HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	天然腐朽木材の化學的組成
Author(s)	福山, 伍郎; 半澤, 道郎; 川瀬, 清
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 16(2), 243-280
Issue Date	1953-03
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/20698
Type	bulletin (article)
File Information	16(2)_P243-280.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

天然腐朽木材の化學的組成

教授　福山伍郎
助教授　半澤道郎
助手　川瀬清

CHEMICAL COMPOSITION OF THE WOOD DECAYED UNDER NATURAL CONDITION

By

GORO FUKUYAMA, *Professor*, MICHIO HANZAWA, *Assistant Professor*, and KIYOSHI KAWASE, *Assistant*

目　次

緒　言 …… 244
I. 既往の文献 …… 245
II. 實驗材料と分析試料の選定 …… 247
A. エゾノコシカケ (*Fomes jezoensis* TOCHINAI et KAMEI) によつて腐朽したエゾマツ材 …… 247
B. エゾタケ (*Polyporus borealis* FR.) によつて腐朽したアカエゾマツ材 …… 248
C. トドマツオオウズラタケ (*Polyporus balsameus* PK.) によつて腐朽したアカエゾマツ材 …… 249
D. カイメンタケ (*Polyporus Schweinitzii* FR.) によつて腐朽したトドマツ材 …… 250
E. カイメンタケ (*Polyporus Schweinitzii* FR.) によつて腐朽したアカエゾマツ材 …… 251
F. カイメンタケ (*Polyporus Schweinitzii* FR.) によつて腐朽したカラマツ材 …… 251
G. 赤腐れ菌によつて腐朽したヒノキおよびサワラ材 …… 251
H. キカイガラタケ (*Lenzites sepiaria* FR.) によつて腐朽したエゾマツおよびトドマツ材 …… 252
III. 實驗方法 …… 252
A. 材料の採取 …… 252
B. 分析試料の調製 …… 252

C. 分析方法 …… 253
1. 容積重
2. 灰　分
3. 炭素および水素
4. 冷水抽出物
5. 温水抽出物
6. アルコール・ベンゼン抽出物
7. 1%-NaOH 抽出物
8. ペントーザンおよびメチルペントーザン
9. 全-セルローズ
10. α-セルローズ
11. β-セルローズ
12. γ-セルローズ
13. リグニン
IV. 分析結果 …… 254
第1表　エゾノコシカケによつて腐朽したエゾマツ材の成分
第2表　エゾタケによつて腐朽したアカエゾマツ材の成分
第3表　トドマツオオウズラタケによつて腐朽したアカエゾマツ材の成分
第4表　カイメンタケによつて腐朽したトドマツ材の成分 (1)
第5表　カイメンタケによつて腐朽したトドマツ材の成分 (2)
第6表　カイメンタケによつて腐朽したアカエゾマツ材，カラマツ材および赤腐れ菌で腐朽したヒノキ材，サワラ材の成分
第7表　キカイガラタケによつて腐朽したエゾマツおよびトドマツ材の成分
V. 實驗結果の檢討 …… 261
1. 容積重
2. 灰　分
3. 炭素および水素
4. 冷水および温水抽出物
5. アルコール・ベンゼン抽出物
6. 1%-NaOH 抽出物
7. ペントーザンおよびメチルペントーザン
8. セルローズ
9. リグニン
10. メトキシル基
VI. 考　察 …… 267
A. 分析試料の選定 …… 267
B. 分　析 …… 267
1. 分析方法
2. 容積重
3. 水分および灰分
4. 炭素および水素
5. 冷水および温水抽出物
6. アルコール・ベンゼン抽出物
7. 1%-NaOH 抽出物
8. ペントーザンおよびメチルペントーザン
9. セルローズ
10. リグニン
VII. 摘　要 …… 275
VIII. 引用ならびに參考文献 …… 275
IX. Summary …… 279

緒　言

木材腐朽菌に冒された木材は，化學的ならびに物理的の諸性質が變化し，化學的には次第に諸成分の分解變性が起り，アルカリ可溶成分を增加し，例えばこれをパルプの製造原料に用いると藥品を多量に消費し，收量が減じるばかりでなく，製品の品質も低下する。また化學的變化に伴つて，物理的には次第に容積重を減少し，もろくなつて强度を失い，

工藝的價値を損じるためその用途が制約される。腐朽の甚しいものは，そのままの形で利用することが困難であるため，腐朽木材は現在ほとんど利用の對象とはならないで，徒に廢物として林內に遺棄せられ，腐朽の蔓延を助長し，林業上好ましからぬ役割を演じている。又せつかく工場に運ばれたものも廢材として殆んど顧られない現狀である。

腐朽木材を化學的にみればなお貴重な有機化合物の資源であるから，これを適當に處理して有用な製品と化することは木材不足の折から極めて必要と考えられる。この爲には天然にある腐朽木材の化學的研究を行い，それぞれの腐朽段階における材の化學的組成の實態を知ると共に，變質した木材成分の特性についての知識を深めることが必要である。かくして木材化學の立場から腐朽の現象が明かとなり，利用ばかりでなく，腐朽度の確實な判定に基く災害の防止，木材防腐の問題にも有効な手段を與えることが出來ると信ぜられる。

天然に存在する腐朽木材は，樹木および腐朽菌の種類により，又その腐朽の程度により，更にまた蟲害の併發，風化作用等のために，その化學的成分の組成は非常に多種多樣であつて，健全木材にくらべ複雜であると考えられるので，腐朽木材の成分の研究は非常に困難であつて，現在までに腐朽木材の化學的研究の發表されたものは頗る多いが，更に多くの究明を必要とする。

筆者等は，まず腐朽木材の化學的組成を知ろうとして，主として北海道產針葉樹の天然腐朽木材について分析を行つたので，その結果を報告する。

この研究を行うに當つて，材料の提供に御盡力下さつた前北大演習林長中島寅吉博士，札幌營林局土木課長竹內一雄氏，前定山溪營林署長柳本一彥氏，前大夕張營林署長小山二生氏をはじめ，お世話になつた課員・署員・派出所の方々，更に被害菌の種類を確認するために材料採取地まで御同行，培養試驗をして頂くなど，終始懇切な御教示を賜つた龜井專次博士に謝意を表する次第である。なお本研究費の一部は文部省科學研究費によつた事を附記して謝意を表する。

I. 既往の文献

腐朽木材の化學的研究の發表されたものは甚だ多く，それらについて總括して記載されたものには，FUCHS, W.[26], SCHORGER, A. W.[51], 三浦·西田[79], 逸見·赤井[67], WISE, L. E.[64], 右田[76], HÄGGLUND, E.[29], KOLLMANN, F.[37], BRAUNS, F. E.[5] 等の著書があり，これらの記載ならびに原著，抄錄など [文献 1)～89)] から既往の研究の概況を知ることが出來る。

腐朽木材が化學的に取扱われ始めたのは今から 70～80 年前であつて，HARTIG, R.[30] が木材の腐朽菌による分解とその化學的性質に關して述べ，同一菌は同一種の木材に對し常に同一型の腐朽をすることを指摘し，*Polyporus juniperius* はリグニンを分解してセルロー

ズを殘し，*Polyporus carneus* は同じ材に生育して，セルローズを殆んど完全に分解して，リグニンに富んだものを殘すことを見出した。又 *Trametes Pini* は針葉樹材を冒して殆んど純粹なセルローズを殘し，これは $ZnCl_2$ 濃溶液で處理すると青色を呈することを見出した。木材腐朽菌の代謝產物については CZAPEK, F.[17] が初めて研究し，酵素による分解であるとした。これらの研究以來，多くの研究者が腐朽木材の化學的組成，成分の變化等について色々な菌種および樹種について研究し，天然腐朽木材を扱つたもの，人工的に腐朽させたもの等があり，その結果も多樣であつて，簡單に總括することは困難である。

腐朽木材の元素分析については HARTIG, R. 以後しばしば行われ[19,37,57,59]，菌によつてリグニン，炭水化物の何れが主として冒されているかは，炭素の含有量からうかがわれる。

木材成分の完全な分析は ROSE, R. E. and LISSE, M. W.[45] によつて行われて以來，多くの人々によつて行われた。木材の生物化學的分解による色から腐朽の型を褐色朽（赤腐れ；brown rot；Rotfäule；dry rot；Trockenfäule；destruction process；Destruktionsfäule）と白色朽（白腐れ；white rot；Weißfäule；corrosion process；Korrosionsfäule）の2型に分けているが，これを化學的に研究して[18~24,62,63]，褐色朽は木材成分中セルローズとそれに隨伴する炭水化物が冒されて，木材固有の色が無くなり，リグニンが餘り冒されないで殘り，最後に暗褐色になる。また材の收縮が大きく，NaOH に溶解するものが增加する。*Merulius*, *Polyporus*, *Coniophora*, *Poria*, *Lenzites* 等の菌がこの型の腐朽をし，リグニンが多く殘るために炭素の含有量が腐朽の進行と共に增加することが知られている。白色朽は生立木の冒される場合に多く，長期間分解が續けられ，材の收縮は少いけれども實質は減少する。リグニンは腐朽の進行と共に減少するが，セルローズは分解された形で最後の段階まで殘存するために炭素の含有量が減少するのであるが，結局この型では木材成分の總てが減損するものであるとされている[62,63,24]。白色朽に於ては純粹なセルローズを纖維狀に殘すとしたものもあるが[30,19]，純粹なセルローズでないとするものもある[52]。更にペントーザン，セルローズ，リグニンの分解される速さの差異によつて幾つかの型に分けることも出來る[12]。また木材の色については，腐朽による褪色はリグニンの消實によるものではなく，有色の抽出成分が分解するためであるとみる者がある[50]。

木材は腐朽によつて容積重を減少し[30,19,57,8,83]，水溶性物質は多くの場合增加する[6,8,19,20,72,73,83]。また一般にアルカリ可溶成分を增加し[45,6~8,1~4,18~23,78]，この中にはセルローズ，ヘミセルローズおよびリグニンの變化したものが含まれ[4]，フミン酸その他の酸性物質が含まれる[40,45]。又アルコール・ベンゼン抽出物も增加し，アルコール抽出物の中にはリグニンの分解物が含まれることもあり，BOSWELL, J. G.[4] はこの中から 8.9% のメトキシル基を有する $C_{40}H_{50}O_{16}$ に相當するものを單離している。

ヘミセルローズは腐朽により加水分解し易いものの方が先に消費され，ペントーザン

が先ず冒されて[31]一般に減少する[45,6~8,19,55,83]。この中，纖維素中にあるものが最も冒され易いとも考えられているが[31]，ペントーザンが餘り分解されない場合もある[38]。メチルペントーザンは TOLLENS の方法で分析すると腐朽木材では健全材にくらべて増加する結果を示す場合が多いが[45,6,83]，これはセルローズなど炭水化物が鹽酸によつて分解してオキシメチルフルフラールを生じ，これがメチルペントーザンとして定量されるためであると考えられている[83]。

BRAY, M. W. and ANDREWS, T. M.[8] 以來，多くの研究者によつて明かなように，セルローズの中，腐朽によつて α-セルローズと γ-セルローズは減少し，β-セルローズは増加する。これはセルローズ分子が分解によつて短くなり，次第にアルカリに可溶性になるのであり[1,2,4]，重合度が低下するのである[34,55]。また腐朽によつて，セルローズの結晶領域の減少することは X-線による廻折から知られる[54]。なお腐朽木材のセルローズを CROSS & BEVAN 法によつて定量する場合，膠狀になり亞硫酸ソーダ溶液に一部溶解し定量の困難なことが知られている[55]。

リグニンは一般に微生物に對して安定であつて，褐色朽では殆んど分解されないで，そのメトキシル基は殆んど恒量であるとされ[21]，分解される場合は酵素による酸化作用であつて[3,10,11,25,27,28,39,62]，メトキシル基の含有量が減少する[8,55,83]。なお分解すればその分解生成物は CO_2 と CH_4 まで進むという[3]。脱メトキシルによつてフミン化が行われ[40]，リグニンとフミンとは密接な關係がある。白色朽ではフミン酸の生成は少いが褐色朽では非常に多い[54~61]。腐朽木材の NaOH 抽出物およびアルコール抽出物からリグニンの分解生成物と考えられるものが單離され[1,2,4]，また最近，腐朽木材から天然リグニンと性質のよく似たリグニンも抽出單離された[53]。化學的に單離したリグニンは腐朽菌によつて利用されないと考えられていたが[60,61]，嫌氣的には徐々に分解され[3]，また順致されたある種の菌では單離したリグニンを炭素源として利用出來ることが知られた[5]。

II. 實驗材料と分析試料の選定

A. エゾノコシカケ (*Fomes jezoensis* TOCHINAI et KAMEI) によつて腐朽したエゾマツ材

北大天鹽第一演習林の被害立木，樹高 19.7 m，胸高直徑 43.5 cm，地上から 1.5 m の處に北北東に面し子實体が着生していた。これを地上 80 cm の高さから伐倒し，子實体着生部を中心として腐朽の最も進んだ段階を含む約 50 cm の厚さの材幹と，地上 7.2 m 附近の高さの處から，腐朽の初期段階と考えられる變色部分を含む材幹と，更に地上 11.2 m 附近の高さの處から健全な材幹を採り，實驗室に送付して分析試料を調製した。

