



Title	乾式木材ファイバーの粒度表示と解繊動力に関する研究
Author(s)	遠藤, 一夫; Endoh, Kazuo; 鈴木, 弘 他
Citation	北海道大學工學部研究報告, 60, 135-149
Issue Date	1971-03-27
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/41049
Type	departmental bulletin paper
File Information	60_135-150.pdf



乾式木材ファイバーの粒度表示と 解繊動力に関する研究

遠藤一夫* 鈴木 弘**
高橋 裕** 平野晴望*

(昭和45年9月30日受理)

Studies on Particle Size and Grinding Power Required for Wood Chips

Kazuo ENDOH* Hiroshi SUZUKI**
Hiroshi TAKAHASHI** Harumochi HIRANO*

Abstract

Experimental studies were made on representative particle size of wood fibres and power required for disk type refiners.

The results obtained were as follows:

- (a) It is reasonable to adopt the equivalent circular diameter based on the projected area of fibre to be representative which is related to the drag force. The behavior of the drag force measured by gravitational sedimentation of wood fibre, bears a close resemblance to Allen's law in screen opening from 125 to 1,190 microns.
- (b) Apparent physical properties of wood vary with wood species, but when wood is ground to comparatively small size fibres, the difference of botanical structure of wood have little or no effect on the physical properties of the fibre.
- (c) The power required for refiners M per unit volumetric feed rate of wood were found to be expressed by

$$M = \alpha f^{-0.32}$$

where f is the scanning area of fibre and α is the constant determined by the type of refiner.

- (d) Particle size distribution of ground fibre can be expressed by Rosin-Rammler's distribution. The values of slope of Rosin-Rammler's distribution n is related to wood species and the experimental correlation was

$$n \propto \rho_w^{-1.2}$$

Where ρ_w : apparent density of wood.

* 合成化学工学科 化学工業装置講座

** 道立林産試験場

* Hokkaido University

** Hokkaido Forest Products Research Institute

1. ま え が き

木材を原料として、紙、ファイバーボードなどを製造するさい、その製造法は多いが、工程の大要は、木材（材そのもの、もしくは木材チップ）を解砕してパルプを調製するパルプ化工程、このパルプをシート状に抄きあげる抄造工程、さらに、このシートを加熱圧縮または、乾燥して紙、ファイバーボードなどの製品にする成型工程の、三つから成っている。

このように、工程は三区区分されるが、紙とファイバーボードの製造では、その内容を若干異にしている。すなわち、紙パルプでは、パルプ化工程で、木材を単繊維にまで離解するのに対し、ファイバーボード用パルプは比較的粗い繊維束程度の解砕にとどめる。さらに抄造工程では、紙同様に多量の水にパルプを懸濁して抄造する、湿式法ファイバーボードと、パルプを一たん乾燥して、空気中に浮遊分散させて抄造する、乾式法ファイバーボードの二種がある。このように操作の内容、目的が異なる場合には、その操作目的に合致した周辺技術の開発と開明が必要なことは当然であろう。

紙、および紙とプロセスを同じにする、湿式法ファイバーボードの歴史は古く、プロセスそのものの大幅な転換は考えられないが、新しい技術、装置の開発と導入は今後ともつづくであろう。これに対し、乾式法ファイバーボードの歴史は、まだ十数年を経たにすぎず、プロセスの確立はまだ明日の課題といえよう。現在の標準的製造工程を図-1に示した。

筆者らは、主として乾式法ファイバーボードの製造工程を通じて、木材ファイバー利用工業の技術的諸問題の工学的検討をつづけているが、以下主として木材ファイバーに関する物理的工

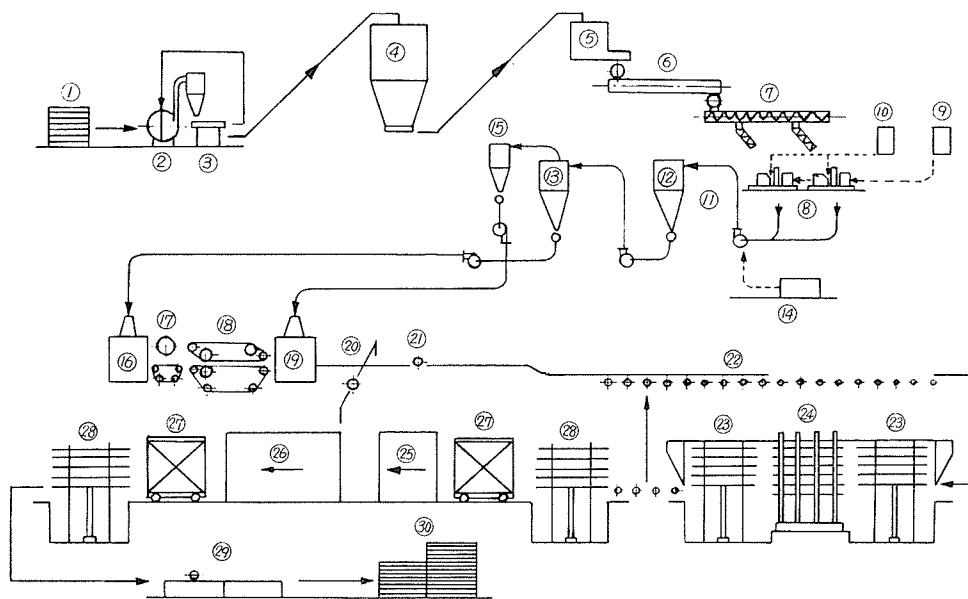


図-1 乾式法の標準的製造工程

- ①丸太, ②チップパー, ③スクリーン, ④チップサイロ, ⑤ホッパー, ⑥クッカー,
⑦コンベヤー, ⑧ディスクミル, ⑨フェノールレジジン, ⑩パラフィンワックス,
⑪気流乾燥機, ⑫サイクロン, ⑬分級器, ⑭熱風発生器, ⑮サイクロン, ⑯フェルター,
⑰計量機, ⑱ブリプレス, ⑲ファインフェルター, ⑳フライングソー,
㉑サイドカットソー, ㉒鉄板搭載, ㉓ローダー・アンローダー, ㉔ホットプレス,
㉕予熱室, ㉖調湿室, ㉗台車, ㉘リフター, ㉙截断機, ㉚ファイバーボード

程について、筆者らの研究の概要を述べたい。

一般に木材という天然物を取り扱う場合、常に樹種、立木などによる特性の差異、すなわち、木材構造の生理など、ミクロな知見のみが強調されるきらいがあり、このために、単位操作としては、粉碎という物理的操作に含まれる解繊工程によって、ファイバーの特性は規定されるのは当然であるが、粉碎に関するマクロな量が、ファイバーの品位など、結果としては、どのように現われているかといった扱いに欠けているのが、現状であろう。また、工学的扱いの基礎となるファイバーの粒径、充填層の通気抵抗などについては、ほとんど統一的な知見をみいだすことは困難である。

