

屋久島産広葉樹のパルプ原木的研究

北尾 弘一郎・越島 哲夫

(木材化学第1研究室)

Koichiro KITAO and Tetsuo KOSHIJIMA:

Studies on the Hard Woods of Yakushima-Island from
the Stand Point of Pulp-Wood.

緒 言

屋久島は琉球列島の東北端に位置し、ほぼ円形、周囲約 100KM の島である。島内は九州の最高峰 (1953M) を中核として山岳連り、温暖多湿で年降雨量は海岸で約 3000mm, 山岳で 8000mm, 平均気温は海岸で約 20°C, 年中の差は少い。島内大部分は国有林で全島の 80% 約 40440ha である。浜岡氏¹⁾によればその構成樹種の一般的なものの中で広葉樹は、アカカン, ウラジロカン, イタジイ, タブ, ヤマグルマ, ヒメシヤラ, ハリギリ, ユズリハ, カクレミノ, サクラ, カエデ, ヤマハゼ, ヤマガキ, エゴノキ, タラノキ, ヤブニツケイ, サザンカ, ハイノキ, イスノキ, サカキ, シキミ, ヒサカキ, クロバイ, サクラツツヂ, ツバキ, マテバジイ, モツコク, ヤマビワ, アオハダ, ヤマグワ, リョウブ, アブラギリ, クロキ, モチノキと言われている。浜岡氏は高度により同島を A, B, C, 3 地帯に分っている。A 地帯天然生林 (無スギ帯) は海拔 50-400M の地帯に成立し常緑広葉樹の混生である。その上段木はカン, シイ, タブ, イスノキ, を主とし下段木は主として, サカキ, シキミ, ツバキ, サクラツツヂ, ヤブニツケイより成る。B 地帯天然生林 (準スギ帯) は前地帯の上部即ち 400-700M の地帯にあり, その主体は常緑広葉樹で, その構成樹種はイタジイ, タブが漸く減じこれに代つて落葉性のハリギリ, カエデ, 或は稀にはヤマグルマ等が点々と現われる。C 地帯天然生林 (スギ帯) は前地帯の上部即ち 700-1600M の地帯に於て針広混交により成立し, 前地帯に比較すればシイ, タブは極めて少くなり, それに代つてヤマグルマが旺盛に現われると報告されている。

次に屋久島国有林の広葉樹樹種別蓄積について昭和9年刊熊本営林局統計書によれば, 昭和8. 4. 1 現在広葉樹総蓄積 7457400m³, その中, カン 872491m³, タブ, 388747m³, イスノキ 1386935m³, シデ 31135m³, シイ 701125m³, サクラ 183913m³, クス 695m³, その他 3892359m³ となつている。これによれば, カン及びシイの合計が最も多く次にイスノキが多くそれより下つてタブの順である。その他の樹種はまとまつていないと見られる。

今回研究に用いた屋久島産広葉樹は次の 20 種である。カエデ, バリバリノキ, ツツヂ, アオモ

デ、ミヤコダラ、タイミンタチバナ、タブ、ヤマガキ、アカメガシワ、シラカシ、イタジイ、アカガシ、フカノキ、サカキ、ツバキ、ハイノキ、モツコク、イスノキ、ヒメシヤラ、ヤマグルマ。これらの幹材は 1953 年 12 月、上屋久及下屋久営林署ならびに国策パルプ工業株式会社の御好意により新鮮材を寄贈されたものである。

パルプ用材として、ブナ及びカバを始めとする我国中部より北部の広葉樹が広く利用されているのにかかわらず、中南部の暖帯広葉樹の利用は比較的少ないのではないかとと思われる。然しながらパルプ原木としてこれらの基礎的研究は決して少ない。従来の研究の中から特に今回の研究に用いた上記の樹種に関係したものだけを略記すると次の如きものがある。

