

ブナおよびミズナラ引張あて材の肉眼的 特徴とその顕微鏡的性質

重 松 頼 生
木材利用学研究室

は じ め に

広葉樹用材の乾燥に伴う曲りやねじれは引張あて材に起因していることが多く、また引張あて材には落ち込みや内部割れが生じやすい。

他方、引張あて材は広葉樹のなかでも 2, 3 の例外樹種を除いてゼラチン繊維の存在によって顕微鏡的に容易に識別できるが、肉眼的にはその識別が困難とされている。しかし、既往の研究では、限られた樹種についての検討結果ではあるが、しばしば切削面の性状、例えば Torn grain⁴⁾¹³⁾¹⁴⁾, Torn fiber¹⁵⁾, Projecting fiber⁴⁾⁶⁾¹³⁾¹⁵⁾, Fuzziness⁶⁾⁸⁾¹⁴⁾, Woolliness³⁾⁵⁾, Woolly appearance¹²⁾, Silvery sheen⁸⁾¹⁵⁾, Silvery appearance³⁾¹²⁾, Glaucous appearance¹⁵⁾, 絹糸状光沢²⁾¹¹⁾などの肉眼的特徴によってそれを識別しようとしている。ところが、顕著な引張あて材であっても鋸断および鉋削条件によって、これらの肉眼的特徴が認められない場合があり、さらに Torn grain や Fuzzy grain は必ずしも引張あて材だけに生じるものでもない。⁶⁾

したがって、広葉樹用材の品等に関して引張あて材は従来から重要な材質指標の一つとされながら、その欠点の取扱いについては十分な基礎的知識が得られていないうらみがあった。本報告においては国産広葉樹のうちとくに主要なブナおよびミズナラについて、その引張あて材の肉眼的特徴とそれに関連する顕微鏡的性質を観察し、引張あて材の肉眼的識別の可能性を検討した。そして、引張あて材の質的な程度までは識別できないまでも、上記肉眼的特徴のいくつかは実用的な段階でかなり適格な識別のための特徴となることが明確になったので、ここに報告する。

なお、この研究は筆者が農林省林業試験場に在職中に着手したもので、そこでの試験機器や試験材によるところが多く、その後信州大学農学部で再度検討を加えたものである。当時ご指導をいただいた農林省林業試験場木材部長加納孟博士、木材組織研究室長須藤彰司博士、ならびに材質研究室の方々に対しお礼を申し上げるとともに、種々ご協力いただいた当時の本学学生、今井祥司、安本善次の両君に対し感謝する。

1 供試材および観察方法

1-1 供 試 材

供試樹種はブナとミズナラであり、供試木の概要は第 1 表に示すとおりである。

これら供試木の傾斜あるいは彎曲した樹幹から厚さ約 10cm の円板を採取して横断面の観

Table 1 Sample trees

Species	Botanical name	Tree height (m)	D.B.H. (cm)	Tree age	Remark
Buna	<i>Fagus crenata</i> BLUME	23.0	38	217	*1
		19.0	33	197	*2 leaning; 25°
Mizunara	<i>Quercus crispula</i> BLUME	18.0	40	140	*1
		17.0	30	138	*2 leaning; 23°

*1 Management area in national forest of Sanbongi forest station, Aomori district forest office.

*2 Management area in national forest of Ina forest station, Nagano district forest office.

察に供し、また円板を採取したあとの丸太のうち引張あて材が顕著に発生しているものを選び、挽材して縦断面の観察に供した。

なお、補足的にドロノキ、マカンバ、イヌブナ、クヌギ、コナラ、ケヤキ、シオジおよびシナノキの円板についても若干の肉眼的観察を行なった。

1-2 観察方法

1) 肉眼的観察

引張あて材の発生が顕著な上記円板および挽板を対象にして、材面の絹糸状光沢についての肉眼的観察とその特徴の写真撮影を行なった。なお、供試円板にフロログルシン塩酸溶液を塗布して引張あて材の呈色反応を調べた。

観察の材面とその条件は、まず一般的な加工工程に準じた(1)生材時に鋸断した材面、(2)それを乾燥した材面、さらに(3)それを鉋削した材面であり、これを主体としたが、変則的な(4)乾燥時に鋸断した材面、および(5)生材時に鉋削した材面も観察の対象とした。

これらの鋸断には自動送材車付42インチ帯鋸機およびチップー型鋸歯のチェンソーとクロスカット型鋸歯のチェンソーを使用した。鋸および鋸断の条件は第2表に示すように普通の製材条件と同じである。

