

## スギの分野壁孔の壁孔縁の細胞壁構造

古川郁夫\*

昭和52年8月31日受付

### Cell Wall Organization in the Pit Border Region of the Cross Field Pit of SUGI Wood (*Cryptomeria japonica*)

Ikuo FURUKAWA\*

The cell wall organization in the pit border region of the cross field pits (R-T pits) of SUGI wood (*Cryptomeria japonica* D. Don) was investigated by electron microscopy in order to obtain structural information on the differences between the R-T pits and the intratracheal bordered pits (T-T pits).

It was revealed that the appearance of the cross-sectional views of the pit border of the R-T pits differed markedly from those of the T-T pits with respect to the relative thickness and position of each layer found in the pit border. In the pit border region, the  $S_1$  layer had some tendency to locate in the vicinity of both sides of the pit annulus. Further, the  $S_1$  layer did not show an overhanging border. On the contrary, the overhanging border region was mainly constructed by the  $S_2$  layer. The final shape of the pit aperture, therefore, seemed to be decided mostly by the deposition of the microfibrils of the  $S_2$ .

Fig. 12 summarizes diagrammatically the microfibrillar orientation of each layer, especially the  $S_1$  layer and the  $S_2$  layer, found in the pit border, and Fig. 13 represents diagrammatically the cross-sectional views of the pit border.

#### 緒 言

実際の木材細胞壁の破壊現象は、細胞壁に存在する構造上の変異部、とりわけ分野壁孔やその他の壁孔によってかなりの影響をうける。例えば、針葉樹材の仮道管の分野壁孔（以下R-T壁孔と略記）は、単一仮道管の縦引張破壊においては破壊の開始と密接に関係し、他方木材切片や木材ブロック試片の縦引張破壊では亀裂の進行に深くかかわっていることが知られている<sup>1,2)</sup> これに対して仮道管相互間有縁壁孔（以下T-T壁孔と略記）は、細胞壁の縦引張破壊に際しても破壊が直接そこから始まるようなことはほとんどなく、さらに細胞壁中を進行する亀裂の運動を阻止するような働きがあることなどからして、破壊に対してはかなりの抵抗性を有しているものと推定されている<sup>1)</sup> このような壁孔の細胞壁破壊に対す

る挙動の違いは、それらの構造上の相違を示唆するものであろう。

壁孔の構造に関してはこれまでも多数の研究がなされている<sup>3,4,5,6)</sup> ところが、これまでの研究は主として壁孔の生理的役割に重きが置かれていたために、壁孔膜の構造に関するものが多い。しかしながら、実際の細胞壁の力学的挙動（破壊挙動も含む）を究明していくうえでは、これら壁孔の強度的役割が明らかにされなければならぬ。そこで問題となるのは壁孔縁（pit border）の構造である。T-T壁孔の壁孔縁の構造に関してはこれまでも詳しく調べられ、いくつかの構造模型も提出されており、その基本的な構造については一応明らかにされている<sup>5,6)</sup> ところが、R-T壁孔に関する研究は少なく、とくにその壁孔縁の構造について詳しく言及された報告はほとんどない。

\* 鳥取大学農学部林学科木材工学及林産化学研究室

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Tottori University

そこで、本研究ではまずR-T壁孔の壁孔縁の細胞壁構造に関する知見を得ることを目的とし、つぎにこれらの2つの型の有縁壁孔の強度的役割について構造的見地から比較考察することを試みた。

### 材料と方法

材料としてはスギ(*Cryptomeria japonica* D. DON)を用いた。レプリカ観察用には気乾保存していた67年生のスギ(鳥取県産)の正常な成熟材部を用い、超薄切片観察用にはスギの幼苗(京都大学農学部附属演習林に植栽)の幹部を用いた。

R-T壁孔を含み分野を構成する各壁層(主として2次壁)のマイクロフィブリルの配列を調べるために、適当な大きさの木材ブロック(約2(T)cm×1(R)cm×1(L)cm)を半径方向にカミソリで割裂するか、もしくはマイクロトームで切削することによって表出した柁目面をDirect Carbon Replica法<sup>7)</sup>を用いて電顕(日立HS-7)によって検鏡した。この際、仮道管の外側に近い各壁層のマイクロフィブリル配列の観察には主として割裂試片を用い、内腔側の壁層構成の観察にはマイクロトーム切削試片を用いた。さらに、場合によってはマイクロフィブリルの配列をより明瞭に見えるようにするために試片表面をJeffrey氏液で軽く処理した。

また、R-T壁孔の壁孔縁中の各壁層の構成を調べるために、材料を常法どおり固定、エポキシ樹脂包埋後、ウルトラマイクロトームによって超薄切片を作製し、さらに切片に軽くPt-Pdシャドウイングを施してから電顕(日本電子JEM-7)で検鏡した。

