

オオウズラタケによる褐色朽の化学的特性

石原光朗⁽¹⁾・志水一允⁽²⁾MITSURO ISHIBARA and Kazumasa SHIMIZU : Chemical Characteristics
of Brown Rot by *Tyromyces palustris*

要 旨：褐色腐朽菌の産生する多糖類加水分解酵素に関する基礎的知見を得ることを目的として、カラマツ (*Larix leptolepis*) および シラカンバ (*Betula platyphylla*) を褐色腐朽菌オオウズラタケ (*Tyromyces palustris*) で腐朽させ、腐朽に伴う木材成分の化学的变化を研究した。すなわち、腐朽材のリグニン含量と糖組成の分析から腐朽過程における褐色腐朽菌の基質選択性を検討し、さらに腐朽材からホロセルロースを調製し、ゲル・パーミエーション・クロマトグラフィーおよびX線回折により、セルロースの重合度および結晶化度の低下を調べた。

その結果、オオウズラタケによりヘミセルロース、特にマンナンが優先的に分解され、腐朽の初期段階(重量減:15~20%まで)でセルロースの分解は限られていたが、その重合度は急激に低下した。腐朽の進行とともにセルロースの分解率は増大し、重量減が20%を越す段階から結晶化度も次第に低下した。また、リグニンは酸可溶性リグニン量が若干増加する程度で、腐朽が進んだ段階でも、その絶対量はほとんど変化しないことが認められた。

目 次

1. 緒 言	142
2. 実 験	142
2.1 供 試 菌	142
2.2 腐朽材の調製	142
2.2.1 針葉樹材ブロックの腐朽	142
2.2.2 固型培養法による広葉樹材の腐朽	143
2.3 リグニンの定量	143
2.4 腐朽材の糖組成分析	143
2.5 腐朽材多糖のカルバニル化	143
2.6 ゲル・パーミエーション・クロマトグラフィー (GPC)	143
2.7 結晶化度の測定	143
3. 結果と考察	144
3.1 カラマツ材における基質選択性	144
3.2 腐朽によるカラマツ材セルロースの重合度低下	146
3.3 腐朽によるシラカンバおよびカラマツ材セルロースの結晶化度の低下	148
4. 結 言	150
謝 辞	150
引用文献	150
Summary	152

1. 緒 言

林地除間伐材、未利用広葉樹、各種木材工業における工場残廃材など低質木質系資源の多糖類成分の有効利用に、環境汚染を伴わない、省力的変換技術として、微生物の持つ機能を活用することが期待されている。繊維や建築資材を侵すセルロース分解微生物を防御することは経済上重要なことであるが、本研究では、近年、北海道地区の木造家屋に甚大な被害をもたらしている褐色腐朽菌¹⁾を対象として、腐朽特性からその多糖類加水分解酵素に関する基礎的知見を得ることを目的とした。代表的な褐色腐朽菌として、オオウズラタケ (*Tyromyces palustris*) の腐朽過程における各成分の分解率と、セルロースの重合度および結晶化度の低下を検討した。

木材の細胞壁はセルロース、ヘミセルロース、リグニンからなっているが、細胞壁中のそれらの成分を分解する微生物は木材腐朽菌と呼ばれる。木材腐朽菌は腐朽のタイプにより、担子菌類に属する白色腐朽菌と褐色腐朽菌、および子のう菌類や不完全菌類に属する軟腐朽菌に分類されるが、白色腐朽菌だけはリグニンを含むすべての成分を分解する能力を持っている。褐色腐朽菌と軟腐朽菌は、リグニン分解力をもたず木材中の炭水化物を選択的に分解するが、腐朽形態の上で両者は異なる。軟腐朽は広葉樹材に被害が多く、菌糸体が直接細胞壁を蝕害して、軟腐朽に特有の cavity を形成するが、軟腐朽の場合、その攻撃は菌糸体の近傍に限られ、木材に対する分解力は弱い。褐色腐朽菌は針葉樹材に比較的多く出現し、その菌糸体が細胞内腔に進入して、細胞壁と接触し、酵素を分泌する。菌体外の酵素は細胞壁内に拡散し、酵素により分解された生成物は菌糸体に取り込まれ、代謝される^{2)~6)}。褐色腐朽菌では、脱リグニン処理しても腐朽促進効果は認められず、その侵害力はリグニンの存在によって影響を受けない⁶⁾。また、褐色腐朽菌は純粋なセルロース基質上で培養した場合、セルロースを分解しないが、木材などのようにリグニンを含んだ培地で培養すると、セルロースを分解するといわれている⁷⁾。木材セルロースの分解機作においても、褐色腐朽菌は白色腐朽菌と対比して特徴的である。白色朽の場合、腐朽が進行しても、腐朽材のセルロースは健全材のそれに近い重合度を保持しているが、褐色朽ではまず非晶部分が選択的に分解を受け、腐朽の初期段階に腐朽材のセルロースの重合度は level-off 重合度まで速やかに低下すると報告されている⁸⁾⁹⁾。