この菌に冒されると，材はまず輕度に赤變し，次第に淡黄褐色となり微細な孔隙を生

第1圖　エゾノコシカケによつて腐朽したエゾマツ材の子實体着生部附近の縱斷面

ずるようになる。さらに材は濃赤褐色に變化してレンズ狀の孔隙を增加し，その中に純白の纖維狀物が分離される。最も腐朽の進んだ材は僅かに褐色をおびた黃白色であつて，カステラ狀をなし分離された白色纖維狀物は減少して空隙部が多く，極端に輕鬆となつている。子實体着生附近の縱斷面圖を第1圖に示す。

フロログルシン鹽酸溶液によるリグニンの呈色反應は，健全材と變色部分には判然と見られたが，腐朽の進んだ部分のレンズ狀孔の周緣で淡黃色の變色部分には見られなかつた。また白色纖維狀物には全く呈色が見られなかつた。

以上の觀察から腐朽の進行の段階を考慮して次の7種の分析試料を選定した。なおこの腐朽木材は極めて不均一であるために通常の粉碎機によつては，孔內の白色纖維狀物のみが特に細粉されるおそれがあるので，機械鉋で薄く，小さな鉋屑狀とし，その形で分析を行つた。

A_0 ：　樹高 11.2 m 附近から採つた邊材をふくむ健全材

A_1 ：　樹高 7.2 m 附近から採つた僅かに變色した心材（初期）

A_2 ：　樹高 1.5 m 附近の子實体着生部から採つたこく變色し，レンズ狀孔があり，その中に白色纖維狀物が充滿した心材（中期）

A_2' ：　A_2 から白色纖維狀物を除いた部分

A_3 ：　A_2 と同じ材幹中の，更に腐朽の進んだ最も輕鬆な部分で，白色纖維狀物も消失して少量となり，褪色して灰色がかり，爪で容易に碎くことが出來る心材（末期）

A_3' ：　A_3 から白色纖維狀物を除いた部分

A_4 ：　A_2 および A_3 からピンセットで採つた白色纖維狀物で，A_2 からのものが主である。A_2 からのものと A_3 からのものは性質が違うと思われるけれども，極く少量しか摘出できなかつたので混合して試料とした。

B.　エゾタケ (*Polyporus borealis* FR.) によつて腐朽したアカエゾマツ材

昭和23年3月26日，北大雨龍演習林北母子里事業區試驗地內の被害立木，樹高 26 m，伐採高 2.3 m，伐採高に於ける直徑は 75 cm で，その中心部はすでに空洞になつており，

空洞は地上高 3 m におよび，心材部の變色は更に 2 m 上方まで達していた。高さ 4.8 m の樹幹の部分から健全材を採取し，これと伐採高との中間に於て，淡黄褐色に變色した部分およびそれに隣接した帶黑色の變色部分を，更に伐採高附近から腐朽の末期の段階と思われる黄褐色の部分を採取した。この菌によつて腐朽した材は，多くの他の腐朽木材のように，手指によつて容易に碎かれるような末期の狀態の材は無く，然も比較的均一に腐朽が進んで，エゾノコシカケに於て見られた白色纖維狀物のようなものは何處にも見當らず，又フロログルシン鹽酸溶液によるリグニンの呈色反應も，腐朽の各段階の材の全面にわたつて現れ，白色朽および褐色朽の典型的特徴は見られない。黄褐色に變色した空洞に接する部分が腐朽の末期であることは察知出來るが，その中間の變色の段階は何れが初期であるかは明かでない。この材料から次のように 4 種の分析試料を調製した。

B_0 : 樹高 4.8 m 附近の樹幹より採取した健全材

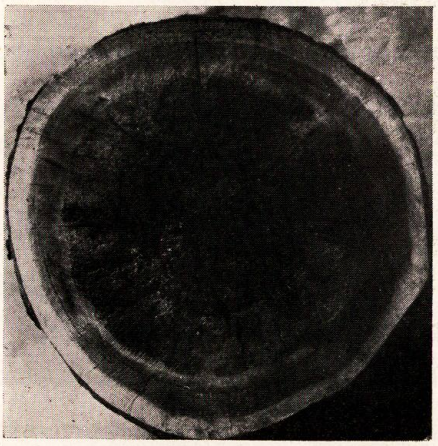
B_1 : B_0部と伐採高の中間から採取した淡黄褐色の變色材

B_2 : B_1 と隣接した帶黑色の變色材

B_3 : 伐採高附近の空洞に接した黄褐色の材、菌絲叢が現れ，扁平な直方体の小材片に分割された形狀であつて，この菌による腐朽木材の典型的末期兆候を示している (第 2 圖參照)。

第 2 圖 エゾタケによつて腐朽したアカエゾマツの小材片

C. トドマツノオオウズラタケ (*Polyporus balsameus* PK.) によつて腐朽したアカエゾマツ材



第 3 圖 トドマツオオウズラタケによつて腐朽したアカエゾマツ材の横斷面

昭和 23 年 3 月 27 日，北大雨龍演習林北母子里貯木場に卷立てられた丸太の中から選出したもので，採倒後あまり時日を經過していないものであつた。二番丸太で元口直徑は約 50 cm，長さは約 4 m で，その元口斷面は第 3 圖のようであつて，腐朽は中心から外方に向つて進行し，中心部は既に空洞になつていた。この元口に見られる斷面の腐朽狀態が約 2 m 先まで貫かれていて，多數の放射狀の割裂があり，所々に比較的腐朽度の低い材部を不規則に混じていた。腐朽の最も進んだ中央部の空洞に接する部分は黑褐色であり，その材片は容易に指間で粉碎する

ことが出來るもろいものである。この黑褐部の外側には，これと明かに區別することの出來る黃褐色の部分があり，更にその外側に幅約 3 cm の帶黑色の部分が環狀に存在して，邊材と境を接していた。この丸太の一部を實驗室に運び，その中から，腐朽の段階を 4 つに分けて次のような試料を採取した。

C_0 : 外からは變色なども全く見られない邊材部で，健全材として採用したもの。水分含有率* 57.4%

C_1 : 邊材の內側にある幅約 3 cm の帶黑色の材であつて，水分* が非常に多く (含有率 63.0%) いわゆる水喰材 (Naßes Holz) の狀態を呈しているが，これは腐朽によつて生じたものかどうかは明かでない。

C_2 : C_1 の內側の黃褐色の材で，指間で潰すことの出來る程にはもろくなつていない腐朽の中期と判定した材で，水分含有率* 40.80%。この段階から次第に龜裂が出來るのが見られる。

C_3 : 最も內側にあつて，指間で容易に粉碎することの出來る腐朽の末期の段階の材，水分含有率* 35.4%。材の收縮はなはだしく，多くの龜裂を生じ，所々に空洞がある。龜裂は半徑方向のものが目立つているが，これは切線方向の收縮によるものである。また年輪に添つた龜裂は半徑方向の收縮によるものであることは同一年輪界における年輪密度からも解る。この收縮の度合を，同一年輪界によつて挾まれた十數年輪について，年輪幅を測定したところ，C_2 から C_3 に變化する間に 12～25% の收縮が起つていることが認められた。

第 4 圖 カイメンタケによつて腐朽したトドマツ材の橫斷面

D. カイメンタケ (*Polyporus Schweinitzii* FR.) によつて腐朽したトドマツ材

定山溪營林署小樽內事業區紅葉橋附近の東面傾斜地 (約 30°) 尾根附近の被害立木で，根株に空洞を生じていたものを昭和24年 5 月 24 日に伐採，樹高 23.7 m，伐採高 1.0 m，伐採高に於ける直徑 45 cm，最低の生枝の高さは 8.5 m であつた。いろいろな腐朽段階の材を採るために適當の高さから圓盤を取り，それから試料を採取した。橫斷面の一例を第 4 圖に示す。

分析試料には同一の高さの圓盤からと，高さの異な

* 伐倒後間も無い腐朽木材の水分含有率は筆者等の行つた別の材の測定では，腐朽の進んでいる材部ほど大きい値が得られたが，この材では水喰材のような狀態を呈し，その影響のためか逆の傾向を示していた。

る圓盤から，それぞれ健全，變色，中期，末期の4段階のものを次のように2群に分けて採取した。

第1群　樹高 1.40 m の圓盤

D_0：健全な邊材

D_1：邊材に接し，最も外側にある心材で輕度の變色が見られる部分

D_2：黄褐色の材で腐朽の中期と判定したもの

D_3：中心部の褐色の完全腐朽木材で，腐朽の末期と判定したもの

腐朽は内部から外方へ不規則に進み，殊に D_2 と D_3 とが混在しているので，横斷面から夫々の腐朽段階を區別することは難しい場合もあるが，縱斷面では容易に區別することが出來た。

第2群

D_0'：樹高 5.65 m の圓盤から採つた健全材

D_1'：樹高 2.80 m の圓盤から採つた輕度の變色材

D_2'：樹高 2.15 m の圓盤から採つた黄褐色の材で，腐朽の中期段階と判定したもの

D_3'：伐採高附近の褐色の材で，腐朽の末期の段階と判定したもの

カイメンタケによる腐朽は，根から心材部を冒しながら次第に上昇するから，腐朽は下部ほど進んでいる。

E. カイメンタケ (*Polyporus Schweinitzii* FR.) によつて腐朽したアカエゾマツ材

昭和23年3月26日，北大雨龍演習林北母子里貯木場に卷立てられたアカエゾマツの丸太の中から，腐朽のかなり進んでいると思われるものを選び，その一部分を採つて分析試料とした (E)。材の色は褐色で，フロログルシン鹽酸溶液の呈色反應を示した。

F. カイメンタケ (*Polyporus Schweinitzii* FR.) によつて腐朽したカラマツ材

北大構内演習林實驗苗圃に產した被害木で，龜井博士より提供された。腐朽の進んだ褐色の部分を採つて分析試料とした (F)。フロログルシン鹽酸溶液の呈色反應を示した。

G. 赤腐れ菌によつて腐朽したヒノキおよびサワラ材

長野縣上松營林署貯木場で採取した心材腐朽の甚しい材で，ヒノキは褐色 (G_1)，サワラは濃赤褐色 (G_2)，何れもフロログルシン鹽酸溶液の呈色反應を示した。原因菌種は明かでない。

H. キカイガラタケ (*Lenzites sepiaria* FR.) によつて腐朽したエゾマツおよびトドマツ材

この材は腐朽木材の成分分析の目的で採取したものではなく，腐朽木材のアルカリ消費量と釘保持力の關係を明かにするため，昭和25年10月17日大夕張營林署管内の森林鐵道の木橋で，既に腐朽が甚しいため改築を行つた橋桁の廢材中から選んだものである。架橋は昭和18～19年であるから6～7年を經過したもので，子實体の着生も甚しかつた。キカイガラタケによる腐朽は褐色朽型であるが，潜在性であるため，被害材の表面に變化が認められない場合でも，内部がひどく腐朽していることがある。ここに選んだ材も，表面から數mmは外觀的には殆んど侵されていないと思われるものもあつた。これ等を腐朽の段階に分けて成分の變化を究明することはしなかつたが，釘の保持力試驗に使用した材の表面から5cmの部位を取つて分析試料とした。エゾマツ材は黄褐色で，腐朽の程度は中期ないし末期のものと思われる。それぞれ別の材から合計3種の試料 (H_1, H_2, H_3) を採つた。これらには相當の割合で邊材が混じていると推察される。トドマツは一部變色した程度の腐朽木材であつた (H_4)。

III. 實驗方法

A. 材料の採取

實驗材料は林内の被害立木および貯木場に卷立てられた丸太，腐朽橋桁等から選定し，子實体の着生，腐朽の狀態，程度などを肉眼的に觀察し，これを圓盤または材片として實驗室に運び，適當の部位を選定して分析試料とした。またDの試料の場合には材の一部を試驗管に採つて持ち歸り，採伐時の含水率を測定した。

原因菌の確定は龜井專次博士を煩した。材料採取に際して現地に於て鑑定されると共に，更にあるものに就いては材より菌を分離培養して確定された。

B. 分析試料の調製

分析試料の調製は選定した腐朽木材をその性狀により，小木片または機械鉋屑として氣乾し，試料Aは鉋屑の形のままで用いたが，他の場合はこれを更にWiley式粉碎機にかけて粉碎し，標準篩で60～80 mesh，場合によつては40～80 meshの大きさの木粉とし，共栓壜に貯えて使用した。

腐朽木材は材種，菌種，侵害する位置，其の他の條件によつて腐朽の狀態が一樣でなく，また局部的に腐朽の激しい部分と然らざる部分が混在している等，その構造が極めて複雜で且つ不均一であるために，腐朽の進行程度を各段階に分けて，その代表的な試料を調製することはなかなか困難である。材料によつては調製法を考慮して夫々の腐朽段階の

材を代表する試料を調整するようにし，分析項目によつては濾過困難を招く場合も生ずるので，試料の大きさを吟味し，微細部を注意して除く必要もあつた。例えば，エゾノコシカケによつて腐朽したエゾマツ材の場合に，粉碎機にかけて篩別すると，白色纖維狀物のみが特に粉碎されるので，鉋屑の形で分析を行つた。鉋屑狀の材片を分析試料に供することは，大きさが不均一であるために反應が均一に進まない危險性があるが，このような材料では致し方がなく，西田等[83]もこの形を採用している。

