



Title	天然腐朽木材の化學的組成
Author(s)	福山, 伍郎; FUKUYAMA, GORO; 半澤, 道郎 他
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	https://hdl.handle.net/2115/20698
Type	departmental bulletin paper
File Information	16(2)_P243-280.pdf



天然腐朽木材の化学的組成

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. 実験材料と分析試料の選定	247
A. エゾノコシカケ (<i>Fomes jezoensis</i> TOCHINAI et KAMEI) によつて腐朽した エゾマツ材	247
B. エゾタケ (<i>Polyporus borealis</i> 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 (<i>Polyporus balsameus</i> PK.) によつて腐朽した アカエゾマツ材	249
D. カイメンタケ (<i>Polyporus Schweinitzii</i> FR.) によつて腐朽した トドマツ材	250
E. カイメンタケ (<i>Polyporus Schweinitzii</i> FR.) によつて腐朽した アカエゾマツ材	251
F. カイメンタケ (<i>Polyporus Schweinitzii</i> 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 (<i>Lenzites sepiaria</i> FR.) によつて腐朽した エゾマツおよびトドマツ材	252
III. 実験方法	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	8. ペントーザンおよびメチルペントーザン
2. 灰分	9. 全セルローズ
3. 炭素および水素	10. α -セルローズ
4. 冷水抽出物	11. β -セルローズ
5. 温水抽出物	12. γ -セルローズ
6. アルコール・ベンゼン抽出物	13. リグニン
7. 1%-NaOH抽出物	
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 エゾダ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ダケによつて腐朽したアカエゾマツ材の成分	
第4表 カイメンダケによつて腐朽したトドマツ材の成分 (1)	
第5表 カイメンダケによつて腐朽したトドマツ材の成分 (2)	
第6表 カイメンダ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 キカイガラダ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. 実験結果の検討	261
1. 容積重	6. 1%-NaOH抽出物
2. 灰分	7. ペントーザンおよびメチルペントーザン
3. 炭素および水素	8. セルローズ
4. 冷水および温水抽出物	9. リグニン
5. アルコール・ベンゼン抽出物	10. メトキシ基
VI. 考察	267
A. 分析試料の選定	267
B. 分析	267
1. 分析方法	6. アルコール・ベンゼン抽出物
2. 容積重	7. 1%-NaOH抽出物
3. 水分および灰分	8. ペントーザンおよびメチルペントーザン
4. 炭素および水素	9. セルローズ
5. 冷水および温水抽出物	10. リグニン
VII. 摘要	275
VIII. 引用ならびに参考文献	275
K. Summary	279

緒 言

木材腐朽菌に冒された木材は、化学的ならびに物理的の諸性質が變化し、化学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増加し、例えばこれをパルプの製造原料に用いると薬品を多量に消費し、収量が減じるばかりでなく、製品の品質も低下する。また化学的變化に伴つて、物理的には次第に容積重を減少し、もろくなつて強度を失ひ、

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、徒に廢物として林内に遺棄せられ、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状である。

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様であつて、健全木材にくらべ複雑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、主として北海道産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内一雄氏、前定山溪營林署長柳本一彦氏、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、培養試験をして頂くなど、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。

1. 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⁷⁰⁾, 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、抄録など【文献1)~89】から既往の研究の概況を知ることが出来る。

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

ズを残し、*Polyporus carneus* は同じ材に生育して、セルロースを殆んど完全に分解して、リグニンに富んだものを残すことを見出した。又 *Trametes Pini* は針葉樹材を冒して殆んど純粋なセルロースを残し、これは $ZnCl_2$ 濃溶液で処理すると青色を呈することを見出した。木材腐朽菌の代謝産物については CZAPEK, F.³⁷⁾ が初めて研究し、酵素による分解であるとした。これらの研究以来、多くの研究者が腐朽木材の化学的組成、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、その結果も多様であつて、簡単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.⁴⁰⁾ によつて行われて以来、多くの人々によつて行われた。木材の生物化学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、これを化学的に研究して^{18,24,62,63)}、褐色朽は木材成分中セルロースとそれに随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残り、最後に暗褐色になる。また材の収縮が大きく、NaOHに溶解するものが増加する。*Merulius*, *Polyporus*, *Coniophora*, *Poria*, *Lenzites* 等の菌がこの型の腐朽をし、リグニンが多く残るために炭素の含有量が腐朽の進行と共に増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、材の収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、セルロースは分解された形で最後の段階まで残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)}。白色朽に於ては純粋なセルロースを纖維状に残すとしたものもあるが^{30,19)}、純粋なセルロースでないとするものもある⁶²⁾。更にペントーザン、セルロース、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来る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費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⁶⁰⁾。