以下、ファイバー粒度の表示、その粒度をパラメーターとする解繊動力について、筆者らの研究の一端を伝えたい。製造工程の工学的基礎である。

2. ファイバーの特性表示

粒度によって密度の変動がなく、かつ形状係数の変動も小さい粉粒体では、これを処理するプロセスの設計指針は既往の知見から、ある程度推定できる。

しかし、粒度によって密度や形状が著しく変化する場合には、操作目的に適合する粒度表示の選択が常に問題となる。木材チップ、ファイバーがその一例であり、たとえば、木材チップの空気輸送において、チップはマッチ軸状の小さいサイズのものから、偏平板状の大きなサイズのものまで混合しており、また粒度によって形状が異なっている。かつ、チップのサイズの分布は、原料樹種の植物学的な組織構造の差異とも関連して変動することが多い。このため、チップの空気輸送装置を設計する場合、経験に依存する部分が多く、チップに混入する細片状の樹皮、その他ダストをチップから風力分級する操作では、組織構造および形状係数を異にする雑多な粒子群について、その粒度分布に関する実験を重ねなければならぬのが現状である。

また、製紙工業において、ファイバー相互の包絡性、繊維間結合が製品強度に関与し、ファイバーの比表面積がそのパラメーターになりうると考えられてはいるが、これを規格化する一般的扱いは、なお明日の課題とされている。

このように操作特性を表示するためのファイバーの粒度、紙、ファイバーボードなど最終製品の物性を規定するファイバーの特性の表示と、選び方が常に問題となっている。

ここでは、パルプ化法としては極めて新しいが、今後さらに発展が期待される。リファイナーによる機械パルプの特性表示の一端を述べる。

2.1 紙パルプの特性表示

紙パルプは、いわゆる湿式解繊によりパルプ化し、その性質の表示は、普通、ろ水度、破裂度、裂断長、嵩などの測定によっている。これらの特性値は相互に関連し、適当なファイバーの特性量を導入することによって、そのいずれもが表示しうるとすると考えられる。この点に着目し、一連の解釈を試みたのは恐らく、Forgacs¹⁾がはじめであろう。彼は、広範囲の機械パルプについて、手抄きシートを作成し、その引裂度、破裂度など上記の諸性質を検討した結果、二つの特性値から良格な精度で、上記諸性質の推定ができることを見出した。すなわち、48メッシュ篩に残留したファイバーの重量百分率（これを Forgacs は繊維長ファクター L と定義した）と、48~100メッシュフラクションの表面積（これを Forgacs は形状ファクター S と定義している）である。さらに、顕微鏡および電子顕微鏡を用いて、機械パルプより形成された紙の構成様式を検討し、長繊維フラクションは硬直なため、繊維間結合に関与する面積が小さく、紙の強度は、ほとんどリボン状および糸状の細胞膜切片の構成に支配されること。そして長繊維は強度に対し

て単に補強作用を有するに止まることを見出した。しかし、結合物質としての働きをする短繊維は、形状が一定しておらず、なかには結合に関与しない塊状繊維片も含まれている。したがって、結合に与かるリボン状および糸状の細胞片と塊状繊維片との相対的混合割合と、短繊維集合体の比表面積とは密接な関係をもつであろうことが推定される。

Forgacs は比表面積を、Robertson と Mason²⁾ の方法で測定している。すなわち、静水圧下で繊維層に低流速で水を通過させて、Kozeny-Carman の式から比表面積を求めている。さらに、粒度分布をもつファイバー群の平均比表面積を、フラクション別の重量平均によって定義し、従来のパルプの特性値と上記二つの特性値との相関をつぎのように示している。まず、フラクション別平均繊維長と、比表面積とはパルプの製造条件が異なっている、同一傾向が現われ、また、引裂ファクターなど強度的性質と、比表面積とはよい相関を示し、比表面積が一定のとき、平均繊維長の増大とともに強度的性質も大きくなっている。

一方、パルプの工程管理指標として、日常用いられている、ろ水度の測定法(フリーネスと称されている)についても言及し、図-2に示すように、比表面積との相関をえている。このように、日常測定されているフリーネスは、比表面積の測定手段としては有効であるが、100メッシュ以下の細かい部分については、良好な精度がえられぬ実例をあげて、工程管理指標としてのフリーネスの問題点を指適している。

以上のように、Forgacs はファイバーの物性を直接表示する繊維長、比表面積などと、常用されているパルプ試験法との関係を明らかにした。さらに、De Felice は Forgacs の提唱した繊維長ファクター [L] と、形状ファクター [S] の適用例について研究³⁾、従来のパルプ試験法にもとづく特性値に対する [L] と [S] の関与のしかたと函数形を明らかにしている。

Forgacs の手法が、既往のいわゆる化学工学的扱いとは接していないのは、粒度による形状の変化を連続的には追跡せぬからであろう。何を以って、形状を定義すべきかの検討を加えるならば、乾・湿式ともに同一の扱いが可能となるであろう。乾式ファイバーでは研究の対象をここにおいている。

2.2 乾式ファイバーの粒度表示に関する実験的検討

実験に用いたファイバーは、シナノキおよびミズナラの2種で、チップを飽和水蒸気圧力 6 kg/cm² で、平均滞留時間7分間の蒸煮をおこない、パウアー型ダブル・ディスク・リファイナー(図-3)で解繊し、ファイバーにした後、気流乾燥機で水分6~8%に乾燥した⁴⁾リファイナーにより、摩砕解繊されたファイバーの代表的形態を図-4に示す。

木材ファイバーは図-4に示したような形態なので、これを篩分けする場合、ファイバーが相

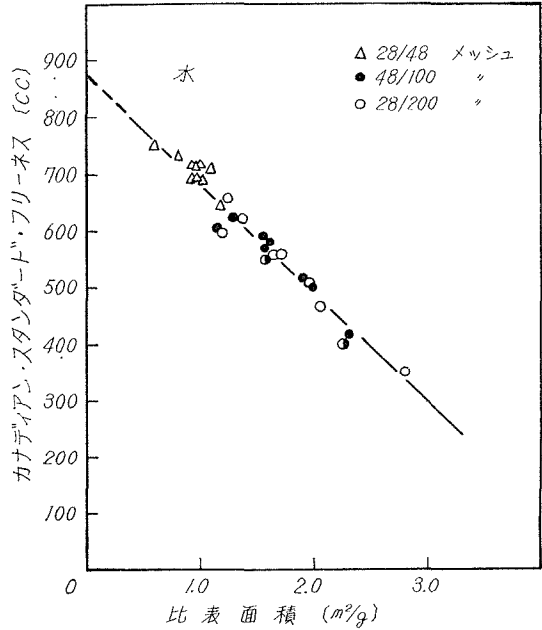


図-2 カナディアン・スタンダード・フリーネスと比表面積との関係

互に包絡して毛玉状となり、粒度測定の実現性および分級精度が問題になる。

毛玉の形成を阻止するために、鉛散弾ボールを加えて、その効果を検討した⁵⁾。直径 20 cm の標準篩を用い、ファイバーの装入量 10 gr. タッピング数 137 回/分、振動数 240 回/分の Rotap 型振とう機により、振とう時間 10~40 分、鉛玉の大きさ直径 3.75~7.5 mm、鉛玉の添加重量 50~150 gr の範囲について、篩上残留率を小さくする因子を分散分析し、篩目開き 2 mm 以下の篩については、最適条件として鉛玉の直径は 4.5 mm、添加重量は各篩段に 100 gr ずつ、また振とう時間は 30 分で十分目的を果すことを見出した。なお、鉛玉の添加により篩分け操作中にファイバーが再粉砕を受けることは、ほとんど認められない。

