

ナミダタケによって腐朽したエゾマツ材 の顕微鏡観察

土居修一 西本孝一*

Microscopical observation of decayed Ezomatsu
(*Picea jezoensis* Carr.) wood by a dry rot
fungus, *Serpula lacrymans*

Shuichi DOI Koichi NISHIMOTO

Decay by *Serpula lacrymans* (Fr.) S.F. Gray of ezomatsu (*Picea jezoensis* Carr.) was observed microscopically. Observations were made by optical microscopy using polarization techniques, by fluorescent microscopy, and by scanning-electron microscopy. Results obtained were compared with decay by *Tyromyces palustris* (Berk. et Curt.) Murr.

1) Observations by optical and fluorescent microscopy did not show any differences in decay patterns by *S. lacrymans* and by *T. palustris*. The S_1 layer and the compound middle-lamella were destroyed after the degradation of the S_2 layer. The cell wall collapsed as a result.

2) Scanning-electron microscopic observations showed that there were no bore holes in the wood decayed by *S. lacrymans*. In contrast, bore-hole formation in the wood decayed by *T. palustris* was prominent.

3) The attacks into pit borders by *S. lacrymans* resulted in cracks running along the grain of cell walls. With *T. palustris*, attacking patterns into pit borders were concentric enlargements.

From these results, it is clear that there are differences in hyphal penetration systems into wood and in the degradation patterns of cell walls between *S. lacrymans* and *T. palustris*, although both fungi are brown rotters.

ナミダタケで腐朽したエゾマツ材を顕微鏡的にオオウズラタケ腐朽材と比較検討した。その結果をまとめると次のようになる。

1) 光学顕微鏡・蛍光顕微鏡のレベルの観察では、大きな相違は認められず、両者ともこれまで針葉樹・褐色腐朽菌の組み合わせで確認されたように、 S_2 層の先行的分解-collapse形式という様式で腐朽が進行する。

2) ナミダタケ腐朽材では・オオウズラタケ腐朽材で電子顕微鏡的に認められる微少な bore holeは認められない。

3) 壁孔への攻撃様式も全く異なり、ナミダタケは細胞の繊維方向にそったクラックを拡大していく形式をとるのに対し、オオウズラタケでは主として同心円状に拡大する形式をとる。

以上の結果から、同じ褐色腐朽菌であっても木材への菌糸侵入、細胞壁分解作用には明確な違いがあることが明らかである。

1. 緒言

木材が担子菌によって腐朽する型は、その腐朽材の色調の変化から褐色腐朽と白色腐朽とに大別されている。これは今日では結果的に化学成分上の変化の違いに起因するものであることが明らかにされている¹⁾。また、一方では主としてリグニン分解能の有無に基づく細胞壁分解様式の相違であることも、Wilcox²⁾、Liese³⁾によって要約されている。すなわち、白色腐朽の攻撃様式はS₃層から複合細胞間層に向かったの分解による細胞壁の薄層化が主で、同時に明確なbore holeの形成を特徴としている。褐色腐朽ではS₂層が先行的に分解されcollapseを形成し、時としてそれに先立ってS₂層内のcavity, bore holeが形成される場合があることを指摘している。しかしながら、彼らは同時に菌種一樹種による多種多様な腐朽形態があっても不思議ではなく、腐朽現象をより一層解明するために幾多の菌種一樹種の組み合わせによる研究の必要性を示唆している。

ナミダタケは、近年北海道で木造住宅に多大な被害を及ぼしているものである⁴⁾が、この菌による細胞壁への攻撃様式についての報告は見あたらない。そこで本報では、今日腐朽関係の研究に多用される代表的な褐色腐朽菌のオオウズラタケと、その腐朽様相について比較しつつ顕微鏡的観察を行い、いくつかの点で相違を見いだしたので報告する。なお、本報告は第35回日本木材学会大会（1985年4月、東京）で発表し、詳細は木材学会誌に投稿中である。

2. 実験

試料としてエゾマツ材を用い、石英砂培地上でナミダタケHF P7802及びオオウズラFR I0507により腐朽させた。腐朽終了後、固定水洗し以下の方法で検鏡した。

走査型電顕（SEM）観察：無水エタノールで脱水、常法により臨界点乾燥して金蒸着を施したものを日本

電子JSM 25 - で観察した。印加電圧は主として12.5KVである。光学顕微鏡（OM）観察：常法によりEpon 812で包埋しダイヤモンドナイフで1 μmの切片を調製した。調製した試片はKOH - エタノール飽和溶液で脱包埋し、1%サフラン溶液で染色後封入、観察した。蛍光顕微鏡（FL）観察：OM用切片同様のものを、0.2%アクリジンオレンジ（以下AO）溶液を用いて10分間室温で染色し観察した。

