

ネムノキとヤマザクラの道管のゴム状物質による閉そく

藤田 稔・小路 嘉明・原田 浩

Vessel blockades by gum in *Albizia julibrissin* Durazz.
and *Prunus jamasakura* Sieb.

Minoru FUJITA, Yoshiaki SHÔJI and Hiroshi HARADA

要 旨

柔細胞から道管内腔に分泌され、ついには道管を閉そくするゴム状物質の発生と形状をネムノキとヤマザクラでも SEM により観察した。またチロース研究に用いた培養法^{2,3)}により人為的にゴム状物質を発生させた。さらにネムノキの培養ゴム状物質を化学分析してその成分を調べた。

ネムノキでは、分泌は辺材の最内年輪で始まり、そこでは道管内壁をおおう薄い皮膜が観察され、心材への移行部年輪ではさらに道管を水平に仕切る薄い隔膜が形成された (Fig. 1, 2)。また、20°C と 30°C の培養によって辺材部にも人為的にゴム状物質を分泌させることができた (Fig. 3, 4)。そしてこの発生の過程は辺材から心材にいたる自然の変化と良く似ていた。培養ゴム状物質を取り出して赤外分光分析とガスクロマトグラフィーで調べるとこれは D-mannose, D-galactose 等を主成分とする多糖質であった (Fig. 8, 9)。

ヤマザクラ着色心材部では多量のゴム状物質が種々の形状で道管内に分布していたが (Fig. 5), 20°C で培養したとき辺材部に発生したゴム状物質の形状もこれに類似していた (Fig. 6)。

1. 緒 言

この報告でとりあげたゴム状物質とは、CHATTAWAY^{d)}の研究によるとある種の広葉樹の道管内腔に見られる不定形分泌物のことで、柔細胞から壁孔をへて道管内腔へ分泌され固化したものである。CHATTAWAY がこれを gum と呼んでいるのは、これが希アルカリ液に溶け出すことから多糖類を主成分とする植物ゴム質と推定したからであろう。

筆者らはこれまでコナラ、ハリエンジュにおいてチロースの発生と形状を調べ、また立木から切り出した辺材部に人為的にチロースを発生させてきた。ゴム状物質は柔細胞から道管内腔へ発生し、また道管を閉そくする点でチロースと類似するので、チロース研究と同様の手法によってこの発生と形状を調べた。なおここではネムノキの観察を中心とし、ヤマザクラの観察をこれに付加した。

この研究を進めるにあたり御助言をいただいた木材構造学研究室の各位に、また化学分析に多大の御助力をいただいた食糧科学研究所の田中国介氏と林産工学科の野橋健三、都築道和の両氏に深謝する。なおこの内容は第27回日本木材学会大会 (昭和52年4月、京都) で発表した。

2. 材 料 と 方 法

1976年12月に京都市郊外に自生のネムノキ (*Albizia julibrissin* Durazz.) とヤマザクラ (*Prunus jamasakura* Sieb.) の立木から試料片を取り出して直ちに実体顕微鏡観察した。その後一部を 45°C で乾燥して当年輪から心材^{2,3)}にかけて道管内腔を SEM (走査電顕) 観察した。試料ブロックの辺材の残りはチロース培養法により 5°C, 20°C, 30°C の3段階で培養し, 3, 7, 12日後に上記の方法で道管内腔の変化を調べた。分泌物の化学分析については次章で述べる。