### 結果と考察

#### 1. スギの分野の概観

スギの分野にはスギ型壁孔(Taxodioid pit)と呼ばれるスギ属に特有の形態をもつR-T壁孔が存在する。Fig.1は晩材部に近い早材仮道管のR-T壁孔を含む分野の端付近からそれに最も近いT-T壁孔にかけてを割裂面によって仮道管外表面からレプリカ法でみたところを示す。この写真にも示されているようにスギのR-T壁孔の孔口は一般に楕円形をした輪内孔口(included aperture)である。またその壁孔縁は楕円形の孔口の長径方向とそれに直角方向とでは壁孔縁の張り出しの程度が著しく異っており、これがT-T壁孔と最も異なる点である。またこの写真において、両壁孔間の細胞壁割裂面が波状を呈しているのは交差構造をもつS<sub>1</sub>層のところで割裂が生じたためと思われる。さらに、分野とそれ

に続く細胞壁の間で、S<sub>1</sub>層のマイクロフィブリル配列に関して境界と認められるようなところは観察されず、この間は全く連続的であった。

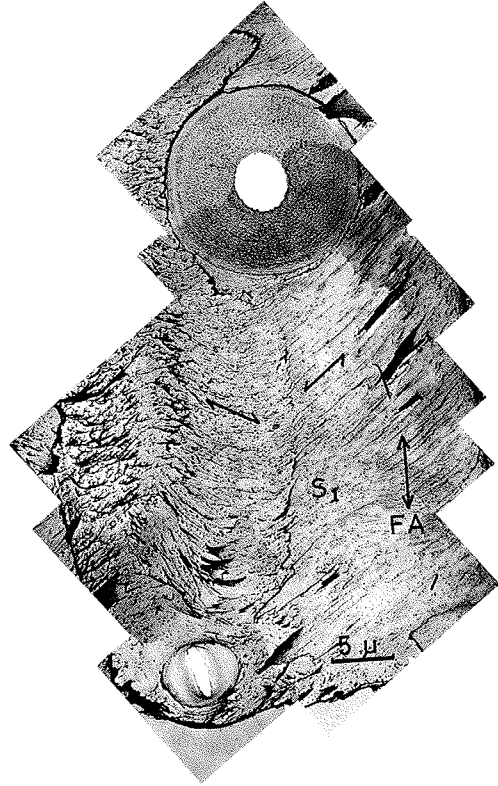


Fig.1 Direct carbon replica of the outer surface of a late earlywood tracheid of SUGI wood (*Cryptomeria japonica*) illustrating both the intertracheal bordered pit (T-T pit) and the cross field pit (R-T pit). Note the overhanging border of the two types of the pits. The arrow (↔) in this and the following figures indicates the microfibrillar orientation. FA=fiber axis, S<sub>1</sub>=the outer layer of the secondary wall.

Fig.2はマイクロトーム切削切片を用いてR-T壁孔周辺のS<sub>2</sub>層のマイクロフィブリルの配列を内腔側からレプリカ法でみたところを示す。分野におけるS<sub>2</sub>層のマイクロフィブリルは、孔口のまわりをわずかに迂回して配列していることを除いては、分野以外の壁孔の存在しない細胞壁のS<sub>2</sub>層のマイクロフィブリル配列と同じような傾向が認められた。

これらの観察から、R-T壁孔のところを除き、分野の細胞壁を構成する主な壁層であるS<sub>1</sub>層とS<sub>2</sub>層のマイクロフィブリルは、その配列の点では分野以外の壁孔の存



Fig. 2 Direct carbon replica of the inner surface of the cross field in a late earlywood tracheid of SUGI wood showing the microfibrillar orientation of the middle layer of the secondary wall ( $S_2$ ) in the vicinity of the pit aperture.

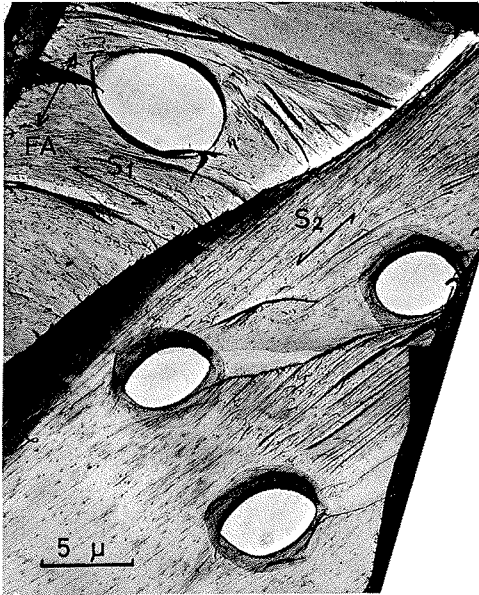


Fig. 3 Similar to Fig. 2, but showing both the  $S_1$  and the  $S_2$  layer in the cross field.