木材成分分析について辻氏²⁾は既に昭和3年に、シラカシ、ツバキ、モツコク、シイ、イスノキ等の結果を報告している。西田、重松氏³⁾は、カゴノキ、タブ、イタジイ、フカノキ、イスノキ、アカメガシワの繊維長及び巾につき報告した。西田氏⁴⁾は、アカカシ、シラカシ、イタジイの分析結果を報告した。西田、重松氏⁵⁾によれば日本産広葉樹で長繊維のものは、イスノキ、シデ、イイギリ、ユズリハ、カツフ、トリモチ等と述べた。西田氏⁶⁾は、ヤマグルマの蓄積は九州に多くて、808882m³、カゴノキは少く 103104m³、タブは九州南部に多くて3396221m³、イスノキは 4546399m³、サルタ、ヒメシヤラは大阪営林局管内 386291m³ にであると述べている。野仲氏⁶⁾は台湾産のヤマグルマ、タブ、アカメガシワ、モツコク、フカノキの繊維長を測定した。西田、渡部氏⁷⁾は、タブ、イスノキ、カエデの亜硫酸蒸解は容易であると報告した。西田、小野、花田氏⁸⁾は、イチイガシ、アカメガシワ、フカノキの亜硫酸パルプにつき報告している。西田、渡部、秦氏⁹⁾は、イスノキは我国南部地方でまとまった材積が得られる重要樹種であると指摘している。而してこの樹の繊維長が極めて長いと述べている。西田氏¹⁰⁾は、タブ、カゴノキ、イスノキ、フカノキ、ツバキの木材成分につき報告し、更に、カゴノキの亜硫酸蒸解が少しく困難であるとした。西田、満永、渡部氏¹¹⁾は、アカメガシワ、イタジイ、ヤマグルマ、ならびにそれらの混合のクラフト蒸解及び中性亜硫酸ソーダセミケミカルパルプの研究を行つた。野令、庄司¹²⁾氏は台湾産のヤマグルマの亜硫酸蒸解につき結果不良と報告しているが、別の報告では野仲、河山氏¹³⁾は、フカノキ、タイワンヒメツバキ、ウラジロアカメガシワ、アカハダクス、ヤマグルマ等の Mg-サルファイト蒸解の結果が良好と言っている。なおこれらの外にも類似の研究が少なくないと思われる。以上の従来の研究は主として木材分析、木材組織、ならびに蒸解に直接関係せる事項が多いが、紙の強度とこれらの暖帯広葉樹との関係を詳しく述べたものが比較的少ないのではないかとと思われる。

なお今回の研究に用いた樹種の中で従来パルプ原木的研究があまり見掛けられないものは、ツツジ、アオモデ、ミヤコダラ、タイミンタチバナ、ヤマガキ、アカガシ、ハイノキ、サカキ、ヒメシヤラ、モツコク等である。本報ではこれらの樹種を加えて 20 種の材のパルプ原木としての基本的性質を調べ、次いで実験室的クラフト蒸解試験ならびに紙力試験を行い、主として紙の強度とこれらの材の組織学的特徴との関係について研究した。

1. 供試材の比重及びその他

供試材は全て新鮮な健全材であつた。これらについて測定した気乾比重その他は第1表の通りである。著しく硬く、特に乾燥した時の剪断ならびに割裂の低抗大と考えられるものは、ツツヂ、アカメガシワ、シラカン、アカカン、ツバキ、イスノキ、ヒメシヤラ等であつた。

Table 1. Characteristics of Woods used in this Report.

Species of Woods	Density air-dry g/cm ³	Diameter of log cm	Number of annual rings (approx.)	Thickness of bark mm
1. Kaede (belonging to the genus <i>Acer</i>)	0.43	14	20	2
2. Baribarinoki (<i>Actinodaphne longifolia</i> Nakai)	0.61	15	60	5
3. Tsutsuji (belonging to the genus <i>Rhododendron</i>)	0.67	14	large	0.3
4. Aomoji (<i>Lindera citra</i> Koidz.)	0.62	12	7	1
5. Miyakodara (<i>Kalopanax autumnalis</i> Koidz.)	0.51	8	25	2
6. Taimintachiana (<i>Rapanea neriifolia</i> Mez.)	0.47	9	29	1
7. Tabu (<i>Machilus Thunbergii</i> Sieb. et Zucc.)	0.64	14	20	2
8. Yamagaki (<i>Diospyros Kak</i> Thunb.)	0.57	13	16	2
9. Akamegashiwa (<i>Mallotus japonicus</i> Muell. Arg.)	0.46	16	23	2
10. Shirakashi (<i>Quercus mursinaefolia</i> Blume)	1.06	17	50	4
11. Itaji (<i>Shiia Sieboldi</i> Makino)	0.76	17	19	3
12. Akagashi (<i>Quercus acuta</i> Thunb.)	0.87	16	40	3
13. Fukanoki (<i>Agalma lutchuense</i> Nakai)	0.49	14	15	2
14. Sakaki (<i>Sakakia ochracea</i> Nakai)	0.67	12	120	4
15. Tsubaki (<i>Camellia japonica</i> L.)	0.79	15	large	1
16. Hainoki (<i>Bobua myrtacea</i> Miers Sieb. et Zucc.)	0.58	16	50	5
17. Mokkoku (<i>Ternstroemia japonica</i> Thunb.)	0.67	14	large	4
18. Isunoki (<i>Distylium racemosum</i> Sieb. et Zucc.)	0.91	16	large	2
19. Himeshara (<i>Stewartia monadelph</i> Sieb. et Zucc.)	0.86	16	50	0.3
20. Yamaguruma (<i>Trochodendron aralioides</i> Sieb. et Zucc.)	0.68	10	60	1.5

