

カラマツの心材は、なぜ薬液が入りにくいのか

—電子顕微鏡で原因を探り、対策を考える—

1 原因は、「通路の閉鎖」にあり

カラマツの心材は、なぜ薬液の注入が困難なのでしょう

か？
その原因を探るため、当センターの走査型電子顕微鏡を用いた観察結果も含め、しばしミクロの世界へご案内します。

樹木は実に驚くべき、精巧な構造を持っているのです！

(1) 木材は、細胞の殻の集合体

カラマツ等の針葉樹の木部は、ほとんどが「仮道管」と呼ばれる細胞からできています。

仮道管は幹の上下方向に伸びた非常に細長い細胞で、長さが約4mm、太さが0.04mm前後です。

なお、我々が木材として利用している部分の仮道管はすべて死んでおり、原形質などは既に分解されています。

従って、木材は「細胞壁」と呼ばれる細胞の殻だけの集合体と言っても、過言ではありません。

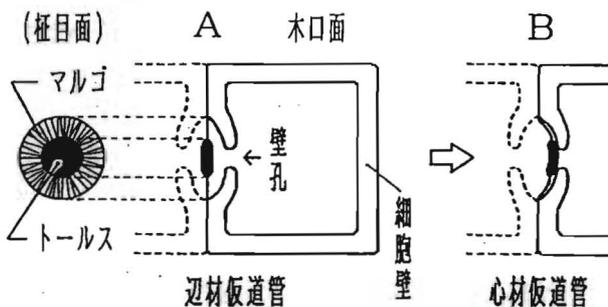


図-1 仮道管相互の有縁壁孔対の模式図

(2) 水分の通路は「壁孔対」

立木の辺材部（白木）では、根から葉へ水分が吸い上げられています。

では、水分はどこを通過して、上または横の細胞内へ移動するのでしょうか？

図-1のAの木口面（仮道管の横断面）を見て下さい。

仮道管の細胞壁には、このような小さな孔（「壁孔」）が多数あいているのです。

そして、これらの壁孔は隣の細胞の壁孔と対に

なるよう、必ず同じ位置に作られています。

従って、水分はこの「壁孔対」（正式には有縁壁孔対）を通過して移動するのです。

(3) 壁孔対の構造

図-1のAに示すように、壁孔対の中央部には「トールス」と呼ばれる、直径0.01mm程の円盤があります。

そして、「マルゴ」と呼ばれるセルロースの糸が、このトールスを壁孔対のほぼ中央に釣り上げています。

従って、水分が隣の細胞内へ移動する際には、正確に言うと、このマルゴの隙間を通過するのです。

(4) トールスは、直径0.01mmの精巧な弁

水分を吸い上げている立木の辺材部では、トールスは図-1のAの位置にあります。

ところが、場合によっては図-1のBの位置に移動することがあるのです。

では、どのような場合でしょうか？

立木の幹が傷を受けた場合を想像して下さい。

立木では、葉がさかんに水分を吸い上げています。

しかし、もし傷口からどんどん空気が入ってしまうと、水分を吸い上げられなくなり、木は枯れてしまいます。

そこで重要な役割を果たすのが、先に述べた「トールス」なのです。

トールスが図-1のBの位置に移動して壁孔対を閉鎖することにより、空気が立木内に入り込むのを防いでいるのです。

