

낙엽송根株心材腐朽病菌의 分布頻度와 木材劣化能力¹

金法中² · 車柱榮² · 李昌根²

Frequency and Wood Decaying Ability of Butt-rot Fungig Isolated form Larch(*Larix leptolepis*)¹

Hyun Joong Kim², Ju Young Cha², and Chang Keun Yi²

要 約

낙엽송 根株心材腐朽病菌을罹病木の 腐朽組織에서 分離하였다. 5個道の 38個林地에서 總 216本の 根株心材腐朽木으로부터 가장 높은 頻度로 分離된 菌은 *Sparassis crispa*(꽃송이버섯)로 調査木の 28%를 차지하였고, *Laetiporus sulphureus*(덕다리버섯)가 19%, *Phaeolus schweinitzii*(해면버섯)가 8%順으로 分離되었다. 그러나 調査木の 45%에서는 腐朽菌이 分離되지 않았다.

한편 根株心材腐朽木の 樹幹內에서 分離한 4種의 擔子菌과 3種의 非擔子菌을 單獨 또는 相互連繫處理하여 낙엽송心材劣化能力과 相互關係를 調査한 結果, 單獨處理에 依한 6個月 後의 重量減少率은 *P. schweinitzii*가 19.6%, *S. crispa* 10.0%, *L. sulphureus* 8.2%, *Coriolus hirsutus* 5.1% 順이었고, 非擔子菌은 4.4%以下였다. 또한 相互結合處理에서 非擔子菌인 *Geotrichum candidium*, *G. sp.* 및 *Verticillium sp.*는 *S. crispa*, *L. sulphureus* 및 *C. hirsutus*의 腐朽活動을 多少 促進시켰으나, *P. schweinitzii*에는 影響하지 않았다.

ABSTRACT

Butt-rot fungi were isolated from decayed portion in butt rotted larch trees [*Larix leptolepis* (Sieb. et Zucc.) Gord.]. From a total of 216 affected trees in 38 forests of five provinces, *Sparassis crispa* (Wulf. ex Fr.) Fr. was isolated with the highest frequency, i.e., 28% of the total trees, *Laetiporus sulphureus* (Fr.) Bond. et Sing. with 19%, and *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat. with 8%. However, none of these fungi was isolated from 45% of the trees. Wood decaying abilities and interaction of four basidiomycetous and three non-basidiomycetous fungi isolated from butt rotted trees were investigated. The weight loss of larch wood blocks, when exposed to the culture of a fungus for six months, was 19.6% for *P. schweinitzii*, 10% for *S. crispa*, 8.2% for *L. sulphureus*, 5.1% for *Coriolus hirsutus*, and less than 4.4% for three non-basidiomycetous fungi. In incubation with combinations of the fungi, the wood decay activity of *S. crispa*, *L. sulphureus* and *C. hirsutus* was increased by the non-basidiomycetous fungi of *Geotrichum candidium*, *G. sp.* and *Verticillium sp.*, but that of *P. schweinitzii* was not.

Key words : Butt-rot fungi, larch, wood decaying ability.

¹ 接受 1991年 7月 31日 Received on July 31, 1991.

² 林業研究院 山林微生物科 Division of Forest Microbiology, Forestry Research Institute, Seoul 131-010, Korea.

緒 論

낙엽송은 1904年 日本에서 導入되어, 우리나라 中部以南에 가장 많이 植栽된 主要經濟造林樹種이다. 1960年代以後 大規模로 造林된 낙엽송은 이제 間伐期에 到達되어 中·小徑材를 生産하고 있고, 生産材는 原木(비계목), 角材(土木用材나 콘크리트틀材), 板材(후로링, 루바 等の 建築內藏材)로 널리 使用되고 있다.

最近들어 이들 主·間伐地에서 根株心材腐朽가 頻繁하게 發見되고 있고, 林地에 따라서는 높은 被害率로 나타나고 있다⁹⁾. 國內에서 낙엽송生立木에 材質腐朽를 일으키는 菌으로는 *Laetiporus sulphureus*, *Phaeolus schweinitzii*를 비롯하여¹⁵⁾ 最近 金等⁹⁾이 報告한 *Sparassis crispa*等 3種의 菌이 記錄되어 있으나, 林木腐朽와 關聯된 研究는 거의 없고, 다만 趙等⁵⁾에 의하여 *P. schweinitzii*에 對한 針·闊葉樹材의 耐朽力試驗이 이루어진 바 있다. 日本에서는 1904年 낙엽송 腐心病이 報告¹⁾된 以後, 1928年 北島¹⁴⁾가 病原菌이 *P. schweinitzii*라고 하였고, 그 後 낙엽송 根株心材腐朽菌에 對한 研究는 1950년에 靑島¹⁾가 *Poria subacida*, 1956년에 龜井等¹⁰⁾이 *S. crispa*, 1958年 靑島²⁾가 *Tyromyces balsameus*, 그리고 1962년에 靑島等⁴⁾이 *L. sulphureus*에 衣한 心材腐朽被害를 報告하였으며, 現在 日本有用植物 病名目録⁷⁾에는 4種의 根株心材腐朽菌과 5種의 幹心腐病菌 等 9種의 材質腐朽菌이 記錄 되어있다.