篩分析の結果を Rosin-Rammler 粒度線図に表わしたが、この種のいわば異常な粒径のものについても、よく直線性が成立することをみいだした。

上述の篩分け条件によって、ファイバーを篩目開き 1,190 μ ~125 μ の間の粒度別に分割し、各フラクションからそれぞれ 200 本のファイバーについて、その形態を代表する長径 l [cm] および短径 b [cm] を測定した。ここで長径および短径は派生している細毛を無視しファイバー骨格部について測定し、それぞれの算術平均を図-5 に示した。なお、図中の点線は $\left(\frac{\pi}{4} b^2 \times l\right)^{1/3}$ [cm] を表わしており、ファイバーを円筒体とみたとき、細毛を除いた実容積に関する基準の寸度である。

派生している細毛部も含めたファイバーの投影断面積 f_0 [cm²] は、ファイバー数十本の拡大

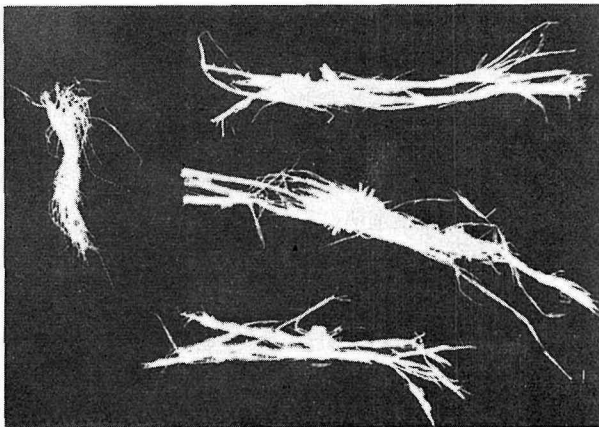


図-4 ファイバーの代表的形態

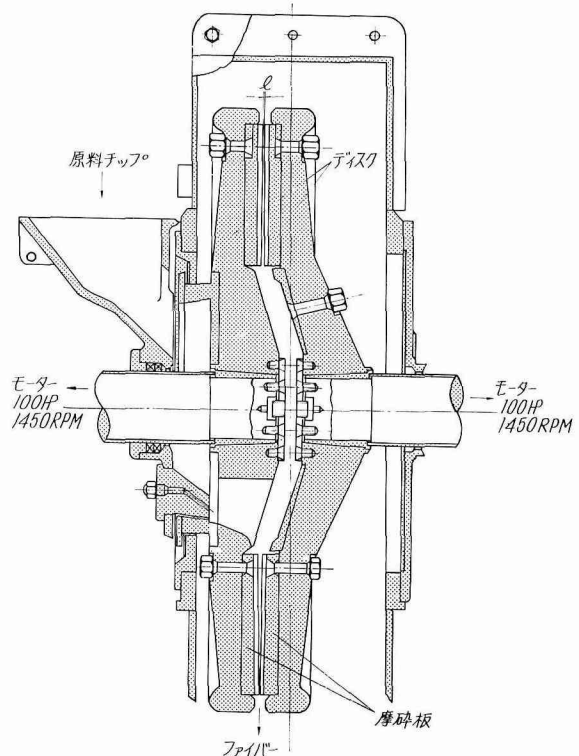


図-3 ダブル・ディスク・リファイナーの摩砕要部

写真から、いわゆるスキャンニング法によって測定し、篩目開き径との相関を示したのが、図-6 である。このスキャンニング面積は、分級操作、充填層の透過抵抗など、ファイバーの空気抵抗に關与する投影断面積の推定に有用であろう。さらに、このスキャンニング面積 f_0 は、直接測定は困難であると考えられるファイバーの比表面積に比例する量と考えられる。一般に木材は樹種によって、みかけの特性を異にし、樹種の相違を無視して論ずることが困難な場合が多い。しかし、きわめ