C. 分析方法

腐朽木材の成分は腐朽によつて複雜な變化を生じ，健全材の成分とは相當性狀を異にしていると考えられるから，その性狀に應じた分析法を採用すべきである。然しまだそこまで研究が進んでいないので，通常の SCHORGER の木材分析法に準據して，次のような方法を採用した。

1. 容積重： それぞれの腐朽段階の材から2～3個の整形した材片を採り，キヤリパーで各稜の長さを測定するか，またはキシロメータで容積を求め，105°C で乾燥して秤量し，これから容積重を算出した。なお測定に用いた材はその同一腐朽段階の他の材と共に粉碎して分析用とした。

2. 灰分： 絶乾試料1～2 g を磁製坩堝に採り，三角架の上で常法により灰化して測定した。

3. 炭素および水素： 絶乾試料2～3 mg を用い，PREGL のミクロ炭水素元素分析裝置で，常法によつて測定した[85]。

4. 冷水抽出物： 絶乾試料1～2 g をビーカーにとり，試料2 g に對し 200 cc の割合で水を加え，室溫でときどき攪拌しながら48時間放置後，グラスフィルターを用いて濾過し洗滌ご乾燥，秤量して測定した。

5. 溫水抽出物： 絶乾試料1～2 g を三角フラスコにとり，2 g に對して 100 cc の割合で水を加え，冷却器を附けて沸騰湯浴中でときどき振盪しながら3時間加熱後，濾過し，熱水で洗滌してから乾燥，秤量して測定した。

6. アルコール・ベンゼン抽出物： 絶乾試料5 g をアルコール・ベンゼン等量混合液で20時間以上抽出後，溶劑を追出し，105°C で乾燥して秤量したが，後には圓筒濾紙の代りに 1G1～1G2 のグラスフィルターを用いて同樣に抽出してから，グラスフィルターを取り出し，乾燥器の中で試料中の溶劑を乾燥除去して秤量し，抽出前後の重量の差を以て抽出量とした。*

7. 1%-NaOH 抽出物： 絶乾試料1 g (濾過困難な試料は 40～60 mesh のものを用い

* この方法は操作が簡單でかつ溶劑除去も容易である。常法との比較試驗結果は別に報告する。

た) を三角フラスコにとり，1%-NaOH 水溶液 100 cc を加え，冷却器を附けて沸騰湯浴中で1時間加熱してから濾過し，熱水，20% 醋酸，冷水の順によく洗滌し，乾燥してから秤量して測定した。

8. ペントーザンおよびメチルペントーザン： 絶乾試料 1 g を蒸溜フラスコに採り，12% 鹽酸 100 cc を加えて，10 分間に 30 cc 溜出する速さで，溜出液が醋酸アニリンの呈色を示さなくなるまで蒸溜し (300 cc 内外)，溜出液にフロログルシン鹽酸溶液 40 cc を加え，16 時間放置してから濾過，洗滌して乾燥秤量し，さらに 95% アルコールに可溶性の部分を測定し，KRÖBER の表によつて，可溶物の量からメチルペントーザンを，不溶物の量からペントーザンを算定した。

9. 全セルローズ： 脱脂試料 1 g をグラスフィルターにとり，水でうるおしてから鹽素ガスを通じ (5 分間に 250 cc) 5 分間處理してから 1%-亞硫酸，水の順に洗滌し，グラスフィルターのまま 100-cc のビーカーに入れ，3%-Na_2SO_3 を加えて湯浴上で 1 時間加熱ご濾過，熱水，冷水の順に洗滌し，さらに 3%-Na_2SO_3 が着色しなくなるまで，鹽素化以下の處理を繰返した。このようにして得た純白に近い纖維は 0.1%-$KMnO_4$ を加えて漂白し，亞硫酸處理後，熱水，50%-アルコール，エーテルの順に洗滌し乾燥秤量した。但し，赤腐れ材の末期のものは，鹽素化と亞硫酸ソーダによる抽出處理を繰返しているうち，試料は次第に膠狀となり濾過が困難となつて，反應が均一に行われなくなり，完全に脱リグニンされた CROSS & BEVAN セルローズを得ることは困難であつた。この場合，灰白色のセルローズが得られるまで，鹽素化，抽出の操作を十數回繰返して行つた。

10. α-セルローズ： 全セルローズ 1 g に 50 cc の割合で 17.5%-NaOH を加え，20°C で 30 分處理し，これに 20°C の水 50 cc を加えて攪拌，5 分間放置してから濾過，フェノルフタレインに呈色しなくなるまで冷水で洗滌し，さらに熱水で洗滌して乾燥秤量した。腐朽末期の試料に對しては前項と同様に操作が難しい。

11. β-セルローズ： α-セルローズ定量時の濾液に濃醋酸を加えて酸性とし，100°C まで加熱ご 1 時間放置して濾過し，熱水で洗滌してから乾燥秤量した。

12. γ-セルローズ： 全セルローズから α- および β-セルローズを除いたものを γ-セルローズとした。

13. リグニン： 脱脂試料 1 g に 72%-H_2SO_4 25 cc を加え，16 時間放置してから三角フラスコに移し 250 cc の水を加えて煮沸し，濾過，熱水で洗滌ご乾燥して秤量した。

[註] 試料貯藏の都合で水分含有量の定量は行わずに，分析のつど試料を 105°C に乾燥して秤取した。

IV. 分 析 結 果

各試料の分析結果を表示すると次のようである。

第1表　エゾノコシカケによつて腐朽したエゾマツ材の成分

Table. 1　Chemical composition of Yezomatsu spruce (*Picea jezoensis* CARR.) decayed by *Fomes jezoensis* TOCHINAI et KAMEI.

試料記號 Mark of sample	A_0		A_1		A_2		A_2'	A_3		A_3'	A_4
(腐朽段階) (Stage of decay)	(健全) (Sound)		(變色) (Discoloured)		(中期) (More rotted)			(末期) (Most rotted)			(白色纖維狀物) White fibrous material)
	%	g/100cc	%	g/100cc	%	g/100cc	%	%	g/100cc	%	%
容積重 Volume weight		0.42		0.42		0.37	—		0.22	—	—
灰分 Ash	0.33	0.138	0.31	0.130	0.40	0.148	0.50	0.21	0.046	0.18	0.05
炭素 Carbon	48.45	20.35	48.80	20.50	49.29	18.22	—	48.60	10.69	—	43.89
水素 Hydrogen	6.64	2.79	6.05	2.54	6.54	2.42	—	6.19	1.36	—	6.25
冷水抽出物 Cold water soluble	1.60	0.67	3.37	1.42	2.52	0.94	—	4.90	1.08	—	—
温水抽出物 Hot water soluble	3.47	1.46	11.57	4.86	6.80	2.52	—	8.38	1.84	—	—
アルコール・ベンゼン抽出物 Alcohol-benzene soluble	2.08	0.87	1.73	0.73	2.44	0.90	2.57	3.34	0.73	1.35	痕跡
1%-NaOH 抽出物 1%-NaOH soluble	13.73	5.77	13.77	5.78	18.98	7.02	19.49	21.02	4.62	15.74	60.38
全ペントーザン Total-pentosan	12.80	5.38	13.63	5.72	11.24	4.16	10.34	10.81	2.38	12.05	5.70
メチル-ペントーザン Methyl pentosan	2.51	1.05	5.96	2.50	4.21	1.56	—	3.73	0.82	—	—
リグニン Lignin	27.66	11.62	27.76	11.66	29.84	11.04	29.92	22.62	4.98	26.54	0
全セルローズ Total cellulose	51.24	21.52	55.78	23.43	50.00	18.50	50.20	62.07	13.66	61.42	84.75
α-セルローズ α-Cellulose	32.47	13.64	35.49	14.91	32.07	11.87	26.81	31.84	7.00	40.86	18.38
β-セルローズ β-Cellulose	—	—	—	—	—	—	15.20	—	—	5.72	50.29
γ-セルローズ γ-Cellulose	—	—	—	—	—	—	8.21	—	—	14.48	16.08
β+γ-セルローズ β+γ-Cellulose	18.77	7.88	20.29	8.52	17.93	6.63	—	30.23	6.65	—	—
メトキシル基 Methoxyl	—	—	—	—	—	—	5.84	4.77	1.05	—	—

第2表　エゾタケによつて腐朽したアカエゾマツ材の成分

Table. 2　Chemical composition of Akayezomatsu spruce (*Picea Glehnii* MAST.) decayed by *Polyporus borealis* FR.

試料記號 (Mark of sample)	B_0		B_1		B_2		B_3	
(腐朽段階) (Stage of decay)	(健全) (Sound)		(變色) (Discoloured)		(變色) (Discoloured)		(末期) (Most rotted)	
	%	g/100cc	%	g/100cc	%	g/100cc	%	g/100cc
容積重 Volume weight		0.42		0.39		0.40		0.34
灰分 Ash	0.36	0.151	0.27	0.105	0.11	0.044	1.40	0.476
炭素 Carbon	50.37	21.16	49.77	19.41	51.59	20.64	49.17	16.72
水素 Hydrogen	6.35	2.67	6.32	2.46	6.25	2.50	5.90	2.01
冷水抽出物 Cold water soluble	4.46	1.89	1.53	0.60	1.05	0.42	3.93	1.34
溫水抽出物 Hot water soluble	7.07	2.97	3.36	1.31	2.40	0.96	8.56	2.91
アルコール・ベンゼン抽出物 Alcohol-benzene soluble	4.90	2.06	1.95	0.76	1.54	0.62	0.85	0.29
1%-NaOH 抽出物 1%-NaOH soluble	16.13	6.78	12.34	4.81	14.86	5.47	21.75	7.40
全ペントーザン Total pentosan	12.23	5.14	13.31	5.19	11.71	4.38	9.58	3.26
メチル・ペントーザン Methyl pentosan	3.79	1.59	4.75	1.85	1.64	0.56	1.30	0.44
リグニン Lignin	28.20	11.84	27.63	10.78	28.99	11.60	27.40	9.32
全セルローズ Total cellulose	53.70	22.55	58.94	22.98	55.96	23.38	54.67	18.59
α-セルローズ α-Cellulose	40.73	17.11	35.51	13.85	2.26	0.90	29.93	10.11
β-セルローズ β-Cellulose	3.98	1.67	11.32	4.42	40.19	16.08	13.56	4.61
γ-セルローズ γ-Cellulose	8.99	3.78	12.11	4.72	13.51	5.40	11.34	3.84
メトキシル基 Methoxyl	5.36	2.25	4.88	1.90	5.14	2.06	5.03	1.71

第3表 トドマツオオウズラタケによつて腐朽したアカエゾマツ材の成分

Table. 3 Chemical composition of Akayezomatsu spruce (*Picea Glehnii* MAST.) decayed by *Polyporus balsameus* PK.

試料記號 (Mark of sample)	C_0		C_1		C_2		C_3	
(腐朽段階) (Stage of decay)	(健全) (Sound)		(水喰材) (Wet wood)		(中期) (More rotted)		(末期) (Most rotted)	
	%	g/100cc	%	g/100cc	%	g/100cc	%	g/100cc
容積重 Volume weight		0.44		0.46		0.37		0.31
灰 分 Ash	1.26	0.55	2.28	1.05	1.00	0.37	1.29	0.40
炭 素 Carbon	48.92	19.76	49.39	22.72	50.62	18.73	52.92	16.41
水 素 Hydrogen	6.50	2.86	6.17	2.84	6.05	2.24	5.71	1.77
冷水抽出物 Cold water soluble	1.56	0.69	5.39	2.48	6.11	2.26	3.48	1.08
温水抽出物 Hot water soluble	9.74	4.29	10.21	4.70	12.44	4.60	9.32	2.89
アルコール・ベンゼン抽出物 Alcohol-benzene soluble	2.32	1.09	4.29	1.97	6.79	2.29	3.05	0.95
1%-NaOH 抽出物 1%-NaOH soluble	13.79	6.07	20.58	9.47	40.49	14.98	50.56	15.67
全ペントーザン Total pentosan	12.46	5.48	12.34	5.68	10.89	4.03	10.18	3.16
メチル・ペントーザン Methyl pentosan	4.14	1.82	3.48	1.60	3.11	1.15	4.77	1.48
リグニン Lignin	27.21	11.97	25.97	11.95	31.14	11.52	48.28	14.97
全セルローズ Total cellulose	54.03	23.77	50.80	23.37	42.49	15.72	24.40	7.56
α-セルローズ α-Cellulose	32.02	14.09	35.05	16.12	6.32	2.34	9.33	2.89
β-セルローズ β-Cellulose	11.78	5.18	7.09	3.26	24.80	9.18	9.63	2.99
γ-セルローズ γ-Cellulose	10.23	4.50	8.66	3.98	11.37	4.21	5.44	1.69
メトキシル基 Methoxyl	5.39	2.37	4.28	1.77	5.81	2.15	7.85	2.43

第4表　カイメンタケによつて腐朽したトドマツ材の成分 (1)