Table 2 Sawing condition

Thickness of blade	0.9mm(20#)
Width of blade	10-12cm
Hook angle	25°
Sharpness angle	45°
Clearance angle	20°
Pitch	35mm
Depth of gullet	10mm
Width of kerf	1.8-2.0mm
Cutting speed	41m/sec (730 r.p.m.)
Feed rate	5-10m/min

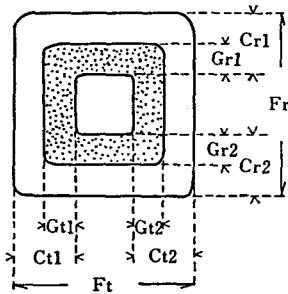


Fig. 1 Illustration of the method of measurement of cell diameter, cell wall thickness and thickness of gelatinous layer.

2) 顕微鏡的観察

上記の絹糸状光沢を呈する部位を実体顕微鏡で観察した。ついで、その部位の切片および毛ば立ち部を塩化亜鉛ヨードで染色した飽水状態の一次プレパラートを作製し、それらのゼラチン層の現われかたを光学顕微鏡で観察した。また、その切片において、(1)ゼラチン繊維の分布、(2)ゼラチン繊維および非ゼラチン繊維の細胞径、その細胞壁とゼラチン層の厚さを、600倍の光学顕微鏡下で1/100mm目盛のマイクロメーターを使用し、第1図に示す方法で測定した。

Diameter of gelatinous fiber and non-gelatinous fiber ; $(Ft+Fr)/2$.

Cell wall thickness of gelatinous fiber and non-gelatinous fiber ; $(Ct1+Ct2+Cr1+Cr2)/4$.

Thickness of gelatinous layer ; $(Gt1+Gt2+Gr1+Gr2)/4$.

2 結果と考察

2-1 引張あて材の肉眼的特徴

横方向の鋸断面に現われた引張あて材の肉眼的特徴の一例を写真 1-A に示す。この特徴は CLARKE²⁾ や尾中¹¹⁾の記載における絹糸状光沢が顕著に認められるもので、CLARKE³⁾や CHOW¹⁾などは Silvery sheen あるいは Silvery appearance と呼んでいる。この特徴は生材状態の丸太あるいは材を一般的な製材条件で挽いた場合に横断面の引張あて材部に現われたものであり、鋸断直後から気乾状態に乾燥するにつれて一層明瞭になった。

しかし、気乾状態の試料を同じ条件で鋸断しても、引張あて材だけでなく正常材もかなり白味を帯び、光沢が多少強くなり、その差が不明瞭であった。また、この特徴は生材状態の試料であるならばどの方向から挽かれた場合でも引張あて材の範囲にだけ現われた。

生材状態の横断面を飽削するとその絹糸状光沢は消失し、さらに気乾状態の試料を飽削した場合には、写真 1-B に示すように引張あて材は正常材よりむしろ濃い褐色を呈した。これについては尾中¹¹⁾が引張あて材は粗な面で絹糸状光沢を呈し、平滑な面で濃色となることを指摘しているが、これは筆者の観察結果では生材状態で鋸断し、気乾状態で飽削した場合だけ一致した。

チップー型とクロスカット型の鋸歯をもつチェーンソーで、生材時に玉切った横断面を比較すると、前者の場合にはその絹糸状光沢が不明瞭であるが、後者の場合にはその特徴が明瞭に認められ、チップー型鋸歯での切削はむしろ飽削の場合と類似している。

幹軸方向の鋸断面に現われる引張あて材の肉眼的特徴をみると、ブナおよびミズナラの生材状態での挽板では板目、柾目面とも絹糸状光沢が現われ、それが気乾状態に乾燥すると写真 2-A および B に示すように一層明瞭になった。他方、気乾状態の試料を鋸断した場合はその絹糸状光沢が不明瞭であり、これについては上記の横断面についての観察結果と同様であった。しかし、これらの材面を飽削した場合、生材、気乾状態ともその絹糸状光沢が明ら

かに認められた。

つぎに、生材時に鋸断した横断面における引張あて材の絹糸状光沢はドロノキ、マカンバ、イヌブナ、クヌギ、コナラ、ケヤキ、シオジおよびヤチダモにも同様に現われたが、シナノキでは著るしく偏心したものでもその特徴が認められなかった。