3. 結果と考察

3.1. 光学顕微鏡による観察

OM（通常光及び直交ニコル下観察）によってナミダタケ腐朽材の木口切片を観察した結果 bore holeは認められず、細胞壁の形態がほとんど変化しないうちにS₃層での複屈折が消失する。S₂層での複屈折の消失は比較的遅く始まり、半径壁での消失が早く進むようである。こうした状態の変化は両菌間で共通している。したがって、この段階では両菌間に cellulose 結晶領域への腐朽様式の相違はほとんどないと考えられる。

写真1-aではFLで観察した木口面を示す。腐朽の進行状態は不均一であり、細胞壁が赤変しcollapseを形成した部分からほぼ健全状態の部分までが含まれている。これは、菌糸の存在状態と関連しており、内こうに菌糸が多い細胞ほど腐朽が進行しているが、クラックが現れる前に内こう壁が赤変する。

高倍率で腐朽の初期から終期までを見ると写真1-b~d)、初期に接線壁のS₃側から小さいクラックが入り、半径壁では複合細胞間層（以下CML）とS₂層との間ではく離が生じている。これらのクラックとはく離はやがて連結していき、主として内こう側から赤変化が進行する。その過程でS₂層の内部でもスポット状の赤変化（矢印）が起こり、これらは互いに拡大して終期には細胞間層だけを残した状態となる。なお、S₃層の複屈折が早く消失することは、腐朽初期にお

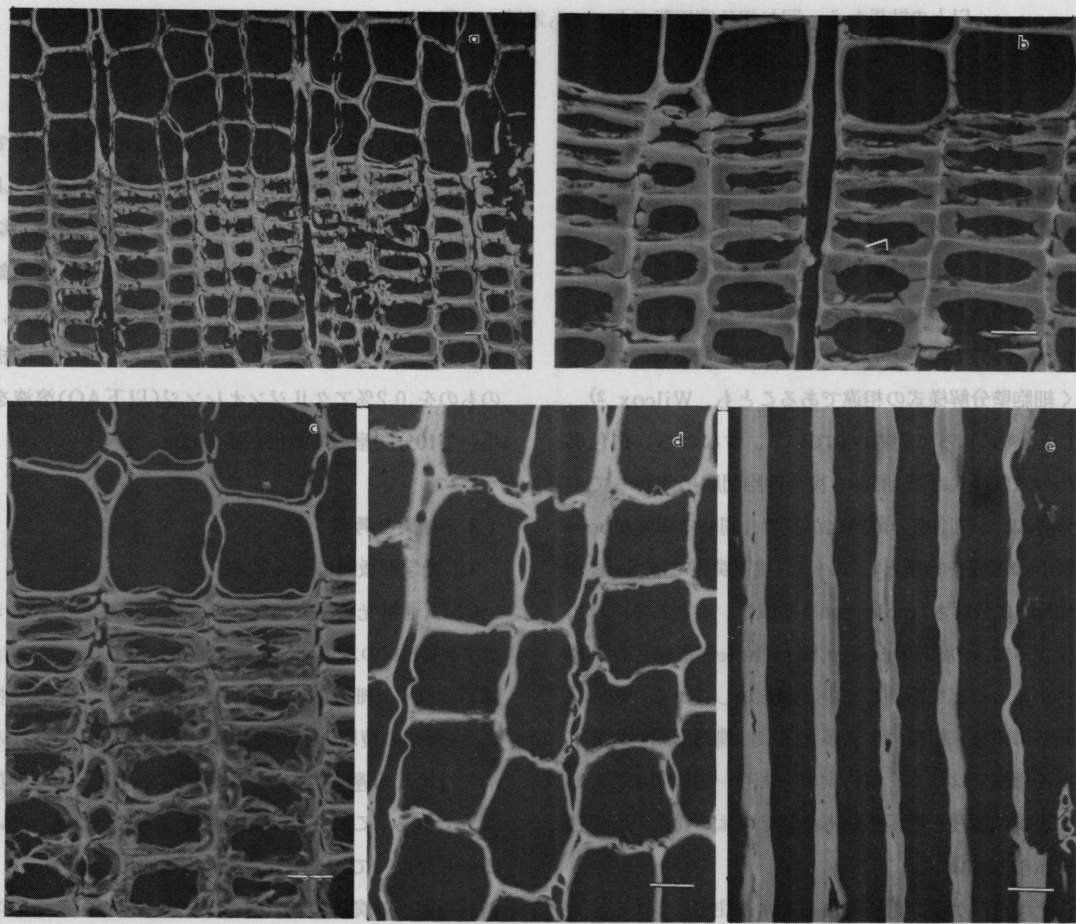


写真1. ナミダタケ腐朽材の蛍光顕微鏡写真
(スケールはすべて10 μ mである)

