

広葉樹レーヨンパルプに関する研究

第1報 シラカバ材のピスフレックについて

木材化学第1研究室 北尾弘一郎

京都大学農学部農芸化学科 東郷和夫

(昭和31年5月31日受理)

Koichiro KITAO and Kazuo TOGO : Studies on the Hard Wood
Rayon Pulp. I. On the Pith Fleck in the Birch Pulps. (*Betula*
Tauschii Koidz.)

木材中の不正常組織として、ピスフレック (pith fleck) なるものが存在することについては、1840年、Hartig, Rossmässler 等により、*Corylus* ハシバミ属、*Betula* シラカバ属、*Alnus* ハンノキ属、等の材に見出され、Zellgängen 或は Markwiederholungen の名で、研究されて以来、その他の樹種についても、かなり研究されて来た。

一般にピスフレックは、材の中で上下の方向に細長くのびた組織で、材の横断面上では、黄褐色、暗褐色、或は灰色等の斑点となつて現われ、樹種によつて、色、形状、等にかかなりの相違があるが、多くの樹種では茶褐色を呈する。関谷氏によれば、横断面上射出線が白色、或は灰色に近いものは、ピスフレックもまた、白色或は黄白色を呈するといわれ、また附近にある射出線は増殖膨大して梳毛状を呈し、時としては之等の細胞の増殖、膨大、変形等は霜輪に見られる柔細胞の変形と似た点があるといわれる。¹⁾

このピスフレックの成因については、双翅虫の幼虫により蝕害された形成層中の孔が新生細胞により閉塞されて出来るものであると考えられている。²⁾

著者等は、シラカバ (*Betula Tauschii* Koidz.) にピスフレックがかなり多く見出される事に留意し、更にシラカバが広葉樹パルプ用原木として広く用いられ、特に我国のレーヨンパルプ原木として重要であるので、このピスフレックの形態学的、化学的、性質或は又パルプ化にともなふ挙動等を明らかにするために本研究を行つた。

研究試料として、木材よりピスフレックの組織を採取し、分析を行ひ、正常組織の分析値と比較検討し、次にピスフレックが材のパルプ化にともなつて如何なる挙動をとるか、顕微鏡観察を行つた。更に、この組織のみ、或はこれを多量に含むパルプからビスコースを実験室的に作ると、その溶解状態が不完全なことが観察された。

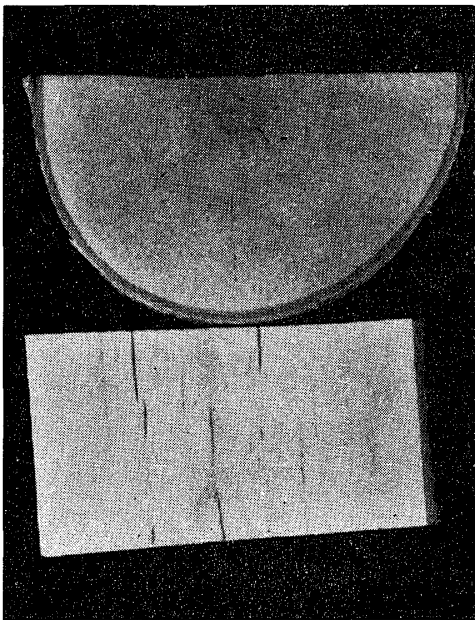
現在、ビスコース・レーヨン工場の操業上の障害、例えば、濾布の交換、或はノズルの詰り等の問題に関して、ビスコースの濾過性の良否が最重要視されている。これに関し、ピスフレックの組織を異常に多量に含む原木より製造されたパルプの場合にはその影響を無視し得ないと思はれる。

