

林業試驗報告

第四卷 第二號



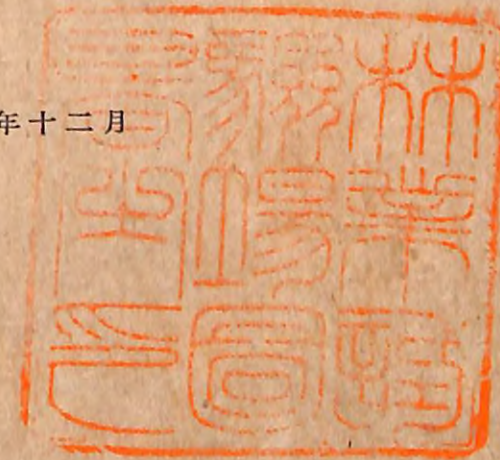
帝室林野局東京林業試驗場

昭和十七年十二月

凡 例

、ソーダパルプ製造事業に於て製品たる濕潤パルプ收納中屢腐敗を來して商品的價值を減損すること尠からざるものあり、依て是が對策の要を認め取敢ず其傾向を精査して防除の手段を考究せり、茲に本號を刊行して斯業の參考に資せんとす。

昭和十七年十二月



帝室林野局東京林業試験場長

技師 長谷川孝三

曹達木材「パルプ」の腐敗に関する研究

目 次

	頁
緒 言.....	1
I. 試験方法.....	2
II. 試験成績.....	4
1. 供試料の變化.....	4
2. 供試料の色調の變化.....	5
3. 菌類發育の狀況.....	7
イ, 供試料スギパルプ.....	9
ロ, 供試料ヒノキパルプ.....	9
ハ, 供試料アカマツパルプ.....	10
ニ, 供試料カラマツパルプ.....	11
ホ, 供試料アスナロパルプ.....	11
4. 供試料パルプの腐敗に伴ふ酸度の變化.....	13
5. 腐敗パルプの離解の難易.....	16
6. 顯微化學試験.....	18
イ, セルローズ溶解菌に依る供試料の變化.....	23
ロ, リグニン溶解菌に依る供試料の變化.....	24
ハ, パルプ繊維の膨潤性.....	27
III. 腐敗豫防方法.....	29
IV. 考 察.....	31
V. 摘 要.....	34

曹達木材パルプの腐敗に関する研究

三 好 東 一

緒 言

林業經營上未利用材の利用開發に資する目的を以て、帝室林野局に於て發明せし簡易曹達木材パルプ製造法は、昭和 12 年以來事業として實行せられ、現在に於ては旭川、東京、名古屋、木曾、各支局管内に七工場を有し、ヒノキ、スギ、アカマツ、サハラ、カラマツ、エゾマツ、トドマツ等を原料となす曹達パルプを年平均 300,000 疋生産しつつあり。

是等製品パルプは主として和紙原料として一般製紙業者に配給せられたるも、近時其特性を認めらるるや、用途も亦廣汎に及び、特殊製紙其他工業原料として實用に供せらるるもの著しく増加せり。

由來本方法は極めて簡易なる裝置を以て適所に工場を建設し、製品は農山村の副業として、近接する和紙業者に供給するを主眼となせしため、製品は總て濕潤パルプとなし、品質の向上を計ると共に離解操作を容易ならしめたり。

従つて製品は常に約 60% の水分を含有する状態に於て取扱はるる關係上、製品貯藏倉庫内氣溫攝氏 20 度以上に達する夏期に於てはパルプの腐敗に關し相當なる注意を要するものと認めたり。

幸にして未だ甚大なる被害を蒙りたる例なきも、一時倉庫内に貯藏せしスギ、ヒノキ、アカマツ等のパルプの一部に腐敗せしものを認めたるを以て、此處に其原因、經過並に紙質に及ぼす影響に關し、調査研究に着手し是れと共に適切なる豫防法を考究せんとす。

因に吾國に於けるパルプ製造工業の現状を觀れば、近時輸入パルプの數量著しく減少せし爲め、是れに關聯して國內産パルプの需要は著しく増大せらるる傾向あるは、蓋し必然的現象と謂ふを得べし。従つて、一般にパルプの製造に際しては、便宜上パルプ乾燥工程を省略し、濕潤パルプとして供給せらるる場合多きため、製紙工業に於ても原料として濕潤パルプを取扱ふ機會も亦増加せらるべし。

依つて茲に本試験に關する成績を取纏め報告し斯學並に斯業の參考に資せんとす。

本試験に關し供試料の採取上特に斡旋の勞を執られたる東京營林局、青森營林局並に當局關係出張所職員各位に對し其の好意を深謝す。

I 試験方法

本研究に供せし試料は皇室林野局経営の曹達木材パルプ製造工場及東京營林局岩村田營林署所屬工場其他民間工場に於て製造せし「スギ」「ヒノキ」「アカマツ」「カラマツ」「アスナロ」未晒パルプより採取せしものにして、本資料は特に雑菌の侵入を防止するため蒸煮精選後は出来得る限り無菌的扱ひを以て取寄せたり。而して當場に到着せるパルプは種類別に各50瓦を供資料（水分含有率平均60%）として採取し、是れに蒸留水60 c.c.を加へ500 c.c.入三角フラスコの底部に平滑に置き、直ちに高圧罐内に移し、最高氣壓25ポンドを以て約一時間殺菌し、三角フラスコは其儘一晝夜放置する方法を二回繰返せり。因に供試用パルプは略中性とす。

本研究に供せし試料パルプに關し産地並に種類を示せば第一表の如し。

第一表 供試料「パルプ」の種類並に産地

番 號	種 類	産 地
1	スギ	名古屋支局 船津出張所 大杉谷工場
2	ヒノキ	木曾支局 野尻出張所 阿寺工場
3	アカマツ	東京支局 野邊地出張所 横澤工場
4	カラマツ	東京營林局 岩村田營林署 小瀬工場
5	アスナロ	青森縣青森市大湊製材株式會社

接種用の母菌は攝氏25度を以て約一ヶ月間純粋培養せしもの19種（第2表）にして前記殺菌パルプに夫々を接種して其経過、腐敗の状況等を觀察するものとせり。

本母菌の培養には醤油、寒天、培養基を用ひ、接種には寒天斜面培養のもの各1本づつを使用し、攝氏25度の恒溫地下室に配置せり。

第2表 供試用菌類の種類

番 號	菌 名
1	ミダレアミタケ <i>Daedalea unicolor</i> (Bull.) Fr
2	ブナ青變菌 <i>Endoconidiophora Bunae</i> Kitajima
3	マンネンハリタケ <i>Echinodontium tsugicola</i> (P. Henn et Shir.) In azeki
4	ツガサルノコシカケ <i>Fomes pinicola</i> Fr.
5	クロコブタケ <i>Hypoxylon annulatum</i> Mont.

番 號	菌 名
6	ニクウスバタケ <i>Irpex consors</i> Berk.
7	ヒメシロカヒガラタケ <i>Lenzites Yoshinagai</i> LLOID
8	エゴノキタケ <i>Lenzites styracina</i> Henn et Shirai.
9	ダイダイタケ <i>Polyporus illicicola</i> P. Henn.
10	マスタケ <i>Polyporus sulphureus</i> (Ball.) Fr.
11	ヒイロタケ <i>Polystictus sanguineus</i> (L.) Fr.
12	カハラタケ <i>Polystictus versicolor</i> (L.) Fr.
13	ワタクサレタケ <i>Poria vaporaria</i> (Pers.) Fr.
14	スエヒロタケ <i>Schizophyllum commune</i> Fr.
15	カタシラゲタケ <i>Trametes hispida</i> (Bagl.) Quéf.
16	クロクモタケ <i>Polystictus versicolor</i> Fr. var. <i>nigricans</i> Lash.
17	クリタケ <i>Hypholoma sublateritium</i> Schaeff.
18	No. 1.
19	No. 2.

備考 第2表に掲載せし菌類中18, 19, は皇室林野局所屬パルプ工場倉庫内に於て採取せしものにして種類不明につき No.1. No. 2. とす。

種類別並に菌類別に調製せし培養基は其個體數百個に及びたるも、尙腐敗の進むに伴ひパルプの性質に及ぼす影響を調査する目的を以て個體毎に各三個づつを準備し、且つ試験施行上比較調査の基準となす爲め菌類を接種せざる標準パルプ試料を各樹種に就き三個づつを同一條件に依りて調製し、同様に恒溫地下室内に配列せり。

本研究は叙上せし供試料の範囲内に於て曹達木材パルプの腐敗に關し調査試験を施行せんとするものなるも、其主眼となす要項は樹種別パルプに對する菌類別被害の程度、輕重を比較調査し、且つパルプの品質に及ぼす影響に就き研究するにあり。

依つて、試験方法は第1に肉眼的觀察に基きて腐敗の経過状況を比較調査し、第2に顯微化學的試験に依りて木材組織に及ぼす影響を鏡査し、是等の成績を綜合一括して結論を求めんとするものにして、各試験事項に就きては常に無菌害標準パルプと比較對照し腐敗に伴ふ現象を觀察するものとせり。

II 試験成績

昭和 14 年 10 月 5 日、供試料パルプに菌類を接種し、恒温地下室内棚上に配列したる後は、5 日毎に腐敗に関する経過を調査せり。此處に経過日数 10 日を経たる同年 10 月 15 日を第 1 回とし、同年 11 月 17 日を第 2 回、昭和 15 年 1 月 16 日を第 3 回、昭和 15 年 3 月 16 日を第 4 回となし、試験を終了せし昭和 15 年 12 月 16 日を第 5 回として其期間中に於ける状況を肉眼的に調査し、無菌標準パルプに基き對照せり。其の成績次の如し。

因に、本調査に於ては空中菌絲の量は、多、普通、少となし、色調は外觀の色調に依り記載するものとす。菌絲繁殖の状況は粗、普通、密、に分類し、菌絲發育の状況は供試料パルプの表面に發育する場合及び其内部に發育する場合等に分ち、菌叢部の分泌物は有、無とし、菌叢の形状は匍匐狀、斑紋狀、疎散狀、平滑狀、雲形狀等に分類せり。供試料の腐敗に依る變化は菌絲發育の状況並に腐敗の程度を主眼となし、其の程度を+印を以て現し+、++、+++、++++、+++++、とし被害甚しきものを+++++とし、全く被害を認めざる場合は-印を以て記載す。

(1) 供試料の變化

供試料パルプに接種せし菌類に依る變化は便宜上三角フラスコの底部に接する供試料パルプの底面に現はれたる外觀的變徵を以てせり。即ち第 3 表に示す如くにして、菌類に依りて相違するのみならず培養基の種別に於ても其の程度を異にす。即ち No. 2. ブナ青變菌、No. 3. マンネンハリタケ等は何れも認め得べき程度の變化を生ぜざりしも、No. 6. ニクウスバタケ、No. 7. クヒメシロカヒガラタケ、No. 8. エゴノキタケ、No. 9. タイダイタケ等に於ては變徵比較的顯著なり。而して No. 11. ヒイロタケ、No. 12. カハラタケ、No. 13. ワタクサレタケ、No. 15. カタシラダタケ等は變化の程度は中庸と認めらるるも、特に No. 16. クロクモタケは供試料「スギパルプ」に於てのみ比較的大なる變化を生ぜしめたるは注意せらるべき現象なり。而して供試料パルプの種別に依り變化の程度を觀れば、特に顯著なる差違を認め得ざるも「アスナロパルプ」は比較的僅少なるものと見做さる。本成績は第 3 回調査以降に於ける肉眼的調査結果に基き類別せしものにして、實際上濕潤パルプを取扱ふ場合は初期に於ける變化の有無、緩急等を参照し、腐敗の経過を識別するを肝要となすべし。

第 3 表 供試料の肉眼的調査に依る腐敗の程度(経過日数 200 日)

接種菌 番 號	菌 の 名 稱	供 試 料 の 種 別				
		スギ パルプ	ヒノキ パルプ	アカマツ パルプ	カラマツ パルプ	アスナロ パルプ
1	ミダレアミタケ	++	+++	+++++	+++++	+++
2	ブナ青變菌	-	-	-	-	-
3	マンネンハリタケ	-	-	-	-	-
4	ツガサルノコシカケ	++	++	+++	++	++
5	クロコブタケ	++	+	+	+	-
6	ニクウスバタケ	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
7	ヒメシロカヒガラタケ	+++++	+++++	+++++	+++++	+++
8	エゴノキタケ	++	+++++	+++++	+++++	+++
9	タイダイタケ	+++++	+++++	+++	+++++	+
10	マ ス タ ケ	+	-	-	+	+
11	ヒ イ ロ タ ケ	++	+++	+++	+++	++
12	カ ハ ラ タ ケ	++	+++	+++	+++	+++
13	ワ タ ク サ レ タ ケ	+++	+++	+++	++	++
14	ス エ ヒ ロ タ ケ	+++	+	+++	++	+
15	カ タ シ ラ ダ タ ケ	++	++++	++	++	++
16	ク ロ ク モ タ ケ	+++++	-	-	-	+
17	ク リ タ ケ	+	+	-	+	+
18	No. 1.	+	+	+	+	+
19	No. 2.	+	++	+	+	+

(2) 供試料パルプの色調の變化

供試料は未晒濕潤パルプなるを以て、其の色調は何れも淡褐色を呈す。然るに腐敗現象の進展に伴ひて色調著しく變化を生じたるもの、及び顯著たらざるもの等ありて其の變化極めて複雑にして單一ならざるものもある、是れを大別すれば、原色淡褐色を白色に變化せしもの、原色淡褐色を黒褐色に變化せしものに類別し得べし。此處に菌類の接種に基く供試パルプ色調の變化を三角フラスコを顛倒し、其底面に現はるる表徵に依り肉眼的に調査せし成績を示せば第 4 表の如し。

本成績に依れば供試料の腐敗に依る變化(第 3 表参照)とは密接なる關係を有し、供試料の變化顯著なるものは色調の變化も亦顯著なるべきも、色調變化の経過状況を詳細に觀

察すれば、供試料を白色に変化せしめたる場合、其の初期に於ては斑紋状に現はれ、漸次是れを中心として擴大する傾向を有し、供試料を黒褐色に変化せしむる場合は初期より全面的に進展する傾向を有す。前者にして顯著なるは No. 7. ヒメシロカヒガラタケにして（第9圖参照）後者に於ては No. 13. ワタクサレタケを代表的例證と見做さるべし。（第6圖参照）此處に特異的現象と見做さるるは、供試料を白色に変化せしむる際、局部的に黒褐色の斑紋を出現する場合にして、No. 7. ヒメシロカヒガラタケを代表的例證とするも、兩者の境界は明瞭なり。（第8圖参照）然して白色、黒褐色の兩者を出現せる場合は兩者の占領面積の比率は一定ならずして、初期より黒褐色に変化する場合白色の変化を伴はざるものにして、No. 13. ワタクサレタケは其の例證と見做さる。（第7圖参照）

