

広葉樹パルプの髓線ならびに柔細胞に関する研究

(第8報) 広葉樹パルプの樹脂ならびに篩別による樹脂の除去

木材化学第1研究室 北尾弘一郎

(昭和31年12月1日受理)

Koichiro KITAO : Studies on the Ray- and Parenchyma-Cells
in the Hardwood Pulps. VIII. The Pitch in the Hardwood Pulps
and the Removal by Screening.

本報では材に含まれ、比較的高沸点或は不揮発性、水に不溶、アルコール・ベンゼン混液に可溶の混合物を樹脂と呼ぶこととする。広葉樹の中にはクスノキの如く多量のテルペン類を含むものもあるが、一般には樹脂が少いとされている。従つて広葉樹パルプは針葉樹パルプの如き樹脂障害を起すことは稀である。然るにレーヨンパルプでは近年精製度が著しく高くなり、そのアルコール・ベンゼン抽出物は0.1%内外に迄除去されている。広葉樹といえども樹種によつてはこの程度に樹脂を除くことが困難な場合があると考えられ、既にシラカバがこれに相当することが知られている。近時広葉樹パルプ原木が、ブナ、カバ以外に広く他樹種に及ぶ状況であるから、ここに出来るだけ多数の広葉樹について樹脂の点を主としてレーヨンパルプの立場から検討することとした。

1. 各種広葉樹の晒クラフトパルプのアルコール・ベンゼン抽出物

亜硫酸未晒パルプは多量の樹脂を含むと考えられるが、それと反対に蒸解度を進めたクラフトパルプを強く漂白した晒クラフトパルプには樹脂が極少である筈で、ここに残存するアルコール・ベンゼン抽出物は通常のパルプ工場的手段では最も除去の困難な物質である。この見地から各種の広葉樹の晒クラフトパルプの樹脂を測定した。その結果を第1表に示す。同表に於て、特に根拠はないが、晒パルプの樹脂が0.2%以下のものは漂白によつて殆んど樹脂が問題なき迄に除かれる樹種と考えられ、これに反して0.5%以上のものは注目すべき樹種と見なしてよいと思われる。

先ず原木の樹脂量と晒クラフトパルプに残存する樹脂量との間に必しも関係がない。たとえばエンジュは原木に極めて多量の抽出物を有するが晒パルプ中の残存量は極めて少くなっている。シラカン、ヤマガキ、モツコク、アカメガシワ、アオモジ、等も類似である。これらの抽出物の大部分がアルカリに易溶或は漂白工程で容易に酸化されてアルカリに易溶となる物質よりなるからであろう。

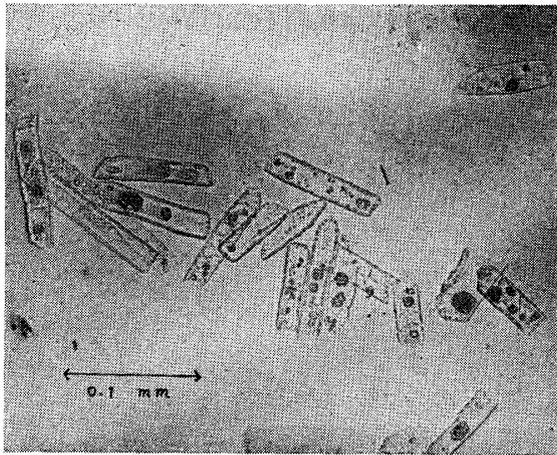
シラカバ及びダケカンバの樹脂が除去困難なことは、下述の如く既に知られているが、今回 *populus* 属の3種ポプラ、ドロ、ギンドロがシラカバ等に著しく類似しているのを見出した。ドロは北海道産のもので、ギンドロ及びポプラは京都宇治に植栽のものである。なお前表中ハン

第1表 広葉樹の原木ならびに晒クラフトパルプ中のアルコール・ベンゼン抽出物
Table 1. Alcohol-Benzene-Extractives in the Woods and the Bleached Kraft Pulps of Hard Woods.