2. 実 験

2.1 供 試 菌

オオウズラタケ *Tyromyces palustris* (BERK. et CURT) MURR. 林試 0507 を使用した。この菌株は木材の腐朽試験 (JIS Z 2119) および木材の防腐効力試験 (JIS A 9302) の規格に採用されている。

2.2 腐朽材の調製

2.2.1 針葉樹材ブロックの腐朽

600 ml 容の培養ビンに、100 ml の麦芽寒天 (ディフコ社, U. S. A.; 麦芽抽出物 3%, 寒天 1.5%, 滅菌後の pH 5.5) を入れ、オオウズラタケを接種した。1週間経過後、寒天の上にオオウズラタケの菌糸体がマット状に広がってから、カラマツ (*Larix leptolepis*) の辺材、心材ブロック (各 20×20×3, mm) を無菌条件下でマット状の菌糸体の上に乗せ、温度 26°C、相対湿度 90% の室内で 3~14 週間腐朽させた。腐朽後、各ブロック表面の菌糸体を取り除き、真空乾燥機を用いて 40°C で乾燥し、恒量値から重量

減を求めた。各種の分析に供試するにあたって、腐朽材ブロックを40~80メッシュに粉碎した。

2.2.2 固型培養法による広葉樹材の腐朽

培養函 (ステンレス 18×24×5, cm) を用いてオオズラタケを2~9週間培養した。培地は蒸煮シラカンパ材 [*Betula platyphylla*, チップを水蒸気圧 13 kg/cm² で20分蒸煮し, リファイナー (クリアランス: 5 mm) で解繊した] を水洗したもの 160 g (乾量) を唯一の炭素源とし, ペプトン 20 g, イーストエキス 2 g, KH₂PO₄ 2 g, Na₂HPO₄·7H₂O 200 mg, MgSO₄·7H₂O 1 g, CaCl₂ 600 mg, FeSO₄·7H₂O 20 mg, MnSO₄·4H₂O 2 mg, ZnSO₄·7H₂O 2 mg, CuSO₄·5H₂O 4 mg, CoCl₂ 4 mg からなり, 水分はシラカンパ材重量の307%に調整した。上記と同じ組成の培地でオオズラタケを1週間培養したものを20 g を接種して, 26°C で所定期間培養後, 7.5 l の M/10 酢酸-酢酸ナトリウム緩衝液 (pH 3.80) により, 固型培地中に生産された酵素をホモジナイザーで抽出した。遠心分離により酵素抽出液と培養残渣に分離し, 培養残渣は真空乾燥機を用いて40°C で乾燥し, 恒量値から重量減を求めた。

2.3 リグニンの定量

クラークソン・リグニンは JIS P 8008 に従って求めた。酸可溶性リグニンは, クラークソン・リグニン定量時の濾液の205 nm における吸光度から, $\epsilon = 110 \text{ l/g}\cdot\text{cm}^{\text{9}}$ を用いて算出した。

2.4 腐朽材の糖組成分析

腐朽材中の多糖の糖組成分析は, クラークソン・リグニン定量時の濾液を試料として, KESLER の方法¹⁰⁾ に従い, テクニコン糖分析計で行った。

2.5 腐朽材多糖のカルバニル化

腐朽材中の多糖の分子量分布の測定のため, 多糖のカルバニル化誘導体を KÖSSLER らの方法¹¹⁾ に従って調製した。まず, 40~80メッシュに粉碎した腐朽材を亜塩素酸塩法¹²⁾ によって脱リグニン処理し, 得られた腐朽材ホロセルロース 0.1 g をフラスコに入れ, 40°C, 真空下で一晩乾燥後, 蒸留精製した乾燥ピリジン 7 ml と蒸留精製したフェニルイソシアネート 3 ml を加え, 100°C で10時間反応させた¹³⁾。反応後, カルバニル化したホロセルロースをアセトンに溶解し, 溶液からメタノールで沈澱させた。沈澱物をメタノールで洗浄し, 40°C, 真空下で乾燥した。対照試料として, 健全材のホロセルロース, ホロセルロースから抽出したキシランとグルコマンナンおよびアルカリ抽出残渣である α -セルロースのカルバニル化試料をそれぞれ調製した。

2.6 ゲル・パーミエーション・クロマトグラフィー (GPC)