Table. 4　Chemical composition of Todomatsu fir (*Abies Mayriana* M. et K.) decayed by *Polyporus Schweinitzii* Fr. (1)

試料記號 (Mark of sample)	D_0		D_1		D_2		D_3	
(腐朽段階) (Stage of decay)	(健全) (Sound)		(變色) (Discoloured)		(中期) (More rotted)		(末期) (Most rotted)	
	%	g/100cc	%	g/100cc	%	g/100cc	%	g/100cc
容積重 Volume weight		0.43		0.47		0.34		0.29
灰分 Ash	0.30	0.13	0.42	0.20	0.31	0.11	0.69	0.20
炭素 Carbon	48.40	20.81	49.43	23.23	50.98	17.33	52.03	15.17
水素 Hydrogen	6.57	2.83	7.18	3.37	6.80	2.31	6.32	1.83
溫水抽出物 Hot water soluble	3.09	1.33	5.63	2.65	8.58	2.92	7.32	2.12
アルコール・ベンゼン抽出物 Alcoho-lbenzene soluble	0.56	0.24	7.54	3.56	5.16	1.75	3.72	1.08
1%-NaOH 抽出物 1%-NaOH soluble	9.50	4.09	14.74	6.93	42.50	14.45	40.45	11.73
全ペントーザン Total pentosan	12.74	5.48	13.16	6.19	12.27	4.17	10.50	3.05
メチル・ペントーザン Methyl pentosan	5.43	2.33	7.33	3.45	6.53	2.22	5.86	1.70
リグニン Lignin	29.05	12.49	27.14	12.76	37.16	12.63	45.56	13.21
全セルローズ Total cellulose	59.20	25.46	56.77	26.68	40.16	13.65	32.36	9.84
α-セルローズ α-Cellulose	42.33	18.20	39.43	18.35	19.97	6.79	2.50	0.73
β-セルローズ β-Cellulose	4.74	2.04	5.62	2.64	13.51	4.59	28.86	8.37
γ-セルローズ γ-Cellulose	12.13	5.22	11.72	5.51	6.68	2.27	1.00	0.29

第5表　カイメンタケによつて腐朽したトドマツ材の成分 (2)

Table. 5　Chemical composition of Todomatsu fir (*Abies Mayriana* M. et K.) decayed by *Polyporus Schweinitzii* Fr. (2)

試料記號 (Mark of sample)	D_0'		D_1'		D_2'		D_3'	
(腐朽段階) (Stage of decay)	(健全) (Sound)		(變色) (Discoloured)		(中期) (More rotted)		(末期) (Most rotted)	
	%	g/100cc	%	g/100cc	%	g/100cc	%	g/100cc
容積重 Volume weight		0.39		0.44		0.39		0.33
灰分 Ash	0.24	0.09	0.23	0.10	0.39	0.15	0.57	0.19
炭素 Carbon	49.72	19.39	49.26	21.67	51.13	19.94	53.93	17.80
水素 Hydrogen	6.65	2.59	6.70	2.94	6.48	2.53	6.36	2.10
溫水抽出物 Hot water soluble	3.61	1.41	3.87	1.70	8.09	3.16	7.40	2.44
アルコール・ベンセン抽出物 Alcohol-benzene soluble	2.99	1.17	1.92	0.85	3.69	1.44	5.10	1.68
1%-NaOH 抽出物 1%-NaOH soluble	11.71	4.57	11.74	5.17	35.99	14.04	44.83	14.79
全ペントーザン Total pentosan	13.67	5.33	13.20	5.81	11.66	4.55	11.37	3.75
メチル・ペントーザン Methyl pentosan	7.07	2.76	6.58	2.90	6.05	2.36	8.21	2.71
リグニン Lignin	27.92	10.89	28.02	12.33	41.97	16.37	56.75	18.73
全セルローズ Total cellulose	58.18	22.69	59.70	26.27	40.53	15.81	19.02	6.28
α-セルローズ α-Cellulose	39.83	15.53	41.85	18.41	14.91	5.81	2.62	0.86
β-セルローズ β-Cellulose	4.66	1.82	4.09	1.80	21.88	8.53	15.49	5.11
γ-セルローズ γ-Cellulose	13.69	5.34	13.76	6.05	3.74	1.46	0.91	0.30

第6表 カイメンタケによつて腐朽したアカエゾマツ材，カラマツ材および赤腐れ菌で腐朽したヒノキ材，サワラ材の成分

Table. 6 Chemical composition of Akayezomatsu spruce (*Picea Glehnii* MAST.), Karamatsu larch (*Larix Kaempferi* SARG.) decayed by *Polyporus Schweinitzii* FR. and Hinoki and Sawara Cypress (*Chamaecyparis obtusa* S. et Z., *C. pisifera* S. et Z.) decayed by brown rot fungi (Figures in %)

試料記號 Mark of sample (腐朽段階) (Stage of decay)	E (Akayezomatsu) (末期) (Most rotted)	F (Karamatsu) (末期) (Most rotted)	G_1 (Hinoki) (末期) (Most rotted)	G_2 (Sawara) (末期) (Most rotted)
容積重 Volume weight	0.34	0.30	—	0.10
灰 分 Ash	0.59	1.27	0.39	0.81
炭 素 Carbon	54.58	—	58.16	64.53
水 素 Hydrogen	5.84	—	5.93	5.15
冷水抽出物 Cold water soluble	5.44	4.75	1.73	2.42
温水抽出物 Hot water soluble	11.89	21.63	8.56	7.00
アルコール・ベンゼン抽出物 Alcohol-benzene soluble	9.76	7.55	12.71	3.33
1%-NaOH 抽出物 1%-NaOH soluble	48.48	66.34	57.49	53.40
全ペントーザン Total pentosan	17.67	13.60	10.11	10.32
メチル・ペントーザン Methyl pentosan	4.43	8.20	7.44	7.53
リグニン Lignin	45.15	63.04	54.15	73.73
全セルローズ Total cellulose	14.06	2.15	7.47	10.20
α-セルローズ α-Cellulose	0.46	—	2.79	0.79
β+γ-セルローズ β+γ-Cellulose	13.60	—	4.50	9.41
キトキシル基 Methoxyl	8.73	—	—	9.15

註 容積重以外の數値は重量百分率

第7表　キカイガラタケによつて腐朽したエゾマツおよびトドマツ材の成分

Table. 7　Chemical composition of Yezomatsu spruce (*P. jezoensis* CARR.) and Todomatsu fir (*A. Mayriana* M. et K.) decayed by *Lenzites sepiaria* FR. (Figures in %)

試料記號 Mark of sample (樹　種) (kind of wood)	H_1 (エゾマツ) Yezomatsu	H_2 (エゾマツ) Yezomatsu	H_3 (エゾマツ) Yezomatsu	H_4 (トドマツ) Todomatsu
容積重 Volume weight	0.20	0.26	0.22	0.31
炭素 Carbon	49.64	49.61	48.26	48.67
水素 Hydrogen	5.85	5.94	6.39	6.26
温水抽出物 Hot water soluble	9.88	12.35	10.14	4.51
アルコール・ベンゼン抽出物 Alcohol-benzene soluble	5.87	4.74	5.36	0.91
1%-NaOH 抽出物 1%-NaOH soluble	51.82	45.42	40.77	11.75
全ペントーザン Total pentosan	10.58	11.79	11.10	11.48
メチル・ペントーザン Methyl pentosan	4.66	3.50	3.90	4.18
リグニン Lignin	33.94	32.61	32.11	28.59
全セルローズ Total cellulose	39.35	38.76	33.01	56.20

容積重以外の數値は重量百分率。

腐朽の程度は何れも 中期～末期 の段階。

V. 實驗結果の檢討

1. 容　積　重

試料 A　變色材 (A) は健全材 (A_0) と同じ 0.42 を得たが，ポケットの形成されるに從つて小さくなり，腐朽の中期 (A_2) に至つて 0.37 と明かな減少を示し，末期 (A_3) には 0.22 となり健全材の 52% に減少している。

試料 B　實驗材料の項に述べたように，B_1, B_2 の變色材は何れが腐朽の進んだ段階にあるものか判然しないが，容積重に於ても餘り大きな相違が認められない。末期 (B_3) は健全材 (B_0) にくらべ明かな減少が認められる。

試料 C　材の收縮が腐朽の中期以後に著しいにも拘らず，容積重は次第に小さくなり成分の絶對量の減少を示している。

試料 D　兩群とも同じ傾向の變化が見られるが，變色の段階 (D_1, D_1') に於て健全材 (D_0, D_0') より著しく增大していることは，腐朽による材の變質によるよりも，むしろ邊材と

心材または採材の部位の差異によるものであろうと考えられる。殊に第2群の健全材(D_0')と中期段階の材(D_2')の容積重が同じ値であるのは，そのためであると思われる。腐朽の中期以後の材は龜裂が多く，大きな材片を採ることが難しいので，代表的なもの數個を採つて測定したが，個々の値の間にかなりの偏差が認められた。なお第2群の D_0', D_1', D_2', D_3' の 42 mesh を通過した木粉を夫々メスシリンダーに入れ，振盪して自重によつて落付かせたものの容積重を測つたところ，0.29, 0.29, 0.19, 0.23 の値が得られた。

試料 H　エゾマツ材(H_1, H_2, H_3)の値は低く腐朽が進んでいることが知られる。トドマツ材(H_4)は 0.31 で比較的低い値を示しているが，外觀的には著しい腐朽の兆候は現れていなかつた。

以上の結果から，腐朽木材の容積重は健全材より低く腐朽の進むに從つて減少し，木材成分の絶對量が腐朽によつて甚しく減少するものであることが解るが，實驗室に於て人工的に腐朽させた同一木材片のように規則的な重量減少は見られない。これは天然腐朽木材の試料が元來違つた部位の材であるため當然のことである。なお腐朽木材を取扱う上に注意を要することは，あて材のような特殊な性質の材が變色，分解などによつて正常材のそれとの區別が困難になるために，思いがけない誤差の原因となることである。

腐朽木材の容積重を檢討する場合には材の收縮を考慮しなければならない。褐色朽の場合は腐朽がある段階に達すると，材は著しく收縮して龜裂を生ずるが，エゾノコシカケによる孔狀白色朽の場合にはその傾向は殆んど現れていない。一般的に腐朽の程度が進むに從つて材は收縮を起すと思われるが，それにもまして含有成分の絶對量の減少が著しいので，次第に容積重が小さくなる。

2. 灰　分

試料 A　腐朽の末期に至つて著しく減少している。その過程を詳細に論ずることは筆者等の試料の採り方では，部分による含有率の偏差があるために困難であるけれども，この菌による腐朽の最終の分解生成物と考えられる白色纖維狀物の灰分が 0.05% であることから，木材中の無機成分は，殆んどが菌によつて消化吸收されることが窺われる。一定容積中の灰分含有量(絶對量)も，やはり次第に減少している。

試料 B　變色材に於て減少し，末期には增加している。

試料 C　水喰材と考えられる部分は大きいが腐朽の中期(C_2)および末期(C_3)では，健全(C_0)と比較して特異な傾向は現れていない。

試料 D　兩群とも腐朽の進んだ材は增加の傾向が見られ，從來の褐色朽の材の灰分含有量の研究と一致している。[33] 一定容積中の重量は，第1群に於ては，ほぼ恒量を示し，第2群に於ては增加を示している。第2群の場合は含有率，一定容積中の重量とも規則的

な變化を示しているが，部位によつて相當のひらきが見られる。

3. 炭素および水素

試料 A　著しい變化はみられないが，白色纖維狀物 (A_4) にいたり 43.89% と明かに減少している。またフロログルシン鹽酸溶液による呈色反應を示さないことから，リグニンを含有せず，元素分析の結果，白色纖維狀物からは實驗式 $C_{18}(H_2O)_{11}$ が得られ，炭水化物であることは容易に想像できるから，重合度の低い變質した木材セルローズであることがわかる。

試料 B　含有率に規則的な增減はみられないが，絕對量は末期 (B_5) において減少している。

試料 C　炭素含有率は腐朽が進むに從つて次第に增加している。絕對量は水喰材 (C_1) が特異性を示しているが，減少の傾向を示している。

試料 D　第1群，第2群ともほぼ同樣の傾向を示し，炭素含有率は腐朽が進むに從つて增加している。また絕對量は次第に減少し，C の場合と全く同じ傾向である。

試料 E, F および G　何れも褐色朽の材であるが，炭素含有率は著しく大であつて，殊にヒノキおよびサワラはその特性を顯著にあらわしている。サワラの 64.53% は，リグニンの炭素含有率と殆んど同一とみなすことが出來るから，この樣な種類の腐朽木材はリグニンの研究上にも重要な役割をなすものと思われる。

試料 H　これまで述べた褐色朽の材と異り，殆んど健全材と同一の組成である。トドマツを除く3種類は皆中期以後の腐朽段階の材であるが，炭素含有率が他の褐色朽の材とくらべて小さい點は，キカイガラタケの腐朽にみられる特徵であるかどうかは，この實驗のみから判定することは危險である。しかし，それぞれ別の3個体から同一の傾向がみられることは注目に値する。