樹 種		Alc.-Benz. (1 : 2) Extractive in the		
Kind of Hard Woods		原 木 中	晒クラフトパルプ中	
		Wood	Bleached Kraft Pulp	
		%	%	
ハ ン	(Han)	<i>Alnus japonica</i> Sieb. et Zucc. var. <i>genuina</i> Call.	1.84	0.21
カ ッ ラ	(Katsura)	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> Sieb. et Zucc.	1.84	0.13
イ タ ヤ	(Itaya)	<i>Acer mono</i> Maxim. var. <i>eupic- tum</i> Nakai	3.82	0.23
ヤ ナ ギ	(Yanagi)	<i>Salix</i> Sp.	1.78	0.32
ヤ チ ダ モ	(Yachidamo)	<i>Fraxinus excelsissima</i> Koidz.	2.76	0.19
シ ヨ ロ	(Shikoro)	<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.	2.14	0.18
ア カ ダ モ	(Akadamo)	<i>Ulmus davidiana</i> Planch. var. <i>japonica</i> Nakai	1.60	0.20
ナ ラ	(Nara)	<i>Quercus</i> Sp.	1.64	0.19
シ ナ	(Shina)	<i>Tilia japonica</i> Simk.	5.70	0.07
セ ン	(Sen)	<i>Kalopanax pictum</i> Nakai var. <i>typicum</i> Nakai	2.74	0.21
ア サ ダ	(Asada)	<i>Ostrya japonica</i> Sarg.	3.46	0.05
ク ル ミ	(Kurumi)	<i>Juglans</i> Sp.	3.74	0.11
ド ロ	(Doro)	<i>Populus Maximowiczii</i> A. Henry	3.08	0.70
シウリザクラ	(Shyurizakura)	<i>Prunus Ssiori</i> Fr. Schm.	2.05	0.14
ホオノキ	(Hōnoki)	<i>Magnolia obovata</i> Thunb.	1.96	0.14
ブ ナ	(Buna)	<i>Fagus crenata</i> Blume	1.18	0.07
ギンドロ	(Gindoro)	<i>Populus alba</i> L.	3.08	0.77
ポ プ ラ	(Popura)	<i>Populus nigra</i> L. var. <i>italica</i> Du Roi	3.85	1.01
ダケカンバ	(Dakekanba)	<i>Betula Ermanii</i>	2.16	0.81
エンジュ	(Enjyu)	<i>Sophora japonica</i> L.	9.07	0.27
アカガシ	(Akagashi)	<i>Quercus acuta</i> Thunb.	4.44	0.31
シラカシ	(Shirakashi)	<i>Quercus mursinaejolia</i> Blume	6.10	0.26
イタジイ	(Itaji)	<i>Shiia Sieboldi</i> Makino	4.34	0.63
ヤマガキ	(Yamagaki)	<i>Diospyros Kaki</i> Thunb.	5.57	0.27
イスノキ	(Isunoki)	<i>Distylium racemosum</i> Sieb. et Zucc.	2.31	0.14
ヒメシヤラ	(Himesh ra)	<i>Stewartia monadelphica</i> Sieb. et Zucc.	3.34	0.52
サカキ	(Sakaki)	<i>Sakakia oshnaza</i> Nakai	4.18	0.17
ツバキ	(Tsubaki)	<i>Camellia japonica</i> L.	4.68	0.23
モツク	(Mokkoku)	<i>Ternstroemia japonica</i> Thunb.	5.90	0.16
アカメガシワ	(Akamegashiwa)	<i>Mallotus japonicus</i> Muell. Arg.	6.78	0.34
アオモジ	(Aomoji)	<i>Lindera citra</i> Koidz.	6.46	0.23
バリバリノキ	(Baribarinoki)	<i>Actinodaphne longifolia</i> Nakai	2.41	0.31
タブ	(Tabu)	<i>Machilus Thunbergii</i> Sieb. et Zucc.	4.58	0.98
ユーカリ	(Yukali)	<i>Eucalyptus</i> Sp.	—	0.35

よりダケカンバに至る温寒帯広葉樹は北海道産のもの（エンジュも、）アカガシよりタブに至る暖帯広葉樹は屋久島産のものである。これらの材の他の性質については別に報告した。同じ *populus* に属するアメリカの *P. tremuloides* (Aspen) が製紙パルプの見地から樹脂障害を起す可能性があることを B.L. Browning, L.O. Bublitz³⁾ は述べており、ドイツ産の *P. serotina* が多量の樹脂を含むことを G. Jayme, L. Rotham⁴⁾ が報告しているから、この属のものは注意するを要する。

その外にヒメシヤラ、イタジイ、タブが除去の困難な樹脂を有することを知った。これらならびに前述の *populus* 3種の未晒パルプならびに晒パルプより髓線細胞（ならびに柔細胞）を篩別分離して集め検鏡したところ、*populus* 3種は殆んど全部の細胞に油滴状の樹脂状物質を含み、漂白パルプより分離したのものにも大部分が残存していることがわかった (Phot. 1)



Phot. 1. The ray- and parenchyma-cells in the bleached kraft pulp of *Populus alba* L.

ギンドロ漂白クラフトパルプ中の髓線及び柔細胞

本材よりの未晒パルプにも更に漂白パルプ中にもこれに相当する細胞が発見される。それらの中にはしばしば細胞が破壊して内容物質が流出しているものがある。(Phot. 2) 黄褐色の粘質のものであるから針葉樹に類似の樹脂障害を起す可能性もある。

一方樹脂の心配のない例では、シラカンの如きものは未晒パルプ中の髓線細胞（或は柔細胞）に暗褐色の内容物が著しく含まれが (Phot. 4), 漂白の後には全く消失する (Phot. 5)。これに対応して晒パルプのアルコール・ベンゼン抽出物は微量である。またヤマガキは一部の導管中に暗色の物質を含むが、晒クラフトパルプの抽出物は同じく微量である。

以上述べた如く、供試広葉樹34種中パルプ化に際して、アルカリ処理及び酸化漂白の繰返しによつても除去の至難な樹脂を有するものは、シラカバの類縁樹種（マカンバはかかる樹脂を含まない）、ポプラの類縁樹種及び他の3種で、比較的少数であるが、シラカバは現在多量に用いられ、タブは九州地方に蓄積多く、イタジイ、ヒメシヤラもかなり重要樹種であり、ポプラ類はパルプ原木用造林有望樹種である。