2. 繊維長繊維巾及び繊維細胞の膜厚

広葉樹が製紙パルプ用として針葉樹に劣るとされる所は繊維の長さが短い点であるから各樹種の繊維細胞の長さは最重要なる特徴となると考えられるで、単に繊維長の範囲を知るだけでなく、繊維長分布曲線を作ることとした。そのために普通のクラフト法で蒸解した未晒パルプについて、TAPPI SUGGESTED METHOD¹⁴⁾に類似した方法により測定した。

合成樹脂製コップを金鋸を用いて輪切りにし、径 5cm 厚さ 5mm の環を作り、これを 6cm 角

Table 2. Dimension of the Fiber Cells of the Woods

Kind of Woods	Length of Fider Cells				Width mm×10 ³	Thickness of Cell Wall mm×10 ³
	mean mm	Standard deviation mm	min. mm	max. mm		
1. Kaede	0.702	0.117	0.375	1.175	13—20	2—4
2. Baribarinoki	0.754	0.174	0.375	1.175	14—20	3—4
3. Tsutsuji	0.759	0.152	0.175	1.275	10—15	2—4
4. Aomoji	0.764	0.159	0.375	1.275	15	4
5. Miyakodara	0.829	0.180	0.375	1.375	10—25	2—4
6. Taimintachibana	0.863	0.197	0.375	1.375	13—25	3
7. Tabu	0.895	0.193	0.375	1.375	20—25	3—4*
8. Yamagaki	0.901	0.120	0.475	1.575	16—20	3 *
9. Akamegashiwa	0.915	0.191	0.475	1.475	12—35	2—5**
10. Shirakashi	0.925	0.229	0.375	1.375	14—16	3—4*
11. Itaji	1.036	0.187	0.575	1.575	20—25	3—4*
12. Akagashi	0.050	0.209	0.475	1.575	14—16	3—4*
13. Fukanoki	1.175	0.264	0.375	1.775	20—30	4
14. Sakaki	1.439	0.315	0.475	2.175	15—30	1.5—7**
15. Tsubaki	1.490	0.262	0.775	2.075	10—23	1.5—8**
16. Hainoki	1.492	0.245	0.875	2.075	15	4
17. Mokkoku	1.649	0.280	0.775	2.475	15—26	2—8**
18. Isunoki	1.804	0.308	0.975	2.575	12—16	4—6
19. Himeshara	1.830	0.344	0.775	2.775	18—20	3—4
20. Yamaguruma	2.655	0.635	0.975	4.175	20—50	3—8*

** Yamabayshi, N., Identification of Korean Woods, 1938.

* Mokuzai Kogyo Benran, 1951.

Fig. 1 Fiber Length Distribution Curves

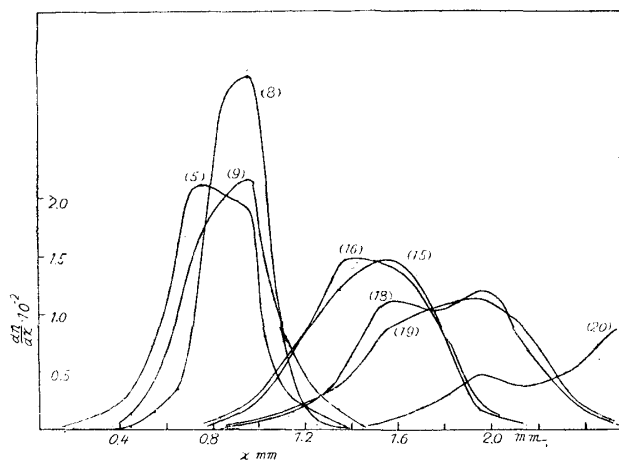
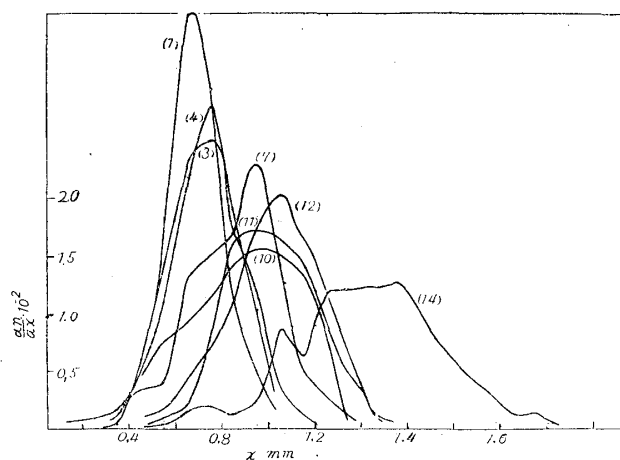