引張あて材の肉眼的特徴としての絹糸状光沢は後述のように引張あて材におけるゼラチン繊維の出現にもとづくものであるが、観察した材面の種類、生材と気乾材、鋸断と鉋削などによってその絹糸状光沢に程度の差異が認められたのは、これらの条件でゼラチン繊維、とくにゼラチン層の材面における現われかたが異なっていることによると考えられる。また、著るしく偏心したシナノキの鋸断した木口面に絹糸状光沢が認められなかったのは、この樹種の引張あて材部位にゼラチン繊維が出現しないことによるものと思われる。

2-2 引張あて材の顕微鏡的性質

前項2-1で述べたように、鋸断した木口材面に現われる絹糸状光沢を呈する部分が正確に引張あて材に該当しているかを検討したものである。写真1-Aに示すように、絹糸状光沢が顕著な部位(A)、その特徴が認められない部位(C)、およびAとCの中間的なものとして、その特徴が肉眼的観察で認められなくなった境界部(B)の3者の位置の同一年輪範囲（この場合は円板令100から120年の範囲）における(1)ゼラチン繊維の分布、(2)ゼラチン繊維の細胞壁とゼラチン層の厚さなどはつぎのとおりである。

1) ゼラチン繊維の分布

引張あて材の一つの識別拠点とされているゼラチン繊維は、ブナAでは年輪の最外側部の数細胞層を除いてほぼ全域に分布しているが、ブナBではそのAと同一年輪でも内側部ないし中央部の範囲にそれが分布しているだけで、この外側部には認められない。ミズナラAでは孔圏を除く年輪内側部から外側部にゼラチン繊維が群状となって分布しており、ここでもブナAの場合と同様に年輪最外側部にはゼラチン繊維が認められない。またミズナラAでは写真3に示すように、ゼラチン繊維の顕著な分布が認められる部分にも非ゼラチン繊維（ゼラチン層が認められない木繊維を仮称する）が点在している。ミズナラBではゼラチン繊維の分布量が少なく、その分布範囲も狭く、孔圏を除く年輪内側部から中央部の範囲に点在している。ブナおよびミズナラCではゼラチン繊維が認められない。

そこで、各試料の年輪幅に対するゼラチン繊維の分布範囲の比率は、ブナAで86（71～94）％、ブナBで60（39～78）％、ミズナラAで81（68～90）％であった。

ブナとミズナラにおいて、ゼラチン層は道管や柔細胞には認められず、すでに尾中¹¹⁾やDADSWELL と WARDROP⁵⁾が指摘しているように真正木繊維や繊維状仮道管にだけそれが存在している。そして、ミズナラの周囲状仮道管にはゼラチン層が認められなかった。このように、ゼラチン繊維の分布状態がブナとミズナラで異なる様相を呈しているのは、一つに両者の樹種における構成要素の配列が異なっていることによるものと思われる。

2) ゼラチン層の厚さ

引張あて材の木繊維中でのゼラチン層の現われ方の一例を写真3および写真4-A, Bに示した。引張あて材の発達程度によっても、また同一年輪においてもその内側部と外側部で、ゼラチン層の厚さが異なっている。そこで、ゼラチン繊維と非ゼラチン繊維の細胞径、細胞壁の厚さおよびゼラチン層の厚さを、前項1)と同一試料の数年輪（この場合、円板令100年、

110年および120年を対象とした)において、その内側部から外側部までの任意の位置で、それぞれ平均的な形状の数細胞についての測定結果を第2図から第4図に示した。

第2図に示すように、ブナAにおけるゼラチン繊維の細胞径およびその細胞壁の厚さは、年輪内側部から中央部までの範囲でほぼ同じであり、その外側部においてわずかに小さくなる傾向が認められる。これに対してゼラチン層の厚さは年輪内側部から外側部に向かって次第に減少している。したがって、ゼラチン繊維の細胞壁の厚さに対するゼラチン層の厚

さの比率は年輪内側部で約70%、その外側部で約30%となっている。ブナBでは前項1)で述べたように、ゼラチン繊維が散在しているだけで、第3図に示すようにここでのゼラチン繊維

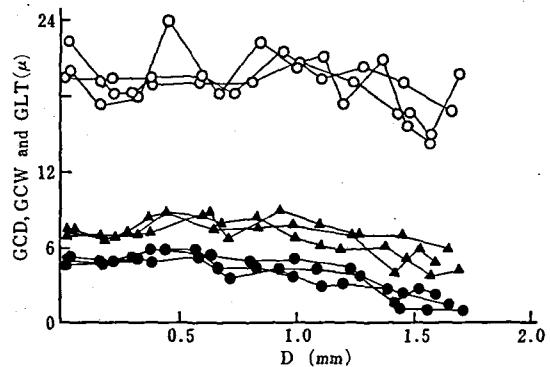


Fig. 2 Variations of diameter of gelatinous fiber (GCD), cell wall thickness of gelatinous fiber (GCW), and thickness of gelatinous layer (GLT) in relations to distance from early wood boundary (D) in the Buna A.
GCD; ○, GCW; ▲, GLT; ●.