然してこれらの樹種のパルプに樹脂の含まれている状態を形態的に分類すると次の如くなるであろう。

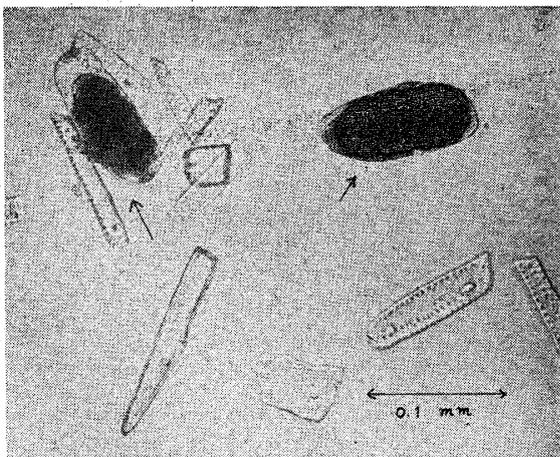
温和な漂白とは別に、未晒髓線細胞（ならびに柔細胞）を少量、遠心分離用小試験管にとり、多量の塩素水を加えて塩素化し、多量の NaOH 溶液を加えて激しく煮沸し、多量の $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ により酸化を行った後もこれらの樹脂状物質は除去されていない。この様な状況は既に報告したシラカバの場合と全く同様である⁵⁾。

タブの供試材は原木の切片で見ると、柔細胞中に澱粉粒と思われるもの（有機溶媒で不溶、ヨードで青染、冷稀アルカリ液に易溶）が多量に含まれるが、これとは別に髓線細胞或は柔細胞中にしばしば黄褐色の樹脂を充満した細胞が含まれていた。

1. シラカバ及びポプラの類縁樹：パルプ中に含まれる髓線及び柔細胞の量が少い。重量で約3~4%で全供試樹種中の最少のものに属する。樹脂は小滴状になつてこれらの殆んど全ての細胞中に分布している。

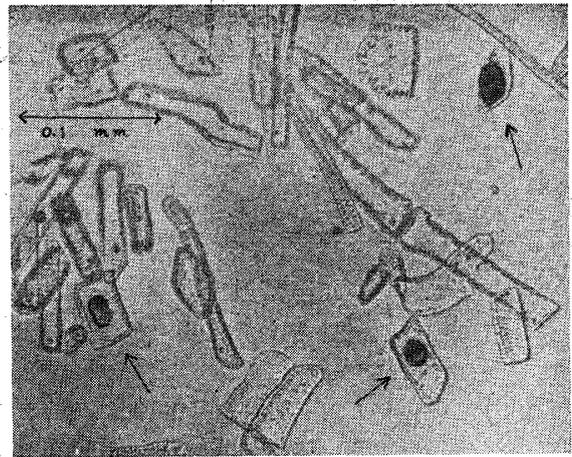
2. タブ：パルプ中の髓線及び柔細胞は多い(13.7%)。これらの大部分の細胞は無内容であるが、それらの中に少数の樹脂で充満した稍大形の細胞が存在し、これらの細胞がしばしば破壊して粘質な内容物質を流出させているものがある。(Phot. 2)

3. ヒメシヤラ：パルプ中の髓線及び柔細胞は多い。その大部分は無内容であるが、それらの一部の細胞に樹脂が含まれている。(Photo. 3)



Phot. 2. The ray- and parenchyma-cells in the bleached kraft pulp of *Machilus thunbergii* Sieb. et Zucc.

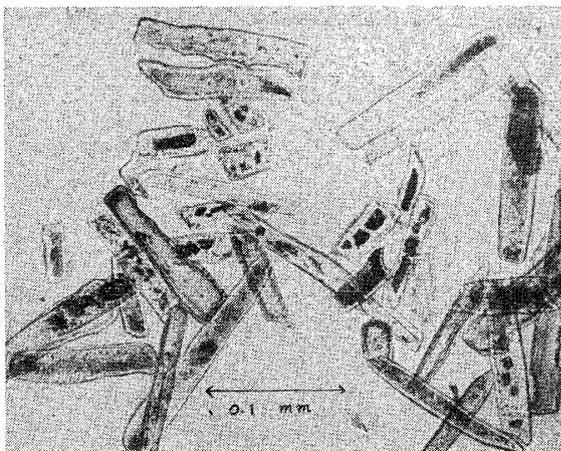
タブ漂白クラフトパルプ中の髓線及び柔細胞



Phot. 3. The ray- and parenchyma-cells in the bleached kraft pulp of *Stewartia monadelphica* Sieb. et Zucc.