以上の結果から，炭素の含有率は白色朽の場合は減少，褐色朽の場合は增加しているが，エゾタケの場合增減の傾向を示さない。またキカイガラタケの腐朽型は褐色朽であるとされておるが，外觀も他の褐色朽と大差なく，腐朽の段階が中期以後であるにも拘らず健全材とくらべてリグニンおよび炭素含有率の增加率が小さい點から考えて，褐色朽に屬させるためには，さらに今後の研究によつて究明しなければならない。

4. 冷水および溫水抽出物

試料 A　冷水抽出物は漸增の傾向を示し，溫水抽出物は變色で增加し，末期には減

少している。また絶對量は共に變色で增加し，末期には減少している。

試料 B　健全と末期との間には殆んど差違はみとめられないが，變色においては減少している。

試料 C　含有率，絶對量とも中期において增加し，末期には減少している。

試料 D　兩群とも變色，中期と次第に增加し，末期には減少の傾向を示している。絶對量におけるこの傾向はさらに著しい。

試料 E～H　腐朽の進行による變化の傾向は明かでないが，何れも一般の健全材にくらべて多いことが窺われる。

以上の結果から，白色朽，褐色朽とも健全材にくらべて增加を示しているが，その傾向は中期において最多となり，末期には減少する。

5. アルコール・ベンゼン抽出物

試料 A　含有率，絶對量とも著しい變化はみられないが，僅かに增加の傾向がみられ，白色纖維狀物は痕跡程度である。

試料 B　次第に減少の傾向を示し，絶對量におけるその傾向はさらに著しい。

試料 C　中期まで增加し，末期には減少している。絶對量における傾向はさらに著しい。

試料 D　第1群では，變色において增加，その後次第に減少している。絶對量における傾向はさらに著しい。第2群では，含有率・絶對量とも增加の傾向を示している。

試料 E～H　トドマツを除いて，一般の健全材よりも多いことが窺われる。

以上の結果から，白色朽では變化が少く，白褐中間朽では減少し，さらに褐色朽では腐朽するに從つて增加するが，變化の傾向は必ずしも一致しない。

6. 1%-NaOH 抽出物

試料 A　腐朽の進行に從つて次第に增加する。ことに試料として得られた最終段階の白色纖維狀物(A_4)にいたつては，60.38% と著しくセルローズの變質していることを示している。絶對量は中期まで增加し，末期には健全材よりも減少している。

試料 B　變色において減少し，末期にいたつて僅かに增加している。絶對量も同樣である。

試料 C　含有率，絶對量とも著しい增加の傾向を示している。

試料 D　第1群では著しい增加を示しているが，變化の傾向は中期において最多となり，末期にいたつて僅かに減少している。絶對量における傾向はさらに著しい。第2群では，含有率，絶對量とも著しい增加の傾向を示している。

試料 E～H　含有率は，すべて著しく大きい。

以上の結果から，その腐朽型を問わず，すべて増加の傾向を示すが，殊に褐色朽において著しく，白色朽，中間朽の末期の材が 21.02 % (A_3) ～21.75 % (B_3) であるのにくらべて，褐色朽の末期においては 40.45% (D_3)～66.34% (F) と,總て著しい増加を示している。また絶對量は漸増の傾向を示すが，試料 A および試料 D の第 1 群では中期に最高値を示す。

7. ペントーザンおよびメチルペントーザン

試料 A　全ペントーザンは僅かに減少の傾向を示している。絶對量の減少は比較的著しい。メチルペントーザンは僅かに増加しているが變色，中期の増加は著しく，絶對量は變色，中期に増加，末期には減少している。

試料 B　全ペントーザン，メチルペントーザンとも，次第に減少の傾向を示し，絶對量においても同様である。

試料 C　全ペントーザンは，含有率，絶對量とも減少の傾向を示しているが，メチルペントーザンは末期にいたり，むしろ増加している。絶對量は減少している。

試料 D　全ペントーザンは兩群ともわずかに減少の傾向を示しているが，メチルペントーザンは含有率においては必ずしも減少せず，むしろ増加している場合もある。またメチルペントーザンは一般に高い値を示している。

試料 E, F および G　全ペントーザンは一般の健全材にくらべて大差が認められず，E ではむしろ多くなつている。メチルペントーザンは著しく高い値を示している。

試料 H　全ペントーザン，メチルペントーザンとも一般の健全材にくらべて大差が認められない。

以上の結果から，ペントーザンは減少することが明かであるが，メチルペントーザンは著しく高い値を示し，その性格を特に檢討する必要がある。

8. セルローズ

試料 A　全セルローズは末期にいたつて増加しているが，絶對量は減少している。α-セルローズは含有率に變化は認められないが，絶對量は減少している。さらに $\beta+\gamma$-セルローズは含有率は増加するが，絶對量は殆んど變化していない。白色纖維狀物のセルローズは，1 回の脱リグニン處理によつてえられたもので，炭素および 1 %-NaOH 抽出物の項で述べたように，著しく變質した炭水化物であり，リグニンの呈色反應を示さない點から，84.75% は實際の値より低いものである。なお，このセルローズの主成分は β-セルローズであり，全セルローズの 60% を占め，α- と γ-セルローズはほぼ等量である。

試料 B　含有率には殆んど變化が認められないが，絶對量は末期において減少して

いる。 α-セルローズは減少の傾向を示しているが，變色材 B_2 では極端に少く特異性を示している。またこれと反對に β- および γ-セルローズは增加の傾向を示し，殊に B_2 の β-セルローズは，α-セルローズと共に特異性を示している。ちなみにこの B_2 の特異性は，これから造つた水和活性炭の吸着性が他のものにくらべて著しく高いことにも現れていた。

試料 C　全セルローズは次第に減少し，絶對量は中期から末期において著しい減少を示している。α-セルローズは中期および末期に著しく減少し，絶對量の減少はさらに著しい。β-セルローズは中期に增加して末期には減少し，絶對量の變化も同様の傾向である。γ-セルローズは中期までは殆んど變化がみられないが，末期にいたつて減少し，絶對量の增加も同様である。

試料 D　兩群ともほぼ同様の傾向を示している。すなわち全セルローズは次第に減少し，絶對量においてはさらに著しい。α-セルローズの減少は含有率，絶對量とも著しく，β-セルローズは逆に增加の傾向を示している。また γ-セルローズは含有率，絶對量とも著しく減少している。

試料 E～H　全セルローズ，α-セルローズとも一般の健全材よりも少く，腐朽の進んだ段階の材であることがわかる。

以上の結果から，試料 A のみが含有率の增加を示し，B には變化が認められない。また試料 C～H の褐色朽の材は，例外なく減少の傾向を示している。絶對量は腐朽型を問わずつねに減少の傾向を示している。また α-セルローズもつねに減少の傾向を示し，殘存セルローズはアルカリ可溶性に變質していることがわかる。β-セルローズは增加しているものもあるが，γ-セルローズは殆んど例外なく減少の傾向を示している。

9. リグニン

試料 A　中期までは殆んど變化が認められず，末期にいたつて減少している。しかし末期の材から白色纖維狀物を除いた材 (A_3) は，含有率が殆んど變つていない。白色纖維狀物は，フロログルシンによる呈色反應を示さず，72%-硫酸にも完全に溶解し去つて，リグニンの完全消失を示している。

試料 B　含有率には增減の傾向は認められず，絶對量は末期にいたつて僅かに減少している。

試料 C　含有率は次第に增加し，末期には著しい增加を示している。絶對量は中期まで恒量を示しているが，末期にいたつて增加している。

試料 D　第 1 群では含有率は次第に增加の傾向を示しているが，絶對量は殆んど恒量を示し，末期にいたつて僅かに增加する。第 2 群の含有率は增加の傾向が第 1 群よりも著しく，絶對量も次第に增加し健全材の 1.7 倍に達している。

試料 E～G　いずれも健全材より多く，45.15%～73.73% にのぼり，褐色朽の末期の段階のものであることがわかる。

試料 H　エゾマツは何れも僅かな増加を示しているものと思われるが，C～G の褐色朽にくらべて低い値を示している。

以上の結果から，白色朽では含有率，絶對量とも減少し，試料 B では増減なく，褐色朽の材は含有率の増加は著しいが，絶對量は僅かに増加の傾向を示している。この増加は材の收縮によつて說明できる。

10. メトキシル基

試料 A　中期および末期の材から，白色纖維狀物を除いた部分 A_2', A_3' についてのみ測定したが，末期において減少している。

試料 B　著しい變化はみられないが，含有率，絶對量とも僅かに減少の傾向を示している。

試料 C　腐朽が進むにつれて次第に増加の傾向を示し，末期にいたり著しく増加している。絶對量には殆んど増減がみられない。

VI 考　　察

A. 分析試料の選定

木材の組成は同一樹幹内でも，その位置によつてかなりの相違があるから，それぞれの段階に分けられた腐朽木材も，健全であつた時代に同じ組成であつたものを選出することは，殆んど不可能である。實驗に用いた材は，できるだけあて材のごとき特殊な性質の部分はさけたけれども，心材腐朽の比較健全材に邊材部を採るなどのこともあつて，腐朽差の小さい材の間の成分の變化を比較することは困難であることが多かつた。また褐色朽の試料はそれぞれの段階の材が，ほぼ同程度の均一な腐朽木材として得られたが，白色朽の材からの試料は，同一腐朽段階の材中に變色部分と白色纖維狀物など，全く腐朽程度の異なる材が混在しているので，處理上考慮すべき點が多かつた。

B. 分　　析

1. 分 析 方 法

木材の一般分析方法をそのまま採用したが，健全材においても針葉樹と廣葉樹とは，それぞれの性質に從つて分析の方法が考慮されているのであつて，これとはさらに組成ならびに成分の性質が著しく異なつている腐朽木材に對しては，更にこれに適應する分析方法が行われなければならない。しかし今日までの研究では腐朽木材の分析法として特殊な

方法は考えられておらず，すべて一般分析に從つているので，實驗遂行の難易の上からも，また得られた値から考えても不合理と思われる點はある。然し適當な分析方法の確立されない間は，一般分析法に從つて分析し，さらに，それぞれの特殊事情を考慮して分析値を檢討するより致し方がない。以下に，それぞれの分析項目別に檢討を加えることとする。なお分析を行う前にフロログルシンによる材の呈色を見たが，エゾノコシカケの外は，何れの段階の材も例外なく呈色したが，エゾノコシカケは部分によつて特徴を示し，脱リグニンの行われる狀態が推察できた。これについての顯微鏡的研究はすでに小原等[84]によつて行われている。

2. 容　積　重

木材が腐朽するに從つて容積重が減少することは，何れの腐朽木材においても明かである。實驗室において一定容積の材片を用いて腐朽試驗を行う場合は，重量減少が直ちに絶對量の減少を示すものであるが，天然の腐朽木材においては，絶對量の消長は，容積重の變化から推定するより方法がない。從つて容積重を用いて算定した値から絶對量の消長に檢討を加えてきたが，褐色朽(C, D)のリグニンに見られるごとく，腐朽によつて增加を示す場合がある。これは材の收縮に起因するものであつて，龜裂の狀態からも想像できるが，試料Cに例をとつてみると，C_2およびC_4の同一年輪界によつて挾まれた十數年輪について年輪幅を測定したところ，C_2からC_3に變化する間に12～25%の收縮がみられた。このように容積重の變化は材の收縮によつて影響されるところ大であるから，收縮を考慮すれば絶對量の消長はさらに明かとなるわけである。

3. 水分および灰分

試料は密栓して保存したので，吸濕性については檢討しなかつた。試料Dの天然の狀態では，腐朽部は健全部より水分含有率が大であり，筆者等の未發表の實驗結果からもこの傾向は明かであつた。なおこの性質はすでに明かにされている。[83] 灰分については實驗室における培養試驗のごとき規則正しい結果は現れていないが，褐色朽では僅かに增加の傾向を示している。なお白色朽の最終段階の材と考えることのできる白色纖維狀物(A_4)の灰分が0.05%と非常に低い値を示しており，褐色朽と反對の傾向と考えることができる。

4. 炭素および水素

木材の炭素含有率は主にリグニンと炭水化物の割合で決定されるので，白色朽では減少し，褐色朽では增加しているのは既往の研究[18]からも明かなごとく，當然のことである。さらにアルカリの消費量の實驗に用いた，涙菌(*Merulius lacrymans*)による褐色朽の材についても同樣の傾向を示した。すなわち

樹種	菌種	外觀による腐朽段階	容積重	炭素 %	1%-NaOH 抽出物 %
エゾマツ	涙菌	中期	0.29	51.28	37.68
〃	〃	末期	0.29	62.37	63.08

となつている。腐朽の末期において，褐色朽ではセルローズが減少してリグニンを殘し，白色朽ではこれに反するから，元素分析によつて腐朽型を決定しうることは，この實驗結果でも明かであるが，從來，褐色朽とみなされていたキカイガラタケは，セルローズを減少しているがリグニンの增加が少く，炭素含有率に變化の少なかつたことは，この腐朽型が特異なものとして注目される。

5. 冷水および溫水抽出物

冷水および溫水抽出物は，エゾタケの場合を除いて增加の傾向を示しており，多くのすでに發表された結果[6,8,19,20,72,73,83]と一致している。腐朽木材の水溶性成分は健全材のものと異り，セルローズなどの分解生成物が多く含まれ，これが次第に菌によつて消化，吸收されるので，末期にいたつて減少するのである。なお，無皮の天然腐朽木材は，雨水にさらされる機會が多いから，冷水抽出物の檢討には考慮を要する場合もある。