叙上せし成績を供試料の腐敗の程度と對照すれば供試料の腐敗の程度比較的迅速に進み且大なる場合は供試料を白色変色する菌類に多く、白色に黒褐色の斑紋を伴ふ場合は供試料の腐敗の程度は中庸と見做され、供試料の色調を黒褐色に変化せしむる場合は變化僅少な傾向あるも、供試料の原色の淡褐色なるがため肉眼的觀察に於ける誤差も加はるべし。是等色調の變化は供試料の種別には特に關係なきものと認められる。試みに白色に変化せし供試料の一部を採取し、温水洗滌を施せば晒パルプに近似の色調を呈す。斯くの如く供試料の色調を變化せしめたるは所謂「セルローズ」溶解菌（Destraktionspilz）或はリグニン溶解菌（Korrosionspilz）に所屬する菌類に表徴する現象と思惟せらるるも是等の分類も絶對的のものに非ざるべきが故に此點未だ明瞭ならず。W. Davidson, W. A. Canipell, J. Blaisdell の諸氏は 200 種の菌類に就き從來判斷上に取扱はれたる Bavendamm の酸化酵素反應を適用し、大體に於て信頼すべき反應となすも、伊藤一雄氏はツガサルノコシカケ他9種の菌類に就き實驗せられたる結果「腐朽菌を二大群別し得るに絶對的な反應ではないやうに思惟せられる」となす。

著者は兩氏に係る成績並に既に發表せられたる成績を参照し、曹達木材パルプの腐敗に依る供試料の色調の變化を觀れば略々一致するもの、或は、全く相違せし場合を生じたるを以て本試験に於ては曹達未晒パルプを供試料となす特殊なる場合として、著者の觀察せし成績の範圍内に於て考察するものとす。

第4表 供試料の色調の變化（経過日数 200 日）

接種菌 番 號	菌 の 名 稱	供 試 料 の 種 別				
		スギ パルプ	ヒノキ パルプ	アカマツ パルプ	カラマツ パルプ	アスナロ パルプ
1	ミダレアミタケ	局部的 白	局部的 白	局部的 白	白 黒褐斑紋	白 黒褐斑紋
2	ブナ青變菌	—	—	—	—	—
3	マンネンハリタケ	—	—	—	—	—
4	ツガサルノコシカケ	褐色	褐色	白 黒褐斑紋	褐色	褐色
5	クロコブタケ	局部的 白	褐色	淡褐色	褐色	—
6	ニクウスバタケ	黒褐斑紋 白	白	白	白 黒褐斑紋	白 黒褐斑紋
7	ヒメシロカヒガラタケ	黒褐斑紋 局部的 白	黒褐斑紋 白	白	白 黒褐斑紋	白 黒褐斑紋
8	エゴノキタケ	局部的 白	白	白 黒褐斑紋	白 黒褐斑紋	白 黒褐斑紋
9	ダイダイタケ	白	白 黒褐斑紋	白 褐色斑紋	局部的 白	淡褐色
10	マ ス タケ	—	—	—	—	—
11	ヒイロタケ	局部的 白	局部的 白	局部的 白	局部的 白	局部的 白
12	カハラタケ	局部的 白	局部的 白	局部的 白	局部的 白	局部的 白
13	ワタクサレタケ	黒褐色	黒褐色	黒褐色	黒褐色	黒褐色
14	スエヒロタケ	黒褐色	黒褐色	黒褐色	黒褐色	黒褐色
15	カタシラゲタケ	褐色	白	褐色	局部的 白	局部的 白
16	クログモタケ	白 黒褐斑紋	—	—	—	—
17	クリタケ	褐色	淡褐色	—	淡褐色	淡褐色
18	No. 1.	淡褐色	淡褐色	褐色	淡褐色	淡褐色
19	No. 2.	淡褐色	局部的 白	褐色	淡褐色	淡褐色

(3) 菌類發育の状況

供試料：肉眼的觀察に依る菌類發育の状況並に豫め準備せし培養基より採取せし試料を以て檢鏡せし成績を綜合すれば、第5表に示す如し。

空中菌絲量の多少並に色調は菌類の性質に起因する處多く、菌絲繁殖の状況並に菌叢の形状とは密接なる關係を有すべきも、特にパルプに接種せる場合には是が離解せる單纖維の集合體なるがため、木材を寄生とせる場合とは自ら其趣を異にすべし。菌絲發育の状況は多く基内なるも No. 17 クリタケ、No. 18. No. 1. No. 19. No. 2. 等は基面にして、菌絲發育の状況は、是れを木材に接種せし場合とは相違し、パルプ纖維の隙間を縫ひ、比較的容易に發育する傾向あり。菌叢部の分泌物は初期に於ては認め得ざるも、約 10 日を経

第 5 表 菌類發育の状況 (経過日数 200 日)

接種菌 番 號	菌 の 名 稱	空中菌絲		菌絲繁 殖状況	菌絲發 育状況	菌叢部 の分泌物	菌叢の 形 狀	碳酸石 灰結晶	備 考
		量	色調						
1	ミダレアミタケ	少	白	粗	基内	+	匍匐	+	菌の發育が試 料の内部に及 ぶものを茲に 「基内」とし表 面的なるもの を「基面」と稱 して表示す。
2	ブナ青變菌	—	—	—	—	—	—	—	
3	マンネンハリタケ	—	—	—	—	—	—	—	
4	ツガサルノコシカケ	多	白	密	基内	+	雲形	+	
5	グロコブタケ	普	白	普	基内	+	不正形	+	
6	ニクウスバタケ	多	白	密	基内	+	平滑	—	
7	ヒメシロカヒガラタケ	普	白	普	基内	+	雲形	+	
8	エゴノキタケ	多	白	密	基内	+	雲形	+	
9	ダイダイタケ	普	黄	密	基内	+	平滑	+	
10	マ ス タケ	少	—	粗	—	—	—	—	
11	ヒ イ ロ タケ	多	肉	密	基内	+	雲形	+	
12	カ ハ ラ タケ	普	白	普	基内	—	平滑	+	
13	ワダクサレタケ	多	白	密	基内	—	平滑	+	
14	スエヒロタケ	少	白	粗	基内	+	斑紋	+	
15	カタシラゲタケ	少	白	粗	基内	—	疎散	+	
16	クロクモタケ	普	白	普	基内	+	匍匐	+	
17	ク リ タケ	少	白	粗	基面	+	匍匐	+	
18	No. 1,	少	緑	粗	基面	+	匍匐	+	
19	No. 2,	少	緑	粗	基面	+	匍匐	—	

過せし以降に於て出現し、特に「アカマツバルブ」に於けるNo. 1. ミダレアミタケ, No. 4. ツガサルノコシカケ, 「アスナロバルブ」に於けるNo. 1. ミダレアミタケ, No. 6. ニクウスバタケは屢々分泌す。然れども、概して分泌物は菌絲の發育に伴ひて盛衰を生じ、位置も亦變更するは供試料に於ける菌類の發育の盛衰と密接なる関係を有すべし。菌叢の形狀は菌類によりて特異性を表徴するも、特に供試料の種別に依る差異顯著ならず。碳酸石灰の結晶を檢鏡するに菌類發育の初期に於ては是を認め得ざりしも、約 10 日を経過せし以降に於ては容易に認め得るも、其の多くは菌叢部の分泌物に近接せる菌叢部の裏面に在り、尙培養基の各所より試料を採取して鏡査せしに菌絲の發育に従つて菌絲に添つて見出さる場合屢々あり。特に同一供試料に於て、菌絲の發育を見ざる部分より採取せし試料に

は發見し得ざる場合多し。

茲に供試料の種別に就き調査せし成績を示せば次の如し。

(イ) 供試料スギバルブ

寒天培養基上に培養せる菌を昭和 14 年 10 月 5 日にバルブに接種せし後約 200 日を経過せし昭和 15 年 4 月下旬に於ける状態を基礎として供試料の變化を比較すれば、供試料を最も甚しく腐敗せしめたるは No. 6. ニクウスバタケ, No. 9. ダイダイタケ, にして、前者は共に淡褐色未晒バルブを完全に白色に變ぜり。是れに次ぐ腐敗の程度を示せしは No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 1. ミダレアミタケ, No. 4. ツガサルノコシカケ, No. 11. ヒイロタケ, No. 13. ワダクサレタケ, の順位となし、No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, は完全に白色に變じ、No. 4. ツガサルノコシカケ, No. 13. ワダクサレタケは完全に黒褐色と變じ、No. 1. ミダレアミタケ, No. 11. ヒイロタケは白色及び黒褐色に變じたるも區別明瞭なり。腐敗輕微と認められしものは No. 5. クロコブタケ, No. 8. エゴノキタケ, No. 12. カハラタケ, No. 14. スエヒロタケ, No. 15. カタシラゲタケ, No. 16. クロクモタケ, にして No. 16. クロクモタケ, は完全に培養基を白色に變じ、No. 14. スエヒロタケ, は完全に黒褐色に變じ、No. 5. クロコブタケ, No. 8. エゴノキタケ, No. 12. カハラタケ, No. 15. カタシラゲタケ, は白色及黒褐色部を認められ、其の區別明瞭なり。腐敗を認めざりしは No. 2. ブナ青變菌, No. 3. マンネンハリタケ, No. 10. マスタケ, No. 17. クリタケ, No. 18. No. 1. No. 19. No. 2. なり。(第 1 圖 (1). (2). (3). (4) 参照)

斯くの如く供試料に變化を生ぜしめたるは、接種せし菌類の發育に伴ふ直接、間接的影響に起因すべく、此處に空中菌絲の量を觀れば No. 4. ツガサルノコシカケ, No. 6. ニクウスバタケ, No. 8. エゴノキタケ, No. 11. ヒイロタケ, No. 13. ワダクサレタケ等に多くして、特に No. 11. ヒイロタケに於て最も顯著なり。菌絲の發育は何れもバルブの内部に及び No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 16. クロクモタケ, 等の如く空中菌絲並に菌絲繁殖共に顯著ならざるも、供試料の變化比較的大なる例外を認めたり。

供試料の變化比較的迅速に現れたるは No. 4. ツガサルノコシカケ, No. 6. ニクウスバタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, にして経過日数 10 日以前、既に變色を認めたるも、No. 11. ヒイロタケ, No. 16. クロクモタケ, 等は菌類接種以降約 100 日を経過したる際漸く色調の變化を認めたり。

(ロ) 供試料ヒノキバルブ

供試料を著しく變化せしめたる菌類は No. 6. ニクウスバタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケ, No. 9. ダイダイタケ, No. 15. カタシラゲタケ, 等にして, No. 6. ニクウスバタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケ, No. 9. ダイダイタケ, 何れも完全白色に變じ, No. 15. カタシラゲタケ, は白色中に黒褐色の斑紋を點在せり。これに次ぎては No. 1. ミダレアミタケ, No. 4. ツガサルノコシカケ, No. 11. ヒイロタケ, No. 12. カハラタケ, No. 13. ワタクサレタケ, 等にして No. 1. ミダレアミタケ, No. 12. カハラタケ, は白色に褐色の斑紋を有し, No. 4. ツガサルノコシカケ, No. 11. ヒイロタケ, No. 13. ワタクサレタケ, は何れも供試料を完全に黒褐色に變じたり。而して腐敗輕微と認めらるるものは, No. 5. クロコブタケ, No. 14. スエヒロタケ, No. 17. クリタケ, No. 18. No. 1. No. 19. No. 2. 等にして, No. 14. スエヒロタケ, No. 5. クロコブタケ, は完全に黒褐色に變じ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 18. No. 1. No. 19. No. 2. は白色を含む。變色を認めざるは No. 2. ブナ青變菌, No. 3. マンネンハリタケ, No. 10. マスタケ, No. 16. クロクモタケ, 等なり。(第2圖 (1). (2). (3). (4) 参照)

供試料の變色に對し菌類發育の状況を比較すれば, 空中菌絲の量は No. 4. ツガサルノコシカケ, No. 6. ニクウスバタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケ, No. 9. ダイダイタケ, No. 11. ヒイロタケ, No. 13. ワタクサレタケ, 等に多く菌絲繁殖の状況密なる場合は菌絲の發育, 供試料の内部に及ぶ傾向ありて, 供試料の變色とは密接なる關係を有す。

(ハ) 供試料アカマツパルプ

供試料アカマツパルプに於ては稍稍趣を異にし, 供試料の變色顯著なりしは No. 1. ミダレアミタケ, No. 4. ツガサルノコシカケ, No. 6. ニクウスバタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケ, No. 11. ヒイロタケ, にして, No. 6. ニクウスバタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケ, は完全に白色に變じ, No. 4. ツガサルノコシカケ, は黒褐色を呈し, No. 1. ミダレアミタケ, No. 11. ヒイロタケ, は白色に黒褐色の斑紋を含む。No. 9. ダイダイタケ, No. 12. カハラタケ, No. 13. ワタクサレタケ, No. 14. スエヒロタケ, 等は, 是に次ぎ, No. 9. ダイダイタケ, No. 2. カハラタケ, は白色に, No. 13. ワタクサレタケ, No. 14. スエヒロタケ, は完全に黒褐色に變ず。腐敗輕微と認めたるものは No. 5. クロコブタケ, No. 18. No. 1. No.

19. No. 2. にして, 供試料を變化せしめざりしは No. 2. ブナ青變菌, No. 3. マンネンハリタケ, No. 10. マスタケ, No. 16. クロクモタケ, No. 17. クリタケ, 等とす。本供試料に於ては, 供試料に變化を生ぜし菌類比較的多く, 且つ腐敗は比較的迅速に進み, 経過日數10日前に於て既に變化を現はせしもの No. 1. ミダレアミタケ, 他8種に達せしは特徴と觀るべく, 是れに關聯して空中菌絲の量も亦多く, 菌絲の繁殖密にして供試料の内部に及び, 菌叢部分泌物は No. 1. ミダレアミタケ, No. 4. ツガサルノコシカケ, に多し。(第3圖 (1). (2). (3). (4) 参照)

(ニ) 供試料カラマツパルプ

供試料カラマツパルプに於てはアカマツパルプの場合と極めて類似の現象を現はし, No. 1. ミダレアミタケ, No. 6. ニクウスバタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケ, No. 11. ヒイロタケ, 等は供試料の變化顯著にして, No. 1. ミダレアミタケ, No. 6. ニクウスバタケ, は供試料を白色に變じたるも, 黒褐色の斑紋を含み, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケ, は完全に白色となり, No. 11. ヒイロタケ, は完全に黒褐色に變じたり。No. 4. ツガサルノコシカケ, No. 9. ダイダイタケ, No. 12. カハラタケ, No. 13. ワタクサレタケ, No. 14. スエヒロタケ, No. 15. カタシラゲタケ, 等は是れに次ぎ, No. 4. ツガサルノコシカケ, は完全に黒褐色を呈して分泌物多く, No. 14. スエヒロタケ, No. 15. カタシラゲタケ, も亦完全に黒褐色に變ず。供試料の變化輕微なものは No. 5. クロコブタケ, No. 10. マスタケ, No. 17. クリタケ, No. 18. No. 1. No. 19. No. 2. 等にして, 腐敗を認めざりしは No. 2. ブナ青變菌, No. 3. マンネンハリタケ, No. 16. クロクモタケ等にして, 腐敗著しきものは空中菌絲の量, 供試料の變化も亦著しく, 菌絲の繁殖密にして供試料の内部に及ぶ傾向あり。(第4圖 (1). (2). (3). (4) 参照)

(ホ) 供試料アスナロパルプ

供試料アスナロパルプに於ては, 前者に比較し, 供試料の變化は顯著ならざる傾向あり。No. 6. ニクウスバタケ, は供試料を著しく變色し, 完全に白色を呈するも No. 1. ミダレアミタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケ, No. 11. ヒイロタケ, No. 12. カハラタケ, 等は顯著ならず。特に, No. 4. ツガサルノコシカケ, No. 9. ダイダイタケ, No. 10. マスタケ, No. 13. ワタクサレタケ, No. 14. スエヒロタケ, No. 15. カタシラゲタケ, No. 16. クロクモタケ, No. 17. クリタケ, No. 18. No. 1.