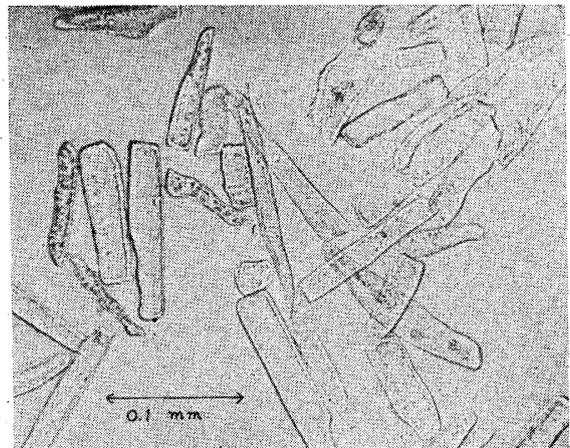
ヒメシヤラ漂白クラフトパルプ中の髓線及び柔細胞

Phot. 1 ギンドロ, Phot. 2 タブ, Phot. 3 ヒメシヤラ, 以上はそれぞれ漂白クラフトパルプより篩別した髓線及び柔細胞の顕微鏡写真で、これら細胞に漂白処理後にも樹脂状物質が含



Phot. 4. The ray- and parenchyma-cells in the unbleached kraft pulp of *Quercus mursinaeforia* Blume.

シラカシ未晒クラフトパルプ中の髓線及び柔細胞



Phot. 5. The ray- and parenchyma-cells in the bleached kraft pulp of *Quercus mursinaeforia* Blume.

シラカシ漂白クラフトパルプ中の髓線及び柔細胞

まれているところを示している。Phot. 4 はシラカンの未晒クラフトパルプより篩別した髓線ならびに柔細胞で、これらの中に著しく暗褐色の内容物が含まれているところを示している。然るに Phot. 5 は同じくシラカンの漂白パルプより分離したもので、漂白により内容物が失われたところを示している。

以上の実験に於て、そのクラフト蒸解は、各樹種共、水分 10% 附近の風乾チップを用い、硫化率 25%、全 Na_2O 木材対 20%、液量木材の 4—4.5倍とした。約 60 min. で最高温度 170°C に達し、その温度に 2 hrs. 保つた。

未蒸解分はなく、 KMnO_4 -No. は樹種により最低 7.9 最高 14.3 の範囲であつた。漂白は、第1段： KMnO_4 -No. に当量の 70% の Cl を $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ として加え、20°C, 30 min. 処理し、第2段：パルプ対 1% の Cl を塩素水として加え、20°, 30 min., 第3段：パルプ対 NaOH 1% を加え、90°-95°, 30 min., 第4, 5段：第2, 3段の繰返し、第6段：パルプ対 1% の Cl を $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ として NaOH 0.3% と共に加え、40°, 3 hrs. 以上の漂白の結果、樹種により白色度は89—93%となつた。パルプの洗滌は細い布の上で行つて微細細胞を失わぬ様にした。樹脂はアルコール・ベンゼン (1 : 2) でソクスレーで 4 hrs. 強く抽出して定量した。

2. シラカバ未晒亜硫酸パルプの篩別

上述の如く、広葉樹の除去の困難な樹脂がことごとく微細な髓線細胞或は柔細胞中に含まれているとすれば、レーヨンパルプを目標にする場合にこれらを篩別除去することが考えられる。上に分類した如く、シラカバ類及びポプラ類はこれらの微細細胞の重量%が低いから篩別によるパルプ損失が比較的僅かであろうと期待される。以下の実験にはシラカバの亜硫酸パル

第2表 シラカバ未晒亜硫酸パルプの篩別による晒パルプ樹脂の減少
Table 2. Effect of Screening of Unbleached Sulphite Pulp of Birch.

原木 Wood No.	晒行程中のアルカリ抽出 Alkali-Extraction-Stage in Bleaching		晒パルプの alc.-benz. 抽出物 Alc.-benz. (1:2) Extractive of Bleached Pulp %
No. 1	10% NaOH on pulp	Unscreened	篩別せず。 1.7
		Screened	篩別す。 1.0
No. 23 ¹	"	Unscreened	" 1.46
		Screened	" 0.50
No. 22	"	Unscreened	" 2.01
		Screened	" 0.86
No. 24 ²	"	Unscreened	" 0.26
		Screened	" 0.15
No. 22	Hot alkali refining	Unscreened	" 1.98
		Screened	" 0.54
No. 22	Cold alkali refining	Unscreened	" 1.56
		Screened	" 0.49

1. ダケカンバ *Betula Ermanii*
2. マカンバ *Betula Maximowicziana*

プを用いた。未晒状態の髓線ならびに柔細胞は木繊維に比し残存リグニンならびに他の不純物も多いから漂白の薬品の節約のためには一応未晒パルプの状態で篩別するのが有利の様に考えられる。その結果を第2表に示す。表示の如く、未晒状態で篩分した効果はかなり著しいものがあるが、マカンバの如く樹脂が元来少ないものはよいが、樹脂の多いシラカバでは晒パルプの樹脂を0.1%の程度に下げることではできそうもない。又表示の如くアルカリ処理を加圧で行つても、濃アルカリ低温処理を行つても著しい効果はないようである。

