

木材腐朽의 基礎的 研究(Ⅱ)*1
— 主要 白色腐朽菌의 腐朽 生理 및 物理·化學的特性 —

李 東 洽*2 · 崔 惇 廈*2 · 尹 承 洛*2 · 孫 丞 賢*3

Fundamental Studies on the Wood Decay(Ⅱ)*1
— Physiological and Physicochemical Characteristics
of the White Rot Fungi in Korea —

Dong-Heub Lee*2 · Don-Ha Choi*2 · Seung-Lak Yoon*2 · Seung-Hyun Sohn*3

ABSTRACT

Seven white rot fungi (*Irpex lactenis*, *Coriolus hirsutus*, *Lopharia mirabilis*, *Schizopora paradoxa*, *Ganoderma lucidum*, *Pleurotus ostreatus* and *Pycnoporus coccineus*) native to Korea and two famous exotic lignin-degradable white rot fungi (*Coriolus versicolor* and *Phanerochaete chrysosporium*) were investigated to clarify their physiological and physicochemical characteristics on white-rotted wood blocks.

G. lucidum degraded wood blocks more seriously than those by exotic lignin-degrading fungi, *C. versicolor* and *P. chrysosporium*, but only slightly decreased the strength of wood which was compared to the weight loss, presumably on the account of its small use of cellulose when attacking wood. It is quite interesting to note that the holocellulose degradation rate of *G. lucidum* was also higher than any of the other tested fungi. The order of fungi, according to the lignin-decomposing rates, was *G. lucidum* > *P. coccineus* > *C. versicolor* > *S. paradoxa* > *P. chrysosporium* > *L. mirabilis* > *P. ostreatus* > *C. hirsutus* > *I. lactenis*. The lignin degradation of *G. lucidum* and *P. coccineus* which were collected in Korea was greater than that of *C. versicolor* and *P. chrysosporium*. If holocellulose degradation is not considered, *G. lucidum* has the merit of actual application in biomass conversion due to lignin removal.

Keywords : white rot fungi, *Ganoderma lucidum*, weight loss, holocellulose degradation, lignin degradation

*1. 接受 1992年 12月 21日 Received December 21, 1992

本 研究는 1992年度 科技處 特定研究開發事業의 일환으로 研究되었음.

*2. 林業研究院 Forestry Research Institute, Seoul 130-012, Korea

*3. 東國大學校 農科大學 College of Agriculture, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

1. 緒 論

最近 白色腐朽菌은 木質바이오매스의 效率의 轉換利用에 크게 脚光을 받고있어 世界各國은 새로운 微生物資源으로 木質分解力이 優秀한 菌株를 찾는데 關心이 集中되어 있다. 木質分解는 腐朽菌이 分泌하는 酵素作用에 의해 木材의 細胞壁 構成成分이 分解되어 木材組織의 基本單位인 細胞를 崩壞시키는 現象으로 腐朽菌에 따라 腐朽樣相은 상당한 差異가 있다. 그러므로 이들 菌에 대한 分類的 位置, 生理·生態, 腐朽材의 物理·化學的, 組織構造의 變化는 木質分解菌의 利用에 매우 重要한 位置를 차지하고 있다.

따라서 國內에서 蒐集한 木質分解力이 旺盛할 것으로 豫想되는 白色腐朽菌에 대한 腐朽生理 및 生態를 基準으로 分類의 位置를 確立함과 아울러 微生物利用에 관한 基礎資料로 活用코자 本 試驗을 實施했다.

國內蒐集 白色腐朽菌 7種을 外國에서 分讓받은 白色腐朽菌 (구름버섯, 판막버섯)과 그 生理·生態調查를 寒天平板培養基와 振湯培養基에서 酸度, 生長力 및 키틴生産力을 比較하였으며, 腐朽材의 物理的 性質의 變化를 闊葉樹와 針葉樹의 心·邊材別로 區分하여, 重量減少率과 縱壓縮強度의 減少關係, 重量減少率과 holocellulose 및 리그닌分解率과의 關係를 比較檢討했다.