No. 19. No. 2. 等は何れも輕微にして, No. 2. ブナ青變菌, No. 3. マンネンハリタケ, No. 5. クロコブタケ, は變化を認め得ざりき。(第5圖 (1). (2). (3). (4) 参照)

從つて空中菌絲は No. 11. ヒイロタケ, に於て比較的に多量なりしも其他は著しからずして, 菌絲の繁殖狀況も亦粗なり。然れども菌叢分泌物は No. 1. ミダレアミタケ, No. 4. ツガサルノコシカケ, No. 6. ニクウスバタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケ, No. 19. No. 2. 等=屢々觀られ, 特に No. 1. ミダレアミタケ, No. 6. ニクウスバタケに顯著なりしは前者に比較し相違せる現象なり。

是れを要するに, 曹達木材パルプ(未晒)を供試料にして菌類を接種し約 200 日間恒溫室内に配列し, 其の腐敗の狀況を觀察すれば, 菌類の種別に依りて其の程度を相違するも, 比較的顯著なる腐敗現象の生ずるを認め得たり。此處に供試料の底面の表現する未晒パルプ原色(淡褐色)に對し, 色調の變化を以て腐敗の程度を比較すれば次きの如く類別し得べし。

(1) 腐敗顯著なるもの

No. 4. ツガサルノコシカケ	No. 9. ダイダイタケ
No. 6. ニクウスバタケ	No. 13. ワタクサレタケ
No. 7. ヒメシロカヒガラタケ	No. 14. スエヒロタケ
No. 8. エゴノキタケ	

(2) 腐敗輕微なるもの

No. 1. ミダレアミタケ	No. 15. カタシラゲタケ
No. 5. クロコブタケ	No. 16. クロクモタケ
No. 11. ヒイロタケ	No. 17. クリタケ
No. 12. カハラタケ	No. 18. No. 1
	No. 19. No. 2

(3) 腐敗を認め得ざりしもの

No. 2. ブナ青變菌	No. 3. マンネンハリタケ No. 10. マスタケ
--------------	------------------------------

然れども, 腐敗の程度は供試料の種別に依りて相違する場合多く, 特に No. 16. クロクモタケはスギパルプに對しては, 腐敗せしめたるも, 其他には極めて輕微なる程度に止まりたるは特徴と謂ひ得べし。

概括すれば, アスナロパルプの場合は腐敗の程度比較的輕少にして, アカマツパルプに

著し。腐敗の比較的速かなりしは, No. 4. ツガサルノコシカケ, No. 6. ニクウスバタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 12. カハラタケ等にして, 空中菌絲の量多きものは, No. 4. ツガサルノコシカケ, No. 6. ニクウスバタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケ, No. 11. ヒイロタケ, No. 13. ワタクサレタケ等と認めらる。

斯くして, 供試料の色調を白色又は黒褐色に變色せしめたるもの及び兩者の識別不明瞭なるものに依り菌類を類別すれば次の如し。

1. 供試料を白色ならしめたるもの。(第9圖参照)

No. 6. ニクウスバタケ	No. 8. エゴノキタケ
No. 7. ヒメシロカヒガラタケ	No. 9. ダイダイタケ

2. 供試料を黒褐色ならしめたるもの。(第6圖参照)

No. 4. ツガサルノコシカケ	No. 14. スエヒロタケ
No. 13. ワタクサレタケ	

3. 識別不明瞭なるもの。

No. 1. ミダレアミタケ (1 に所屬するものと見做さる) (第8圖参照)	
No. 12. カハラタケ (1 に所屬するものと見做さる) "	
No. 15. カタシラゲタケ (1 に所屬するものと見做さる) "	
No. 5. クロコブタケ (2 に所屬するものと見做さる) (第7圖参照)	
No. 11. ヒイロタケ (2 に所屬するものと見做さる) "	

本試験に於て腐敗の程度を主として培養基の色調の變化に準據せしは, 肉眼的識別, 比較的容易なると共に, 後述せんとする顯微化學調査上便宜ならしめたるに因るも, 供試料には淡褐色を呈する未晒パルプを使用せしため, 供試料を黒褐色に變ずる菌類に就きては, 判定稍々困難なる缺點あり。尙且供試用未晒パルプは平均 12° Be' の苛性曹達溶液を以て壓力 110 ポンド, 6 時間蒸煮せし關係上, 木材に含有するリグニンは著しく滅失し, セルローズも亦化學的變化を生ずるため, リグニン溶解菌並にセルローズ溶解菌に對しては, 木材に比較し, 異なりたる現象を現出するものと推察せられ, 又菌の種類に依りては, 反つて其特性を明瞭に表徴する場合あるものと思惟せらる。從つて, 曹達パルプ蒸煮時間別に換言すればリグニン損失率の程度に就き菌類, 特にリグニン溶解菌の培養基に及ぼす影響を比較調査すれば, 更らに異りたる特性を認め得べし。

(4) 供試料パルプの腐敗に伴ふ酸度の變化

菌類の發育に因り供試料に及ぼす影響に關しては、既に叙上せし如く、菌類各個體に就き特異性を表徴するも、最も顯著なる現象として注意せられたるは、腐敗に伴ひて供試料は漸次酸性を呈するにあり。然れども、初期に於ける腐敗は局部的に發生する場合多くして、從つて試料の摘出極めて困難なると、三角フラスコ内に雑菌の浸入する恐れあるを以て、本試験に於ては顯微鏡的實驗の試料を採取する際にリトマス試験紙に依りて檢定して其變化を調査し、菌類接種後 200 日を經過後、豫め準備せし供試料を開きて試料を採取し、直ちに乳鉢に移して壓搾し、其滲出液を以て菌絲の發育に伴ふ pH の測定を行へり。其の成績第 6 表に示す如くにして、pH 測定には横河電氣製作所製直讀式水素イオン計アンチモン電極を使用し、壓搾液約 5 c.c. を磁氣容器に移し、所定測定法に依り檢定せり。尙檢液搾出極めて困難なりし數種の供試料は金網を持つて試料を包みたる上壓搾し、檢液を採取せり。因に供試料は菌類接種當時は何れも中性となす。

第 6 表 供試料の pH. (經過日數 200 日)

接種菌 番 號	菌 の 名 稱	供 試 料 の 種 別				
		ス ギ パ ル ブ	ヒ ノ キ パ ル ブ	アカマツ パ ル ブ	カラマツ パ ル ブ	アスナロ パ ル ブ
1	ミダレアミタケ	4.4	4.4	4.7	5.1	4.6
2	ブナ青變菌	6.4	5.7	5.9	6.9	6.4
3	マンネンハリタケ	6.8	6.1	6.5	7.1	6.6
4	ツガザルノコシカケ	3.7	3.1	3.7	3.6	3.1
5	クロコブタケ	5.9	5.6	6.4	6.6	6.7
6	ニクウスバタケ	4.1	4.2	4.4	4.3	4.1
7	ヒメシロカヒガラタケ	4.1	4.0	4.1	4.1	4.0
8	エゴノキタケ	4.0	4.2	4.1	4.0	4.1
9	ダイダイタケ	3.4	3.5	3.3	3.4	6.5
10	マ ス タ ケ	6.4	5.9	6.6	6.3	6.5
11	ヒ イ ロ タ ケ	4.5	4.0	4.2	4.4	4.1
12	カ ハ ラ タ ケ	4.2	4.1	4.4	4.2	4.3
13	ワ タ ク サ レ タ ケ	2.7	2.7	3.3	2.8	3.0
14	ス エ ヒ ロ タ ケ	4.8	4.7	5.2	4.9	—
15	カ タ シ ラ タ ケ	4.1	4.2	4.2	4.8	4.1
16	ク ロ ク モ タ ケ	3.8	5.5	5.9	6.0	6.9
17	ク リ タ ケ	6.2	6.2	6.9	6.3	7.1

接種菌 番 號	菌 の 名 稱	供 試 料 の 種 別				
		ス ギ パ ル ブ	ヒ ノ キ パ ル ブ	アカマツ パ ル ブ	カラマツ パ ル ブ	アスナロ パ ル ブ
18	No. 1.	6.1	6.2	6.7	6.5	6.9
19	No. 2.	6.2	4.4	6.8	6.2	6.8

其成績に依れば酸度最も強きは No. 13. ワタクサレタケにして 2.0 級に屬し、是れに次ぎ pH 3.0 級に屬するものは No. 4. マンネンハリタケ, No. 9. ダイダイタケにして、No. 1. ミダレアミタケ, No. 6. ニクウスバタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケ, No. 11. ヒイロタケ, No. 12. カハラタケ, No. 14. スエヒロタケ, No. 15. カタシラゲタケ等は pH 4.0 級に屬す。

供試料に依り比較的強き酸度を呈せしは極めて注意すべき現象と謂ふべし。而して中性又は微酸性を示せしは No. 2. ブナ青變菌, No. 3. マンネンハリタケ, No. 5. クロコブタケ, No. 10. マスタケ, No. 16. クロクモタケ, No. 17. クリタケ, No. 18. No. 1. No. 19. No. 2. 等にして、供試料の種別に依り多少の相違あり。又供試料の變化(第 3 表参照)に對し pH を比較對照すれば肉眼的には識別し得ざる化學的變化を誘起せし場合あるを知る。

即ち供試料の呈する酸度と肉眼的調査に基く試料腐敗の状態と對照すれば酸度強きものは變化も亦顯著にして、酸度弱きものは變化も亦僅少なる傾向を有し、供試料に變化を認めざるものは原質の儘中性を示せり。然れども、是等の相互關係は必らずしも一致せざる場合を生じたるは、供試料の變化を單に肉眼的方法に依りて判定せし調査方法の不備なるを證するものにして、此處に外觀的には認め得ざる化學的變化の潜在するものと考察せらる。更らに、pH 供試料の色調の變色の程度とを比較對照すれば、一層其關係を明瞭ならしむべく、即ち酸度強きものは必らずしも色調を極度に變化せしむるものに非ずして、例え No. 6. ニクウスバタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケ等は pH 4.0 級に屬し、且つ供試料の色調を完全に白色に變化せしめたるも No. 13. ワタクサレタケは pH 2.0 級に屬する供試料の變化顯著ならずして、原質の淡褐色を僅かに褐色に變色せんとしたるに過ぎず。斯くの如くパルブに接種せし菌類の發育に伴ひて生ずる酸度の強弱並に肉眼的調査に依る供試料の變化及變色の程度は單純なる考察を以て判別し得ざる現象にして、菌類の性狀即ちセルロース溶解菌、又はリグニン溶解菌の類別に基き菌類

各個體に就き腐敗の状態を観察し、尙且つ腐敗現象を理化學的見知より研究を進め、其個性を闡明ならしむるを肝要とし、更らに適切なる pH 測定法を考究する必要があるべし。然れども木材に關する化學的組成未だ闡明ならざるもの多く、是れに關聯して木材腐朽菌に依る腐敗現象に於ては、化學的變化並に菌類の發育に伴ひて、酵素に因りて分解攝取せらるる養分の化學的組成未だ詳ならざるに於ては、其の據點を知るに難く、遺憾とする處なり。

本研究に依り曹達木材未晒パルプは腐敗に依り比較的強度の酸性を呈せしは、曹達木材パルプの腐敗の有無程度を化學的に指示する一方法として極めて重要な因子と爲すも、曹達パルプの實用上には意外なる支障を惹起する場合なからざるものと思惟せらる。

(5) 腐敗パルプの離解の難易

一般製紙工業に於て木材パルプは叩解機に依つて纖維を離解し、且つ膠着力の増強を計るは、抄紙上極めて重要な過程たる周知なり。

曹達パルプ製造法に於ても既に記述せし如く、特に離解を容易ならしむる便宜の爲め温潤パルプ水分平均 60% として供給しつつあるは、更らに其の過程を容易ならしめたるに外ならず。

然るに菌類に依り腐敗を生じたる場合は、菌絲の發育は多くパルプ纖維の内に及び、既に絡み合つたる單纖維の間隙を縫ひ、網狀に發達するを以て離解は増々困難となるは想像し得る現象なり。

従つて、パルプ腐敗に因る間接的障害として離解の難易を調査するは肝要なる事項となすべし。

此處に於て、腐敗パルプの離解の難易を検すべき二三の方法を考究せしも、是れを數値に求むる適當なる方法なき爲め、本試験に於ては供試パルプに菌類を接種したる後 200 日を経過したる豫備試料より試料を摘出し、硝子板上にて離解し更に三角フラスコに移して充分に振動しつつ離解の程度を観察し、且つ其一部を鏡査して難易を検定せり。

其の成績第 7 表に示す如くにして、菌類に依り相違す。

本成績に依れば No. 14. スエヒロタケに依り腐敗せられたる供試料は、離解極めて困難にして、是れに次ぎ No. 9. ダイダイタケ、No. 15. カタシラゲタケ、No. 10. ワタクサレタケ、No. 8. エゴノキタケ、No. 12. カハラタケ、No. 11. ヒイロタケ、No. 7. ヒメシロカヒガラタケ、No. 6. ニクウスバタケ、No. 1. ミダレアミタケの順位にして、腐敗輕

第 7 表 供試料の腐敗に伴ふ離解の難易 (経過日數 200 日)

接種菌 番 號	菌 の 名 稱	供 試 料 の 種 別				
		スギ パルプ	ヒノキ パルプ	アカマツ パルプ	カラマツ パルプ	アスナロ パルプ
1	ミダレアミタケ	++	++	++	++	++
2	ブナ青變菌	—	—	—	—	—
3	マンネンハリタケ	—	—	—	—	—
4	ツガサルノコシカケ	+	+	+	+	+
5	クロコブタケ	+	+	+	+	+
6	ニクウスバタケ	++	++	++	++	++
7	ヒメシロカヒガラタケ	++	++	++	++	++
8	エゴノキタケ	+++	+++	++	++	++
9	ダイダイタケ	+++	+++	+++	+++	++
10	マ ス タ ケ	—	—	—	—	—
11	ヒ イ ロ タ ケ	+++	+++	++	++++	++
12	カ ハ ラ タ ケ	++++	+++	++++	+++	++
13	ワ タ ク サ レ タ ケ	++++	+++	++++	++++	+++
14	ス エ ヒ ロ タ ケ	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
15	カ タ シ ラ ゲ タ ケ	++++	++++	++++	++++	++
16	ク ロ ク モ タ ケ	+	—	—	—	—
17	ク リ タ ケ	—	—	—	—	—
18	No. 1.	—	—	—	—	—
19	No. 2.	—	—	—	—	—