以上の実験は、生材チップ 1600g に CaO 1.2-1.3 % 全 SO₂ 約 8 % の蒸解液約 3200 cc. を加え。最高温度145°, 最高温度に於ける蒸解時間 2.5-3 hrs. 全蒸解時間約 13 hrs の蒸解を行い、フラットスクリーンを通し、KMnO₄-No. 約 5, 未晒粘度約 6 の未晒パルプを得て用いた。篩別は前報に記した 150-mesh の金網を張つた小型の装置で流出水中に殆んど微細細胞が見られなくなるまで洗つた。漂白は多量の塩素水で処理し、パルプに対し10%のNaOHを用い、90°-95°に 2 hrs. アルカリ抽出を行い、過剰の NaOCl₂ と酢酸とで仕上漂白を行つた。

3. 未晒パルプの篩別と洗滌剤との並用

漂白工程中に洗滌剤、分散剤を用いて細胞中の樹脂が除去し得るか否かについて第3表の実験を行つた。未晒パルプ 25 g に対し、8 Lの水量で篩別洗滌の後、漂白の際のアルカリ抽出段階に表示の洗滌剤を添加した。アルカリ抽出はパルプに対し NaOH 10 % を用い、パルプ濃度 15%で 90°-95°, 2 hrs. 括弧内の数字は篩分を行わなかつた場合である。

上の実験では洗滌剤を NaOH と同時に用いているが、第4表では同じ条件のアルカリ抽出を先に行い、一度洗滌したる後、洗滌剤を単独に用いた場合である。以上の結果によると洗滌

第3表 未晒パルプの篩別とアルカリ抽出の際の洗滌剤の使用

Table 3. Effect of Screening of Unbleached Sulphite Pulp and Use of Detergent in the Alkaline Extraction Stage.

洗滌剤使用量 (%) Percentage of Detergent used for Pulp	晒パルプ中の alc. benz. (1:2) 抽出物 Alcohol-Benzene-Extractive of Bleached Pulp %		
	ノイゲン Noigen ¹	モノゲン Monogen ²	石ケン Soap
0		0.88-0.95	
1	0.79 (0.57)*	0.71	0.75
2	0.11 (0.38)	0.54	0.53
3	0.07 (0.23)	0.44	0.36
4	0.10 (0.19)	0.41	0.41
5	0.07 (0.11)	—	—

* 括弧内は篩別を行わない場合。

¹ 非イオン活性洗滌剤の1種。

² アルキル硫酸エステル系洗滌剤の1種。

原木 No. 22 シラカバ。

Percentages when unscreened.

Nonionic detergent

Alkyl sulphuric ester

Wood : No. 22 Birch

第4表 未晒パルプの篩別とアルカリ抽出の後に洗滌剤の使用
Table 4. Effect of Screening of Unbleached Sulphite Pulp and Use of Detergent after the Alkaline Extraction Stage.

洗滌剤使用量 (%) Percentage of Detergent used for Pulp	晒パルプの alc.-benz. (1:2) 抽出物 Alcohol-Benzene-Extractive of Bleached Pulp %		
	ノイゲン Noigen	モノゲン Monogen	石ケン Soap
2	0.32	0.84	1.02
3	0.26	0.24	1.20
4	0.30	0.74	0.94

剤を NaOH と同時に用いる方がはるかに有効であることがわかる。未晒状態で篩別を行い、アルカリ抽出に際して、非イオン活性洗滌剤のあるものをパルプに対し有効量（約2%）使用すれば晒パルプの樹脂を充分満足される程度まで除去することができる。他の洗滌剤たとえば高級アルコール硫酸エステルならびに通常の石ケンには甚だ効果が低いことがわかる。然しながら比較的高価な非イオン活性洗滌剤を多量に使用することは困難である。更に第3表の括弧内の数字が示す如く、篩別を行わずに非イオン洗滌剤のみに頼る場合は非常に多量を要することになる。

4. 晒パルプの篩別

既述の如く、樹脂はことごとく髓線細胞及び柔細胞中に含まれると考えられる。これらの細胞は 150 mesh 金網を自由に通過する筈である。この金網で長時間かかつて完全に篩別しても第2, 3, 4表の如く樹脂が残ることは、未晒亜硫酸パルプの状態では蒸解度の進んでいる場合でも髓線組織や柔細胞列の中に未だ結束集団があつて篩別を妨げていることを思わせる。然しながら漂白後にはこれらの結束集団は完全に個々に単離しているか或は極めて僅かの衝撃により分離し得る状態になると考えられる。従つて漂白後に篩別操作を行えば髓線ならびに柔細胞は完全に除かれるであろう。またこの場合に激しい攪拌を並用すればなお有効であろう。その実験結果は第5表の通りである。攪拌のためには家庭用のミキサーで短時間処理した本表の例えば最下段の意味は、原木のアルコール・ベンゼン抽出物 4.77%、その未晒亜硫酸パルプのそれは 2.34%、漂白パルプのそれは 0.87%、漂白パルプ 25g に対し 5l の水を用いて 43-mesh の篩で篩別した時、0.38%となり、更に大量の水で充分篩別した場合に 0.14%となつたことを示す。未晒パルプ篩別の場合には洗滌剤をアルカリ抽出工程に並用して始めて晒パルプの樹脂を十分に除き得たが、晒パルプの状態では洗滌剤を使用しなくても篩別だけで十分に除き得ることが示された。このことはシラカバの除去困難の樹脂が髓線細胞や柔細胞にのみ含まれていることを示すものである。

