

木材蒸解の顯微鏡的研究（第2報）

内地落葉松邊材の蒸解

喜多研究室

工學博士 堀 尾 正 雄
近 土 隆

要 旨

本報を以て喜多研究室パルプに関する研究第27報とする。

第一報に於ては本研究の意義、實驗方法並に内地落葉松心材を厚さ 20μ の顯微鏡觀察用横斷截片として亞硫酸法及硫酸鹽法により蒸解した結果について述べた。本報に於ては邊材を同一方法で處理した結果並びにチップの蒸解に関する化學的研究の結果と比較し、蒸解過程の解明に資せんとする。

I. 緒 言

曩に福田(織工, 昭14, 15, 154 化研講演集, 10, 162)は内地落葉松が亞硫酸法により蒸解され難い事を示し、更に蒸解に抵抗するものは其の心材である事を化學分析數値等より確認した。其後堀尾、福田(工化, 昭14, 42, 778, 昭15, 43, 824)は硫酸鹽法を適用するとき極めて容易に均一な蒸解を行ひ得ることを示した。之に對し第一報の顯微鏡的研究は蒸解の過程をよく説明し、亞硫酸法と硫酸鹽法とが心材組織に對して全然異なる舉動を示すことを明らかにした。即ち亞硫酸蒸解に於ては藥液は心材の中間層を溶出する以前に細胞膜に對して強く作用し、之を溶出崩壊する。また射出髓内物質は細胞膜の極度崩壊の後に於ても依然殘存する。之に對し硫酸鹽蒸解に於ては藥液は先づ中間層を溶出し後次第に細胞膜に及ぶ。故に適當な條件の下に於ては細胞の崩壊を極度に抑へて細胞の單離を行ふ事が出来る。一方射出髓内物質は最も速かに除去され、亞硫酸法と正反對の舉動を示す。

上記兩過程の相異が亞硫酸法では第二次層を極度に崩壊するに非ざれば、之を單離し得ないことを示し、心材が蒸解困難或は不能の原因をなす所以をよく説明する。之は厚さ 20μ の顯

微鏡截片に就て行つた實驗結果であるが、チップ狀で蒸解し、然る後顯微鏡的に觀察しても同様の推定に達する事が出来る。本實驗に於ける如く、蒸解以外の操作が組織を變化せぬ様、特別の注意の下に行はれた場合、截片の蒸解過程はチップ蒸解の實際の過程をよく表出するものと思惟する事が出来る。

亞硫酸蒸解に對して抵抗するものが、唯心材だけであるとする。前記の化學的研究から推定すれば、第1報に示した如き異常な過程を示すものは唯心材だけであつて、邊材に對しては亞硫酸法に於ても亦硫酸鹽法に於けると同様に正規な蒸解過程を辿るものと豫想される。以下に示す實驗結果はよく夫を證明する。

II. 内地落葉松邊材の亞硫酸蒸解

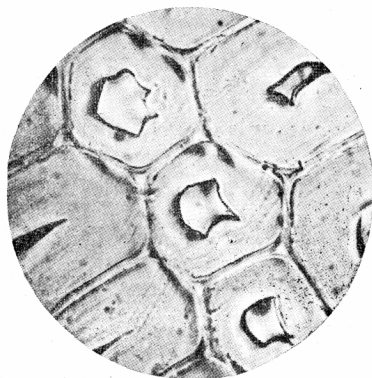
内地落葉松邊材より厚さ 20μ の横斷截片を截取し、亞硫酸蒸解液と共に加壓罐内に收め種々な時間蒸解した。實驗方法は第1報(工化, 昭17, 45, 53)と全く同一である。蒸解液組成も亦之と同一で、全 SO_2 5.0%, CaO 1.0% で約1時間で最高溫度 140°C に達せしめ種々な時間蒸解した。第1圖は蒸解前の邊材の横斷面截片の顯微鏡寫眞を示し、第2~7圖は蒸解過程中に於ける組織の變化を示す。A列(第2, 4, 6圖)の寫眞は、蒸解後の試料にして、B列(第3, 5, 7圖)は夫を72%硫酸を以て處理したものである。