カルバニル化した腐朽材多糖の分子量分布は, GPC によって測定した。装置は東洋曹達社 HLC-802 UR 型で, 縦に接続した2本の60 cm カラム (TSK-GEL GMH₆, 東洋曹達社) を使用した。カルバニル化したサンプルをテトラヒドロフランに0.2%で溶解させ, メンブランフィルターで痕跡の不溶部を除いた後, 0.5 ml をカラムにインジェクトした。溶媒はテトラヒドロフラン, 流速は1.0 ml/min, 検出には屈折計を使用した。

2.7 結晶化度の測定

腐朽材多糖の結晶化度は X 線回折法により求めた。亜塩素酸塩法により脱リグニン処理した腐朽材ホロセルロース 200 mg を IR 試料調製用の錠剤成型器で5分間 100 kg/cm² で加圧し, 無配向の円板状の試料 (20 mm ϕ × 1 mm^T) を作製した。Ni フィルターによる Cu-K α の単色 X 線源を装備した X 線回折装置 (理学電機社, モデル 4032A2) を使用し, 管電圧 30 kV, 管電流 15 mA で, 回折角 $2\theta = 40^\circ$ から

5°まで2°/minの回転速度で測定した。結晶化度は得られたX線回折図の結晶部分、非晶部分の面積比率から、JAYMEらの方法¹⁴⁾に従って算出した。

3. 結果と考察

3.1 カラマツ材における基質選択性

カラマツ材の辺材部および心材部から調製したブロックをオオウズラタケにより26°Cで3~14週間強制腐朽させた。腐朽による重量減は腐朽期間に応じて増加し、14週間腐朽の辺材部で65%、心材部で58%に達した。重量減を腐朽の進行の指標として、各腐朽段階の辺材部、心材部についてリグニンの定量と腐朽材中の糖組成分析を行った。腐朽による重量減を差引いた辺材および心材の結果をそれぞれFig. 1およびFig. 2に示した。オオウズラタケは木材中のセルロース、ヘミセルロースを選択的に分解し、腐朽が進行してもクラートン・リグニンと酸可溶性リグニンのトータルは健全材のリグニン含量とほとんど変化していないことが認められた。酸可溶性リグニンは腐朽の程度が進むにつれて辺心材ともに若干増加した。

腐朽材の糖組成分析の結果から、各腐朽段階におけるカラマツ辺心材の多糖成分（セルロース、キシラン、グルコマンナン）の分解率を求め、オオウズラタケの基質選択性を検討した。辺材および心材の結果をそれぞれFig. 3および4に示した。多糖成分の分解率を算出するにあたり、針葉樹材のグルコマンナンはβ-(1→4)-結合の直鎖状の構造を持つポリマーで、構成するD-グルコース残基とD-マンノース残基の比率を1:3とし¹⁵⁾、またD-グルコース残基がグルコマンナン中にランダムに分布していると仮定した¹⁶⁾。すなわち、多糖成分のうち、キシランとグルコマンナンの分解率は腐朽によって消費されたキシロ

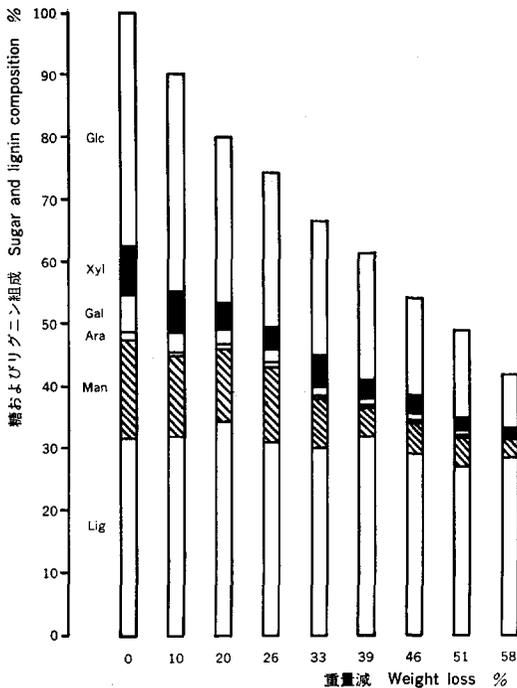


Fig. 1. 腐朽過程におけるカラマツ辺材の糖組成およびリグニン含量
Sugar composition and lignin content of karamatsu sapwood in progressive stages of decay.

