
50D	*Cercidiphyllum japonicum*	C	B	B	B	B
51D	*Magnolia obovata*	B	B	B	B	B
52N	*Cinnamomum Camphora*	B	B	B	B	B
53N	*Machilus Thunbergii*	B	B	C	B	C
54N	*Distylium racemosum*	C	B	B	A	B
55I	*Prunus donarium*	B	B	B	B	A
56F	*Maackia amurensis* (var.)	C	B	C	C	C
57H	*Phellodendron sachalinense*	A	A	A	B	A
59D	*Acer mono*	B	B	B	C	B
60I	*Aesculus turbinata*	B	B	C	B	C
61C	*Tilia japonica*	B	A	B	C	B
62C	*Tilia Maximowicziana*	B	A	A	C	B
63M	*Stewartia monadelpha*	C	B	B	A	B
64E	*Kalopanax ricinifolium*	A	B	B	C	C
65I	*Cornus controversa*	B	B	B	A	A
66H	*Fraxinus commeoralis*	B	B	B	B	B
67D	*Fraxinus mandshurica*	B	B	B	B	B
68C	*Fraxinus Sieboldiana* (var.)	B	B	B	B	B
69H	*Paulownia tomentosa*	A	B	B	C	A
70N	*Shiia cuspidata*	B	B	B	B	B
71C	*Toisusu Urbaniana*	B	B	B	C	B

Note

	Softwood			Hardwood		
	C	B	A	C	B	A
Sheet density (g/ml)	～ 0.75	～ 0.85	0.86～	～ 0.85	～ 0.95	0.96～
Breaking length (km)	～ 7.5	～ 12.5	12.6 ～	～ 7.5	～ 12.5	12.6 ～
Burst factor	～ 5.5	～ 10.5	10.6 ～	～ 5.5	～ 10.5	10.6 ～
Tear factor	～105.5	～155.5	155.6 ～	～95.5	～125.5	125.6 ～
Folding endurance	～500	～4000	4001～	～500	～2750	2751～

A : large,　B : medium,　C : small

5. パルプの性質と化学組成との相関

5.1. 化学組成間の相関

化学組成間の相関を Table 14 に示した。

Table 14. 供試材の性質間の相関
Correlation between wood characteristics

針葉樹 Softwood

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1 灰　分 Ash							**	
X_2 温水可溶分 Hot water extracts	−0.039		**		**	*		
X_3 アルコール・ベンゼン可溶分 Et. OH-Benzen extracts	−0.072	0.729		*	**	**		
X_4 ペントサン Pentosan	0.124	−0.240	−0.412					
X_5 ホロセルロース Holocellulose	0.130	−0.497	−0.614	0.052		**		
X_6 α-セルロース α-cellulose	0.175	−0.450	−0.684	0.181	0.878			
X_7 リグニン Lignin	0.635	−0.161	0.182	0.133	0.055	0.260		
X_8 容積密度数(材) Basic density (wood)	0.007	0.071	−0.218	0.159	−0.247	0.018	0.142	

広葉樹 Hardwood

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1 灰　分								
X_2 温水可溶分	−0.030		**		**	**		
X_3 アルコール・ベンゼン可溶分	−0.256	0.428			**		*	
X_4 ペントサン	−0.059	−0.153	−0.050				**	*
X_5 ホロセルロース	0.167	−0.717	−0.410	0.160		**		
X_6 α-セルロース	−0.027	−0.530	−0.218	0.016	0.644			
X_7 リグニン	−0.032	0.134	−0.335	−0.387	−0.183	−0.186		
X_8 容積密度数(材)	0.274	0.164	−0.273	0.342	−0.230	−0.105	0.160	

* 5% 水準で有意 Significant at the 5% level.　針葉樹 0.374　広葉樹 0.276
** 1% 水準で有意 Significant at the 1% level.　〃 0.478　〃 0.357

Table 14 に明らかなように，化学組成間の相関について，針葉樹，広葉樹は大体類似の傾向を示している。すなわち針葉樹の場合は，灰分とリグニン(−)，温水可溶分とアルコール・ベンゼン可溶分(+)，ホロセルロース(−)，α-セルロース(−)，アルコール・ベンゼン可溶分とペントサン(−)，ホロセルロース(−)，α-セルロース(−)，ホロセルロースとα-セルロース(+)との間に，それぞれ有意な相関が認められた。また広葉樹の場合は，温水可溶分とアルコール・ベンゼン可溶分(+)，ホロセルロース(−)，α-セルロース(−)，アルコール・ベンゼン可溶分とホロセルロース(−)，リグニン(−)，ペントサンとリグニン(−)，容積密度数(+)，ホロセルロースとα-セルロース(+)との間にそれぞれ有意な相関が認められた。

これらの結果は，VAN BUIJTENEN らが Loblolly pine について行なった研究結果[2]，筆者が南洋材について行なった研究結果[3]とほぼ同様である。

5.2. パルプの性質と化学組成との相関

パルプの性質と材質特性との関係については，最近重回帰を使用して解析している例が多いが[4)7)]，さきにも述べたように，この試験では現在のところ，パルプの物理的性質と密接な関係を示す木材繊維の形態的性質の測定値を得るに至っていないので，ここではパルプの性質と化学組成との相互関係は，重回帰による解析は行なわず，単相関を求めこの結果に基づいて検討した（Table 15)。

収　率

パルプ収率に対して有意な相関を示す変数（材の性質）は次のとおりである。

針葉樹　温水可溶分(−)，アルコール・ベンゼン可溶分(−)，ホロセルロース(+)，リグニン(−)

広葉樹　温水可溶分(−)，ホロセルロース(+)，α-セルロース(+)，リグニン(−)，容積密度数(−)

VAN BUIJTENEN ら[2]は，Loblolly pine についてクラフトパルプを製造した場合，パルプ収率と，α-セルロース(+)，アルコール・ベンゼン可溶分(−)，リグニン(−)，容積密度数(+)との間にそれぞれ単相関が存在することを報告しており，筆者[3]も南洋材について，パルプ収率と温水可溶分(−)，アルコール・ベンゼン可溶分(−)，ホロセルロース(+)，α-セルロース(+)との間にそれぞれ単相関の存在することを認めている。また従来の研究結果では[4]，パルプ収率と材の容積密度数との間に正の相関が存在することが認められているが，この報告では広葉樹の場合に負の相関が認められている。

ローエ価

ローエ価に対して有意な相関を示す変数は次のとおりである。

針葉樹　なし。

広葉樹　α-セルロース(−)

さきに筆者らは[3)5)]アカマツ，南洋材について，それぞれローエ価と材の容積密度数（−）（アカマツ），ローエ価とホロセルロース（−)(南洋材）との間に単相関の存在することを認めたが，ここではこれらの変数は有意な相関を示していない。

白色度（未漂白）

白色度（未漂白）に対して有意な相関を示す変数は次のとおりである。

針葉樹　容積密度数(−)

広葉樹　温水可溶分(−)，ホロセルロース(+)，α-セルロース(+)，容積密度数(−)

南洋材について，未漂白パルプの白色度と材の容積密度数(−）との間に単相関の存在することが認め

Table 15. 材の性質とパルプの性質との相関係数
Correlation coefficients between wood characteristics and pulp properties for sample trees

針葉樹材　Softwood

パルプの性質 Pulp charactor / 化学組成 Chemical component	X_9 収率 Yield	X_{10} ローエ価 Roe-No.	X_{11} 白色度(未漂白) Brightness (unbleached)	X_{12} 白色度(漂白) Brightness (bleached)	X_{13} 密度(パルプ) Density (pulp)	X_{14} 裂断長 Breaking length	X_{15} 比破裂強さ Burst factor	X_{16} 比引裂強さ Tear factor	X_{17} 耐折強さ Folding endurance
X_1 灰分 Ash	−0.201	0.288	−0.086	−0.290	−0.085	−0.233	−0.307	−0.123	−0.439*
X_2 温水可溶分 Hot water extracts	−0.591**	−0.035	0.068	−0.282	0.046	−0.237	−0.318	−0.240	−0.159
X_3 アルコール・ベンゼン可溶分 Et. OH-Benzene extracts	−0.457*	0.313	0.338	−0.488**	0.324	−0.372	−0.429*	0.009	−0.161
X_4 ペントサン Pentosan	0.100	−0.020	−0.283	0.183	−0.269	0.033	0.074	−0.003	−0.065
X_5 ホロセルロース Holocellulose	0.374*	−0.174	−0.173	0.284	−0.044	0.382*	0.528**	−0.082	0.221
X_6 α-セルロース α-cellulose	0.138	−0.274	−0.309	0.306	−0.228	0.240	0.267	−0.252	−0.001
X_7 リグニン Lignin	−0.400*	0.308	−0.117	−0.239	−0.111	−0.407*	−0.503**	−0.057	−0.421*
X_8 容積密度数(材) Basic density (wood)	−0.320	−0.337	−0.539**	0.492**	−0.413*	−0.115	−0.246	−0.254	−0.156

広葉樹材　Hardwood

	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}
X_1 灰分	0.038	−0.006	−0.024	0.017	−0.207	0.138	0.057	0.079	−0.042
X_2 温水可溶分	−0.450**	0.255	−0.496**	−0.053	−0.139	−0.278*	−0.197	0.223	0.078
X_3 アルコール・ベンゼン可溶分	−0.018	0.047	−0.138	−0.254	0.166	−0.174	−0.178	−0.248	0.110
X_4 ペントサン	0.194	−0.149	−0.092	0.028	−0.087	0.115	0.266	−0.101	0.094
X_5 ホロセルロース	0.508**	−0.268	0.502**	0.094	0.174	0.508**	0.322*	−0.490*	−0.101
X_6 α-セルロース	0.334*	−0.379**	0.358**	−0.163	−0.002	0.081	−0.032	−0.182	0.000
X_7 リグニン	−0.551**	0.234	−0.252	−0.122	−0.134	−0.048	−0.189	0.243	−0.219
X_8 容積密度数(材)	−0.416**	−0.103	−0.452**	−0.151	−0.602**	−0.366**	−0.310*	0.533**	−0.187

* 5% 水準で有意　Significant at the 5% level.
** 1% 水準で有意　Significant at the 1% level.

られているが，上に認められたような化学組成との相関は認められていない[3]。

白色度（漂白）

白色度（漂白）に対して有意な相関を示す変数は次のとおりである。

針葉樹　アルコール・ベンゼン可溶分(−)，容積密度数(+)

広葉樹　なし。

針葉樹パルプの場合，アルコール・ベンゼン可溶分含有量の多い樹種は白色度が低く，材の容積密度数との関係は，未漂白パルプの場合とは逆に正の相関を示している。

パルプシートの密度

パルプシートの密度に対して有意な相関を示す変数は次のとおりである。

針葉樹　容積密度数(−)

広葉樹　容積密度数(−)

パルプシートの密度と材の容積密度数，晩材率，細胞膜壁厚，細胞膜壁厚/ルーメン幅との間にそれぞれ負の相関が存在することは，多くの研究者によって報告されており[4]，南洋材について筆者もパルプシートの密度と灰分(+)，繊維幅(+)，ルーメン幅(+)，細胞膜壁厚(−)，容積密度数(−)との間にそれぞれ単相関の存在することを認めている[3]。このようにパルプシシートの密度に対しては，主として材の物理的性質との間に密接な関係の存在することが明らかであるが，しかしここでは，容積密度数以外の材の形態的性質の測定は行なっていないので，これらとパルプシートの密度との関係は不明である。このことは，以下に述べるパルプの諸強度についても同様である。また，ここでは化学組成との有意な相関は認められていない。

裂断長および比破裂強さ

引張り強さ（裂断長）と破裂強さ（比破裂強さ）とは密接な関係を有し（針葉樹：$r=0.740$，広葉樹：$r=0.807$），この両者は材の形態的性質，化学組成によってほぼ同様の影響を受けることが知られており，しばしば同一項目の中で論じられている。

この研究においても上記の理由から，これら両強度を同一項目の中で検討，考察することとした。

裂断長，比破裂強さに対して有意な相関を示す変数は次のとおりである。

裂断長

針葉樹　ホロセルロース(+)，リグニン(−)

広葉樹　温水可溶分(−)，ホロセルロース(+)，容積密度数(−)

比破裂強さ

針葉樹　アルコール・ベンゼン可溶分(−)，ホロセルロース(+)，リグニン(−)

広葉樹　ホロセルロース(+)，容積密度数(−)

材質特性のうち晩材率(−)，容積密度数(−)，細胞膜壁厚(−)，繊維長(+)，ヘミセルロース含有量(+)などと引張り，および破裂の両強度との間には，それぞれ高度の単相関の存することは，多くの研究者によって報告されている[4]。Dinwoodie[6] は Sitka spruce について，裂断長，比破裂強さに対しては，材の形態的性質の中で細胞膜壁厚，細胞膜壁厚/繊維幅，繊維長が有意であり，化学組成の影響は有意でなかったことを報告している。また南洋材についてヘキサン可溶分(−)，容積密度数(−)が有意であることが認められている[3]。

この報告の場合は，裂断長，比破裂強さに影響を及ぼす材質特性は，従来の報告と大体同一の傾向を示しているが，化学組成の影響がかなりはっきりと示されていることが注目される。

比引裂強さ

比引裂強さに対して有意な相関を示す変数は次のとおりである。

針葉樹　なし。

広葉樹　ホロセルロース(−)，容積密度数(+)

従来の研究結果では[4]，材の容積密度数(+)，晩材率(+)，繊維ディメンジョンの中で，特に繊維長(+)と細胞膜壁厚(+)は，引裂強さとそれぞれ密接な関係を有することが知られている。

この報告の場合は，繊維長の測定値を得ていないので，これと引裂強さとの関係についての解析を行なうことはできなかった。

耐折強さ

耐折強さに対して有意な相関を示す変数は次のとおりである。

針葉樹　リグニン(−)，灰分(−)

広葉樹　なし。

耐折強さと材の容積密度数(−)，晩材率(−)，繊維の柔軟性（たとえば l/D で表わされる）(+)，繊維長(+)，ペントサン(+)との間に単相関が存在することが知られており[4]，南洋材の場合もほぼ上記と同様の変数と，耐折強さとの間に相関が存在することが認められている[3]。

この報告の場合は針葉樹，広葉樹ともに容積密度数との相関は認められず，広葉樹では有意な相関を示す変数は全然認められていない。

6. 要　　約

日本産主要樹種，針葉樹24種，広葉樹46種，合計70種について，化学組成の分析およびパルプ化試験を行なった。

その結果を要約すれば，次のとおりである。

1. 化学組成分含有量は，樹種によりかなり異なるが，ホロセルロース，α-セルロース，リグニン等の主成分に比較すると，灰分，可溶分等の副成分は比較的狭い範囲に集中的に分布している。また広葉樹の場合は，主成分も針葉樹と異なり，かなり狭い範囲に集中的に分布している。

2. パルプ化試験の結果，ほとんどの樹種は与えられた実験条件の範囲内で容易に蒸解され，パルプ化困難と認められる樹種は非常に少ない。また蒸解にさいして，活性アルカリ添加量が増加すると，パルプ収率，ローエ価は減少し，未漂白パルプの白色度は増加している。

得られたパルプは針葉樹，広葉樹ともに収率，白色度の分布はかなり広範囲にわたっており，しかも広葉樹パルプの収率以外はきわだったピークが見られない。このことは，日本産の樹種は，パルプ化は比較的容易であるが，パルプの性質は樹種によりかなりの差があることを示しているものと思われる。

3. 漂白試験の結果，針葉樹では，漂白歩どまりが低く，漂白後の白色度の低い樹種が2～3認められる（ウラジロモミ，サワラ等）。広葉樹では，漂白歩どまりが低い樹種は数樹種認められるが，漂白性が悪いものは認められない。

4. パルプの諸強度は，かなり広範囲にわたって分布しているが，特に問題になる樹種は認められない。

平均値の比較では引裂強さ，耐折強さは針葉樹が高く，引張り，破裂強さは針葉樹，広葉樹，両者ほぼ同程度である。また各強度は広葉樹では平均値を中心にして，鋭い大きなピークが見られるが，針葉樹の場合は比較的幅広い，ゆるやかなピークとなっている。

5. 生育地の異なる試料について試験の行なわれた針葉樹ではアカマツ，スギ，広葉樹ではブナ，ミズナラについて，化学組成，パルプの諸性質に地域差の影響は認められていない。

6. パルプの性質と化学組成との関連性は，Table 15 に示されるように，各種の有意な単相関が認められる。

文　　献

1) 上村　武・梅原　誠：日本産主要樹種の性質・試験計画，林試研報，153，1～14，(1963)

2) VAN BUIJTENEN, J. P., ZOBEL, B. J. and JORANSON, P. N. : Variation of some wood and pulp properties in an even-aged Loblolly pine stand. Tappi, **44**, 141～144, (1961)

3) 香山　彊：南洋材の化学組成，形態的性質とパルプの性質との関係，紙パ技協誌，**22**，581～590，(1968)

4) DINWOODIE, J. M. : The relationship between fiber morphology and paper properties : A review of literature. Tappi, **48**, 440～447, (1965)

5) 材質育種研究班：材質育種に関する研究　第1報，東北地方アカマツ，林試研報，222，1～113，(1969)

6) DINWOODIE, J. M. : The influence of anatomical and chemical characteristics of softwood fibers on the properties of sulfate pulp. Tappi, **49**, 57～67, (1966)

7) 三宅基夫：北海道産広葉樹における材の特性とクラフトパルプの性質，紙パ技協誌，**22**，600～610，(1968)

写 真 説 明

1. クラフトパルプ（未漂白）の写真である。
2. 写真 1～24（針葉樹）は，上から未叩解パルプ ×100，叩解パルプ（ランペンミル）220±20 m*l* (CSF)，×100 である。
3. 写真 25～67（広葉樹）は，上から未叩解パルプ ×100，および叩解パルプ（2. と同様），×100 である。
4. 写真 68～110 の道管は，パルプ中より取り出して写したもので，×100 である。
5. 写真撮影は，万能投影機（ニコン6CT型）を用い，フジグラビアフィルム（キャビネ判）に撮影し，利根F4に密着した。

Explanation of Plates

Photos. 1～24　Softwood unbleached kraft pulp from top to bottom
unbeaten, ca.×100
beaten, ca.×100
(220 m*l*, C. S. F.)

Photos. 25～67　Hardwood unbleached kraft pulp from top to bottom
unbeaten, ca.×100
beaten, ca.×100
(220 m*l*, C. S. F.)

Photos. 68～110　Vessel element, ca.×100

The Properties of the Important Japanese Woods
Chemical analysis, kraft pulping and papermaking characteristics of the important Japanese woods

Yasumasa YONEZAWA[1], Tsutomu KAYAMA[2], Fumihiko KIKUCHI[3], Kuninori USAMI[4], Isao TAKANO[5], Takehiko OGINO[6] and Osamu HONDA[7]

Summary

The research project on the properties of the important Japanese wood species has been carried out at the Wood Technology Division and Forest Products Chemistry Division of the Government Forest Experiment Station, Tokyo, Japan.

This paper presents results on the chemical analysis, kraft pulping and papermaking of seventy species of Japanese softwoods and hardwoods.

The wood samples used are twenty-four species of softwoods and fourty-six species of hardwoods. These species are shown in Table 1.

The results are summarized as follows:

1) The results of the chemical analysis of the wood samples are shown in Table 5.

There were considerable variations in the content of chemical constituents among wood samples. The variations in ash and extracts content were smaller as compared with the variations in holocellulose, α-cellulose and lignin content. The distribution of the contents of the main chemical constituents of hardwood samples concentrate in a relatively narrow range (Fig. 5~7).

2) The results of pulping tests are given in Table 7 and 8.

Most species of wood samples were well cooked by the ordinal cooking method and conditions. Pulp yield and Roe number decreased, and brightness of unbleached pulp increased with increasing addition of active alkali. Pulp yield and brightness of unbleached pulp distribute in a relatively wide range, and the sharp peaks are not shown in the histograms of these properties except pulp yield of the hardwood samples (Fig. 8, 9). It is considered that the pulping of Japanese woods is rather easy, but there are considerable variations in the properties of these pulps.

3) The results of the bleaching tests are given in Table 9.

Most pulps produced clear and white pulps, but the pulps from several species of softwoods showed relatively low brightness.

4) Evaluation data for the unbleached and bleached pulps are shown in Table 10 and 11.

Strength properties of the pulps distribute in relatively wide range, although all pulps show resonable strength properties. Average tearing strength and folding endurance of the pulps from softwood samples were higher than those of the pulps from hardwood samples. Average tensile strength and bursting strength of the pulps from softwood samples were similar to those of the pulps from hardwood samples.

High and sharp peaks are shown in the histograms of the strength properties of the

Received October 6, 1972

(1)~(7) Forest Products Chemistry Division

pulps from hardwood samples; however, low and wide peaks are shown in the histograms of those of the pulps from softwood samples (Fig. 13~16).

6) The wood samples of Akamatsu (*Pinus densiflora*), Sugi (*Cryptomeria japonica*), Buna (*Fagus crenata*) and Mizunara (*Quercus crispula*), which were collected from different localities, gave no significant differences in the chemical constituents and pulp properties in the species.

6) Correlations between chemical constituents of the wood samples and pulp properties are shown in Table 15.

Results showed that the pulp properties were partly related to the chemical properties of the wood.

付　表　**Appendix**　　硫酸塩パルプの強度（I）

Evaluation of sulphate pulps (I)

針葉樹　Softwood

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	ローエ価 Roe number	密度 Density g/ml	裂断長 Breaking length km	比破裂強さ Burst factor	比引裂強さ Tear factor	耐折強さ Folding endurance	備考 Note
1J	イチイ　ICHII *Taxus cuspidata*	a	13.10	0.91	7.6	7.5	108.1	2100	
		b	11.66	0.88	8.6	8.0	119.9	3400	
		c	6.67	0.86	6.4	6.4	134.5	3800	
2N	カヤ　KAYA *Torreya nucifera*	a	15.92	0.79	9.5	6.4	88.5	670	
		b	13.20	0.80	9.6	6.8	86.8	810	
		c	8.32	0.82	10.1	6.9	88.2	1400	
		d	6.32	0.84	8.7	6.1	91.2	790	
3M	イヌマキ　INUMAKI *Podocarpus macrophyllus*	a	10.57	0.77	7.9	5.1	85.2	250	
		b	7.18	0.77	7.3	4.4	84.2	86	
		c	6.05	0.78	7.0	4.5	85.6	120	
4M	モミ　MOMI *Abies firma*	a	11.95	0.78	9.1	6.3	104.8	1100	
		b	7.16	0.78	9.3	6.1	109.1	1300	
		c	5.47	0.77	8.5	5.3	121.8	730	
5H	ウラジロモミ URAJIROMOMI *Abies homolepis*	a	11.65	0.86	9.0	9.7	201.6	6200	
		b	9.38	0.80	6.3	8.2	185.0	4700	
		c	5.60	0.84	8.8	9.1	117.2	4900	
6F	アオモリトドマツ AOMORITODO-MATSU *Abies Mariesii*	a	7.57	0.85	12.4	10.3	112.0	3900	
		b	5.77	0.83	12.6	9.7	114.0	2600	
		c	4.64	0.83	11.4	8.3	112.1	2600	
7D	トドマツ　TODO-MATSU *Abies sachalinensis*	a	10.50	0.81	11.8	9.1	109.0	4100	
		b	7.42	0.81	11.6	8.8	127.0	3500	
		c	4.96	0.85	12.3	9.5	128.7	5000	
8H	シラベ　SHIRABE *Abies Veitchii*	a	11.73	0.85	8.0	9.6	121.8	8100	
		b	9.86	0.84	9.8	10.7	118.1	8500	
		c	6.82	0.89	10.9	10.4	135.6	6200	
9J	カラマツ　KARA-MATSU *Larix leptolepis*	a	8.95	0.72	10.7	8.2	143.9	1600	
		b	5.63	0.74	10.1	7.2	155.2	1400	
		c	4.13	0.76	9.9	7.3	147.1	1800	
10C	エゾマツ　EZO-MATSU *Picea jezoensis*	a	10.84	0.80	13.4	11.6	102.0	1700	
		b	6.95	0.83	14.2	10.5	104.9	1300	
		c	3.57	0.80	13.2	11.2	121.8	3400	
11C	アカエゾマツ AKAEZOMATSU *Picea Glehnii*	a	9.29	0.77	13.4	11.6	116.0	2100	
		b	6.98	0.79	12.7	10.6	124.3	1800	
		c	4.83	0.77	13.8	10.0	122.9	2100	
12J	トウヒ　TÔHI *Picea hondoensis*	a	11.63	0.86	10.0	10.1	109.4	7100	
		b	8.10	0.87	10.4	11.3	119.3	6400	
		c	7.49	0.86	10.1	11.1	115.0	10000	
		d	6.75	0.85	10.7	9.7	158.9	5200	
13M	トガサワラ　TOGA-SAWARA *Pseudotsuga japonica*	a	9.61	0.71	7.4	5.2	138.2	470	
		b	6.92	0.73	8.3	6.0	125.2	680	
		c	5.65	0.75	8.1	5.3	134.2	630	
14M	ツガ　TSUGA *Tsuga Sieboldii*	a	9.11	0.72	9.5	6.1	129.5	850	
		b	6.58	0.70	8.8	5.7	162.6	1300	
		c	4.61	0.77	8.5	5.4	138.8	710	

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	ローエ価 Roe number	密度 Density g/ml	裂断長 Breaking length km	比破裂強さ Burst factor	比引裂強さ Tear factor	耐折強さ Folding endurance	備考 Note
15F	アカマツ AKAMATSU *Pinus densiflora*	a	6.19	0.78	11.6	8.9	111.8	2800	
		b	4.92	0.77	11.4	9.7	110.3	2200	
		c	3.51	0.77	10.0	7.8	118.7	1900	
15L	〃	a	6.64	0.73	11.8	8.9	125.0	1800	
	〃	b	5.46	0.76	11.1	8.3	116.9	1600	
		c	3.64	0.79	10.7	7.5	117.8	1200	
15I	〃	a	7.32	0.79	9.5	8.6	158.0	5600	
	〃	b	6.85	0.81	9.6	9.4	160.7	4800	
		c	4.54	0.81	10.2	8.0	172.7	7000	
16K	ヒメコマツ HIMEKOMATSU *Pinus pentaphylla*	a	12.27	0.84	8.9	9.2	96.2	3100	
		b	9.68	0.88	10.2	9.1	108.9	6600	
		c	6.86	0.88	9.1	8.2	127.5	5600	
17N	クロマツ KUROMATSU *Pinus Thunbergii*	a	6.48	0.75	10.6	7.8	137.6	1200	
		b	4.98	0.81	10.3	7.6	139.7	1700	
		c	3.78	0.77	9.6	7.2	134.8	2000	
18N	スギ SUGI *Cryptomeria japonica*	a	13.50	0.77	9.9	7.2	112.4	870	
		b	9.72	0.78	10.0	7.7	117.3	770	
		c	6.08	0.81	9.2	6.6	130.9	400	
18G	〃	a	12.23	0.82	9.2	8.5	121.3	4500	
		b	10.35	0.80	8.4	9.8	151.3	4900	
	〃	c	9.55	0.82	9.7	9.2	122.8	6400	
		d	8.68	0.80	6.1	8.0	165.8	2400	
18I	〃	a	13.70	0.77	7.9	7.6	120.6	2000	
		b	12.49	0.79	7.8	8.5	135.7	4800	
	〃	c	8.03	0.82	10.0	7.9	149.2	7200	
		d	6.85	0.83	9.6	8.2	179.4	3000	
19J	コウヤマキ KÔYAMAKI *Sciadopitys verticillata*	a	16.23	0.81	8.2	5.3	115.7	330	
		b	12.54	0.80	7.9	5.2	132.9	260	
		c	9.74	0.81	6.8	4.3	137.8	170	
		d	8.22	0.81	6.6	4.2	139.9	90	
		e	6.47	0.83	6.5	4.0	145.6	89	
20J	ヒノキ HINOKI *Chamaecyparis obtsusa*	a	10.97	0.84	11.4	8.3	108.3	2000	
		b	8.05	0.85	10.2	7.3	124.9	1900	
		c	6.25	0.86	9.8	6.9	111.7	950	
21J	サワラ SAWARA *Chamaecyparis pisifera*	a	12.71	0.81	10.1	7.3	123.2	1900	
		b	8.17	0.79	9.9	7.2	151.2	2800	
		c	6.28	0.79	9.5	5.0	136.0	1300	
22J	ネズコ NEZUKO *Thuja Standishii*	a	12.00	0.82	11.1	8.7	96.6	1400	
		b	7.71	0.83	12.3	10.2	114.1	1500	
		c	5.42	0.86	11.7	8.9	112.2	2100	
23J	アスナロ ASUNARO *Thujopsis dolabrata*	a	12.90	0.86	12.5	8.4	100.5	1300	
		b	8.02	0.84	11.4	7.8	115.9	1800	
		c	6.16	0.85	10.7	7.0	129.7	1300	
24F	ヒノキアスナロ HINOKIASUNARO *Thujopsis dolabrata* (var.)	a	8.31	0.81	11.1	8.8	108.9	2500	
		b	6.36	0.83	11.2	8.3	103.7	1500	
		c	5.32	0.82	11.6	8.1	107.8	1400	