在しない細胞壁のそれと特に変っている点は見い出せなかった。

Fig. 3は典型的なスギ型R-T壁孔を内腔側からレプリカ法でみたところを示す。写真の左上半分では $S_2$ 層から内側の壁層が剥ぎ取られ、 $S_1$ 層が露出している。この

ように、スギのR-T壁孔のところでは、R-T壁孔の周囲の細胞壁の壁層間（主として $S_1$ 層と $S_2$ 層の間）の剝離（これは多分試料の作製中に生じたものであろう）に伴って、壁孔縁のところも周囲の細胞壁と同じような剝離が生じているのがしばしば観察された。このような壁孔縁の破壊形は、壁孔縁中における各壁層（主として $S_1$ 層と $S_2$ 層）の存在様式がT-T壁孔のそれとは異なっていることを示唆するものであり、さらにR-T壁孔の壁孔縁の構造は周囲の細胞壁の壁層構成と似ていることを示唆するものであろう。この点について次項でさらに詳しく検討する。

## 2. スギR-T壁孔の壁孔縁の構造

スギの早材部におけるR-T壁孔の孔口の形状は一般に円形ないし楕円形であり、孔口の形状と壁孔縁の構造とは密接な関係があると思われるので、まず典型的な楕円形の孔口をもつR-T壁孔の壁孔縁の構造から述べる。

Fig. 4の(a), (b) および(c) はいずれもR-T壁孔を仮道管の外表面から見たところを示すレプリカ写真である。これらの写真は、壁孔周辺の細胞壁の割裂状態から判断して、Fig. 4の(a)は $S_1$ 層内部で、Fig. 4の(b)は $S_1$ 層と $S_2$ 層の丁度境界付近で、またFig. 4の(c)は $S_2$ 層内部でそれぞれ割裂したことを示している。ところで、これらのいずれの写真においても、壁孔縁の壁孔室に面した表面(壁孔縁の外表面と呼ぶ)上にイボ(warts)が認められることに注目したい。とくに、Fig. 4の(b)と(c)では、壁孔縁から $S_1$ 層がほとんど取り除かれていると思われるにもかかわらず、依然として壁孔縁の外表面にイボが存在し、しかも壁孔縁の形状がほとんど元の形を保っているということは、R-T壁孔においては $S_1$ 層の壁孔縁への寄与はきわめて少ないことを示唆するものであろう。何故ならば、もしR-T壁孔の $S_1$ 層がT-T壁孔のそれのように孔口の最終的な輪郭を決定する程壁孔縁の形成に関与しているとすれば、 $S_1$ 層は壁孔縁の内部にまで存在している筈であり、この場合壁孔周辺の細胞壁がなんらかの力(例えば試料作製中に生じる力等)によって $S_1$ 層のところで細胞外表面から剝離されるような場合には、当然壁孔縁中の $S_1$ 層も周囲の $S_1$ 層と一緒に剝離しようとし、その結果壁孔縁の外表面にあるイボ状層も $S_1$ 層とともに取り除かれてしまう可能性が大きいからである。実際にT-T壁孔の壁孔縁では、このような $S_1$ 層の剝離によって壁孔縁の外表面にあるイボ状層の一部もしくは全部が消失していることがしばしば観察されている。その1例をFig. 5に示す。

さらに、Fig. 4の(a), (b), (c) に示されている壁

孔縁の外表面 ((b)は軽く Jeffrey 氏液で処理してある)を注意して見ると、そこには  $T-T$  壁孔で一般に見られ

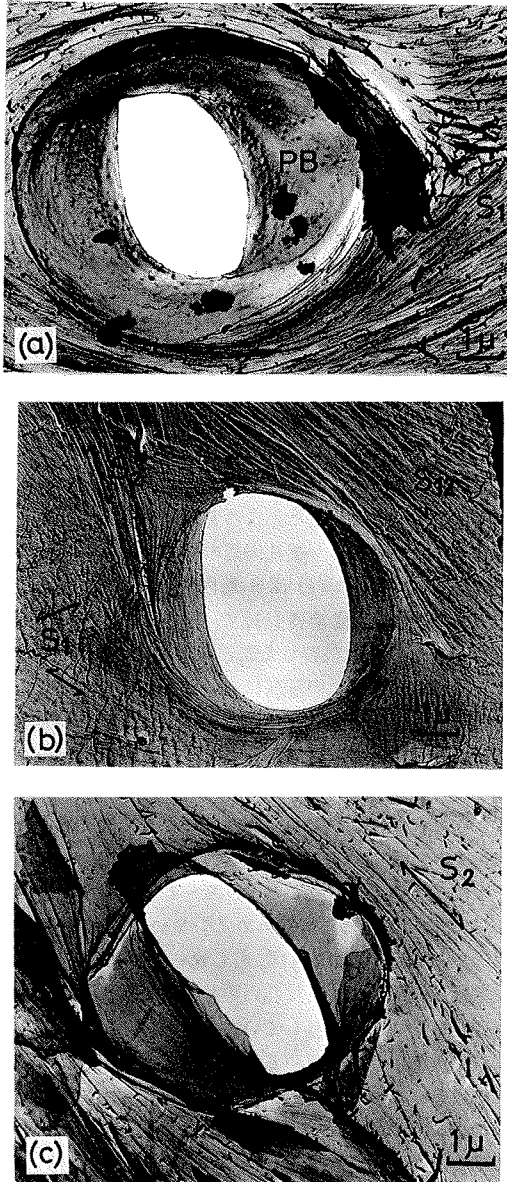


Fig. 4 Direct carbon replica of the outer surface of the pit border of the typical R-T pit in a late earlywood tracheid of SUGI wood. These photographs, (a), (b) and (c), show the exposed surfaces split in the  $S_1$  layer, at the boundary between the  $S_1$  and the  $S_2$  layer and in the  $S_2$  layer, respectively. The warts on the outer surface of the border always can be seen.