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増加する^{6,8,19,20,72,73,83)}。また一般にアルカリ可溶成分を増加し^{45,6-8,1-4,18-23,78)}、この中にはセルロース、ヘミセルロース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・ベンゼン抽出物も増加し、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 $C_{40}H_{50}O_{16}$ に相當するものを単離している。

ヘミセルロース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^{45,6-8,19,60,63)}。この中、繊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³⁹⁾。メチルペントーザンは TOILENS 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^{45,6,63)}、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へられている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^{34,60)}。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⁶⁴⁾。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、膠状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⁶⁵⁾。

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^{3,10,11,25,27,28,30,62)}、メトキシル基の含有量が減少する^{8,60,63)}。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⁶¹⁻⁶¹⁾。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^{1,3,4)}、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⁶³⁾。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へられていたが^{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来ることが知られた⁶⁾。

II. 實驗材料と分析試料の選定

A. エゾノコンカケ (*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體が着生していた。これを地上 80 cm の高さから伐倒し、子實體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、材はまず軽度に赤變し、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縦断面

色繊維状物には全く呈色が見られなかつた。

以上の観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、孔内の白色繊維状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、小さな鉋屑状とし、その形で分析を行つた。

- A₀ : 樹高 11.2 m 附近から採つた邊材をふくむ健全材
- A₁ : 樹高 7.2 m 附近から採つた僅かに變色した心材(初期)
- A₂ : 樹高 1.5 m 附近の子實体着生部から採つたこく變色し、レンズ状孔があり、その中に白色繊維状物が充満した心材(中期)
- A₂' : A₂ から白色繊維状物を除いた部分
- A₃ : A₂ と同じ材幹中の、更に腐朽の進んだ最も輕鬆な部分で、白色繊維状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来る心材(末期)
- A₃' : A₃ から白色繊維状物を除いた部分
- A₄ : A₂ および A₃ からピンセットで採つた白色繊維状物で、A₂ からのものが主である。A₂ からのものと A₃ からのものは性質が違ふ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

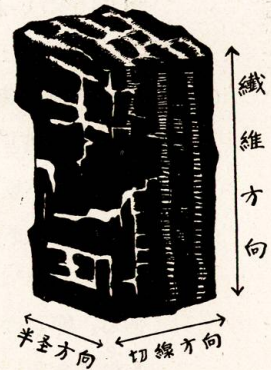
昭和23年3月26日、北大雨龍演習林北母子里事業區試験地内の被害立木、樹高 26 m、伐採高 2.3 m、伐採高に於ける直径は 75 cm で、その中心部はすでに空洞になつており、

するようになる。さらに材は濃赤褐色に變化してレンズ状の孔隙を増加し、その中に純白の繊維状物が分離される。最も腐朽の進んだ材は僅かに褐色をおびた黄白色であつて、カステラ状をなし分離された白色繊維状物は減少して空隙部が多く、極端に輕鬆となつてゐる。子實体着生附近の縦断面圖を第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状孔の周縁で淡黄色の變色部分には見られなかつた。また白