硫酸塩パルプの強度（II）
Evaluation of sulphate pulps (II)

広葉樹　Hardwood

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	ローエ価 Roe number	密度 Density g/ml	裂断長 Breaking length km	比破裂強さ Burst factor	比引裂強さ Tear factor	耐折強さ Folding endurance	備考 Note
25C	ドロノキ DORONOKI *Populus Maximowiczii*	a	5.03	0.90	10.6	8.0	77.3	2500	
		b	2.15	0.95	12.6	8.3	83.8	1400	
		c	1.43	0.86	11.8	7.8	95.6	620	
26C	ヤマナラシ YAMANARASHI *Populus Sieboldii*	a	2.32	0.89	11.5	7.5	90.4	680	
		b	1.65	0.91	12.0	7.8	82.3	700	
		c	1.50	0.89	10.9	6.6	76.8	310	
28F	オニグルミ ONIGURUMI *Juglans Sieboldiana*	a	4.88	0.84	11.9	7.3	108.8	1500	
		b	2.52	0.78	12.2	7.4	110.6	1200	
		c	2.07	0.78	9.7	6.7	106.3	370	
29H	サワグルミ SAWAGURUMI *Pterocarya rhoifolia*	a	4.15	0.99	13.9	9.8	92.8	3500	
		b	3.12	1.00	14.4	9.5	102.6	3100	
		c	1.33	0.99	12.8	8.7	93.3	4000	
74I	ヤマハンノキ YAMAHANNOKI *Alnus hirsuta* (var.)	a	6.10	0.93	9.3	8.3	115.6	4800	
		b	3.36	0.93	8.7	7.8	112.7	3600	
		c	2.90	0.91	9.1	7.3	131.1	4000	
31H	ミズメ MIZUME *Betula grossa*	a	4.57	0.92	12.4	9.6	105.0	2500	
		b	2.96	0.91	12.7	9.9	108.2	2000	
		c	2.22	0.91	12.1	8.8	106.2	1500	
32B	シラカンバ SHIRAKANBA *Betula platyphylla*	a	4.63	0.94	7.4	9.5	121.9	8400	
		b	2.39	0.92	9.0	9.7	109.9	6000	
		c	2.42	0.96	11.0	9.4	112.9	5100	
33D	マカンバ MAKANBA *Betula Maximowicziana*	a	4.07	0.89	9.6	6.7	126.2	1600	
		b	3.10	0.87	7.4	6.1	120.4	840	
		c	2.35	0.87	6.7	4.9	107.6	220	
34H	アカシデ AKASHIDE *Carpinus laxiflora*	a	6.68	0.89	12.5	10.7	94.6	2900	
		b	2.52	0.91	13.3	10.6	92.7	2500	
		c	2.23	0.93	13.5	9.9	95.3	1800	
35D	アサダ ASADA *Ostrya japonica*	a	8.30	0.87	11.6	8.9	89.6	2200	
		b	3.06	0.88	11.3	8.4	105.5	1800	
		c	2.82	0.87	10.2	7.4	102.4	1100	
36F	クリ KURI *Castanea crenata*	a	12.35	0.82	10.9	7.4	92.0	1200	
		b	10.11	0.82	10.0	7.4	97.8	780	
		c	5.62	0.79	11.6	8.1	100.9	1500	
		d	3.93	0.84	11.1	8.4	103.5	1300	
37N	シイノキ SHIINOKI *Shiia Sieboldii*	a							
		b	9.80	0.90	9.4	7.8	95.3	2800	
		c	6.10	0.90	8.6	8.3	109.0	3100	
		d	4.63	0.93	6.7	7.1	132.9	2300	
38E	ブナ BUNA *Fagus crenata*	a	3.26	0.87	9.7	7.9	103.9	3600	
		b	2.03	0.88	9.9	7.2	108.8	2000	
		c	1.52	0.88	8.9	6.3	107.3	950	
38F	〃	a	5.10	0.86	11.6	8.2	95.2	1000	
	〃	b	2.19	0.86	10.7	7.3	94.9	590	
		c	1.75	0.86	9.8	6.2	92.7	430	
38H	〃	a	2.98	0.91	9.5	6.4	90.2	760	
	〃	b	2.08	0.92	9.3	5.8	82.8	430	
		c	1.49	0.88	9.1	5.5	93.2	340	

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	ローエ価 Roe number	密度 Density g/ml	裂断長 Breaking length km	比破裂強さ Burst factor	比引裂強さ Tear factor	耐折強さ Folding endurance	備考 Note
38K	ブナ BUNA *Fagus crenata*	a	3.98	0.83	11.2	7.3	104.4	690	
		b	1.92	0.86	10.2	7.0	101.4	580	
		c	1.73	0.85	8.9	5.6	92.9	270	
38L	〃	a	5.00	0.83	10.3	7.1	89.6	650	
	〃	b	2.07	0.79	10.8	7.4	102.8	670	
		c	1.48	0.83	9.3	5.9	85.1	240	
39H	イヌブナ INUBUNA *Fagus japonica*	a	3.56	0.90	11.7	7.7	96.7	1400	
		b	2.22	0.89	10.8	7.5	100.8	910	
		c	1.48	0.87	9.0	6.8	104.4	650	
40N	アカガシ AKAGASHI *Cyclobalanopsis acuta*	a	5.61	0.83	10.3	7.3	107.8	940	
		b	2.59	0.83	9.9	6.8	119.1	1800	
		c	1.94	0.85	8.5	6.0	115.5	990	
41N	シラカシ SHIRAKASHI *Cyclobalanopsis myrsinaefolia*	a	5.01	0.85	9.6	7.4	123.7	2900	
		b	2.34	0.87	10.4	7.5	119.4	3100	
		c	1.57	0.87	9.2	6.2	122.6	1200	
43N	イチイガシ ICHIIGASHI *Cyclobalanopsis gilva*	a	2.49	0.86	10.0	8.2	119.1	5000	
		b	1.86	0.85	10.1	7.3	118.2	3400	
		c	1.57	0.88	8.0	5.7	107.1	600	
44H	クヌギ KUNUGI *Quercus acutissima*	a	4.86	0.83	6.5	5.7	122.5	1300	
		b	2.77	0.81	6.6	5.9	121.4	1500	
		c	2.32	0.83	7.5	5.3	118.6	190	
45C	ミズナラ MIZUNARA *Quercus crispula*	a	6.28	0.88	11.4	7.7	89.3	520	
		b	3.03	0.87	11.4	8.1	89.5	890	
		c	2.29	0.86	10.5	7.2	82.4	530	
45D	〃	a	3.29	0.85	9.7	6.9	128.6	1200	
	〃	b	1.74	0.85	9.8	6.5	129.5	970	
		c	1.55	0.85	9.5	6.4	98.0	890	
45F	〃	a	11.96	0.78	10.6	7.0	101.7	790	
	〃	b	2.10	0.78	10.7	7.8	100.9	740	
		c	1.93	0.77	10.5	7.3	105.8	540	
45K	〃	a	5.21	0.85	10.9	7.3	109.0	800	
	〃	b	2.37	0.76	9.3	6.6	104.4	470	
		c	1.73	0.87	9.6	5.9	90.9	400	
46H	コナラ KONARA *Quercus serrata*	a	4.32	0.85	8.6	7.2	132.4	2500	
		b	2.55	0.81	8.3	6.1	146.7	1200	
		c	2.25	0.82	7.6	5.8	122.0	510	
47C	ハルニレ HARUNIRE *Ulmus propinqua*	a	4.88	0.88	12.8	9.2	93.2	920	
		b	2.66	0.86	11.4	8.6	104.8	760	
		c	1.70	0.83	9.9	6.8	97.5	260	
48H	ケヤキ KEYAKI *Zelkova serrata*	a	2.38	0.88	12.3	10.2	101.2	2000	
		b	1.63	0.92	11.7	8.8	92.4	1200	
		c	1.49	0.92	11.0	7.7	93.6	770	
49N	ヤマグワ YAMAGUWA *Morus bombycis*	a	6.29	0.89	5.0	6.0	98.9	950	
		b	4.51	0.88	7.3	6.3	144.9	460	
		c	3.36	0.86	5.9	5.1	96.3	140	
51D	カツラ KATSURA *Cercidiphyllum japonicum*	a	5.65	0.82	8.0	7.0	123.7	1600	
		b	3.43	0.82	10.2	7.8	116.2	1600	
		c	2.49	0.81	9.2	7.1	104.1	1200	

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	ローエ価 Roe number	密度 Density g/ml	裂断長 Breaking length km	比破裂強さ Burst factor	比引裂強さ Tear factor	耐折強さ Folding endurance	備考 Note
51D	ホオノキ HÔNOKI *Magnolia obovata*	a	3.42	0.89	10.7	7.5	105.4	1700	
		b	2.23	0.88	10.4	7.0	109.1	1200	
		c	1.74	0.91	9.3	6.0	95.6	720	
52N	クスノキ KUSUNOKI *Cinnamomum Camphora*	a	4.91	0.93	10.9	8.3	108.5	3300	
		b	2.47	0.90	10.5	7.7	98.9	1500	
		c	2.02	0.88	9.1	6.2	95.1	700	
53N	タブノキ TABUNOKI *Machilus Thunbergii*	a	5.07	0.88	8.7	6.4	115.4	1000	
		b	2.16	0.86	7.8	5.1	121.4	310	
		c	2.02	0.85	6.9	4.1	109.7	81	
54N	イスノキ ISUNOKI *Distylium racemosum*	a	5.35	0.79	9.5	7.1	123.2	1500	
		b	2.76	0.79	9.5	6.9	128.1	2500	
		c	2.00	0.81	8.4	5.9	128.7	990	
55I	ヤマザクラ YAMAZAKURA *Prunus donarium*	a	5.76	0.92	8.3	7.4	119.4	4500	
		b	2.12	0.90	8.0	8.3	116.6	2800	
		c	1.95	0.95	8.1	6.5	113.0	1800	
56F	イヌエンジュ INUENJU *Maackia amurensis* (var.)	a	4.93	0.78	8.9	5.7	104.2	240	
		b	2.66	0.79	7.7	5.0	92.5	170	
		c	2.14	0.79	7.2	4.5	87.6	74	
57H	キハダ KIHADA *Phellodendron sachalinense*	a	2.38	1.01	13.6	11.1	103.2	3000	
		b	1.93	0.96	13.8	10.4	97.1	3000	
		c	1.49	0.98	13.2	9.3	89.9	2200	
59D	イタヤカエデ ITAYAKAEDE *Acer mono*	a	3.33	0.95	10.9	7.4	87.8	970	
		b	1.89	0.94	10.6	7.0	87.8	840	
		c	1.45	0.92	8.6	5.9	86.1	360	
60I	トチノキ TOCHINOKI *Aesculus turbinata*	a	7.81						
		b	5.80	0.96	7.7	6.2	101.5	1400	
		c	4.18	0.95	8.0	5.4	101.9	340	
61C	シナノキ SHINANOKI *Tilia japonica*	a	3.89	0.94	12.9	10.1	71.3	1800	
		b	2.09	0.95	13.9	10.0	80.3	1800	
		c	1.87	0.91	12.7	8.8	85.3	1200	
62C	オオバボダイジュ ÔBABODAIJU *Tilia Maximowicziana*	a	5.28	0.96	14.0	10.8	71.8	1800	
		b	3.55	0.95	15.7	11.4	78.1	2500	
		c	1.98	0.86	14.6	11.0	82.8	1400	
63M	ヒメシャラ HIMESHARA *Stewartia monadelpha*	a	5.00	0.72	10.2	7.6	156.4	1700	
		b	2.11	0.74	9.7	7.3	155.4	1300	
		c	1.93	0.78	9.5	6.7	137.0	510	
64D	ハリギリ HARIGIRI *Kalopanax ricinifolium*	a	2.75	0.86	8.9	6.2	74.7	410	
		b	2.60	0.90	6.7	5.2	71.9	170	
		c	2.24	0.90	7.0	4.6	57.8	110	
65I	ミズキ MIZUKI *Cornus controversa*	a	6.06	0.86	9.0	7.7	155.1	3900	
		b	2.45	0.91	9.0	8.1	130.3	3800	
		c	1.91	0.88	7.0	7.1	130.0	3600	
66H	シオジ SHIOJI *Fraxinus commemoralis*	a	6.67	0.93	12.5	8.9	107.3	1900	
		b	4.90	0.93	11.3	8.0	114.2	1600	
		c	3.20	0.92	11.0	7.4	112.6	1200	
67D	ヤチダモ YACHIDAMO *Fraxinus mandshurica*	a	3.33	0.83	9.5	7.1	121.0	850	
		b	2.24	0.84	8.7	6.0	109.6	330	
		c	2.02	0.84	7.8	5.8	102.9	210	

番号 No.	樹種 Species	パルプ化条件 Pulping condition	ローエ価 Roe number	密度 Density g/ml	裂断長 Breaking length km	比破裂強さ Burst factor	比引裂強さ Tear factor	耐折強さ Folding endurance	備考 Note
68C	アオダモ AODAMO *Fraxinus Sieboldiana* (var.)	a	2.81	0.88	10.8	7.5	115.1	700	
		b	1.70	0.88	10.6	6.5	107.9	650	
		c	1.41	0.87	8.7	6.3	101.9	310	
69H	キリ KIRI *Paulownia tomentosa*	a	8.90	1.03	7.8	6.3	60.0	8300	
		b	6.07	1.00	10.3	7.1	64.2	3700	
		c	3.48	1.00	10.4	7.4	107.7	5800	
		d	2.63	0.98	9.8	6.9	80.9	5500	
70N	コジイ KOJII *Shiia cuspidata*	a	3.81	0.92	10.0	8.5	97.6	3400	
		b	2.75	0.91	10.0	8.0	104.7	2500	
		c	2.15	0.91	8.9	6.4	101.0	2100	
71C	オオバヤナギ ÔBAYANAGI *Toisusu Urbaniana*	a	8.47	0.88	12.1	8.7	76.3	700	
		b	2.16	0.85	11.3	7.6	88.0	520	
		c	1.41	0.89	11.4	7.5	78.7	460	