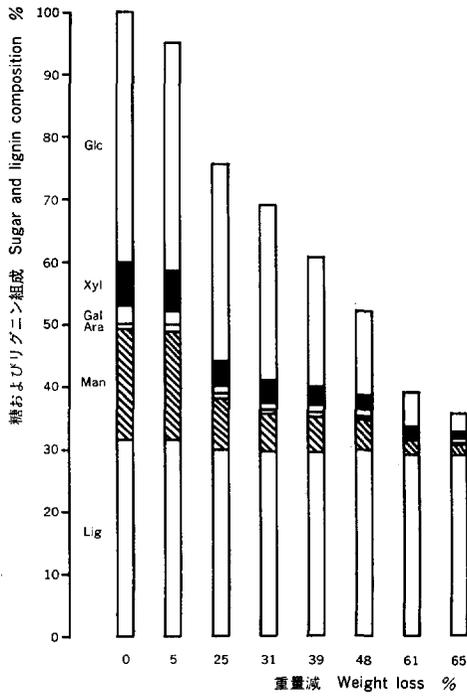


Fig. 2. 腐朽過程におけるカラマツ心材の糖組成およびリグニン含量
Sugar and lignin composition of decayed karamatsu heartwood in progressive stages of decay.

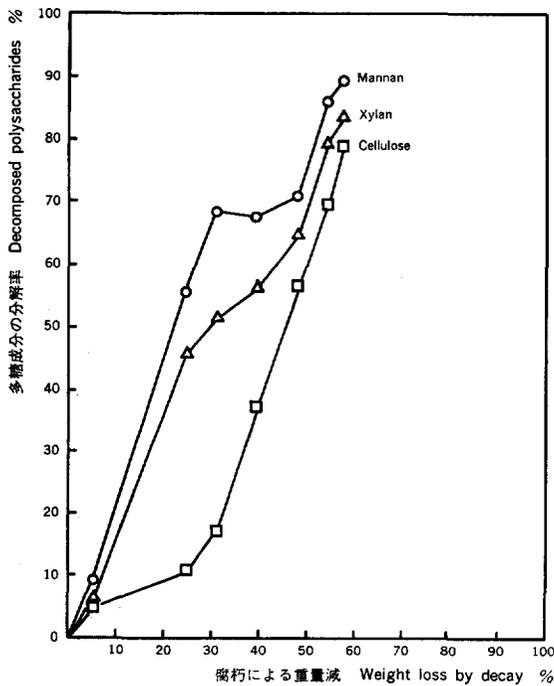


Fig. 3. カラマツ辺材の腐朽過程における多糖成分の分解率
Decomposition rate of polysaccharides of karamatsu sapwood in progressive stages of decay.

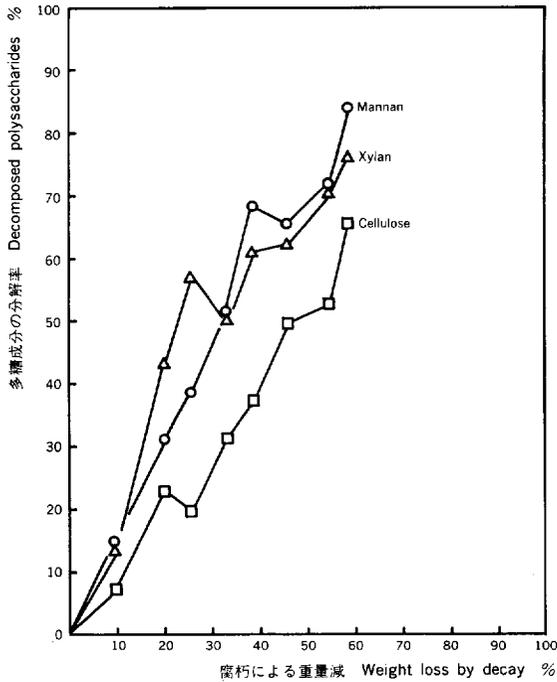


Fig. 4. カラマツ心材の腐朽過程における多糖成分の分解率
Decomposition rate of polysaccharides of karamatsu heartwood in progressive stages of decay.

ースおよびマンノースのそれぞれの比率によって推定したが、セルロースの分解率はグルコマンナン分解に由来するグルコース量を補正して求めた。

辺材の場合、オオウズラタケにはグルコマンナン>キシラン>セルロースというはっきりとした基質選択性の順序が認められ、セルロースの分解は腐朽の初期で弱く、重量減が30%を越す段階から急速に進んだ。心材では、カラマツに特有の多糖成分であるアラビノガラクトタンが存在することや微生物の成長にマイナスの影響を及ぼす微量の心材成分など結果をより複雑にする因子が考えられるが、腐朽の初期段階ではキシランがグルコマンナンより分解されやすく、腐朽の進行とともにその関係は逆になった。アラビノガラクタンの存在量はグルコマンナンやキシランに比べるとはるかに少ないが、水溶性多糖であり、少なくともガラクトースの大半は腐朽の初期に消失した。セルロースは辺材の場合と同様、二つのヘミセルロース成分よりも分解を受けにくかった。オオウズラタケのように針葉樹材、広葉樹材の両者を宿主とする木材腐朽菌では、木材を構成する単糖類（グルコース、アラビノース、ガラクトース、マンノースおよびキシロース）の利用において基質選択性は見いだされていないが¹⁷⁾、カラマツ辺材の腐朽過程から、オオウズラタケはセルロースよりもヘミセルロース、特にマンナンを優先的に攻撃すると考えられる。