Fig. 2 Fiber Length Distribution Curves



のガラス板（写真乾板の膜を剥したもの）に接着剤で接着し、環の内面に沿って水面が上昇しないように環の内面に防水剤を塗布しておく。これに適当にうすめたパルプ水を盛り、垂直投影器のステージに置き、10—20倍に白紙上に投影された繊維像の上を鉛筆で描き、後にその長さを測定し

た。約 0.2mm 以下の微小細胞は測定から除外し、300—400 本を測定して平均繊維長及びその標準偏差を計算した。

繊維長と共に繊維巾及び膜厚も紙の強度に關係する重要な特徴であるが、その測定ならびに統計は前の様に簡単でないから、後にあらためて行うこととして、今回は同一樹種に關する従来の報告の数字の引用し、その見当らなかつたものについては、試材横断面の顯微鏡写真より粗なる測定をした。

3. 木材の主要成分の分析

これらの材を一般の方法に準じて分析した結果を第3表にまとめる。これらの樹種の中には、カン属、アカメガシワ、ヒメシヤラの如く心材の色調が異なるものもあつたが一般に辺材との差は僅少と思われるので全材の粉末を試料とした。リグニンは 72% H_2SO_4 法により、ペントザンはフロログルシン法¹⁵⁾による。 α -セルローズは、Wise¹⁶⁾の方法に従つて、脱脂木粉を醋酸酸性で $NaOCl_2$ で処理して chlorite holocellulose とし、次で 17.5% $NaOH$ で処理してパルプの α -セルローズ定量と同じ様にしたものである。

Table 3. Chemical Composition of Woods (Twenty Hardwood Species Grown in Yakushima-Island, Kagoshimaken, Japan)

Kind of Woods	Alc.-benz. Extractive %	Hot Water Extractive %	Lignin %	Pentosan %	alpha- Cellulose %
1. Kaede	2.12	1.75	26.6	21.3	50.1
2. Baribarinoki	2.41	2.41	29.1	20.3	46.0
3. Tsutuji	4.38	2.13	29.1	22.3	46.5
4. Aomoji	6.46	1.58	16.8	23.8	51.6
5. Miyakodara	3.46	3.05	17.4	22.1	52.5
6. Taimintachibana	4.86	1.11	26.0	19.0	49.8
7. Tabu	4.58	4.82	20.4	22.8	45.0
8. Yamagaki	7.16	2.47	21.6	20.8	43.2
9. Akamegashiwa	6.78	2.93	22.9	21.6	43.1
10. Shirakashi	6.10	4.42	17.4	21.8	49.3
11. Itaji	4.34	11.4	20.4	19.3	48.3
12. Akagashi	4.44	4.07	18.9	23.6	48.0
13. Fukanoki	2.22	1.99	21.3	21.6	48.2
14. Sakaki	4.18	1.77	26.2	21.8	43.6
15. Tsubaki	4.68	2.95	20.9	18.6	46.1
16. Hainoki	1.24	1.80	20.1	18.8	49.0
17. Mokokku	5.90	3.22	28.9	18.8	40.7
18. Isunoki	2.31	3.65	21.1	22.7	49.1
19. Himeshara	3.34	3.00	19.7	16.9	52.2
20. Yamaguruma	5.57	2.44	20.4	21.4	46.8