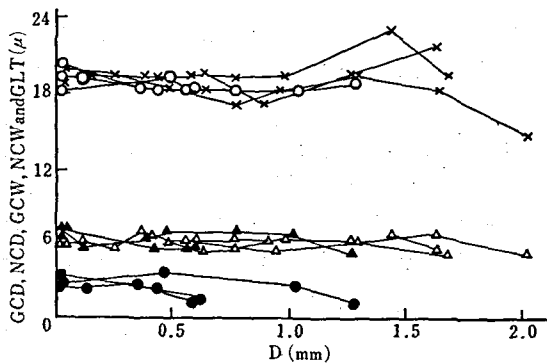


Fig. 3 Variations of diameter of gelatinous fiber (GCD), diameter of non-gelatinous fiber (NCD), cell wall thickness of gelatinous fiber (GCW), cell wall thickness of non-gelatinous fiber (NCW), and thickness of gelatinous layer (GLT) in relations to distance from early wood boundary (D) in the Buna B.
GCD; ○, NCD; ×, GCW; ▲, NCW; △, GLT; ●.

繊維と非ゼラチン繊維の細胞径および細胞壁の厚さには差異が認められず、しかもこのゼラチン繊維の細胞径および細胞壁の厚さはブナAのそれらとほぼ同じ大きさである。これに対して、このゼラチン層の厚さは同一年輪の年輪内側部においてもブナAのそれに比べて著るしく薄く、むしろブナAの年輪外側部におけるそれとほぼ同じ厚さである。

第4図に示すように、ミズナラAにおいてもゼラチン繊維と非ゼラチン繊維の細胞径や細胞壁の厚さには差異が認められない。また、これらの細胞径、細胞壁とゼラチン層の厚さは年輪内側部から外側部に向かってわずかに減少する傾向が認められるが、なかでもゼラチン層の厚さの減

少が著しい。したがって、ミズナラAにおけるゼラチン繊維の細胞壁の厚さに対するゼラチン層の厚さの比率は、年輪内側部で約85%、その外側部で約45%であり、この比率は年輪内側部から外側部に移行するにともなって次第に小さくなっている。また、ミズナラAにおけるゼラチン層の厚さはブナAでのそれと大差がない。つぎに、ミズナラBでは前項1)で述べ

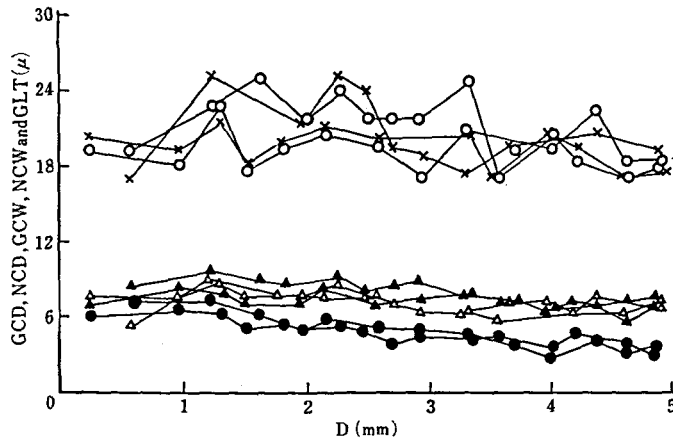


Fig. 4 Variations of diameter of gelatinous fiber (GCD), diameter of non-gelatinous fiber (NCD), cell wall thickness of gelatinous fiber (GCW), cell wall thickness of non-gelatinous fiber (NCW), and thickness of gelatinous layer (GLT) in relations to distance from early wood boundary (D) in the Mizunara A. GCD; ○, NCD; ×, GCW; ▲, NCW; △, GLT; ●.