3.2 腐朽によるカラマツ材セルロースの重合度低下

腐朽の進行による木材多糖の重合度変化を知るために、腐朽材から調製したホロセルロースをカルバニル誘導体に変換し、GPCにより分子量分布を調べた。カルバニル化セルロースが比較的安定な誘導体であることが見いだされ¹⁸⁾、さらにGPCでセルロースの分子量分布を測定するための誘導体として、従来用いられてきた硝酸セルロースと比較してカルバニル化セルロースの優れている点が報告されている¹⁹⁾。

健全なカラマツ材から単離した多糖成分であるホロセルロース、 α -セルロース、キシランおよびグルコ

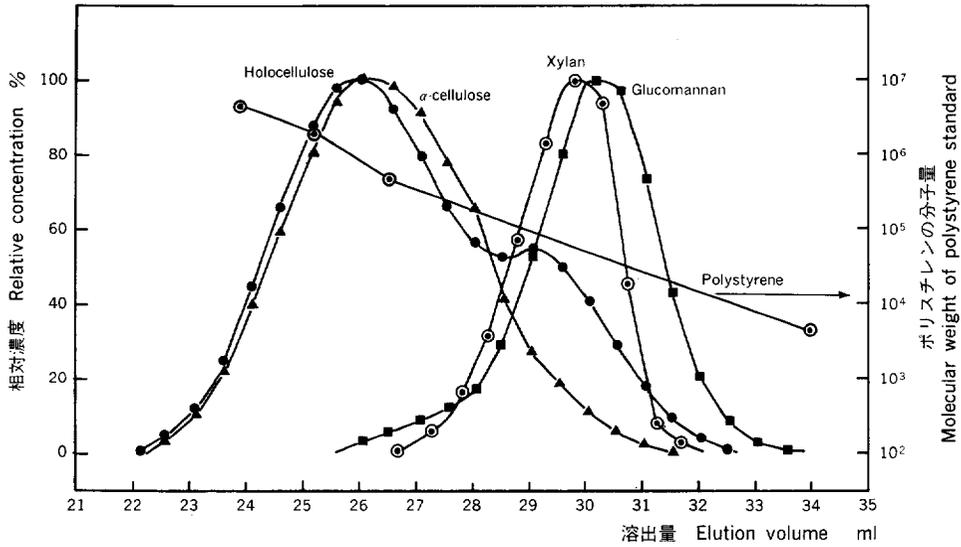


Fig. 5. ホロセルロース, α-セルロース, キシランおよびグルコマンナンのゲル・パーミエーション・クロマトグラムと分子量既知ポリスチレンの溶出位置

Gel permeation chromatograms of carbanilated holocellulose, α-cellulose, xylan and glucomannan, and elution volumes of polystyrene standards.

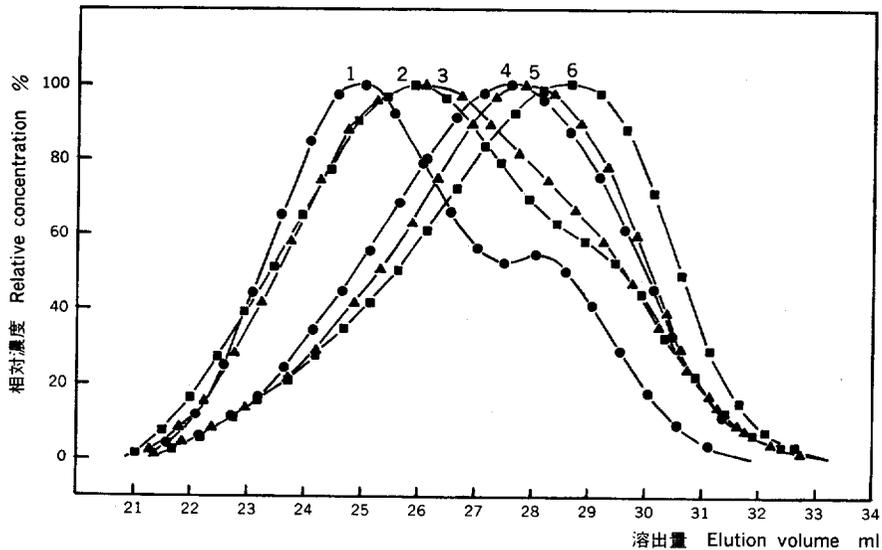


Fig. 6. 腐朽過程におけるカラマツ辺材 ホロセルロースの GPC クロマトグラム

Chromatograms of holocellulose of karamatsu sapwood in progressive stages (1~6 : weight loss) of decay.