バリバリノキ、ツツヂ、及びモツコクはリグニンが多い。これに反して、アオモヂ、ミヤコダラ、

アカカシ、シラカシ等は少い。ヒメシヤラ、モツコク、ハイノキ、ツバキ、タイミンタチバナ等はペントザンが少い。 α -セルローズが少いと思れるものは、バリバリノキ、ツツヂ、タブ、ヤマガキ、アカメガシワ、サカキ、ツバキ等である。概して抽出物の多い材が多いが、カエデ、フカノキ、ハイノキ等は少い。イスノキは従来パルプ用材として優れた性質を有することは西田氏等により示されているが、ヒメシヤラは更にそれよりも化学成分の点で優れていると見られる。イスノキの材色淡紅であるのに比べて、ヒメシヤラは純白に近い。ヒメシヤラの心材部に輪廓不規則の淡紫褐色を帯びた部分があるが、この部分だけをクラフト蒸解しても辺材からのパルプと差異が認められない。

4. クラフト法による蒸解試験

チップはパルプ収率を正確に出し易いために、数日間風乾したものをを用い、絶乾 280g に相当する量を 1 回に蒸解した。収量を求める必要のない場合には 600-700g を蒸解した。液量は絶乾木材の 4 倍を用いた。全 Na_2O は絶乾材に対して 20%, $\text{Na}_2\text{S}(\text{Na}_2\text{O})/\text{全 } \text{Na}_2\text{O}=25\%$ とした。蒸解液の分析法は、フォルマリンを加えて規定酸で滴定した値を $\text{NaOH}+\text{Na}_2\text{S}$ とし、フォルマリンを加えない滴定値を $\text{NaOH}+1/2\text{Na}_2\text{S}$ とした。チップを内容 4l の蒸解罐に入れ、蒸解液を入れ、空気を抜き、加熱を始め、1hr. にして 165°C . に到着、以後その温度に 1hr. 保ちたる後急冷して内容を出した。この蒸解条件はあらゆる樹種に同一としたが、たとえばカシ属などには短すぎると思われ未蒸解分が多過ぎた。然し同じく硬材でも、ヒメシヤラ、イスノキ、等は充分であつた。場合によつては紙力を發揮させるためには蒸解時間が長過ぎると思われた。後の機会に興味ある樹種について、最適蒸解条件の研究を行うつもりである。パルプは水洗後、実験室用フラットスクリーンを通し、通過パルプについて KMnO_4 一価を測つた。その結果は第 4 表の通りである。以上の条件で、スクリーン粕多くパルプの色の悪い樹種は、ツツヂ、ヤマガキ、アカメガシワ、シラカシ、が顕著で、次いで、イタジイ、アカカシ、ツバキ、バリバリノキ等である。

カエデは材質軟で抽出物の量も少く容易に速に蒸解されパルプは高収率で極めて淡色である。

バリバリノキは材色黄で、原木のリグニン含量が著しく多いことに関連して蒸解度は低く稍未蒸解分が多い。

ツツヂは材甚堅硬で原木の抽出物ならびにリグニン含量の高いのに対応して未蒸解分多く全収率も低かつた。パルプは光沢なく著しい赤褐色を帯びている。これは後述する如く多量の微小柔細胞を含むことにも関連している。

アオモヂは生長の速い柔い無色の材で、アルコール-ベンゼン抽出物が多いが、リグニンは著しく少く、従つて蒸解は極めて容易で、パルプ収率著しく高く極めて淡色の未晒パルプを得られる。

ミヤコグサは無色の柔い材で、リグニン著しく少く、従つて蒸解は速で、高収率に淡色のパルプを得られる。

タイミンタチバナは無色の材で蒸解容易で高収率である。

タブは材は抽出物が多いため原木の α -セルローズは少く、蒸解容易であるがパルプ収率は稍低い。未晒パルプのアルコール-ベンゼン抽出物が多いと思われ、一例では 1.5% もあつた。