한편 Ohsawa等^{11,13)}은 이들 菌 以外에 새로운 根株心材腐朽病菌 1種을 報告하고, 新病原菌의 土壤內 捕捉方法을 報告하였으며, 149本의 根株心腐病被害木에서 菌을 分離한 結果, 腐朽菌이 分離되지 않은 41%를 除外하고는 17%가 *P. schweinitzii*, *T. balsameus*와 *S. crispa*가 各各 7%였으며, 未同定된 新病原菌이 27%로 가장 많았다고 하였다.

被害材部에서 腐朽菌을 分離하기 위한 選擇培地로서는 베노딜(1~5μg/ml)을 添加한 麥芽寒天培地가 有效하였다고 하였다¹²⁾. 또한 낙엽송 根株心腐病 罹病木과 健全木에서 菌을 分離하여 樹幹內 菌의 遷移關係 調查와 더불어 낙엽송材의 腐朽에 미치는 非擔子菌系 絲狀菌의 影響을 調查하여 *Scytalidium* sp. 等은 變色과 腐朽를 促進

하는 菌으로, 그리고 *Pezicula* sp.와 *Paecilomyces variotii*는 抑制하는 菌으로 報告하였다⁶⁾.

本 研究는 國內分布 낙엽송 根株心材腐朽病菌의 種類와 頻度를 究明할 目的으로 根株心材腐朽로 診斷된 腐朽木에서 生長錘로 腐朽材部를 採取하여 菌을 分離한 것이며, 또한 여기서 分離한 菌에 對한 낙엽송 心材劣化能力調查와 더불어 낙엽송 被害材部에서 分離된 非擔子菌과의 關係를 調查한 것이다.

材料 및 方法

1. 腐朽菌의 分布調查

· 菌分離用 試料採集

1989-1990년에 京畿(抱川郡, 南楊州郡), 江原(橫城郡, 平昌郡, 三陟郡, 寧越郡), 忠北(堤川郡, 丹陽郡), 全北(茂朱郡), 慶北(榮豐郡)地域의 III齡級 以上되는 林分 38個所를 現地踏査하며 探索한 總 216本의 根株心材腐朽木에서 地上 20~30cm높이를 生長錘로 穿孔하여 心材腐朽組織을 採集하였다.

· 菌分離 및 同定

採集한 腐朽組織을 實驗室에서 3% malt extract agar(MA) 培地와 benomyl [methyl-1-(butyl carbamoyl)-benzimidazol-2-ylcarbamate] 5ppm 添加 MA培地에 옮겨 菌을 分離하고, 日本森林總合研究所 同定菌과 比較하여 分類 同定하였다.

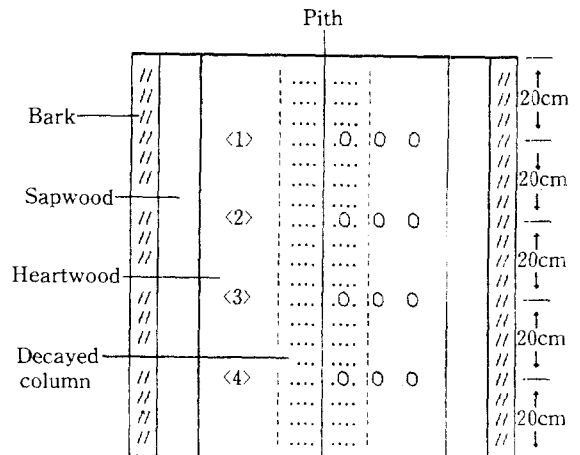


Fig. 1. Sampling method.

2. 罹病木 樹幹內 菌類分布調查

낙엽송심材腐朽病 罹病木으로 40年生 4本(光陵試驗林 45林班 小班)과 65年生 3本(光陵試驗林 28林班 小班)을 心腐材가 包含되도록 1m길이로 切斷, 採集하여 髓를 中心하여 切開하고, 切斷面의 心材部를 肉眼的으로 健全部位, 變色部位(腐朽材部の 隣接한 部分), 腐朽部로 區分하여 菌分離用 切片을 떼었다(Fig. 1). 直徑과 두께가 5mm크기인 切片을 MA 및 MA-benomyl 5 ppm 培地에 Petri dish當 3個씩 移植하여 擔子菌 및 非擔子菌을 分離하였다.

3. 낙엽송심材腐朽病 罹病木樹幹內 分離菌의 相互作用과 木材劣化能力調查

· 供試菌 : 擔子菌類 4種

Phaeolus schweinitzii (해면버섯)

Laetiporus sulphureus (덕다리버섯)

Sparassis crispa (꽃송이버섯)

Coriolus hirsutus (흰구름버섯)

非擔子菌類 3種

Geotrichum candidium

Geotrichum sp.

Verticillium sp.

· 供試片 調製

낙엽송 健全木 1本(40年生)의 心材로 調製한 2cm×2cm×2cm(橫斷面×徑斷面×徑斷面)크기의 試片을 利用하였다.