微なる場合は極めて容易に離解す。

斯くの如く、離解に難易を生じたるは發育せし菌絲の性状、程度並にパルプ單纖維相互間に絡み合ふ菌絲の分岐状態に起因するものにして、特に腐敗の進展に伴ひ單纖維を侵害しつつ細胞の内腔に侵入し、網狀に絡み合ふ現象を生じ、増々離解を困難ならしむるもの多し。然れども其状況は菌類に依りて異なり、是れを大別すれば培養基を黒褐色に變じたるセルローズ溶解菌は、供試料全體を餅狀又は寒天狀となし全く離解せずして、強いて強壓すれば塊狀に離散する特徴を示し、是れを鏡査すればパルプ纖維は甚だしく侵され、且つ寸断せられて膠狀を呈し、菌絲束内に包含せらるるを観る。其の最も顯著なる例證は No. 14. スエヒロタケ、No. 13. ワタクサレタケ、No. 4. ツガサルノコシカケとす。

(第10圖参照)

供試料を白色に變ずるリグニン溶解菌に於ては、菌絲はパルプ單纖維の間隙を縫つて發達し、更らに單纖維の内腔に侵入し、分岐して網狀をなすも、パルプ單纖維は寸斷せらるる場合少く、現形を保有する關係上、菌絲が菌絲束を形成せざる限り離解は比較的容易なり。

是れに屬する例證は No. 6. ニクウスバタケ、No. 7. ヒメシロカヒガラタケ、No. 8. エゴノキタケに於て觀らるるも、菌類に依り相違す。(第14圖参照)

斯くの如くパルプの腐敗に依つて生ずる離解の難易は、是れを腐敗に伴ふ一現象として考察する場合は菌類の性質或は特異性として菌類相互の比較調査に資し得べき因子となすも、製紙原料として腐敗パルプを混入せし場合、紙質に及ぼす影響に就き考慮を要すべき要項となすべし。

此處に於て、セルローズ溶解菌に依りて腐敗せし No. 14. スエヒロタケを例證として採取し、是れを適當に離解して無菌曹達未晒パルプを混合し、試験抄紙機を以て抄紙すれば膠狀の粒子は紙面に散在し、原質を漂白するも粒子は原色を保ち斑點を生ず。斯くの如き現象は蓋し當然なる結果と謂ふを得べくセルローズ溶解菌のため纖維は著しく變質消滅し又は寸斷せられ、單纖維として存在なく、主として Pilz Ligupin の護膜狀粒子に過ぎざるに依る。是れに反し、リグニン溶解菌に依り腐敗せられたる場合には鏡査の結果パルプ纖維は原形を保つもの多きも、相當に侵害せられたるものありて、甚だしきは膠狀に破壊せられたるものを含む。No. 7. ヒメシロカヒガラタケに依りて腐敗せられたる供試料を例證として、無菌パルプに混合抄紙すれば前者に比し著しからざるも、菌絲束に因る粒子は紙面に散在し、紙質を低減するものと認む。

因に、腐敗パルプは菌類接種以後200日を經過せしものにして無菌パルプに對し約20%を混合せり。

是等の例證に依り窺知せらるる如く、曹達パルプは腐敗に伴ひ紙質に及ぼす影響少からずして、特にセルローズ溶解菌に依る障害は著しきものと認めらる。

紙の強度に及ぼす影響に關しては比較困難にして正確なる成績を得ざりしを以て省略せり。

(6) 腐敗パルプに關する顯微化學試験

供試料の腐敗に依る變化に關する肉眼的試験成績を綜合すれば、菌類の發育と相俟つて

供試料の色調の變化、酸度或は離解の難易に於て比較的大なる影響を蒙りたるもの多く、是れを詳細に觀察すれば、曹達パルプに接種せし菌類並に供試用パルプの種別に依りて特異性を表現する場合少からず。従つて、腐敗パルプの紙質に及ぼす影響に就きては、單に肉眼的調査試験のみを以て判定するは尙不充分なるがため、此處に顯微化學試験を行ひ、パルプ單纖維の腐敗に因る變化を考究するものとせり。

一般に菌類は主として、脂肪、澱粉、砂糖等の如き炭水化物を養分として攝取するものとなすも、木材腐朽菌は菌絲の分泌する酵素に依り、木材成分中主としてリグニン又はセルローズを分解し是れを養分として攝取し、發育するものとなし、リグニンを溶解するものをリグニン溶解菌 (Lignin dissolving-fungi) 又は (Korosienspilze) と稱し、セルローズを溶解するものをセルローズ溶解菌 (Cellulose-dissolving fungi 又は Destruktionspilze) と稱し、二種に群別せらるるは明らかなり。

本試験に於ても、既に供試料の色調の變化に於て記述せし如く、曹達パルプを白色に變じたるリグニン溶解菌並に曹達パルプを黒褐色に變じたるセルローズ溶解菌に依る腐敗を認めたるを以て、パルプ纖維の鏡査に當りては兩者に關する比較試験を肝要となす。

然るに、パルプ纖維の鏡査に當りては豫備的試験として、セルローズ並にリグニンに對する適當なる試薬を必要とし、且つ本試験に使用せし曹達木材パルプの種別に就き、化學的成分を明かならしむると共に供試料として使用せし曹達木材パルプに存在するリグニン含有量に就き化學的分析を必要となすべし。

茲に北島君三氏著「木材腐朽論」に掲載せられたる例證を摘録すれば、Flack 及び Hartig 兩氏は Fomes annosus 菌に因りて腐朽せし唐檜材と同健康材との比較分析の結果、健康材に於ては比重 0.52 ベントーザン 1.6%、リグニン 11.8%、纖維素 28.20% なるに對し、腐朽材は比重 0.15、ベントーザン 0.9%、リグニン 2.17%、纖維素 6.90% にして各成分は著しく減少せし成績を示せり。然るに西田屹二、沖實兩氏研究に係る腐朽木材の化學的研究に於てはスギ、松材主要成分(絶乾容積に對する含有率)の健全材部に對する全腐朽材部の變化は、スギ健全材部は纖維素 48.92% リグニン 32.58% なるに對し、全腐朽材部は纖維素 1.05%、リグニン 0.88% を示し、松健全材部は纖維素 43.12%、リグニン 37.08% なるに對し、全腐朽材部は纖維素 1.83%、リグニン 65.10% にして、纖維素は甚しく減少せしも、リグニンは反つて、増加せし成績を示し、菌類に依り著しく其の性質異なることを示せり。

本試験に於ても、健康パルプに對し腐敗パルプとを比較分析を必要となすも、腐敗に伴ふ木材成分の分解に關しては詳かならざるもの多く、且つ菌絲の分泌する酵素に因る分解作用に於ても、尙將來の研究に俟つべきもの多しとなす。依つて著者は主として試薬に依る方法を適用し鏡査するものとなせり。特に本試験に供せし試料は既に屢々掲載せし如く、木材削片を苛性曹達を以て蒸解せし曹達未晒パルプなるを以て、蒸解に因り木材の組成は著しく變化し、就中ペントーザン、リグニンは分解に依り其の大部分は消失せられ、纖維素も亦化學的變化を蒙りて變質せらるべく、又パルプ纖維は木材に於ける場合とは相違し、單纖維の絡み合ひの状態をなす關係上、菌絲の發育も全面的に普及し易き傾向を有し、更らに供試料は何れも濕潤パルプとして平均 60% の水分を含有する等理化學的性質に於て著しく相違するが爲め、木材とは稍々異りたる見地を以て考察せらるべきものなりと認む。

此處に曹達木材パルプの蒸解に因り化學的組成の變化を知る爲め中塚友一郎氏の研究に係るスギ、ヒノキ、アカマツ材に就き削片蒸解時間別に依る生成物パルプの収量及び組成に關する試験成績を摘録すれば次表の如し。

削片を蒸解せし條件は第 8 表に示す如くにして、全蒸解時間は 1 時間より 11 時間となし、一種類に就き蒸解時間別試料十一種を得たり。

第 8 表 蒸 解 條 件

種 目	樹 種	ス	ギ	ヒ	ノ	キ	ア	カ	マ	ツ
削 片 (風 乾) kg		4.5		4.5			6.7			
削 片 (絶 乾) kg		3.99		3.86			5.83			
蒸 解 液 量 l		23		23			23			
濃 度 %		50.9		53.9			82.3			
絶 乾 削 片 kg 當り		0.29		0.32			0.32			
最 高 壓 力 kg/cm ²		7		7			7			
最 高 壓 力 到 達 時 間		2		2			2			
最 高 溫 度 °C		165		165			165			
全 蒸 解 時 間 h		1~11		1~11			1~11			

蒸解に際しては削片を充分に風乾して供試し、パルプ化せるものは紙狀となし、之れを細斷分析試料となし、原料木材並びに木材組織を保持したるものは風乾後粉碎し、60~100

メツシユの部分分析試料とせり。尙分析方法の概要を示せば、アルコール、ベンゾール抽出物はアルコール、ベンゾール混合液 (83 容 : 67 容) を以て 6 時間抽出、抽出物を秤量し、纖維素はアルコール、ベンゾール抽出残渣料とし、Cross-Bevam 法に依り定量し、 α 纖維素は上記纖維素を 17.5% 苛性曹達にて處理、不溶解分を重量法に依り定量せり。リグニンは前記アルコール、ベンゾール抽出残渣を、72% 硫酸にて處理定量し、ペントーザンは 12% 鹽酸にて蒸溜、フロログルシツドの重量より Krober の表に依りて求む。此處に實驗に依り得たるパルプ収量及パルプの化學的組成を示せば自第 9 表至第 11 表の如くして、リグニンの溶解速度は全蒸解時間中一樣ならず。最高壓力に未だ到達せざる間にも相當溶解するも、最高壓力に於ける最初の 1 時間の蒸解に依り急速に溶解す。然して最高壓力蒸解を繼續すればリグニンは益々溶解し、蒸解 11 時間に及べば生成パルプの含有量はスギ 4.5%、ヒノキ 2.5%、アカマツ 1.2% の少量となり、其の溶解量は樹中のリグニンに對し夫々 96%、97% 及び 98% となり、リグニンは完全に除去せらる。而してフルフラールを生成するペントーザンの一部は容易に蒸解初期に於て溶解し、一部は最後迄殘有するを知る。

斯くの如く削片を全蒸解時間 11 時間に於て蒸解すれば、曹達木材パルプ中に含有するリグニンは極めて少量となり、就中アカマツは 1.2% に過ぎず。而れども本試験に供せし曹達木材パルプは常法に依り蒸解時間 6~7 時間にして、且つ事業的に製造せしパルプを特に使用せし關係上、其性質を異にする場合あるべし。依つて供試料に就き化學分析を行

第 9 表 蒸解時間と生成物(パルプ)の収量及組成(ヒノキ)

蒸 解 番 號	蒸 解 時 間	收 量 (絶乾木材 に對し)	生 成 物 組 成 (絶乾物に對する百分率)				
			アルコール ベンゾール 抽 出 物	纖 維 素	α 纖 維 素	リグニン	ペ ン ト ー ザ ン
200	0	100.0	2.29	50.35	38.01	31.62	11.22
223	1	92.2	1.69	—	—	33.26	9.76
221	2	75.6	1.61	59.10	—	29.88	9.86
222	3	65.5	1.12	69.75	53.93	18.98	6.21
218	5	49.3	0.48	91.71	—	6.64	6.06
217	7	46.5	0.34	95.25	—	3.78	—
220	9	39.0	0.45	96.07	83.87	3.14	4.93
224	11	37.3	0.47	95.95	83.59	2.51	5.34

第 10 表 蒸解時間と生成物(パルプ)の収量及組成(スギ)

蒸 解 番 號	蒸 解 時 間	収 量 (絶乾木材 に對し)	生 成 物 組 成(絶乾物に對する百分率)				
			アルコール ベンゾール 抽 出 物	纖 維 素	α 纖維素	リグニン	ペ ン ザ トン
100	0	100.0	2.57	51.35	39.34	33.10	13.83
125	1	86.2	1.76	49.92	38.62	32.59	11.74
128	2	81.7	1.36	56.50	44.14	31.89	10.17
126	3	60.1	1.52	—	—	21.03	8.81
132	5	48.6	1.03	77.18	67.40	13.54	8.42
133	7	43.1	1.04	85.62	72.16	9.12	7.95
127	9	38.6	0.48	92.98	81.05	5.23	7.53
130	11	30.6	0.68	94.28	83.85	4.50	7.22

第 11 表 蒸解時間と生成物(パルプ)の収量及組成(アカマツ)

蒸 解 番 號	蒸 解 時 間	収 量 (絶乾木材 に對し)	生 成 物 組 成(絶乾物に對する百分率)				
			アルコール ベンゾール 抽 出 物	纖 維 素	α 纖維素	リグニン	ペ ン ザ トン
300	0	100.0	2.71	52.69	39.01	25.37	11.49
310	1	84.6	1.18	60.38	43.90	27.58	11.36
307	2	76.6	—	—	—	—	—
306	3	55.3	0.88	83.11	64.88	9.64	6.82
304	5	39.5	0.32	94.88	—	2.56	5.08
303	7	37.1	0.24	96.73	78.10	2.07	4.96
305	9	36.4	0.17	97.29	78.76	1.54	4.12
308	11	33.8	0.06	97.18	69.45	1.24	3.63

ひ、リグニン(絶乾物に對する%)を 72%, 硫酸法に依り定量せしにスギパルプ 6.99%、ヒノキパルプ 8.71%, アカマツパルプ 2.61%, カラマツパルプ 4.55%, アスナロパルプ 7.96% にして、中塚友一郎氏の實驗に係る成績に對し著しき差異を認めざるを以て、蒸解時間に因る組成の變化も亦類似するものと見做さるべし。

此處に於て、リグニン含有率比較的僅少なる曹達木材パルプを供試料となし、且つリグニン溶解菌に依るリグニンの分解状態を鏡査する目的のため、ここに適當なる試薬を肝要となすは明かなり。

爾來リグニンに關する試薬は種々發見せられ、バラニトラアニリン、フェニルヒドラゲン、硫酸アニリン、インドール、タリン、沃度反應等は推察せらるる方法にして、又近時 2,6-Diaminopyridin を 18—36% 鹽酸中に溶解する試薬を發見せられたるも、著者は時間別に蒸解試験を行ひたる試料に就き、Wiesner 氏の發見に係るフロログルシン(Phloroglucin) 5% 酒精溶液に浸漬せる試料に鹽酸を加へたるフロログルシン鹽酸法を適用し、其反應を鏡査せしに、蒸解 11 時間にしてリグニン含有率 1.2% に過ぎざりしアカマツ未晒パルプに於ても反應を観たるを以て、更らに本試験に供せし原質パルプに試みたるに何れも反應を認めたるを以て、此處に、フロログルシン鹽酸法を使用するものとせり。然れども鏡査に際し注意すべきは、本試験に供せし原質は曹達木材パルプなるが爲に木材に含有するリグニンの大部分は不溶性なる Alkalilignin として廢液中に混合し、パルプ纖維に残存するリグニンも其性質を異にするものと思惟せらる。斯くの如き場合、リグニン溶解菌と雖も、種類に依りては是れを分解し養分として攝取し得ざるものあるべく、或は反つて分解を促進するものあるべきものと推察せらる。著者は供試料として使用せし原質は充分に温水洗滌せしパルプを使用せり。