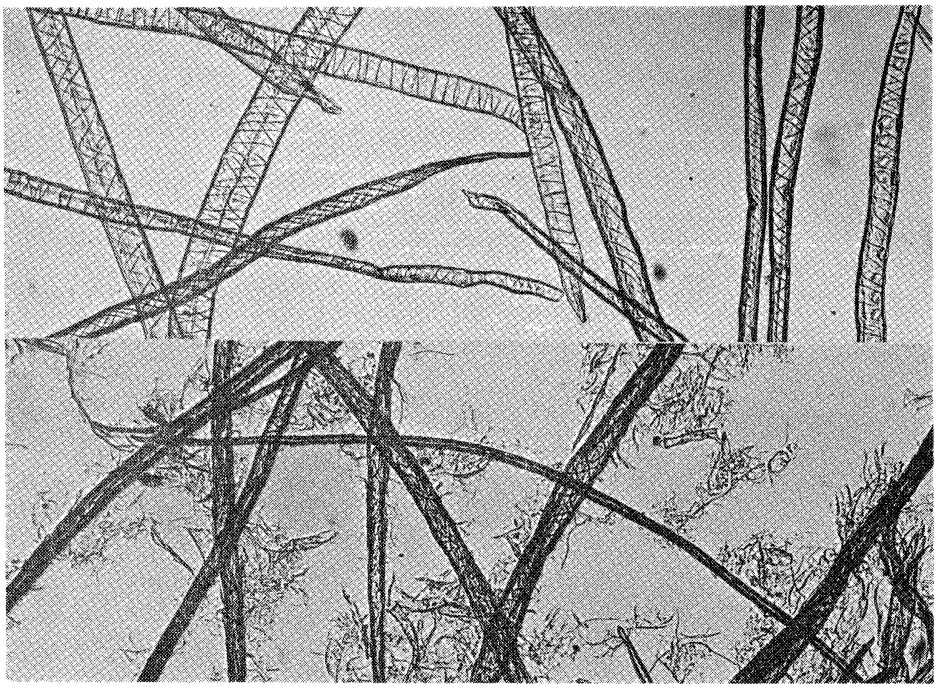

Photo. 1　　1. ICHII *Taxus cuspidata*

Photo. 2　　2. KAYA *Torreya nucifera*

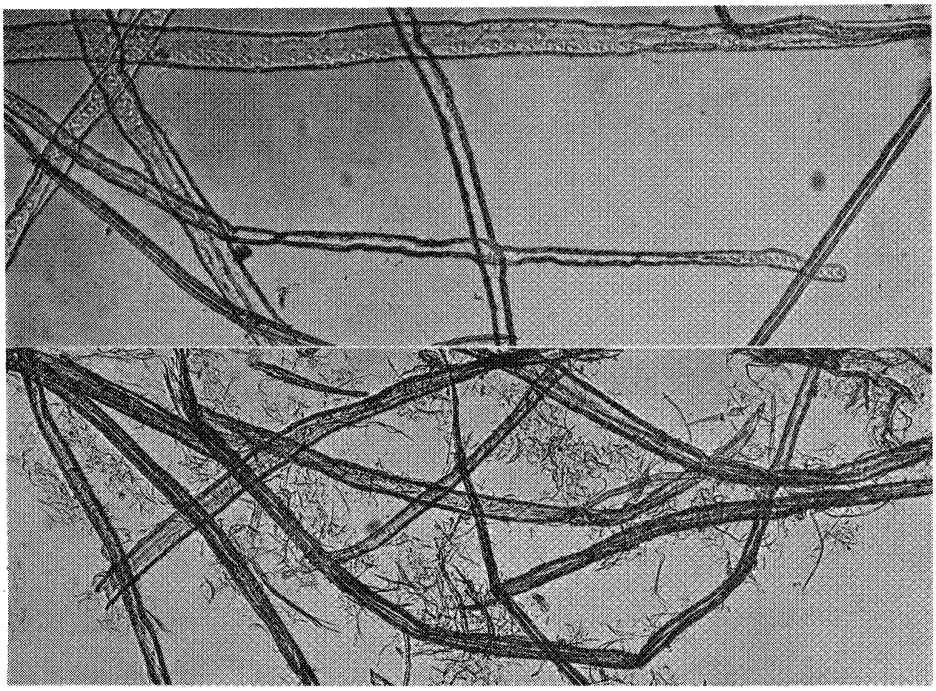

Photo. 3　　3. INUMAKI *Podocarpus macrophyllus*

Photo. 4　　4. MOMI *Abies firma*

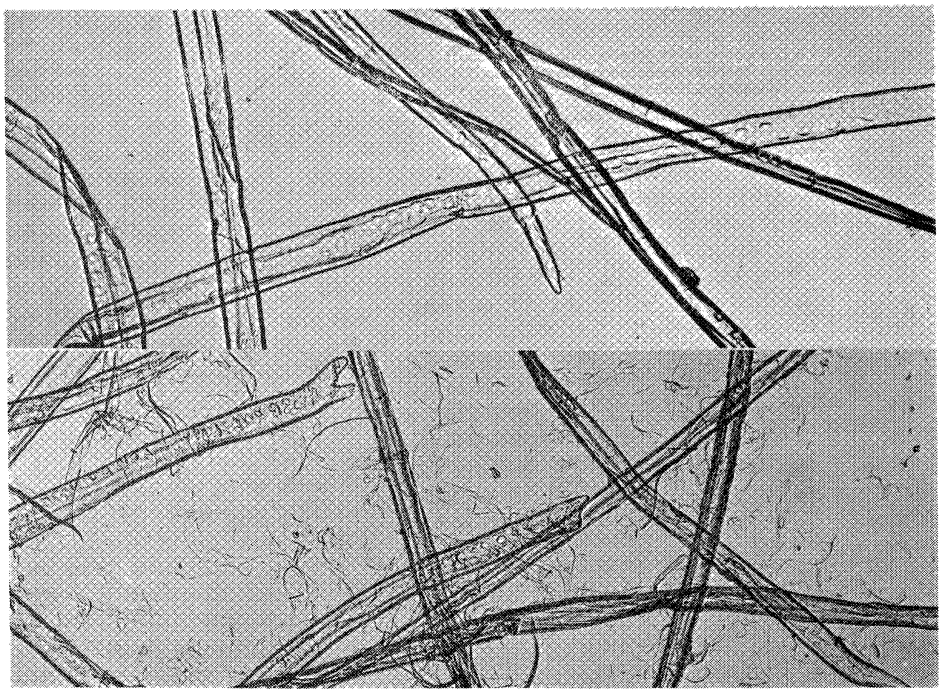

Photo 5.　　5. URAJIROMOMI *Abies homolepis*

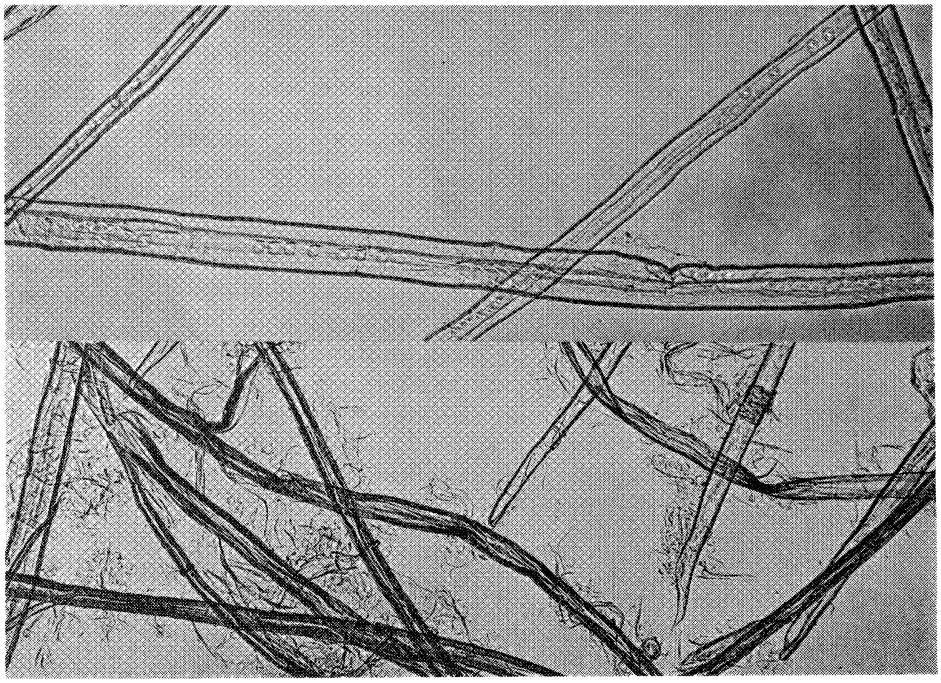

Photo. 6　　6. AOMORITODOMATSU *Abies Mariesii*

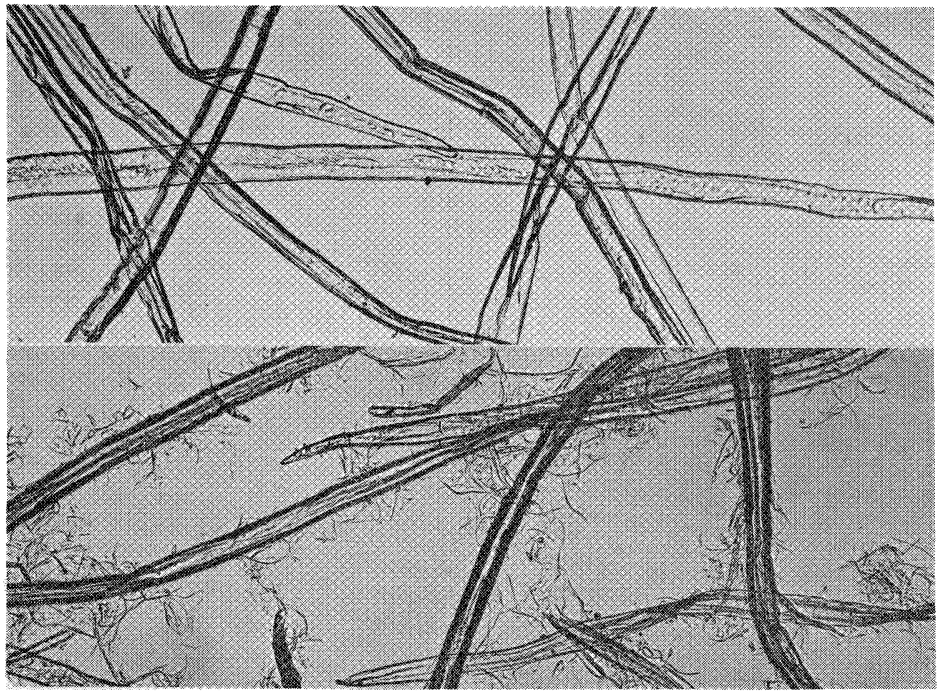

Photo. 7　　7. TODOMATSU *Abies sachalinensis*

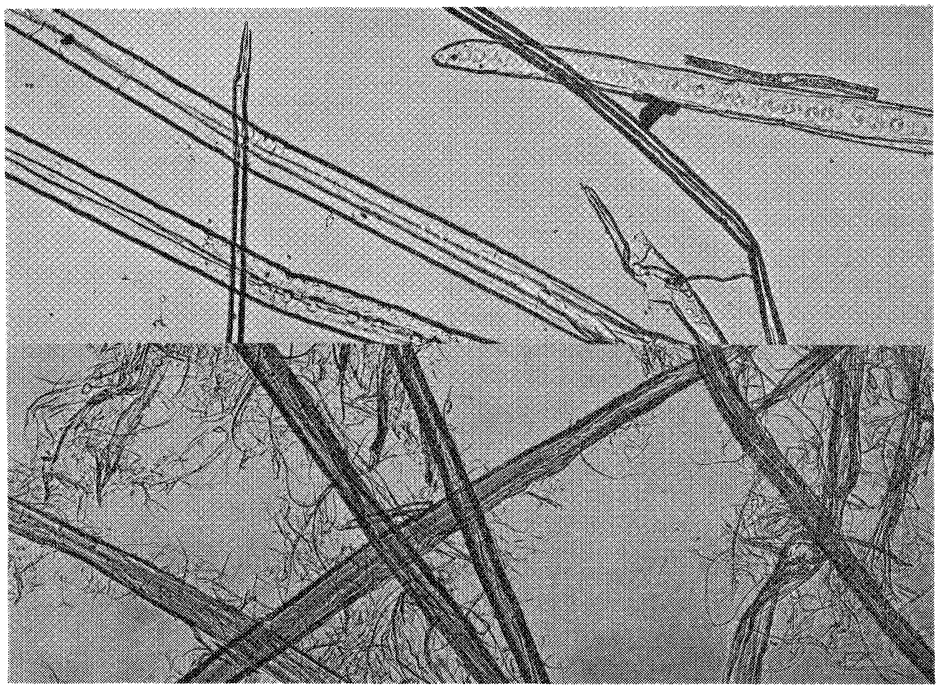

Photo. 8　　8. SHIRABE *Abies Veitchii*

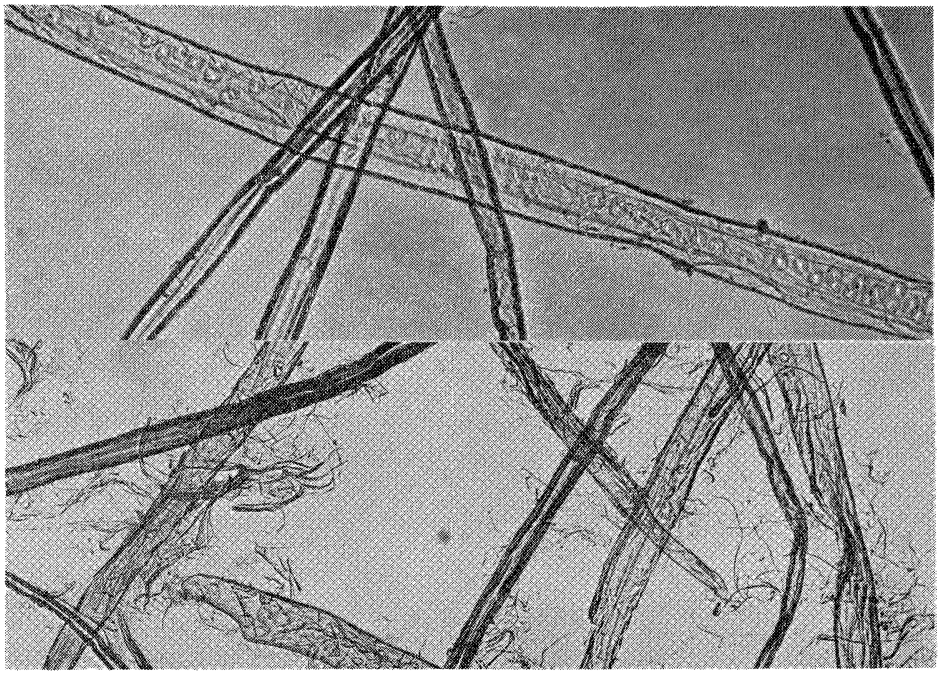

Photo. 9　　9. KARAMATSU *Larix leptolepis*

Photo. 10　　10. EZOMATSU *Picea jezoensis*

Photo. 11　　11. AKAEZOMATSU *Picea Glehnii*

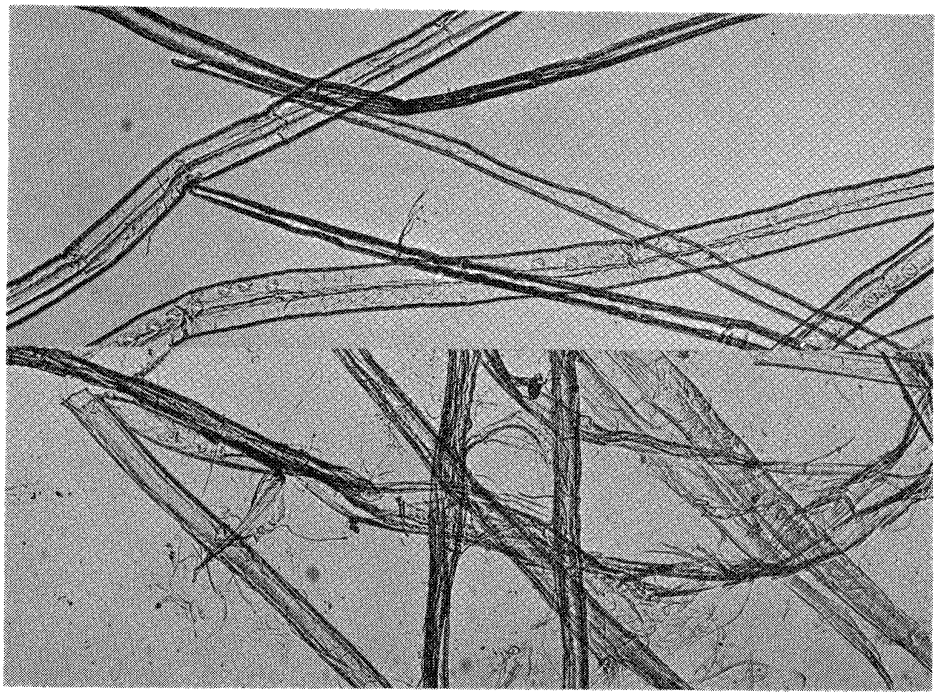

Photo. 12　　12. TÔHI *Picea hondoensis*

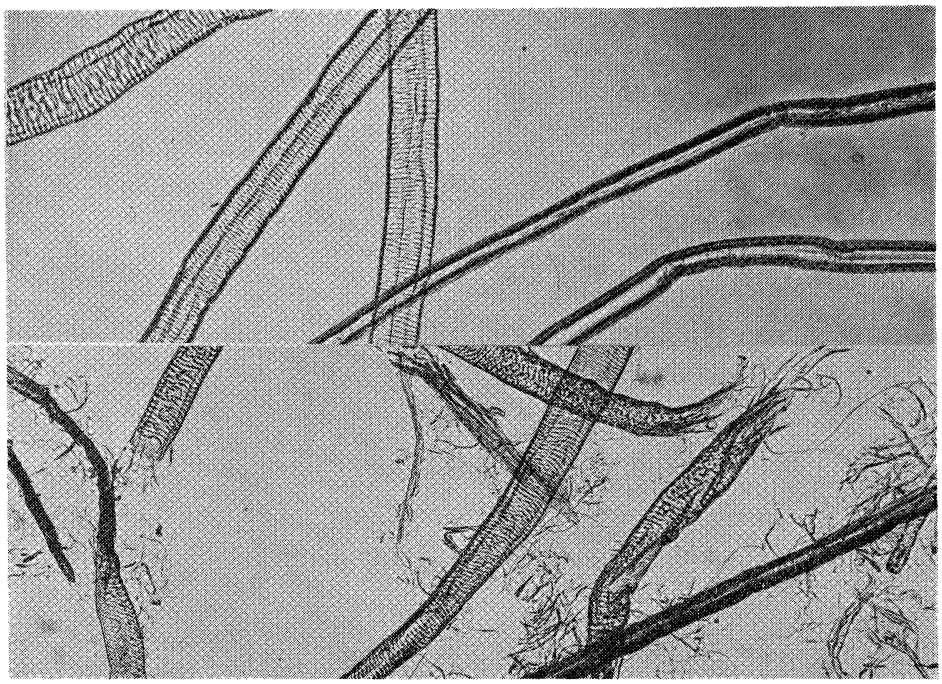

Photo. 13　　13. TOGASAWARA *Pseudotsuga japonica*

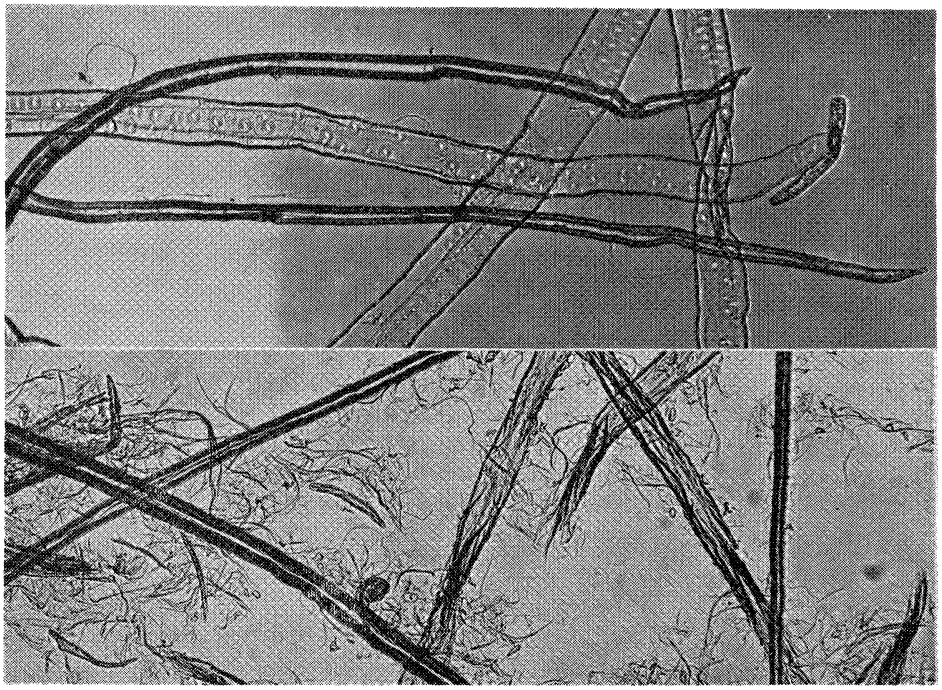

Photo. 14　　14. TSUGA *Tsuga Sieboldii*

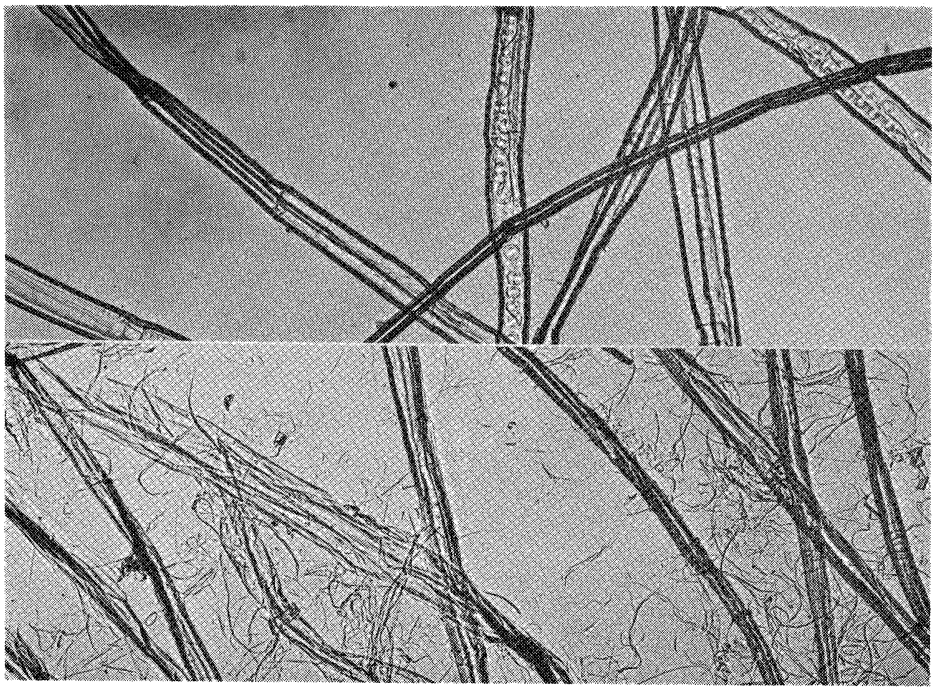

Photo. 15　　15. AKAMATSU *Pinus densiflora*

Photo. 16　　16. HIMEKOMATSU *Pinus pentaphylla*

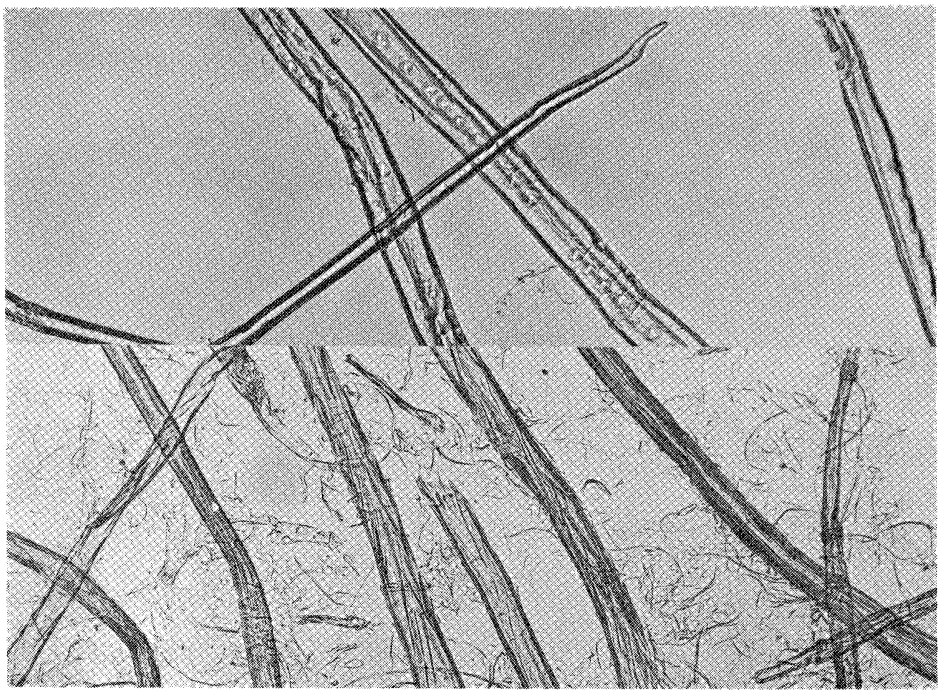

Photo. 17　　17. KUROMATSU *Pinus Thunbergii*

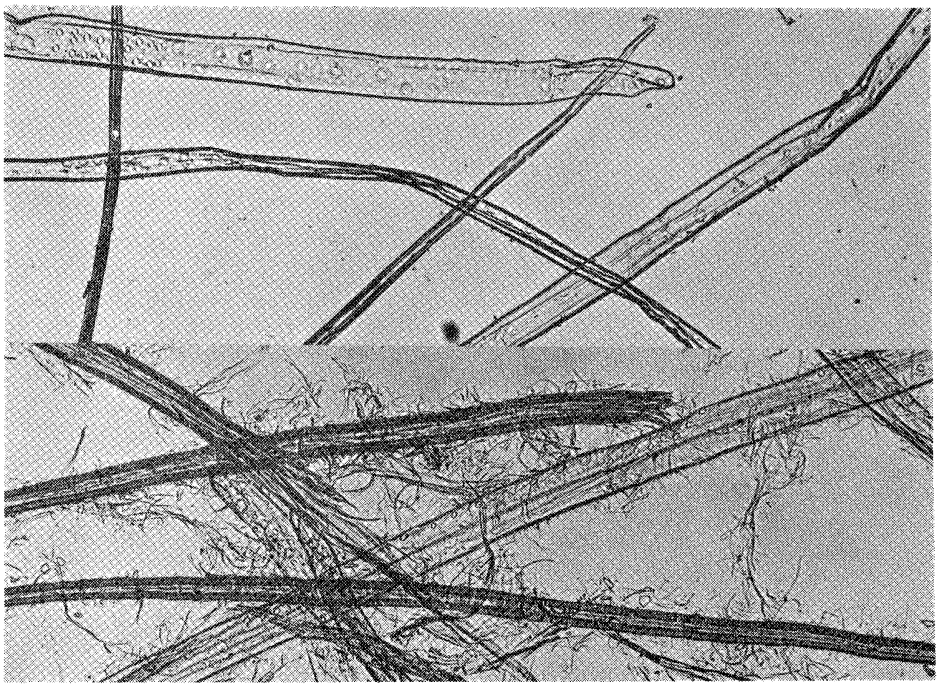

Photo. 18　　18. SUGI *Cryptomeria japonica*

—Plate 10—

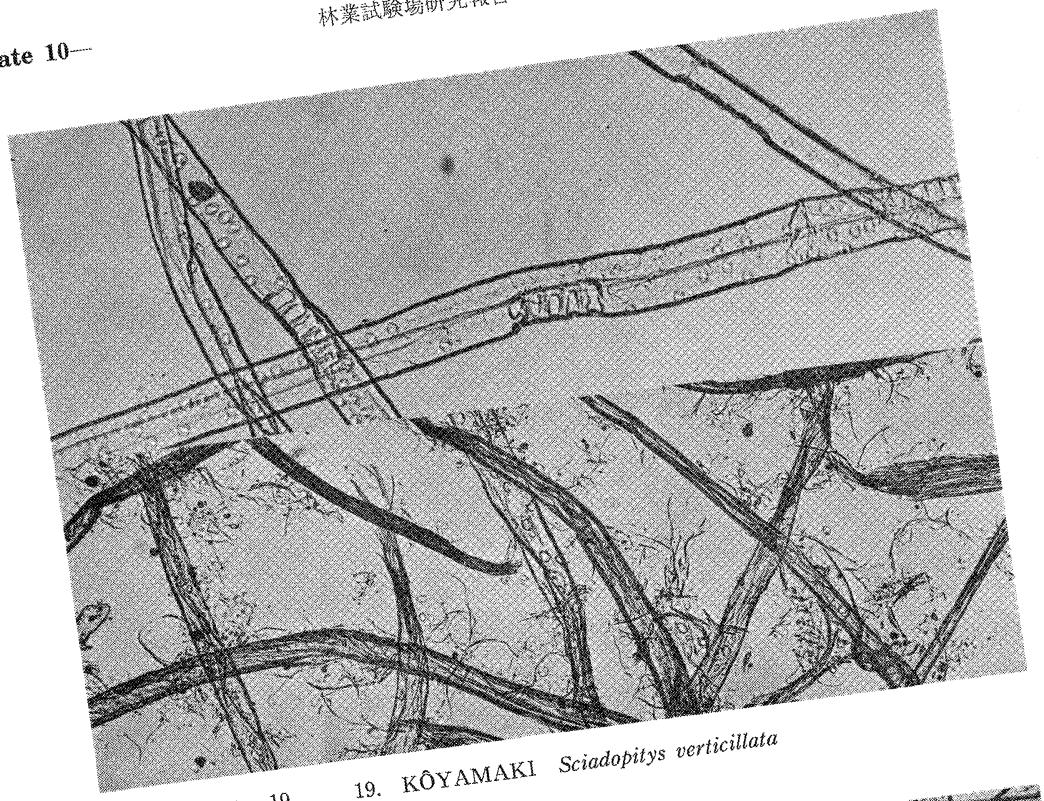