1 : sound wood, 2 : 0.0%, 3 : 5.1%, 4 : 24.6%, 5 : 31.1%, 6 : 39.3%.

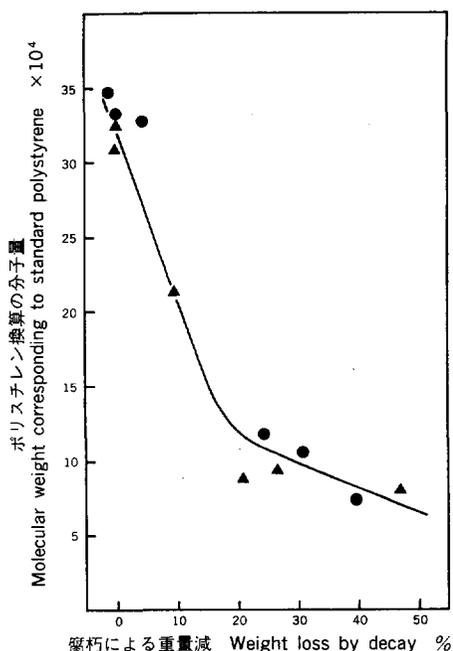


Fig. 7. 腐朽によるカラマツホロセルロースの重合度低下

Depolymerization of karamatsu holocellulose in progressive stages of decay.

▲ : Heartwood, ● : Sapwood

マンナンゲルのパーミエーション・クロマトグラムと分子量マーカーとしての数種のポリスチレンの溶出位置を Fig. 5 に示した。ホロセルロースのクロマトグラムではセルロースの重合度分布に相当する第 1 のピークが、高分子側の溶出位置 (26 ml) に、ヘミセルロースの存在に基づく第 2 のピークが低分子側 (29 ml) に現れた。ホロセルロースよりアルカリ抽出したヘミセルロースおよびアルカリ抽出残渣の α -セルロースは、いずれもホロセルロースの対応するピークよりも低分子側に溶出したが、アルカリ抽出操作の過程で、ある程度重合度が低下したものとみられる。

カラマツ腐朽材から調製したカルバニル化ホロセルロースのゲル・パーミエーション・クロマトグラムを Fig. 6 に示した。腐朽の進行とともに、セルロースの第 1 のピークは低分子側に移行し、また第 2 のピークは腐朽初期の段階でショルダーとなり次いで消失した。セルロースの重合度分布が腐朽の進行とともに低分子側に移行したので、ヘミセルロースの重合度低下の経過は明らかでないが、オオウズラタケの腐朽により腐朽材中

の多糖成分の解重合は着実に進んでいる。心材の腐朽においても、辺材と同様の傾向が認められた。

腐朽材ホロセルロースの数平均分子量の低下の経過を Fig. 7 に示した。腐朽による重量減が 15% 程度までの初期段階で、腐朽材ホロセルロースの重合度は大幅に低下し、それ以降の腐朽段階で重合度の低下は緩やかになった。褐色腐朽菌 *Poria monticola* による Sweetgum (*Liquidambar styraciflua*) 辺材の腐朽について化学的研究を行った COWLING と BROWN も同様の結果を得ている⁹⁾。彼らの結論と同様、褐色腐朽菌は腐朽の初期段階に非晶部分を選択的に分解し、腐朽の進んだ段階での腐朽材ホロセルロースの重合度はセルロース結晶部分の重合度に相当すると考えられる。

3.3 腐朽によるシラカンバおよびカラマツ材セルロースの結晶化度の低下

シラカンバおよびカラマツホロセルロースの腐朽による結晶化度の変化を X 線回折法により追跡した。各段階のシラカンバ腐朽材から調製したホロセルロースの X 線回折図を Fig. 8 に示した。002 面の回折ピークが $2\theta=22.6^\circ$ に、また 101 面および $10\bar{1}$ 面の回折ピークが $2\theta=14^\circ\sim 18^\circ$ に現れ、典型的なセルロース I の回折パターンを示した。腐朽が進んだ段階では、002 面と、101 面および $10\bar{1}$ 面の回折ピークの強度がそれぞれ著しく低下し、オオウズラタケの腐朽によってセルロースの結晶部分も分解を受けることは明らかである。カラマツ腐朽材についても同様の結果を得た。

シラカンバおよびカラマツ腐朽材のホロセルロースの回折図形から、各腐朽段階におけるそれぞれの結晶化度を算出した。腐朽による重量減と腐朽材ホロセルロースの結晶化度の関係を Fig. 9 に示した。シ