る同心円状に配列したマイクロフィブリル(border thickening もしくは initial pit border を構成するマイクロフィブリル)は見られず、むしろ壁孔の周囲の  $S_2$  層のマイクロフィブリルの配列と一致する細かいスジが認められる。これは  $R-T$  壁孔の壁孔縁を構成していると思われる  $S_2$  層のマイクロフィブリルの配列を示すものであろう。Fig. 6 は壁孔縁の  $S_2$  層のマイクロフィブリルの配列を内腔側から見たところを示すレプリカ写真である。マイクロフィブリルが孔口の縁に沿って壁孔室側へまわり込むようにして配列していることが認められる。これは、 $S_2$  層のマイクロフィブリルが  $R-T$  壁孔のところで堆積する際に、マイクロフィブリルは孔口の縁に沿って壁孔室側へまわり込むようにしながら堆積することによって、孔口の径を狭めるとともに張り出した壁孔縁を形成したものである。 $R-T$  壁孔の壁孔縁における  $S_2$  層のマイクロフィブリルのこのような配列様式は、Imamura<sup>6)</sup> が  $T-T$  壁孔の壁孔縁形成において提案した  $S_1$  層のマイクロフィブリルの配列様式と同様のものと思われる。

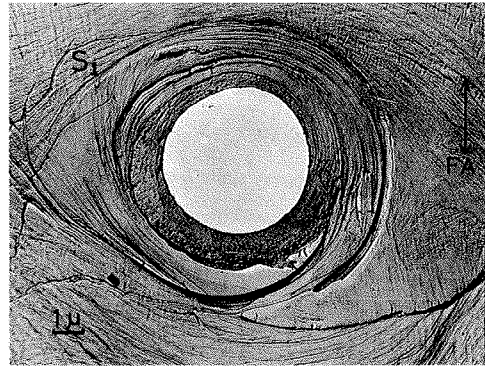


Fig. 5 Direct carbon replica of the outer surface of the pit border of the typical T-T pit in an earlywood tracheid of SUGI wood. Note the peeling warty layer on the pit border.

以上のレプリカ写真から考えて、 $R-T$  壁孔の壁孔縁を構成している主な壁層のうち  $S_1$  層は  $T-T$  壁孔のそれと異なり、壁孔縁のつけ根付近に局在していると思われる。これに対して、 $S_2$  層は張り出した壁孔縁の主体をなすものであろう。それ故に、 $R-T$  壁孔の孔口の最終形状は、早材仮道管であっても、 $S_2$  層の堆積に大きく依存しているものと思われる。さらに、 $R-T$  壁孔の壁孔縁では、 $T-T$  壁孔において一般的に認められている initial pit border に相当する壁層は形成されないように思われる。

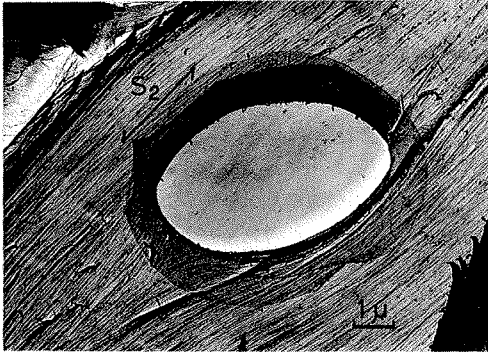


Fig. 6 Direct carbon replica of the inner surface of the pit border of the typical R-T pit in *SUGI* wood. The microfibrils in the  $S_2$  layer appear to be curved through the inner edge of the pit aperture onto the outer surface of the pit border.

そこで次に、これまでのレプリカ法観察によって推定されたR-T壁孔の壁孔縁の構造をより正確に把握するため、壁孔縁中の各壁層（主として $S_1$ 層と $S_2$ 層）の壁層構成について、壁孔部の断面形態を超薄切片法によって調べた結果について述べる。

Fig. 7の(a)と(b)は早材仮道管の典型的なR-T壁孔の木口断面を示す超薄切片像である。R-T壁孔の壁孔縁は方向によって発達程度が著しく異なるため、断面像を解釈するときには、壁孔のどの部分であるのかに注意を払って像解釈をしなければならない。Fig. 7の(a)は孔口の大きさおよび壁孔縁間の距離の大きさから判断して、R-T壁孔のほぼ中央の木口断面像を示すものと思われる。この写真からも明らかなように、張り出した壁孔縁はほとんど $S_2$ 層だけで構成されており、 $S_1$ 層はわずかに壁孔縁のつけ根のところでやや厚く存在する程度で、T-T壁孔の $S_1$ 層のように壁孔縁の先端にまで存