実験之部

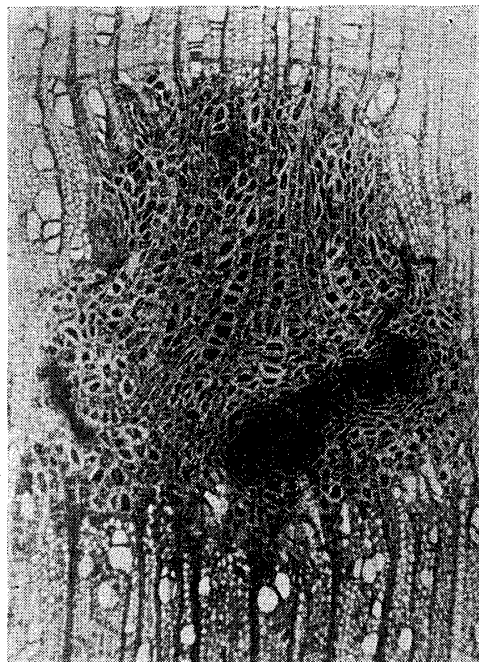
(1) ピスフレックの形態及び顕微鏡観察

シラカバのピスフレックは茶褐色を呈し、その形状も不定で、長いもの、短いもの、或は斜に走るもの等、存在するが一般にこの組織は直径 1mm~2mm 長さ 2cm~5cm で特に長いものは 10cm 以上に達する。材の周辺部に比して、中心部の方に多く存在し、又一年輪内では春材部に多く見られる。

顕微鏡用切片は、あらかじめピスフレックの存在する部分の材を、約 5×5×20mm の直方



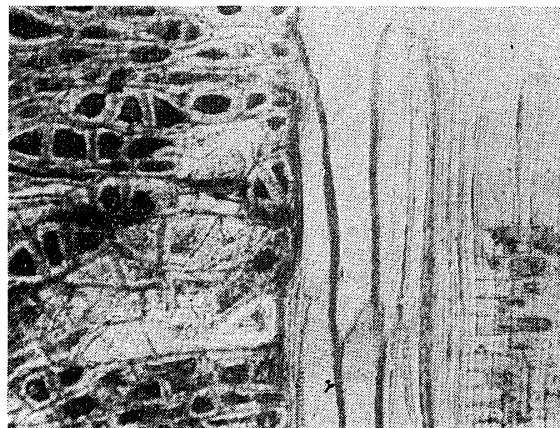
Phot. 1. Transverse plane and radial plane of the birch block, showing pith flecks.



Phot. 2. Pith fleck of birch wood ("Shirakaba" *Betula Tauschii* Koidz.) in cross section.



Phot. 3. Pith fleck of birch in radial section (left half)



Phot. 4. Radial section showing the pith fleck, vessels, and ray-cells.

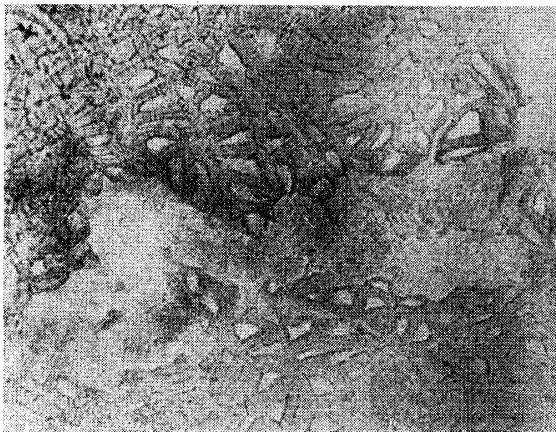
体状に切り取り、メタノールと共に試験管に熔封し、2時間、150°C にオートクープ中で加熱し、材を軟化して、その切片を作成した。

この組織の大部分を構成する細胞は、縦断面で見ても横断面で見てもその形状は同様である。即ち縦横の長さに大差がない。比較的大型である ($35\mu \times 40\mu$)。細胞膜は著しく厚い (10μ)。細胞中には黄褐色の内容物が充満している。上述のようにメタノールと加圧処理して作成した切片でも細胞内容は著しく黄褐色に見える。

このほか、本組織中には更に異常な組織が認められる場合が多い (phot. 2, 3 の中の不規則な大きい暗黒の部分)。顕微鏡で見ると、この部分は上述の細胞内容と同様の黄褐色を呈し、一見樹脂の巨大な塊の様に見誤り易いが、この本質は不規則に発達した薄い細胞膜質のものであることは、以下に述べる実験の結果が示している。この細胞膜質全体を一様に黄褐色の樹脂状物質が覆っているものと考えられる。一般の細胞の様に細胞膜と内腔との区別がはつきりし

ない。

薄い切片をスライドガラスの上に置き濃い次亜塩素酸ソーダ溶液を加え、室温に約30分放置して、脱リグニン処理を行い、完全に水洗して検鏡すると、ピスフレックの組織の大部分を構成する厚膜細胞の黄褐色の内容物は完全に溶出している。それと同時に前述のピスフレック中の不規則な巨大な黄褐色の部分も漂白されている。この部分は次いで、Congo red で染色した場合に、一般の細胞膜と同様に赤色に染まる。Congo red の染色性より考えてこの部分の本質が繊維素であることが明らかである。



Phot. 5. Radial section stained with Congo red after bleaching with NaOCl.