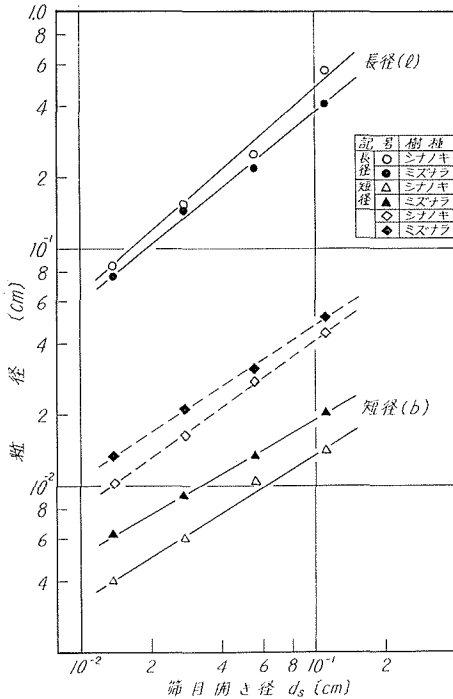


図-5 l, b と d_s との相関

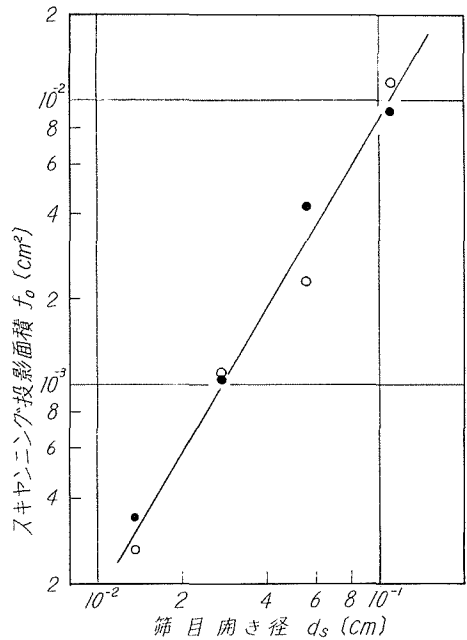


図-6 f_0 と d_s との相関

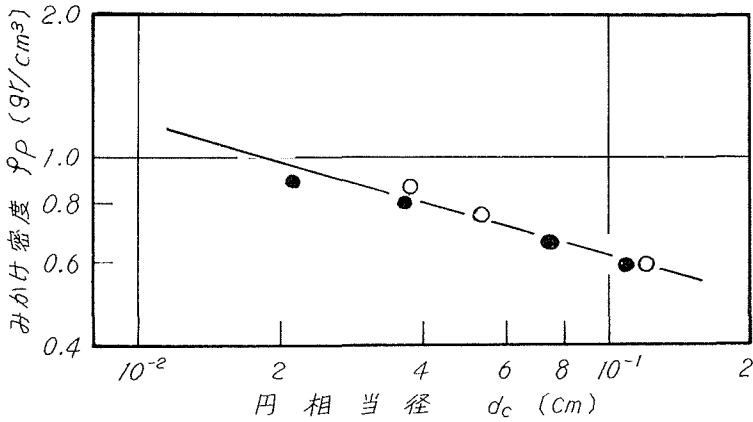
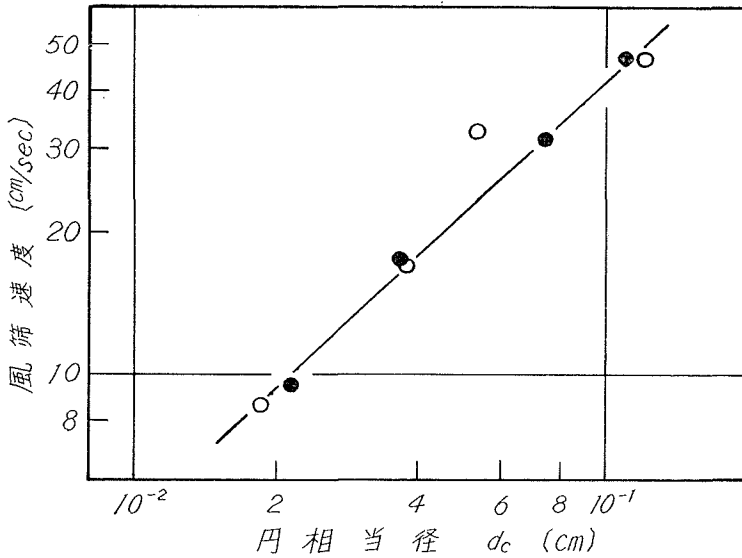
て細かく摩砕されたファイバーの状態においては、樹種によるみかけの特性の差異が失われてゆく傾向が認められる。

以上の測定による各種幾何学的粒子径と流体抗力に關与する有効粒子径との関連を見出すため、風篩器を用いて分級粒度と風篩速度との關係を検討した。この場合には、ファイバーに働らく重力の大きさを評価するため、ファイバーの実容積およびみかけ密度を知る必要がある。

木材ファイバーは本質的に多孔性物質であり、細胞空隙を除いた木材実質の真密度は 1.5 g/cm^3 前後であるのに対し、細胞空隙を十分含む木材ブロックの大きさでは、みかけ密度は樹種によってきまると一定値に近づく、したがって木材ブロックの大きさが小さくなり、細胞空隙分布の均等性が失われると、みかけ密度の変動を伴い、極端に小さくなれば真密度に近づくであろうし、実用的なファイバーについては、粒度によってみかけ密度の変動する領域にあると考えるのが妥当と考えられる。

フラクション別ファイバーの実容積 $v [\text{cm}^3]$ はアムスラー水銀測容計により、水銀置換法で測定し、一方、各フラクションからファイバーを 100~200 本採取し、化学天秤によってその重量 $w [\text{gr}]$ を測定した。この測定結果から、みかけ密度 $\rho_p [\text{gr/cm}^3]$ を求め、上記各種粒度表示との相関關係を検討し、図-7 に示すようにスキャンニング面積基準の円相当径 $d_c \left(= \sqrt{\frac{4}{\pi} f_0} \right) [\text{cm}]$ との間に、樹種の影響を無視して一定の相関關係を認めた。かつ予測したとおり、みかけ密度は粒度の減少とともに大きくなっている。

風篩速度 $u [\text{cm/sec}]$ は特にファイバーに適合するよう改造試作した、風篩器を用いて測定し、樹種の影響を無視しうる代表粒径として前記円相当径 d_c を選んだ。風篩速度と円相当径 d_c との相関は図-8 に示した。この両者の相関係数はほぼ 1 次であること、さらに粒度とみかけ密度との相関性についても考慮すると、本実験の対象とした大きさのファイバーの空気抵抗は、 d_c

図-7 ρ_p と d_c との相関図-8 u と d_c との相関

を用いる限りアレン式の適用範囲内に含まれることが推定された。

さらに、風篩器内でファイバーが最大抵抗の方向をとるものと考えれば、各種代表粒径のうち、投影断面積に基づく円相当径 d_c が意味をもち、既往の流体抗力に関する知見を代表粒径として、円相当径を用いて解釈するならば、篩目基準径 125μ 以上でおこなわれたこの実験は、アレン領域でおこなわれているものと推定される。以上の想定にもとづいて、力の平衡を表示す次式

$$mg = C \frac{\rho u^2}{2} A_p \quad (1)$$

から、ファイバーの運動方向に垂直な面に対するファイバーの投影断面積 A_p を、スキャンニング面積 f_0 が適用されるとし、ファイバー1本当りの重量 mg と風篩速度 u から、抵抗係数 C を求めた。

抵抗係数 C と円相当径 d_c を代表粒径としたレイノルズ数 $Re = \frac{\rho u d_c}{\mu}$ との関係を 図-9 に示

した。図中の点線は球形粒子の場合についてである。この傾向からも、この程度の大きさのファイバーの空気抵抗は、ストークス域からアレン域の遷移域にあることがうかがわれる。

3. 解繊動力と操作因子

木材を原料として、紙、ファイバーボードなどを製造する際には、ファイバー状に解砕する工程を欠くことはできない。この解繊操作には種々な方法が実用化されているが、その代表例として、リファイナーによる機械的解繊をとりあげた。

紙パルプ産業にディスク型リファイナーによるパルプ化法が定着したのは、1950年以降であり、したがってリファイナーによる機械パルプの評価も、ストーン・グラインダーによるパルプとの比較に止まるものが多く、リファイナーに関する解繊のメカニズム、解繊動力、さらには製品ファイバーの性状との関連についての実用並びに基礎的研究は少ない。

以下、前章の知見にもとづいて、解繊動力とファイバー粒度との関連について述べる。

3.1 乾式ファイバーの解繊動力に関する実験的検討

代表的工業材の9種について、主としてパウアー・ダブル・ディスク・リファイナーにより解繊し、チップの供給速度 100~400 kg/hr の範囲内で、解繊正味動力を測定した⁶⁾。

原料チップの比表面積は、製品ファイバーの比表面積に比して十分小さいので、比表面積の増加はファイバーの比表面積によって、表わされるものと考えられる。ここでは、スキャンニング面積 f [m²] は、ファイバーの50%重量篩目開き径を代表にとり、50%径について求めた。このスキャンニング面積 f [m²] は粉碎による、木材単位容積(または質量)当りの表面積の増加量の特性量という意味をもつものと仮定し、解繊正味動力 P [kW] との間に図-10に示す相関をえた。また、粒度分布は図-11に示すように、平均粒度の影響をうけない。さらに、解繊動力は供給速度に比例する傾向にあるが、図-12のように粒度分布は供給速度に支配されず⁷⁾、本実験範囲内では解繊の確率は供給速度によらぬと考えられる。