3. 結 果 と 考 察

3. 1. ゴム状物質の発生と形状

ネムノキの第1年輪(当年輪)から第6年輪までを SEM で順番に観察した (Fig. 1)。その結果, 第1年輪から第3年輪までの辺材部では道管内表面のフィブリル模様や壁孔の構造が明瞭に観察され, 分泌物の存在は認められなかった (Fig. 2 a)。しかし辺材の最内部に位置する第4年輪では道管内表面の構造が不明瞭となり, 分泌物がうすく付着していた (Fig. 2 b)。淡く着色している第5年輪(心材移行部)では前述した道管内表面をおおう皮膜のほかに道管を水平に仕切る薄い隔膜が所所に形成されていた (Fig. 1)。濃く着色した心材の第6年輪でも第5年輪と同様であった (Fig. 2 c)。この道管を水平に仕切る隔膜はブナなどで見られる“梯子状チロース”と似ているが, 詳細に調べるとこの隔膜はたびたび割れを生じており, その破断面は平滑でそこにはチロース壁に見られるフィブリル構造は観察されなかった (Fig. 2 c)。また実体顕微鏡下ではこの隔膜と道管内表面をおおう皮膜は褐色であるが透明であり, これからも分泌され固化した物質が植物ゴム質であることが示唆される。またネムノキではこの隔膜の形成によって道管の閉そくがチロースと同じく効果的に達成されていることが大変興味深い。

一方ヤマザクラの着色材部では多量の黒褐色の物質が道管内腔につまっていたが, これを SEM 観察すると, これはネムノキのような道管内表面の全面をおおう皮膜や, 特徴的な隔膜を形成しないで, Fig. 5 に示すように道管内表面上の小さい粒から内腔をうずめる大きな塊まで様々の形態があった。このようにゴム状物質も樹種によって形状に差異があることがわかった。

3. 2. ゴム状物質の培養による人為的発生

ネムノキでは, 5°C の培養条件下では12日後にも変化がなかった。20°C と 30°C の培養ブロックを未乾燥のまま実体顕微鏡観察すると, 3日後には道管の1部に無色あるいは少し褐色があった少し粘性のある液が発生しており, 培養がさらに進むと道管内腔は褐色のゼリー状粘液で満たされていた。この粘液の分泌の程度は 20°C よりも 30°C のもので著しかった。これら培養ブロックを乾燥後に調べると, 粘液は乾燥して道管表面をおおう光沢のある褐色透明の皮膜を作っていた。この乾燥ブロックを SEM 観察すると, 20°C の培養3日目では道管内表面上に 1 μm 程の小顆粒が散在し (Fig. 3 a), 7日後には分泌物が壁全面をうすくおおっていた (Fig. 3 b)。12日後にはこの分泌物による皮膜はさらに厚くなっており, これらの皮膜の像は天然状態の第4年輪に見られる形状とよく似ている (Fig. 3 c)。30°C の条件下では, 3日後にすでに皮膜が形成され (Fig. 4 a), 7日後にはこの皮膜は厚くなり, 注目すべきことには心材部で見られた道管を水平に仕切る隔膜と同様の隔膜が形成されていた (Fig. 3 b)。12日後には皮膜は非常に厚くなり, Fig. 3 c にはその平滑な破断面が示されている。このように培養によるゴム状物質の分泌の過程は立木内での辺材から心材への変化とよく似ており, 観察の困難な天然条件下での細胞の活動を