Photo. 19　　19. KÔYAMAKI *Sciadopitys verticillata*

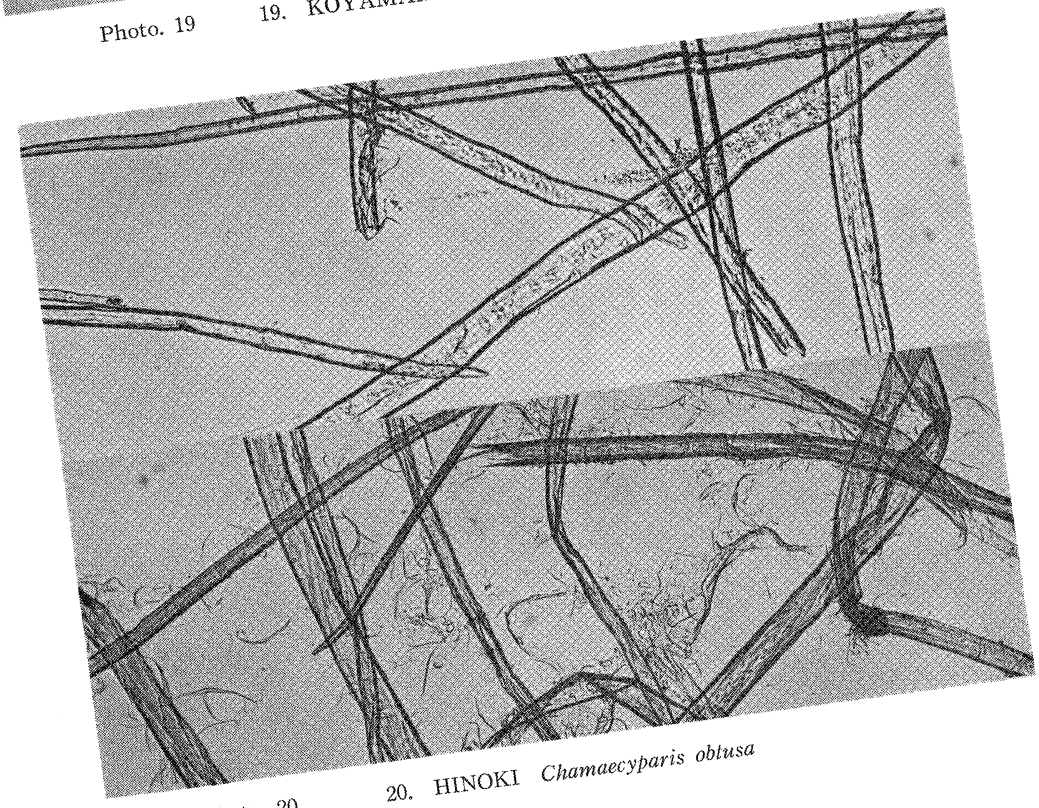

Photo. 20　　20. HINOKI *Chamaecyparis obtusa*

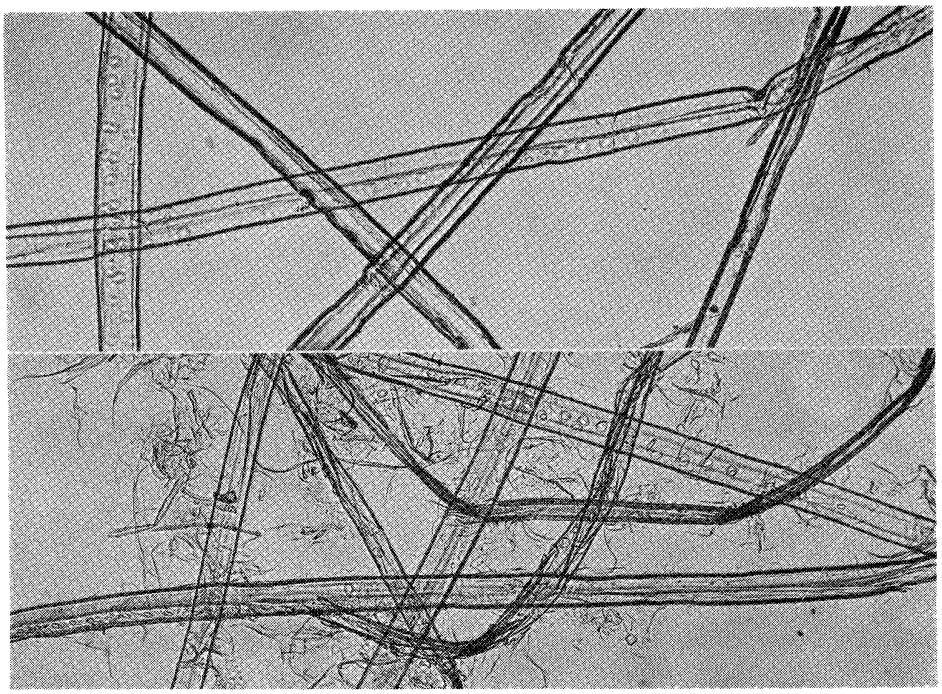

Photo. 21　　21. SAWARA *Chamaecyparis pisifera*

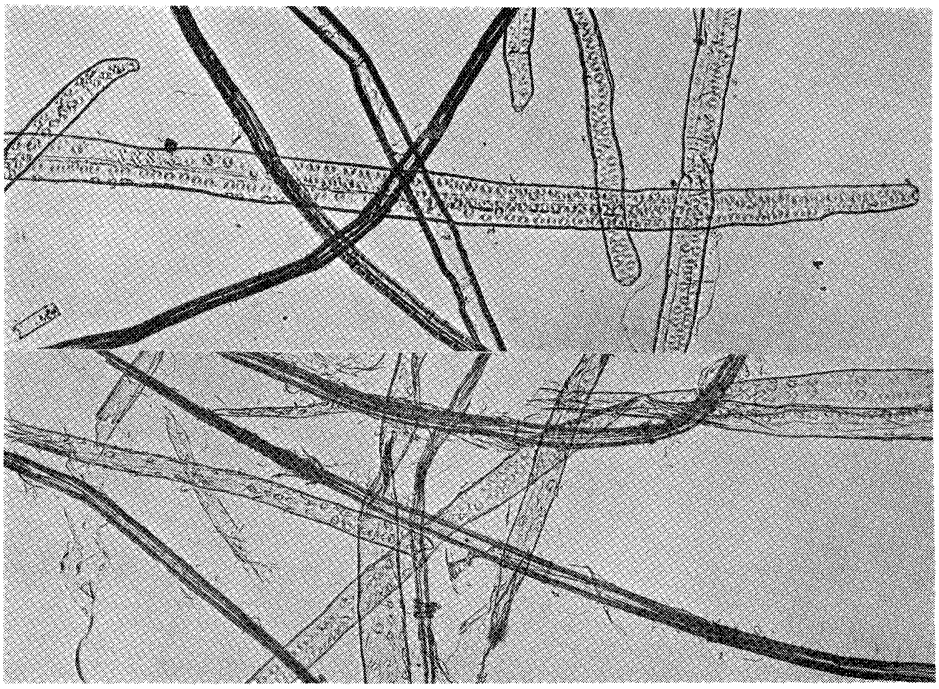

Photo. 22　　22. NEZUKO *Thuja Standishii*

—Plate 12—

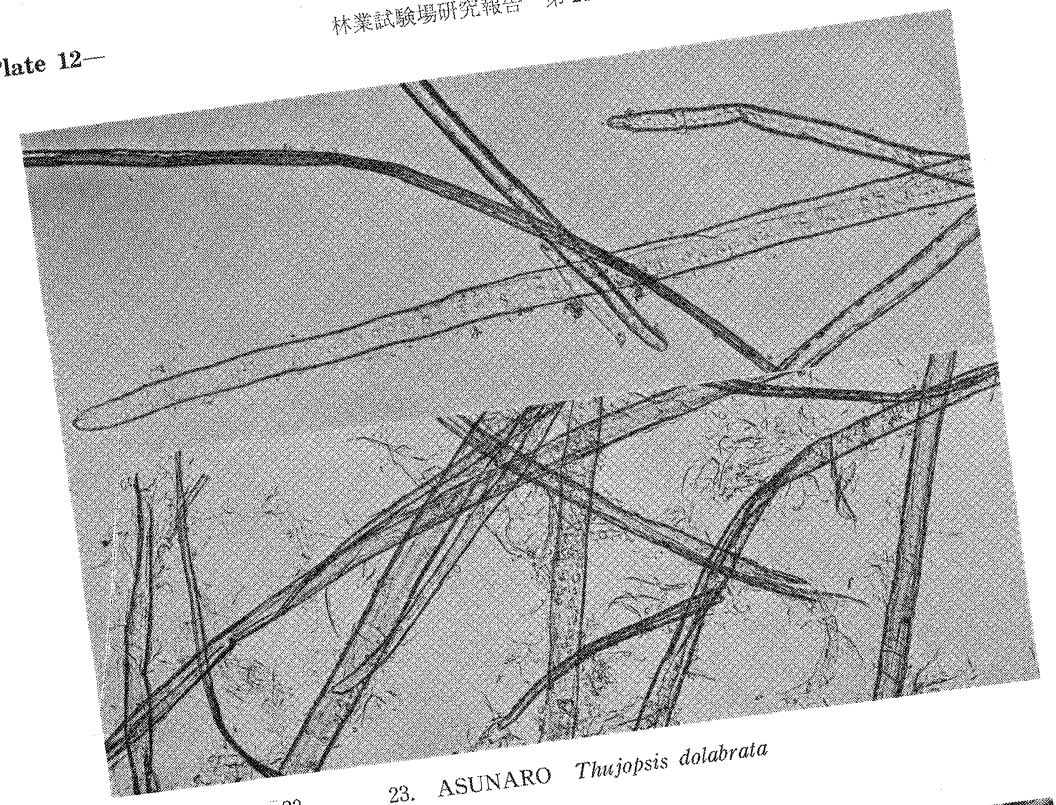

Photo. 23　　23. ASUNARO *Thujopsis dolabrata*

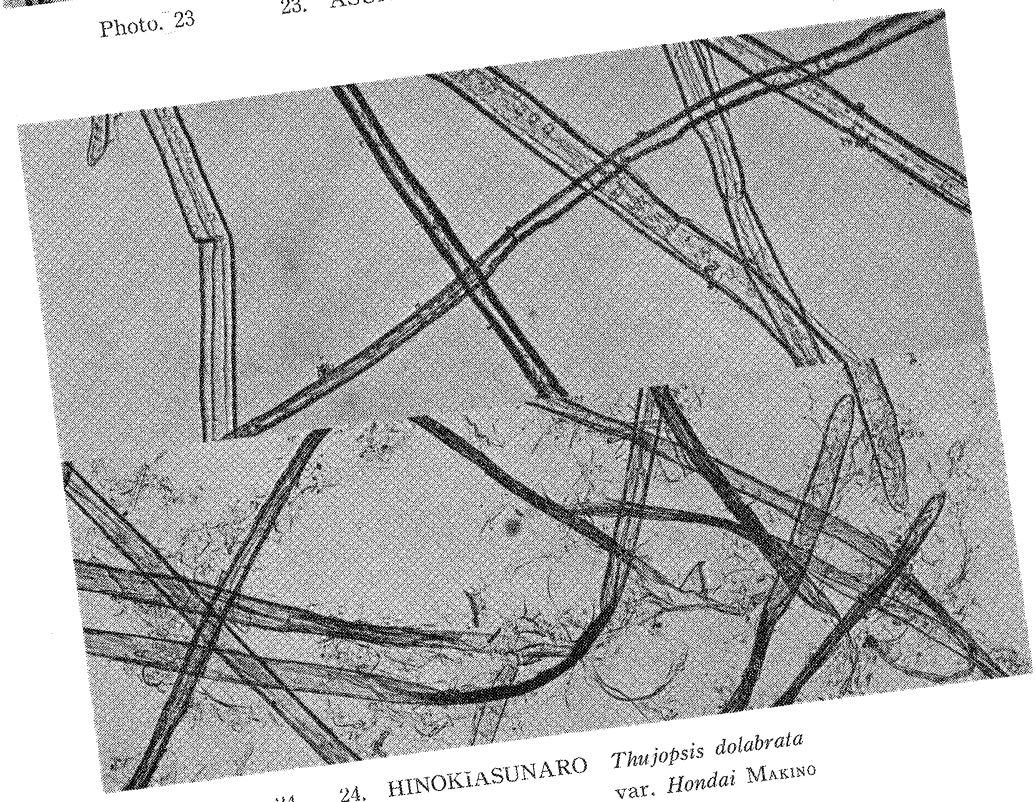

Photo. 24　　24. HINOKIASUNARO *Thujopsis dolabrata* var. *Hondai* MAKINO

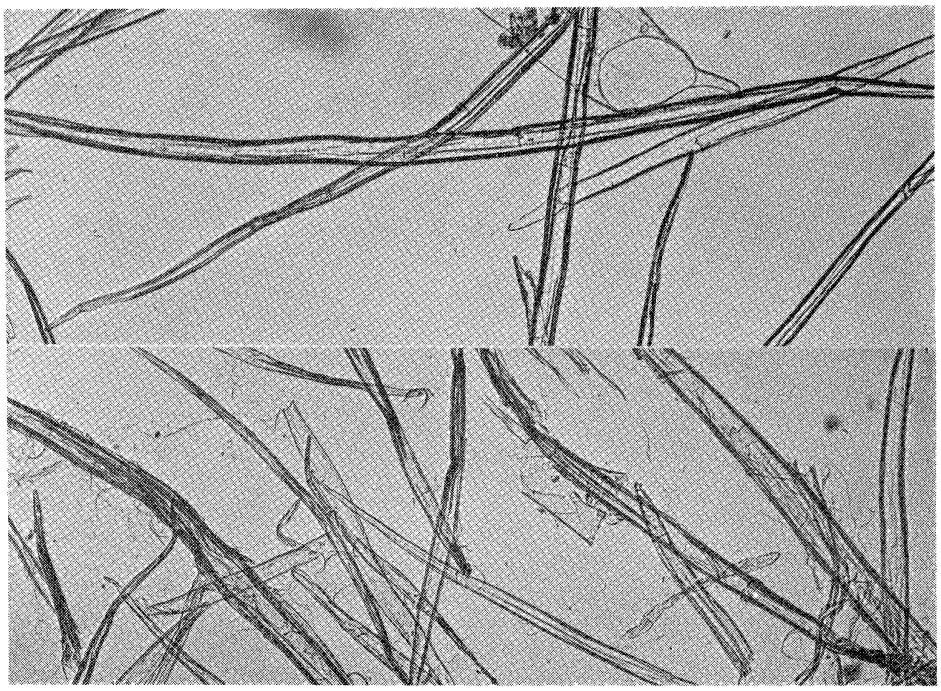

Photo. 25　　25. DORONOKI *Populus Maximowiczii*

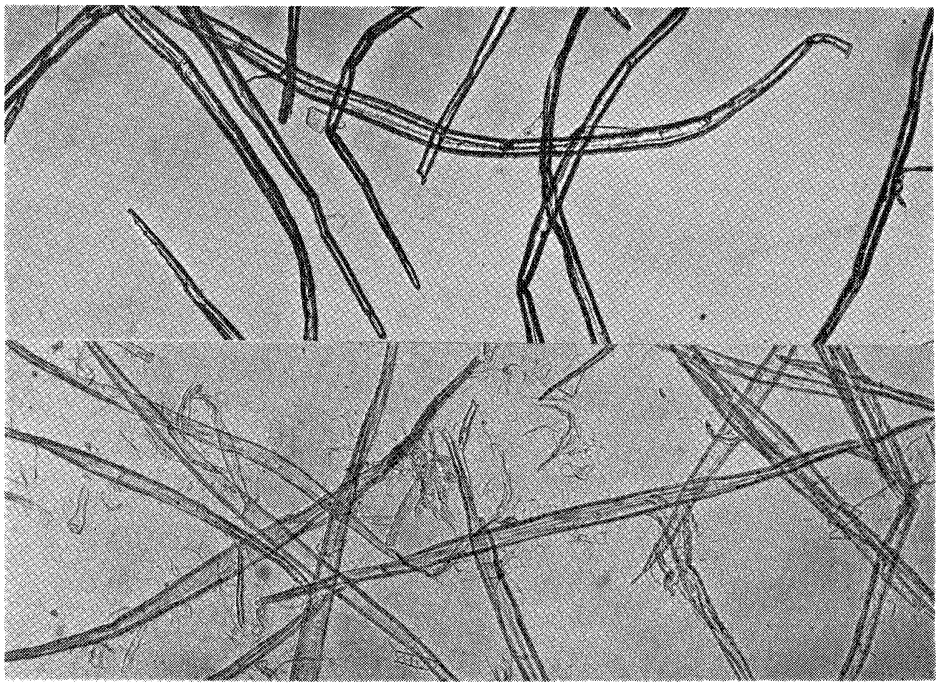

Photo. 26　　26. YAMANARASHI *Populus Sieboldii*

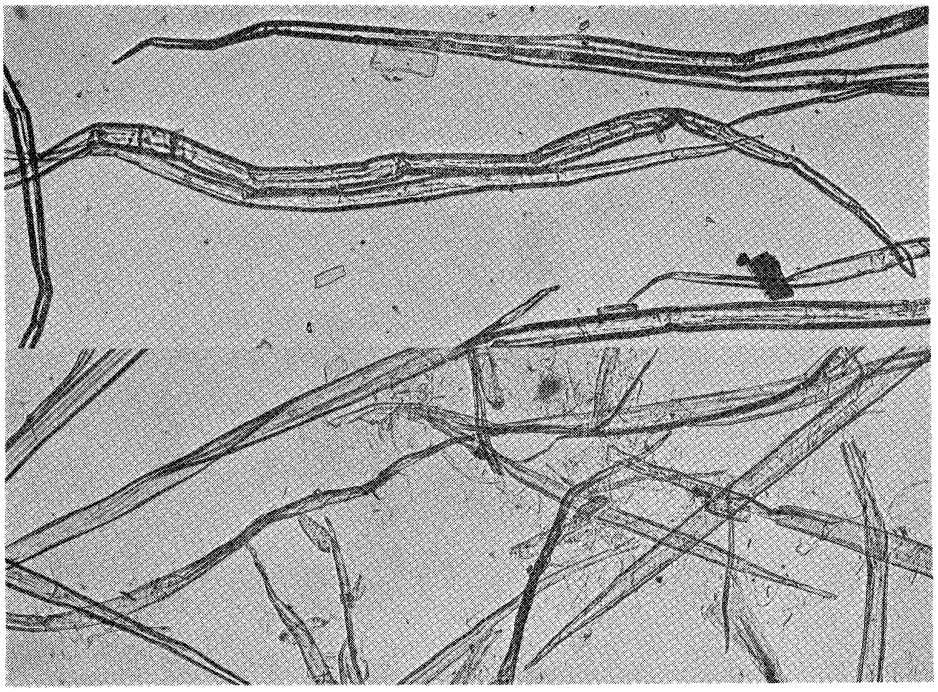

Photo. 27　　28. ONIGURUMI *Juglans Sieboldiana*

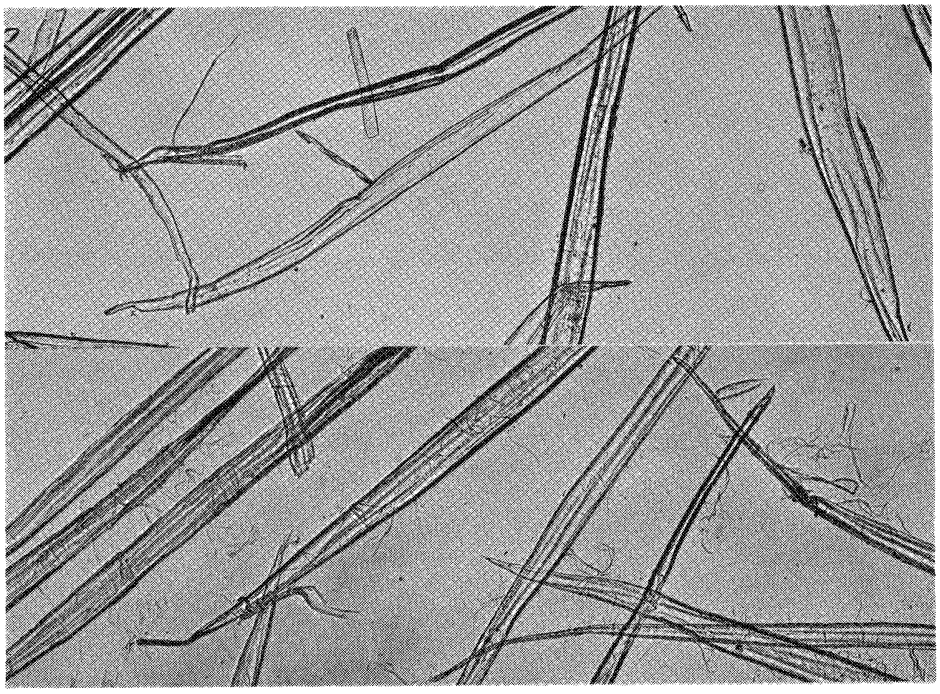

Photo. 28　　29. SAWAGURUMI *Pterocarya rhoifolia*

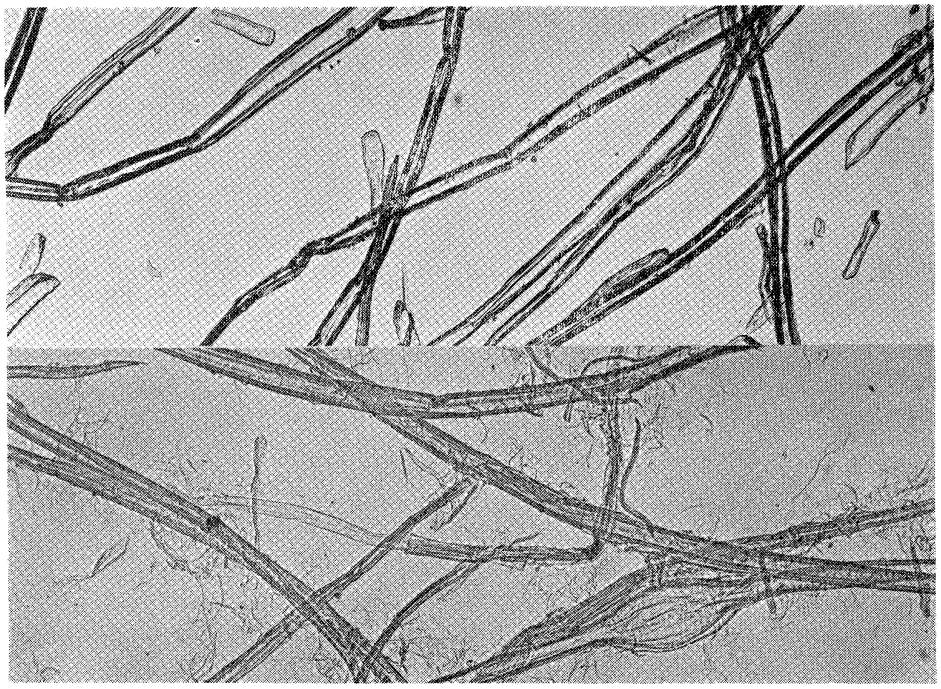

Photo. 29　　31. MIZUME *Betula grossa*

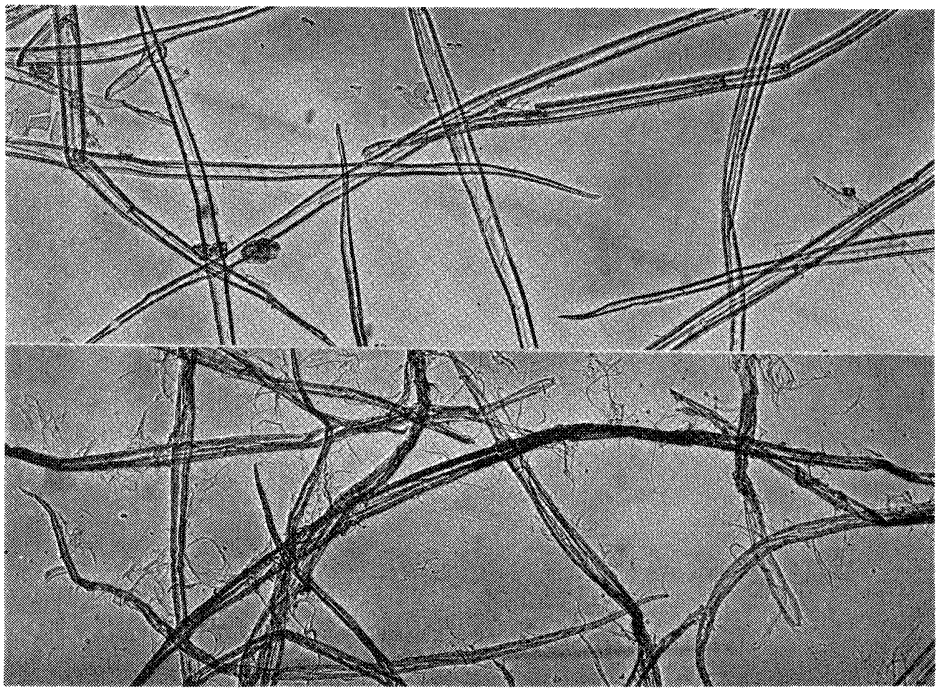

Photo. 30　　32. SHIRAKANBA *Betula platyphylla*

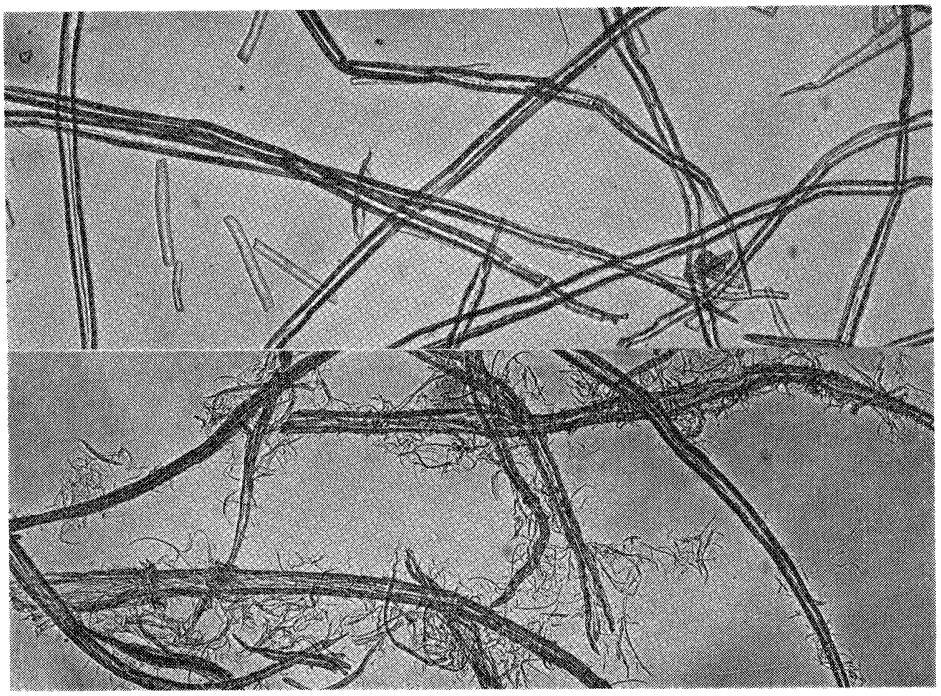

Photo. 31　　33. MAKANBA *Betula Maximowicziana*

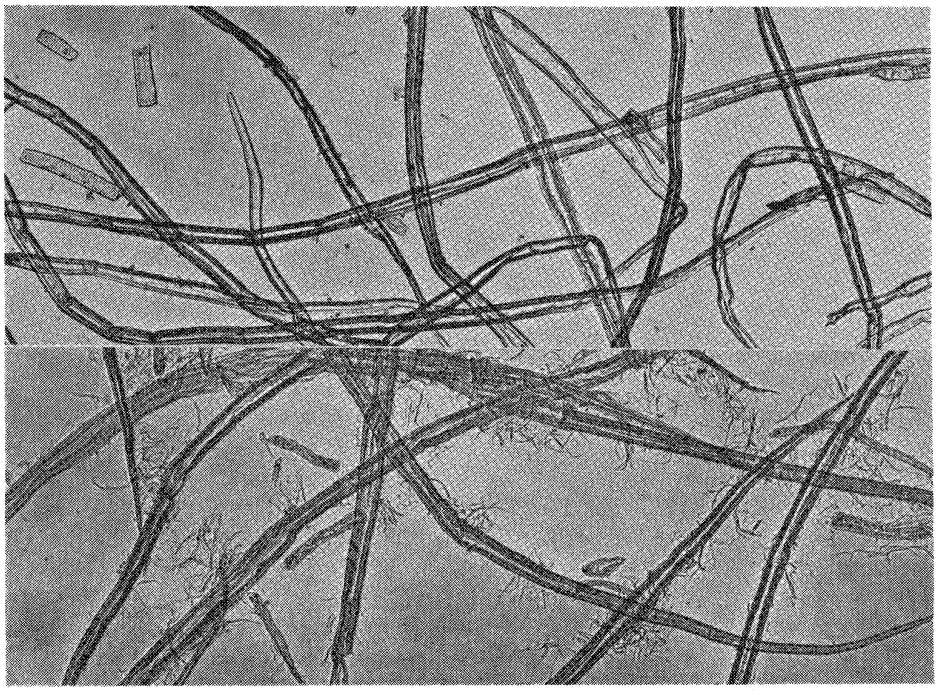

Photo. 32　　34. AKASHIDE *Carpinus laxiflora*

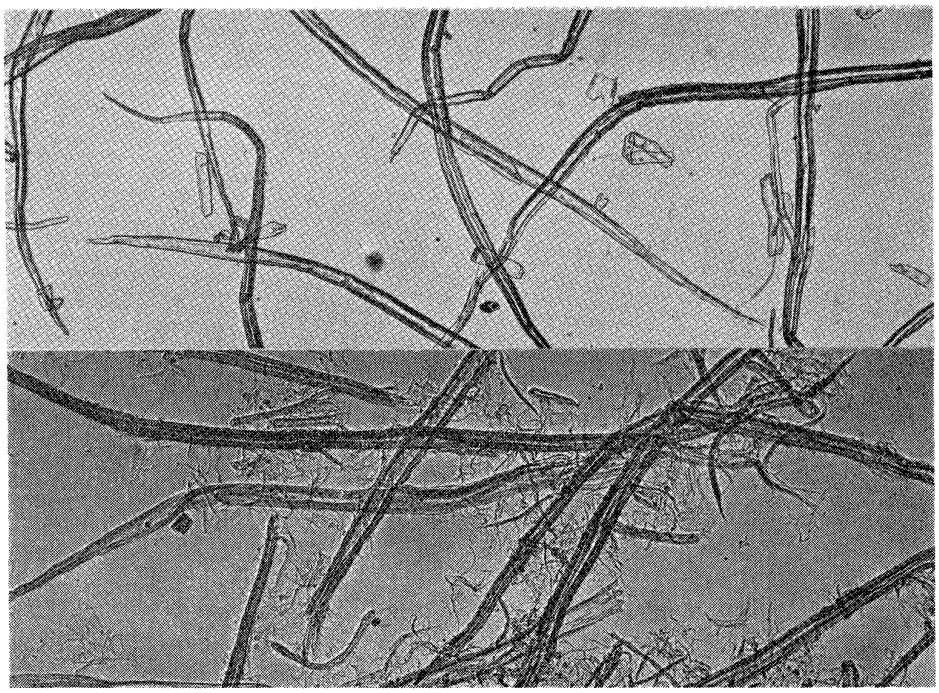

Photo. 33　　35. ASADA *Ostrya japonica*

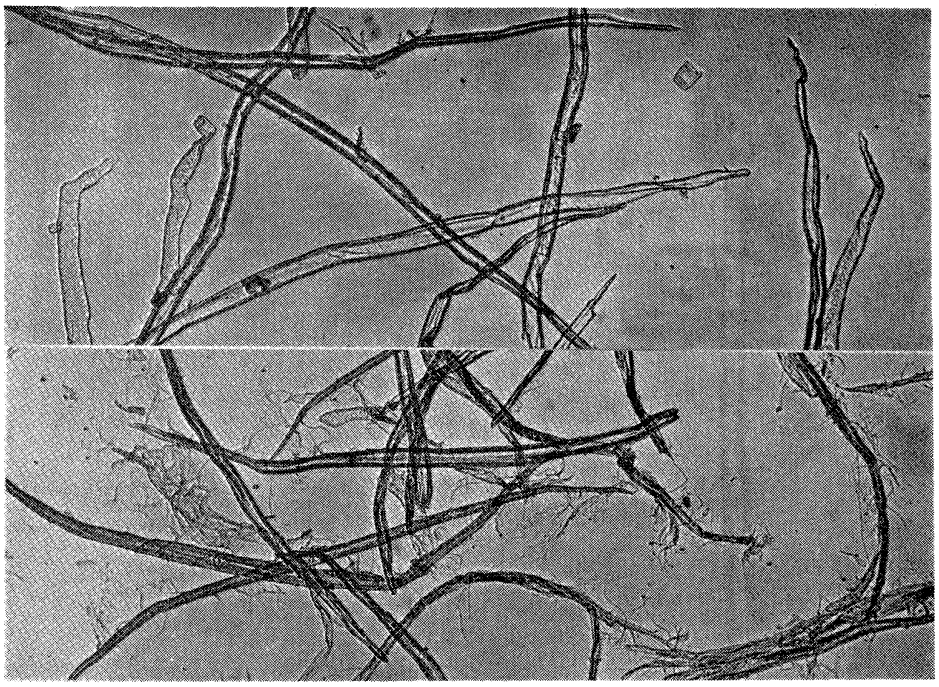

Photo. 34　　36. KURI *Castanea crenata*