2. 材料 및 方法

2. 1 供試材料

2. 1. 1 供試菌株

白色腐朽菌 9種 [*Phanerochaete chrysosporium* (판막버섯), *Coriolus versicolor* (구름버섯), *Ganoderma lucidum* (불로초), *Pleurotus ostreatus* (느타리), *Pycnoporus coccineus* (간버섯), *Irpex lactenisis* (기계충버섯), *Coriolus hirsutus* (흰구름버섯), *Lopharia mirabilis* (큰길집버섯), *Schizophora paradoxo* (좁구멍버섯)]를 使用하였으며, 판막버섯과 구름버섯은 日本 京都大學 木質科學研究所에서 分讓받은 것을 使用하였다.

2. 1. 2 供試培養基

培養基의 組成은 glucose 25g, malt extract 10g, peptone 5g, KH_2PO_4 0.3g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.2g을 蒸溜水에 녹여 全量이 1,000ml되게 調整

하였으며, 固型培養基는 위의 培養液 1,000ml에 寒天 20g을 添加하여 使用하였다.

2. 1. 3 供試木

소나무 (*Pinus densiflora*) 및 상수리나무 (*Quercus acutissima*)의 邊材와 心材를 $2 \times 2 \times 2\text{cm}$ 크기로 하여 腐朽力試驗에 使用했다.

2. 2 試驗方法

2. 2. 1 生理特性調査

直徑 9cm 寒天平板培地의 中央部에 既 培養해 두었던 供試菌의 先端部位 菌叢을 直徑 6mm의 코르크볼라로 찍어낸 것을 接種源으로 하여 $26 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 恒溫실에서 배양하고 菌絲가 살래 全面을 被覆하는 期間을 測定하여 菌絲生長力으로 하였다.

菌絲生産力, 培養 濾過液의 酸度 및 키틴生産力은 振湯培養液 97 ml를 넣은 500ml 振湯플라스크에 미리 振湯培養해 두었던 供試菌을 3ml씩 接種하여 全量이 100ml 가 되게 調整하고, 寒天平板培養基를 完全히 被覆할때 까지의 2배의 期間(頂上期로 推定)동안 振湯培養하여 측정하였으며 同一 供試菌에 대해 6本을 培養하여 菌絲生産力과 培養 濾過液의 酸度を 測定하기 위해 배양된 3本을 常溫에서 Toyo 濾過紙 No. 2로 濾過하여 濾過液의 酸도와 菌體의 全乾重量으로 菌絲生産力을 測定하였으며, 나머지 3本은 호모지나이저 (OCI Instruments Omni-Mixer 17105)에서 5,000 rpm으로 20分間 粉碎하고, 遠心分離機 (Hanil Industrial Co. Model H 50A-6)에서 10,000 rpm으로 20分間 遠心分離한 後, 上清液을 分離하여 酸度を 測定하였으며, 沈澱物은 上清液과 같은 量의 아세톤을 添加하여 잘 混合한 뒤, 再次 10,000rpm으로 20分間 遠心分離하여 上清液을 除去한 後, 沈澱物의 全乾重量을 측정하여 키틴生産量으로 했다.

2. 2. 2 木材腐朽特性

木材腐朽特性은 KS F 2213 木材의 耐朽性試驗方法에 依據하여 800 ml 마요네즈병에 石英砂 300g과 배양액 82ml를 첨가하여 고정시킨 後 培養基로 使用하였으며 이 培養基에 미리 振湯培養해 두었던 各 供試菌의 培養液을 3ml씩 培養基의 表面에 散布接種한 뒤, 供試菌이 培養基의 全面을 被覆하면 ethylene oxide gas로 滅菌한 試驗片의 木口面이 菌叢에 접하도록 세팅하고, $26 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 60日間 強制腐朽促進操作을 했다. 各 樹種의

部位 및 菌株別로 9反覆을 實施했다.

腐朽促進操作을 끝낸 試驗片의 全乾重量을 測定한 後, Mori Testing Co.의 萬能材料試驗機에 의해 縱壓縮強度를 測定하였으며, 健全材 27試驗片의 強度와 重量의 回歸直線式에 의해 腐朽前 健全試片의 強度를 推定하고, 이를 基準으로 強度減少率(S)을 測定했다.