然しながらその形態学的構造は、なほ明かにするを得ない。

(2) ピスフレックの化学組成。

シラカバ原木をうすい板状に縦に切ると、その面にピスフレックが線状に現れてくる。この組織を針でかき集め、常法に従って分析した。結果は Table 1 に示す通りである。

Table 1. Chemical composition of the pith fleck and the pith fleck free wood of birch.

	Alcohol-benzene extractive %(a)	Lignin %(b)	Pentosan %(b)	Methoxyl %(b)
Pith fleck free wood	2.6	20.0	26.2	5.0
Pith fleck	35.3	33.4	34.9	5.6

(a) Percentage based on unextracted dry matter.

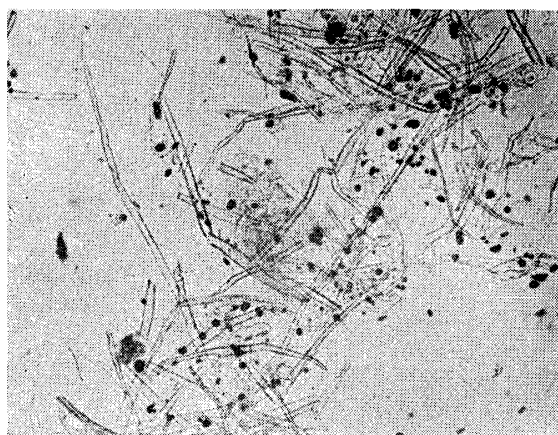
(b) Percentage based on extractive free dry matter.

表からわかる様に、アルコール・ベンゼン抽出物、リグニン及びペントサン共に通常部分にくらべ非常に高い値を示している。特にアルコール・ベンゼン抽出物は35.5%と著しい高い値となっている。

(3) ピスフレックのパルプ化

実験室用 5 l 蒸解釜でシラカバの亜硫酸蒸解を行つた。(全 SO_2 7%, CaO 1%, 最高温度 140°C , 全蒸解時間, 12hr.) ピスフレックの組織は蒸解されたチップの中に、原木の時と同様の暗褐色の線条として明瞭に認められ、ピンセット等で容易に分離できるので、蒸解されたピスフレックの試料、換言すれば、ピスフレックのパルプとも言へるものを集めることは困難ではない。然しこの際かなりの量の通常組織が混入することはやむを得ない。

上の蒸解はレーヨンパルプの蒸解条件に近いかなり激しい条件であるにもかかわらず、ピスフレックの細胞の茶褐色の内容は見掛上蒸解前と同様に存在する。



Phot. 6. "Pith fleck pulp," showing cells containing undissolved content and the "indefinite structure." Long fibers are inevitably mixed ordinary tissue.

前述の如くして、蒸解されたチップより分離したピスフレックを集め、水に懸濁して塩素ガスを通じて塩素化し、パルプに対して 10% の NaOH を加えて約 95°C で 2hr. アルカリ抽出を行い、次亜塩素酸ソーダで漂白を行つた。試料は少量のため相当に過度の漂白が行われたにもかかわらず、白さは不満足であつた。乾燥されたパルプシートは甚だ硬い。

phot. 6 の中央部に見えるものは、前述の細胞膜質のものであり、周囲に散在する黒点は、内容物のつまつた厚膜細胞である。木繊維は既述の如く混入せる正常組織によるものである。

(4) ビスコースの濾過性に及ぼすピスフレックの影響。

ピスフレックを含まないシラカバ亜硫酸パルプより作つたビスコースと、ピスフレックを混入したパルプより作つたビスコースとの濾過性を比較した。ここに用いたピスフレックの調製法は前述の通りであるが、多量の試料を得るのは困難であるので、図示の如き装置によつて少量のビスコースを用いて濾過性の比較を行つた。

ビスコースの調製 絶乾量 10 g に相当するパルプ (ピスフレック混入の場合は、パルプ 9 g にピスフレック 1 g* を加える) を 20 倍量の 18% NaOH 溶液に 20°C で 2hr. 浸漬し、実験室用圧搾機で、絶乾パルプ量の 2.9 倍に圧搾し、ミキサーを用いて粉碎し、得られたアルカリセロースを広口瓶に入れて室温で 20hr. 老成し、セルロースに対して 35% の CS_2 を添加