ける内こう側の赤変がきわめて早く現れることによっても支持される。腐朽中期の柁目面切片(写真1-e)を見ると、赤変は繊維方向に対して不均一に現れしかも変化している部分の深度に違いが認められる。これは、菌糸からの酵素拡散範囲が狭いことを暗示している。以上の変化はオオウズラタケでもおおよそ同様に進行する。ただし、腐朽初期の状態を比較すると、オオウズラタケでは内こう側からのクラック形成が主としてコーナー部分に認められる。

3.2. 走査型電子顕微鏡による観察

3.2.1. ナミダタケ腐朽材

SEMによる広範囲の観察で、ナミダタケ菌糸は仮道管内こうに腐朽初期から優先的に分布しているが、Wilcox⁵⁾が報告したのと同様に、放射組織では菌糸

の存在は多くは認めえなかった。菌糸はすべて壁孔を介して細胞から細胞へと移動しているが、この際壁孔周辺の壁にクラックを生じさせる。仮道管と放射組織との間の分野壁孔では写真2-aに見られるようにS₂層マイクロフィブリルの配向方向にそってクラックが拡大していく。これは最終的には連結して細胞壁の大きなクラックとなり、これが木口切片で見られた内こうからのクラックとなる。仮道管同士の間にある有縁壁孔では(写真2-b)、壁孔縁からクラックを生じてこれが拡大し、最終的には壁のクラックへと発展する。

写真1-eで見られるように、繊維方向における赤変の不均一な現れは、壁孔とはべつに存在する壁のクラック(写真2-a)の深さの違いを示している。内こう壁の顕著なerosion形成は認められない。

ナミダタケによって腐朽したエゾマツ材の顕微鏡観察

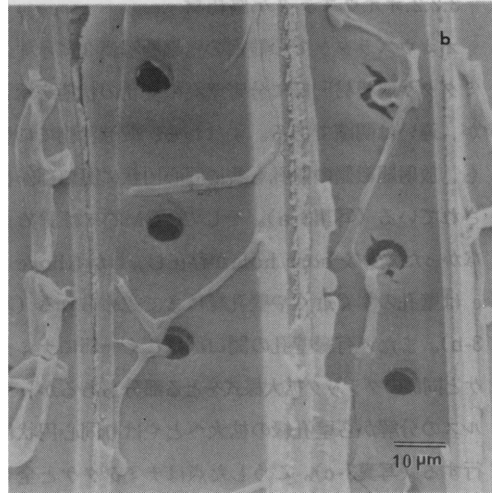
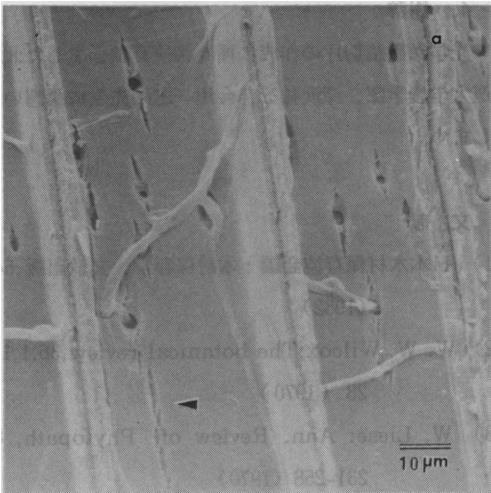