べたように、ゼラチン繊維が点在しているので、上記の変化がみられなかった。しかし、ミズナラBの年輪内側部におけるゼラチン層の厚さはミズナラAの年輪内側部におけるそれよりかなり薄い。

このようにブナ、ミズナラ引張あて材において、同一年輪でもAとBの部位によって、また同じ部位でも年輪内側部と外側部で、それぞれゼラチン層の厚さが異なり、換言するとゼラチン繊維における木化した細胞壁の厚さが異なっている。これに関連して、WARDROPとDADSWELL¹⁶⁾、DADSWELLとWARDROP⁵⁾は *Eucalyptus gigantea* の早材と晩材で、またMANWILLER⁹⁾は Silver maple の傾斜の異なる供試木の試料で、それぞれゼラチン繊維における細胞膜層S₁、S₂、S₃およびGの現われかたが異なることを指摘しており、上記の試料においてもそれらの膜層の現われかたが異なるものと推察される。このことは今後に残された問題のなかでも興味あることの一つであらう。

以上のことから、ゼラチン層の厚さは前項1)で述べたゼラチン繊維の分布とともに引張あて材の質的な程度を示す一つの指標になると考えられる。したがって、引張あて材の肉眼的特徴が認められなくなったBの部位はゼラチン繊維の存在によって引張あて材に区分されるが、上記の結果からこの部位はかなり軽度の引張あて材であることになる。さらに、後述のように引張あて材の肉眼的特徴がゼラチン層に起因するのであるならば、少なくともこのゼラチン層の厚さはゼラチン繊維の分布とともに引張あて材の肉眼的特徴と密接な関係があると考えられる。

2—3 引張あて材の肉眼的特徴とその顕微鏡的性質

網糸状光沢を呈する部分を実体顕微鏡で観察するとブナおよびミズナラの横断面、縦断面とも、その材面は微細な木片があたかも毛が立っているような形態で、ちょうど Projecting

fiber (Fuzziness), Woolliness (Woolly appearance) などの表現が適合している様相を呈している。そして、その表面において顕著な絹糸状光沢が認められる。そこで、円板をフロログルシン塩酸溶液で染色すると、一例を写真5に示すようにその絹糸状光沢を呈する部位が淡桃色、その他の部位が黄褐色を呈した。

つぎに、前項2-2の検討と関連して絹糸状光沢を呈する横断面における毛ば立ち（鋸断した材面に突出している微小木片を仮称する）を塩化亜鉛ヨードで染色すると、一例を写真6に示すように赤色ないし暗赤色を呈するゼラチン層が露出しており、黄褐色を呈する木化した細胞壁は部分的に附着しているにすぎない。とくに、ブナAでは写真7に示すようにゼラチン層が引き抜けたものの出現頻度が非常に高く、このことは生材状態における鋸断に際してゼラチン層がその他の細胞壁より切断されにくいことによると思われる。これに対して、肉眼的特徴が認められなくなった境界部のブナおよびミズナラBの毛ば立ちは一例を写真8に示すように、その組織全体が黄褐色を呈し、そのゼラチン層はほとんど認められない。このことは前項2-2で述べたように、ゼラチン繊維の分布が少ないだけでなく、それらのゼラチン層が非常に薄いためほとんど目立たなくなったものと考えられる。

このように、絹糸状光沢は生材状態での鋸断面の毛ば立ちにおけるゼラチン層の分布状態にもとづくものである。したがって、前項2-1で検討したように、ブナやミズナラだけでなく、その他の樹種においても絹糸状光沢が認められたことは引張あて材にゼラチン繊維が存在⁷⁾¹¹⁾していることによるもので、シナノキにその特徴が認められなかったことはその引張あて材相当部にもゼラチン繊維が存在しない¹¹⁾ことによる。また、引張あて材の塩化亜鉛ヨードやフロログルシン塩酸溶液による呈色反応は、すでに明らかにされているようにゼラチン層の化学組成の特異性¹⁾⁷⁾¹⁰⁾によるものである。

最後に、絹糸状光沢は明らかに引張あて材の肉眼的特徴の一つであり、ゼラチン層の分布が非常に少ないきわめて軽微な引張あて材の識別は困難であるが、その特徴によって大方の引張あて材を適格に識別できる。

3 要 約

引張あて材の肉眼的識別の可能性を明らかにするため、とくにブナおよびミズナラ引張あて材の肉眼的特徴、主として絹糸状光沢が出現する現象を調べ、それに関連する組織を顕微鏡的に観察し、これら両者を比較検討した。

得られた結果の要約はつぎのとおりである。

1. 絹糸状光沢は生材時に鋸断した場合、鋸断方向にかかわらず引張あて材部に現われるもので、気乾状態において一層明瞭になる。しかし生材、気乾状態で鉋削すると必ずしもその特徴が現われない。

2. 絹糸状光沢を呈する部位にはゼラチン繊維、すなわちゼラチン層が多量に分布している。換言すると、引張あて材部の毛ば立ちにおけるゼラチン層の分布状態にもとづいて絹糸状光沢が現われるものである。