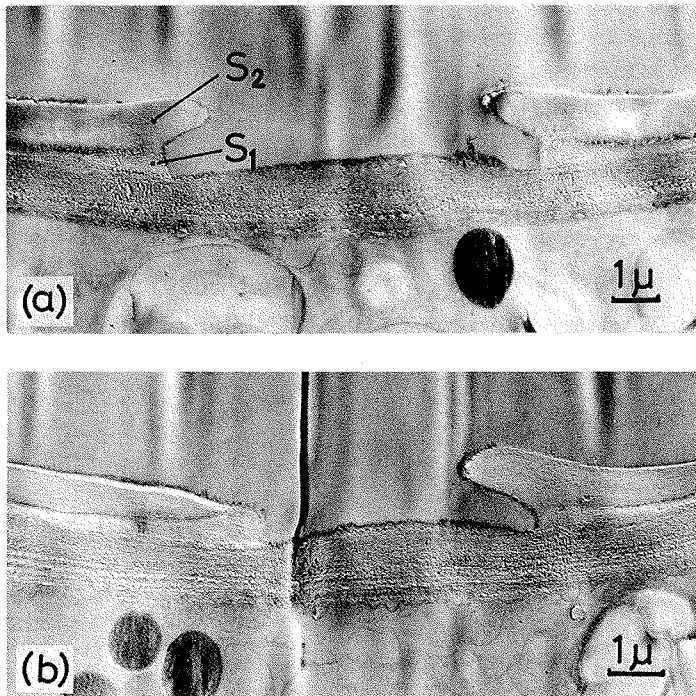


Fig. 7 Ultra-thin cross sections of the pit border of the typical R-T pit in *SUGI* wood. The  $S_1$  layer does not extend into the pit border, and the overhanging border is mainly constructed by the  $S_2$  layer. The initial pit border cannot be recognized on the outer surface of the pit border. The appearance of the pit border in the cross section would change depending on the plane of sectioning.

在して孔口の輪郭決定に関与するというようなことは全く認められなかった。すなわち、 $R-T$ 壁孔の壁孔縁の壁層構成は壁孔周辺の細胞壁のそれとよく似た傾向を示し、壁孔縁においても $S_2$ 層は $S_1$ 層の上に単純に堆積しただけの構造であり、 $S_1$ 層と相まって壁孔縁を構成するというようなことは全く見られなかった。さらに、initial pit borderに相当する壁層は、断面像においても認められなかった。 $R-T$ 壁孔の壁孔縁におけるこのような壁層構成は、まえのレプリカ写真でしばしば観察された壁孔部の特異な剥離による破壊形の原因をよく説明するものであり、この部分が外力によって剥離破壊しやすいことは想像に難くない。

また、Fig.7の(b)は(a)に比べて、壁孔縁間の距離がかなり小さいことから、これは壁孔の端付近の木口断面像を示すものであろう。孔口の端付近においても、壁孔縁を構成する主な壁層は $S_2$ 層であり、また $S_1$ 層は壁孔縁のつけ根付近にやや厚く存在する傾向が認められるのは孔口の中央付近と同様である。しかしながら、この写真において孔口の片側(写真では向って左側)の壁孔縁( $S_2$ 層による張り出し部分)が欠落しているように見える。これは孔口の端(とくに楕円孔口の上端部もしくは下端部をさす)のところにおける $S_1$ 層と $S_2$ 層の特殊な構成の仕方を示唆するものであろう。

Fig.8は $R-T$ 壁孔の中央付近の板口断面像の1例を示したものである。ここで注目すべきことは、壁孔縁のつけ根付近における $S_1$ 層の肥厚の程度が木口断面のそれ

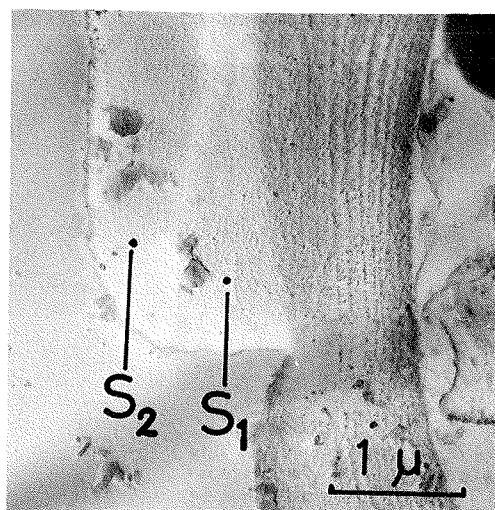


Fig.8 Ultra-thin tangential section of the pit border of the typical  $R-T$  pit in *SUGI* wood.