ヤマガキは材色淡黄で硬い。原木に抽出物が多いことに関連して、未蒸解分が多く、パルプは著しく色が悪かつた。

アカメガシワは蒸解不均一で多量の未蒸解分を生じた。

イタジイは未蒸解分が稍多く、パルプの色も良くない。

シラカシも同様で更に程度が大きい。

アカカシはシラカシと同じく極めて硬い材であるが、未蒸解分は比較的少く、パルプも淡色であつた。

フカノキの材は無色で著しく軟く、従つて蒸解は極めて容易に行われ淡色のパルプを高収率に得られる。

サカキは淡紅色で材質比較的硬いが、蒸解は著しく容易である。原木の α -セルローズ含量の低いのに対応してパルプ収率は低い。

ツバキは甚だ緻密なる堅硬材である。やはり原木の α -セルローズ含量低いのに対応してパルプ

Table 4. Results of the Kraft Pulping

Kind of woods	Yield of Unbleached Pulp		Permanganate Number ml	Relative Viscosity of 0.4% Cupramm. Solution
	Total %	Screened %		
1. Kaede	50.7	50.7	7.8	6.8
2. Baribarinoki	50.0	49.3	16.7	
3. Tsutsuji	46.8	40.5	18.2	7.5
4. Aomoji	53.0	53.0	5.0	7.2
5. Miyakodara	56.8	56.5	7.1	7.5
6. Taimintachibana	50.0	50.0	9.2	7.1
7. Tabu	47.7	47.7	8.8	7.8
8. Yamagaki	52.2	51.1	11.7	9.3
9. Akamegashiwa	51.4	47.5	12.6	
10. Shirakashi	51.7	47.5	12.5	
11. Itaji	48.5	48.0	16.6	
12. Akagashi	47.5	46.5	9.2	9.4
13. Fukanoki	50.0	50.0	9.1	6.1
14. Sakaki	45.7	45.7	9.0	7.3
15. Tsubaki	47.2	46.5	10.2	5.5
16. Hainoki	48.7	48.6	8.5	6.9
17. Mokokku	43.5	42.5	12.0	5.5
18. Isunoki	49.5	49.3	12.3	7.1
19. Himeshara (sap)	50.7	50.7	8.4	4.8
" (heart)	49.7	49.0	8.6	
20. Yamaguruma	50.7	49.5	10.8	9.2

収率は低い。

ハイノキは無色の硬くない材で蒸解は従つて容易である。

モツコクは材色著しく紅色を帯び、原木の抽出物量多く、リグニンも多いのでセルローズは少い。パルプ収率著しく低い。

イスノキは極めて硬い淡紅色の材であるにもかかわらず蒸解は容易でパルプ収率高く重要な樹種であることは明である。

ヒメシヤラはイスノキと同様に極めて硬い材であるが、蒸解は容易でパルプ収率も高い。イスノキに劣らぬ優秀なパルプ用原木としての性質を具えている。

ヤマグルマは材質あまり堅硬でなく極めて容易に蒸解され、パルプ収率も高い。パルプはあたかも針葉樹パルプの如き感がある。針葉樹と類似の長い仮導管より構成されているためである。

5. 紙としての強度試験

前述の未晒クラフトパルプをボールミルで叩解し、紙力試験用紙葉を抄き、強度試験を行つた結果を第5表にまとめた。強度は蒸解度によつて大に影響される筈ある。今回の試験では全て同じ条

Table 5. Results of the Paper Testing

Kind of Woods	Freeness ml	Basis Weight g/m ²	Tearing Strength %	Breaking Length km	Bursting Strength %	Folding Endurance (Schopper) folds
1. Kaede	430	80.4	96.0	5.45	5.20	133
2. Baribarinoki	480	66.5	93.0	6.54	5.60	243
3. Tsutsuji	360	78.2	70.0	5.16	4.16	111
4. Aomoji	440	81.5	102	4.95	4.60	235
5. Miyakodara	400	79.0	77.8	5.40	5.28	211
6. Taimintachibana	420	82.7	115	5.70	5.40	447
7. Tabu	550	65.8	93.7	5.21	5.60	110
8. Yamagaki	480	74.7	89.5	6.31	5.80	361
9. Akamegashiwa	430	70.8	95.5	5.85	5.50	298
10. Shirakashi	550	79.0	132	4.14	4.62	weak
11. Itaji	520	72.0	101	6.41	6.85	290
12. Akagashi	520	63.5	121	5.12	5.00	131
13. Fukanoki	550	61.5	115	5.86	6.55	350
14. Sakaki	430	76.0	112	6.35	5.90	394
15. Tsubaki	400	73.6	139	4.61	5.40	weak
16. Hainoki	420	66.2	118	6.33	6.32	296
17. Mokokoku	370	78.9	125	4.85	4.70	109
18. Isunoki	550	71.4	169	4.70	4.50	209
19. Himeshara	520	68.3	186	4.90	4.90	210
20. Yamaguruma	510	76.8	151	6.71	8.50	561
Himeshara	unbeaten	74.2	216	3.21	3.64	weak
〃	430	72.5	200	7.05	8.75	848
〃	280	74.2	177	6.55	7.20	776