一般にリグニンは木材包被物(Inkrastationssubstanzen)として、纖維素と共に植物細胞壁を構成するも、其本質は明瞭ならず、生成の機構も亦諸説ありて確然たざるものなり。されども其性質は極めて安定し、抵抗性は強く、バクテリア及び菌類に依り分解され難く、セルローズ溶解菌に依りては分解さること少く、Pilaliquin をして其儘残留せらるるものとす。唯リグニン分解菌に依りては分解せられ、菌類發育のため養分として攝取せらるるものとなす。

斯くの如き現象を基礎として試薬反應に依るパルプ纖維の腐敗状況を觀察すれば、尙不十分なる點尠からざるも、其本質にして未だ闡明ならざるを以て、本試験に於ては、試薬に依る成績の範圍内に於て考察するものとす。

(イ) セルローズ溶解菌に依る培養基の變化

セルローズ溶解菌に依りて分解せられたる供試料は其結果としてリグニンを残留する關係上、黒褐色に變ずる木材腐朽の場合に觀る現象に依り推察せらる。従つて本試験に於ては先づ供試料に接種せし菌類を原木材片に接種し其腐朽に伴ひて表徴する白腐れ(Whiterots)又は褐色(Brown rots)の状況を確認したる後、供試料の色調の變化と對照せらるべきも、一般に菌類に關する腐朽型(Type of decay)の分類完成せざるため、

本試験に於ては供試料を黒褐色に變じたるものはセルローズ溶解菌に依る變色と見做す。然れども、此處に注意すべきは、供試料が未晒パルプなるため淡褐色を呈するを以て、腐敗の程度に依りては肉眼的識別稍々困難なるもの多し。依つて著者は供試料パルプを明瞭に黒褐色に變じたる No. 14. スエヒロタケを例證として鏡査せし成績を示せば、No. 14. スエヒロタケに依り腐敗せし供試料パルプは種別の如何に係らず、何れも全面を黒褐色に變じ、酸度比較的強く（第 6 表参照）著しく餅狀を呈し、鏡査試料の採取には極めて困難となる。依つて其一部を切り取り、スライドグラス上に於て靜かに壓し、腐敗の状況を觀れば、黒褐色を呈する塊狀物質を貫通して著しく繁殖する菌絲は短片狀に寸斷せられたるパルプ纖維を包含し、一塊となりて、餅狀を呈するを觀る。（自第 10 圖至第 13 圖参照）此處にフロログルシン鹽酸法に依り反應を鏡査すれば、黒褐色塊狀物質はリグニンの反應を呈するも、寸斷せられたる纖維に對しては明瞭ならず。又沃度加呈濃硫酸法に依つてセルローズに對する反應を試みたるに、纖維はセルローズ反應を呈するも明瞭ならず。依つて濃硫酸を靜かに注加してセルローズを溶解せしむれば、明かに菌絲の侵入せし狀況を認めたり。尙供試料の一部を採取し加熱乾燥せしに、終に粉末狀を呈するに至れり。

是等鏡査に依る成績並に既述せし肉眼的調査成績とを綜合すれば、セルローズ溶解菌中 No. 14. スエヒロタケに依る腐敗はパルプ纖維に對し著しき影響を及ぼすものと認められ、殘留する纖維は外觀上異常なきも著しく變化し、容易に切斷され、更らに腐敗程度進展すれば、終に小切片に分解し、セルローズは終に溶解さるるを特徴とす。（第 13 圖参照）

（ロ） リグニン溶解菌に依る培養基の變化

本試験に於ては供試料パルプの色調を完全に白色に變じたる No. 6. ニクウスバタケ No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケを例證として鏡査せし成績を綜合すれば、初期に於て菌絲はパルプ纖維の間に沿ひて進み、分岐しては絡み合ひつつ發達する状態は前者と異らざるも、（第 14 圖参照）供試料の色調を變色して白色となす場合は、全面を同時に變化せしむる事なく、何れも局部的に侵害し、斑紋狀に點在し、且つ色調の境界は明瞭なるを特徴とす。更に腐敗の程度進展すれば、局部的に現はれたる斑紋は個々に擴大し、終に全面に及ぶ傾向あり。試に白色に變じたる局部を摘出し、スライドグラス上に靜かに置き、72%硫酸を注入しつつセルローズを溶解し、鏡査すれ

ば、菌絲は單纖維の周圍を取り巻き、且つ細胞の内腔に侵入し、網狀に發達するを觀るも、セルローズ溶解菌に於て認めたる濃褐色の粒子は殘留する事なく、外觀的には細胞膜を侵害せられし傾向少く、又單纖維は切片狀に寸斷せらるる現象を認めざるを以て外觀的形態には異常なきもの多し。

斯くの如き狀況を以て考察すれば、菌絲より分泌する酵素は細胞膜に含まるるリグニンを局部的に分解しつつ養分として攝取するのみならず、分泌せらるる酵素は相當の濃度を保ちつつ集合するパルプ纖維の空隙或は單纖維の細胞内腔に充満せしめ、除々にリグニンを分解しつつ攝取するものと思惟せらる。而して菌絲の發達に伴ひて順次に進展し、其範圍を擴大しつつ全面に及ぶ傾向あり。著者は試に供試料内數ヶ所より白色部及び是れに接す淡褐黄白色部、並に淡褐黄白色部に接する淡褐色部を採取し、フロログルシン鹽酸法に依りてリグニンを鏡査せしに、白色部はリグニン反應を認めずして、沃度加里濃硫酸法に依り、セルローズ反應は認めたり。然るに淡褐黄白色部は淡褐色部より稍々明瞭なる反應を認めたり。

此處に注目せらるべき第一現象は、供試料の一部が腐敗に依りて白色に變じたる場合は極めて幅狭き黒褐色の境界層を現はすことにして、恰も青達木材パルプを漂白剤を以て晒す場合、一旦黒褐色に變じたる後漸次漂白せらるる狀況に類似す。其の原因は詳かならざるも、鏡査すれば、黒褐色の粒子より成る塊狀物質は菌絲並にパルプ單纖維の周圍に膠着するを觀る。斯くの如き現象は酵素に因りて分解せられつつある物質（？）の中間過程（？）に於ける現象と見做されて、酵素の作用は一種の觸媒（catalizzer）として分離を促進するものなるべくして、完全に白色に變じたる部分には、黒褐色の粒子は極めて稀れに觀る。斯くの如き狀況を示せる場合は供試料は酸性を呈す。

第二には、腐敗に依り供試料パルプを完全に白色ならしめたる場合飛石狀に黒褐色の斑紋を生じ、兩者の境界は極めて明瞭に識別せらるる現象なり。（第 8 圖参照）斯くの如き現象は木材の腐朽に於て、Frank 氏の稱する保護材（protection wood）に類似すべく、或は A. S. Rhoads 氏の研究に依る如く褐色物は細胞内容物及び其の他の物質が濃度の存在に於ける酸化作用の結果、細胞膜を構成するセルローズ及びリグニンの如きものと化成凝結し黒色の帶線を形成し、菌の寄生に依りて其變化を促進せしめたる現象にして、木材の腐朽の場合に生ずるものにして、帶線内の護膜質は極めて安定なる化合物となすも酸化作用に因るべきかは詳かならずと謂ふ。著者は本試験に於て、同一供試料

より兩者を別個に採取して鏡査せしに、白色部の單纖維は原形を保つも、黒褐色部は甚だしく侵害され、脆く節狀に寸断せられ、セルローズ溶解菌に依り腐敗せられたる場合に極めて類似す。著者 63.5% 濃硫酸又は酸化銅アムモニア液 (schweitzers solution) に依り膨潤性 (Quellung) を鏡査せしに、其性質を現はすも、後者は出現せざる場合多し。更らに 72% 硫酸を靜かに注入しつつセルローズを溶出し、其瞬間に於ける菌絲の分布状況を觀れば、兩者共に細胞内腔に迄侵入發育する状況を認めたるは極めて特異的現象にして、供試料パルプを白色ならしめたるはリグニン溶解菌にして、黒褐色ならしめたるはセルローズ溶解菌に依る腐敗と見做され、兩者は同時に又は一方的に出現せし現象と判定し得べし。

果して兩立せし現象なりとすれば、培養基調製の際兩種の菌を共に接種せし結果となるべし。然るに斯くの如き現象は No. 1. ミグレアミタケ, No. 4. ツガサルノコシカケ, No. 6. ニクウスバタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケ, No. 9. ダイダイタケ, No. 16. クロクモタケ; に於て著しく出現し、供試料を黒褐色に變じたる際白色の斑紋を形成せざるものは、No. 14. スエヒロタケを其例證となす。然して供試料淡褐色にして菌絲の發育著しからざるものに黄白色の斑紋を飛石狀に散在する現象は度々認め得るも、斯くの如き場合はリグニン溶解菌の發育優勢ならざりし結果に因るものと認む。

第三には修酸石灰の結晶の出現にして著者の鏡査せし成績に依れば、No. 2. ブナ青變菌, No. 3. マンネンハリタケ, No. 6. ニクウスバタケ, No. 10. マスタケ, No. 19. No. 2. 等菌絲の發育微弱なるか又は發育せざりしものに認められずして、其他の供試菌類には總てに認め得たり。然れども、其形成には特徴を有すべく、著者の鏡査せし成績を綜合すれば、其出現する位置は供試料パルプの内部に少なく、多くは菌叢部の直下面に現はれ、内部に於ては菌絲に接して分布し、パルプ單纖維の間隙に多く、稀れに細胞腔内に點在す。(第 17 圖参照) 且又菌絲の繁殖とは關係を有するものの如く、繁殖の初期には殆んど觀られずして、菌が相當發育し菌叢部に分泌物を生ずるに至るに及び出現するものの如く、其間、密接なる關係を有すべし。而して菌類を接種せし以後 100 日餘を経過せし場合に初めて觀られ、セルローズ溶解菌、リグニン溶解菌共に形成せらる。ナミダタケ (*Merulius lacymans*, Fr.) は木材腐朽菌として菌絲を木材内部に生長し、細胞膜の纖維素を溶解し、リグニン、タンニン及び修酸石灰よりなる褐色の物質を

残留すると謂ふも、本試験に於ては菌絲の發育に直接關係を有するものと思惟せられたるを以て、試みに供試菌類の寒天培養基に就き調査せしに No. 1. ミグレアミタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケ, No. 9. ダイダイタケ, No. 11. ヒイロタケ, No. 12. カハラタケ, No. 13. ワタクサレタケ, No. 14. スエヒロタケ, No. 15. カタシラゲタケ, No. 16. クロクモタケ, No. 17. クリタケ, No. 18. No. 1. 等に結晶を認めたるを以て、菌類の發育に伴ふ化學的現象と見做さるべし。是れをパルプの腐敗現象と對照すれば、修酸石灰の結晶を認めたる場合は腐敗の程度は相當に進展せるものと考へられ、修酸石灰の成因に關しては、供試料の腐敗に伴ふ酸化作用と相互關係を有すべし。

第四の現象はリグニン溶解菌に依りて培養基を完全に白色ならしめたる場合其白色部を摘出しスライドガラス上に靜かに離解し、パルプ纖維の腐敗状態を鏡査すれば、原形は崩壊せざるも、極めて軟弱となり、靜かに壓すれば、扁平に膨張し、粘着する傾向を示す。(寫眞第 16 圖参照) 斯くの如き現象は菌類を接種せし後 200 日以上を経過する際、鏡査し得たるものにして、供試料は相當酸性を呈し、菌絲は内部に充滿する状況より推察すれば、菌絲の分泌する酵素に依りリグニンを分解すると共にセルローズも亦化學的影響を誘起するものと認めらる。

(ハ) パルプ纖維の膨潤性

一般植物組織は水中に於て膨潤し異方的膨潤 (Anisotropic swelling) を呈し、膨潤劑に依りては球狀膨潤 (Globular swelling) を生ずるものにして、近時纖維に關する性質試験に於て度々論及せらる處にして、パルプ纖維の性質比較上膨潤性の研究に依り闡明せられたるもの尠なからず。

著者は膨潤劑として W. L. Balls 及び H. A. Hancock 氏の研究に係る硫酸法及び H. Müller 氏に依る酸化銅アムモニア液法を適用し、供試料の原質並に接種せし菌類別に腐敗纖維の性質を鏡査せり。

此處に其成績を綜合すれば、第一に使用せしスギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ、アスナロの曹達未晒パルプをスライドガラス上に置き、單纖維を摘出して長期間水中に浸漬し、膨潤劑を靜かに注入すれば、纖維細胞の内腔は次第に光澤を増し、暫く緊張状態を呈するも皮膜に膨潤劑浸透すれば第一次層の一部に龜裂を生じ、第二次層は球狀膨潤を現はし、第一次層は球狀膨潤部の兩端に壓縮せられて輪環を生じ、第三次層は萎縮す

ることなく残留す。更らに膨潤剤を加ふれば暫時にして溶解し、膠状を呈し、分散作用をなす。此處に第一次層の龜裂線 (Sprunglinien) は横層 (Querelement) を一致するかは詳かならざりしも、原質の種別に就きては特異性を認め得ざりき。

然るに蒸解曹達パルプを叩解器に依り約二時間叩解し、單纖維の切斷せられたるものを摘出して膨潤剤を注加しつつ鏡査すれば、膨潤剤は單纖維の切斷面より迅速に浸透する關係上、極めて急速に溶解膠状を呈し鏡査困難なる場合多し。

叙上せし成績は正常なる曹達パルプ單纖維に就き觀察せし現象にして、腐敗パルプに關して尠くとも第一次層が種々なる原因に依りて損傷を蒙りたる關係上、腐敗の程度に因り膨潤性は著しく異りたる現象を呈するものと想像せらる。依つて著者は先づパルプ蒸解時間を自一時間至拾一時間に類別し、時間別に蒸解せし曹達木材パルプより試料を適出し其各々に就き膨潤性を鏡査せり。

其成績に依れば

(1) 壓力 110 ボンドに於て、最高壓力一時間を持続せし未蒸解未晒パルプを試料として鏡査せしに、單纖維は何れも強直にして異常なきもの多く、膨潤剤を靜かに注入すれば完全なる過程を経て明瞭なる球狀膨潤を示せり。

然して膨潤は單纖維中僅かに 3~4 個所に現はるるのを特徴とす。

(2) 壓力 100 ボンドにして、最高壓力三時間を持続蒸解せし未晒パルプを試料として同様な實驗を試みたるに、膨潤剤を除々に注加すれば比較的速かに膨潤を生じ、且つ其個數は單纖維中に數個以上連続し、回轉運動を伴ひつつ纖維の全長は凝縮し、第三次層に小皺を生じ暫時にして溶解膠状を呈す。