に比べて少し大きいことである。これは、壁孔部における $S_1$ 層のマイクロフィブリルはその配列方向に沿って厚く堆積する傾向のあることを示し、その結果 $S_1$ 層堆積後の孔口の形状は、前出のレプリカ写真にも示されているように細胞軸と直角方向に長径をもつ楕円形を呈するものと思われる。

ここで、以上の超薄切片法観察および前述のレプリカ法観察によって得られた知見をもとに、 $R-T$ 壁孔の壁孔縁を構成する主な壁層である $S_1$ 層と $S_2$ 層の堆積の仕方を推定すると次のようになる。まず、 $S_1$ 層のマイクロフィブリルは最初ほぼ円形をしていると思われる $R-T$ 壁孔の始原壁孔域を迂回するようにして配列し、次第にその配列方向に沿って堆積することによって、 $S_1$ 層による孔口が形成される。このときの壁孔縁は口唇形で張り出し部をもたず、またその孔口の形は $S_1$ 層のマイクロフィブ

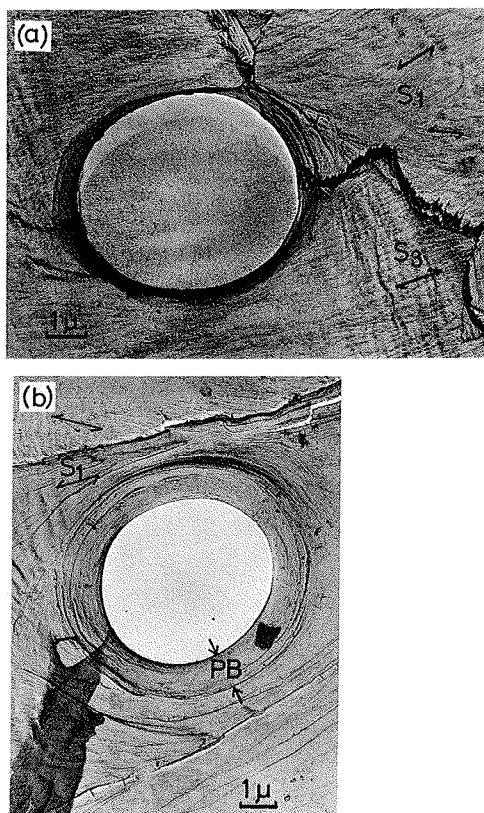


Fig.9 Direct carbon replica of the  $R-T$  pit having a round pit aperture in an earlywood tracheid of *SUGI* wood. The photographs, (a) and (b), show the inner and the outer surface respectively. PB=pit border region



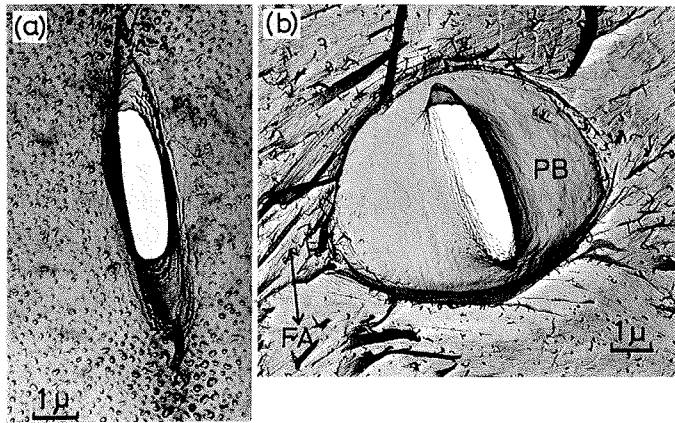


Fig. 10 Direct carbon replica of the R-T pit having a slit-like pit aperture in a latewood tracheid of *SUGI* wood. (a) and (b) show the inner and the outer surface respectively.

リルの配列方向に長径をもつ広楕円形であろう。ひきつづいて、この $S_1$ 層の上に $S_2$ 層が堆積するのであるが、 $S_2$ 層も基本的には $S_1$ 層と同様に $S_2$ 層のマイクロフィブリルの配列方向に沿って独自の孔口を形成する。ただし、 $S_2$ 層のマイクロフィブリルは $S_1$ 層によって作られた孔口のまわりに沿って堆積していくうちに、次第に孔口の裏側(壁孔室側)にもまわり込んで配列するようになり、ついには $S_2$ 層だけで張り出した形をした壁孔縁を形成するに至るものと思われる。それ故、孔口の最終形状はほとんど $S_2$ 層の堆積によって決定されると思われるが、ただ孔口の上端と下端、すなわち $S_2$ 層のマイクロフィブリル配列の方向のvariety目当たる分岐点のところでは充分な $S_2$ 層の堆積が行なわれず、部分的には $S_1$ 層だけのところも存在する。このようなところの断面を示したものがFig. 7の(b)であろうと筆者は考えた。

以上、典型的なR-T壁孔の壁孔縁の構造について述べたが、次に若い早材部にみられる円形の孔口をしたR-T壁孔および晩材部にみられるスリット状の孔口をしたR-T壁孔の壁孔縁について簡単に説明する。

Fig. 9の(a)と(b)は円形の孔口をしたR-T壁孔を仮道管の内腔側と外側から見たところを示すレプリカ写真である。壁孔縁の張り出しの程度が非常に少ないことがT-T壁孔と異なる点である。また、この写真からは $S_1$ 層と $S_2$ 層のマイクロフィブリルを区別することは困難であり、これらはいずれもほぼ円状に配列しているように見える。Fig. 10の(a)と(b)はスリット状孔口をした晩材部の典型的なR-T壁孔を仮道管の内腔側と外側