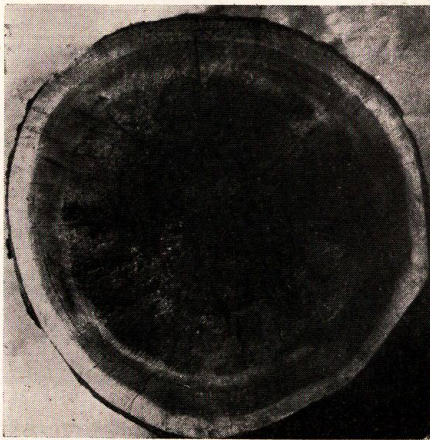
空洞は地上高3mにおよび、心材部の變色は更に2m上方まで達していた。高さ4.8mの樹幹の部分から健全材を採取し、これと伐採高との中間に於て、淡黄褐色に變色した部分およびそれに隣接した帯黒色の變色部分を、更に伐採高附近から腐朽の末期の段階と思われる黄褐色の部分を採取した。この菌によつて腐朽した材は、多くの他の腐朽木材のように、手指によつて容易に碎かれるような末期の状態の材は無く、然も比較的均一に腐朽が進んで、エゾノソシカケに於て見られた白色纖維状物のようなものは何處にも見當らず、又フロログルシン鹽酸溶液によるリグニンの呈色反應も、腐朽の各段階の材の全面にわたつて現れ、白色朽および褐色朽の典型的特徴は見られない。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来るが、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。

- B₀ : 樹高4.8m附近の樹幹より採取した健全材
- B₁ : B₀部と伐採高の中間から採取した淡黄褐色の變色材
- B₂ : B₁と隣接した帯黒色の變色材
- B₃ : 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状であつて、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圖参照)。



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 トドマツノオオズラタケによつて腐朽したアカエゾマツ材の横断面

昭和23年3月27日、北大雨龍演習林北母子里野木場に巻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経過していないものであつた。二番丸太で元口直径は約50cm、長さは約4mで、その元口断面は第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断面の腐朽状態が約2m先まで貫かれていて、多数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黒褐色であり、その材片は容易に指間で粉碎する

ことが出来るもろいものである。この黒褐色部の外側には、これと明かに區別することの出来る黄褐色の部分があり、更にその外側に幅約3cmの帯黒色の部分が環状に存在して、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。

C₀: 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%

C₁: 邊材の内側にある幅約3cmの帯黒色の材であつて、水分*が非常に多く(含有率63.0%)いわゆる水喰材(Naßes Holz)の状態を呈しているが、これは腐朽によつて生じたものかどうかは明かでない。

C₂: C₁の内側の黄褐色の材で、指間で潰すことの出来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来るのが見られる。

C₃: 最も内側にあつて、指間で容易に粉碎することの出来る腐朽の末期の段階の材、水分含有率* 35.4%。材の収縮はなほだしく、多くの龜裂を生じ、所々に空洞がある。龜裂は半径方向のものが目立っているが、これは切線方向の収縮によるものである。また年輪に添つた龜裂は半径方向の収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。この収縮の度合を、同一年輪界によつて挟まれた十數年輪について、年輪幅を測定したところ、C₂からC₃に變化する間に12~25%の収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横断面

D. カイメンタケ (*Polyporus Schweinitzii* FR.)

によつて腐朽したトドマツ材

定山溪營林署小樽内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23.7m、伐採高1.0m、伐採高に於ける直徑45cm、最低の生枝の高さは8.5m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。横断面の一例を第4圖に示す。

分析試料には同一の高さの圓盤からと、高さの異なる

* 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状態を呈し、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

D₀: 健全な邊材

D₁: 邊材に接し、最も外側にある心材で軽度の變色が見られる部分

D₂: 黄褐色の材で腐朽の中期と判定したもの

D₃: 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 D₂ と D₃ とが混在しているので、横断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、縦断面では容易に區別することが出来た。

第2群

D₀' : 樹高 5.65 m の圓盤から採つた健全材

D₁' : 樹高 2.80 m の圓盤から採つた軽度の變色材

D₂' : 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

D₃' : 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巻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産した被害木で、龜井博士より提供された。腐朽の進んだ褐色の部分の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 (G₁)、サワラは濃赤褐色 (G₂)、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のではなく、腐朽木材のアルカリ消費量と釘保持力の関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年を経過したもので、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、釘の保持力試験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(H₁, H₂, H₃)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(H₄)。

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巻立てられた丸太、腐朽橋桁等から選定し、子實体の着生、腐朽の状態、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験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状により、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、共栓壺に貯えて使用した。