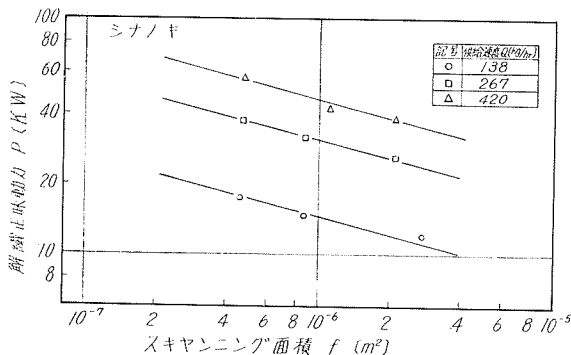


図-10 P と f との相関

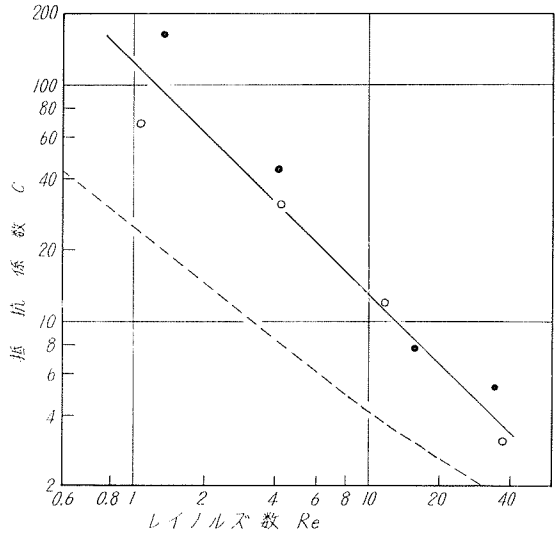


図-9 C と Re の関係

図-12のように粒度分布は供給速度に支配されず⁷⁾、本実験範囲内では解繊の確率は供給速度によらぬと考えられる。

供給速度を ton/hr に規格化し、このときの解繊正味動力 K [kW/ton/hr] と上記の定義による、スキャンニング面積 f [cm²] との相関を、シナノキおよびミズナラについて示したのが図-13である。この結果、みかけ密度、木口面の性状などが著しく異なる両樹種について、同様の相関を見出せるとともに、ミズナラに比してみかけ密度が小さく、しかも

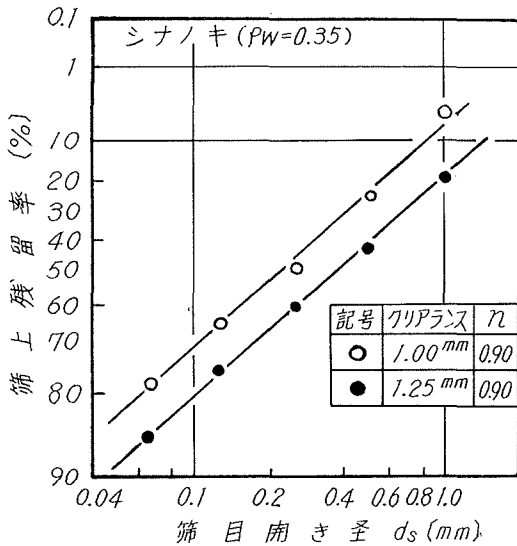


図-11 平均粒度と粒度分布の関係

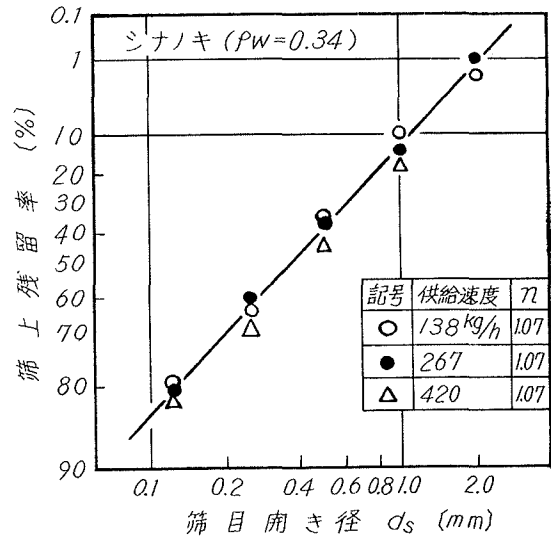


図-12 供給速度と粒度分布の関係

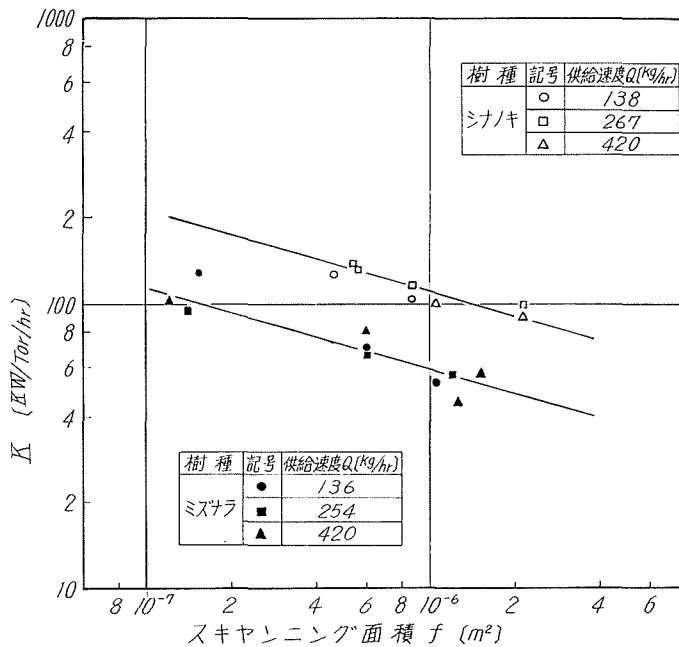


図-13 Kとfとの相関

ブロックとしての機械的強度の小さいシナノキを、同一粒度に解繊するに要する動力はミズナラよりも大きいことが認められる。このように解繊動力 K に対して樹種特性、とくにみかけ密度の影響が見出されたので、工業材の代表9例について、それぞれのみかけ密度 ρ_w と解繊正味動力 K との実験的相関を図-14に示した。この結果、これら両者の間に逆相関関係が認められ、木材チップの解繊にも、みかけ密度が関与し、解繊正味動力推定の一つの手がかりをえたが、マクロなブロックとしての木材は、みかけ密度の増大とともに、曲げなどブロックとしての機械的