(3) 壓力 110 ボンドにして最高壓力 9 時間持続して蒸解せる未晒パルプを試料として採取し、鏡査せしに單纖維は強直性を缺き、形狀扁平にして薄弱、屈折又は切損せるもの多し。此處に試料を適出し膨潤剤を除々に注入すれば、極めて迅速に球狀膨潤を現はすも明瞭ならず。單纖維は左右に振動しつつ、第一次層は波状を呈して萎縮し、第三次層も是れに伴ひて萎縮し、終に輪還を認むることなくして溶解膠状を呈するを特徴とす。然して單纖維が切斷せられたる場合は球狀膨潤を觀ることなくして分解す。屈折する單纖維は屈折部の損傷の爲、特に膨潤現象を誘起する場合は稀なり。

(4) 前記 1. 2. 3 の各場合に就き晒パルプを作製し、同様實驗を試みたるに膨潤の

状態は類似にして膨潤性を有するも、過度に漂白すれば異常あり。

叙上せしは無菌曹達未晒パルプに就き觀察せし成績を例證として示せしも、細胞膜の化學的損傷に依り膨潤性に及ぼす影響を窺知し得べし。

此處に於て、腐敗パルプに關する膨潤性を鏡査するためリグニン溶解菌として No. 6. ニクウスバタケ, No. 7. ヒメシロカヒガラタケ, No. 8. エゴノキタケを、セルローズ溶解菌としては、No. 14. スエヒロタケより各供試料を多數採取し、膨潤剤の濃度を變じつつ是れを順次に加へて其状態を觀察せしに、リグニン溶解菌に依り供試料パルプを完全に白色を呈せしめたる單纖維は膨潤性は極めて微弱にして、膨潤剤に依り速かに溶解す。セルローズ溶解菌に依りて完全に黒褐色に變じたる單纖維も、亦膨潤性を認め得ずして前者と類似の状態を示す。是れに反し菌の發育不完全なりし No. 2. ブナ青變菌の如き場合は、無菌未晒パルプに等しき状態を呈する以て、兩者の差異は極めて明瞭なるべきも、肉眼的に腐朽の程度を推定しつつ試料を採取すること困難なるがため、従つて腐敗の程度を膨潤性の程度又は有無に依りて判定するは極めて困難なるべし。

特にセルローズ溶解菌に於ては單纖維は短片に寸斷せられ且又黒褐色にして膠状を呈する残留物を密着するため、觀察極めて困難なり。

然れども、本成績に依りリグニン溶解菌又はセルローズ溶解菌の爲めに腐敗せられたるパルプは、著しく膨潤性を減退せし成績を以て觀れば、化學的影響に因りて其原質を失ひ、組織に變化を生じたるは想像するに難からず。

其原因は菌絲の發育に伴ひ分泌せらるる酸化酵素に因り、パルプ纖維中に含有する成分を分解し、養分として攝取する際、是れに依つて生ずる化學的影響と推察せられ、又一面に於ては培養基の pH を増強せしむる酸性物質 (?) のため、單纖維の細胞膜に變化を誘起し、是等直接間接的原因の綜合に因り影響せらるるものと思はれるも詳ならず。

III 腐敗豫防方法

伊太利國立植物病理試驗場 G. Goidanich, G. Borzini, A. Mezzetti, W. Wivani. の諸氏は *Acrostolagmus cinnabarinus* 外四十五種の空中菌に就き、製紙用木材パルプの變質並に貯蔵に關し試験研究成績を發表せられ、人工培養基中の豫防剤が木材パルプに接種せし微生物の發育に及ぼす影響に論及し、腐敗に對する豫防剤として次に示す藥劑を適用し、效果著しきを述べ、特に伊太利國に於ける氣候狀況は害菌の發育に好都合なるを以て被害の豫防に關し

て周到なる注意を要する事を指示せらる。

ブタナストール	0.03%
チイトロフイール曹達	0.02~0.03%
重クロム酸加里	0.10%
弗化曹達	0.5~0.6%
鹽化亞鉛	0.6~0.8%
硼 酸	1.0~1.2%
硼 砂	1.0~1.4%

此處に本邦内地に於ける氣候状況を参照すれば、四季に於ける平均気温並に空中湿度に於ては、微生物の發育には極めて好都合なる條件を備ふるものと観知せらる。就中當帝室林野局の經營する曹達パルプ工場の多くは山間壁地に位置し、且又濕潤パルプを取扱ふ場合多きため、特に腐敗に關しては細心なる注意を肝要とすべし。

著者が腐敗パルプの試料を採取せし工場を例證として、製品パルプの取扱ひ方法に就き概要を述べれば、蒸解せしパルプは洗滌の後精選装置に依りて残渣を除き、脱水機を以て脱水し、含水量平均 60% の状態に於て一時倉庫内に貯藏し、適當なる時期に包裝の上搬出するを普通となす。

従つて包裝に際しては倉庫内片隅にパルプの一部を残留する場合多く、爲めに腐敗の原因を誘起するものにして、斯くの如き例證は單に當局工場に於てのみ生ずる現象に非ずして、一般製紙工場に於ても實現せし例證あり。就中製品パルプを貯藏する倉庫の羽目及び床張りに木材を使用し、換氣設備完全ならざる場合は腐敗發生し易きものと認めらる。

然るに、一般に木材の腐朽に於ては防腐材として藥劑を使用し得らるるも、特にパルプの腐敗の防止には、取扱上人畜に毒害を及ぼさざるもの、パルプに着色せざるもの、パルプ繊維に藥害を與へざるもの、不溶性粉末劑にして、パルプ中に混入し抄紙上障害を與へざるもの及び、紙製品に臭氣を附與せざるものを必要となし、且つ又經濟上價格低廉なるを要すべし。

是等の要項を備へる藥劑は選擇稍々困難なりしも、實際上パルプ製品の取扱方法に關聯して各種の藥劑につき調査試験せし結果、次ぎに示す豫防方法を適當と認めたり。

(1) 曹達パルプ製造工場に於ては製品パルプは可及的速かに包裝し、倉庫内に間隔を置いて配列し、換氣を計るものとす。包裝材料は、濕潤パルプを取扱ふ關係上、腐敗を誘

起する危ある南京袋、叭等は出來得る限り使用を避け、クレオソートを主材となすサントイツチペーパーを以て包裝するを適當と認む。

(2) 製品倉庫内は常に清潔となし、腐敗の防止に努むべきも、氣候の状況、取扱方法の如何に依りては被害を生ずる場合なきに非らざるを以て、常にパルプの色調の變化並に腐敗に因る惡臭の發散に注意し、其原因を除きて害菌の繁殖を防止するに努むべきなり。

(3) パルプの腐敗防止用藥劑は實驗の結果次ぎの方法を推奨す。

製品パルプを貯藏する倉庫はコンクリート床張りとなし、排水を計り濃度約 4'Be' の苛性曹達溶液を以て屢々床面を洗滌し、腐敗パルプを認めたる場合は、被害甚しき部分を除去し、其附近に貯藏せしパルプには新鮮なる晒粉を散布し適當に混合せしむれば、害菌の發育を阻止し、且つ製品パルプには何等の損傷を與ふることなく、其目的を達し得べし。

因に晒粉に依る防腐試験に關して、著者は三角フラスコに寒天培養基を調製し、ヒメシロカヒガラタケ、エゴノキタケ、ワタクサレタケ、スエヒロタケ、等を接種し、各種菌類に就き 1 個の培養基には晒粉を和紙にて包み三角フラスコの中空に懸垂して、綿栓し、他の 1 個には菌類を接種したる儘にて綿栓し、培養室に配列して菌類の發育状況を比較せしに、晒粉を懸垂せし三角フラスコは菌類の發育を阻止せらるるを観る。

實地試験としてはパルプ工場にて採取せし腐敗パルプを二分し、一方に晒粉を混入して菌絲の發育状況を比較せしに前者と同様に菌類の繁殖を阻止し得るを認めたり。

IV 考 察

スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ、アスナロ曹達未晒パルプを供試料となし、ミダレアミタケ、外拾八種の菌類を接種し、腐敗に關する調査試験を實行せし成績の範圍内に於て、腐敗の經過、状況並にパルプ繊維に及ぼす影響に就き考察せんとす。

(1) 曹達未晒パルプに菌類を接種し、菌類の發育に伴ひて色調に變化を生ずる程度を肉眼的に觀察し、且つ菌絲發育の状況を参照すれば、供試料パルプを著しく變化せしめたるものは、No. 6. ニクウスバタケ、No. 7. ヒメシロカヒガラタケ、No. 8. エゴノキタケ、No. 9. ダイダイタケにして、變化を認めざりしは No. 2. ブナ青變菌、No. 3. マンネンハリタケとなし其の他を中庸となすも、供試料の種類並に菌類に依り異なる。特に No. 16. クロクモタケはスギパルプに於て顯著にして、他の供試料パルプに對しては極めて輕微なりしは特異性と見做され、アカマツパルプは總じて變化甚しく、アスナロパルプは比較的

僅少なる傾向あり。然れども曹達パルプ腐敗の現象は極めて複雑にして、菌類並パルプの種別各個體に就き特異性を表徴する場合あるを以て、單に二三の觀察に依りては識別し得ざる場合多し。(自第1圖至第5圖参照)

(2) 木材腐朽菌に關する腐朽型に就きては既に屢々論及せられたる處にして、腐朽型の種別は主として木材中に含有するリグニン又はセルローズの何れかを分解し、養分として攝取するか起因するものとなす。

本試験に於ても供試料パルプに菌類を接種せし以後約200日を經過せし狀況に依り、腐朽型の種別に就き觀察すれば、明瞭に白色を呈するもの、黒褐色に變じたるもの、及び其の中間的現象を示すもの等に類別し得らるるも、是等色調の變化は菌類發育の經過狀況と極めて密接なる關係を有するものにして、特に中間的現象を呈するものに於て著し。(自第6圖至第9圖参照)

此處に例證を以て考察すれば、No. 6. ニクウスバタケは空中菌絲多く且つ供試料パルプを完全に白色に變じたるも、繁殖狀況は密にして、菌を接種せし以後僅かに10日間を經過すれば既に局部的に黄白色に變じ、菌絲の發育迅速なり。而して約100日を經過すれば、基面は全面的に白色に變じ、明瞭に其特性を現はし、リグニン溶解菌に所屬するものと認めらる。然るに其白色面には黒褐色の斑紋を現はし、兩者の境界は極めて明瞭なる特異的現象を示せり。次ぎに、No. 14. スエヒロタケを各種曹達パルプに接種し其腐敗の狀況を覽れば、經過日數200日にして各供試料パルプは何れも完全に黒褐色と變じ、腐敗パルプは餅狀を呈し、其一部を採取して鏡査すればパルプ纖維は何れも寸斷せられ、黒褐色の膠狀物質にて粘着し、試薬に依りては明かにリグニン反應を示し、Pilz ligninの殘留するものと見做さる關係上、セルローズ溶解菌に所屬するものと認めらる。然るに、No. 14 スエヒロタケは木材腐朽菌に於ては白腐れを呈するリグニン溶解菌に所屬するものと認められ、本成績とは全く正反對の現象を示す。此處に於て腐敗の經過狀況を詳細に觀察すれば菌を接種せし初期に於ては菌絲の發育極めて輕微なりしも、培養基は局部的に黄白色に變じたり。而して時日の經過に伴ひて次第に黄白色部は消失し、終に全面黒褐色に移變せし現象を認めたり。又 No. 1. ミダレアミタケは經過日數200日に及びたるも供試料パルプの色調は著しき變化を生ぜざりしも、局部的に黄白色部及び黒褐色部の點在するを認めたり。此處に前述せし二例證と比較對照すれば、中間的現象を呈するものと見做るべし。斯くの如く經過日數に伴ひて色調に移變を觀たるは興味ある現象にして、其原因は

詳かならざるも、是れを例すれば(A)菌を接種せし初期に於ては其特性を表徴するも、經過日數を増加するに従ひて(A)菌に依つて分解せられたるパルプ纖維の化學的組成が全く反對なる性質を有する(B)菌の繁殖に有利なる環境に適合するため、(A)菌を接種せし當時或は其の前後に於て侵入したる(B)菌の發育を反つて促進したる結果に起因するものとも思惟せられ、又は同一菌類に於ても曹達木材パルプに含有する化學的成分の如何に依りてセルローズ或はリグニンを分解して養分となす適應性を有する性質を特徴となす菌類たりとも推察せられるも、後日の研究に俟つべきものとす。特に本試験に供せし曹達未晒パルプは木材とは異なりて單纖維は絡み合ひの狀態を呈し、菌絲の發達は極めて容易なるべく、又削片を苛性曹達に依りて蒸解せしため木材中の化學的組織は著しく變化し、就中リグニンの含有率は著しく減少せられたる狀態にあるは腐敗現象の考察上注意すべき要項となすべし。

(3) 所謂リグニン溶解菌及びセルローズ溶解菌に依る腐敗現象は、パルプ纖維の性質に及ぼす影響顯著にして、從つて間接には紙質を低下せしむる原因をなすべし。(自第10圖至第16圖参照)即ちセルローズ溶解菌に依りて腐敗せられたるパルプを全く黒褐色に變ずる迄進展せしむれば、パルプ纖維としての性質は全く滅失す。リグニン溶解菌に依る場合に供試料パルプは白色に變ずるを以て、外觀上漂白せしパルプと極めて類似するも、纖維は菌絲の分泌する酵素に因りて損傷蒙りて軟弱となり、粘性を増し、其性質は著しく變化する傾向あり。試みに晒パルプを試薬に依りて膨潤性を鏡査すれば膨潤現象を認め得るも、菌類に依り白色と變じたるパルプ纖維は膨潤性著しく減退するを以て推察せらるべし。その原因は詳かならざるも、腐敗に伴ひて供試料の酸度は増強せらるるため、酸性物質に因る影響も尠なからざるべし。腐敗に因るパルプの色調の變化比較的迅速に且つ明瞭に判別し得らるる場合は、腐敗の程度も亦肉眼的に識別すること比較的容易なるも、菌絲の發育著しからざる場合は原質パルプの色調たる淡褐色との判別困難なるものにして、斯くの如き場合は腐敗に伴ひて局部的に生ずる淡黄白色部、又は局部的に濃褐色部を生ずる狀況に注意し以て識別せらるる場合あり。斯くの如き現象は、曹達パルプに含有する成分中主としてリグニンの含有量僅少なると共に、所謂 Alkalilignin として存在する關係上、菌類に依りては其の發育に必要とする養分としては不充分なるか又は、菌類の特性なるかは詳かならざるも、パルプ纖維に及ぼす影響は輕視し得ざるもの多し。是れを要するに菌類に依る曹達木材未晒パルプの腐敗はリグニン溶解菌並にセルローズ溶解菌共に

パルプ繊維に對し顯著なる損傷を附與する現象なるを以て、是れが防止を肝要となすは明かなり。又間接的影響として、腐敗パルプの多くは離解極めて困難となり、抄紙上に障害を生ずべく、腐敗に伴ふ酸度の増強も亦曹達パルプの利用上支障を誘起する場合あるべし。