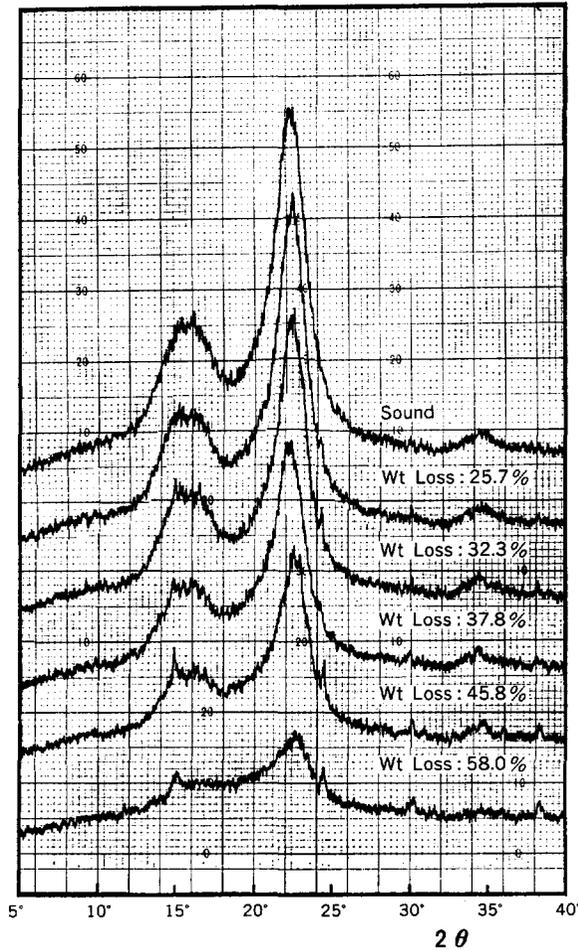


Fig. 8. 腐朽過程におけるシラカンバホロセルロースのX線回折図
X-ray diffractograms of shirakamba holocellulose in progressive stages of decay.

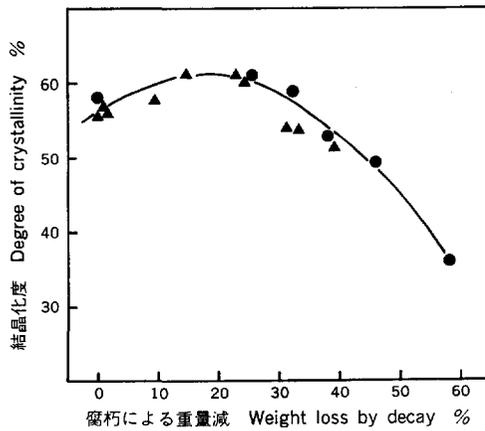


Fig. 9. 腐朽によるカラマツおよびシラカンバホロセルロースの結晶化度の変化
Change of degree of crystallinity of karamatsu and shirakamba holocellulose in progressive stages of decay.
▲ : Karamatsu, ● : Shirakamba

ラカンバ、カラマツ両腐朽材ともに、腐朽による重量減が 20% 程度までは腐朽材ホロセルロースの結晶化度は漸増し、それ以降の段階では次第に低下することが認められた。腐朽の初期段階で非晶領域のセルロースの分解が優先し、腐朽が進むにつれて結晶領域のセルロースも分解を受けるものと考えられる。

4. 結 言

オオウズラタケは 9～14 週間の実験室レベルの腐朽で針葉樹材、広葉樹材に関係なく、50% 以上の重量減を生じさせた。各腐朽段階におけるカラマツ腐朽材の糖組成分析およびリグニンの定量結果から、オオウズラタケはセルロースよりもヘミセルロース、特にマンナンを選択的に攻撃し、また分解を受けないリグニンは腐朽材に集積されることが認められた。腐朽材ホロセルロースの GPC および X 線回折の分析結果は、腐朽の初期段階に腐朽材ホロセルロースの結晶部分の比率が高まり、同時に重合度の大幅な低下が生じていることを示し、Cx-セルラーゼはヘミセルラーゼと同様、腐朽の当初から木材の分解に大きく関与していると考えられる。また、腐朽の初期段階では非晶領域のセルロースの分解が優先し、腐朽が進むにつれて結晶領域のセルロースも分解を受けることが明らかになった。

謝 辞

本研究にあたり、終始ご指導と激励を賜った石原達夫林産化学部第三科長に深謝致します。また、GPC、X 線回折の測定にご援助下さった黒須博司技官、齊藤寿義技官並びに本実験に協力して下さった瀬谷聡子氏に謝意を表します。