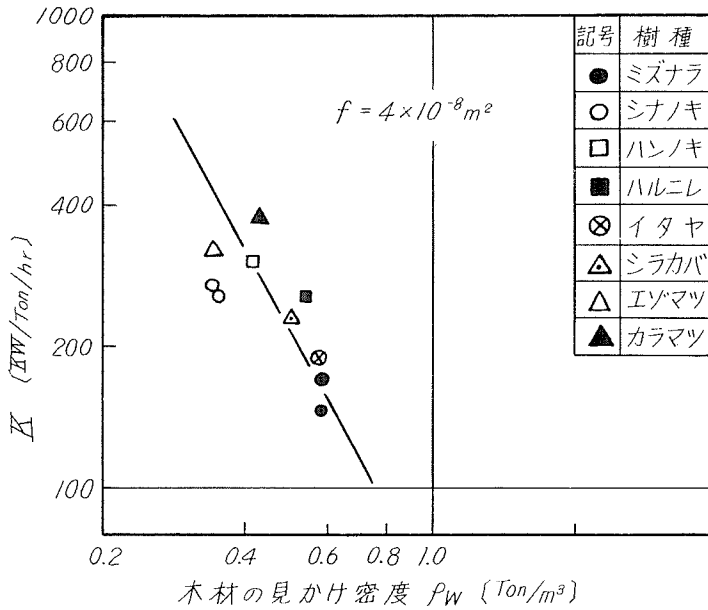


図-14 K と ρ_w との相関

強度は大きくなる³⁾(図-15)。しかし、これらの木材の機械的強度とファイバーに解繊する場合の、解繊の難易を表わす動力の大小とは、反対の傾向になる。

解繊正味動力 K [kW/ton/hr] は単位重量基準であるので、この K とブロック木材のみかけ密度 ρ_w [ton/m³] から、単位容積基準の解繊正味動力 M [kW/m³/hr] を計算し、スキャンニング面積 f [m²] との相関を示したのが図-16である。このように、ブロック木材としての特性が著しく異なる各樹種、ならびに蒸煮条件の差異なども同一の相関によって、その解繊正味動力が示されている。なお、同図にはダブル・ディスク・リファイナーによる相関とともにシングル・ディスク・リファイナー(摩擦要部を図-17に示す)による結果を併記しているが、シングル、ダブルともに同様な相関が現われ、類似の解繊メカニズムによることを示唆している。図-17から、つぎの実験式がえられる。

$$M = \alpha f^{-0.32}$$

ただし、 M は容積基準の解繊正味動力

[kW/m³/hr], f はファイバー1本当りのスキャンニングによる投影断面積 [m²]

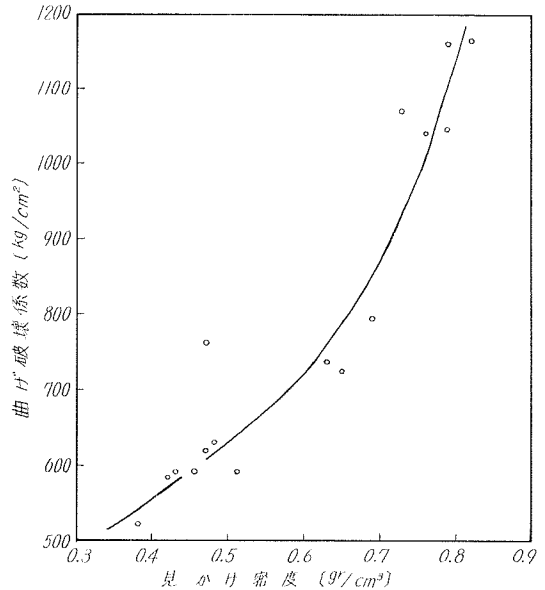


図-15 代表的日本産木材の曲げ破壊係数とみかけ密度の関係

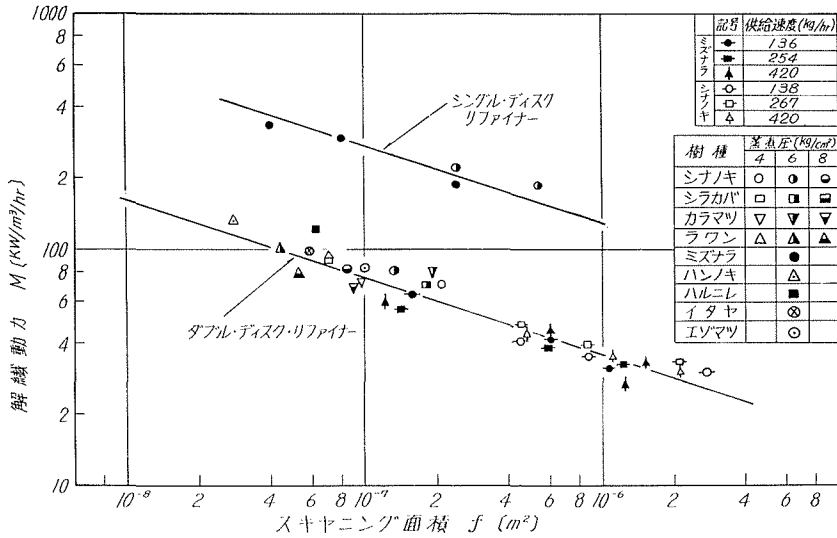


図-16 M と f との相関

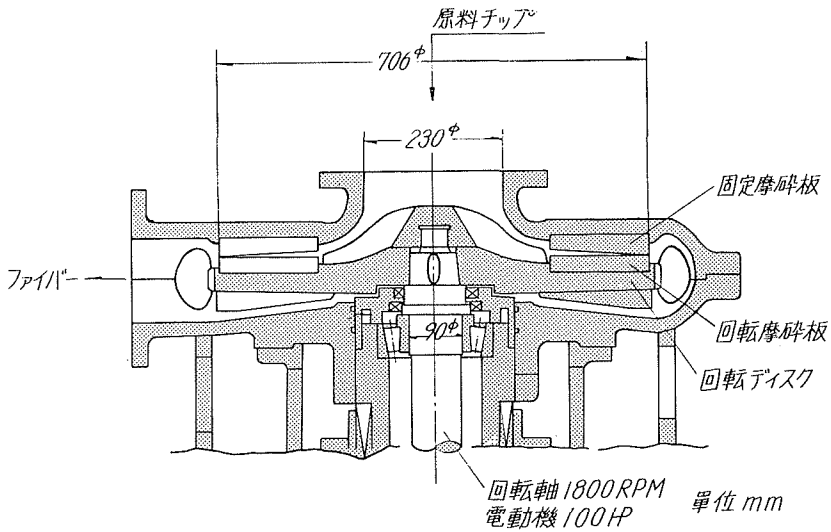


図-17 シングル・ディスク・リファイナーの摩砕要部

この実験式の相関係数は、解繊機の機械構成などによって、支配されるであろうが、シングル、ダブルともに摩砕プレートのパターンを異にしているが、同様な傾向を示していることから、相関係数は一定に保たれるものと考えられる。したがって、プレートパターンを著しく変えない限りにおいて、シングル、ダブルという構成上の因子は係数 α に現われる。ここでは、シングル・ディスク・リファイナーについて $\alpha=1.5$ 、ダブル・ディスク・リファイナーについて $\alpha=0.41$ をえている。