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状態が一様でなく、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雑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、白色繊維状物のみが特に粉碎されるので、鉋屑の形で分析を行つた。鉋屑状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応が均一に進まない危険性があるが、このような材料では致し方がなく、西田等⁽⁸⁵⁾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雑な変化を生じ、健全材の成分とは相當性状を異にしていると考えられるから、その性状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、キャ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1~2g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2~3mgを用い、PREGLのマイクロ炭水素元素分析装置で、常法によつて測定した⁽⁸⁵⁾。

4. 冷水抽出物：絶乾試料1~2gをビーカーにとり、試料2gに對し200ccの割合で水を加え、室温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. 温水抽出物：絶乾試料1~2gを三角フラスコにとり、2gに對して100ccの割合で水を加え、冷却器を付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5gをアルコール・ベンゼン等量混合液で20時間以上抽出後、溶剤を追出し、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様に抽出してから、グラスフィルターを取り出し、乾燥器の中で試料中の溶剤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1g(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単でかつ溶剤除去も容易である。常法との比較試験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100ccを加え、冷却器を付けて沸騰湯浴中で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1gを蒸溜フラスコに採り、12%鹽酸100ccを加えて、10分間に30cc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(300cc内外)、溜出液にフロログルシン鹽酸溶液40cc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1gをガ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250cc)5分間處理してから1%-亞硫酸、水の順に洗滌し、ガ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1gに50cc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50cc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1gに72%- H_2SO_4 25ccを加え、16時間放置してから三角フラスコに移し250cc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] 試料貯蔵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 (腐朽段階) (Stage of decay)	A ₀ (健全) (Sound)		A ₁ (變色) (Discoloured)		A ₂ (中期) (More rotted)		A ₂ '	A ₃ (末期) (Most rotted)		A ₃ '	A ₄ (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
全セルロース 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-セルロース 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-セルロース β-Cellulose	—	—	—	—	—	—	15.20	—	—	5.72		50.29
γ-セルロース γ-Cellulose	—	—	—	—	—	—	8.21	—	—	14.48		16.08
β+γ-セルロース β+γ-Cellulose	18.77	7.88	20.29	8.52	17.93	6.63	—	30.23	6.65	—		—
メトキシ基 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) (腐朽段階) (Stage of decay)	B ₀		B ₁		B ₂		B ₃	
	(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
温水抽出物 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-benzenesoluble	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
全ペントース Total pentosan	12.23	5.14	13.31	5.19	11.71	4.58	9.58	3.26
メチル・ペントース 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
全セルロース Total cellulose	53.70	22.55	58.94	22.98	55.96	23.38	54.67	18.59
α-セルロース α-Cellulose	40.73	17.11	35.51	13.85	2.26	0.90	29.93	10.11
β-セルロース β-Cellulose	3.98	1.67	11.32	4.42	40.19	16.08	13.56	4.61
γ-セルロース γ-Cellulose	8.99	3.78	12.11	4.72	13.51	5.40	11.34	3.84
メトキシ基 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) (腐朽段階) (Stage of decay)	C ₀ (健全) (Sound)		C ₁ (水喰材) (Wet wood)		C ₂ (中期) (More rotted)		C ₃ (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-benzenesoluble	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
全セルロース Total cellulose	54.03	23.77	50.80	23.37	42.49	15.72	24.40	7.56
α-セルロース α-Cellulose	32.02	14.09	35.05	16.12	6.32	2.34	9.33	2.89
β-セルロース β-Cellulose	11.78	5.18	7.09	3.26	24.80	9.18	9.63	2.99
γ-セルロース 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) (腐朽段階) (Stage of decay)	D ₀ (健全) (Sound)		D ₁ (變色) (Discoloured)		D ₂ (中期) (More rotted)		D ₃ (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
温水抽出物 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 Alcohol-benzene 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
全セルロース Total cellulose	59.20	25.46	56.77	26.68	40.16	13.65	32.36	9.84
α-セルロース α-Cellulose	42.33	18.20	39.43	18.35	19.97	6.79	2.50	0.73
β-セルロース β-Cellulose	4.74	2.04	5.62	2.64	13.51	4.59	28.86	8.37
γ-セルロース 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) (腐朽段階) (Stage of decay)	D ₀ (健全) (Sound)		D ₁ (變色) (Discoloured)		D ₂ (中期) (More rotted)		D ₃ (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
温水抽出物 Hot water soluble	3.61	1.41	3.87	1.70	8.09	3.16	7.40	2.44
アルコール・ベンゼン抽出物 Alcohol-benzenesoluble	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
全セルロース Total cellulose	58.18	22.69	59.70	26.27	40.53	15.81	19.02	6.28
α-セルロース α-Cellulose	39.83	15.53	41.85	18.41	14.91	5.81	2.62	0.86
β-セルロース β-Cellulose	4.66	1.82	4.09	1.80	21.88	8.53	15.49	5.11
γ-セルロース γ-Cellulose	13.69	5.34	13.76	6.05	3.74	1.46	0.91	0.30