つまり、壁孔対は水分の通路となるだけでなく、立木が身を守るために欠かせない「精巧な弁」の役割も果たしているのです！

(5) カラマツの心材部でも、壁孔対は閉鎖している

立木の心材部は、どの樹種でも既に水分を吸い上げる機能は失っており、もっぱら樹体を支える機能を担っています。

壁孔対内のトールスの多くは、水分の通導機能を失った時点で図-1のBの位置に移動し、壁孔対を閉鎖した状態になります。

では、なぜ樹種によって薬液の注入性が違うのでしょうか？

それは、主として壁孔対の閉鎖率の違いによります。

つまり、スギやヒノキと比べてカラマツの心材は壁孔対の閉鎖率が高く、ほぼ100%近くが閉鎖

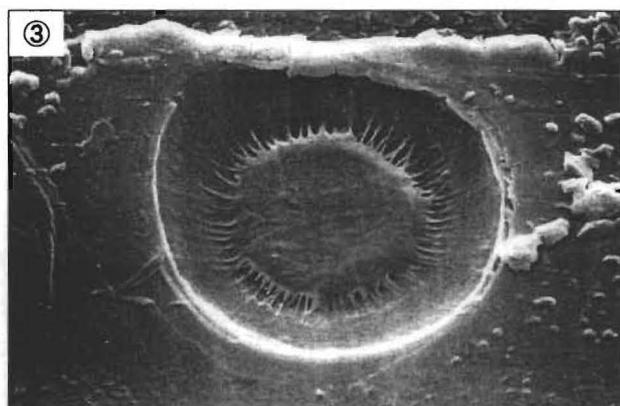
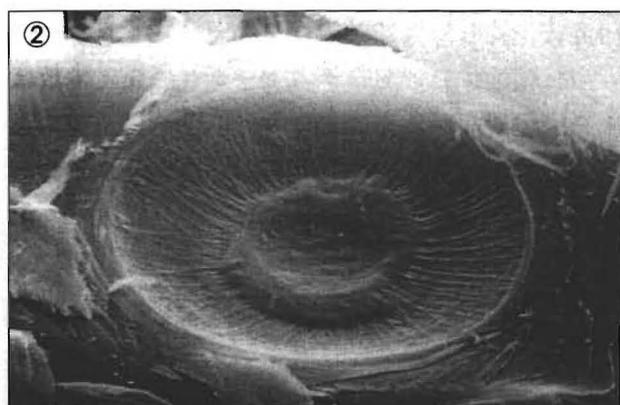
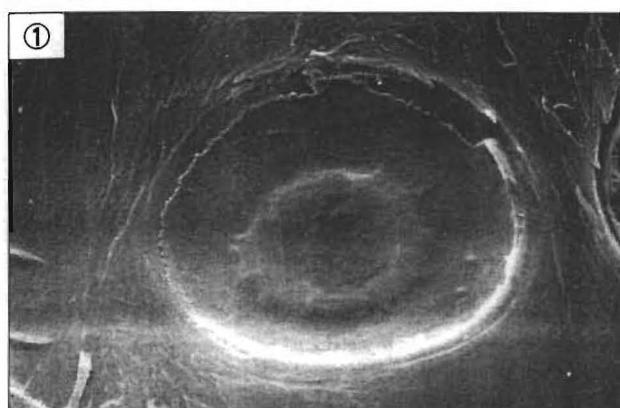


写真 カラマツ心材仮道管の有縁壁孔対の断面図
(②③は熱水処理後)

状態(図-1のB)になっているのです。

カラマツの心材に薬液が入りにくい原因は、「通路の閉鎖」にあるのです！

(6) 走査型電子顕微鏡で、カラマツ心材の壁孔対を見る

図-1のBにおいて点線の細胞をはぎ取り、矢印の方向から壁孔対の断面を観察しました。

写真-①では、中央部に直径約0.01mmのトールスが見えています。

しかし、アラビノガラクトサン等の物質がかなり堆積しているため、まわりのマルゴはほとんど見えません。

このことから、カラマツの心材では壁孔対が図-1のBの状態になっているだけでなく、多くの場合、堆積物によって閉鎖状態に固定されていることが分かります。

このような状態では、薬液が入りにくいのも当然です。

2 対策は、「通路を開ける」こと

心材部の閉鎖された壁孔対を開けることは、カラマツの心材に限らず、各種の薬液の注入性や乾燥性の改善に有効です。

そこで、当センターを含め、各地の大学・試験研究機関で様々な対策が検討されています。

写真-②・③は当センターの試験結果で、カラマツの心材を熱水で処理した後に観察しています。

写真-②ではまだ閉鎖状態にあるものの、堆積物は洗い流され、マルゴが見えるようになっています。

写真-③では、さらにトールスの一部が浮き上がっています。

写真-③の状態のものが何割か生じる程度の処理をすると、薬液の注入性はかなり改善されます。

これらの方法はまだ研究段階ですが、近い将来十分に有効な対策が開発されるものと思われます。

(木材部 柴田)

《お願い》

木材加工の分野でも、近ごろはさかんに特許が申請されるようになりました。

新しい技術の導入を検討する際には、必ず最初に特許関係を調べて下さい。