扱て上記寫眞に就て蒸解過程を判定すると、次の如くである。最高溫度持續時間30分に於ては第1及2圖を比較することにより容易に察知される如く中間層並びに細胞自體は未だ顯著的な變化を蒙つては居ない。今第2圖に相當する試料を72%硫酸を以て處理する時は、第3圖に示した如く中間層たるリグニン網目構造は明瞭に残存し、また射出髓内物質の溶出も認められない。

第 1 圖

最高溫度持續時間2時間となる時は第4圖の如く中間層の溶解が起る。之を72%硫酸を以つて處理する時、網目構造の痕跡を残し殆ど溶解する。但し射出髓内物質は依然残留する。(第5圖)

最高溫度持續3時間に於ては第6及7圖に示した如く中間層は完全に溶解する。然し射出髓内物質は頑丈に抵抗して居る。但し中間層の溶出により纖維細胞の結締が解かれるから細胞の單離が起りパルプを生成する。また蒸解時間の長くなると共に外層と内層との



落葉松邊材横斷面
顯微鏡寫眞

落葉松邊材亞硫酸蒸解

A列（マラカイトグリーン染色）

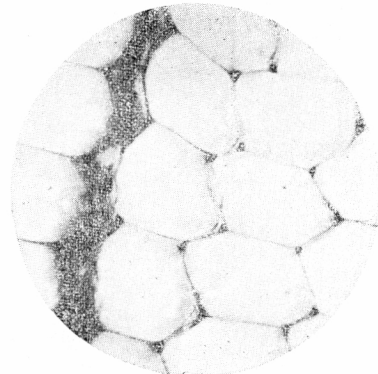
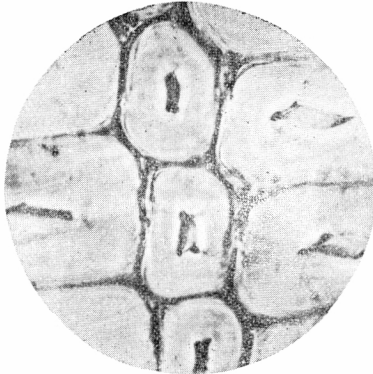
B列（72%硫酸處理）

第 2 圖

第 3 圖

最高溫度
持續時間

30 分 →



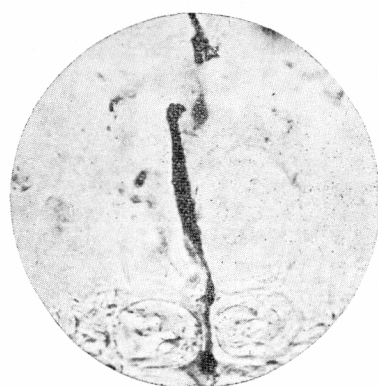
殆ど變化なし

リグニン網目構造

第 4 圖

第 5 圖

2 時間 →



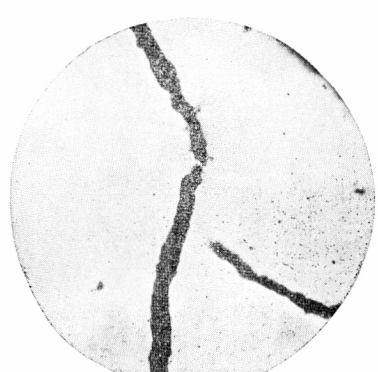
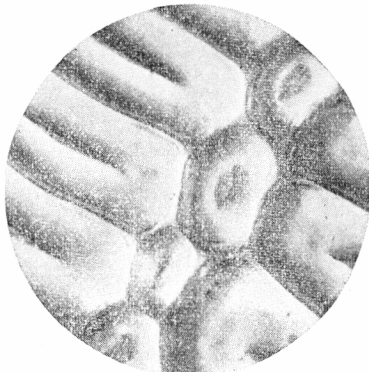
中間層殆ど溶解

網目構造消失，但し射出髓
内物質残留

第 6 圖

第 7 圖

3 時間 →



中間層完全に溶出，細胞膜
自體も少部溶解明瞭

網目構造完全消失，但し射
出髓内物質残留

落 葉 松 邊 材 の 硫 酸 鹽 蒸 解

A列 (マラカイトグリーン染色)