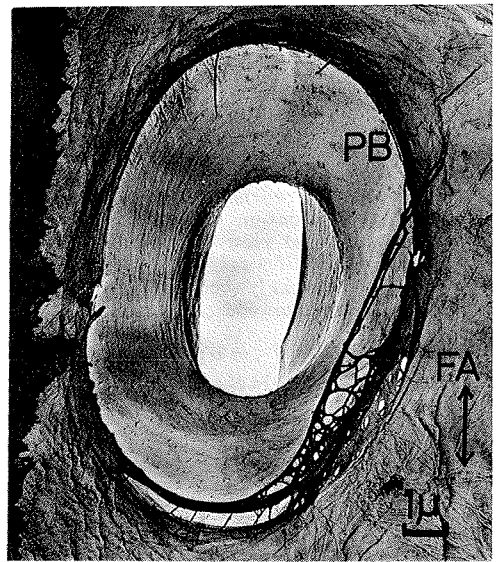


Fig. 11 Direct carbon replica of the outer surface of the pit border of the T-T pit in a latewood tracheid of *SUGI* wood.

から見たところを示すレプリカ写真である。 $S_2$ 層による壁孔縁の張り出し部は顕著であり、孔口の形状はT-T壁孔の晩材部のそれと似ている。ところが、T-T壁孔の壁孔縁は晩材部であっても、 $S_1$ 層(initial pit borderも含む)によって形成された壁孔縁が均等にかなり張り出している点で、R-T壁孔の晩材部のそれとは全く異なっている。Fig. 10の(b)と比較のために、晩材部のT-T

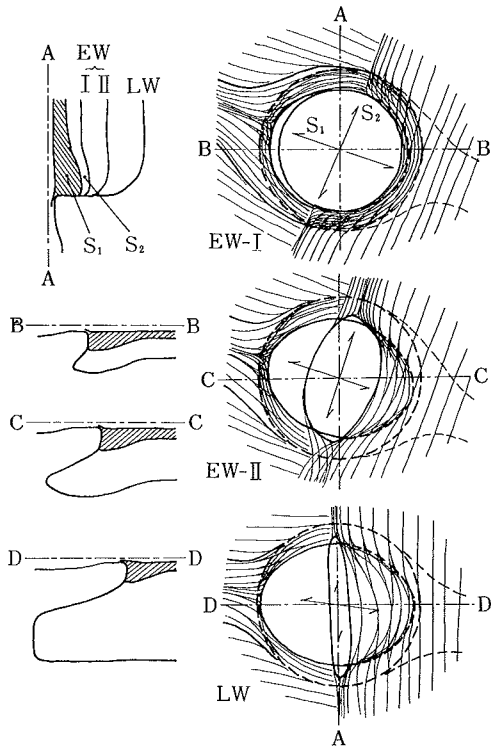


Fig. 12 Diagrammatic representation of the microfibrillar orientation (right) and that of the cross-sectional view (left) of the R-T pit border of SUGI wood.  
EW-I=early earlywood EW-II=late earlywood LW=latewood

T壁孔を外側からみたレプリカ写真をFig. 11に示す。

これまでの観察によって得られたすべての知見を総合して、スギのR-T壁孔の壁孔縁の細胞壁構造を模式的に描くとFig. 12およびFig. 13のようになる。Fig. 12は円形、楕円形およびスリット状の孔口をしたR-T壁孔の壁孔縁におけるS<sub>1</sub>層とS<sub>2</sub>層の各マイクロフィブリルの配列の様子とその中央断面形状を模式的に描いたものである。Fig. 13は壁孔縁を構成する主な壁層であるS<sub>1</sub>層とS<sub>2</sub>層について壁孔の種々の断面における構造を模式的に描いたものである。

### 3. 壁孔縁の強度的役割

単一仮道管の縦引張破壊において、R-T壁孔のところで破壊が生じる頻度は極めて高い<sup>1)</sup>。また、木材切片を縦引張破壊した場合、亀裂が放射組織に沿って進行したり、放射組織の端を縫うように進行したりすることがしばしば観察されている<sup>2)</sup>。このようなことから、仮道管の分野、とりわけR-T壁孔部は細胞壁の破壊において問

題となる構造物である。これにひきかえ、T-T壁孔は細胞壁破壊に対して幾分抵抗性があるように思われる。というのは、単一仮道管の縦引張破壊においても、破壊がそこから始まることはほとんどなく、また破壊後の細胞壁破壊部を調べても、亀裂はT-T壁孔のところを避けて生じていることなどがよく観察されるからである。そこで、このような実際の仮道管細胞壁中における壁孔部の破壊挙動の違いを構造的立場から検討しようとするれば、まずこれらの壁孔の壁孔縁を構成する各壁層の存在様式が、壁孔の存在しない仮道管細胞壁部分のそれに比べて著しく異なっていることに注目しなければならない。