3.2 実験結果とその考察

上述の如く、本実験においては、供試チップの蒸煮圧力は、摩砕動力には顕著な影響を及ぼさぬことが示された。

リファイナーにより製造される機械パルプはストーン・グラインダーによるものよりもパルプ品質はすぐれているが、解繊原単位が大きく、これを軽減することが一つの研究課題となっている^{9),10)}

解繊動力の低減を目的として、チップを薬品処理、水蒸気蒸煮などの前処理によって軟化すると、パルプ品質は向上するが、解繊動力は顕著に低減はしない^{11)~13)}。水蒸気蒸煮条件(蒸煮圧力 4, 6, 8 kg/cm², 平均滞留時間 5 分間)と粒度分布の関係⁷⁾を示したのが図-18で、この程度の蒸煮条件では、粒度分布にも顕著な影響を与えないことが分る。

動力低減の一つの具体策として期待されているのが、摩砕プレートのパターンで、これによって動力を減少しうるとする報告は多い^{3),14),15)}。その一例¹⁴⁾を図-19に示す。この結果、同一フリーネスにおいて、湿式粉砕では、パターンによる動力原単位の明らかな差異を見出せるが、著者らが図-29に示した摺擦面積がほとんど等しい、異なるプレートについて、乾式解繊を行なった結果では、動力に明らかな差異を見出せなかった。さらに、これらのパターンについて粒度分布を検討し⁷⁾、図-21に示した。この結果、ファイバーの粒度分布についても、プレートの差異は明らかでない。湿式粉砕においては、媒体となる液体の剪断応力にもとづくエネルギー損失が、消費動力のうちに含まれることになり、有効動力を基準にとったとき、

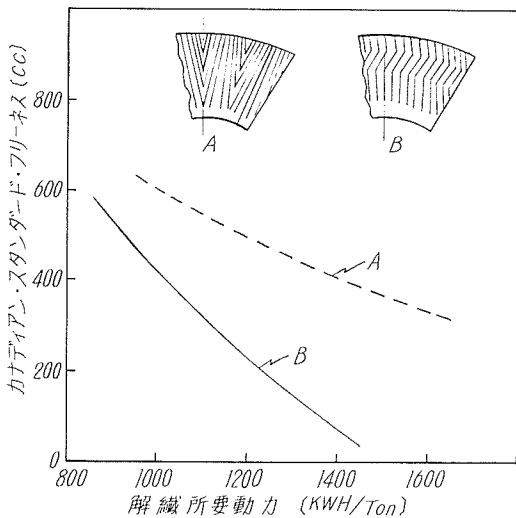


図-19 プレート・パターンと解繊所要動力の関係

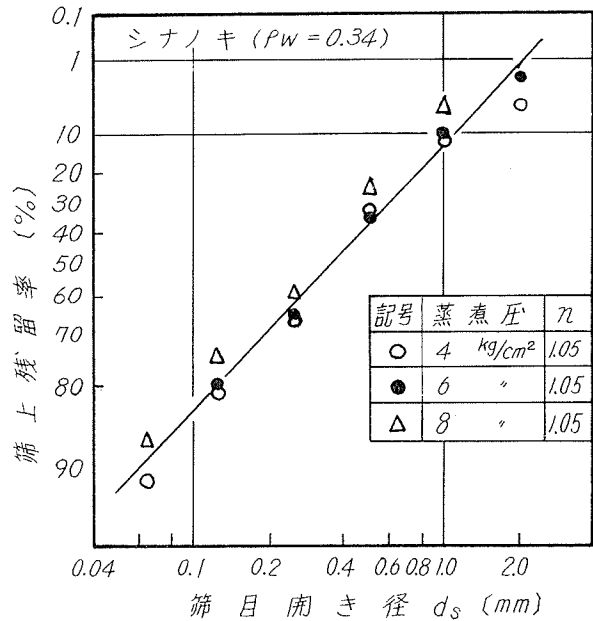


図-18 蒸煮圧力と粒度分布の関係

乾式での本実験と類似の傾向がみいだされるか等は、今後の検討に残されている。

リファイナーの各操作条件は、いずれも粒度分布を積極的に支配する因子とはなっていない。しかし、原料チップの樹種によって粒度分布に差異があることを見出した⁷⁾。Rosin-Rammler 粒度線図の均等数 n とブロック木材のみかけ密度との相関を、図-22に示した。このように粒度分布を規定する、均等数もみかけ密度によって支配され、みかけ密度の大きい木材のファイバーほど n の値が小さい。すなわち、粒度分布の幅が広がる傾向にある。

上述の結果から、ブロックとしての強度の大きい、したがって、みかけ密度の大きい木材の方がむしろ粉砕されやすいことが示さ

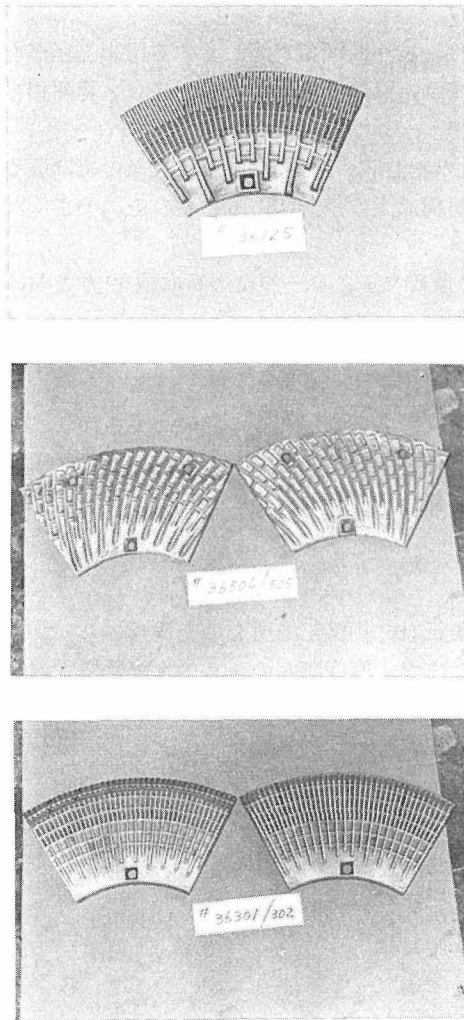


図-20 ダブル・ディスク・リファイナーのプレート・パターン

れた。類似の知見としては、de Montmorcency¹⁷⁾の実験がある。定量的な結論に至っていないが、針葉樹の機械パルプについて、一定フリーネスのパルプを製造するに要する比エネルギー [HP-days/ton 乾燥パルプ] は、みかけ密度が大きくなると減少すると述べている。加圧下の解繊では Asplund¹⁸⁾の実験結果がある。