6. アルコール・ベンゼン抽出物

試料Aの最終段階の材である白色纖維狀物は，アルコール・ベンゼンによる抽出物を痕跡程度しか含有しないから，腐朽によつて炭水化物はアルコール・ベンゼン可溶性には變質しないらしいことがわかる。したがつて腐朽によつて僅かな增加がみられるのは，リグニンなど他の成分からの生成物によるものであろう[4]。褐色朽の場合これが增加するのも，リグニンの影響と思われ，アルコール抽出物からリグニンに近い組成の成分が單離されている[4]ことからも解る。

7. 1%-NaOH 抽出物

1%-NaOH 抽出物は，腐朽によつて例外なく增加するが，これはセルローズおよびリグニンの可溶性への變化によつて說明されている。從つて，アルカリ抽出物の量は腐朽菌による木材分解の尺度となりうるものである。またアルカリ抽出物を酸によつて沈澱するものと，沈澱しないものにわけると，それぞれの腐朽型および腐朽段階によつてその特性がみられる。これを試料AおよびCについてみると，第8表のごとくなつている。この試料の大きさは 40～80 mesh である。この結果は常法によつて 1%-NaOH で抽出した液を，稀硫酸で中和し，沈澱する部分を定量したものである。試料Aの抽出物は中期の段階で最高となり，分析の場合の A_0, A_1, A_2', A_3' のアルカリ抽出量の傾向に一致している。これはふるい分ける時，白色纖維狀物が多く除かれた爲であろう。また抽出物，沈澱物およ

第8表　1%-NaOH 抽出物の量とそれの硫酸により沈澱する部分の量
Table 8. The precipitate from 1%-NaOH extractive with H_2SO_4

試料 Sample		A_0	A_1	A_2	A_3	C_0	C_1	C_2	C_3
抽出物 Extractive	%	11.21	14.09	29.21	25.41	14.51	18.89	36.83	51.90
沈澱物 precipitate	%	1.49	2.16	3.16	1.44	2.42	4.42	6.87	21.63
差(非沈澱物) Difference	%	9.27	11.93	26.05	23.97	12.09	14.47	29.96	30.27

び非沈澱物の量はすべて中期(A_2)に最多となり，沈澱物の量は末期(A_3)には健全材のそれよりも少く，これらを綜合すると，木材の分解によるアルカリ可溶物への變化の狀態を知ることができる。すなわち，分解は中期において著しく，末期には分解物の消化，吸收が行われるものと思われる。また試料Cについてみると抽出物と沈澱物は增加の傾向を示しているが，非沈澱物は中期(C_2)にいたつてほぼ恒量に達している。これによると，木材の分解（アルカリ可溶性への變化）は第一次分解（アルカリ可溶性まで變化するが酸で沈澱する程度），第二次分解（もはや酸で沈澱しなくなる程度）とも中期までは急激であるが，中期から末期にいたる段階において第一次分解は同樣進行するが，第二次分解は緩慢であることがうかがわれ。まえの白色朽と異なる點が注目される。

さらに，C_3 の 1%-NaOH 抽出液から醋酸で沈澱させたもののメトキシル基を定量したところ，0.34% と低い値を示して，可溶性リグニンの混入の割合は少いものと考えられ，またマンナンは腐朽の初期すでに消失することが知られているから，アルカリ抽出物の主成分はセルローズが可溶性に分解變質したものに，一部ペントーザンおよびリグニンを含むものであると考えることができる。このことは，すでに炭素の項でものべた。さらに C_3 についてアルカリの濃度を變えて檢討した結果は第9表のようである。

第9表　いろいろな濃度のアルカリ溶液によつて抽出される腐朽木材 C_3 の抽出物および沈澱物の量
Table 9. The extractive with various NaOH solutions and the precipitate with H_2SO_4 (C_3)

NaOH の濃度 NaOH concentration	%	1	4	10	20
抽出物 Extractive	%	51.90	59.93	58.40	55.06
沈澱物 Precititate	%	21.63	24.60	19.13	17.22
差（非沈澱物） Difference	%	30.27	35.33	39.27	37.84

なお 10% と 20% の NaOH 溶液は濃硫酸で中和した。これによると 1%-NaOH には不溶性であるが，さらに高濃度のアルカリに溶解する部分が 3～8% ある。また沈澱物の

量は比較的差が小さいが，非沈澱物は5～9%増加している。溶出物，沈澱物および非沈澱物などの性質の詳細は今後の研究によらなければならない。

アルカリ抽出物は白色朽，褐色朽をとわず，セルローズの分解生成物を多量に含んでいる。このことはさらにこれを菌の單離したセルローズ白色繊維狀物(A_4)についてみると，その主成分は粗セルローズ(この中には脱リグニン處理によつて，無色のまま溶出され，藥液に抵抗性の少い約10%の變質セルローズを含む)94%とペントーザン6%から成つている。このものは1%-NaOHによつて60.38%が抽出され，その際ペントーザンは全ペントーザンの94%が抽出されているから，抽出物は可溶性セルローズとペントーザンであることは明かである。

腐朽木材の研究における，アルカリ抽出物の占める位置は重要なものであつて，次第に詳細な研究[4]が進められてきてはいるが，利用の立場からも今後大いに追究すべき問題である。

8. ペントーザンおよびメチルペントーザン

全ペントーザンは含有率，絶對量ともやや減少の傾向を示しているが，メチルペントーザンは増加するものもある。これは西田[83]等もすでに指摘しているところである。ペントーザンは腐朽型の如何をとわず，完全消費されることはなく試料A_4の5.70%が最低であり，絶對量の減少率はA_3の55.5%(原ペントーザンに對し)が最高であつて比較的低い。メチルペントーザンの含有率が，特に褐色朽において目立つて多いのは，セルローズなどの分解生成物からくる，オキシメチルフルフラールの影響による[83]ことも考えられて檢討すべき餘地を殘している。しかしペントーザンは定量法から考えて，加水分解などにより變質した形のものも定量値に含まれているので，これを可溶性部分の含まれていないCROSS & BEVANセルローズの定量値と比較してその分解が少いとすることは危險である。なお，A_4の含有ペントーザン5.7%は，1%-NaOHによつてその94%が抽出されたことは，すでに前にも述べたが，明かに分解をあらわしている。

9. セルローズ

セルローズの含有率は，白色朽，褐色朽，中間朽のそれぞれの腐朽型によつて，増加，減少，不變の3つの場合があるが，絶對量は何れの腐朽型においても減少し，例外なく分解されることを示している。このセルローズの分解は，さらにα-セルローズの減少によつても明かである。セルローズの分解は色々な立場から研究され，すでにアルカリに對する溶解性[4]，重合度[34,56]，X線圖[54]，複屈折[88]などによつて行われた結果が明かにされている。セルローズは白色朽の場合は分解されないとする人もあるが[49,50]，殘存することが直ちに分解しないとする考えはあたらない。筆者等の實驗の結果からも，腐朽によつて分解され

ることは明かとなつている。例えば白色繊維状物 A_4 についてみると，

1) 元素組成は炭素 43.89%，水素 6.25%，酸素 (49.86%) であつて實驗式 $C_{13}H_{22}O_{11}$ がえられ，炭水化物の組成を示し加水分解された木材セルローズである。
2) フロログルシンによるリグニンの呈色反應がなく，鹽素化して亞硫酸ソーダ溶液で處理しても，無色のまま溶出し，さらに 72%-H_2SO_4 に完全に溶解することからリグニンの存在は認められない。
3) アルコール・ベンゼンによる抽出物は痕跡であつて，樹脂などの存在は認められない。
4) マンナンは試料の僅少のため定量しなかつたが，これは腐朽の初期において容易に消失することが知られており[2]，おそらく殘存しないものと思われる。
5) ペントーザン含有率 5.70%。
6) 1回の脱リグニン處理により殘存する部分は 84.75% であるが，脱リグニン處理によつて溶出した部分は，可溶性に變質したセルローズとペントーザンの一部であることが推定されるから，セルローズ 94.30%，ペントーザン 5.70% から成つているものと思われる。

このような組成をもつ，菌によつて單離されたセルローズは 1%-NaOH に 60.38% の多量が溶出し，CROSS & BEVAN セルローズとして定量された 84.75% は，α-セルローズ 18.38%，β-セルローズ 50.29%，γ-セルローズ 16.08% となつており，明かに分解されていることを示している。さらに褐色朽におけるセルローズも，含有率と絶對量の減少，および α-セルローズの減少などからその分解は明かであるが，セルローズ，リグニン，ペントーザンおよび灰分として定量された成分以外のいわゆる可溶性物質の炭素含有率は，リグニン，タンニンおよび樹脂などにくらべてはるかに低く，セルローズの分解生成物が主成分であることが炭水素分析の結果からも推定される。從つてセルローズは A_4 と同様に可溶性に分解變質した形で相當量殘存していることがわかる。このように腐朽木材のセルローズは，何れの腐朽型においても分解されているので，繊維を目的とする工業の原料としては好ましくなく，褐色朽の場合はパルプの收量が低い上に，得られたパルプの品質も惡質であることが知られている[57,81]。一方，白色朽の場合はパルプの品質に影響しないという報告[77]もあるけれども，筆者等の分析の結果からは，收量の上からも品質の上からも決して好しくないものであることは明かである。

10. リグニン

白色朽ではリグニンの含有率が減少し，褐色朽では增加することは既往の結果と一致する。また褐色朽の場合，絶對量が增加する場合のあること[83]もすでに知られているが，

これは腐朽による材の収縮を考えれば容易に理解できる。すなわち，褐色朽の材は甚しく龜裂の多いことから考えても，収縮の著しいことは解るが，炭素および水素の項でも述べたごとく，例えば C_2 から C_3 に變化する間に1方向において，すでに 12～25% の収縮がみられ，さらに残りの2方向の収縮をも考慮すれば収縮は一層大きく，リグニンの絶對量が増加していないこと[89]は明かであり，これはメトキシル基の消長によつてもわかる。試料Dについては，さらに著しい増加の傾向がみられるが，これらはそれぞれの場合の収縮と，試料を採取した位置の相違による偏差を考えると，すべて説明しうるものと思う。次に，キカイガラタケによる腐朽は他の褐色朽の場合とは外觀的に殆んど差異は認められないが，試料Hについてみると，腐朽はすでに中期から末期の段階に達しているにも拘らず，リグニン含有率は 32.11～33.94% と，他の褐色朽にくらべて著しく低いことがわかる。この傾向は炭素含有率にも現れていて，むしろ白褐中間腐朽型と考えられるほどである。これはこの菌による腐朽型の特徴とも思われるが，今後に檢討の餘地を殘している。一方ヒノキとサワラの腐朽木材は，リグニン含有率，炭素含有率ともに高く，ことに，サワラは炭素含有率が 64.53% と，殆んどリグニンの炭素含有率と同程度である。

さらに，リグニンの性質について，メトキシル基をもとにして檢討した結果によると，木材中のメトキシル基が總てリグニンに基因するものとして計算した腐朽木材中のリグニンのメトキシル基含有率は，健全材のそれよりやや低く，サワラのみが特に低い値を示す。これを第10表に示す。

第10表　腐朽木材中のメトキシル基含有率とリグニンとの關係
Table 10. Relation between OCH_3 content and lignin in decayed wood

試料 Sample	メトキシル基 OCH_3 %	リグニン Lignin %	木材中のメトキシル基が總てリグニンに基因するものとして算定した硫酸リグニンのメトキシル基含有率 OCH_3 content of lignin in decayed wood %
A_2'	5.84	29.93	19.52
A_3'	4.77	26.55	17.98
B_0	5.36	28.20	19.02
B_1	4.88	27.63	17.67
B_2	5.14	28.99	17.73
B_3	5.03	27.40	18.34
C_0	5.39	27.21	19.79
C_1	4.28	25.97	16.46
C_2	5.81	31.14	18.64
C_3	7.83	48.28	16.22
E	8.73	45.15	19.35
G_2	9.15*	73.73	12.40

* 終點不明瞭

第11表 單離硫酸リグニンのメトキシル基含有率
Table 11. OCH_3 content of isolated lignin

試料 Sample	メトキシル基 OCH_3 %
C_0	12.26
C_1	11.12
C_2	13.18
C_3	9.36
D_0	12.79
D_1	14.67
D_2	10.23
D_3	9.30

このように變化は少いけれども，腐朽によつて僅かに減少の傾向を示している。さらに單離した硫酸リグニンについての傾向は第11表のようである。

この含有率は一般に低い値を示していて，腐朽による變化の傾向は脱メトキシルを示し，ことに末期において著しい。木材中のメトキシル基含有率から算定したものと比較して，單離リグニンのメトキシル基含有率の低いのは，單離のさいに脱メトキシルが行われたことによるものであろう。

11. 天然腐朽木材分析上注意すべき諸點

以上，それぞれの分析項目別に考察を試みたが，これらを綜合して腐朽木材分析の全般にわたり注目すべき諸點を列記すると，

1) 腐朽木材は數種の菌の着生，さらに昆蟲の影響などが複雜に關與している場合があるから，一定の菌によつて腐朽した材の，あて材などのごとき特殊な性質の部分をさけて試料を採取しなければならない。