重量減少率(E)은

$$E(\%) = \{(W_1 - W_2) / W_1\} \times 100$$

여기에서, W_1 = 健全試片의 平均 重量 (g)

W_2 = 腐朽된 試片의 平均 重量 (g)

強度減少率(S)은

$$S(\%) = \{(I_1 - I_2) / I_1\} \times 100$$

I_1 = 健全試片의 推定 強度 (kg/cm²)

I_2 = 腐朽된 試片의 平均 強度 (kg/cm²)

2. 2. 3 腐朽材의 化學成分變化

縱壓縮強度測定後의 試驗片을 攪拌라이저로 40-60메시로 粉碎하고, 알콜-벤젠 抽出한 試料 1g에 72% 黃酸 15ml를 加하여 室溫에서 2時間 分解시킨 後 蒸溜水 560ml를 添加하여 黃酸濃度를 3%로 調整하여 試料를 水槽에서 4時間 還流 加熱한 後, 글래스필터(1G4)로 濾過하여 分解殘渣의 全乾重量을 측정하여 Klason 리그닌 含量을 구한뒤 이 값을 腐朽에 의한 重量減少率로 補正하

여 健全試料에 대한 리그닌 含量으로 구하였다.

全纖維素 含量은 亞鹽素酸法에 의해 측정한 후 이 값을 부후에 의한 重量減少率을 補正하여 健全試料에 대한 全纖維素 含量으로 구하였다.

3. 結果 및 考察

3. 1 生理特性調查

生理特性을 調查한 結果는 Table 1과 같으며, 生長力이 가장 旺盛한 菌株는 리그닌 分解菌으로 잘 알려진 관막버섯으로 接種 3日後에 培養基 全面을 被覆하였으며 菌絲生産力도 다른 菌株보다 優秀하였다. 그리고 大部分의 다른 菌들도 生長이 비교적 良好했으나, 불로초(15日)와 좀구멍버섯(14日)은 늦은 生長力을 나타냈다.

木質을 分解하는 *Aphylophorales* 目的 蒐集菌類의 대부분은 헤미셀룰로오스나 셀룰로오스를 炭素源으로 利用하기 때문에 培養基의 組成에 따라 菌生長의 差를 나타낼 수 있으므로, 본 시험에는 목재조성분과 炭素 및 窒素의 함유량이 유사한 배양기를 사용하여, 同 培養基에서는 生育沮害가 거의 없이 生育이 可能했으며, 불로초는 2日 정도 의 菌生育誘導期를 나타냈다.

菌類의 營養機關은 비교적 간단한 構造로 되어

Table 1. Fungal growth on the agar medium and dry weight of mycelium, pH and chitin in shaking cultures.

Fungi	Fungal growth on the agar (days)	Dry weight of mycelium (g/100ml)	Dry weight of chitin (g/100ml)	pH	
				Filtrate	Supernatant
<i>I. lactenisi</i>	5	0.460	0.183	3.60	4.07
<i>C. hirsutus</i>	8	0.455	0.283	4.16	4.32
<i>L. mirailis</i>	5	0.365	0.261	3.72	NT*
<i>S. paradoxa</i>	14	0.297	0.235	4.66	4.53
<i>G. lucidum</i>	13	1.284	0.259	3.26	3.93
<i>P. ostreatus</i>	9	0.816	0.388	5.52	5.49
<i>P. coccineus</i>	7	0.244	0.205	3.09	3.27
<i>C. versicolor</i>	6	0.496	0.480	3.43	3.67
<i>P. chrysosporium</i>	3	0.140	0.122	3.83	3.88

* : NT : Not tested

Note : Preparation of liquid medium : The liquid medium was prepared by dissolving 25g glucose, 10g pepton, 5g malt extract, 3g KH₂PO₄ and 2g MgSO₄ · 7H₂O in 1,000ml distilled water. The liquid medium (97ml) in a 500ml shaking flask was autoclaved, cooled down to ambient temperature and inoculated with 3ml of the liquid culture containing well-developed mycelia of test fungus in the stationary phase of the fungal growth. The fungi were then incubated by shaking culture at 26±2°C.