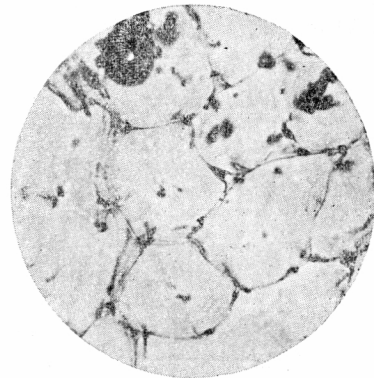
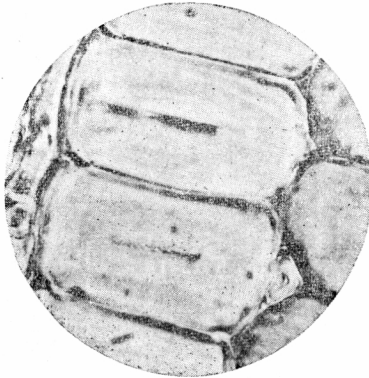
B列 (72%硫酸處理)

第 8 圖

第 9 圖

最高温度
持續時間

20 分 →



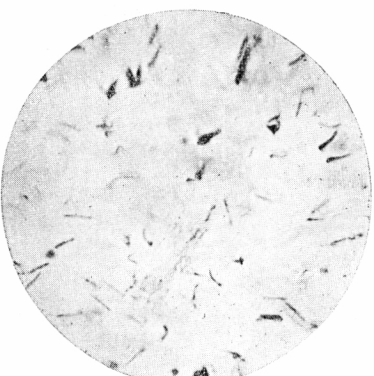
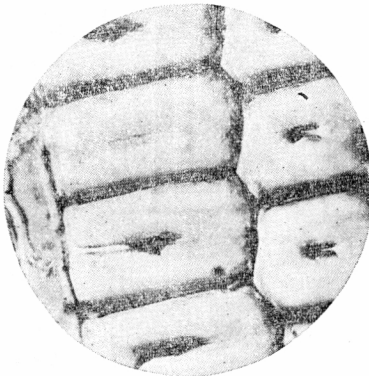
射出髓内物質溶出, 中間層
溶解せず

中間層網目構造

第 10 圖

第 11 圖

1 時間 →



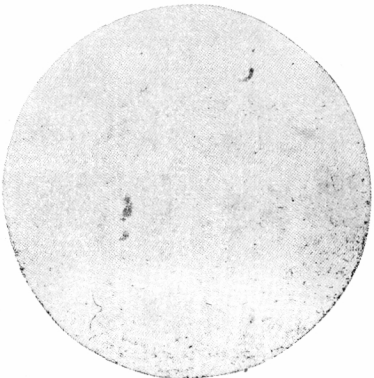
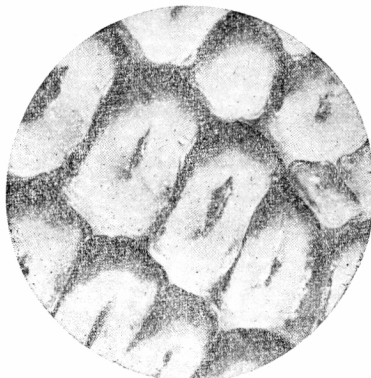
中間層殆ど溶解

網目構造消失せるも棒状細
片残留す

第 12 圖

第 13 圖

2 時間 →



中間層完全に溶出, 但し第
2次層の溶解も顯著

完全に溶解

間の空隙を増し、第二次層中の物質の溶出を暗示する。之は次報に於て詳細に述べる。

本實驗の結果を第1報の心材に對する實驗結果と比較すれば極めて明瞭な相異を確認する事が出来る。心材の蒸解に於ては最高溫度持續時間 11 時間に於て尙且つ中間層の溶出は起らず、明瞭なリグニン網目構造を殘留したにも拘らず、邊材に於ては僅か 2 時間に於て中間層は殆ど完全溶解する。しかも此際細胞の溶出は極めて僅少である。心材の場合細胞の溶出が極めて顯著に起つてゐるに拘らず中間層が溶解しなかつたのと全々正反對である。たゞ射出髓内物質の溶解しない點に亞硫酸法に於ける根本的特徴となるが纖維細胞の單離、即ちパルプ生成に關する限り邊材と心材との間に全々正反對の過程の起つてゐる事が證明される。