第6表 カイメンダ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-benzenesoluble	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
全セルロース Total cellulose	14.06	2.15	7.47	10.20
α-セルロース α-Cellulose	0.46	—	2.79	0.79
β+γ-セルロース 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-benzenesoluble	5.87	4.74	5.36	0.91
1%-NaOH抽出物 1%-NaOH soluble	51.82	45.42	40.77	11.75
全ペントース Total pentosan	10.58	11.79	11.10	11.48
メチル・ペントース Methyl pentosan	4.66	3.50	3.90	4.18
リグニン Lignin	33.94	32.61	32.11	28.59
全セルロース Total cellulose	39.35	38.76	33.01	56.20

容積重以外の数値は重量百分率。

腐朽の程度は何れも 中期～末期 の段階。

V. 実験結果の検討

1. 容積重

試料 A 変色材(A)は健全材(A₀)と同じ0.42を得たが、ポケットの形成されるに従つて小さくなり、腐朽の中期(A₂)に至つて0.37と明かな減少を示し、末期(A₃)には0.22となり健全材の52%に減少している。

試料 B 実験材料の項に述べたように、B₁、B₂の変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(B₃)は健全材(B₀)にくらべ明かな減少が認められる。

試料 C 材の収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対量の減少を示している。

試料 D 兩群とも同じ傾向の変化が見られるが、変色の段階(D₁、D₁)に於て健全材(D₀、D₀)より著しく増大していることは、腐朽による材の変質によるよりも、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(D₀)と中期段階の材(D₂)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、個々の値の間にはかなりの偏差が認められた。なお第2群のD₀、D₁、D₂、D₃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(H₁, H₂, H₃)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(H₄)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った。

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従つて減少し、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検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従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、末期には増加している。

試料 C 水喰材と考えられる部分は大きい腐朽の中期(C₂)および末期(C₃)では、健全(C₀)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増加の傾向が見られ、従來の褐色朽の材の灰分含有量の研究と一致している。⁸⁾ 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群に於ては増加を示している。第2群の場合は含有率、一定容積中の重量とも規則的

な変化を示しているが、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 著しい変化はみられないが、白色纖維狀物 (A₁) 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 $C_{13}(H_2O)_{11}$ 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 含有率に規則的な増減はみられないが、絶對量は末期 (B₂) 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従つて次第に増加している。絶對量は水蝕材 (C₁) 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 群ともほぼ同様の傾向を示し、炭素含有率は腐朽が進むに従つて増加している。また絶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来るから、この様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徴であるかどうかは、この實驗のみから判定することは危険である。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、褐色朽の場合は増加しているが、エゾタケの場合増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増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. 冷水および温水抽出物

試料 A 冷水抽出物は漸増の傾向を示し、温水抽出物は變色で増加し、末期には減

(264)

少している。また絶対量は共に変色で増加し、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、変色においては減少している。

試料 C 含有率、絶対量とも中期において増加し、末期には減少している。

試料 D 兩群とも変色、中期と次第に増加し、末期には減少の傾向を示している。絶対量におけるこの傾向はさらに著しい。

試料 E~H 腐朽の進行による変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増加を示しているが、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、絶対量とも著しい変化はみられないが、僅かに増加の傾向がみられ、白色繊維状物は痕跡程度である。