件で蒸解した。然るに樹種によつて蒸解の難易が異なるので得られたパルプの蒸解度は一様でない。従つてこの結果から直ちに樹種間の強度の差異を断言することは困難であるが大体の傾向は見られると思う。樹種との関係については後段で考察する。

6. 微小細胞の含有量

髓線の細胞ならびにその他の非繊維状の柔細胞は長さ 0.1mm 内外のものが多く肉眼的には微粉末状である。針葉樹に比べると木材中に含まれている量が多い。大約 5—20% 或はそれ以上含まれる場合もあると考えられる。これは形体が小さいため流失して歩留を低下する原因となり、たとえ紙層の中に捕捉されても粉末であるから紙の強度に直接貢献する所があるとは考えられない。唯質的な影響を有するかも知れない。その他の良い作用もあるかも知れないが、一応この様な微小細胞の含有率の少い樹種が望ましいと考えられる。これの測定のために、クラフト蒸解して得たパルプを、微小細胞を流失しないように布を敷いたヌツチエの上で洗滌したる後、150mesh 標準篩を張つた洗滌装置により微小細胞を篩い出し、出て来た微小細胞を集め、アルコールで抽出後乾燥秤量して未晒パルプ全量に対する含有率を出した。洗滌操作、時間等を一定にすることにより比較的再現的に行うことができるから、樹種間の微小細胞含量を比較することは可能であると思う。

上の方法によつて測定したパルプ中の微小細胞含量を第6表に示す。カエデ、アオモジ、ミヤコグサ、バリバリノキはその含量が著しく少く、これに反して、ツツジ、モツコク、ハイノキ、ヤマグルマ、アカメガシワ等は多く、他は中位である。なおこれらの微小細胞に関しては別の報告に述べてある。

Table 6. Contents of the Small Cells
(Ray and Parenchyma) in the
Unbleached Pulps.

Kind of Woods	%
1. Kaede	4.3
2. Baribarinoki	6.3
3. Tsutsuji	20.0
4. Aomoji	6.9
5. Miyakodara	6.5
6. Taimintachibana	9.0
7. Tabu	13.7
8. Yamagaki	12.8
9. Akamegashiwa	14.6
12. Akagashi	11.5
13. Fukanoki	12.5
14. Sakaki	14.8
15. Tsubaki	12.5
16. Hainoki	16.8
17. Mokokoku	17.8
18. Isunoki	11.8
19. Himeshara	9.2
20. Yamaguruma	16.4

7 紙の強度に関する考察

1. 繊維の形状と強度との関係。第4表に於ける樹種は上から下へ平均繊維長の順に排列してある。最短はカエデの 0.7mm より最長はヒメシヤラの 1.83mm 或はヤマグルマの 2.65mm に達する広範囲にわたっている。繊維長 (L) と強度との関係について、引張り強度は $L^{1/2}$ に、破裂強度は L に、引裂り強度は $L^{3/2}$ に関係すると言われているが、¹⁷⁾ 今回の強度測定の結果からは引裂強度との関係だけがほぼ明瞭であるが、他は明らかでない。実際にそれらは繊維長に著しい関係はないものと思われる。ヤマグルマが比較的容易に、引張及び破

裂強度が強く出るのは、この材が仮導管より成っているため、針葉樹と同様に叩解が行われ易いためとも思われるが、やはり圧倒的に長い繊維長の好影響であると考えられる。供試ヤマグルマの繊維巾は他の広葉樹と大差なかつた。ヒメシヤラ等の長繊維のものは、本比較試験系列とは別に蒸解し、試験用ビーターで叩解して試験した結果では更に強い強度が出ていることより見て、繊維長の長い樹種は蒸解度を適当にし、有効な叩解を行うことにより、本表よりはずつと強い数字を示すことと想像される。引裂以外の強度は叩解に関係する所が大きい。短繊維の樹種は一般に繊維巾が大きく薄膜であるので叩解が容易に行われる結果、裂断長、破裂度等が比較的強い数字が出るが、長繊維の本繊維は一般に細く厚膜のものが多いため叩解が困難であるので、表示の如く比較的これらの強度が発揮せられていないのであろう。ツツヂが著しく弱いのは、この樹種が著しく短繊維の上、更に著しく細いことによると思われる。シラカン、アカガンも繊維が細いために叩解が有効に行われないと想像され、これに反し、イタジイは比較的太く薄膜である。フカノキもこれに類している。サカキ以下は概して繊維が長く、細いから叩解が重要な因子となり、それが有効に行われるならば強度を発揮できると思われる。総合的に考えればやはり繊維長が最重要な要素であると思われる。