있으며, 菌絲는 纖維狀으로 되어 있고, 外壁과 細胞質 等의 內容物을 갖고있는 圓形질막 內側에는 細胞소기관이나 後形질에 속하는 核, 미토콘드리아, 엔플라즈믹레치큐럼(ER), 리보솜, 액포 및 많은 貯藏物質이 包含되어 있다.⁸⁾ 이러한物質의 蓄積은 菌絲의 生産量을 增加시키며, 生長條件에 適應하게 되면 菌絲는 기하급수적으로 增加하게 된다. 菌絲의 生長이 絶頂에 달한 頂上期의 菌絲 生産量은 블로초가 가장 왕성했다.

菌絲의 細胞壁의 構成成分은 대부분이 키티나 글루칸으로 構成되어 있는데 키티나는 셀룰로오스와 같이 微纖維에 組織化되어 있으며, 두께는 20-25nm정도로 細胞壁 成分의 대부분을 차지하고 있다.⁸⁾ 따라서 菌體內의 內容物의 量은 菌絲 生産량과 키티나 生産량의 差로 推定이 可能하며, 菌體 成分의 80%以上이 키티나로 構成되어 있는 菌은 구름버섯, 판막버섯, 간버섯 등이었다.

木質分解菌은 炭水化合物을 分解 利用하는 過程에서 有機酸을 分泌함은 오래전부터 알려졌다.²⁻⁴⁾ 이러한 分解過程에서 白色腐朽菌은 蔞酸을 개미산과 炭酸개스로 分解하는 酵素(수산탈카복실라제)를 갖고 있어 pH를 크게 低下시키지 않으나, 褐色腐朽菌의 경우는 수산탈카복실라제를 갖고 있지 않으므로 培地중에 蔞酸을 積적시키는 性質이 있다. 그러나, 이러한 성질에 대해서는 아직 확실히 밝혀져 있지 않으나, Swift⁵⁾에 의하면 蔞

酸은 酸化價가 높은 炭水化合物의 칼로리를 菌體가 利用하고 남은 殘渣化合物로 推定했다.

최근 이러한 有機酸의 蓄積過程을 利用해 褐色腐朽菌과 白色腐朽菌을 구분하려는 움직임이 있으며, 본 結果에서도 白色腐朽菌은 모두 濾過液의 pH가 3.0以上을 나타냈다. 菌細胞外液과 1次上清液인 菌細胞內液의 pH는 대부분의 菌種에서 細胞內液이 높았으며, 細胞內液과 外液의 pH差가 가장 큰것은 블로초였다.

3. 2 木材腐朽特性

3. 2. 1 木材腐朽力

木材가 腐朽되면 木材의 構成成分이 分解되어 消失되므로 重量이 減少하게 되므로 重量減少率이 木材腐朽菌의 腐朽力을 判斷하는 基準이 되고 있음은 이미 알려진 일이다. 木材의 腐朽過程에서는 木材成分中の 셀룰로오스의 重合이 低下되는 現象을 나타내는데 木材腐朽菌에 따라 상당한 差가 있으며, 白色腐朽材의 경우는 腐朽의 全過程을 통해서 셀룰로오스의 重合度가 完만하게 低下하는 傾向이 있음⁶⁾ 示唆한 바 있다. 그런데 셀룰로오스는 木材細胞壁內에 鐵筋의 역할을 하고 있으므로 셀룰로오스의 重合度 低下는 木材強度의 減少와 밀접한 關係에 있다.

腐朽로 인한 重量減少率과 縱壓縮強度 減少率은 Table 2와 같으며, 闊葉樹는 針葉樹보다 一般

Table 2. Weight loss and endwise compressive strength of decayed wood blocks.