試料 B 次第に減少の傾向を示し、絶対量におけるその傾向はさらに著しい。

試料 C 中期まで増加し、末期には減少している。絶対量における傾向はさらに著しい。

試料 D 第1群では、変色において増加、その後次第に減少している。絶対量における傾向はさらに著しい。第2群では、含有率・絶対量とも増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、白色朽では変化が少く、白褐中間朽では減少し、さらに褐色朽では腐朽するに従って増加するが、変化の傾向は必ずしも一致しない。

6. 1%-NaOH 抽出物

試料 A 腐朽の進行に従って次第に増加する。ことに試料として得られた最終段階の白色繊維状物(A₄)にいたつては、60.38%と著しくセルロースの変質していることを示している。絶対量は中期まで増加し、末期には健全材よりも減少している。

試料 B 変色において減少し、末期にいたつて僅かに増加している。絶対量も同様である。

試料 C 含有率、絶対量とも著しい増加の傾向を示している。

試料 D 第1群では著しい増加を示しているが、変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。絶対量における傾向はさらに著しい。第2群では、含有率、絶対量とも著しい増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% (A₃) ~ 21.75% (B₃) であるのにくらべて、褐色朽の末期においては 40.45% (D₃) ~ 66.34% (F) と、總て著しい増加を示している。また絶対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。絶対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、絶対量は變色、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、絶対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、絶対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。絶対量は減少している。

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 ではむしろ多くなっている。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、その性格を特に検討する必要がある。

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、絶対量は減少している。 α -セルローズは含有率に變化は認められないが、絶対量は減少している。さらに β + γ -セルローズは含有率は増加するが、絶対量は殆んど變化していない。白色纖維状物のセルローズは、1 回の脱リグニン処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、絶対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、変色材 B₂ では極端に少く特異性を示している。またこれと反対に β-および γ-セルローズは増加の傾向を示し、殊に B₂ 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 B₂ 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、絶対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、絶対量の減少はさらに著しい。β-セルローズは中期に増加して末期には減少し、絶対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、絶対量の増加も同様である。

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、絶対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、絶対量とも著しく、β-セルローズは逆に増加の傾向を示している。また γ-セルローズは含有率、絶対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 のみが含有率の増加を示し、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。絶対量は腐朽型を問わす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、残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-セルローズは増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 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 (A₂) 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 含有率には増減の傾向は認められず、絶対量は末期にいたつて僅かに減少している。

試料 C 含有率は次第に増加し、末期には著しい増加を示している。絶対量は中期まで恒量を示しているが、末期にいたつて増加している。

試料 D 第 1 群では含有率は次第に増加の傾向を示しているが、絶対量は殆んど恒量を示し、末期にいたつて僅かに増加する。第 2 群の含有率は増加の傾向が第 1 群よりも著しく、絶対量も次第に増加し健全材の 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、絶対量とも減少し、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、絶対量は僅かに増加の傾向を示している。この増加は材の収縮によつて説明できる。

10. メトキシル基

試料 A 中期および末期の材から、白色繊維状物を除いた部分 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 著しい変化はみられないが、含有率、絶対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。絶対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。実験に用いた材は、できるだけあて材のごとき特殊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繊維状物など、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、それぞれの性質に従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、すべて一般分析に従っているので、実験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点はある。然し適当な分析方法の確立されない間は、一般分析法に従って分析し、さらに、それぞれの特殊事情を考慮して分析値を検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検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状態が推察できた。これについての顕微鏡的研究はすでに小原等³⁴⁾によつて行われている。

2. 容 積 重

木材が腐朽するに従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。実験室において一定容積の材片を用いて腐朽試験を行う場合は、重量減少が直ちに絶対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、絶対量の消長は、容積重の変化から推定するより方法がない。従つて容積重を用いて算定した値から絶対量の消長に検討を加えてきたが、褐色朽(C, D)のリグニンに見られるごとく、腐朽によつて増加を示す場合がある。これは材の収縮に起因するものであつて、龜裂の状態からも想像できるが、試料Cに例をとつてみると、C₂およびC₃の同一年輪界によつて挟まれた十數年輪について年輪幅を測定したところ、C₂からC₃に變化する間に12~25%の収縮がみられた。このように容積重の變化は材の収縮によつて影響されるところ大であるから、収縮を考慮すれば絶対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、吸濕性については検討しなかつた。試料Dの天然の状態では、腐朽部は健全部より水分含有率が大であり、筆者等の未發表の実験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。³⁵⁾ 灰分については実験室における培養試験のごとき規則正しい結果は現れていないが、褐色朽では僅かに増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(A₄)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、褐色朽では増加しているのは既往の研究¹⁰⁾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様の傾向を示した。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残し、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、従来、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増加が少く、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. 冷水および温水抽出物