2) 試料調整の條件は健全材分析の場合のように，必ずしも 60～100 mesh が適當でなく，腐朽狀態を考慮して，それぞれの腐朽段階の材を代表できる試料を採取する。一般に健全材の試料よりもやや粗大に調整し，處理の容易と均一をはかる。

3) 分析上最大の障害は濾過困難である。

4) 炭素分析の結果は腐朽木材の性質の如何に拘らず正確な値をうることができ，炭素含有率は白色朽，褐色朽および中間朽においてそれぞれ減少，增加および不變を示していて，腐朽型の分類上有力な基準をあたえる。

5) セルローズ，リグニンおよびペントーザンの3主要成分は，分析して成分含有率として現れた數値とその成分の性質はもちろん，可溶性に變質した部分の含有率および性質をも究明しなければ，腐朽木材の性質は明かにしがたい。

6) メチルペントーザンの定量法を檢討して，他の成分からの影響を除かなければ，ペントーザンの實態は明かにしがたい。

7) 絶對量の增減は，實驗室において一定量の健全木材を腐朽させ，成分の消長を實測した値を比較參考にし，これと，さらに天然腐朽木材の收縮を考慮して判定すれば正確な値が得られる。しかし僅少の變化は容積重の，材の部位による偏差によつても生ずるからこれを總て腐朽に基因するとすることは危險である。

成分含有率の變化についても同樣である。

8) 外觀による腐朽型の分類は，化學成分上からの分類と必ずしも一致しないから，腐朽木材の利用上，これを化學的に分類することが適當であろう。

VII 摘　　要

天然に多く存在している腐朽木材の處理は，木材の集約な利用および森林經營上からも重要なので，その化學的利用方法を見出すためにこの研究に着手した。ここには，その基礎的研究として腐朽木材の成分組成およびその變化について，天然腐朽木材から健全，變色，中期および末期の四段階の材を採つて普通の木材分析法に準據して分析し，それぞれの菌による腐朽の特性を究明した結果について報告する。その大要は英文 Summary 中の表(280 頁)のごとくである。

實驗の結果から，次の事がわかる。

1) 何れの場合に於ても容積重の減少とアルカリ可溶物の增加が著しい。セルローズおよびリグニンはつねに變質，分解するが菌の種類によつてその程度を異にするので腐朽の型を次の 3 種に區別した。

a. 白色朽——セルローズよりもリグニンを多く冒すもの。

b. 褐色朽——リグニンよりもセルローズを多く冒すもの。

c. 中間朽——兩者を同じ程度に冒すもの。

2) 腐朽の進行と共に，各成分は著しく變質している。リグニンは一部脫メトキシルが起り，アルカリ可溶性を增加している。セルローズは，例えばエゾノコシカケによつてレンズ狀孔中に殘された白色纖維狀物は，α-セルローズ 18.38%，ペントーザン 5.70%，1%-NaOH 可溶物 60.38%，元素組成は $C_{13}(H_2O)_{11}$ であつて，重合度の低い變質した木材セルローズであることを示している。

3) 腐朽木材の成分は健全材のそれと甚しく異なるので，その正確な組成を知るためには，腐朽木材に適した分析法の確立が望ましい。

VIII 引用ならびに參考文獻
References

1) Barton-Wright, E. C. and Boswell, J. G.: The biochemistry of dry-rot in Wood I. An investigation of the products of decay of spruce wood rotted by *Merulius lacrymans*. Biochem. J., 23, 110 (1929).

2) Barton-Wright, E. C. and Boswell, J. G.: The biochemistry of dry-rot in Wood II. An investigation of the products of decay of spruce wood rotted by *Merulius lacrymans*. Biochem. J., 25, 494 (1931).

3) Boruff, C. S. and Buswell, A. M.: The Anaerobic Fermentation of Lignin. J. Am. Chem. Soc., 56, 886 (1934).

4) Boswell, J. G.: The biochemistry of dry-rot wood III. An investigation of the products of decay of pine wood rotted by *Merulius lacrymans*. Biochem. J., 32, 218 (1938).

5) BRAUNS, F. E.: Chemistry of Lignin (New York, 1952). p. 607–614—The biological Decomposition of Wood, (c) by Wood-destroying Fungi.

6) BRAY, M. W. and STAIDL, J. A.: The Chemical Changes Involved during Infection and Decay of Wood and Wood Pulp. Ind. Eng. Chem., 14, 35 (1922).

7) BRAY, M. W.: Decay of wood and groundwood pulp. Relation of loss in weight to chemical properties. Paper Trade J., 78, No. 23, 58 (1924); C.A., 18, 2806 (1924).

8) BRAY, M. W. and ANDREWS, T. M.: Chemical changes of groundwood during decay. Ind. Eng. Chem., 16, 137 (1924).

9) BRANDL, A.: Ueber die Untersuchung eines Eichen-moders. Brennstoff-Chem., 9, 89 (1928).

10) CAMPBELL, W. G.: The chemistry of the white rots of wood I. The effect on wood substance of *Polystictus versicolor* (L.) FR. Biochem. J., 24, 1235 (1930).

11) CAMPBELL, W. G.: The chemistry of the white rots of wood II. The effect on wood substance of *Armillaria mellea* (VAHL.) FR. *Polyporus hispidus* (BULL.) FR. and *Stereum hirsutum* FR. Biochem. J., 25, 2023 (1931).

12) CAMPBELL, W. G.: The chemistry of the white rots of wood III. The effect on wood substance of *Ganderma applanatum* (PERS.) Pat., *Fomes fomentarius* (L.) FR., *Polyporus adustus* (WILLD) FR., *Pleurotus ostreatus* (JACQ.) FR., *Trametes Pini* (BROT) FR. and *Polyporus abientinus* (DICK.) FR. Biochem. J., 26, 1829 (1932).

13) CARTWRIGHT, K. St. G. and FINDLAY, W. P. K.: Principal decays of softwood used in Great Britain (1938).

14) CARTWRIGHT, K. St. G.: The variability in resistance to decay of the heartwood of home-grown western red ceder (*Thuja picata* D. DON.) and its relation to position in the log. Forestry, 15, 65–75 (1941); C.A., 36, 4857 (1942).

15) COLLEY, R. H.: The effect of incipient decay on the mechanical properties of airplane timber. Phytopathology. XI. 45 (1921).

16) CURTIN, L. P.: Experiment in Wood Preservation. I-Production of acid by wood-rotting fungi. Ind. Eng. Chem. 19, 878 (1927).

17) CZAPEK, F.: Zur Biologie der holzbewohnenden Pilze. Ber. deut. bot. Ges., 17, 166 (1899).

18) FALCK, R.: Über Korrosive und destraktive Holzzersetzung und ihre biologische Bedeutung. Ber. deut. botan. Ges., 44, 652–64 (1926); Abs. in Cellulosechemie VII. 77 (1927).

19) FALCK, R. and HAAG, W.: Der Lignin- und der Celluloseabbau des Holzes, zwei verschiedene Zersetzungs-Prozesse durch holz-bewohnende Fadenpilze. Ber. 60, 225 (1927); ibid, 61, 2101 (1928); Cellulosechem. 7, 76 (1927).

20) FALCK, R.: Zwei naturliche Prozesse des Cellulose und der Ligninabbaus der verholzten Membran durch Bakterien auf Grund eines grössen Dungerverrottungsversuches. Cellulosechem., 9, 1 (1928).

21) FALCK, R. and COORDT, W.: Der Methoxylgehalt beim Lignin- und Celluloseabbau des Holzes. Ber., 61, 2101–6 (1928); C., 1928, II, 2645; C.A., 23, 5574 (1929).

22) FALCK, R.: Der Lignin- und Cellulose Abbau der Laub- und Nadelstreu durch Fadenpilze aus der Klasse der Basidiomyceten und seine Bedeutung für die Bildung der Humsstoffe des Waldbodens. Cellulosechem. 11, 198 (1930); Beilage zu Papierfabrikant, 28, 14/9 (1930); C., 1930, II, 3303.

23) FALCK, R.: Neue Mitteilungen über die Rotfäule. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft. Juli, 525 (1930).

24) FINDLAY, W. P. K.: Studies in the Physiology of Wood-destroying Fungi III. Progress of Decay under Natural and under Controlled Condition. Ann. Botany [N.S.] 4, 701–12 (1940); C.A., 35, 2296 (1941).

25) FREISE, F. W.: Beobachtungen an im Urwalde vermoderndem Holz. Brennstoff Chem., 14, 427–30 (1933); C.A., 28, 892 (1934).

26) FUCHS, W.: Chemie des Lignins (Berlin 1926).

27) GRÜSS, J.: Über die Ligninsubstanz. Ber. deut. botan. Ges., 41, 48 (1923).

28) GRÜSS, J.: Die Oxydation des Ligninalkohols zu Ligninsäure und das Vorkommen der Ligninsäuren in der Natur. Ber. deut. botan. Ges., 41, 53 (1927).

29) HÄGGLUND, E.: Chemistry of Wood. Academic Press Inc., publishers New York N.Y. 1951, p. 553—The Natural Decomposition of Wood.

30) HARTIG, R.: Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche. Berlin 1878; Lehrbuch der Pflanzenkranzenkheiten 3rd. ed., (Berlin 1900).

31) HAWLEY, L. F., FLECK, L. C. and RICHARDS, C. A.: Effect of decay on the chemical composition of Wood. Ind. Eng. Chem., **20**, 504 (1928); C.A., **22**, 2253 (1928).

32) HAWLEY, L. F., WIERTELAK, J. and RICHARDS, C. A.: Die Wirkung des durch Weiß-Rotte-Pilze verursachter Abbaues auf die chemische Zusammensetzung von Holz. Cellulosechem., **11**, 259 (1930).

33) HILEY, W. F.: The fungal diseases of the common larch. (1919).

34) HEUSER, E. and co-workers.: The effect of the lignin-destroying fungi on the carbohydrate fraction of wood. Arch. Biochem., **21**, 343 (1949); C.A., **43**, 8131 (1949).

35) HUBER, B.: Decayed wood as a polishing agent. Holz als Roh- und Werkstoff **5**, 207 (1942); C.A., **38**, 2765 (1944); C., **1942**, II, 2960.

36) JOHNSEN, B. and LEE, H. N.: Properties of wood in paper making. Chem. Met: Eng., **28**, 258 (1923); Paper Trade J., **76**, No. 5, 53-56 (1923); C.A., **17**, 1139 (1923).

37) KOLLMAN, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. I. Bd. Zweite Neubearbeitete und Erweiterte Auflage. (Berlin 1951). S. 44, —Zerstörung des Holzes durch Bakterien und Pilze (Chemie. Physiologie und Biologie holzzerstörender Pilze).

38) KOMAROV, F.: Chemical composition of wood damaged by wood-destructive rots. Bumazhnaya Prom (Paper Industry) XIII, No. 2, 49-60 (1934); C.A., **28**, 3553 (1934).

39) KOMAROV, F. and FILIMONOVA, G.: Chemical processes occuring in the microbiological decomposition of wood I., J. Applied Chem. U.S.S.R. **10**, 487-95 (in French 496) (1937); C.A., **31**, 5404 (1937).

40) KÜRSCHNER, K.: Über die humifizierende Einwirkung von *Merulius lacrymans* auf Hölzer. Z. Angew. Chem. **40**, 228 (1927); Cellulosechem., **7**, 78 (1927).

41) LIESER, Th.: Zur Kenntnis des Lignins. Cellulosechem., **11**, 156 (1926).

42) LUTZ, L.: The soluble enzymes secreted by the Hymenomycetes—the deterioration of lignous material. Compt. rend. **190**, 1455-7 (1930); C.A., **24**, 5796 (1930).

43) LIESE, J. and STAMER, J.: Vergleichende Versuche über die Zerstörungsintensität einiger wichtiger holzzerstörender Pilze und die hierdurch verursachte Festigkeitsverminderung des Holzes. Angew. Botan. XVI. 363 (1934).

44) PECHMANN, H. von. and SCHAILE, O.: Über die Änderung der dynamische Festigkeit und der chemischen Zusammensetzung des Holzes durch den Angriff holzzersetzender Pilze. Forstwissenschaftl. Centralbratt, **69**, 44 (1950).

45) ROSE, R. E. and LISSE, M. W.: The chemistry of wood decay. Paper 1—Introductory, Ind. Eng. Chem., **9**, 284 (1917).

46) RUDGE, E. A.: An inquiry into the mechanisms of decay of wood. J. Soc. Chem. Ind., **53**, 282-8T (1934); C.A., **28**, 7463 (1934).

47) RUDGE, E. A. and LEWIS, H.: An inquiry into the mechanisms of decay of wood II J. Chem. Soc. Ind., **54**, 302-5T (1935); C.A., **29**, 8276 (1935).

48) RUDGE, E. A. and LEWIS, H.: Decay in structural timbers. J. Chem. Soc. Ind. **54**, 385-7T (1935); C.A., **30**, 834 (1936).