* ピスフレックのみを全然正常組織を含めずに集めることは困難であるので、実際のピスフレックはこれよりもずっと少い量であらうと思はれる。

し、20°C にて 2hr 硫化を行ひ、ビスコース組成が繊維素 8%，アルカリ 7%になる如くアルカリ液を加え、硝子棒にて充分分散溶解せしめた。測定時の粘度は 20~23 sec./10cm であつた。

ピスフレックを混入した場合のビスコースは著しく透明度が悪く、検鏡すると多くの不溶解物が存在するのが見られる。

濾過性の試験方法及び結果 図の装置により 濾過試験を行つた。濾過圧力は $2\text{kg}/\text{cm}^2$ に保ち、濾材として金巾を用いた。濾過面積は 1cm^2 で一回の試験に用いるビスコース量は 60cc。メスシリンダーにて流出量を読み、時間に対する 流出量の変化を比較し、Fig. 2 に示す様な結果を得た。

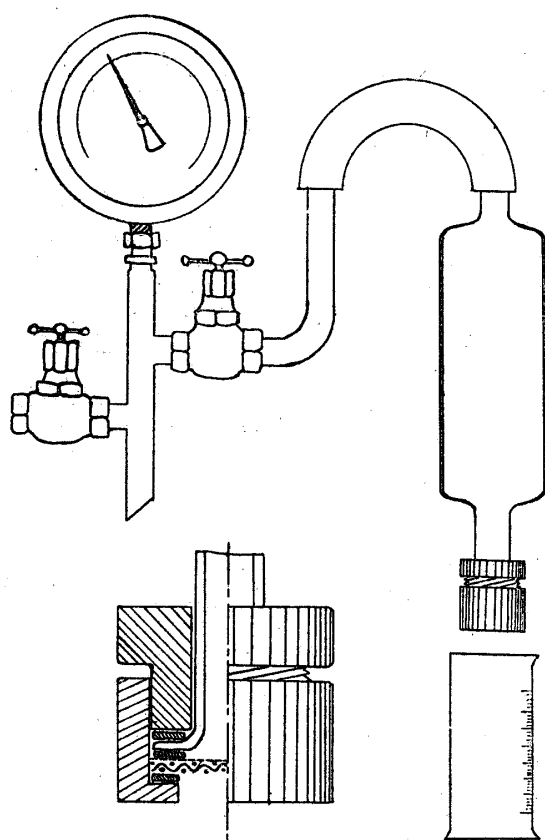


Fig. 1. Testing apparatus for filtrability of viscose. Filtration through fine cotton cloth reinforced by the underlying metal wire (effective filtering area, 1cm^2) at the constant pressure of $2\text{Kg}/\text{cm}^2$.

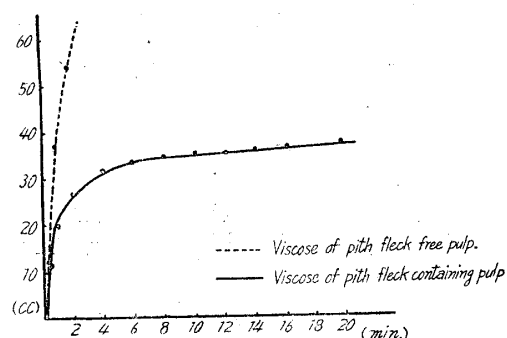
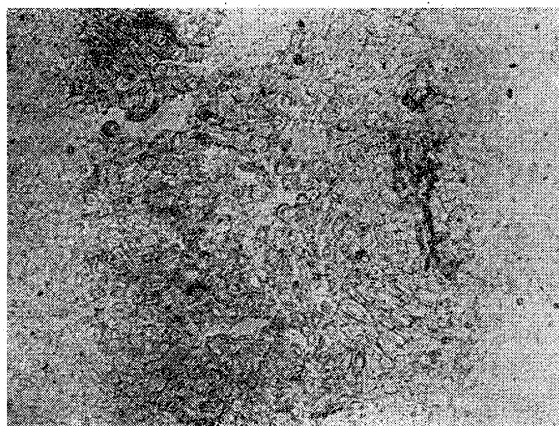


Fig. 2. Filtration curves of viscoses

Fig. 2 よりピスフレック混入が、濾過性を著しく悪くしていることは明かである。

しかし、以上の実験はピスフレックを異常に多く混入した場合であり、実際問題として、原木中、従つてパルプ中のピスフレックの量は極めて僅かであり、これらの少



phot. 7 Cross section treated with cuprammonium solution, showing rapid dissolution of the ordinary tissue and undissolved pith fleck.