冷水および温水抽出物は、エゾタケの場合を除いて増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⁸⁾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、吸収されるので、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会が多いから、冷水抽出物の検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合物はアルコール・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増加がみられるのは、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増加するのも、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分離されている⁴⁾ことから解る。

7. 1%-NaOH 抽出物

1%-NaOH 抽出物は、腐朽によつて例外なく増加するが、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説明されている。従つて、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A₀, A₁, A₂, A₃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 H₂SO₄

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(A₂)に最多となり、沈澱物の量は末期(A₃)には健全材のそれよりも少く、これらを総合すると、木材の分解によるアルカリ可溶物への変化の状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、吸収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増加の傾向を示しているが、非沈澱物は中期(C₂)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変化)は第一次分解(アルカリ可溶性まで変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様進行するが、第二次分解は緩慢であることがうかがわれ。まへの白色朽と異なる點が注目される。

さらに、C₃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C₃についてアルカリの濃度を變えて検討した結果は第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 C₃ の抽出物および沈澱物の量
Table 9. The extractive with various NaOH solutions
and the precipitate with H₂SO₄ (C₃)

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 Precipitate	%	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、セルロース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単離したセルロース白色繊維状物(A₄)についてみると、その主成分は粗セルロース(この中には脱リグニン処理によつて、無色のまま溶出され、薬液に抵抗性の少い約10%の變質セルロースを含む)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ス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、絶対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⁵⁸⁾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A₄の5.70%が最低であり、絶対量の減少率はA₃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日立つて多いのは、セルロース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⁵⁹⁾ことも考えられて検討すべき餘地を残している。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セルロースの定量値と比較してその分解が少ないとすることは危険である。なお、A₄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. セルロース

セルロースの含有率は、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、絶対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。このセルロースの分解は、さらに α -セルロースの減少によつても明かである。セルロース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^{54,56)}、X線⁵⁴⁾、複屈折⁵⁸⁾などによつて行われた結果が明かにされている。セルロースは白色朽の場合は分解されないとする人もあるが^{49,60)}、残存することが直ちに分解しないと考えるはあたらない。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 A₄ 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 C₁₃H₂₂O₁₁ 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応がなく、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%-H₂SO₄ 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⁾、おそらく残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残存する部分は 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。従つてセルローズは A₄ と同様に可溶性に分解變質した形で相當量残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、纖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悪質であることが知られている^{67, 61)}。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⁷⁾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、褐色朽では増加することは既往の結果と一致する。また褐色朽の場合、絶對量が増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⁸⁰⁾ 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、今後検討の餘地を残している。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検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	43.28	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 単離硫酸リグニンの
メトキシ基含有率
Table 11. OCH₃ content
of isolated lignin

試料 Sample	メトキシ基 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

このように変化は少いけれども、腐朽によつて僅かに減少の傾向を示している。さらに単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、腐朽による変化の傾向は脱メトキシ基を示し、ことに末期において著しい。木材中のメトキシ基含有率から算定したものと比較して、単離リグニンのメトキシ基含有率の低いのは、単離のさいに脱メトキシ基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、これらを総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雑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、腐朽状態を考慮して、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、増加および不變を示して、腐朽型の分類上有力な基準をあたえる。

5) セルロース、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検討して、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) 絶對量の増減は、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参考にし、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険である。

成分含有率の變化についても同様である。

8) 外観による腐朽型の分類は、化学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、これを化学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処理は、木材の集約な利用および森林経営上からも重要なので、その化学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変化について、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増加が著しい。セルロース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——セルロースよりもリグニンを多く含むもの。
- b. 褐色朽——リグニンよりもセルロースを多く含むもの。
- c. 中間朽——兩者を同じ程度に含むもの。