49) RUE, J. D., MILLER, R. N. and HUMPHREY, C. J.: Decayed wood for sulfite pulp, Utilization of decayed wood in the chem. (pulp making) process. Paper Trade J., **78**, No. 4, 45 (1924); **78**, No. 20, 46 (1924); C.A., **18**, 1051, 2075 (1924).

50) SCHEFFER, Th. C.: Progressive effects on *Polyporus versicolor* on the physical and chemical properties of Red gum sapwood. U.S. Dept. Agric., Techn. Bull. Nr. 527, Washington D.C., Sept. 1936; C.A, **31**, 7473 (1937)

51) SCHORGER, A. W.: The Chemistry of Cellulose and Wood (New York 1926), p. 489, —The Fermentation of Cellulose and Wood by Bacteria and Filamentous Fungi.

52) SCHRENK, H. v.: Quorted by SCHORGER, A. W., The Chemistry of Cellulose and Wood (New York 1926) p. 489.

53) SCHUBERT, W. J. and NORD, F. F.: Investigation of Lignin and Lignification. I. Studies on Softwood Lignin. J. Am. Chem. Soc., 72, 977 (1950).

54) SCHULZE, B., THEDEN, G. and VAUPEL, O.: Röntgen-Interferenzuntersuchungen einheimischer Holzarten im gesunden Zustand und nach Pilzangriff. Holz als Roh- und Werkstoff, 1, 75 (1938).

55) SCHWALBE, C. G. and EKENSTAM, A.: Zur Kenntnis des durch Hausschwamm auf Kiefernholz erzeugten Lignin. Cellulosechem., 8, Nr. 2, 13 (1927).

56) STAUDINGER, H., STAUDINGER, M. and SCHMIDT, H.: Über makromolekulare Verbindungen 237 Mitt. Über die Zerstörung der Cellulose durch Mikroorganismen, Zellwolle, Kunstseide, Seide, 45, 2-4 (1940); C.A., 34, 2588 (1940); C., 1940, II 321; C., 1941, I 1015.

57) STORCH, K.: Ueber den Abbau des Fichtenholzes durch den Rotfäulepilz (*Polyporus annosus*), Papier-fabrikant, 35, 485 (1937).

58) WEHMER, C.: Die chemische Wirkung des Hausschwamms auf die Holzsubstanz. Ber. deut. botan. Ges. 32, 601 (1914).

59) WEHMER, C.: Abbau der Holzsubstanz durch Pilze. Ber. 48, 130 (1915).

60) WEHMER, C.: Versuche über Umwandlung von Lignin, Cellulose und Holzsubstanz in Huminstoffe durch Pilze. Brennstoff-Chem., 7, 101 (1925); Cellulosechem., 6, 96 (1925); C.A., 19, 2508 (1925).

61) WEHMER, C.: Lignin und Huminstoffe bei der pilzlichen Holzzersetzung. Ber. deut. botan. Ges., 45, 536-9 (1927); C.A., 22, 2767 (1928).

62) WIERTELAK, J.: The effect of decay caused by white rot fungi on the chemical composition of wood. Bull. intern. acad. Polonaise. 1932, B. I. 19-36 (in English); C.A., 27, 3973 (1933).

63) WIERTELAK, J. and DOMINIK, T.: Protection of wood from decay. I. Decomposition of wood by fungus. Polish Agr. Forest Ann. 36, 369-93 (in German. 393-4); C.A., 30, 7812 (1936).

64) WISE, L. E.: Wood Chemistry (New York 1946), p. 828, —Decomposition of Cellulose and Hemicellulose by Microorganisms—(WAKSMAN, S. A.), p. 853, —Decomposition of Lignin —(WAKSMAN, S. A.).

65) 江口 宏・伊藤慶藏・吉川八郎 (EGUCHI, H., ITO, K. and YOSHIKAWA, H.): クラフト蒸解に及ぼす腐朽材の影響に就て (第1報). 國策パルプ旭川工場研究課印刷物, 昭和26年 (1950).

66) 八濱義和・上代 昌 (HACHIHAMA, Y. and JODAI, S.): リグニンの化學 (東京, 昭和22年; 1947).

67) 逸見武雄・赤井重恭 (HENMI, T. and AKAI, S.): 木材腐朽菌學 (東京, 昭和20年 (1945)).

68) 伊藤一雄 (ITO, K.): 材質腐朽菌の纖維素溶解について. 日本林學會誌, 第22卷, 第5號, 263頁 (昭和15年; 1940).

69) 亀井專次: エゾタケに由る針葉樹心材腐朽に就て. 北海道大學農學部演習林研究報告, 第14卷, 第2號, 155頁, 昭和24年.

KAMEI, S.: A heart-rot of conifers caused by *Polyporus borealis* FR. in Japan. Research Bull. of the College Exp. Forests. Hokkaido Univ. Vol. 14, No. 2 (1949).

70) 亀井專次: トドマツオオウズラタケに由るトドマツ及びアカエゾマツの心材腐朽. 北海道大學農學部演習林研究報告, 第15卷, 第1號, 151頁, 昭和26年.

KAMEI, S.: Brown cubical butt rots of *Abies sachaliensis* SCHM. and *Picea Glehnii* MAST. caused by *Polyporus balsameus* PK. Research Bull. of the College Exp. Forests, Hokkaido Univ. Vol. 15, No. 1, 151 (1951).

71) 笠井幹夫・田村 隆 (KASAI, M. and TAMURA, T.): 木材の耐久 (東京, 昭和19年; 1944).

72) 片山徹吉 (KATAYAMA, T.): 木材の腐朽に際し起る化學變化, 附白蟻巣の化學的成分. 工化, 611 (大正3年; 1914).

73) 河村治郎・谷口政勝・庄司野正雄: 木材腐蝕中の成分變化. 纖維素工業, 第8卷, 25-29, 昭和7年.

KAWAMURA, J., TANIGUCHI, M. and SHOJINO, M.: Change in composition of wood during decay.

Cellulose Industry (Tokyo) 8, 25-29 (1932); C.A., 27, 1476 (1933).

74) 北島君三 (KITAJIMA, K.): 樹病學及木材腐朽論 (昭和8年; 1933).

75) 右田伸彦 (MIGITA, N.): パルプ及製紙工業實驗法 (東京, 昭和18年; 1943).

76) 右田伸彦 (MIGITA, N.): 木材化學 (基礎編). (東京, 昭和25年; 1950), 207-216頁—木材の分解.

77) 三浦伊八郎 (MIURA, I.): 木材防腐保存法. 上卷 (昭和2年; 1927).

78) 三浦伊八郎 (MIURA, I.): 椎茸菌に依る木材成分の變化に就て. 東京帝國大學農學部演習林報告, 第15號, 13頁 (昭和6年; 1931).

79) 三浦伊八郎・西田屹二 (MIURA, I. and NISHIDA, K.): 木材化學 (東京, 昭和13年; 1938), 572-596頁—天然に於ける木材の分解.

80) 三浦伊八郎・右田伸彦 (MIURA, I. and MIGITA, N.): ブナ材及びブナパルプの化學的研究 (第1報). 東京帝國大學農學部演習林報告, 第31號, 95頁 (昭和18年; 1943).

81) 水本 晋 (MIZUMOTO, S.): 腐朽材の化學的研究. 林產科學, 第3卷, 第1～2號, 6頁 (昭和19年; 1944).

82) 水本 晋 (MIZUMOTO, S.): 褐色カイガラタケ屬菌の針葉樹材侵害に就て. 木材工業, 第3卷, 9頁 (昭和23年; 1948).

83) 西田屹二・仲 寛: 腐朽木材の化學的研究 (第1報), 涙菌に因る腐朽木材に於ける成分の變化に就て. 林學會雜誌, 第13卷, 第1號, 34-46 (昭和6年; 1931).

NISHIDA, K. and NAKA, S.: Chemische Untersuchungen des durch Pilze abgebauten Holzes. I. Mitteilung. Ueber die chemische Umwandlung des Bestandteiles des Koniferenholzes durch Pilze (*Merulius lacrymans*).

84) 小原龜太郎・足立晃太郎 (OBARA, K. and ADACHI, K.); 菌絲の木材細胞膜腐蝕作用について. 植物學雜誌, 第46卷, 第544號, 345頁 (昭和7年; 1932).

85) 落合英二・津田恭介 (OCHIAI, E. and TSUDA, K.): 有機微量小量分析法 (東京, 昭和23年; 1948).

86) 太秦康光 (UZUMASA, Y.): 分析化學 (東京, 昭和22年; 1947).

87) 山野義雄 (YAMANO, Y.): エゾマツ心材白斑腐蝕侵入の經路と其豫防に就て. 札幌農林學會報, 105, 137 (昭和6年; 1931).

88) 矢澤龜吉 (YAZAWA, K.): トドマツ・エゾマツ枯損木の腐朽及該材の機械的性質に關する研究. 樺太中央試驗所報告, 第2類, 第14號 (昭和18年; 1943).

89) 福山伍郎・渡邊磯治 (FUKUYAMA, G. and WATANABE, I.): 北海道產主要針葉樹の化學的研究 (第1報), トドマツ, エゾマツ, アカエゾマツの成分と木材腐朽菌による成分の變化に就て. 札幌農林學會報, 第21卷, 第98號, 318頁 (昭和4年; 1928).

IX Summary

As the treatment of decayed trees in the natural forest is important for the intensive utilization of wood and to the forest management, the authors undertook to find some method of making chemical utilization of decayed wood.

In this report, as a fundamental study, the authors have analysed the chemical composition of the decayed wood by the usual method of wood analysis. Samples were taken from the trees decayed by certain wood-destroying fungi, and divided into four stages-sound, discoloured, more-rotted (partially rotted), and the most-rotted (completely rotted).

Principal results were shown in the following table.

As results of the investigation it could be stated that:

1) Generally the volume weight of the decayed wood was decreased and the alkali

Table 12.
Analysis of Decayed Wood. (Pick-up Data from Tables 1~7)

Fungi species	Wood species	Volume Weight			1% NaOH-Soluble		
		Sound	Partially rotted	Completely rotted	S. %	P.R. %	C.R. %
Fomes jezoensis T. et K.	*Picea jezoensis* CARR.	0.42	0.37	0.22	13.73	18.98	21.02
Polyporus borealis FR.	*Picea Glehnii* MAST.	0.42	0.40	0.34	16.13	14.86	21.75
Polyporus balsameus PK.	*Picea Glehnii* MAST.	0.44	0.37	0.31	13.79	40.49	50.56
Polyporus Schweinitzii FR.	*Abies sachalinensis* SCHM.	0.43	0.34	0.29	9.50	42.50	40.45
	Picea Glehnii MAST.	—	—	0.34	—	—	48.48
	Larix kaempferi SARG.	—	—	0.32	—	—	66.34
Lenzites sepiari	*Picea jezoensis* CARR.	—	—	0.20	—	—	51.82
Merulius lacrymans	*Picea jezoensis* CARR.	—	0.29	0.25	—	37.68	63.08
Unknown	*Chamaecyparis obtusa* S. et Z.	—	—	—	—	—	57.49
	Chamaecyparis pisifera S. et Z.	—	—	0.10	—	—	53.40

Pentosan			Cellulose			Lignin			Carbon			Type of Decay
S. %	P.R. %	C.R. %	S. %	P.R. %	C.R. %	S. %	P.R. %	C.R. %	S. %	P.R. %	C.R. %	
12.80	11.24	10.81	51.24	50.00	62.07	27.66	29.84	22.62	48.45	49.29	48.60	White
12.23	11.71	9.58	53.70	55.96	54.67	28.20	28.99	27.40	50.37	51.59	49.17	Intermediate
12.46	10.89	10.18	54.03	42.49	24.40	27.21	31.14	48.28	48.92	50.62	52.92	Brown
12.74	12.27	10.50	59.20	40.16	32.36	29.05	37.16	45.56	48.40	50.98	52.03	Brown
—	—	17.67	—	—	14.06	—	—	45.15	—	—	54.58	Brown
—	—	13.60	—	—	2.15	—	—	63.04	—	—	—	Brown
—	—	10.58	—	—	39.35	—	—	33.94	—	—	49.64	Brown
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51.28	62.37	Brown
—	—	10.11	—	—	7.47	—	—	54.15	—	—	58.16	Brown
—	—	10.32	—	—	10.20	—	—	73.73	—	—	64.53	Brown

solubility was greatly increased in comparison with sound wood. Cellulose and lignin were always disintegrated and decomposed at various rates of speed by different fungi. Therefore three decay types have been distinguished, (a) white rot—attacks lignin in preference to cellulose, (b) brown rot—attacks cellulose more rapidly than lignin, and (c) intermediate rot—attacks both lignin and cellulose to an equal extent.

2) According to amount of decay the constituents of wood had been greatly decomposed. Lignin was demethoxylated and its alkali solubility was increased. Wood cellulose was disintegrated and depolymerized, for instance, the white fibrous material, left in lens-form hole of the decayed wood by *Fomes jezoensis* TOCHINAI et KAMEI, contained 18.38 per cent α-cellulose, 5.70 per cent petosan, 60.30 per cent 1%-NaOH soluble matter, and had the empirical formula $C_{13}(H_2O)_{11}$.

3) The chemical composition and properties of the constituents of decayed wood are so different from those of sound wood, that it is desirable to modify the usual method of analysis suitable to the chemical properties of decayed wood.