上に行つた全ての篩別の実験は径 6" 又は 8" 深さ 18 cm 又は 19 cm の円形槽の底部に 48-mesh 又は 150-mesh の標準金網を張り、攪拌装置を付してパルプ（乾燥量 15 g 又は 30 g）を篩別洗滌したものである。今少しく工場的具体的な篩別操作の実際を検討して見ることとした。

第5表 シラカバ亜硫酸パルプの篩別の効果

Table 5. Effect of Screening of Bleached Sulphite Pulp of Birch.

シラカバ原木 Wood	原木の alc.- benz. 抽出物 Alc.-Benz.- Extr. of Wood	未晒パルプの alc.-benz. 抽出物 Alc.-Benz.- Extr. of Unbleached Pulp	未篩別晒パル プの alc.- benz. 抽出物 Alc.-Benz.- Extr. of Unscreened Bleached Pulp	150-mesh 篩別晒 パルプの alc.- benz. 抽出物 Alc.-Benz.-Extr. of Bleached Pulp Screened with 150-mesh Wire	48-mesh 篩別晒 パルプの alc.-benz. 抽出物 Alc.-Benz.- Extr. of Bleached Pulp Screened with 48-mesh Wire
瀬棚郡今金町 昭和 30. 3 伐 風乾チップ A	1.8 %	3.16% 3.55	1.8 % 1.9	0.13%	0.11% 0.11
旭川 風乾チップ B	4.18	—	1.15	—	0.36 (5L) ¹ 0.12 (∞) ²
落滑 昭和 30. 9 伐 新鮮生材 C	2.34 2.74	—	2.77 2.75 2.71	—	1.02 (5L) 0.19 (∞) 0.10 (∞)
落滑 昭和 30. 6 伐 風乾チップ D	4.77	2.34	0.87	—	0.38 (5L) 0.14 (∞)

1. 25 g パルプを 5 L の水で篩別 This means that 25 g pulp was screened with 5L water.
 2. 充分多量の水で篩別 This means that 25 g pulp was screened with very large amount of water.
- A, B, D Air-dry chips of birch after seasoning
C Fresh raw birch wood chips

この様な装置として簡単なものに C. Carpenter⁶⁾ の傾斜金網型篩別装置がある。その報告の中で針葉樹亜硫酸パルプの微細細胞を篩別して樹脂を除去することに関する当時までの文献を紹介し, southern pine の亜硫酸パルプの 1—2% のエーテル抽出物を 70-mesh の傾斜金網上に流下させることにより 0.6—0.4% に低下させている。

これにならい, 巾 10cm 長さ 100cm の 40 mesh の金網を水平に対し 60° の角度に張つた装置を作つた。(Fig. 1) 上部にフローボックスがあり, 金網上を流下して濃縮されたパルプならびに金網下に通じた白水はそれぞれの受槽に落す様になっている。篩別すべきパルプは例えば 0.2% の濃度に稀釈し, よく攪拌しながら遠心ポンプにより一定速度でフローボックスに上

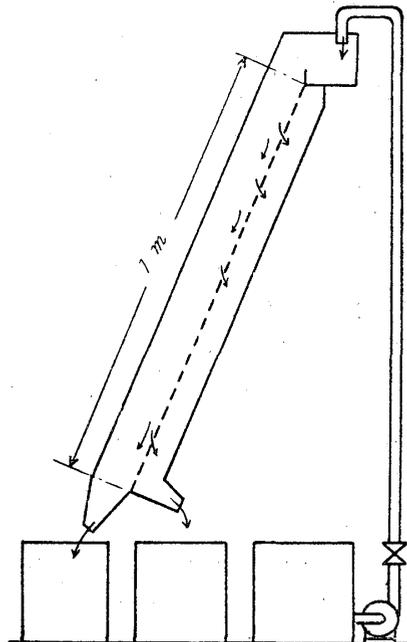
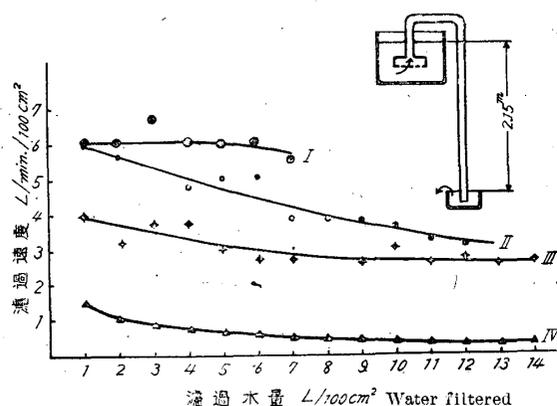