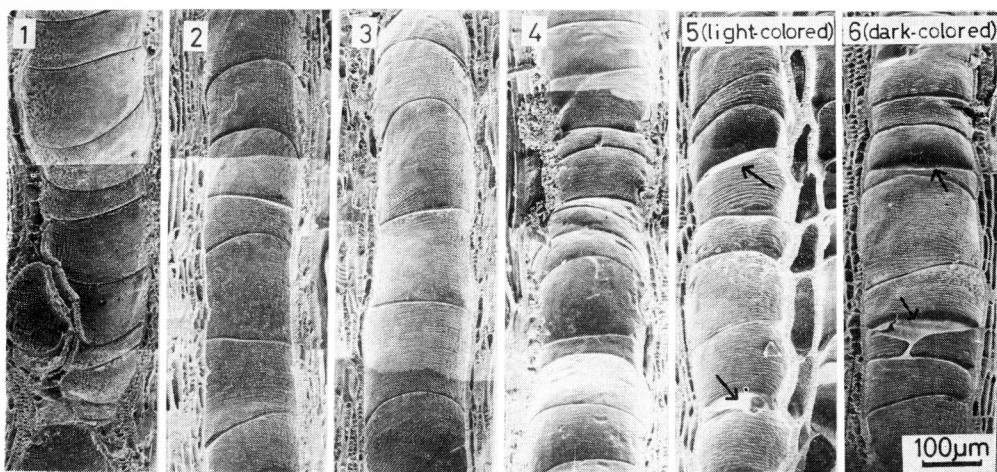


Fig. 1. A series of vessel lumina from No. 1 annual ring (current year annual ring) to No. 6 (dark-colored heartwood) in NEMUNOKI observed with SEM. No secretion is observed at the No. 1, 2 and 3 annual rings (cf. Fig. 2a). But the inner surface is covered with mud-like substance at the No. 4 annual ring (cf. Fig. 2b). At the No. 5 and 6 annual rings thin partitions horizontally dividing the vessel lumen are formed in places besides the mud-like secretion (see arrows).

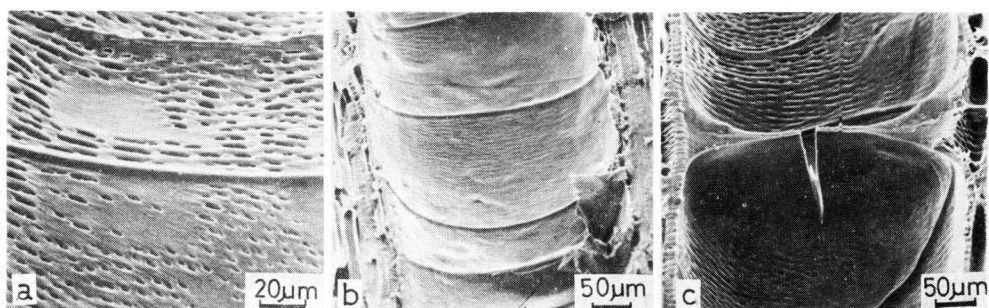


Fig. 2. Magnified micrographs of vessel lumina of the No. 1 (a), 4 (b) and 6 (c) annual rings. In fig. a, fibrillar pattern and pits are clearly observed, but the sculptures are obscure in fig. b. Partitions are occasionally cracked and the fractured surface is smooth (c).

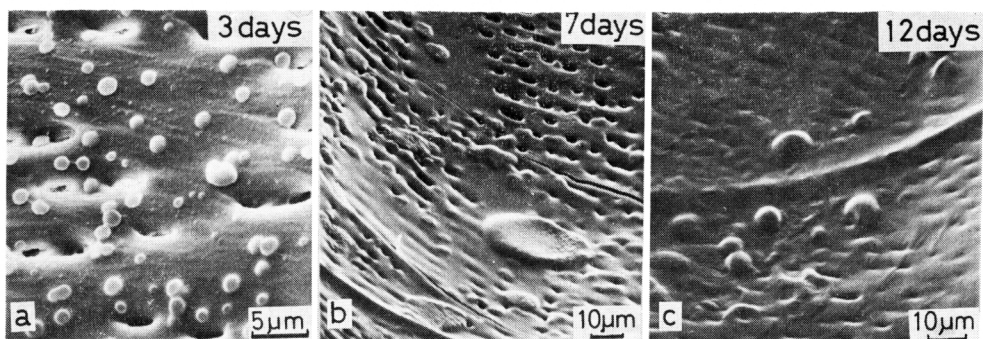


Fig. 3. Gum induced by the 20°C incubation in NEMUNOKI sapwood. Small particles are dispersed on the vessel wall after 3 days (a). Mud-like secretion covers the wall surface sculptures after 7 days (b), and more thickly after 12 days (c).