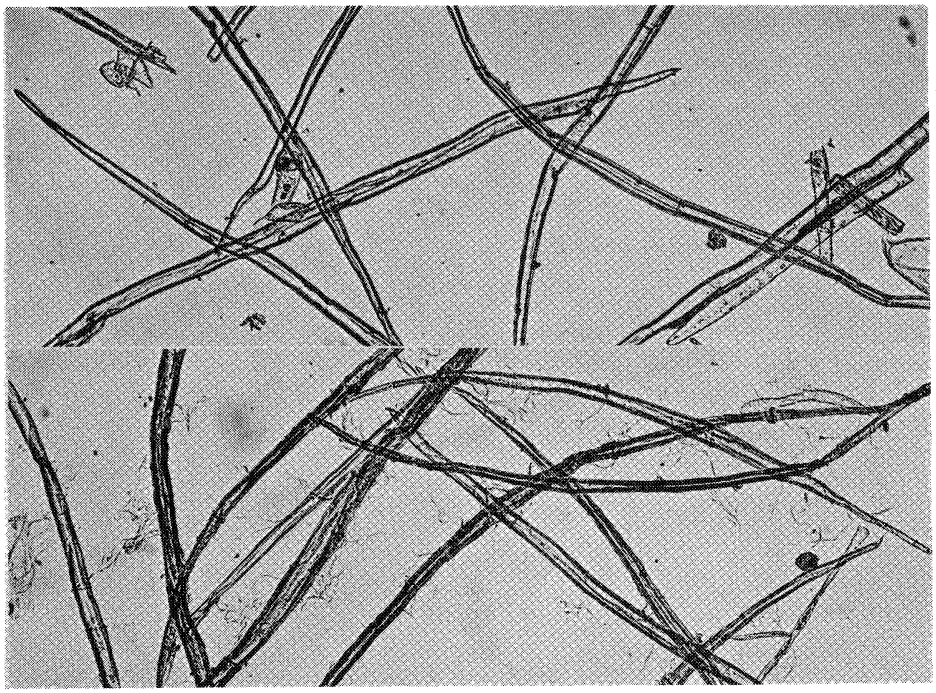

Photo. 35　　37. SHIINOKI *Shiia Sieboldii*

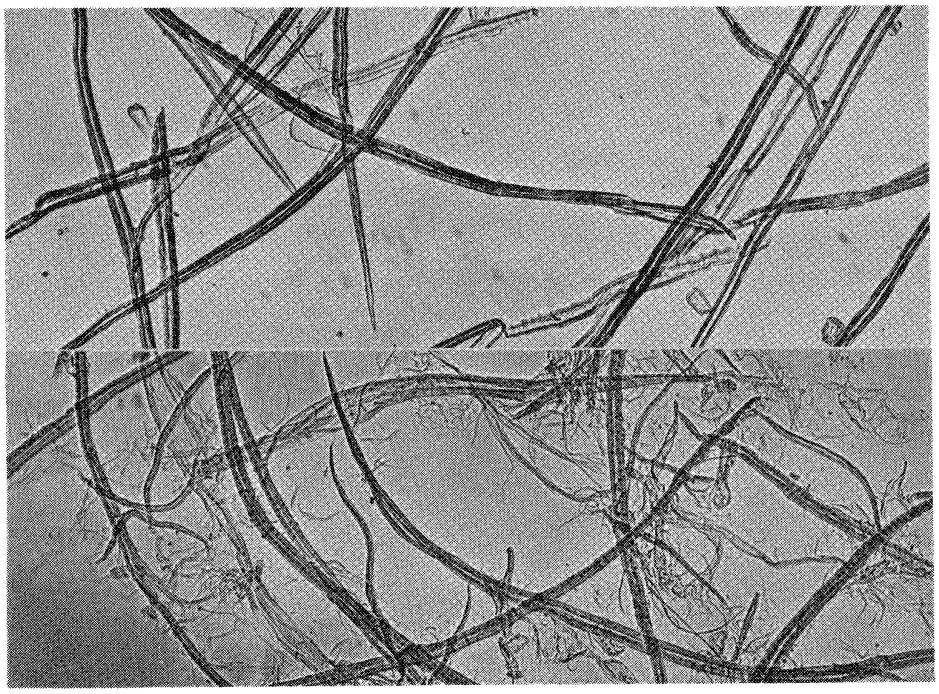

Photo. 36　　38. BUNA *Fagus crenata*

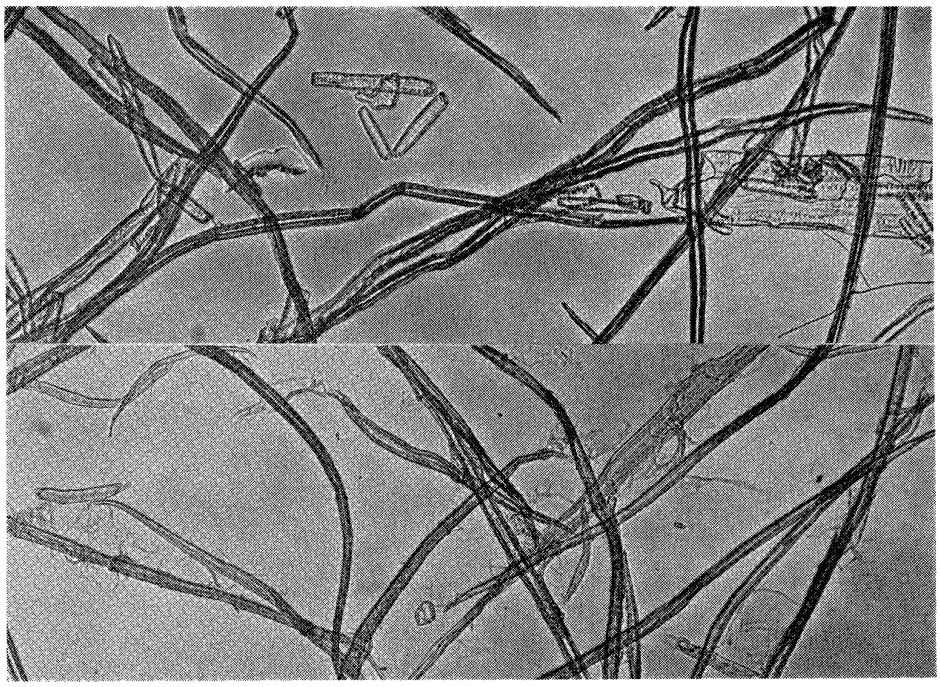

Photo. 37　　39. INUBUNA *Fagus japonica*

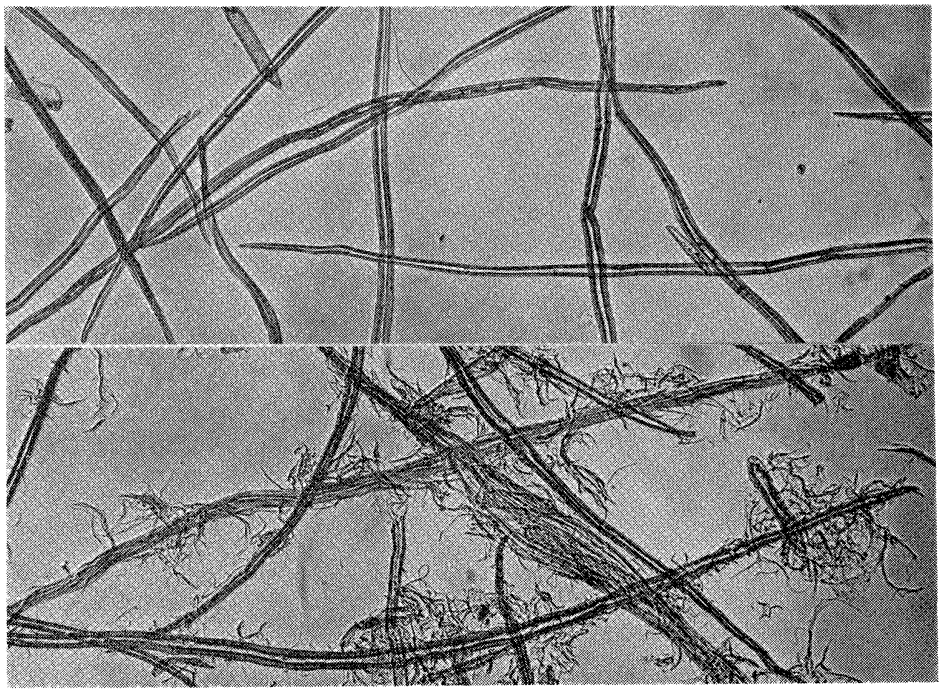

Photo. 38　　40. AKAGASHI *Cyclobalanopsis acuta*

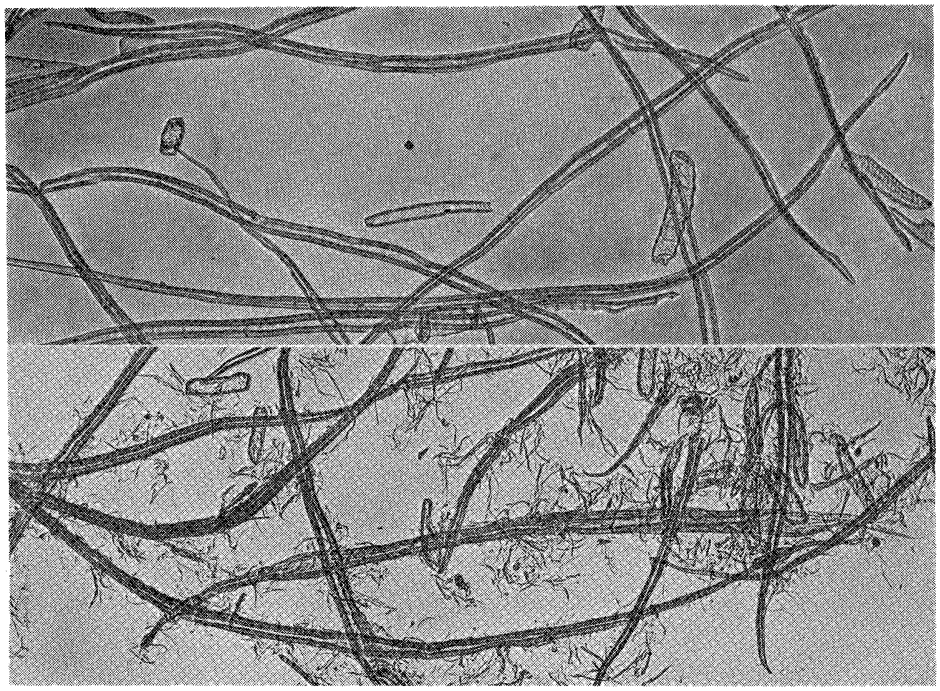

Photo. 39　41. SHIRAKASHI *Cyclobalanopsis myrsinaefolia*

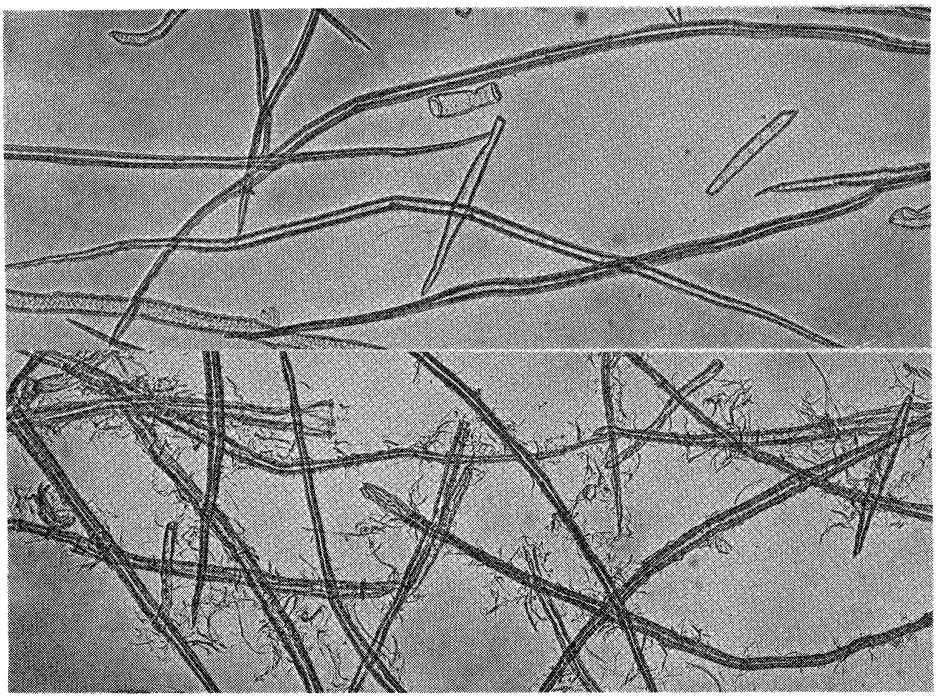

Photo. 40　43. ICHIIGASHI *Cyclobalanopsis gilva*

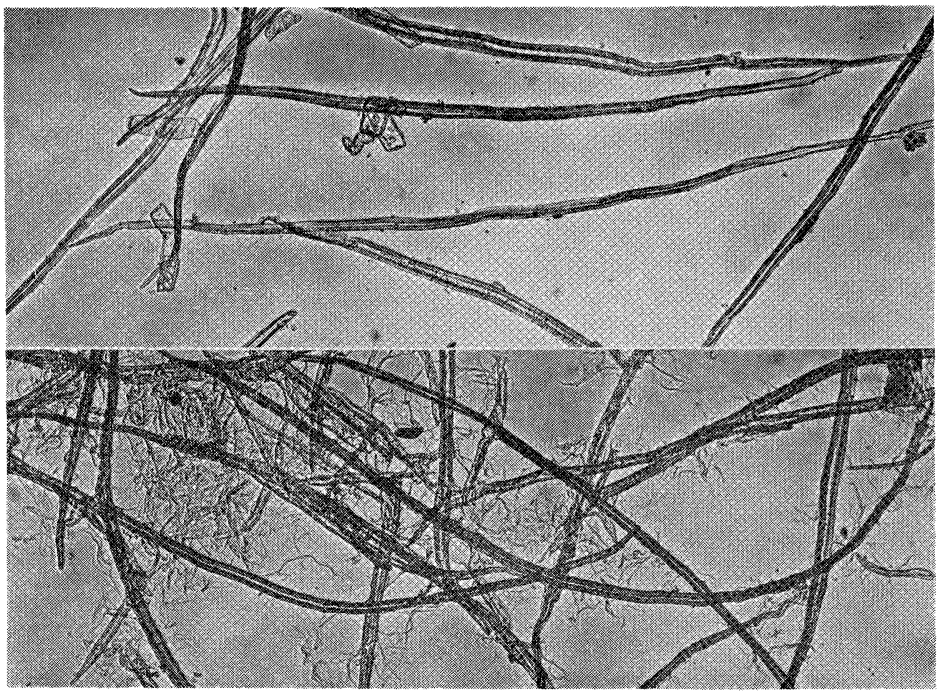

Photo. 41　　44. KUNUGI *Quercus acutissima*

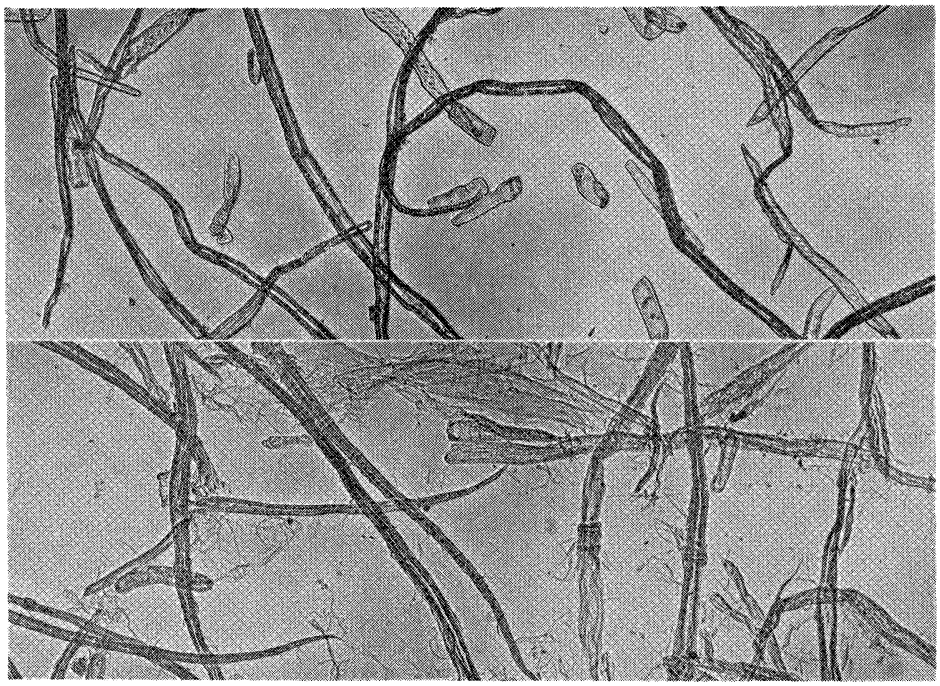

Photo. 42　　45. MIZUNARA *Quercus crispula*

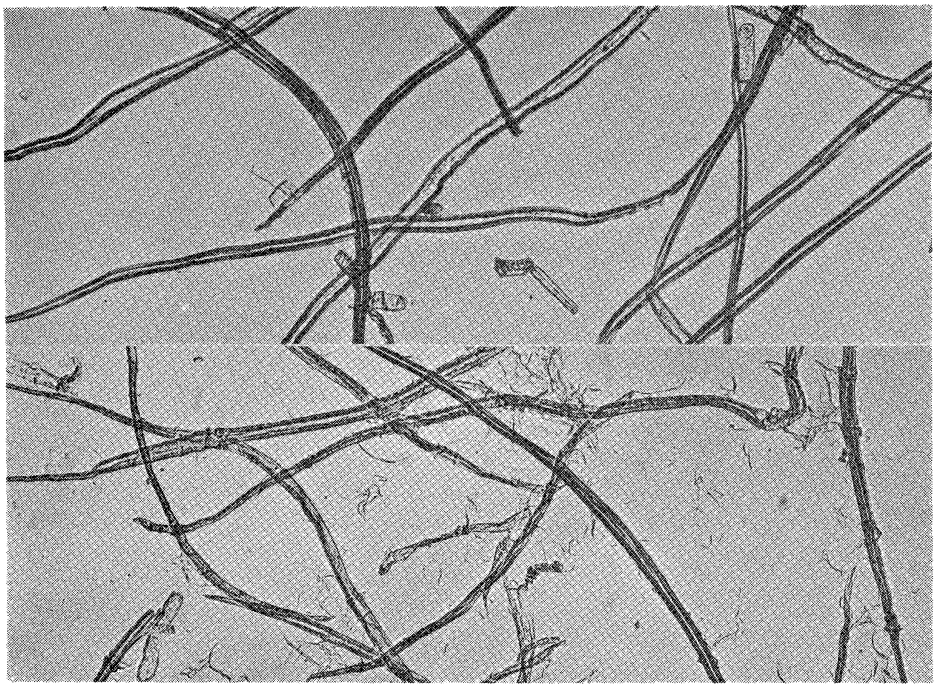

Photo. 43　　46. KONARA *Quercus serrata*

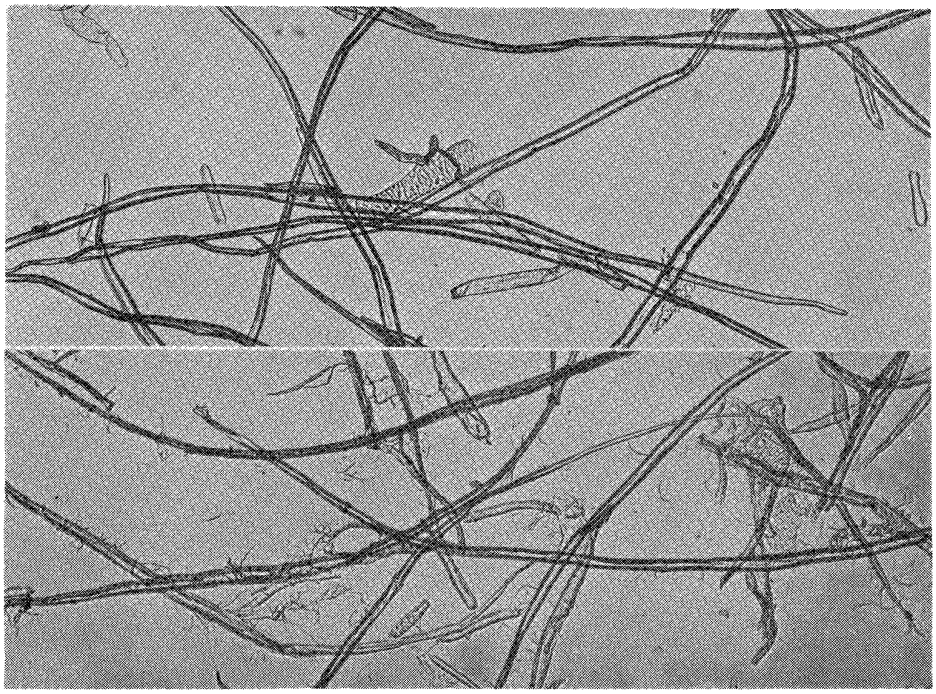

Photo. 44　　47. HARUNIRE *Ulmus propinqua*

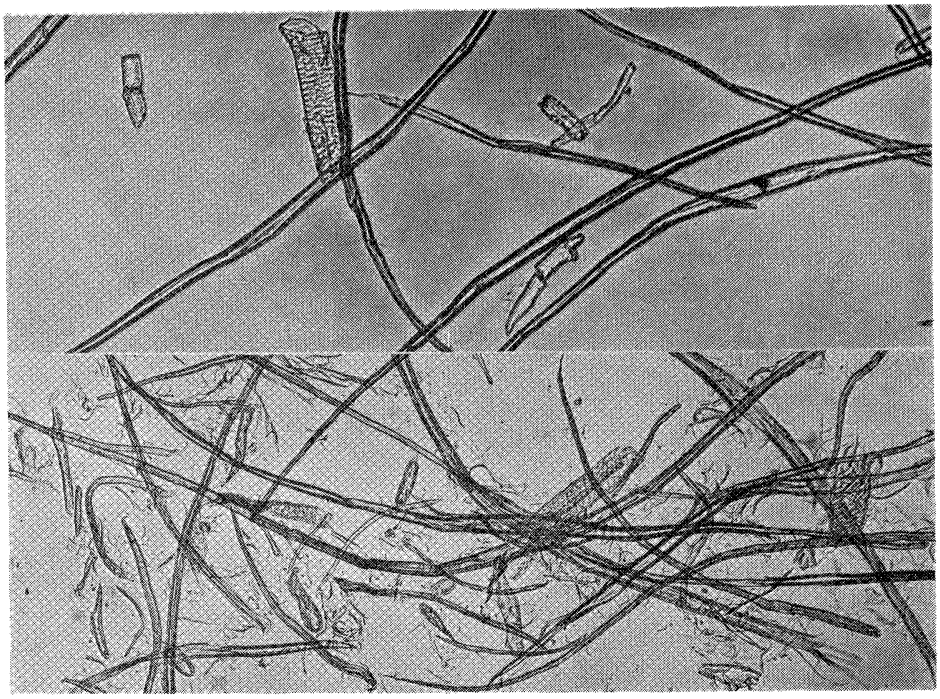

Photo. 45　　48. KEYAKI *Zelkova serrata*

Photo. 46　　49. YAMAGUWA *Morus bombycis*

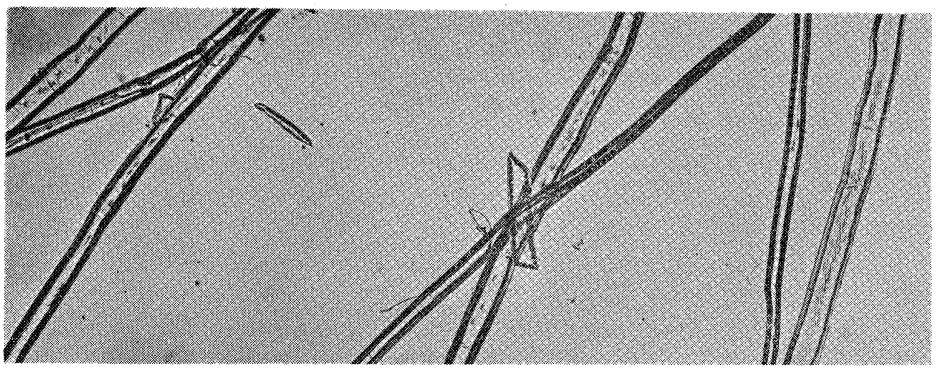

Photo. 47　　50. KATSURA *Cercidiphyllum japonicum*

Photo. 48　　51. HÔNOKI *Magnolia obovata*

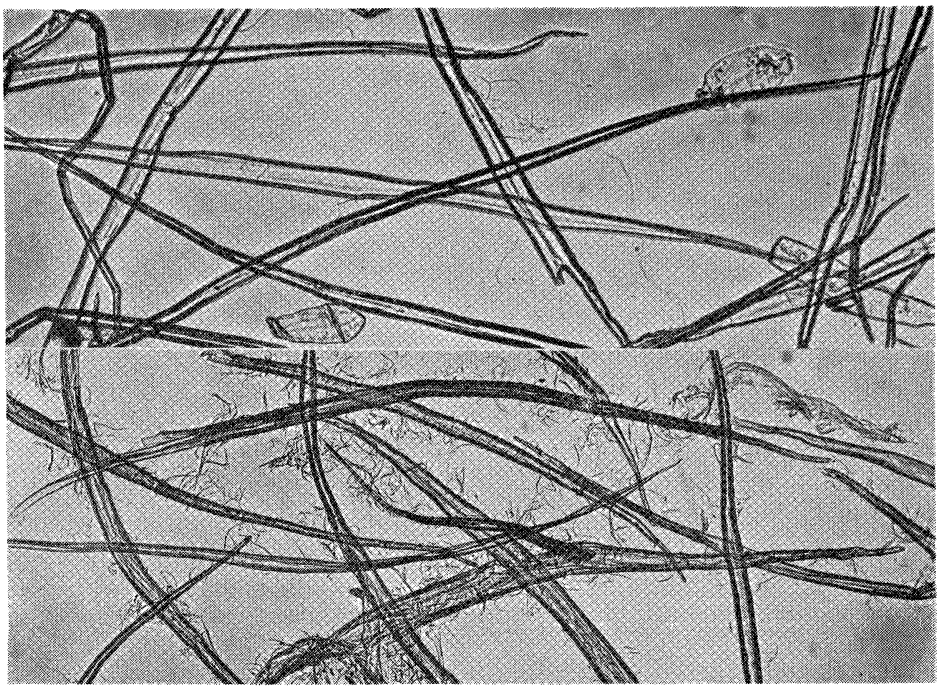

Photo. 49　　52. KUSUNOKI *Cinnamomum Camphora*

Photo. 50　　53. TABUNOKI *Machilus Thunbergii*

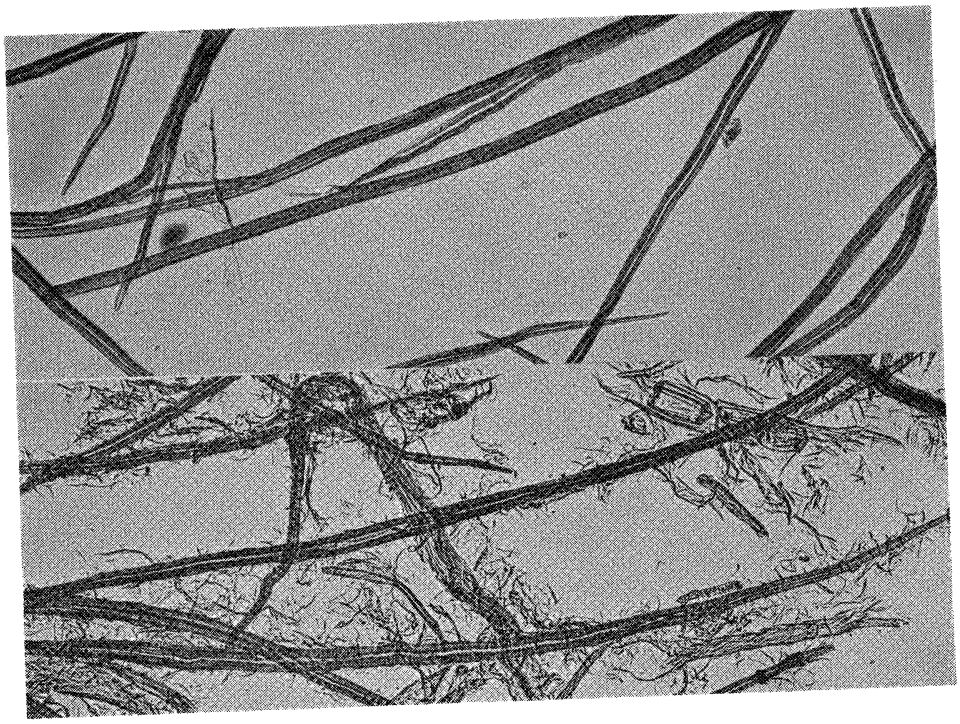

Photo. 51　　54. ISUNOKI *Distylium racemosum*