R-T壁孔の壁孔縁は、極端に云えばS<sub>2</sub>層だけから成り、S<sub>1</sub>層を欠いた細胞壁部分と見なせる。しかもこの壁孔縁は均等に張り出しておらず、S<sub>2</sub>層のマイクロフィブリルの配列方向と直角方向にだけ張り出してあり、さらにこの部分を構成するS<sub>2</sub>層の厚さはまわりの細胞壁中のS<sub>2</sub>層とほぼ同じか、少し薄いくらいである。そのうえ、壁孔縁中のS<sub>2</sub>層のマイクロフィブリルは孔口のところを迂回するように配列しているため、配列の点からもこの部分は変異部とみなされる。このような特異な構造を有するR-T壁孔の壁孔縁は、壁孔部以外の細胞壁に比べて、縦引張によって破壊しやすいだけでなく、S<sub>2</sub>層のミクロ

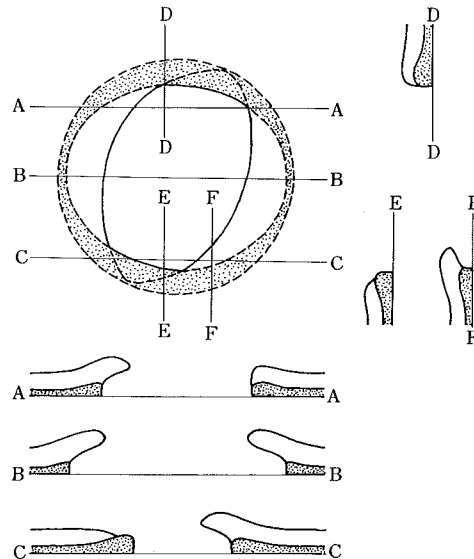


Fig. 13 Proposed diagram concerning the sectional view of the pit border of the typical R-T pit in a late earlywood tracheid of SUGI wood in various cutting planes.  
The dotted area represents the S<sub>1</sub> layer and the empty area shows the S<sub>2</sub> layer.



フィブリルの配列方向に沿って裂けやすい構造であると云えよう。

これに対して、 $T-T$ 壁孔の壁孔縁は、壁孔の存在しない細胞壁部よりも $S_1$ 層がかなり厚く堆積し、しかもその $S_1$ 層のマイクロフィブリルは円状に配列して堆積することによって、均等に張り出した壁孔縁を形成している。しかも、この $S_1$ 層は壁孔縁の先端(孔口の縁)にまで存在している。さらに、このような $S_1$ 層の内側(内腔側)には壁孔部の周囲と同程度の厚さを有する $S_2$ 層が堆積しており、またこの $S_1$ 層の外側(壁孔室側)はinitial pit border と呼ばれる同心円状にマイクロフィブリルが配列してできた層で裏打ちされている。このような構造を有する壁孔縁は、壁孔部以外の細胞壁に比べて、あらゆる方向からの力に対しても破壊しにくい強固な構造物であると云えよう。

さらに $R-T$ 壁孔の場合は、壁孔縁の構造の特異性に加えて、分野全体が、仮道管中に在ってその部分がくびれているために、応力の集中を受けやすく、このことも $R-T$ 壁孔で破壊が生じやすいことの一因を形成していると考えられる。

### 結 論

スギ(*Cryptomeria japonica*)の分野壁孔( $R-T$ 壁孔)の壁孔縁の構造をレプリカ法ならびに超薄切片法によって電顕で調べた結果、 $R-T$ 壁孔の壁孔縁の構造は仮道管相互間有縁壁孔( $T-T$ 壁孔)のそれとはかなり異なっていることが判明した。

$R-T$ 壁孔の壁孔縁における $S_1$ 層および $S_2$ 層は、それぞれのマイクロフィブリルの配列方向に沿って堆積し、

なかでも $S_2$ 層は壁孔縁の大部分を形づくっており、孔口の輪郭の最終的な形状を決定している。 $S_1$ 層は壁孔縁のつけ根のところに、わずかに厚く存在する程度で、明瞭に張り出した壁孔縁を形づくらない。

このような構造を有する $R-T$ 壁孔は細胞軸方向の引張力に対して構造的な弱点部になり得ると推定される。

### 謝 辞

本研究を行なうにあたり、超薄切片試料の作製ならびに観察において多大な御協力を戴いた京都大学農学部藤田稔氏に深く感謝の意を表します。また、本稿をとりまとめるにあたって、種々有益な御助言と御批判を戴いた京都大学農学部原田浩教授に衷心より謝意を表します。

### 文 献

- 1) 古川郁夫・佐伯 浩・原田 浩：材料，**24** 855 (1975)
- 2) 佐伯 浩：材料，**22** 894 (1973)
- 3) Wardrop, A. B. and Davies, G. W. : *Holzforchung*, **15** 129 (1961)
- 4) Jutte, S. M. and Spit, B. J. : *Holzforchung*, **17** 168 (1963)
- 5) Harada, H. and Côté, W. A. Jr. : *Holzforchung*, **21** 81 (1967)
- 6) Imamura, Y. and Harada, H. : *Wood Sci. and Technol.*, **7** 189 (1973)
- 7) Côté, W. A. Jr., Kórán, Z. and Day, A. C. : *Tappi*, **47** 477 (1964)