Fungi	<i>Pinus densiflora</i>				<i>Quercus acutissima</i>			
	Weight loss(%)		Strength loss(%)		Weight loss(%)		Strength loss	
	Sap	Heart	Sap	Heart	Sap	Heart	Sap	Heart
<i>I. lucidum</i>	7.4(7.1)	3.1(2.0)	23.6(15.2)	4.5(3.4)	7.4(2.9)	2.3(2.9)	15.5(10.4)	0.1(2.1)
<i>C. hirsutus</i>	4.2(2.2)	1.6(0.7)	20.9(10.4)	4.0(3.0)	12.2(7.0)	7.2(6.5)	11.6(6.3)	4.2(22.7)
<i>L. mirabilis</i>	10.9(4.6)	7.2(5.4)	27.1(17.9)	28.5(19.3)	11.0(3.2)	5.2(3.5)	7.0(2.6)	0.8(8.7)
<i>S. paradoxa</i>	8.3(2.2)	3.1(1.4)	15.5(7.8)	0.4(3.3)	11.6(4.8)	1.4(1.5)	6.5(3.3)	-4.4(7.9)
<i>P. chrysosporium</i>	10.8(10.2)	0.8(0.3)	34.5(32.7)	1.9(2.7)	10.5(4.1)	5.6(3.4)	7.9(5.2)	-0.5(6.6)
<i>C. versicolor</i>	3.7(4.3)	1.1(3.8)	24.8(22.1)	4.9(8.9)	15.4(5.3)	6.8(2.1)	13.4(10.8)	17.3(8.7)
<i>G. lucidum</i>	8.7(6.5)	3.4(1.8)	36.9(29.4)	5.5(4.4)	30.0(11.1)	20.7(17.1)	55.3(16.7)	35.9(28.0)
<i>P. ostreatus</i>	3.6(6.3)	1.6(4.2)	6.1(9.3)	11.6(10.6)	7.1(4.9)	4.0(3.6)	10.1(10.6)	11.1(9.2)
<i>P. coccineus</i>	10.5(2.9)	2.4(0.8)	14.0(6.7)	4.8(5.8)	14.9(7.4)	7.7(4.2)	14.2(10.2)	3.8(5.1)

Note : 1. Medium was the same as Table 1. All blocks were oven-dried, weighed and sterilized with ethylene oxide gas prior to decay test. Three blocks of same timber species were inserted to the mycelial coverage in a round glass jar containing 300g of quartz sand medium with 82ml of nutritive solution.

2. Jars were incubated for 2 months at 26±2°C, after incubation blocks were cleaned of adherent mycelia, oven-dried, and reweighed to calculate the percentage of weight losses.

Caption : values in parentheses are standard deviation

的으로 重量減少率이 컸으며,闊葉樹의 重量減少率이 10%以上으로 비교적 크게 나타 난 것은 불로초(30%), 구름버섯(15%), 흰구름버섯(12%), 좁구멍버섯(12%), 큰겹질버섯(11%)이었다.

縱壓縮強度(Y)와 木材重量(X) 사이에 直線回歸의 關係가 있을 것으로 판단되어 各 樹種의 部位別 回歸式을 作成하고 初期의 木材重量을 이용하여 健全木材의 縱壓縮強度를 算出하고 이를 腐朽材의 強度와 비교하여 縱壓縮強度 減少率을 구했다. 그러나 木材의 重量과 強度의 關係는 소나무 邊材에서 相關係數(R^2)가 0.57, 心材에서 0.28이었으며, 상수리나무의 경우는 邊材가 0.11, 心材가 0.04로 극히 낮아, 強度의 減少率은 基準強度의 설정에서 問題點을 나타냈다. 상수리나무 邊材에 있어서 판막버섯이 10.5% 重量減少에 7.9%의 強度減少를 가져 왔으며 心材의 強度低下에는 거의 影響을 미치지 않았다. 불로초에서는 30%의 重量減少에 55.3%의 強度減少가 있었다. 일반적으로 白色腐朽菌은 重量減少率과 強度의 減少率이 比例關係에 있는 것으로 알려져 있으나 판막버섯의 경우는 소나무변재의 初期 強度減少率이 크게 나타나 褐色腐朽菌에 가까운 強度減少를 나타냈다.