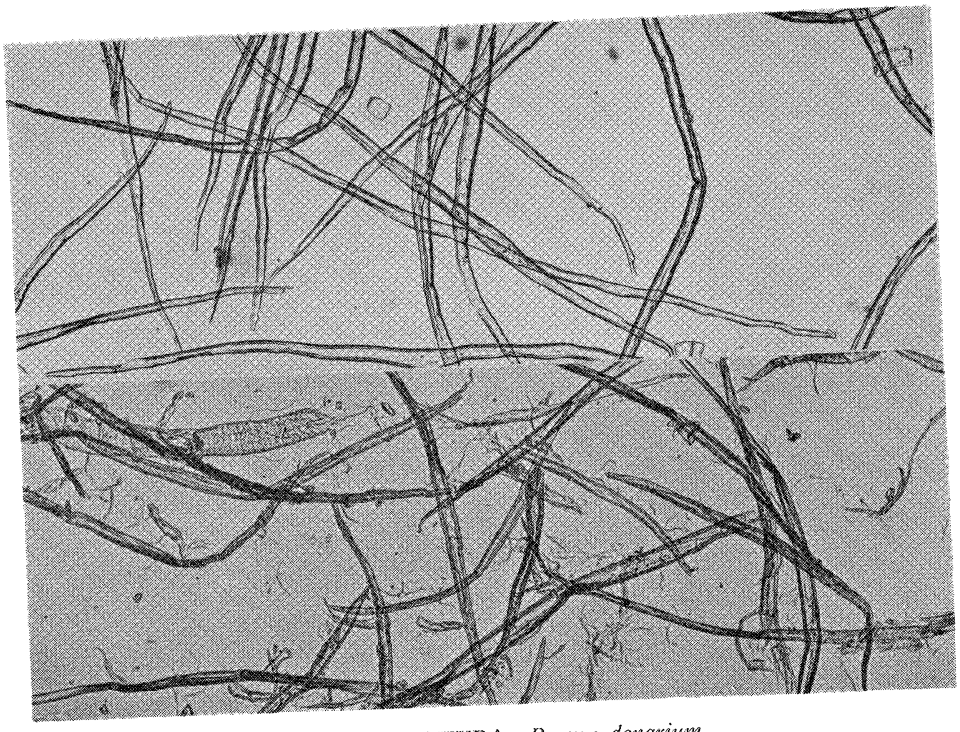

Photo. 52　　55. YAMAZAKURA *Prunus donarium*

Photo. 53　　56. INUENJU *Maackia amurensis* var. *Buergeri*

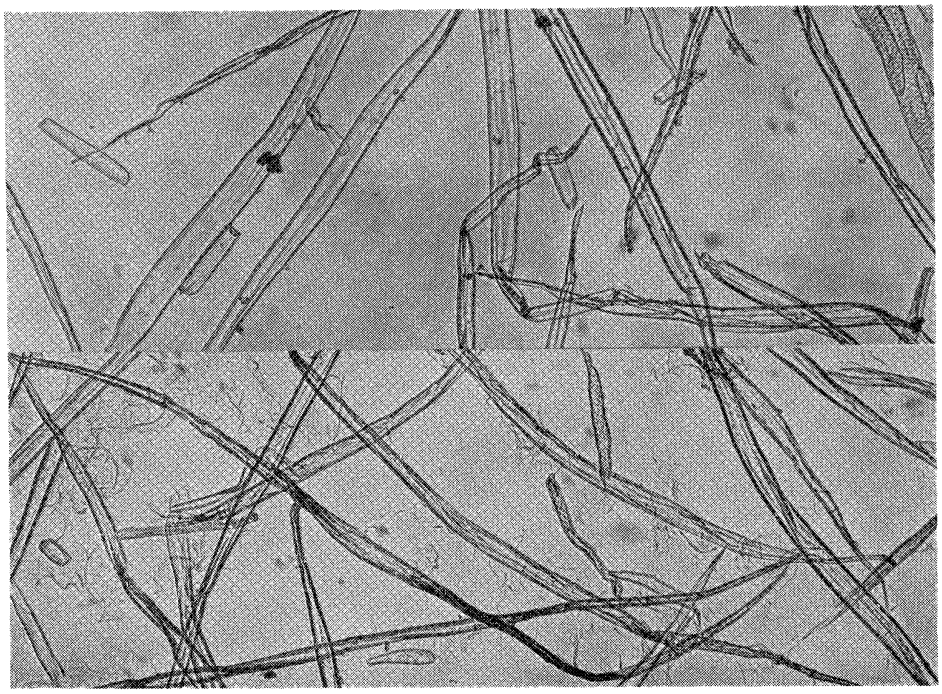

Photo. 54　　57. KIHADA *Phellodendron sachalinense*

Photo. 55　　59. ITAYAKAEDE *Acer mono*

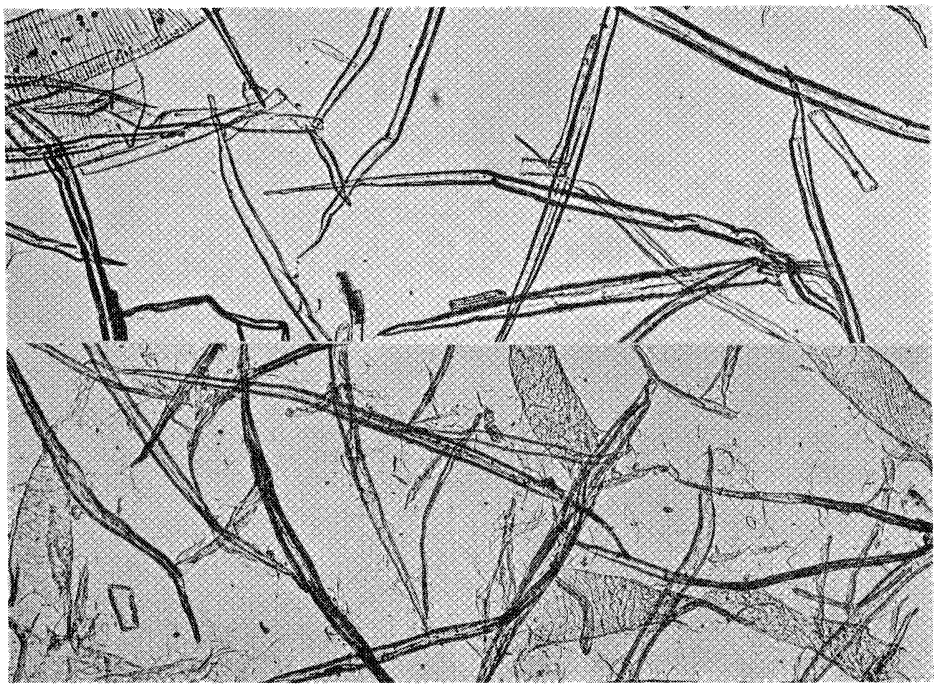

Photo. 56　　60. TOCHINOKI *Aesculus turbinata*

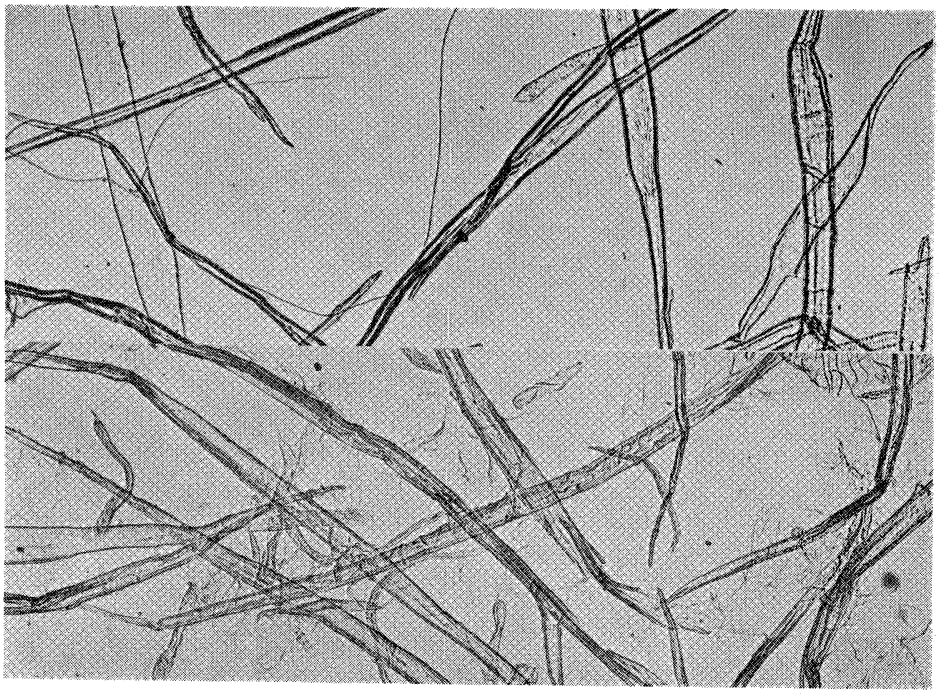

Photo. 57　　61. SHINANOKI *Tilia japonica*

Photo. 58　　63. HIMESHARA *Stewartia monadelpha*

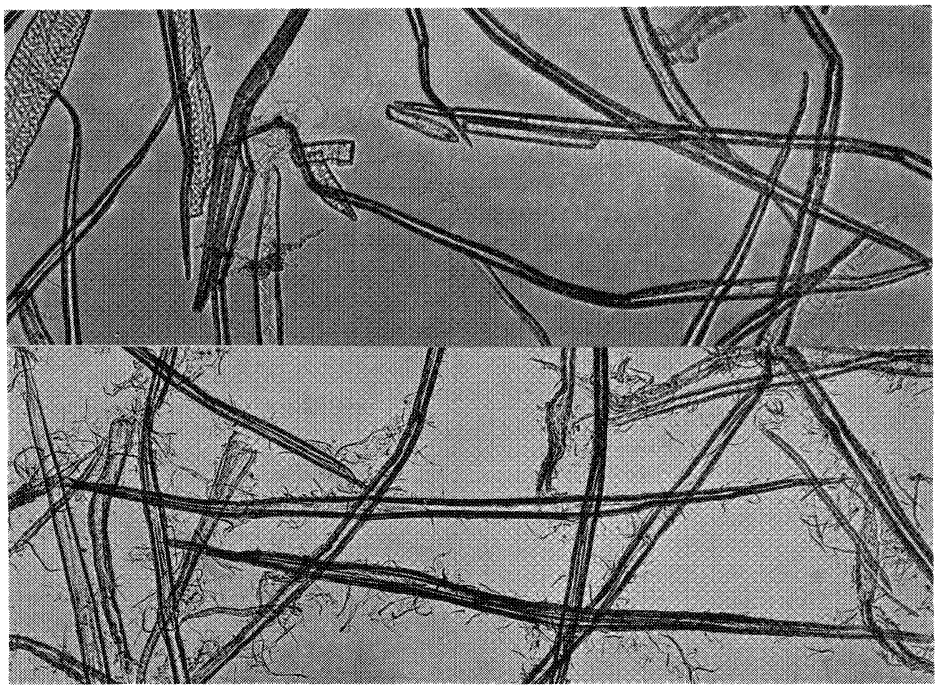

Photo. 59　　64. HARIGIRI *Kalopanax ricinifolium*

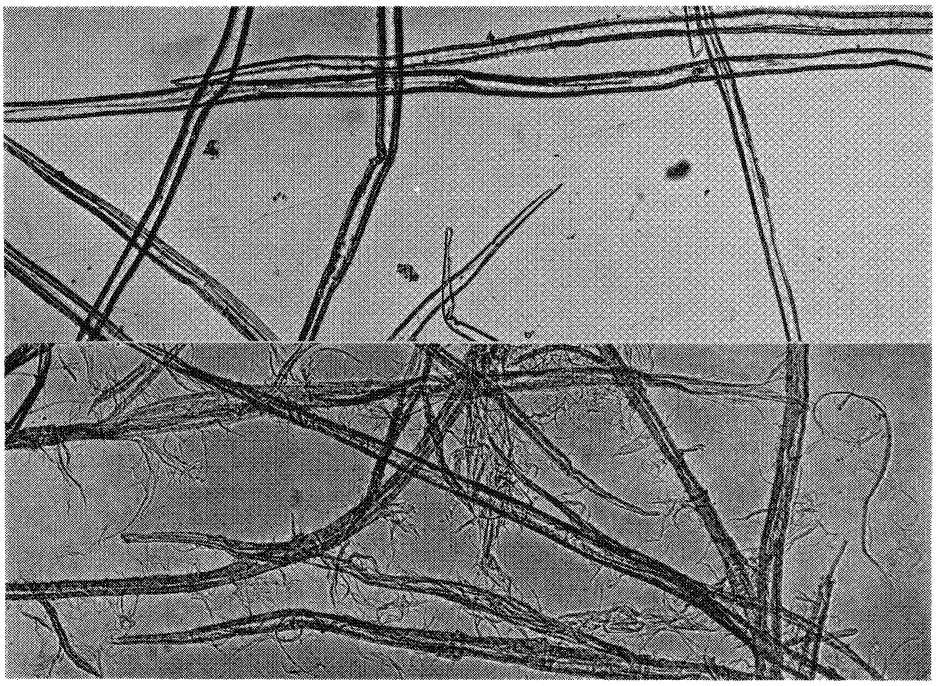

Photo. 60　　65. MIZUKI *Cornus controversa*

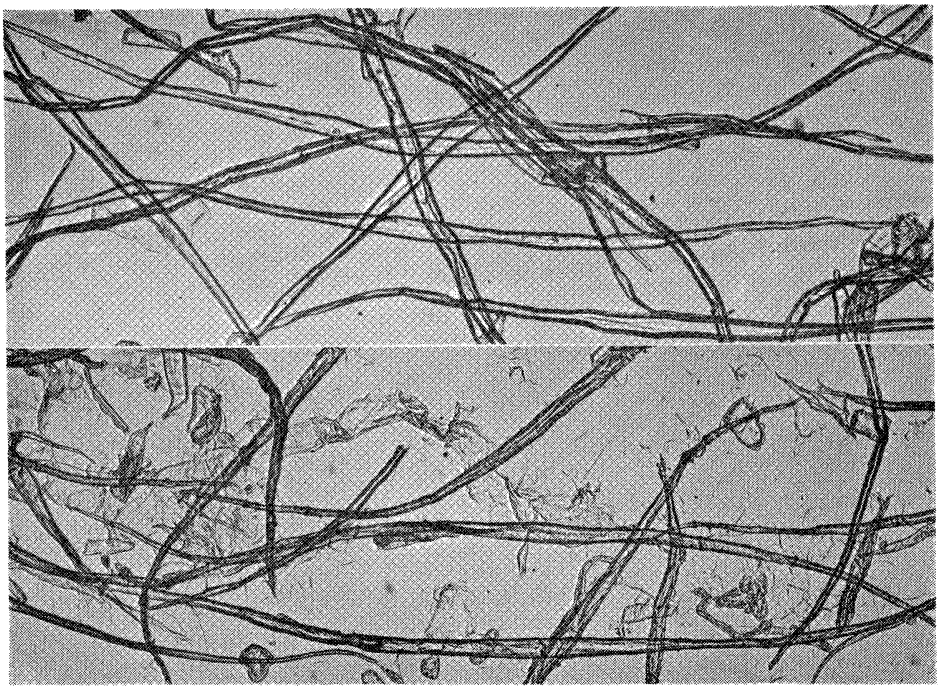

Photo. 61　　66. SHIOJI *Fraxinus commemoralis*

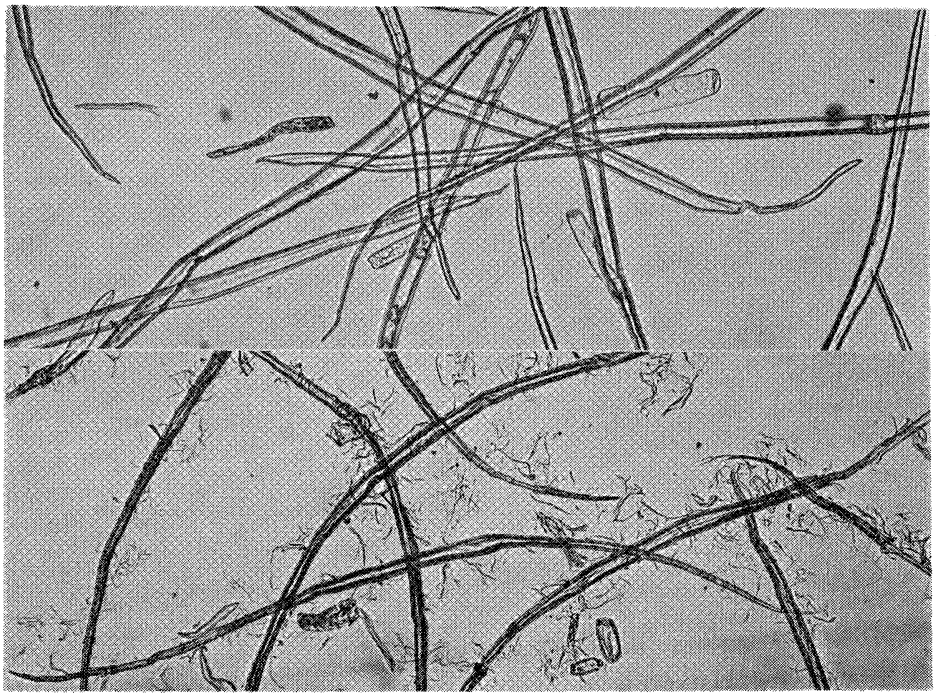

Photo. 62　　67. YACHIDAMO *Fraxinus mandshurica*

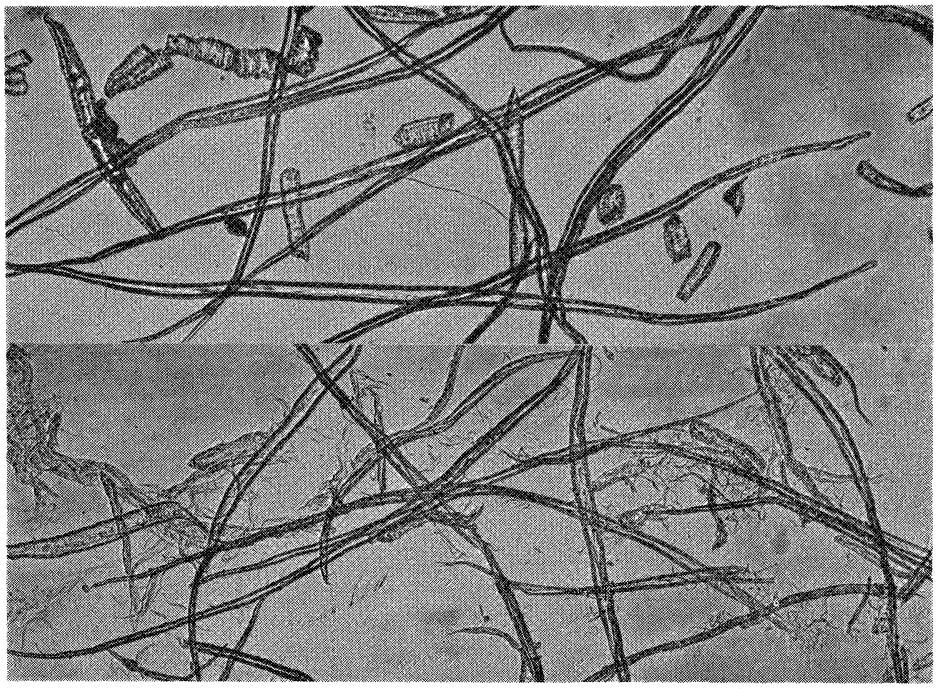

Photo. 63　　68. AODAMO *Fraxinus Sieboldiana* var. *serrata* NAKAI

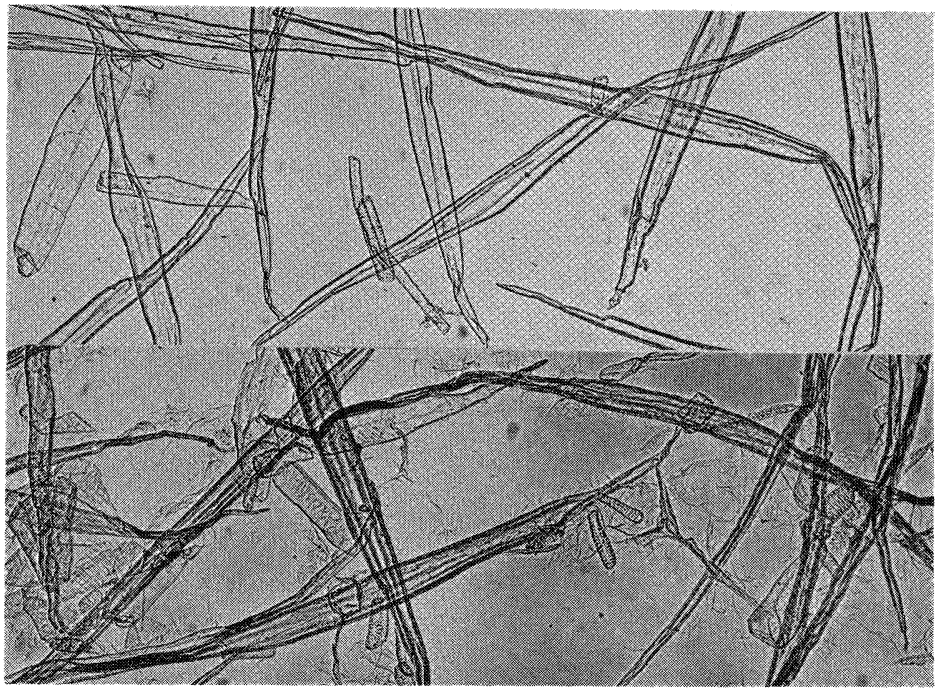

Photo. 64　　69. KIRI *Paulownia tomentosa*

Photo. 65　　70. KOJII *Shiia cuspidata*

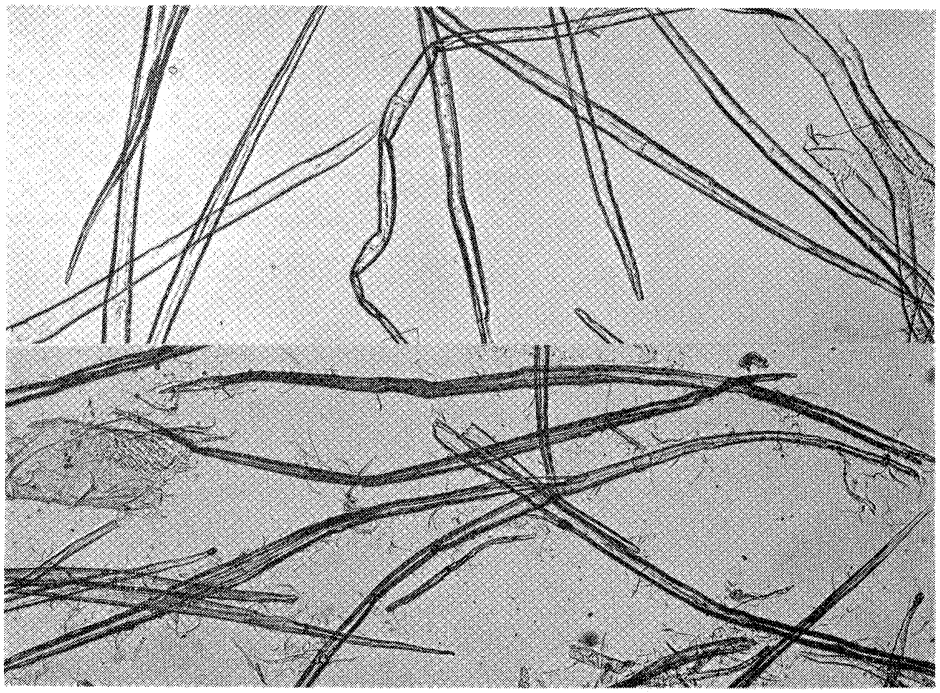

Photo. 66　　71. ÔBAYANAGI *Toisusu Urbaniana*

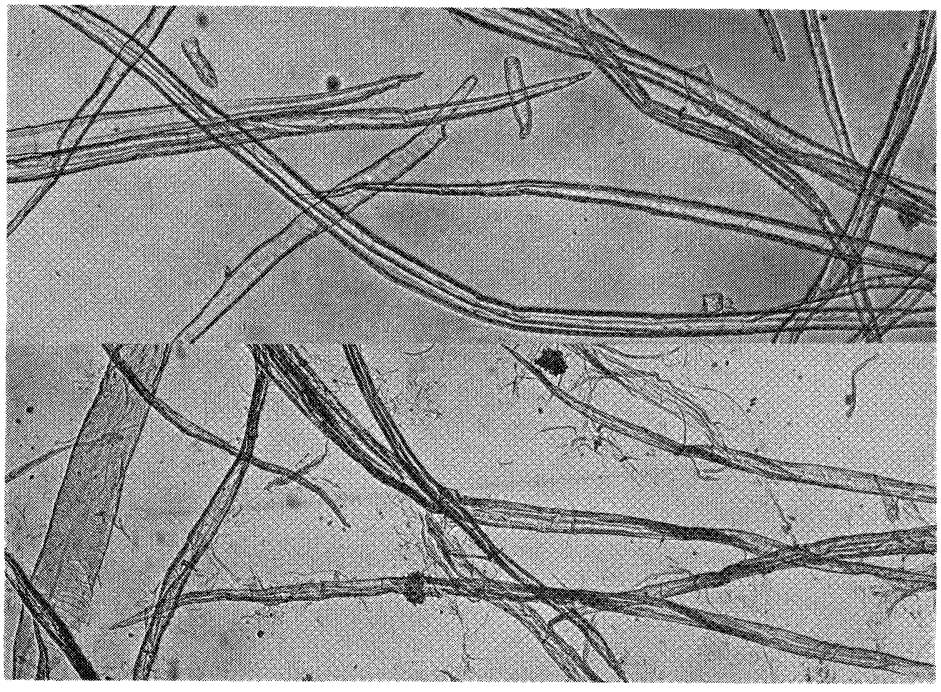

Photo. 67　　74. YAMAHANNOKI *Alnus hirsta* var. *sibirica*

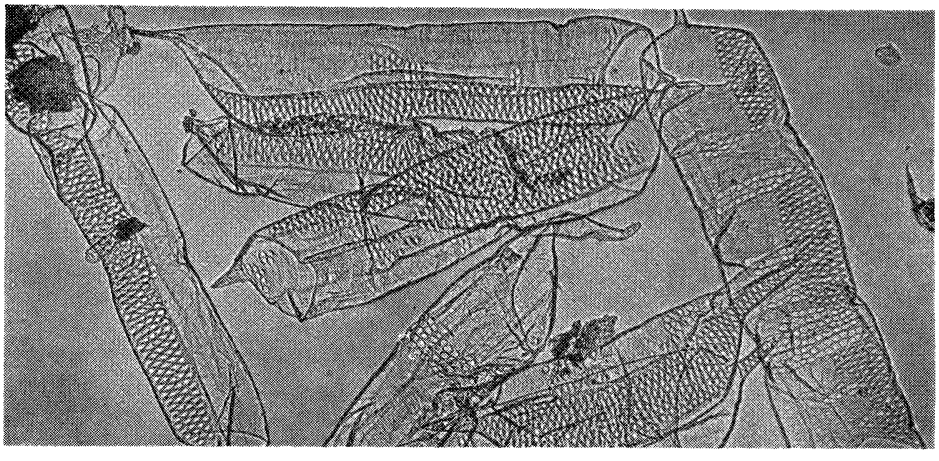

Photo. 68　　25. DORONOKI

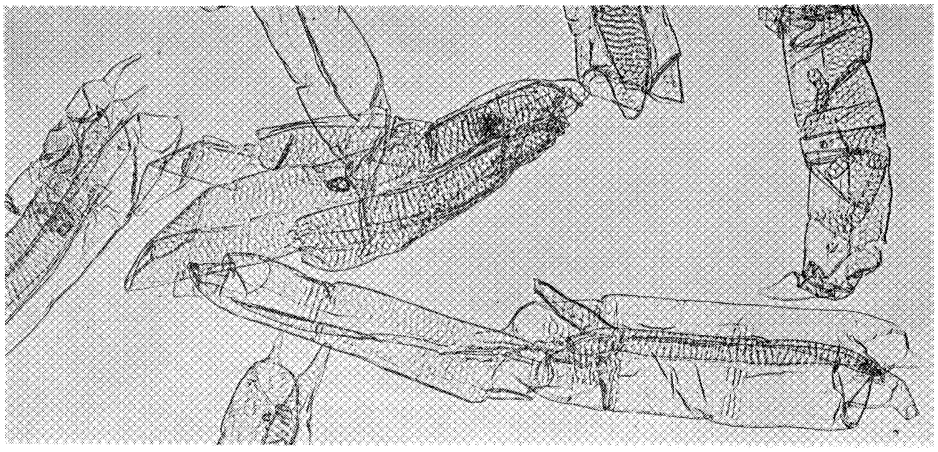