2) 腐朽の進行と共に、各成分は著しく變質している。リグニンは一部脱メトキシルが起り、アルカリ可溶性を増加している。セルロースは、例えばエゾノコシカケによつてレンズ状孔中に残された白色纖維狀物は、 α -セルロース 18.38%、ペントース 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ス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 引用ならびに参考文献

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 STADL, 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 *Ganoderma applanatum* (PERS.) Pat., *Fomes fomentarius* (L.) FR., *Polyporus adustus* (WILLD) FR., *Pleurotus ostreatus* (JACO.) FR., *Trametes Pini* (BROT) FR. and *Polyporus abietinus* (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 cedar (*Thuja plicata* 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) CZAPKE, F.: Zur Biologie der holzbewohnenden Pilze. Ber. deut. bot. Ges., 17, 166 (1899).
- 18) FALCK, R.: Über Korrosive und destruktive Holzersetzung 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 natürliche Prozesse des Cellulose und der Ligninabbaus der verholzten Membran durch Bakterien auf Grund eines grösseren Dunggerverrottungsversuches. 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 Humstoffe 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 Pflanzenkrankheiten 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) JOHNSON, 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 holzerstörender 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 occurring 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 holzerstörender Pilze und die hierdurch verursachte Festigkeitsverminderung des Holzes. Angew. Botan. XVI. 363 (1934).
- 44) PECHMANN, H. von. and SCHALLE, O.: Über die Änderung der dynamische Festigkeit und der chemischen Zusammensetzung des Holzes durch den Angriff holzeretzender Pilze. Forstwissenschaftl. Centralblatt, 69, 44 (1950).
- 45) ROSE, R. E. and LISSE, M. W.: The chemistry of wood decay. Paper i—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.: Quoted 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 Holzzerlegung. *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 安・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.): リグニンの化学 (東京, 昭和22年; 1947).
- 67) 逸見武雄・赤井重恭 (HENMI, T. and AKAI, S.): 木材腐朽菌学 (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. *日本林学会誌*, 第22卷, 第5號, 263頁 (昭和15年; 1940).
- 69) 龜井専次: エゾダケに由る針葉樹心材腐朽に就て. 北海道大學農学部演習林研究報告, 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) 龜井専次: トドマツオオウズラダケに由るトドマツ及びアカエゾマツの心材腐朽. 北海道大學農学部演習林研究報告, 第15卷, 第1號, 151頁, 昭和26年.
KAMEI, S.: Brown cubical butt rots of *Abies sachalinensis* 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学變化, 附白蟻巢の化学的成分. *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.): バルブ及製紙工業實驗法 (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.): プナ材及びブナバルブの化學的研究 (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. 林産科學, 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), 炭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 (OHARA, 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.): エゾマツ心材白斑菌腐蝕侵入の経路と其豫防に就て. 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. 樺太中央試験所報告, 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.): 北海道産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. %
<i>Fomes jezoensis</i> T. et K.	<i>Picea jezoensis</i> CARR.	0.42	0.37	0.32	13.73	18.98	21.02
<i>Polyporus borealis</i> FR.	<i>Picea Glehnii</i> MAST.	0.42	0.40	0.34	16.13	14.86	21.75
<i>Polyporus balsameus</i> FR.	<i>Picea Glehnii</i> MAST.	0.44	0.37	0.31	13.79	40.49	50.56
<i>Polyporus Schweinitzii</i> FR.	<i>Abies sachalinensis</i> SCHM.	0.43	0.34	0.29	9.50	42.50	40.45
	<i>Picea Glehnii</i> MAST.	—	—	0.34	—	—	48.48
	<i>Larix kaempferi</i> SARG.	—	—	0.32	—	—	66.34
<i>Lenzites sepiari</i>	<i>Picea jezoensis</i> CARR.	—	—	0.20	—	—	51.82
<i>Merulius lacrymans</i>	<i>Picea jezoensis</i> CARR.	—	0.29	0.25	—	37.68	63.08
Unknown	<i>Chamaecyparis obtusa</i> S. et Z.	—	—	—	—	—	57.49
	<i>Chamaecyparis pisifera</i> 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	29.34	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 pentosan, 60.30 per cent 1%-NaOH soluble matter, and had the empirical formula $C_{18}(H_2O)_{11}$.

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.