Fig. 1 • Inclined wire screening apparatus
傾斜金網篩別実験装置

げる。この装置はポンプとバルブによつて流下速度を自由に变化できるが、約 $1\text{ m}^3/\text{hr.}$ の場合が適当と認められた。実験の例は次の如くである。パルプ：シラカバ晒亜硫酸パルプ。そのアルコール・ベンゼン抽出物（以下樹脂と呼ぶ）1.3%。装置に供給するパルプ水の濃度0.2% 金網上を流下した（篩別された）パルプ水の濃度1.3%。そのパルプの樹脂0.2%。網を通過した白水の濃度0.014%。損失原質（白水中原質の全量に対する%）6.3%。供給するパルプ水の濃度を0.3%とすると同じ流下速度の場合篩別パルプの樹脂は0.32%となり、損失原質は4.5%となる。又0.2%の場合の白水を再度流下させると1.7%（全量に対する）が回収される。ここに回収されるパルプの樹脂2.33%である。最後の白水を布で濾過すると黄色泥状で乾燥して樹脂を測ると13.5%を含む。上の回収の場合に金網を 80-mesh に変更すると回収量は 3.3%となるが回収パルプの樹脂は 4.0%となる。上述の如く、漂白後の篩別により、シラカバ晒亜硫酸パルプの樹脂はレーヨンパルプとして充分の程度に除去される可能性があることがわかつた。

篩別に伴う第一の問題はパルプの損失である。今問題にしているカバ属ならびにポプラ属は他樹種に比し髓線ならびに柔細胞の量が始めに述べた如く著しく僅少であるから幸である。種々の広葉樹のパルプ中のこの種の細胞の含量は既に報告した所^{1) 2)}である。上例の金網の目を更に細かくすれば木繊維の逸出が少なくなるだけ損失は減ずるが篩別の能率も低下するであろう。



- I. Filtration of pulp-suspension, consistency 0.2 %, through 80-mesh wire.
- II. Filtration of ray-cell-suspension, consist. 0.015%, through 80-mesh wire precoated with birch pulp.
- III. Filtration of pulp-suspension, consist. 0.2%, through cotton cloth.
- IV. Filtration of ray-cell-suspension, consist. 0.015%, through cotton cloth.

Fig. 2 Filtration velocity of pulp- and ray-cell-suspension

パルプ及び髓線細胞浮遊水の濾過速度

第二の重要な問題は水の回収であると思われるので、これらの細胞の浮遊する水の濾過に関する一実験を行つた。このために Fig. 2 に略示した濾過実験装置を作つた。濾過面は荒目の金網の上に張つた有効面積 100 cm^2 80-mesh の金網である。この上に直接濾過したり、その上に濾布（キャラコ）を張つたり、或は金網上に予じめ少量のシラカバのパルプ水を濾過してパルプの薄い濾層を形成させてから（precoat）濾過を行つたりした。濾過は水柱 2.15m の一定の静水圧で行われる様にした。Fig. 2 に於て III は濃度0.2%のパルプ浮遊水（シラカバ晒亜硫酸パルプ）、IV は濃度 0.015%（前述の傾斜金網篩別装置の実験例による）の髓線及び柔細胞の浮遊水を、いずれもキャラコ布に濾過した場合である。これより、稀薄な髓線細胞浮遊水の濾過が正常パルプ水のそれに比し甚だ遅いことがわかる。濾布の目が微細細胞によつて

詰まり易いためであろう。I は 80-mesh 金網上に 0.2% のパルプ水を濾過した場合で、布の場合の約 2 倍の濾過速度である。言う迄もなく髓線浮遊水は 80-mesh 金網を通過する。それ

で前述の如く precoat した金網上にこれを濾過した場合が II である。IV 即ち布を濾材とした場合よりはるかに濾過が速である。正常パルプの濾過即ち I との差もあまり大きくなく、この様な方法によつて始めて水の回収が可能の如く推定される。ここに precoat に用いられた良繊維の量を本実験では明確にすることができなかつたが、相当の量の良繊維が必要で、これに色の悪い、樹脂を多量に含む、粘質の髄線細胞が混合してしまうこととなる。

以上の研究にあたり木材解剖学上の御高教を頂いた貴島恒夫教授、深い御支援を与えられた国策パルプ工業株式会社ならびに実験の援助をして頂いた大学院学生東郷和夫君に厚く御礼を申上げる。

要 約

暖帯ならびに温寒帯広葉樹34種の晒クラフトパルプのアルコール・ベンゼン抽出物を定量した。これらの樹種の中、レーヨンパルプとして過大の抽出物を含む樹種を指摘した。それらの樹種の中、シラカバの亜硫酸パルプを対象として、パルプの篩別により抽出物を極少にする方法に関する基礎的実験を行つた。

Résumé

The bleached kraft pulps were prepared from thirty four species of hardwoods. The amounts of alcohol-benzene-extractives in these bleached kraft pulps were determined and shown in Table 1. The extractives were less than 0.2-0.3% in most woods, but in some woods, quantities amounting to 0.5-1.0% were found, showing the presence of persistent resinous substances in these woods.