4. む す び

主としてダブル・ディスク・リファイナーを用いて、摩砕ファイバーの粒度表示を、ファイバーを利用した工程の操作設計との関連において実験的に検討した。また、粒度表示にえられた知見と、リファイナーの消費動力との相互関係を検討し、実用上有意な粒度設定条件に関する知見をえた。

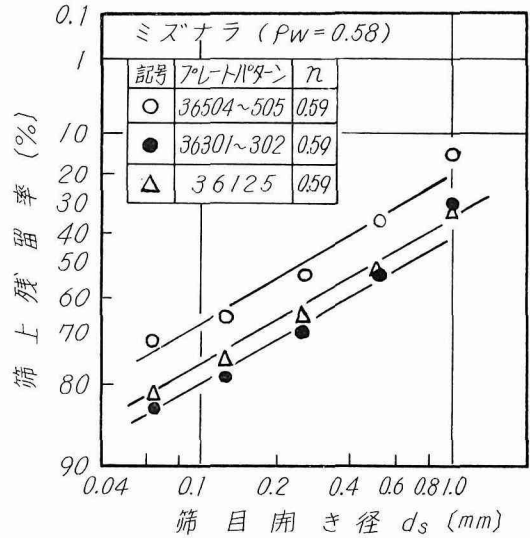


図-21 プレート・パターンと粒度分布の関係

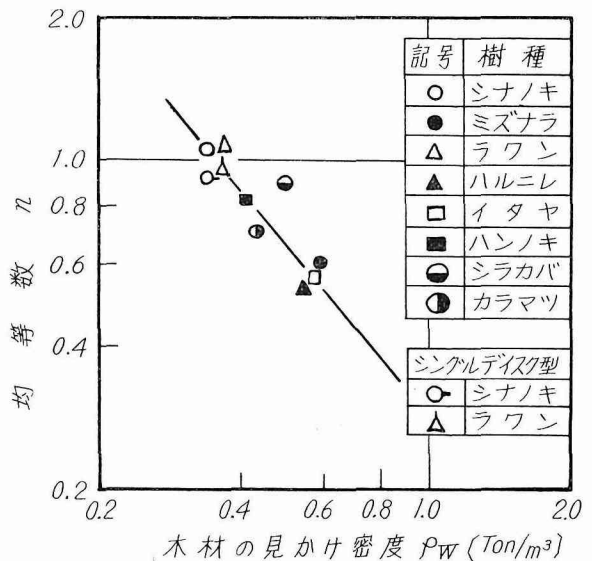


図-22 n と PW の相関

下記は本実験結果の要約である。

1) 分級操作等, 流体抗力に関する代表径としては, 投影断面積を等しくする円相当径が有効であり, 125~1,190 ミクロンに至る粒度範囲においては, 風篩実験によって, アレン範囲相当の抗力をうけると解釈された。

2) 木材ブロックとしてのみかけ密度等, みかけの物性は, 樹種によって異なっているが, ファイバ状に細分化されるにしたがいこの種の木材構成上の差異による物性の差は小さくなることが認められた。

3) 単位容積供給速度基準の動力を M , えられた摩砕ファイバーの投影断面積を f とおけば, 形状の異なる2種のリファイナーについて

$$M = \alpha f^{-0.32}$$

の関係が成立し, α は樹種によらず, リファイナーの構成によって定まることが推定された。

4) 摩砕ファイバーの粒度分布は Rosin-Rammler の分布によく適合し, その均等数は樹種の差異を代表するみかけ密度 ρ_W とつぎの実験的關係を有することが分った。

$$n \propto \rho_W^{-1.2}$$

附記 本実験のファイバー投影断面積は, 本州製紙(株) 釧路工場所有の光電式スキャンニング器によって測定した。関係各位に謝辞を述べたい。また, 密度測定のための水銀置換式容積計の使用は, 北大・農学部林産学科石田茂雄教授の御好意によった。なお, (株) 興人・開発研究所長・榎本輯次氏, 並びにパワー・インターナショナル東京支社の方々には, よき討論の機会を与えていただいたことを附記したい。

使用記号

a : ファイバー1本の骨格部のみの面積 ($l \times b$)	[cm ²]
b : ファイバーの短径	[cm]
C : 抵抗係数	
d_e : 投影断面積を基準とする円相当径 $\left(\sqrt{\frac{4}{\pi} f_0}\right)$	[cm]
f_0 : ファイバー1本のスキャンニングによる投影断面積	[cm ²]
f : 同上	[m ²]
K : 単位重量基準の解繊正味動力	[kW/ton/hr]
l : ファイバーの長径	[cm]
M : 単位容積基準の解繊正味動力	[kW/m ³ /hr]
n : 均等数	
P : 解繊正味動力	[kW]
u : 風篩速度	[cm/sec]
v : ファイバー1本の実容積	[cm ³]
w : ファイバー1本の重量	[gr]
ρ_P : ファイバー1本のみかけ密度	[gr/cm ³]
ρ_W : 木材ブロックのみかけ密度	[ton/m ³]

引用文献

- 1) Forgacs, O. L.: Pulp Paper Mag. Can., **64**, T- 89 (*convention issue*, 1963).
- 2) Robertson, A. A., Mason, S. G.: Pulp Paper Mag. Can., No. 13, 1 (1949).
- 3) Anon: "What New...in Mechanical Pulping" Pulp and Paper, **38**, No. 34, 32 (1964).
- 4) 鈴木 弘, 高橋 裕, 平野晴望, 遠藤一夫: 粉体工学研究会誌, **6**, No. 4, 239 (1969).
- 5) 鈴木 弘, 新納 守, 高橋 裕: 北海道立林産試験場月報, 9月号 (1964).
- 6) 鈴木 弘, 高橋 裕, 遠藤一夫: 粉体工学研究会誌, 7巻4号, 279 (1970).
- 7) 鈴木 弘, 高橋 裕, 遠藤一夫: 未発表.
- 8) 北原覚一: 木材物理, 森北出版, 157 (1967).
- 9) Shouplin, J. C.: Pulp Paper International, **7**, No. 8, 41 (1965).
- 10) 並木伸夫: 紙バ技協誌, **19**, No. 8, 363 (1965).
- 11) Dorland, R. M., Holder, O. A., Leask, R. A., Mckinney, J. W.: Tappi, **45**, No. 4, 257 (1962).
- 12) Eberhardt, L.: 紙バ技協誌, **17**, No. 12, 792 (1963).
- 13) 鈴木 弘, 池田修三, 高橋 裕, 森山 実: 北海道立林産試験場研究報告, 43号 (1965).
- 14) Luhde, F.: Das Papier, **10 a**, 596 (1962).
- 15) Anon: "Review of Recent Developments in Production of Groundwood from Chips", Paper Trade Journal, **147**, No. 38, 37 (1963).
- 16) 鈴木 弘, 高橋 裕, 森山 実, 大沢清志: 北海道立林産試験場月報, No. 162 (1965).
- 17) de Montmorency, W. H.: Pulp Paper Mag. Can., **66**, No. 6, T-325 (1965).
- 18) Asplund, A.: "Manufacture of Wallboard" (1952).