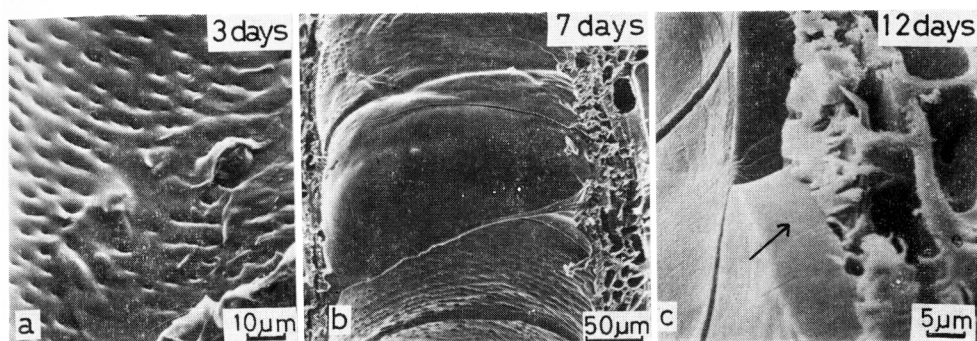


Fig. 4. Gum induced by the 30°C incubation in NEMUNOKI sapwood. Vessel inner surface is covered with mud-like secretion after 3 days (a). After 7 days thin partition similar to fig. 2c is formed (b). The secretion deposits very thickly on the vessel wall after 12 days and the fractured surface is smooth (see arrow) (c)

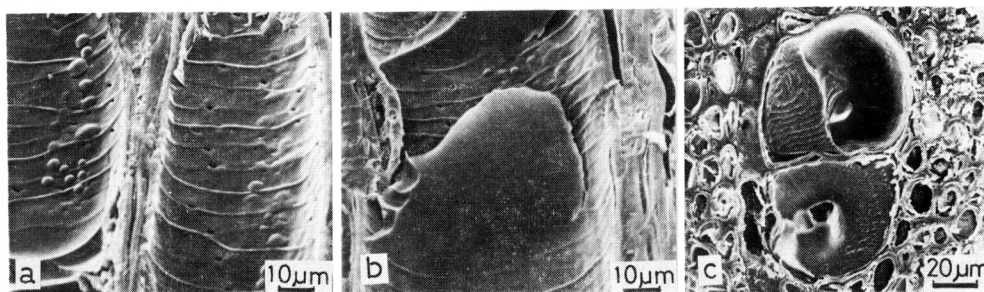


Fig. 5. Gum in YAMAZAKURA heartwood. Small clods adhere to the vessel inner surface sculptured by pits and helical thickening (a) or large irregular mass covers the surface. (b and c).

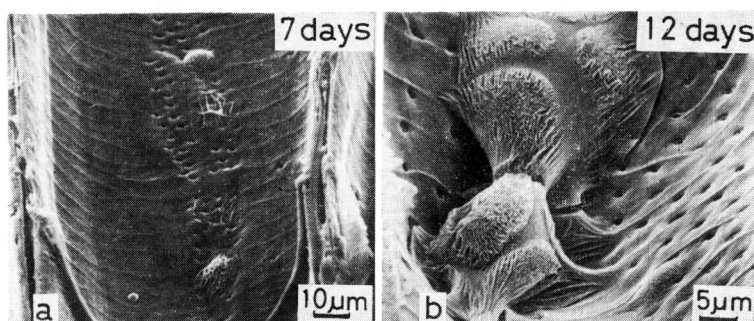


Fig. 6. Gum induced by the 20°C incubation in YAMAZAKURA sapwood. The secretion forms small hills on the pit after 7 days (a) and grows much larger after 12 days (b).

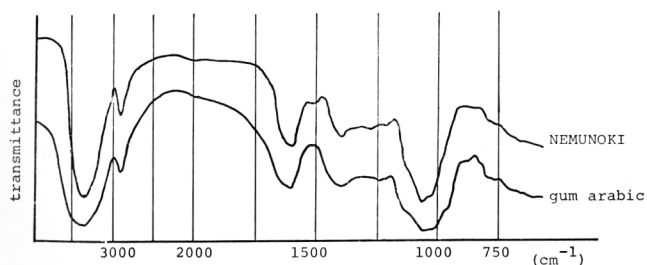


Fig. 8. IR spectra of the gum collected from NEMUNOKI sapwood and, for reference, of gum arabic.

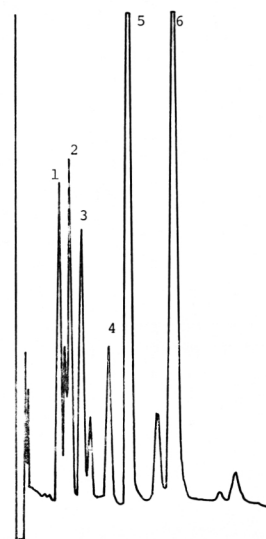


Fig. 9. Gas chromatograph of sugars of gum collected from NEMUNOKI sapwood. Some peaks are identified by authentic sugar samples. That is, peak 2: arabinose, peak 3: rhamnose, peak 5: mannose and peak 6: galactose.