III. 内地落葉松邊材の硫酸鹽蒸解

チツプ蒸解によるパルプ製造に關する化學的研究によれば、硫酸鹽法に於ては心材も邊材も共に同様に蒸解され均一なパルプを得ると想像された。また第1報顯微鏡的研究によれば、硫酸鹽法によりて心材は正規に蒸解されることを知つた。即ち藥液は先づ中間層を溶出し、然る後細胞膜に作用する。是等の事實を綜合するときは邊材も勿論心材と同様に正規に蒸解されると豫想される。第8~13圖はよく夫を實證する。蒸解條件は第1報の場合と同一で NaOH 5.9%, Na₂S 2.1% の蒸解液を過剰に用ひ、約 40 分で最高溫度 170 °C に達せしめ爾後種々な時間其溫度を持續した。

第8~13圖を第1報第2圖の6葉の寫眞を比較すれば其の過程が極めて正確に符合してゐることが認められる。即ち 20 分の蒸解に於ては中間層網目構造は殘存するが(第8, 9圖)、1時間の蒸解に於ては網目構造は消失し、細胞膜外皮の破片を殘留する(第10, 11圖)。更に2時間の蒸解に至つては中間層が完全に溶出するだけではなく、72%硫酸處理に際して完全に溶解するに至る。而して射出髓内物質は最初の 20 分に於て兩者共に全く溶出し終る。

亞硫酸法に於ては心材及邊材が極端に相違した過程を示すに反し、硫酸鹽法に於ては全々同一の過程を辿る事は極めて注目すべき現象である。

次に第4, 5圖並に第10, 11圖の相異につき一言したいと思ふ。亞硫酸蒸解に附した試料を 72%硫酸を以て處理する場合細胞膜の溶解過程中に細片を残すことなく連續的に次第に溶解し終るのに反し、硫酸鹽蒸解に於ては、10, 11圖の如く中間層が殆ど溶出してゐるに拘らず 72%硫酸處理に際して完全に溶解せず數多くの破片を殘留する。併し網目構造は示さない。硫酸鹽蒸解に於ては必ず中途に斯かる過程を経過する。此の破片が果して寸斷されたる中間層なりや、或はまた蒸解過程中に強靱となつた外皮の破片なりやは現今の所未だ明瞭ではない。併し細片

の形状が例外なく棒状である所を見れば何等かの層に属することは疑がない。此の程度の蒸解に於ては繊維細胞の單離は起つてゐるが、第二次層溶解は僅少である。然るに 72 % 硫酸に依り完全に溶解する程度にまで硫酸鹽蒸解を進行せしめる時は、常に細胞膜の溶解は著しく顯著になり、藥液の作用が既に細胞自體の上に著しく波及してゐることが分る。

何れにしても硫酸鹽蒸解に於ては中間層が溶出して細胞の單離が起つてゐるに拘らず、全組織は未だ完全に溶解しない。是は硫酸鹽法によつて得られた繊維が化學的に強い抵抗を有する事を示唆するものである。而も此の點は硫酸鹽パルプの用途に密接に關聯したことであつて、夫れについては何れ別の機會に詳細に報告する豫定である。

IV. 總 括

内地落葉松邊材を第 1 報に記載したと全く同一の方法で厚さ 20 μ の横斷截片となし、亞硫酸並に硫酸鹽蒸解に附し、夫々の過程を顯微鏡的に觀察した。

亞硫酸蒸解に對して邊材は第 1 報に述べた心材と極端に相異した過程を示した。心材に於ては藥液は中間層に作用しがたく、細胞膜が顯著に犯され溶解してゐるにも拘らず、中間層は依然抵抗し繊維の單離を示さない。之に反して邊材に於ては藥液は短時間内に先づ中間層を溶出し、然る後細胞膜に作用する。而して射出髓内物質は極めて長時間の蒸解に於ても全々溶出する形跡を示さない。

次に硫酸鹽蒸解に於ては邊材と心材が全々符合した過程を示し、事實全々兩者を區別することが出来ない。而して亞硫酸法と特に異なる所は、射出髓内物質が最も初期に溶出し終る事である。更に精細に觀察すれば亞硫酸蒸解により中間層を失つた組織は 72 % 硫酸に圓滑に溶解するが、硫酸鹽法により正規に中間層が溶出された組織は、72 % 硫酸處理に際して棒狀の細片を殘留する。更に蒸解程度が進行して初めて 72 % 硫酸に完全に溶解するに至る。之は亞硫酸法及び硫酸鹽法により得られた繊維の化學的抵抗力の相異を示唆する様に思はれる。