本試験は特に濕潤パルプに就き腐敗試験を行ひたるも、實際の場合に於て用紙類、或は再生紙原料の貯蔵中に於ても、氣候的影響に依り腐敗の危れあるものと思惟せらるるを以て是れが對策を豫め考究する必要があるべし。

幸にして著者は苛性曹達稀薄液に依る貯蔵倉庫内の洗滌竝に新鮮なる晒粉を散布混入する方法を適用する事に依り、防腐の効果著しき結果を得たるはパルプの貯蔵上資する處妙からざるべし。

V 摘 要

(1) 著者は主として帝室林野局の經營に係る曹達パルプ製造工場に於て濕潤未晒パルプの一部に腐敗現象を認めたるを以て、是れがパルプ繊維に及ぼす影響を調査試験を行ふと共に簡易適切なる防腐方法を考究するものとす。

(2) 本試験にはスギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ、アスナロ等の未晒曹達パルプを供試料として使用し、ミダレアミタケ外 19 種の菌類を接種し、供試料パルプの變化、菌絲發育の狀況、酸度の測定、腐敗パルプ離解の難易及び、顯微化學試験を施行し、是等の調査試験成績を綜合し、以て腐敗の經過狀況竝に程度に就き比較するものとせり。

(3) 本試験成績に依れば菌類の發育に伴ひて供試料パルプに變化を生じたるも、其の程度は菌類に依りて相違すると認めたり。就中供試料パルプの色調は是れを白色に變じたるもの、及び色調を黒褐色に變じたるものに類別され、前者はリグニン溶解菌に依り、後者はセルローズ溶解菌に依る現象と見做さるるも、供試料パルプを白色に變じたるも局部的に黒褐色の斑紋を現はせしもの、(例。No. 8. エゴノキタケ)、供試料パルプを黒褐色に變じたるも局部的に黄白色の斑紋を生じたるもの、(例、No. 1. ミダレアミタケ)、更に初期に於ては局部的に黄白色を呈せしも後期に至りて培養基の全面を黒褐色に移變せしめたるもの(例、No. 14. スエヒロタケ)の如き特異性を表現せしものを生じたるは、菌類に關する腐敗型の判定に際しては、菌類發育の經過狀況を詳細に觀察するに非ざれば明確ならざるものと思惟せらる。

(4) 菌絲發育の狀況は木材に於ける場合と著しく趣を異にせしは、供試料として使用せ

しパルプ繊維は單纖維の絡み合ひの状態を示し、且つ苛性曹達を以て蒸解せし關係上、化學的組成相違すべく、特にリグニンの含有率著しく減少せしに起因すべし。而して菌絲發育の狀況を觀ればパルプ繊維の間隙を縫ひ、且つ細胞内腔に侵入する傾向を有し、酵素に依りて分解せられたる養分の攝取には比較的有利なる環境にあるものと認めらる關係上、繊維に及ぼす影響も亦甚大にして且つ迅速に進展する場合多し。(例 No. 8. エゴノキタケ、No. 13. ワタクサレタケ)

(5) 供試料パルプを黒褐色に變じたるセルローズ溶解菌は、セルローズを分解し、黒褐色を呈する所謂 Pilz lignin を殘留し、供試料を餅狀に分解し、繊維は細斷し、離解を困難ならしむる等パルプ繊維の性質に及ぼす影響大なるを認める。(例 No. 13. ワタクサレタケ)。供試料を白色に變ずるリグニン溶解菌は肉眼的には著しき變化を認め得ざるも、パルプ繊維は著しく軟弱となり、且つ粘性を増し、塊狀を呈し離解も亦困難なるため、前者と共に抄紙上支障を生ずるものと認めうる。(例 No. 8. エゴノキタケ)。

(6) 供試料パルプの種別に依る腐敗現象は各々特徴を有し、一樣ならざるも、概してアカマツパルプは腐敗の程度著しく、アスナロパルプは比較的僅少なり。

此處に接種せし菌類がパルプ繊維に及ぼす影響の程度に依り、被害大なるもの、被害輕微なるもの、被害を認めざるもの等に類別すれば成績次ぎの如し。

被害大なるもの	被害輕微なるもの	被害認めざるもの
菌 名	菌 名	菌 名
ツガサルノコシカケ	ミダレアミタケ	ブナ青變菌
ニクウスバタケ	クロコブタケ	マンネンハリタケ
ヒメシロカヒガラタケ	ヒイロタケ	マスタケ
エゴノキタケ	カハラタケ	
ダイダイタケ	カタシラゲタケ	
ワタクサレタケ	クロクモタケ	
スエヒロタケ	クリタケ	
	No. 1.	
	No. 2.	

(7) パルプの腐敗に伴ふ酸度の變化、増強は曹達パルプを特種なる用途に使用せんとする際、支障を誘起する場合あるべきを以て、極めて注意すべき現象と思惟せらる。

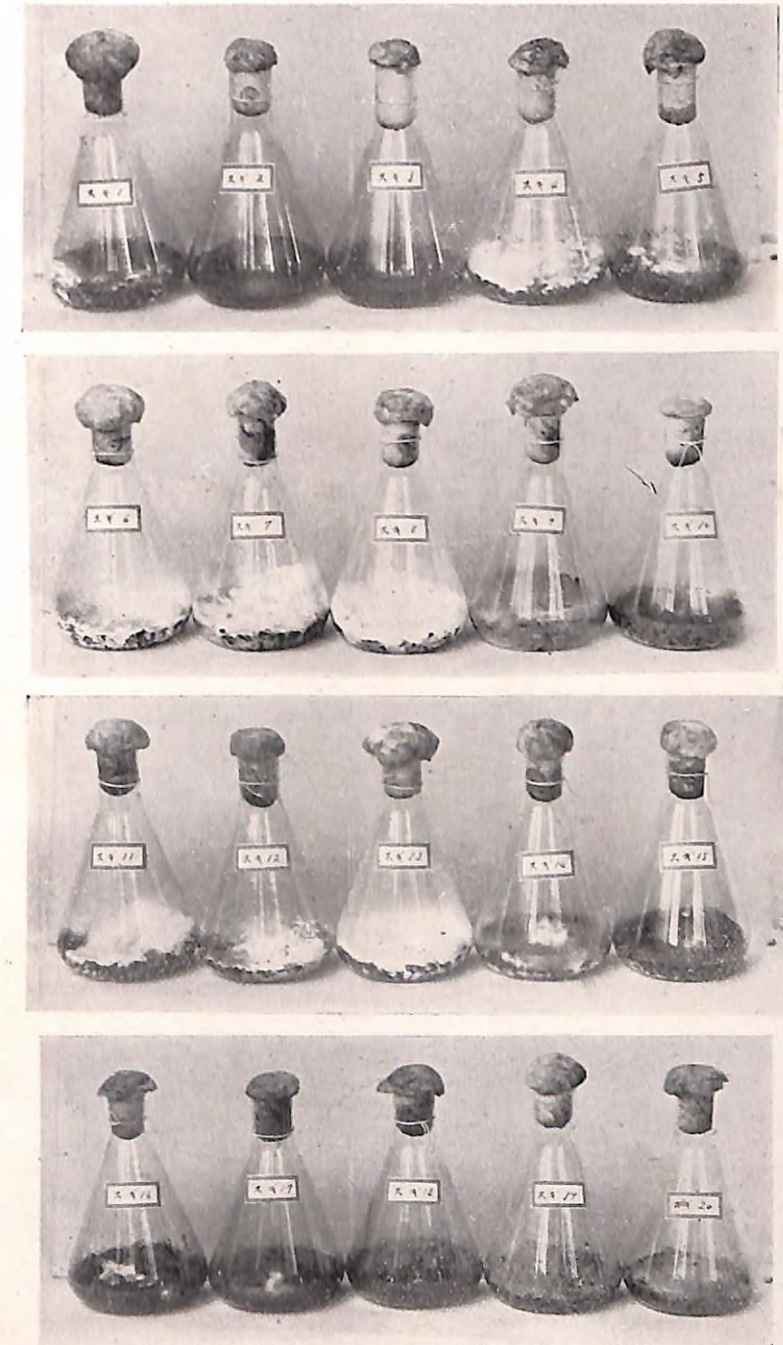
(8) 曹達木材パルプの腐敗せし場合は色調に變化を生じ且つ惡臭を發散するを以て比較的容易に識別し得らるるも、本邦内地に於ける氣候狀況は菌類の發育に極めて有利なる環境にあるを以て、特に換氣不良なる木材倉庫内に濕潤パルプを貯蔵する場合は注意を肝要とすべし。

(9) 腐敗パルプの發生を觀たる場合は可及的速かに是れを除去して其繁殖を阻止するを得策となすも、藥劑を使用する場合は人畜に有毒ならず且つ、パルプに着色せざるものを必要となし、特に不溶解性粉末は不適當とす。依つて著者は實驗の結果實用的方法として、倉庫内床は可及的コンクリート張りとなし、屢々苛性曹達稀薄液を以て洗滌し、且つ腐敗パルプに接觸せしパルプには新鮮なる晒粉を散布、混入することに依り菌類の發育を阻止し得るものと認めたるを以て、此處に豫防法として推奨するものなり。

文 獻

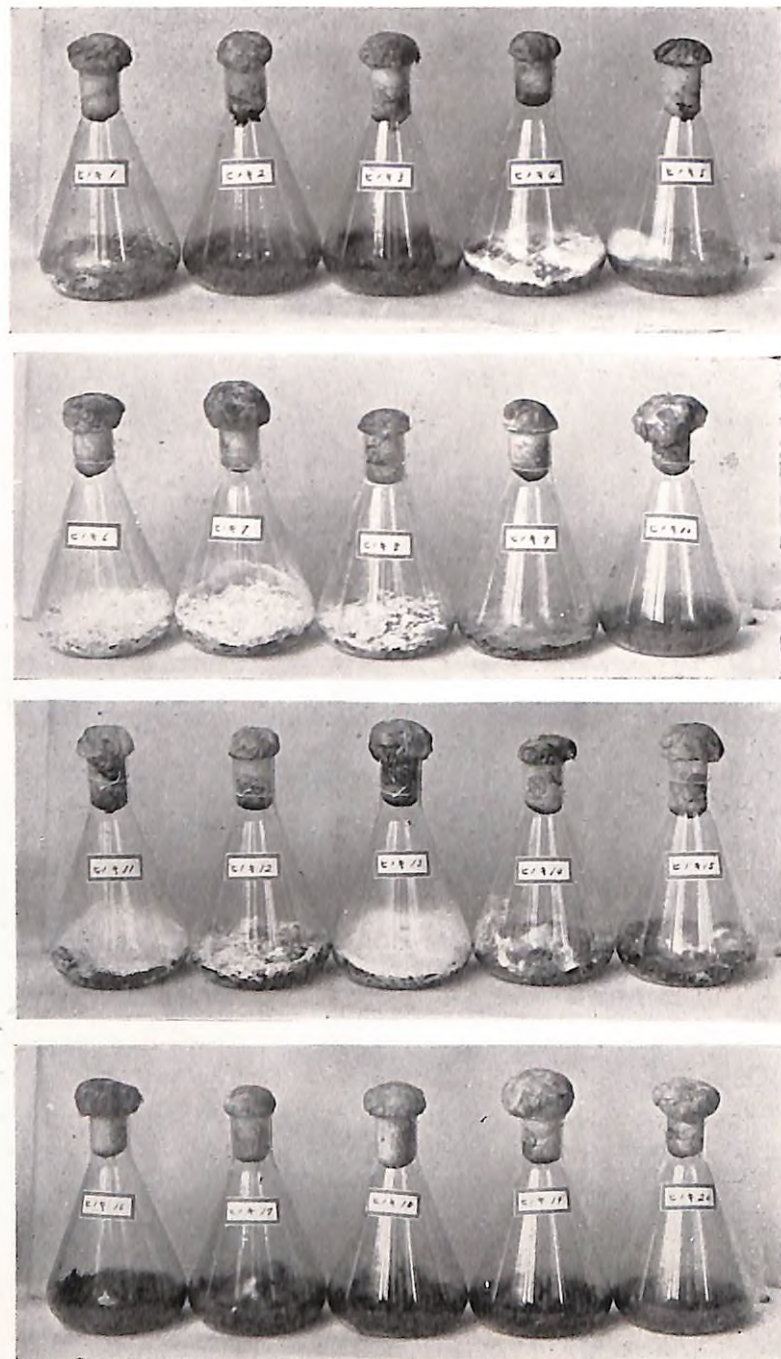
- (1) 伊藤 一雄；— 材質腐朽菌類の纖維素溶解に就て
日本林學會誌第二十二卷第五號
- (2) 北島 君三；— 樹病學及木材腐朽論
- (3) 北島 君三；— 建築土木用材腐朽菌の形態並に之が發育に及ぼす温度の影響
林業試驗報告第 28 號
- (4) 三浦伊八郎；— 推非菌に依る木材組成成分の變化に就て
東京帝大農學部附屬演習林報告第十五號
- (5) Bavendamm, W.: Über das Vorkommen und den Nachweise von Oxydasen
bei holzzerstörenden Pilzen.
Mitteilung Zeits f Pflanzenkr. u. Pflanzesch. 1928.
- (6) Davidson, R. W., Camfield, W. A. Blaisdell, fungi by their reactions on
gallic or tannic acid medium. J. Agr. Res. 1938.
- (7) G.Goidanich, G. Borzini, A. Mezzetti, W. Vivani:
— 製紙用木材パルプの變質並貯蔵に關する研究
伊太利國立植物病理試驗場, 1938
(西門義一氏抄録、病蟲害雜誌第二十七卷第四號)