3. 絹糸状光沢は明らかに引張あて材の肉眼的特徴の一つである。そして、ゼラチン層の分布が非常に少ないきわめて軽度の引張あて材までは識別できないが、この肉眼的特徴によ

って大方の引張あて材を適格に識別できる。

引 用 文 献

- 1) CHOW, K.Y. : A comparative study of the structure and chemical composition of tension wood and normal wood in Beech (*Fagus sylvatica* L.), Forestry, 20, p.62-77, (1946).
- 2) CLARKE, S.H. : The influence of cell-wall composition on the physical properties of Beech wood (*Fagus sylvatica* L.), Forestry, 10, p.143-148, (1936)
- 3) CLARKE, S. H. : The distribution, structure and properties of tension wood in Beech (*Fagus sylvatica* L.), Forestry, 11, P. 85-91, (1937).
- 4) CLARK, W.P. : Effect of tension wood on seasoning and machining of Eastern cotton-wood, For. Prod. Jour., 8 (3), P. 109-112, (1958).
- 5) DADSWELL, H.E and A.B. WARDROP : The structure and properties of tension wood, Holzforschung, 9, S. 97-104, (1955).
- 6) Forest Products Laboratory : Raised, loosened, torn, chipped, and fuzzy grain in lumber, U.S. For. Prod. Lab. Report No. 2044, p. 1-9, (1959).
- 7) HUGHES, F.E. : Tension wood, a review of literature, Forestry Abstracts, 26, P.2-9, P. 179-186, (1965).
- 8) LASSEN, L.E. and G.A. COOPER : Significance of tension wood in furniture cutting of Red oak, U.S. For. Prod. Lab. Report No. 2193, p. 1-5, (1960).
- 9) MANWILLER, F.G. : Tension wood anatomy of Silver maple, For. Prod. Jour., 17, p. 43-48, (1967).
- 10) NERBERG, P.H. and H. MEIER : Physical and chemical properties of the gelatinous layer in tension wood fiber of Aspen (*Populus tremula* L.) Holzforchung, 20, S.174-178, (1966).
- 11) 尾中文彦 : アテの研究, 木材研究, No.1, P.1-88, (1949).
- 12) PANSIN, A. J., CARL DE ZEEUW and H.P. BROWN : Textbook of wood technology, Vol.1, 2nd Ed. p. 263-273, Mc Graw-Hill Book Co., New York. (1964).
- 13) TERRELL, B.Z. : Distribution of tension wood and its relation to longitudinal shrinkage in Aspen, U.S. For. Prod. Lab. Report No. R 1917, P. 1-6, (1952).
- 14) WAHLGREN, H.E. : Tension wood in Overcup oak, U.S. For. Prod. Lab. Report No. 2089, p.1-5 (1957).
- 15) WAHLGREN, H.E. : Occurrence of tension Wood and related seasoning defects in California black oak, U.S. For. Prod. Lab. Report No. 2106, p.1-8, (1958).
- 16) WARDROP, A.B. and H.E. DADSWELL : The nature of reaction wood IV. Variations in cell wall organization of tension wood fibers, Aust. Jour. of Bot., 3, p. 177-189, (1955).

**Macroscopic and microscopic features of tension wood of Buna
(*Fagus crenata* BLUME) and Mizunara (*Quercus crispula* BLUME).**

Yorio SHIGEMATSU

Laboratory of wood Science and technology.

Summary

In this report, a possibility of the macroscopic identification of tension wood depend on "Silky luster" in the sawn surface was investigated on Buna (*Fagus crenata* BLUME) and Mizunara (*Quercus crispula* BLUME), which are the most important hardwood in Japan.

The results obtained by this investigation are as follows :

1. Silky luster of tension wood.

Silky luster on the tension wood zone was found on the rough cross surface which was sawn at the green condition under the general sawing condition shown on table 2, and the silky luster became more conspicuous after drying (See Photo. 1-A). On the other hand, the silky luster of tension wood was not found on the rough cross surface of timbers sawn when they were air-dried. Also it was not found on the flat surface of timbers planed when they were wet. On the cross surface of planed air-dry timbers, however, silky lustrous zone became darker than the other parts (See Photo. 1-B, Compare to Photo. 1-A). Furthermore, the silky luster was found on the rough surfaces of both flat and edge grained timbers sawn when they were wet (See Photo. 2-A and B).