腐朽力이 가장 큰 菌은 불로초였으며, 구름버섯과 간버섯도 比較的 높은 重量減少와 強度減少를 나타냈다. 그러나 구름버섯과 같은 程度의 腐朽力을 가진 흰구름버섯이나 좁구멍버섯은 腐朽力에 비해 強度의 減少는 微弱했다.

3. 3 木質化學成分의 分解

3. 3. 1 Holocellulose의 分解

重量減少率과 holocellulose의 關係는 Table 3과 같으며, 重量減少率의 增加와 holocellulose 減少率은 比例해서 增加하는 傾向을 나타냈다(Fig. 1). 특히 상수리나무의 重量減少率과 holocellulose分解率의 관계는 相關係數(R^2)가 0.98로 고도의 有意性을 나타 냈으며, 소나무보다 holocellulose의 分解率이 높은 傾向을 나타냈다.

高橋⁷⁾는 白色腐朽菌은 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌 등을 거의 같은 比率로 分解하므로 兩者의 減少率이 거의 一致하고, 셀룰로오스重合度의 低下도 腐朽 全期間中 緩慢하며, 自然界에서 闊葉樹材에 많이 發生함을 示唆한 바 있으므로 本 結果를 잘 立證해 주고 있다.

Holocellulose 分解率은 불로초에서 가장 높게 나타났으며, 상수리나무의 경우 邊材에서 33.7%, 心材에서 22.8%의 減少가 있었다. 그외 구름버섯, 흰구름버섯, 큰겹질버섯, 좁구멍버섯, 판막버섯, 복령 및 간버섯이 참나무材의 邊材에서 10%以上의 分解率을 나타냈다.

3. 3. 2 Lignin의 分解

重量減少率과 lignin의 分解率과의 關係는 Table 4와 같으며, 重量減少率의 增加와 lignin의 分解率은 holocellulose의 경우와 비슷하게 比例해서 增加하는 傾向을 나타냈으나(Fig. 1), holocellulose보다 緩慢하게 分解가 進行되었다.

白色腐朽菌이 리그닌을 分解함은 잘 알려져 있

Table 3. Degradation rate of holocellulose on wood rotted blocks by the white rot fungi.

Fungi	Weight losses(%)				Holocel. content(%)				Holocel. degradation rate(%)			
	Pine		Oak		Pine		Oak		Pine		Oak	
	S*	H**	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H
<i>I. lactenis</i>	7.4	3.1	7.4	2.3	65.4	68.4	70.9	74.5	7.1	1.0	9.8	2.6
<i>C. hirsutus</i>	4.2	1.6	12.2	7.2	68.1	68.1	67.2	70.4	3.3	0	14.5	8.0
<i>L. mirabilis</i>	10.0	7.2	10.0	5.2	63.2	64.4	68.9	71.5	10.2	6.8	12.3	6.7
<i>S. paradoxa</i>	8.3	3.1	11.6	1.4	65.7	67.9	68.5	75.1	4.7	1.7	13.4	1.8
<i>C. versicolor</i>	3.7	1.1	15.4	6.8	68.2	68.8	64.4	70.6	3.1	0.4	18.0	7.7
<i>G. lucidum</i>	8.7	3.4	30.0	20.7	64.9	68.0	52.9	59.0	7.8	1.6	33.7	22.8
<i>P. chrysosporium</i>	10.8	0.8	10.5	5.6	63.2	69.0	68.9	71.9	10.2	0.1	12.3	6.0
<i>P. ostreatus</i>	3.6	1.6	7.1	4.0	69.2	68.9	72.0	74.9	1.7	0.3	8.4	2.1
<i>P. coccineus</i>	10.5	2.4	14.9	7.7	62.9	68.3	65.4	70.5	10.6	7.8	16.8	7.8
Control	-	-	-	-	70.4	69.1	78.6	76.5	-	-	-	-

*: Sapwood, **: Heart wood.

Table 4. Degradation rate of lignin on the rotted wood blocks by the white rot fungi.