These are three woods of *populus* sp., i.e., *P. alba* L., *P. nigra* L. and *P. Maximowiczii* A. Henry and three woods of other species, i.e., *Shiia Sieboldi* Makino, *Stewartia monadelphæ* Sieb. et Zucc. and *Machilus Thunbergii* Sieb. et Zucc. Beside these, two woods of *Betula* sp. i.e., *Betula Tauschii* Koidz. and *Betula Ermanii* were reported in the previous paper of the writer.

Though the kinds of these woods are relatively few, they are important woods in this country. Birch is used now considerably, *Machilus Thunbergii* and *Shiia Sieboldi* are important woods in the southern districts of Japan. *Stewartia monadelphæ* is also a promising wood in the same districts. *Populus* sp. is of future importance.

As the resin contents of the recent rayon pulps are extremely reduced to about 0.1%, it may be difficult to prepare such a rayon pulp from these hardwoods. The removal of resin is probably an important problem.

These woods may be classified in three types according to the microscopical study of the ray- and parenchyma-cells in the bleached kraft pulps.

1. Two woods of *Betula* sp. and three woods of *Populus* sp.: In these woods, the weight-percentages of the ray- and parenchyma-cells in the pulps are remarkably low, while the extractive substances (which form droplet in the cells under microscope) are uniformly distributed among these cells.

2. *Machilus Thunbergii*: In this wood, the weight-percentage of the ray- and parenchyma-cells is great (13.7%). Though the majority of the ray- and parenchyma-cells have no cell-content, some of them are filled with resinous substance, and occasionally it is seen that one or two of them are bursting and exposing their viscous cell-content (Phot. 2).

3. *Stewartia monadelphica*: In this wood, the weight-percentage of the ray- and parenchyma-cells are great and the resin is contained in some of these cells.

When the persistent pitch of the hardwood pulps is exclusively confined in their ray- and parenchyma-cells and the weight-percentages of these cells are small, the screening (classification) may be considered as available for removal of pitch.

The birch sulphite pulp was used as material for experiment. As the ray- and parenchyma-cells generally contain more residual lignin and other impurities, the screening before bleaching appears to be profitable for saving of bleaching agents. However, as shown in the Table 2, 3 and 4, the screening of unbleached pulp was found to be hopeless for reduction of resin to the extent of 0.1%.

The screening of unbleached pulp together with the use of detergents in the alkali-extraction-stage in bleaching was tried. As shown in Table 3 and 4, a nonionic detergent was remarkably effective, on the other hand, alkyl sulphate and ordinally soap had no effect. However, even the nonionic detergent, large amount was necessary for sufficient removal of resin. (about 2% on the weight of pulp). It seems that in the unbleached sulphite pulps of birch, the ray- and parenchyma-cells are not completely separated from each other, and unable to pass through perforation of the wire screen.

The results of the screening after bleaching are presented in Table 5. As shown in the table, it was possible to reduce the resin as low as to 0.1% even when unusually great amount of resin was present. These results show that the resin of birch pulp is confined in the small cells such as ray- and parenchyma-cells.

In the above experiments, the screening was carried out with small apparatus consisting essentially of a cylinder and circular wire (48- or 150-mesh) 6 or 8 inches in diameter. In the following experiments, an inclined-wire-apparatus was used—a model similar to the classifier introduced by C. Carpenter. The apparatus consists essentially of 40-mesh wire, 10 cm in width, 100 cm in length,

and inclined by 60 degrees to the horizon. Bleached birch sulphite pulp suspension of 0.2 % consistency was let flow down at the rate of 1 m³/hour. An amount 6.3 % of the total passed through the wire as white water of the consistency 0.014 %. The consistency of the screened pulp was 1.3 %. The alcohol-benzene-extractive (resin) was reduced from 1.3 % in the original pulp to 0.2 % in the screened pulp. When the consistency of the pulp-suspension was increased to 0.3 %, the loss of pulp was decreased to 4.5 % from 6.3 %, while the resin in the screened pulp was increased to 0.32 % from 0.2 %. When the white water in the former case was let flow down again, 1.7 % (of the total pulp) was recovered, the resin content in the recovered pulp was 2.33 %. When a 80-mesh wire was used instead of 40-mesh, the percentage recovered could be increased to 3.3 %, but its resin content became 4.0 %.

As the recovery of water is important for practice of screening, an experiment was made on the filtration of ray-cell suspension. When cotton cloth was used, the filtration was very slow in comparison with the filtration of the pulp-suspension, showing the clogging of pores by the ray-cells. The filtration velocity was greatly improved when filtered through precoated wire. However, in this case, a quantity of good pulp is unavoidably mixed with dirty ray-cells. These results are shown in Fig. 2.

文 献

- 1) 北尾弘一郎, 越島哲夫 : 木材研究 **13**, 139-149 (1954).
- 2) 北尾弘一郎 : 本誌 **43**.
- 3) Browning, B.L., Buflitz, L.O. : Tappi **36**, 418-419 (1953).
- 4) Jayme, G., Rothamal, L. : Cellulosechemie **22**, 88-96 (1944).
- 5) 北尾弘一郎 : 木材研究 **14**, 6-14 (1955).
- 6) Carpenter, C. : Paper Trade J. **105**, No. 16, 42 (1937).