Photo. 69　　26. YAMANARASHI

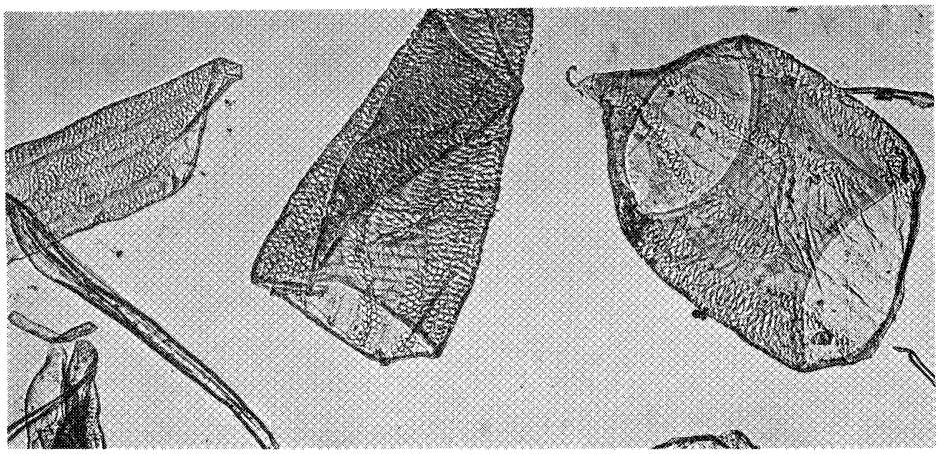

Photo. 70　　28. ONIGURUMI

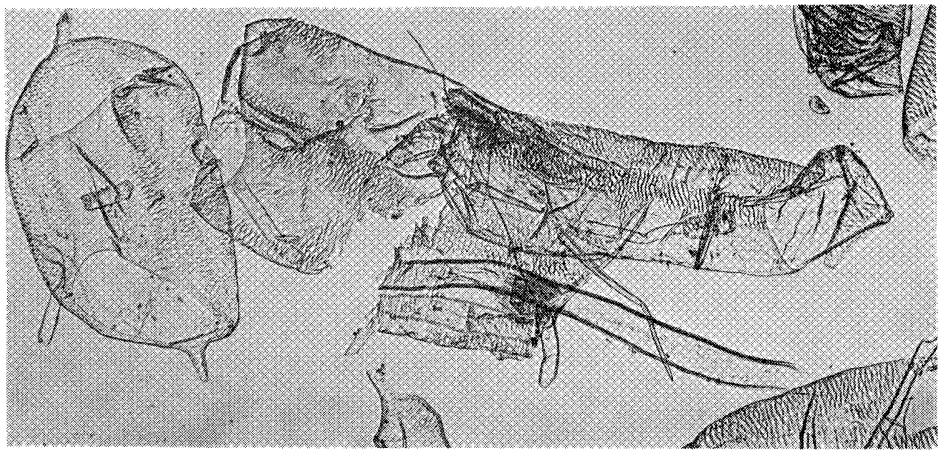

Photo. 71　　29. SAWAGURUMI

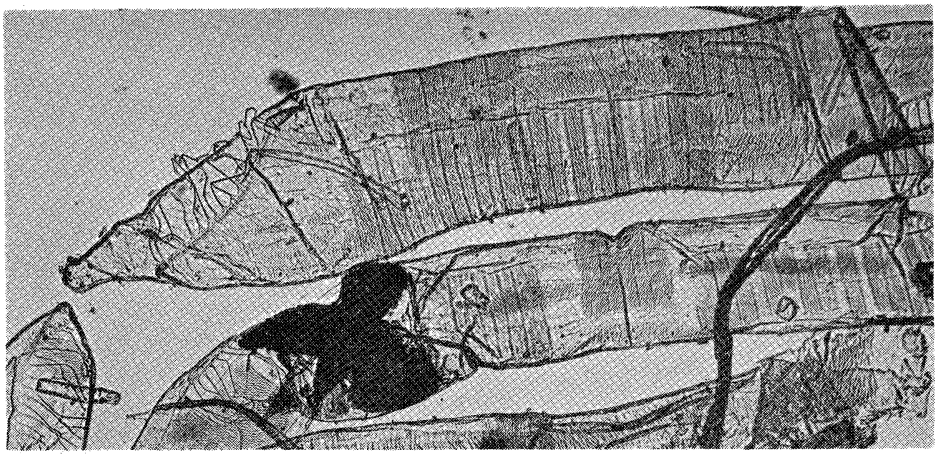

Photo. 72　　31. MIZUME

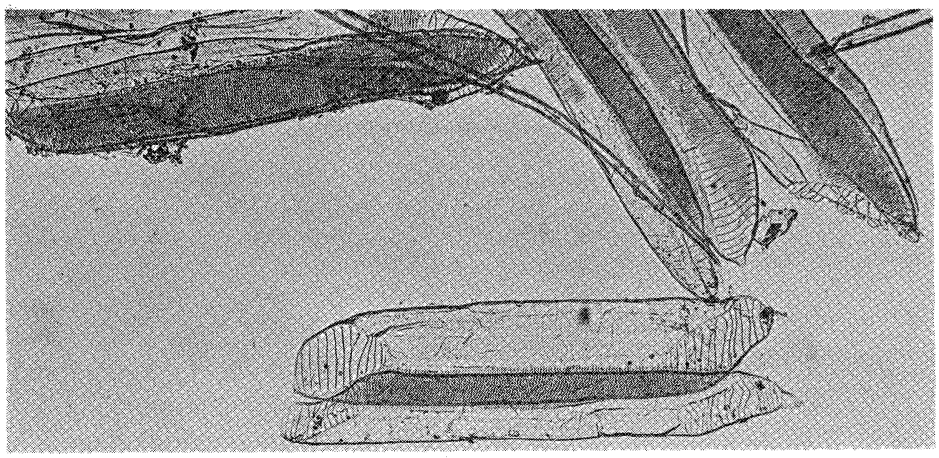

Photo. 73　　32. SHIRAKANBA

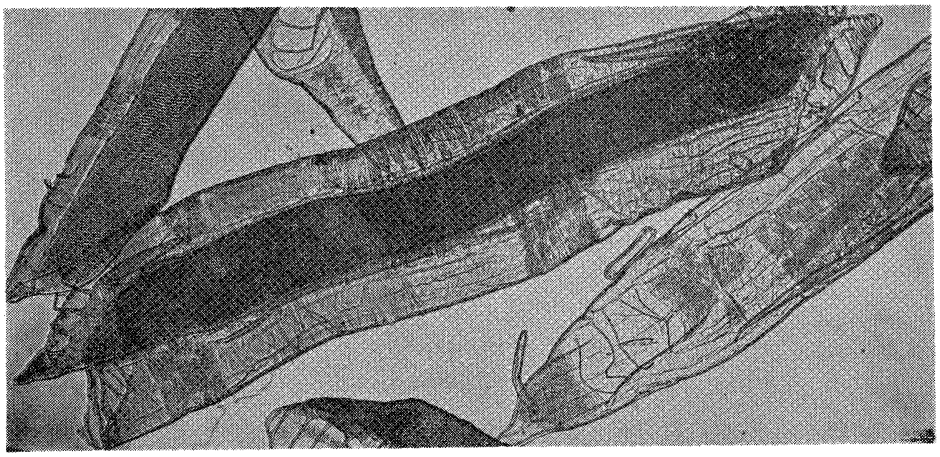

Photo. 74　　33. MAKANBA

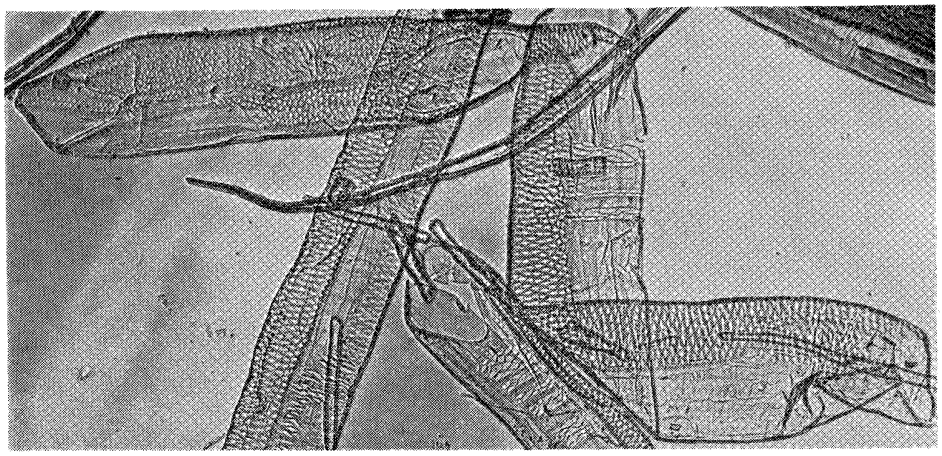

Photo. 75　　34. AKASHIDE

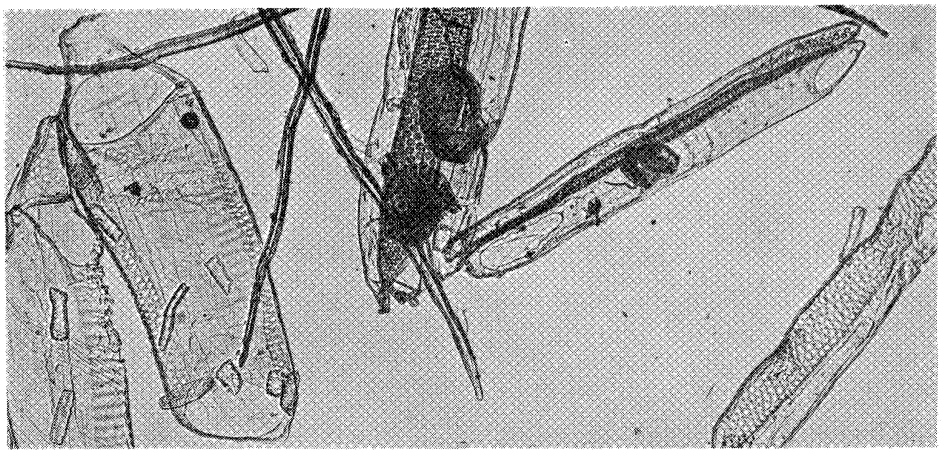

Photo. 76　　35. ASADA

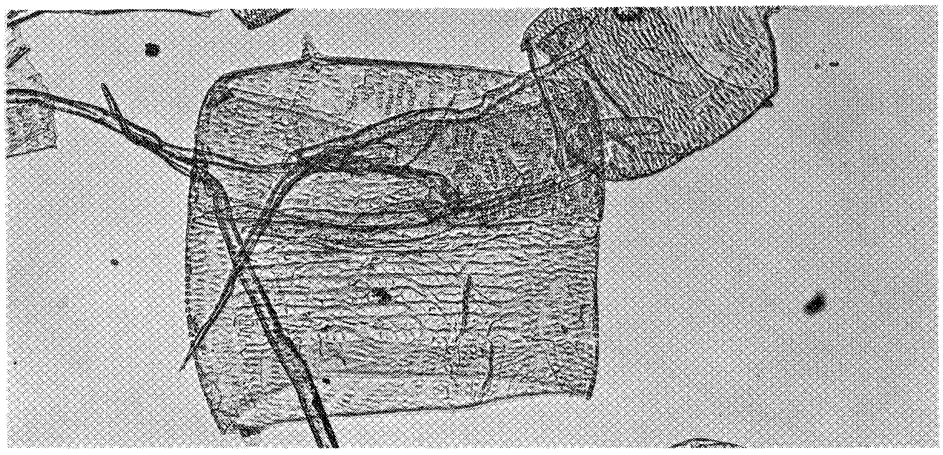

Photo. 77　　36. KURI

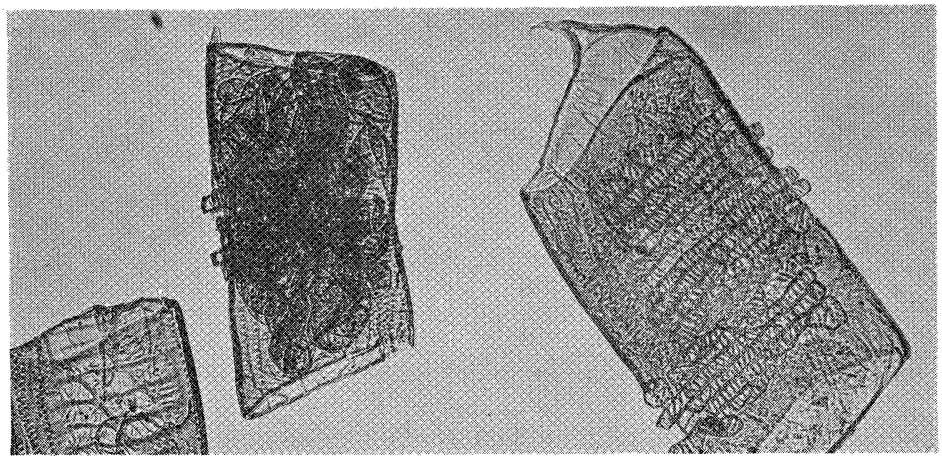

Photo. 78　　37. SHIINOKI

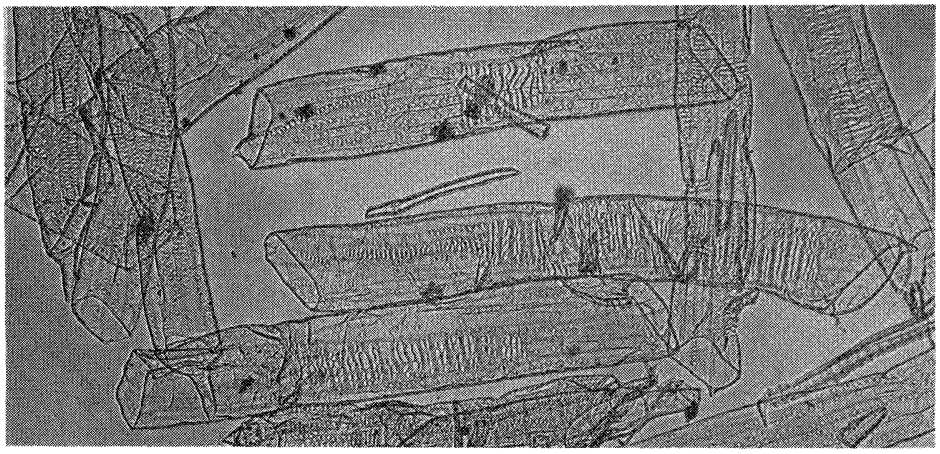

Photo. 79　　38. BUNA

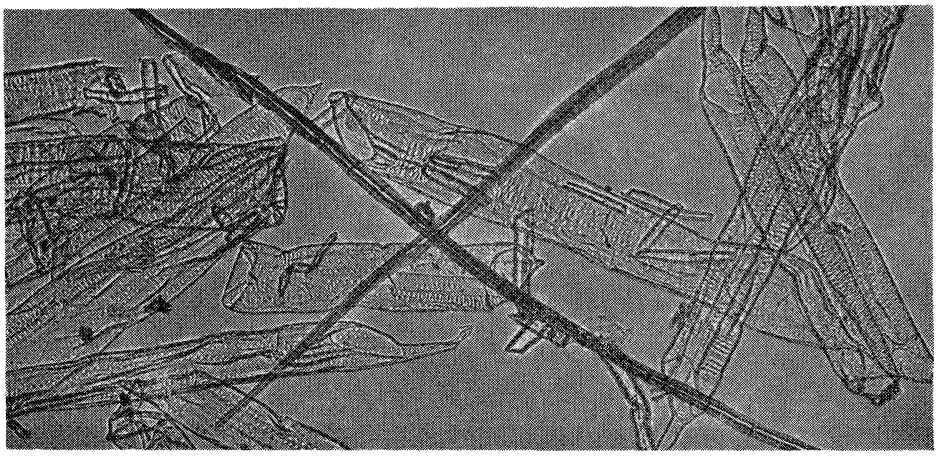

Photo. 80　　39. INUBUNA

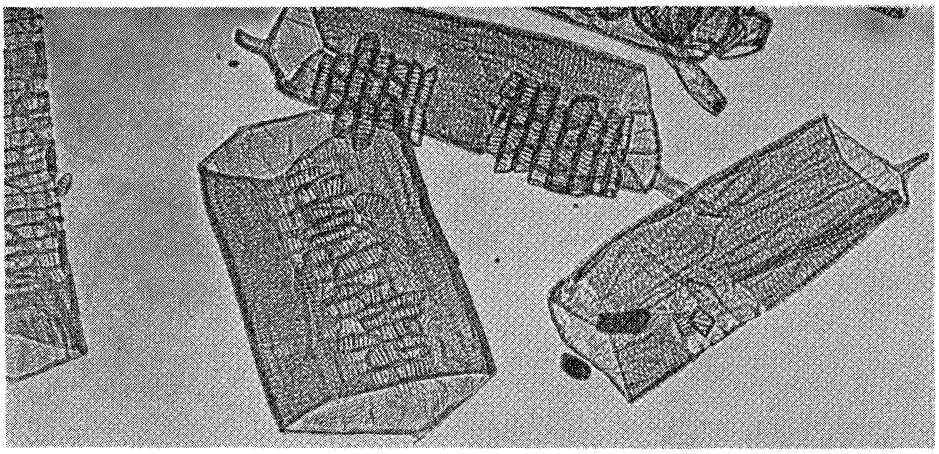

Photo. 81　　40. AKAGASHI

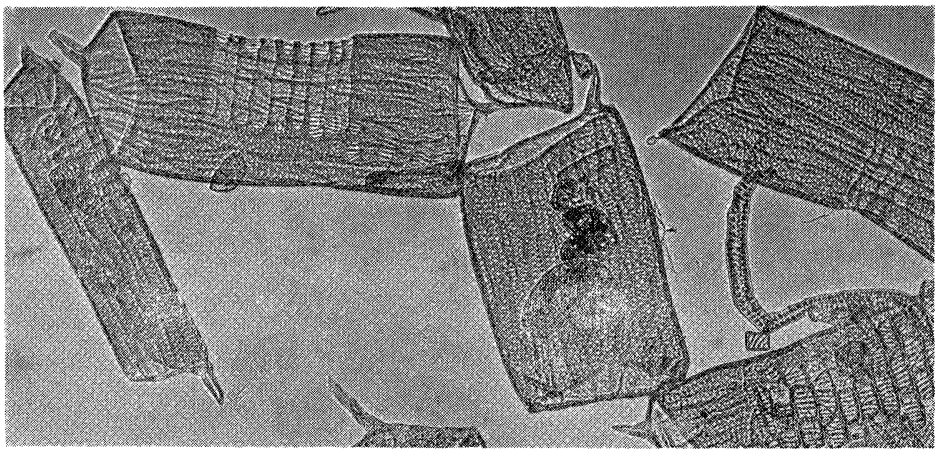

Photo. 82　　41. SHIRAKASHI

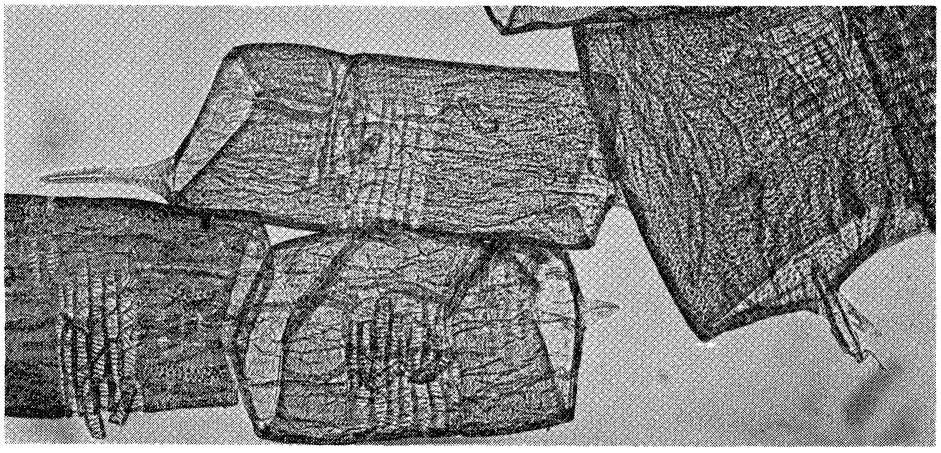

Photo. 83　　43. ICHIIGASHI

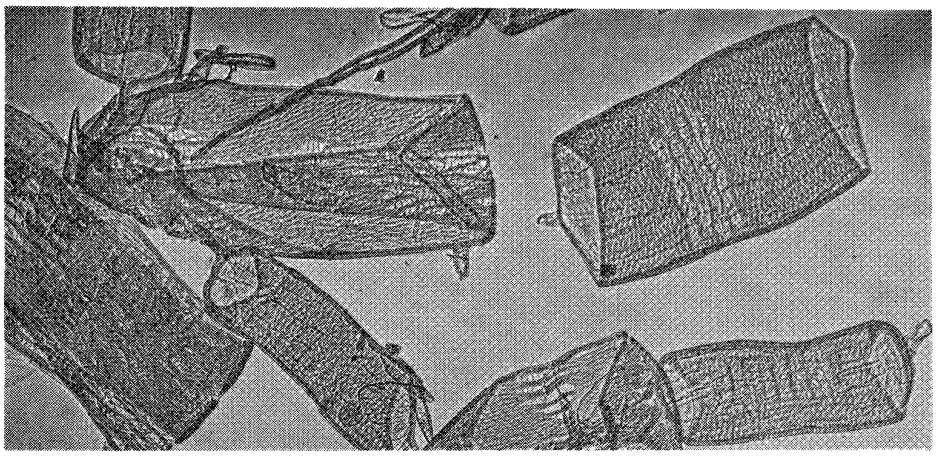

Photo. 84　　44. KUNUGI

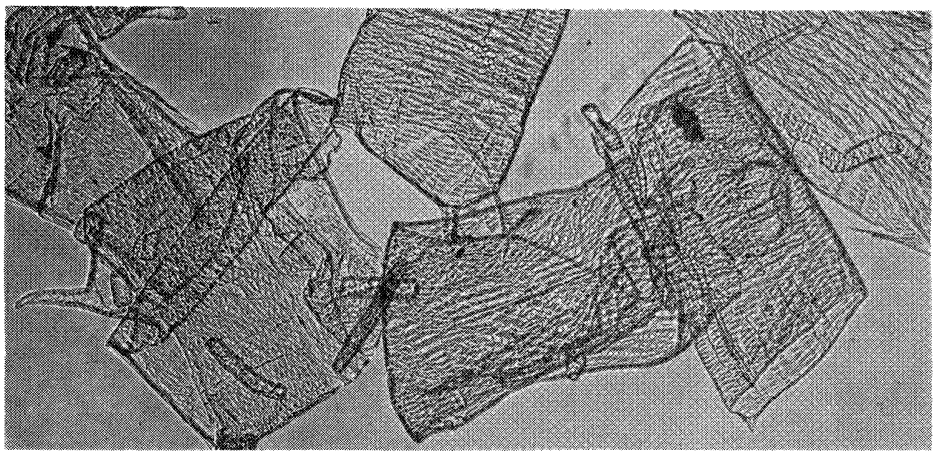

Photo. 85　　45. MIZUNARA

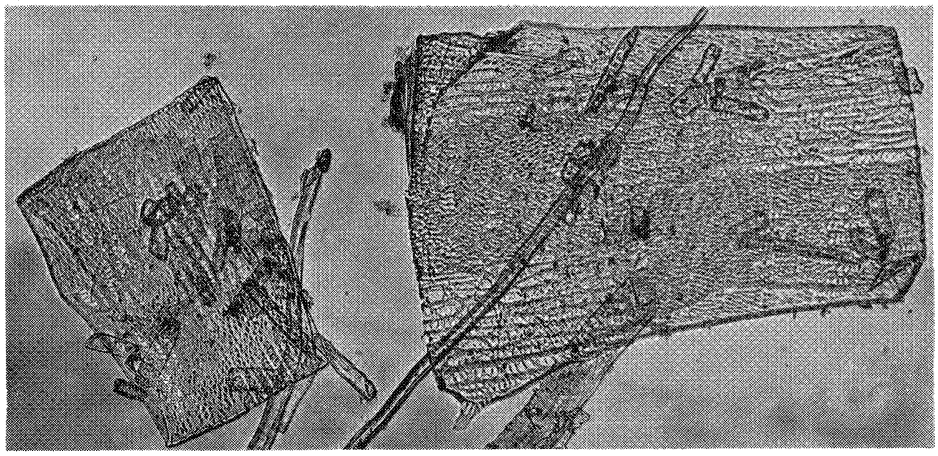

Photo. 86　　46. KONARA

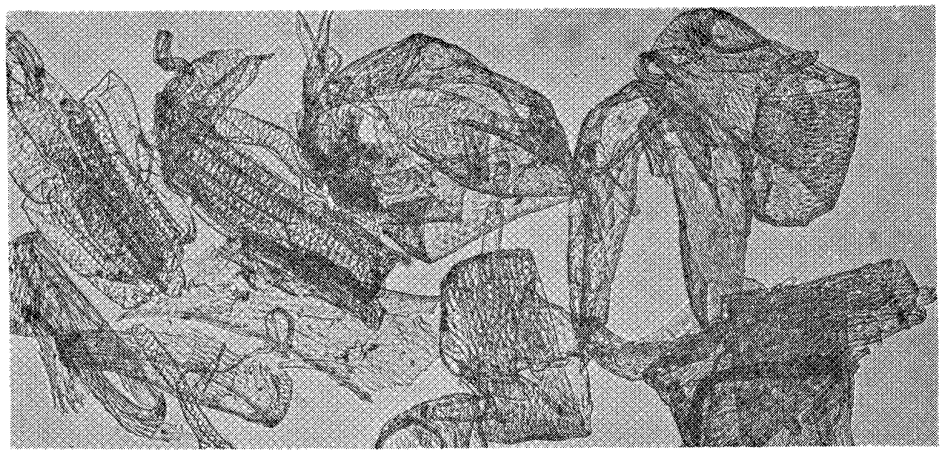

Photo. 87　　47　HARUNIRE

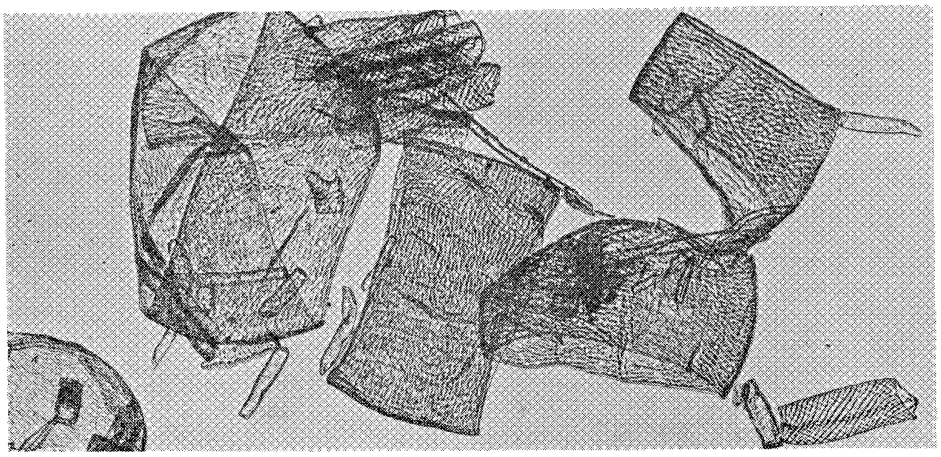

Photo. 88　　48.　KEYAKI

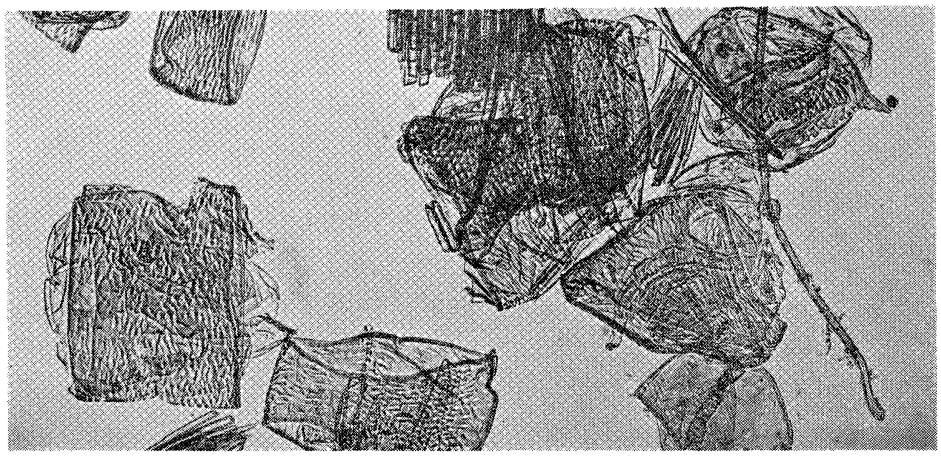

Photo. 89　　49.　YAMAGUWA

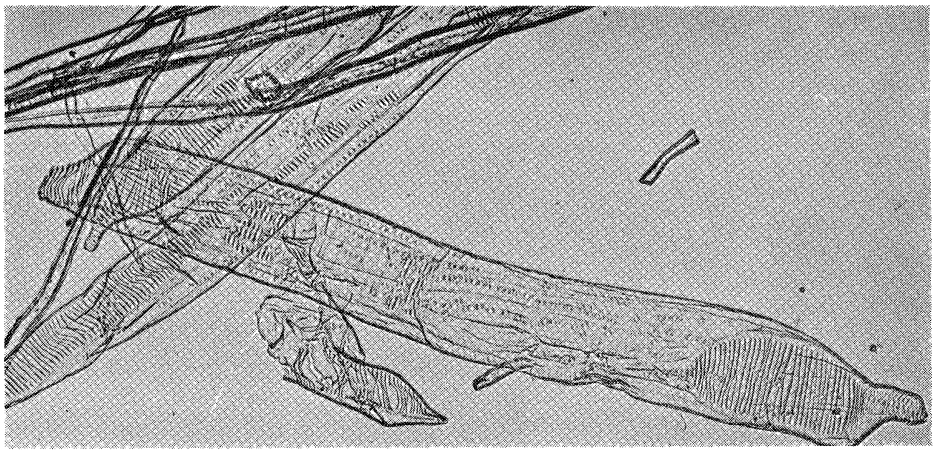