Fungi	Weight losses(%)				Holocel. content(%)				Holocel. degradation rate(%)			
	Pine		Oak		Pine		Oak		Pine		Oak	
	S*	H**	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H
<i>I. lactenisi</i>	7.4	3.1	7.4	2.3	27.1	29.4	21.7	23.2	5.2	3.7	2.3	1.7
<i>C. hirsutus</i>	4.2	1.6	12.2	7.2	27.7	29.1	20.6	22.3	2.5	1.4	7.2	5.5
<i>L. mirabilis</i>	10.0	7.2	10.0	5.2	25.9	28.4	21.9	23.3	8.8	3.7	5.0	1.3
<i>S. paradoxa</i>	8.3	3.1	11.6	1.4	26.0	29.0	19.8	23.4	8.4	1.6	10.8	0.8
<i>C. versicolor</i>	3.7	1.1	15.4	6.8	28.0	29.2	20.1	22.6	1.4	1.0	9.5	4.2
<i>G. lucidum</i>	8.7	3.4	30.0	20.7	26.7	28.6	17.1	20.2	5.9	3.1	23.0	14.4
<i>P. chrysosporium</i>	10.8	0.8	10.5	5.6	26.0	29.4	20.5	22.5	8.6	0.3	7.7	4.7
<i>P. ostreatus</i>	3.6	1.6	7.1	4.0	27.1	29.0	20.8	21.1	3.2	1.7	6.3	6.4
<i>P. coccineus</i>	10.5	2.4	14.9	7.7	26.6	29.3	19.7	21.7	6.3	0.7	11.3	8.0
Control					28.4	29.5	22.2	23.6				

* : Sapwood, ** : Heartwood.

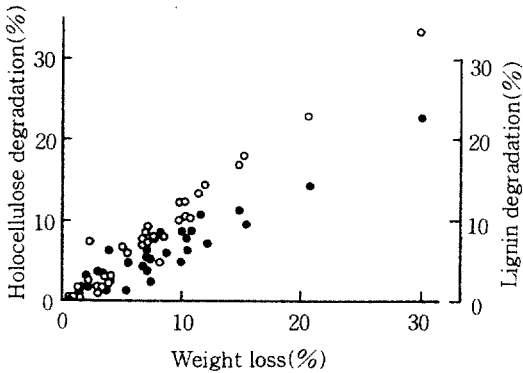


Fig. 1. The relationship between the degradation rates of holocellulose(○) and lignin(●) and the weight loss of the white rotted wood blocks.

으며, 판막버섯과 구름버섯 등을 이용한 많은 연구가 세계各國에서 進行中에 있으나, 본 연구에서는 구름버섯이나 판막버섯보다 불로초와 간버섯의 리그닌 분해력이 優秀하게 나타 나서 상당한 관심을 集中시키고 있다. 그러나 이들 腐朽菌들은 holocellulose의 분해率 또한 크게 나타 났으므로 이들 腐朽菌의 木質成分 분해에 관한 全般의인 檢討가 要望되어 진다. 營養法의 進化에 있어서 白色腐朽菌은 셀룰로오스나 헤미셀룰로오스를 利用하기 위해 妨害가 되고 있는 리그닌을 除去하는 能力이 가장 發達한 것으로 알려져 있으므로, 불로초나 간버섯의 경우는 리그닌 除去 以後 곧바로 셀룰로오스나 헤미셀룰로오스를 攻撃하는 것으로

類推할 수 있고, 이에 대한 檢討도 要求되어 지고 있다.

腐朽材中の 리그닌 분해率은 大部分의 菌株에서 상수리나무가 소나무보다 높았으며, 一般적으로 白色腐朽菌은 針葉樹의 대표적인 리그닌인 guaiacyl lignin보다 闊葉樹 리그닌인 syringyl lignin을 選好하는 傾向이 있으므로 闊葉樹인 상수리나무에 리그닌 분해력이 크게 나타남은 當然했으나, 기계층버섯과 큰겹질버섯의 경우는 소나무의 분해력이 상수리나무보다 特異적으로 높았다.