第一圖 供試料スギ曹達パルプの菌類に依る腐敗狀況



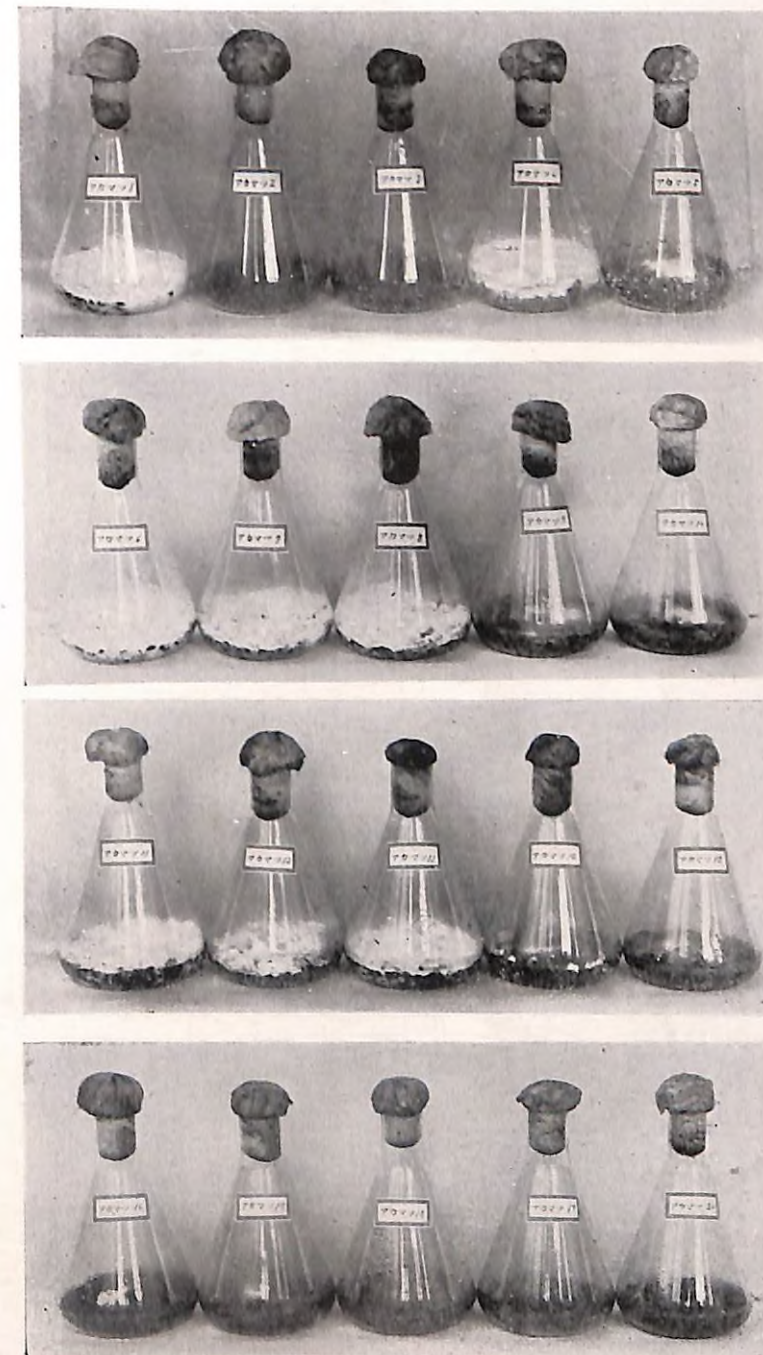
供試料番號は接種せし菌の種類を示す
本文第二表參照

第二圖 供試料ヒノキ曹達バルブの菌類に依る腐敗の状況



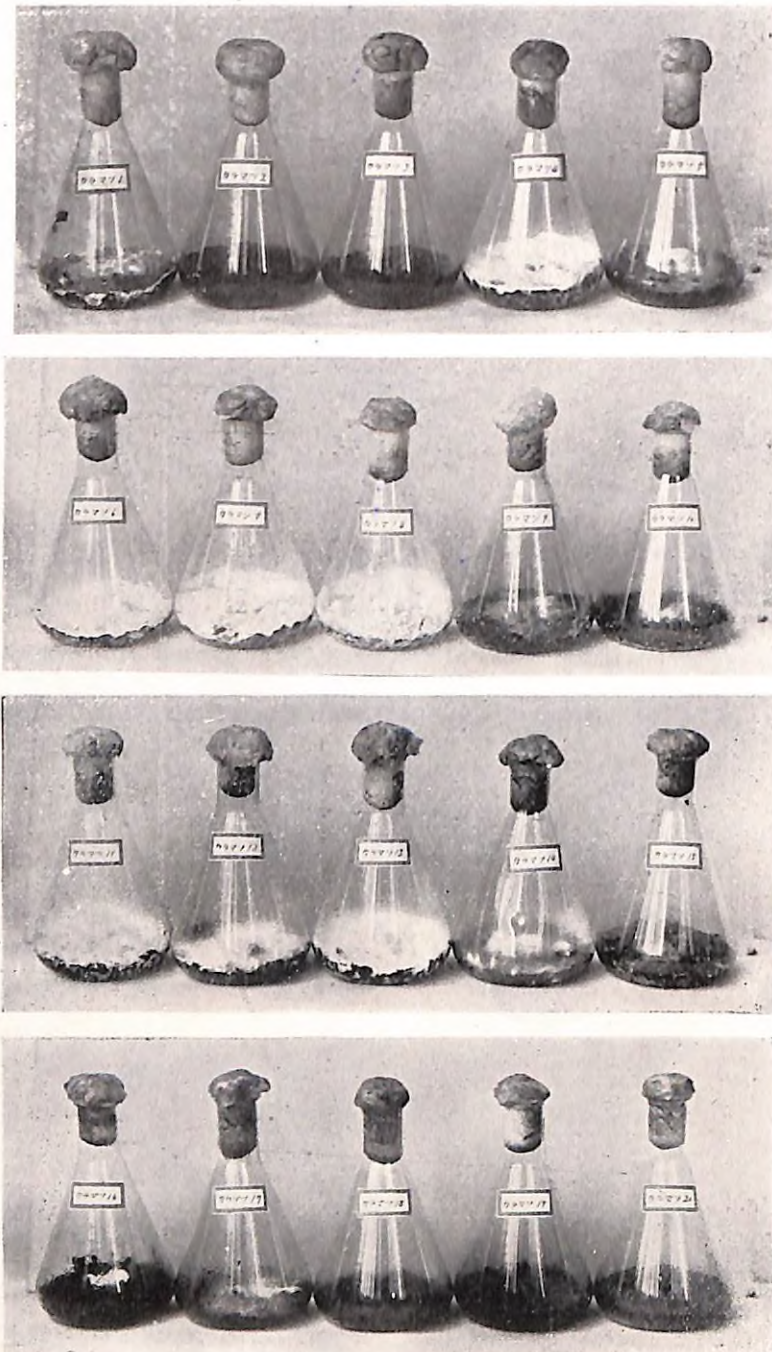
供試料番號は接種せし菌の種類を示す
本文第二表参照

第三圖 供試料アカマツ曹達バルブの菌類に依る腐敗の状況



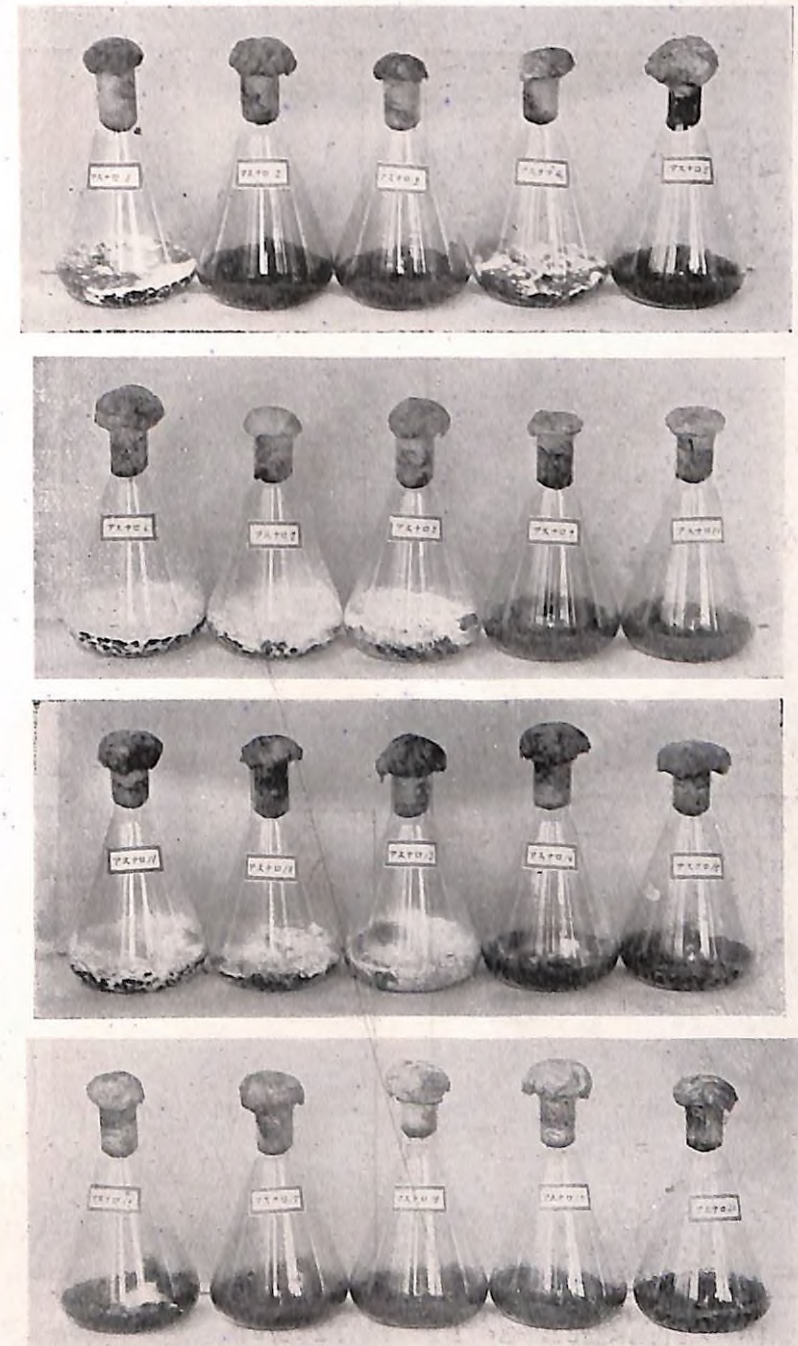
供試料番號は接種せし菌の種類を示す
本文第二表参照

第四圖 供試料カラマツ曹達バルブの敗損に依る腐敗状況



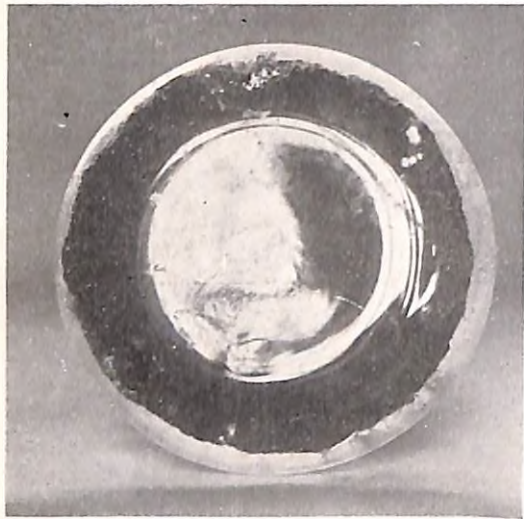
供試料番號は接種せし菌の種類を示す
本文第二表参照

第五圖 供試料アスナロ曹達バルブの菌類に依る腐敗状況



供試料番號は接種せし菌の種類を示す
本文第二表参照

第 六 圖



腐敗に依り供試料バルブを黒褐色に變色せし狀況

第 七 圖



腐敗に依り供試料バルブを黒褐色斑紋狀に變色せし狀況

第 八 圖



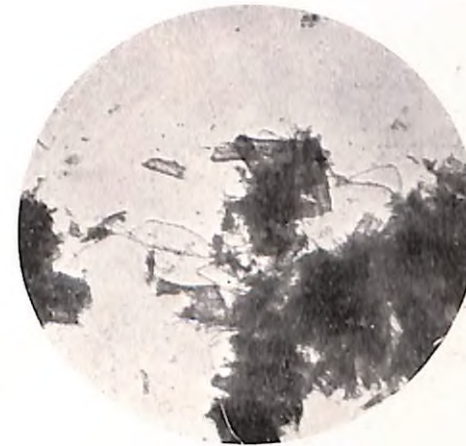
腐敗に依り供試料バルブを白色に變じ黒褐色の斑紋を點在する狀況

第 九 圖



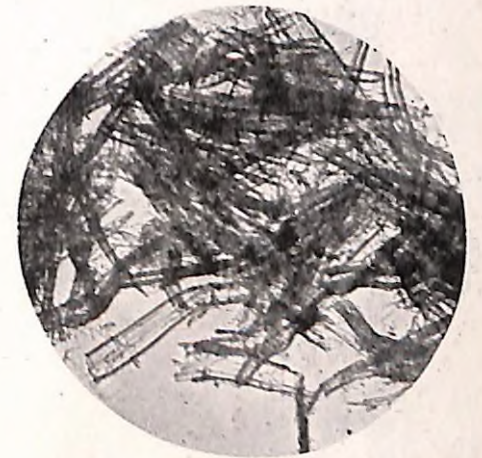
腐敗に依り供試料バルブを白色に變色せし狀況

第 十 圖



セルローズ溶解菌に依り腐敗せし曹達バルブノ狀況

第十一圖



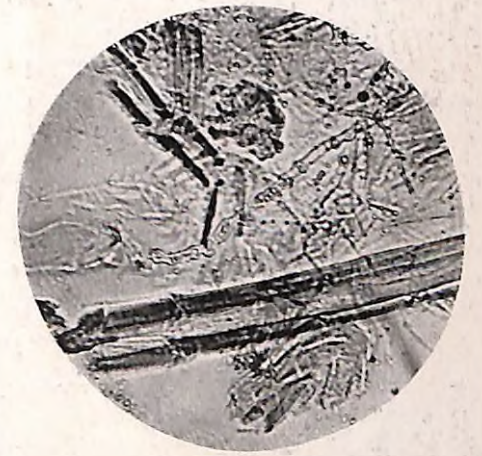
セルローズ溶解菌に依り腐敗しバルブ纖維は寸斷せられたる狀況

第十二圖



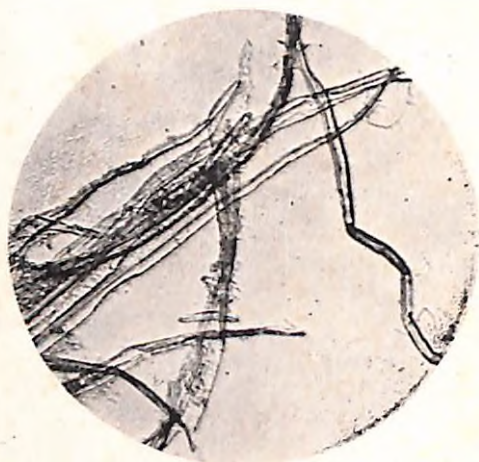
セルローズ溶解菌に依り腐敗しバルブ纖維は寸斷せられたる狀況

第十三圖



セルローズ溶解菌に依り腐敗しバルブ纖維は溶解せられたる狀況

第十四圖



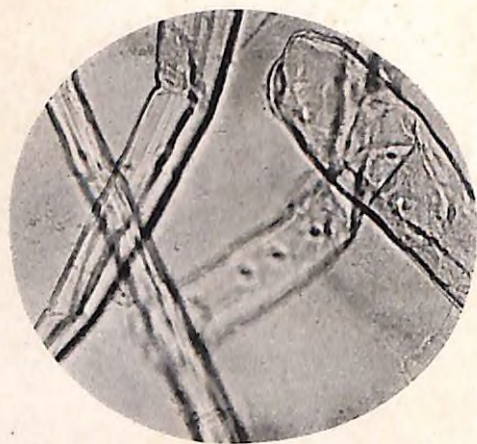
リグニン溶解菌に依り腐敗しパルプ繊維に菌絲の發育する狀況

第十五圖



リグニン溶解菌に依り腐敗しパルプ繊維に菌絲の發育する狀況

第十六圖



リグニン溶解菌に依り腐敗せしパルプ繊維の狀況

第十七圖



リグニン溶解菌に依り腐敗せしパルプ繊維間隙に尿酸石灰の結晶を観る狀況