引 用 文 献

- 1) 土居修一・斉藤光雄：木造住宅のナミダタケ被害調査——旭川市における事例を中心として、木材工業, **36**, 486～489, (1981)
- 2) MEIER, H.: Über den Zellwandabbau durch Holzvermorschungspilze und die submikroskopische Struktur von Fichtentracheiden und Birkenholzfasern, Holz als Roh- und Werkstoff, **13**, 323～328, (1955)
- 3) COWLING, E. B. and BROWN, W.: Structural features of cellulosic materials in relation to enzymatic hydrolysis, Adv. Chem. Ser., **95**, 152～186, (1969)
- 4) LIESE, W.: Ultrastructural aspects of woody tissue disintegration, Ann. Rev. Plant Pathology, **8**, 231～258, (1970)
- 5) KEILICH, G., BAILEY, P. and LIESE, W.: Enzymatic degradation of cellulose, cellulose derivatives and hemicelluloses in relation to the fungal decay of wood, Wood Science and Technology, **4**, 273～283, (1970)
- 6) 布施五郎：木材腐朽と微小菌類, 化学と生物, **20**, 778～788, (1982)
- 7) NILSSON, T.: Comparative study on the cellulolytic activity of white-rot and brown-rot fungi, Mater. Org., **9**, 173～198, (1974)
- 8) 香山 彊：パルプ原木としての腐朽材の化学的研究（第 5 報）腐朽材セルロースの重合度変化および生成パルプの重合度、結晶領域におよぼす腐朽の影響, 木材誌, **8**, 197～203, (1962)
- 9) SWAN, B.: Isolation of acid-soluble lignin from the Klason lignin determination, Svensk Papperstidn., **68**, 791～795, (1965)
- 10) KESLER, R. B.: Rapid quantitative anion-exchange chromatography of carbohydrates, Anal. Chem., **39**, 1416～1422, (1967)

- 11) KÖSSLER, I., DAÑHELKA, J., NETOPILIK, M., SAMKOVÁ, M. and KATUŠČÁKOVÁ, G. : The carbanilate method for determination of polymerization of cellulose, *Svensk Papperstidn.*, **84**, R137~R140, (1981)
- 12) BROWNING, B. L. : *Methods of wood chemistry*, John Wiley and Sons, Inc., New York, 395 pp., (1967)
- 13) SCHROEDER, L. R. and HAIGH, F. C. : Cellulose and wood pulp polysaccharides—Gel permeation chromatographic analysis, *Tappi*, **62**, 103~105, (1979)
- 14) JAYME, V. G. und KNOLLE, H. : Beitrag zur empirischen röntgenographischen Bestimmung des Kristallinitätsgrades cellulosehaltiger Stoffe, *Das Papier*, **18**, 249~255, (1964)
- 15) ISHIBARA, M. and SHIMIZU, K. : Hemicellulases of brown rotting fungus, *Tyromyces palustris* IV. Purification and some properties of an extracellular mannanase, *Mokuzai Gakkaishi*, **26**, 811~818, (1980)
- 16) 越島哲夫 : 木材化学 (上), 右田伸彦, 米沢保正, 近藤民雄編, 共立出版, p. 283, (1968)
- 17) RYPÁČEK, V. : Chemical Composition of Hemicelluloses as a factor participating in the substrate specificity of wood-destroying fungi, *Wood Science and Technology*, **11**, 59~67, (1977)
- 18) BURCHHARD, W. : Über die Gestalt von Amylose- und Cellulose-tricarbanilat in verschiedenen Lösungsmitteln, *Z. Phys. Chem.*, **42**, 293~313, (1964)
- 19) VALTASAARI, L. and SAARELA, K. : Determination of chain length distribution of cellulose by gel permeation chromatography using the tricarbanilate derivative, *Paperi ja Puu*, **57**, 5~10, (1975)

Chemical Characteristics of Brown Rot by *Tyromyces palustris*

Mitsuro ISHIHARA⁽¹⁾ and Kazumasa SHIMIZU⁽²⁾

Summary

Karamatsu (*Larix leptolepsis*) and Shirakamba (*Betula platyphylla*) were subjected to fungal decay of the brown rotting fungus, *Tyromyces palustris*. Through the analysis of the wood constituents in the progressive stages of decay, the substrate specificity and the changes of the molecular size and the crystallinity index of the decayed wood polysaccharides were studied. It was recognized that there are two important aspects of the brown-rot :

1) The fungus attacks hemicelluloses, especially mannan, more selectively than cellulose and causes a rapid depolymerization of the wood polysaccharides during the initial stage of decay (weight loss by decay : up to 15~20%).

2) The crystalline cellulose resists the initial attack of the fungus but begins to be degraded under successive attacks.

Received February 3, 1984

(1) (2) For. Products Chemistry division