In addition, the silky luster was also found on the tension wood zone of the rough cross surface of Doronoki (*Populus maximowiczii*), Makanba (*Betula maxmowicziana*), Inubuna (*Fagus japonica*), Kunugi (*Quercus acutissima*), Konara (*Quercus serrata*), Keyaki (*Zelkova serrata*), Shioji (*Fraxinus spaethiana*), and Yachidamo (*Fraxinus mandshurica* var. *japonica*), but it was not found on the eccentrically-grown shinanoki (*Tilia japonica*).

2. Microscopical structure of the silky lustrous zone.

Three representative parts, —the conspicuous silky lustrous zone (A), the non-silky lustrous zone (C), and the boundary zone between A and C (B) were observed microscopically from the same annual rings of the disk of Buna and Mizunara, respectively.

In A of Buna, the gelatinous fibers distributed in almost all the parts of the annual rings, except the outer-most part (last formed late wood). In A of Mizunara, however, the gelatinous fibers are mainly distributed in the outer side of pore zone, except the outer-most part of the annual rings, but the non-gelatinous fibers scattered evenly in inner and middle parts of the annual rings (See Photo. 3). The gelatinous layer occurred in

libriform fiber and fiber tracheid, but not in the vasicentric tracheids of Mizunara. The ratio of width of the gelatinous fiber zone to that of the annual rings are as follows : Buna A ; 86 (71-94) %, Buna B ; 60 (39-79) %, and Mizunara A ; 81 (68-90) %. Variations of the diameter, cell wall thickness, and the thickness of gelatinous layer within an annual ring are shown on Figs. 2-4. The ratio of the thickness of gelatinous layer to the wall thickness of gelatinous fiber decrease toward the outer part of annual ring, and also even in the same inner part of the annual rings, the ratio in B is smaller than that in A (See Photo. 4 A and B).

3. Relationship between macroscopic feature and microscopic structure of tension wood.

The projecting fibers of silky lustrous zone (A) had various gelatinous layers (See Photo. 6), and also there were many plucked gelatinous layers in it (See Photo. 7). In a projecting fiber of B, however, the gelatinous layer was not so distinctly observed (See Photo. 8). Therefore the tension wood zone identified by the silky luster seemed to be slightly smaller than that by the presence of gelatinous fiber. The macroscopical identification of the typical tension wood depending on silky luster, is considered as effective in practical use. Furthermore, it is recognized that the silky luster is due to gelatinous layer of the tension wood fiber on the rough cross surface of the disk. In the tension wood zone of Shinanoki which has no gelatinous fiber, the silky luster was not found as above mentioned.

In addition, the silky lustrous zone became light pink against the red brown of the other part on application of phlorogulcin in hydrochoric acid on the disk (See Photo. 5), but the tension wood zone of Shinanoki became the deep red brown as well as the rest of disk.

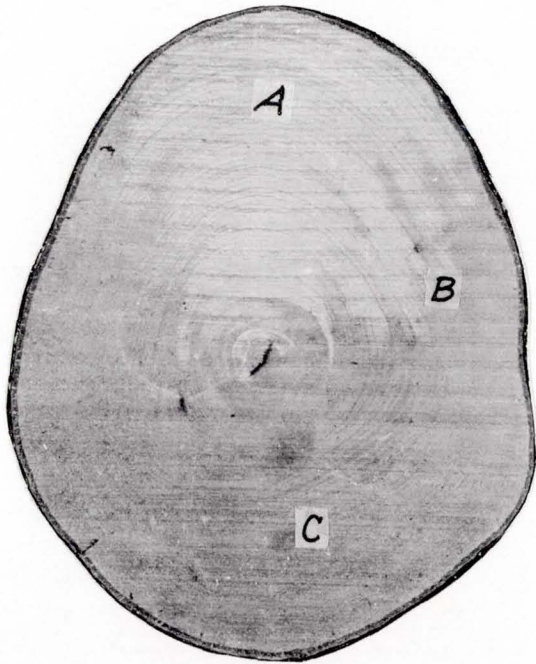


Photo. 1-A Showing "Silky luster" of tension wood on the rough cross surface which was sawn at the green condition of Buna (*Fagus crenata* BLUME), $\times 0.2$.