4. 結 論

기계층버섯, 흰구름버섯, 큰겹질버섯, 줄구멍버섯, 구름버섯, 불로초, 판막버섯, 노랑느타리 및 간버섯의 木材 腐朽 生理·生態 및 腐朽特性을 調査하고, 腐朽材 內의 化學的 成分變化를 調査하여 白色 腐朽菌에 의한 木材腐朽特性에 대한 基礎資料를 蓄積하고 리그닌 분해能이 優秀한 菌株를 選拔하여 바이오매스 變換에 利用될수 있는 微生物資源을 開發하기 위해 본 연구를 실시하였다.

白色 腐朽菌 培養液의 pH는 3.0以上이었으므로 蔞酸 脫카복실라제의 生成을 推定할 수 있었고, 大部分의 菌細胞外液이 菌細胞內液보다 pH가 낮게 나타났으므로 菌細胞內에 蔞酸 脫카복실라제를 더 많이 含有함을 類推할 수 있었다. 菌細胞內液과 外液의 pH의 差가 가장 크게 나타난 것

은 불로초이다.

구름버섯, 판막버섯 및 간버섯은 菌絲의 生長速度가 빠르고, 菌體中 키틴含量이 80%以上을 차지했으며, 腐朽力도 他의 菌株보다 크게 나타났다. 그러나 불로초는 菌體의 生長速度는 늦지만 菌體 生産量이 많았으며 腐朽力도 가장 높았으며 強度 減少率로 推定되는 셀룰로오스 解重合도 가장 많이 일어났다.

木質의 分解는 大部分이 syringyl lignin이 많이 함유되어 있는 闊葉樹에서 針葉樹보다 많이 일어났으나, 重量減少率에 對한 強度減少率은 針葉樹에서 크게 나타났으므로 一定 水準以上の 腐朽에서는 셀룰로오스의 解重合이 針葉樹에서 빨리 進行되어 짐을 推定할 수 있었다.

불로초와 간버섯의 리그닌 分解率은 구름버섯이나 판막버섯보다 優秀했으나, holocellulose 分解率 또한 구름버섯이나 판막버섯보다 越等히 높았으므로 리그닌 分解菌으로 利用은 셀룰로오스의 浪費를 고려해줄 必要가 있으며, 특히 불로초가 木質分解時 셀룰로오스보다 리그닌에 대해 分解力을 더욱 發揮할 수 있도록 遺傳工學的 側面에서의 補完이 있다면, 木質 바이오매스의 轉換利用에 매우 有用할 것으로 思料된다.

參 考 文 獻

1. 李東治, 李泰洙, 姜昌浩, 金在礦, 李學州,

1992. 木材腐朽의 基礎的 研究(I), 國內外主要 59樹種의 野外耐候性과 室內耐朽性의 比較. 林研研報 46: 1-12.

2. DeStevens, G., R. M., DeBaum, and F. F., Nord, 1951. On the mechanism of enzyme action. XIV. The role of certain dicarboxylic acids in the formation of oxalic acid by wood-destroying mold. *Arch. Biochem. Biophys.* 33: 304-313.
3. Shibamoto, T., T. Fukuzumi and R. Yanagawa, 1952. Studies on the scheme of decomposition of oxalic acid by some wood-rotting fungi, and its effect on the change of pH in a glucose malt extract medium. *Bull. Tokyo Univ. Forest* 43: 105-110.
4. Shimazono, H. 1955. Oxalic acid decarboxylase, a new enzyme from the mycelium of wood destroying fungi. *J. Biochem.* 42: 321-340.
5. Swift, M. J. 1982. Basidiomycetes as components of forest ecosystems. *British Mycol. Society Symp. Ser.* 4: 307-337.
6. 高橋 旨象. 1986. 木材의 腐朽型, 其의 木材保存處理への活用. 木材研究. 資料 No. 22: 19-36.
7. 高橋 旨象. 1989. きのこと木材. 築地書館.
8. 宇田川 俊一 等, 1989. 菌類圖鑑. 講談社.: 6-9.

吳正壽著

木材解剖學

圓光大學校 出版局

朴相珍, 李元用, 李華珩共著

木材組職斗織別

鄉文社

G. A. Smook 著, 趙炳默譯

펄프·製紙工學

大韓教科書 株式會社

李華珩, 魏翁, 李元用, 洪秉和外共著

木材物理 및 力學

鄉文社