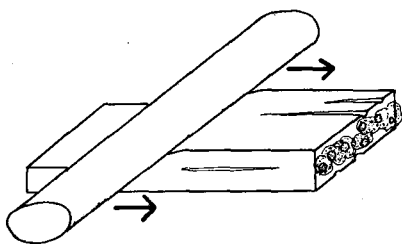


Fig. 7. Collecting method of the incubated gum.

ヤマザクラの心材の場合も同様であり、分泌物の粘度がネムノキの場合よりも高く、分泌物が壁孔の上だけで発達していくことを暗示している。

3. 3. ゴム状物質の化学組成

ネムノキ心材の道管内の隔膜をピンセットで取り出そうとしたが、この時道管壁が混入する場合があった。そこで培養ブロックの道管内腔に充満しているゼリー状の粘液を Fig. 7 に示す方法で押し出して集め化学分析に供した。これの赤外吸収スペクトルは多糖類の特徴を示し、これと代表的な植物ゴム質である アラビアゴムとの類似性が注目される (Fig. 8)。つぎにこの培養ゴム状物質を塩酸で加水分解し、イオン交換樹脂を通した後にトリメチルシリル化してガスクロマトグラフィーで糖組成を分析した (Fig. 9)。このグラフの peak のいくつかを標本の糖の peak の位置から同定すると、peak 2 は arabinose, peak 3 は rhamnose, peak 5 は mannose, peak 6 は galactose の存在を示している。この分析結果から、ネムノキの培養ゴム状物質が多糖類、とくに mannose, galactose を主成分とする多糖類であることが明らかとなった。なお、ネムノキの心材のゴム状物質もその発生過程や形状の類似性から判断して培養ゴム状物質と同様の組成をもっているものと思われる。

引用文献

- 1) CHATTAWAY, M. M.: The development of tyloses and secretion of gum in heartwood formation. *Aust. J. Sci. Res.*, **B**, **2**, 227—240 (1949)
- 2) 藤田稔, 加藤正明, 佐伯浩, 原田浩: コナラの培養チロース発達にともなう柔細胞構造の変化. *京大演報*, **47**号, 144—151 (1975)
- 3) 柴田直明, 原田浩, 佐伯浩, 藤田稔: コナラにおけるチロースの形成と形態の観察. *山林* **1100**, 44—49 (1976)
- 4) 中川啓子, 藤田稔, 佐伯浩, 原田浩: ハリエンジュ道管におけるチロースの発生と通導機能. 第26回日本木材学会大会研究発表要旨. 290 (1976)

Résumé

Occurrences and shapes of gum secreted into vessel lumina from parenchyma cells were examined with SEM in NEMUNOKI (*Albizia julibrissin*) and YAMAZAKURA (*Prunus jamasakura*). In NEMUNOKI the gum begins to be secreted into vessel at the innermost annual ring of the sapwood and covers the vessel wall sculptures (Figs. 1 and 2b). At the light-colored intermediate wood and the dark-colored heartwood, thin plates of the gum horizontally partitioned off the vessel lumen (Figs. 1 and 2c). The gum was also secreted by the incubations at 20°C and 30°C, and the occurrences were similar to the

above described natural secretions. That is, it forms thin layer masking vessel walls at the early stage of incubations (Fig. 3b) and after all constructs the thin partitions at the later stage (Fig. 4b). This artificial gum was squeezed out (Fig. 7) and then analyzed by IR spectroscopy (Fig. 8) and gas chromatography (Fig. 9). It was polysaccharides composed of mannose, galactose and so on.

In the colored heartwood of YAMAZAKURA, much gum was distributed at the vessel lumina (Fig. 5). But it shows no regular feature, differently from that of NEMUNOKI. The incubated gum at 20°C is also adhered to the vessel walls in the curious manners (Fig. 6).