2. 微小細胞の含量との関係。

今回の樹種の中でパルプの中に約15%以上の髄線細胞或は他の微小なる柔細胞を含むものは、ツツヂ、ハイノキ、モツコク、アカメガシワ、サカキ、ヤマグルマであつた。反対に10%以下の樹種は、カエデ、アオモデ、バリバリ、ミヤコダラ、タイミンクチバナ等であつた。然るに強度測定の結果には、それが明に柔細胞の影響であると知れるものが殆んど見付らなかつた。その原因として考えられることは、柔細胞の著しく少いカエデ、バリバリノキ、アオモデ、ミヤコダラ等がいつでも繊維長の著しく短い樹種で相互に繊維長の差がないため、第5表の一方にかたまり、一方タブ以上の繊維長中一長に至る樹種は比較的柔細胞量が大きく而も相互に非常に大きな差がない。従つて柔細胞量の非常に大きい樹種と少い樹種とを比較するとき、繊維長の影響のためにマスクされてしまふ恐れがある。ツツヂ一種だけは短繊維にして同時に多量(20%)の微小細胞を含んでいる。事実著しく強度が低いと思われる。然るに前に述べた様に、短繊維にかかわらず著しく繊維が細い影響であるらしい。以上の様なことは単なる偶然かどうかはわからないが、柔細胞の影響を見るには誠に工合が悪かつたので別の方法でこの問題は研究することとした。

3. 蒸解度等の影響。同一条件の蒸解であつたが、材質の硬軟、抽出物、リグニン含量の大小等の影響で、 KMnO_4 一価及び相対粘度は相当に差を生じた。然しその差の強度に及ぼす影響はやはりこの程度の比較試験からは見出されなかつた。

要 約

屋久島産の広葉樹20種につき、比重、繊維長の測定、木材分材を行つた。次にクラフト法により実験室的蒸解試験ならびに紙力試験を行つた。更にパルプ中に含まれる微小細胞(髄線及び他の小

柔細胞)の含量を測定した。

原木を寄贈して頂いた屋久島営林署ならびに国策パルプ工業株式会社の御厚意に深く御礼を申し上げます。

Résumé

Yakushima-Island is a small island situated to the south of Kagoshimaken, Japan. Twenty hard wood species grown in this island were studied. Wood characteristics such as lengths of wood fiber, thickness of cell wall, diameter of fiber, specific gravity, hardness, thickness of bark, etc. were examined. The chemical compositions were analyzed. Results of laboratory kraft pulplings and testing of paper of the unbleached pulps are shown. Contents of ray and parenchyma cells were determined by screening. The relation of paper strength and the fiber dimension and content of the ray and parenchyma cells was discussed. The importance of the fiber length was shown.

文 献

- 1) 浜岡透；林学会誌, **15**, No.3, 2 (1933).
- 2) 辻行雄；林学会誌, **10**, No.8, 26 (1928).
- 3) 西田屹二，重松蔭雄；人絹界, No.9, (1938).
- 4) 西田屹二；人絹界, 640 (1939).
- 5) 西田屹二，重松蔭雄；人絹界, No.9 (1938).
- 6) 西田屹二；人絹界, 899 (1939).
- 7) 西田屹二，渡部常樹；人絹界, No.7 (1940).
- 8) 西田屹二，小野勉，花田大四郎；人絹界, No.1 (1942)
- 9) 西田屹二，渡部常樹，秦藤一郎；繊維 **7**, 65-67 (1941)
- 10)
- 11) 西田屹二，満永道夫，渡部常樹；九大演習林報告, **20**, 127-143 (1952).
- 12) 野仲忠彦，庄司隆治；台湾林試報告, **10** 1-13 (1943).
- 13) 野仲忠彦，河山仁一；台湾林試報告, **10**, 15-30 (1943).
- 14) Tappi Suggested Method T 232 sm-53, Tappi **36**, no.9, 121-123A (1953).
- 15) Tappi T 19m-50, Tappi **33**, No.7, 89A (1950)
- 16) Wise, L.E., Murphy, M., D'Addieco, A.A. ; Paper Trade J., **122**, No.2, 35 (1946).
Wise, Jahn ; Wood Chemistry 2nd. Ed. p. 1145, Reinhold Publ. Co, New York (1952).
- 17) James, d'A Clark ; Paper Trade J., **115**, No.26, 36-42 (1942)