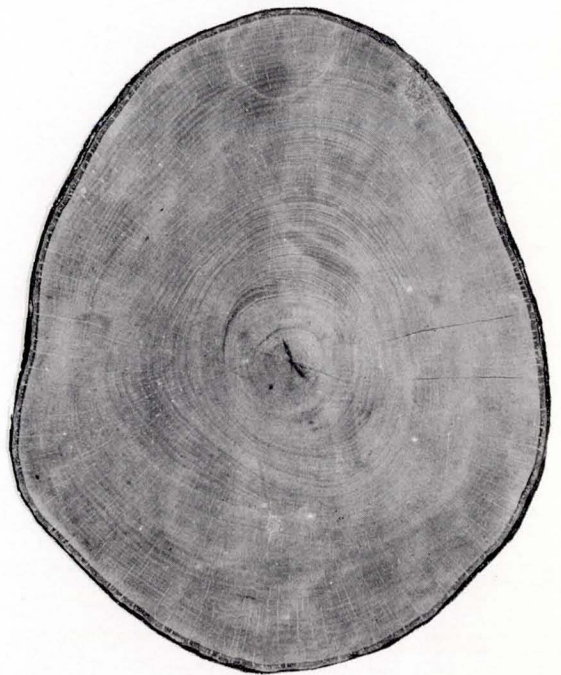


Photo. 1-B Showing the silky lustrous zone became darker than the other part on the flat cross surface which was planed at air-dry condition of Buna, $\times 0.2$.



A



B

Photo. 2 Showing "Silky luster" of tension wood on the longitudinal sawn surfaces of Buna.

A : Flat-grain surface, B : Edge-grain surface, $\times 0.2$.



Photo.3 Showing the distribution of gelatinous fibers and non-gelatinous fibers in inner part of an annual rings on the tension wood of Mizunara (*Quercus crispula* BLUME). Green condition, stained with chloriodide of zinc, $\times 700$.

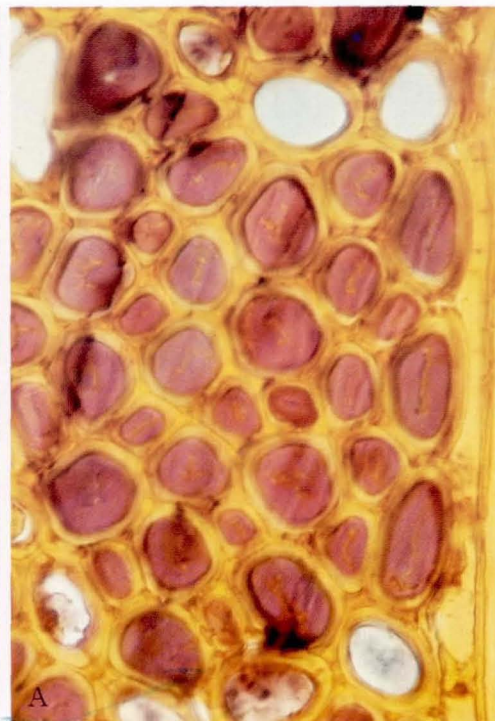


Photo.4 Showing the difference of thickness of gelatinous layer on the different parts in tension wood zone of Buna. Green condition, stained with chloriodide of zinc, $\times 700$.
A ; Inner part in an annual ring of conspicuous silky lustrous zone (A).
B ; Outer part in an annual ring of conspicuous silky lustrous zone (A). And also it was almost same, inner part in the same annual ring of boundary zone between silky lustrous and non-silky lustrous zone (B).



Photo.5 Showing the silky lustrous zone which became light pink against red brown of the other part on application of phlorogulcin in hydrochloric acid, $\times 0.2$.



Photo.6 Showing the distribution of gelatinous layer on the projecting fiber of conspicuous silky lustrous zone. Green condition, stained with chloriodide of zinc, $\times 250$.

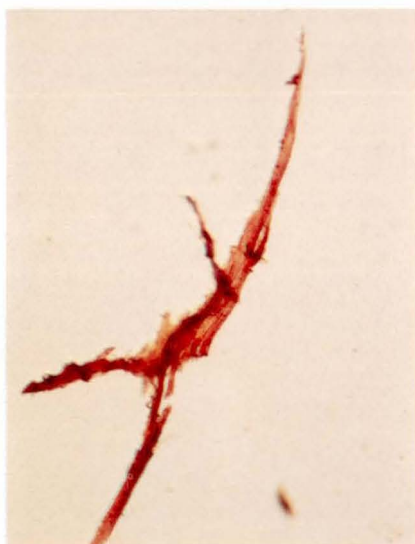


Photo.7 Showing the gelatinous layer which was plucked by sawing. Green condition, stained with chloriodide of zinc, $\times 250$.



Photo.8 Showing the gelatinous layer which did not distinctly observed in a projecting fiber on the boundary zone between silky lustrous and non-silky lustrous zone. Green condition, stained with chloriodide of zinc, $\times 250$.