Photo. 90　　50. KATSURA

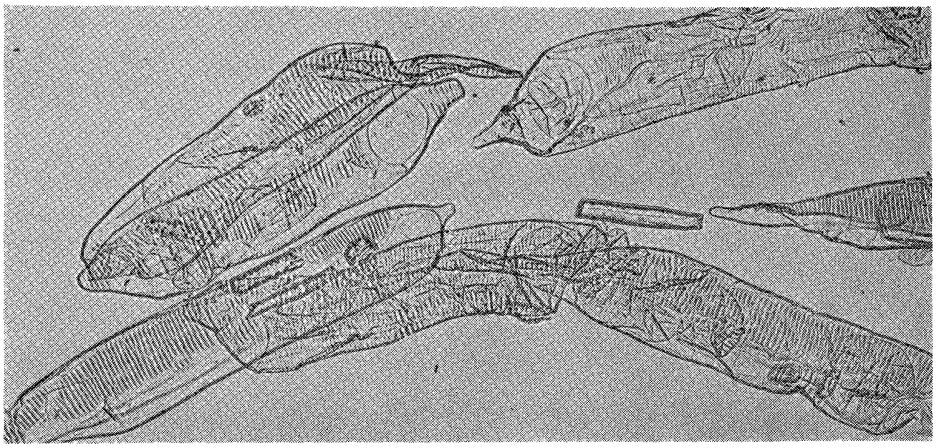

Photo. 91　　51. HÔNOKI

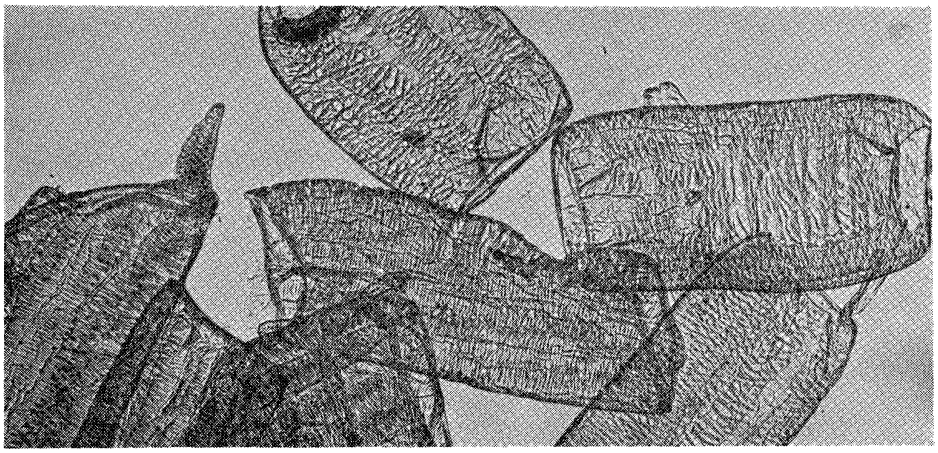

Photo. 92　　52. KUSUNOKI

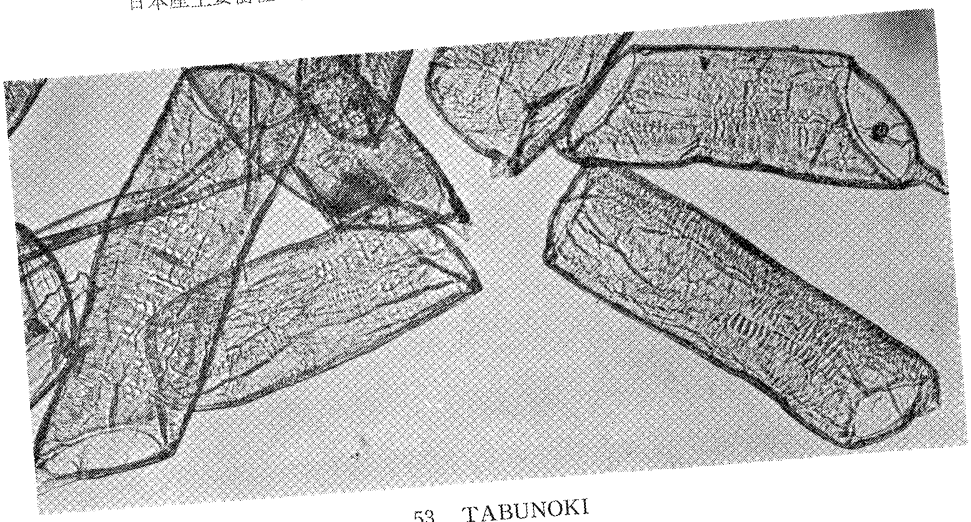

Photo. 93　53. TABUNOKI

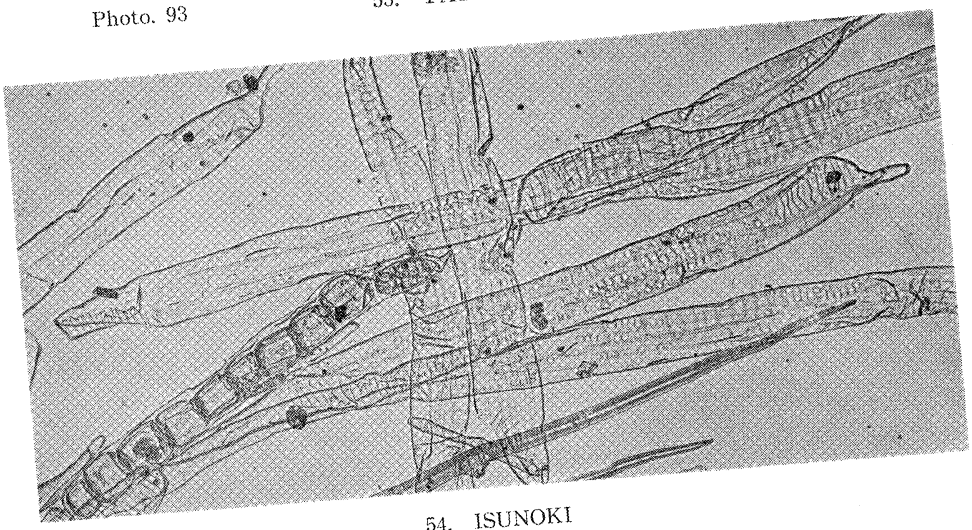

Photo. 94　54. ISUNOKI

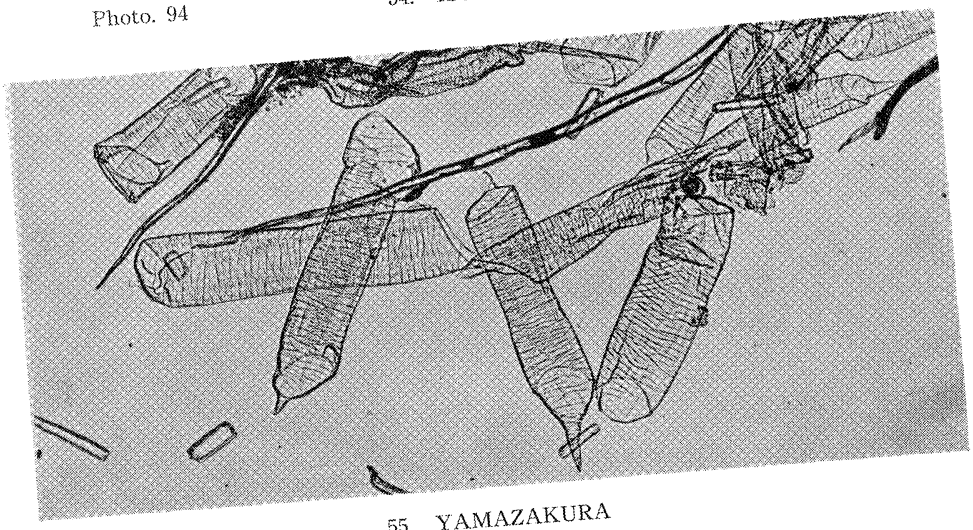

Photo. 95　55. YAMAZAKURA

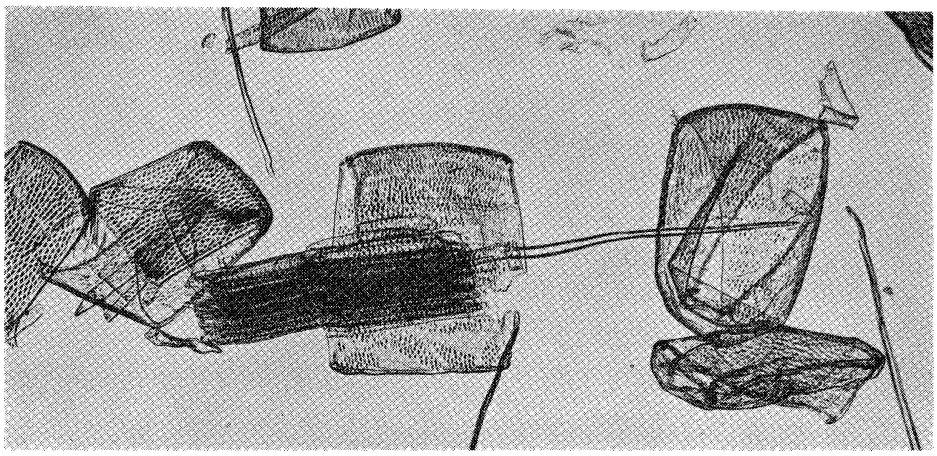

Photo. 96　　56. INUENJU

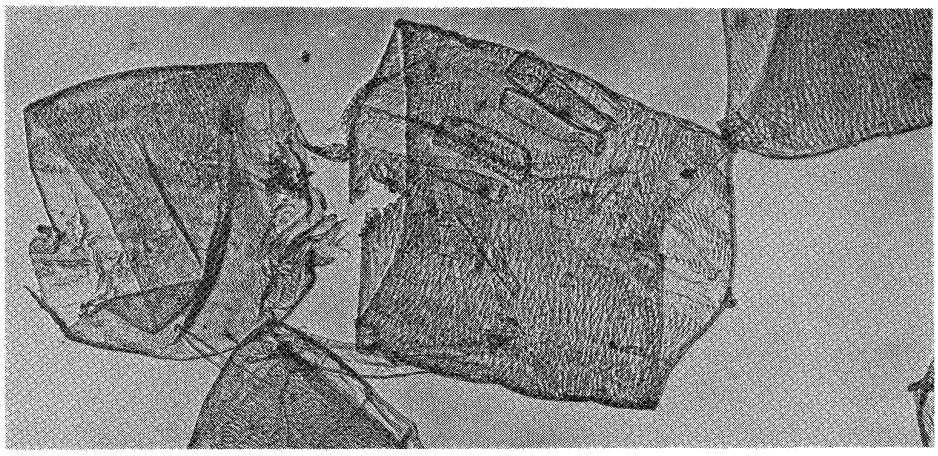

Photo. 97　　57. KIHADA

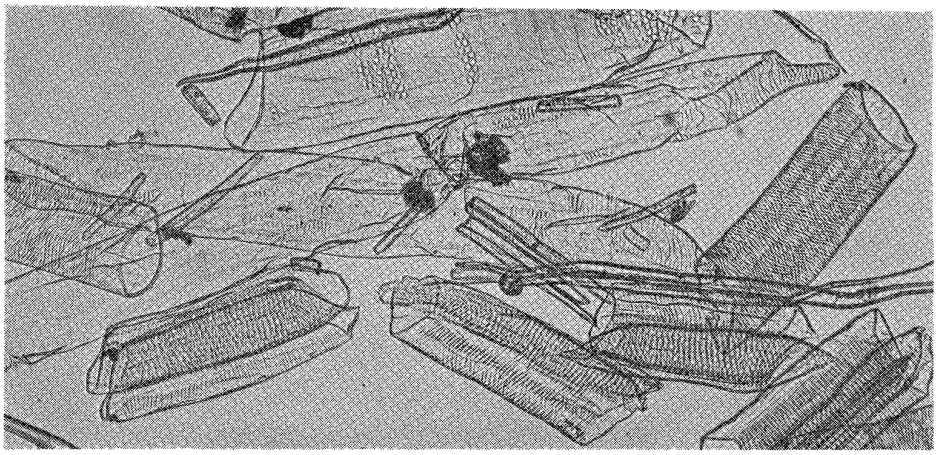

Photo. 98　　59. ITAYAKAEDE

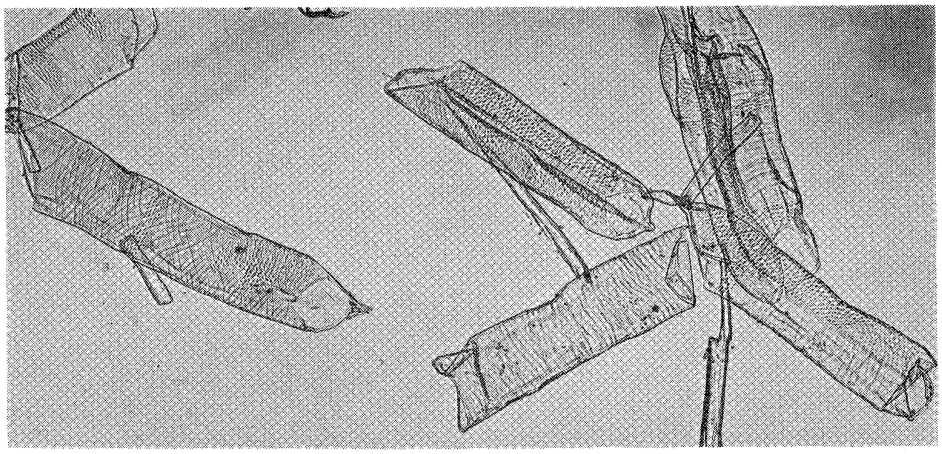

Photo. 99　　60. TOCHINOKI

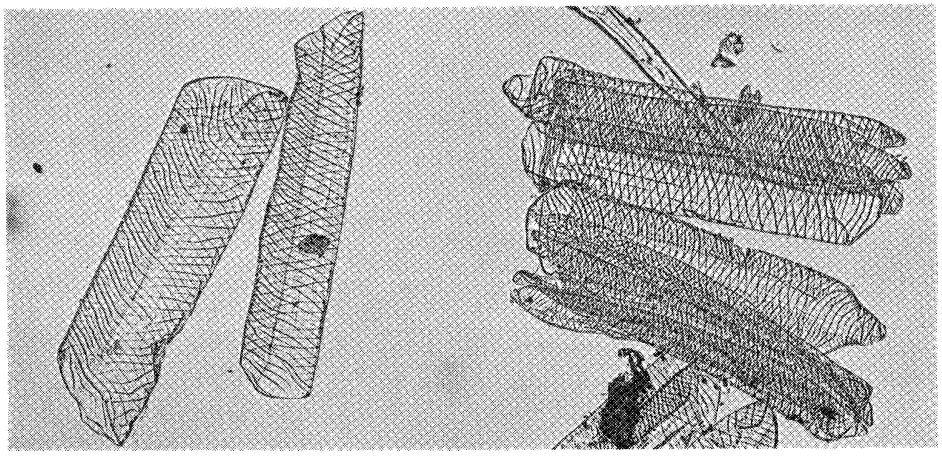

Photo. 100　　61. SHINANOKI

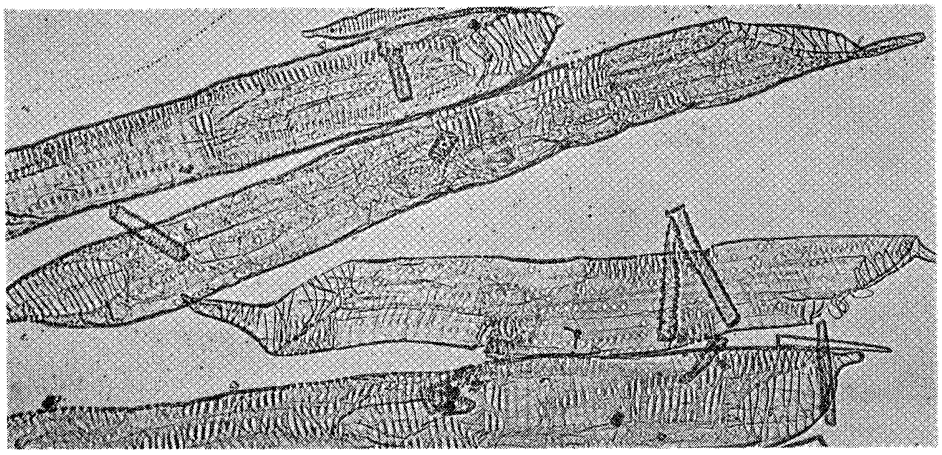

Photo. 101　　63. HIMESHARA

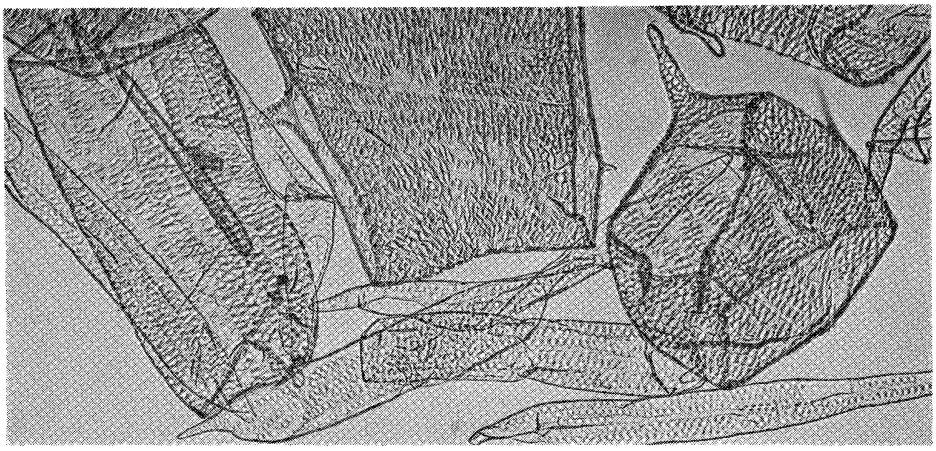

Photo. 102　　64. HARIGIRI

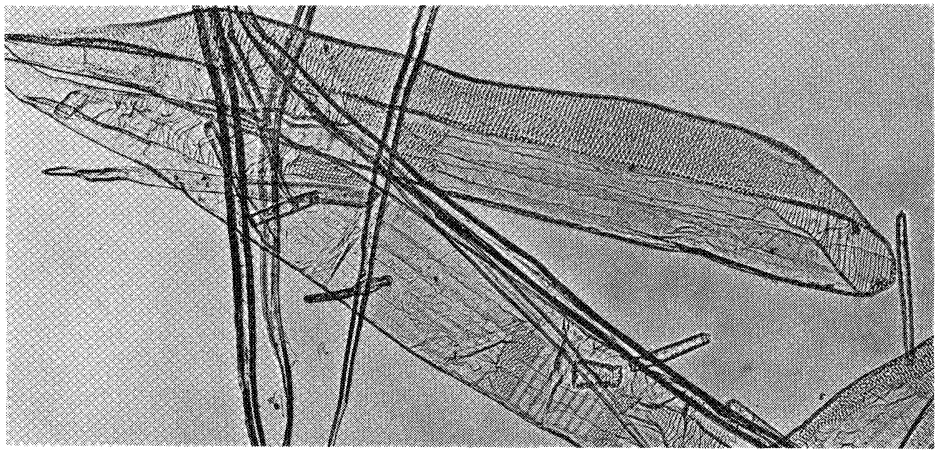

Photo. 103　　65. MIZUKI

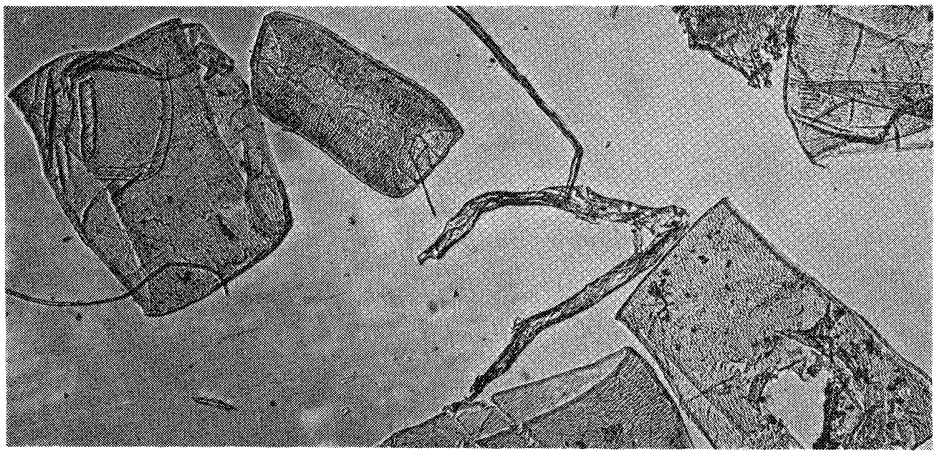

Photo. 104　　66. SHIOJI

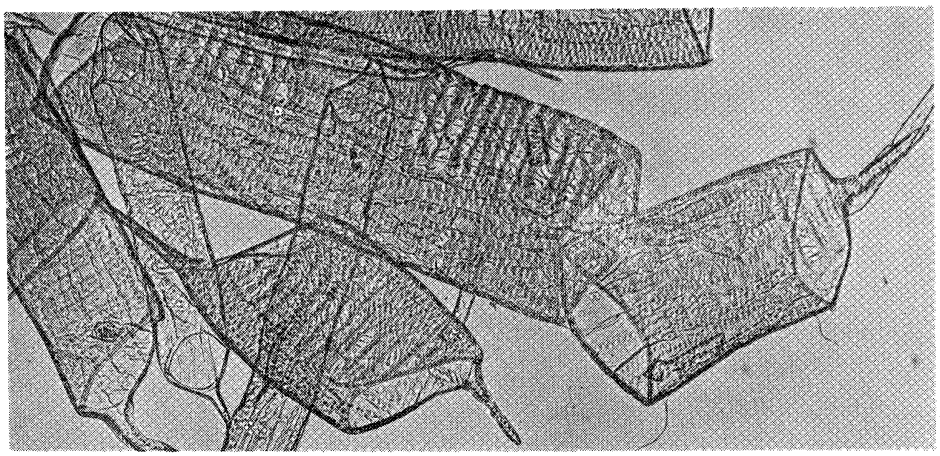

Photo. 105　　67. YACHIDAMO

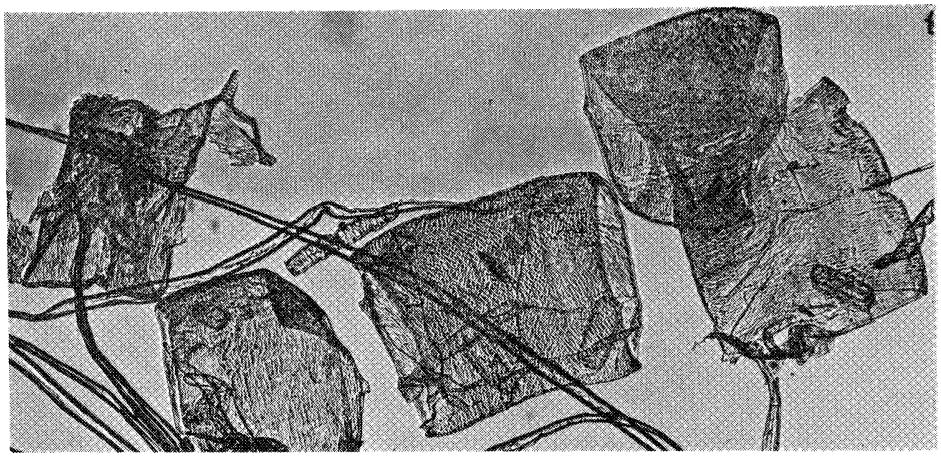

Photo. 106　　68. AODAMO

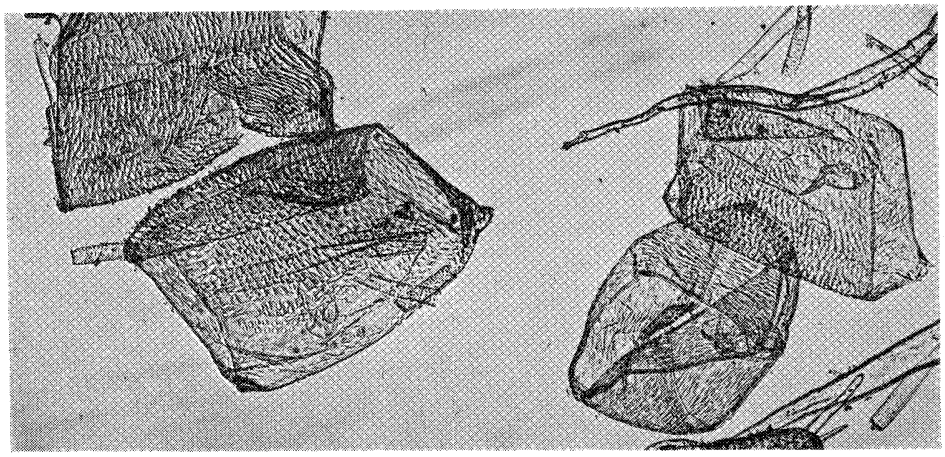

Photo. 107　　69. KIRI

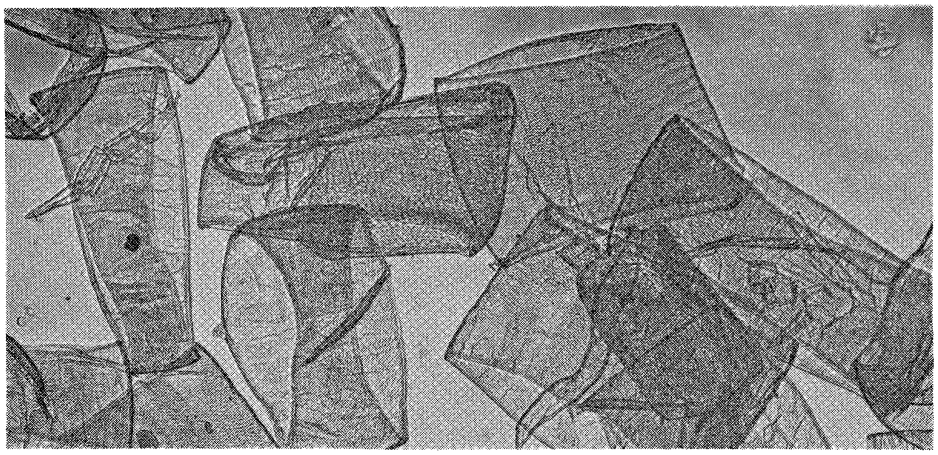

Photo. 108　　70. KOJII

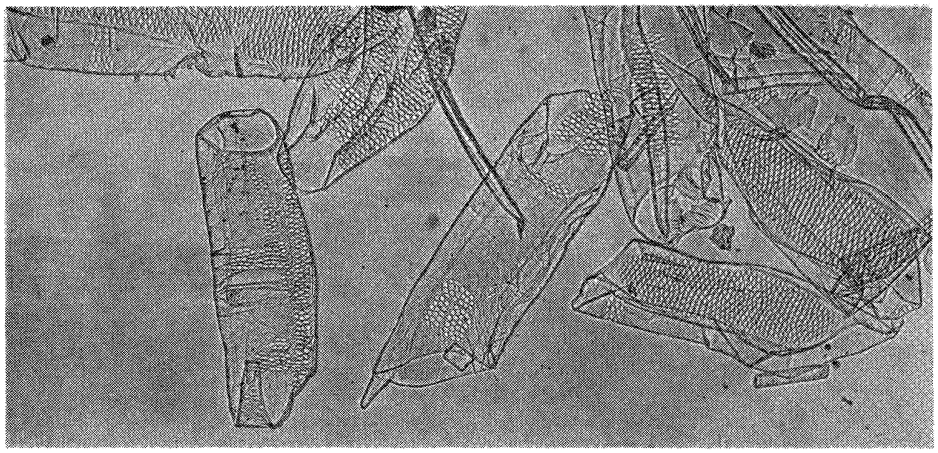

Photo. 109　　71. ÔBAYANAGI

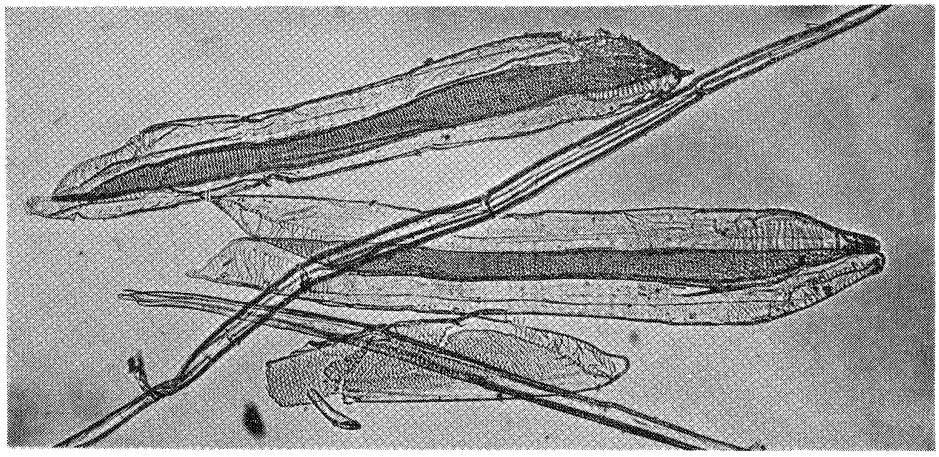

Photo. 110　　74. YAMAHANNOKI