量のピスフレックがビスコースの濾過性にどの様に影響してくるかは未だ明らかでなく、更に詳細な検討が必要である。

この組織の難溶性を示すもう一つの例として、この cross section をスライド

ガラス上にて、NaOCl 溶液で漂白し、水洗後これに濃い銅アンモニア液を滴下すると、通常組織は瞬時に溶解するが、このピスフレックの組織は著しく溶解が遅れる。phot. 7 は溶解の中間段階を示そうとしたもので、写真の周辺部は速に溶解した通常組織である。これに反しピスフレックの部分は容易に溶解しないことを示している。

更に前述の如く、ビスコースの濾過性に対する悪影響もまた、ピスフレックの溶解性の不良に基くものである。

その原因は細胞膜が極めて厚いこと、この組織に極めて多量の樹脂状物質が存在すること、細胞膜のリグニンならびにペントサン含量が著しく多いこと、等であると考へられる。従つて正常組織に比し、蒸解が遅れ、又漂白が困難であることが当然推察される。これが更に溶解性に影響して来るのであらうと思はれる。

要 約

シラカバ材にはピスフレックがかなり顕著に認められる。シラカバのピスフレックは内容物を有する厚膜の細胞から主として構成されている。そのほかに形態の不明瞭な組織部分が存在する。ピスフレックは正常組織に比べて著しく多量の抽出物、リグニン、及びペントサンを含む。多量のピスフレックを含むパルプより作つたビスコースの濾過性が悪いことを認めた。

Résumé

Pith fleck, one of the abnormal tissues of wood, is frequently found in the wood of the birch ("Shirakaba," *Betula Tauschii* Koidz.) growing in Hokkaido and other places in Japan. A pith fleck of the birch appears as a dark brown speck and as an elongated narrow brown band, respectively in the transverse and in the longitudinal plane of the wood. The cells constituting the main part of the pith fleck have a form, in which the length of the longer axis and the shorter axis is nearly equal (about 45 μ). The thickness of these cell walls is very thick (about 11 μ). These cells contain a large amount of the brownish colored resinous substance. Besides the above cells, in the tissue of the pith fleck, one or two relatively large structures of an indefinite form are frequently found. This structure, being colored brown, is liable to be mistaken for a resinous deposit simply. (See Phot. 2, 3) This structure, from the result of the following experiments, seems to be essentially a membrane which has grown irregularly and has been covered with resinous substance all over the surface. A thin microtome section was treated on a slide glass, successively with a strong solution of sodium hypochlorite, washed completely, and stained with congo red. It was found that the indefinite structure was stained to red in the same manner as the other cell wall. (See Phot. 5). The tissue of the pith fleck was analyzed and it was found that lignin 33.4%, pentosan 34.9%, on the extractive free dry matter and alcohol-benzene extractive 35.3% on the unextracted dry matter. The corresponding values for pith fleck free wood were lignin 20.0%, pentosan 26.2%, and alcohol-benzene extractive 2.6%. Laboratory

sulphite pulping of the birch chips containing the pith flecks was carried out. From the cooked chips, the parts of the pith fleck were separated and bleached to prepare "pith fleck pulp." Viscoses were prepared from the pith fleck free birch pulp and the mixture constituting of one gram of the "pith fleck pulp" and nine grams of the pith fleck free pulp. The viscose, in which an unordinary large amount of pith fleck had been mixed, was remarkably turbid. Its filtrability was found to be definitely inferior in comparison with the viscose containing no pith fleck. On adding one drop of strong cuprammonium solution to a microtome cross section which had been treated with hypochlorite as mentioned above, it was observed that the normal tissue surrounding the pith fleck dissolved away instantly, whereas, the pith fleck tissue dissolved very slowly. (See Phot. 7) It seems that these inferior dissolving properties of the pith fleck tissue come from the fact that the cell wall of the tissue is very thick and that the tissue contains very large amount of lignin, pentosan, and the resious substances.

文 献

- 1), 2) 関谷文彦：木材の解剖的性質 朝倉書店 (昭19)