写真2 . ナミダタケ腐朽材のSEM写真

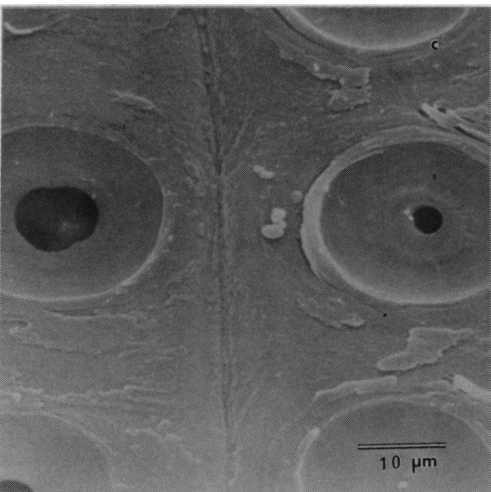
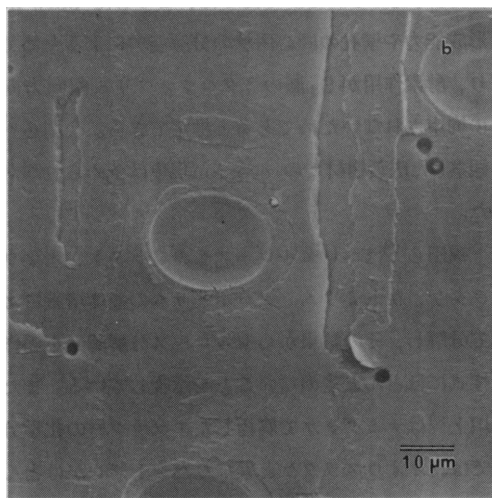
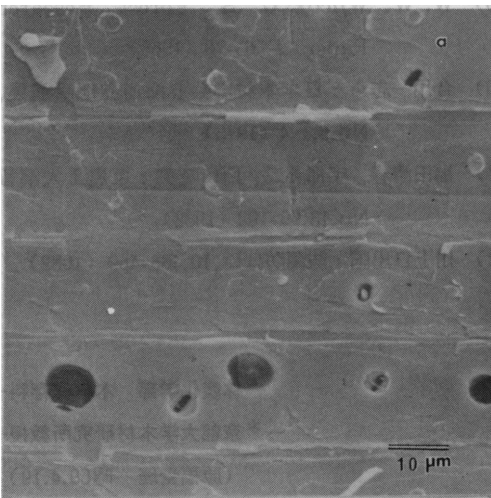


写真3 . オオウズラタケ腐朽材のSEM写真

3.2.2. オオウズラタケ腐朽材

オオウズラタケでの観察の結果を写真3に示す。ナミダタケ腐朽材同様に分野壁孔の変化の状態を示したが、違いは明瞭である。すなわち、仮道管側での壁孔も、放射組織側の壁孔も共に同心円状に開口部が拡大されている(写真3-a)。そして、OM的には認められなかった微少な bore holeが存在し、しかも bore hole は壁孔のすぐ近くや壁孔縁にまで認められる(写真3-b)。また、有縁壁孔の開口部はごく一部にナミダタケと同様のクラック拡大様式をとる部分もあるが、トールズの分解から壁孔縁の拡大へとやはり同心円状に進行する(写真3-c)。こうした点はナミダタケと全く異なるものである。木口切片で内こう側からのクラックがあまり認められなかったのは、こうした bore hole 形成能力や壁孔の同心円状の分解能力によるためであり、酵素作用が S₂ 層のマイクロフィブリル配向方向等に拘束されないためであると推定できる。今川ら⁶⁾が観察した広葉樹材での erosion 現象は認められなかった。

福田ら⁷⁾はホロセルロースをカワラタケ、オオウズラタケ、ケトミウム グロボーサムの液体培養によって分解し、その結果からセルロース分解酵素系の作用様式にほとんど差のないことを示唆している。また、川上⁸⁾はナミダタケで腐朽したエゾマツ材の化学分析では、オオウズラタケと異なりペントザンがほとんど減少しないことを明らかにした。したがって、本実験の結果はセルロース分解酵素系の作用だけに依拠するのではなく、セルロース以外の化学成分への分解力の差にも起因するものと考えられる。

4. 謝辞

光学顕微鏡切片の作成に種々御便宜頂きました北海道大学農学部、深沢和三、今川一志両先生に深謝いたします。

文 献

- 1) 日本木材保存協会編：木材保存学，文教出版，54（1982）
- 2) W. W. Wilcox: The botanical review, 36, 1, 1-28 (1970)
- 3) W. Liese: Ann. Review of Phytopath, 8, 231-258 (1970)
- 4) 土居修一，斉藤光雄：木材工業，36, 486-489 (1982)
- 5) W. W. Wilcox: U. S. Forest Research Paper FPL-70 (1968)
- 6) 今川一志ら：日本木材学会北海道支部講演集，No. 5, 1-4 (1973)
- 7) 福田清春，宇都英二，原口隆英：東農工大演報，No. 18, 99-102 (1982)
- 8) 川上日出国：防菌防ばい，10, 465-469 (1982)

—林産化学部 木材保存科—
—*京都大学木材研究所教授—
(原稿受理 昭60.4.19)