· 處理方法

- 單獨處理 : 擔子菌 4種 + 非擔子菌 3種 → 7處理

(1次菌) (2次菌)

- 結合處理 { 擔子菌 4種 × 非擔子菌 2種 → 8處理
非擔子菌 2種 × 擔子菌 4種 → 8處理

500cc 三脚후라스크內에 150ml씩 分注한 MA 培地에 供試菌을 2週間 培養한 後에, 105°C로 24

時間 乾燥시켜 무게를 秤量한 供試片을 培養基위에 直徑 5mm의 U字型 유리봉을 간후 후라스크當 6個씩 投入하고, 恒溫器內(25°C, 暗所)에 넣어, 單獨處理는 6個月間, 結合處理는 1, 2次菌 各 各 3個月씩 處理하였다. 結合處理는 1次菌에 3個月間 腐朽處理한 後, 同一試驗片을 2次菌을 培養한 후라스크에 옮겨 3個月間 處理하였다.

· 重量減少率

供試菌의 木材劣化能力比較는 處理前後의 供試片의 全乾重量을 利用하여 다음 式으로 重量減少率을 算出하여 比較하였다.

$$\text{重量減少率(\%)} = \frac{\text{處理前重量} - \text{處理後重量}}{\text{處理前重量}} \times 100$$

結果 및 考察

1. 根株心材腐朽菌의 分布頻度

38個 낙엽송林分에서 總 216本の 腐朽木을 對象으로 腐朽組織을 採集하여 菌을 分離한 結果는 Table 1과 같이 3種의 典型的인 根株心材腐朽菌이 分離되었는데, 菌種別 分布頻度는 *Sparassis crispa*(꽃송이버섯)가 27.8%로 가장 많았고, 그 다음으로 *Laetiporus sulphureus*(덕다리버섯) 19.0%, *Phaeolus schweinitzii*(해면버섯) 7.9%順으로 分離되어, 이 3種의 菌이 全體調查木의 54.7%를 차지하였다.

그러나, 調查木의 45.3%에 達하는 98本에서는 根株心材腐朽菌이 分離되지 않았는데, 純粹分離된 菌의 大部分은 *Geotrichum candidium*, *G.* sp., *Verticillium* sp. 등과 같은 非擔子菌이었다.

2. 罹病木 樹幹內 菌類分布調查

낙엽송심材腐朽被害木을 切開하여(Fig. 1), 心材部를 腐朽部, 變色部, 健全部로 나누어 菌을 分離하여 樹幹內 菌의 分布狀況을 調查한 結果는

Table 1. Frequency of Butt-rot fungi isolated larch trees with butt rot collected in five districts.

Butt-rot fungi isolated	Number of trees investigated					Total	Percentage of distribution
	Kyongi	Kangwon	Chungchong	Cholla	Kyongsang		
<i>Phaeolus schweinitzii</i>	10	5	-	2	-	17	7.9
<i>Sparassis crispa</i>	52	7	-	-	1	60	27.8
<i>Laetiporus sulphureus</i>	24	11	2	4	-	41	19.0
Not isolated	61	30	5	2	-	98	45.3
Total	147	53	7	8	1	216	100.0

Table 2. Basidiomycetous and non-basidiomycetous fungi isolated from heartwood of larch trees with a central decay column.

Sample no. (tree age)	Basidiomycetous fungi	Frequency* ¹			Non-basidiomycetous fungi	Frequency* ¹		
		A	B	C		A	B	C
1<40>	<i>Coriolus hirsutus</i>	-+-	+	·	<i>Verticillium</i> sp.	·	++	·
					<i>Penicillium</i> sp.	·	+	·
					<i>Geotrichum candidum</i>	·	·	++
2<40>	<i>Sparassis crispa</i>	+++	++	·	<i>Penicillium</i> sp.	·	·	+
					unidentified	·	·	+
3<40>	<i>Sparassis crispa</i>	+++	++	·	-			
4<40>	<i>Coriolus hirsutus</i>	+++	++	·	-			
5<65>	-				<i>Trichoderma</i> sp.	+++	+	·
6<65>	<i>Sparassis crispa</i>	+++	+++	·	Unidentified	·	·	+
7<65>	<i>Laetiporus sulphureus</i>	+++	+++	·	-			

*¹ The fungus was isolated from only one sample piece(+), more than two(++), and all(+++).

A : Decayed portion at the final stage in larch trunks with heart rot.

B : Sound part adjacent to decayed portion in larch trunks with heart rot.

C : Sound part in larch trunks with heart rot

Table 3. Weight loss of larch heartwood by exposure to the fungi isolated from larch trunks with heart rot.

Fungi tested		Mycelial growth on the surface of blocks* ¹	Percentage of loss in weight of blocks* ²
First fungi	Second fungus		
<i>Phaeolus schweinitzii</i>	-	good	19.6±0.93
<i>P. schweinitzii</i>	<i>Geotrichum candidum</i>	good	17.8±0.59
<i>P. schweinitzii</i>	<i>Geotrichum</i> sp.	good	16.4±0.78
<i>Verticillium</i> sp.	<i>P. schweinitzii</i>	good	11.9±0.90
<i>G. candidum</i>	<i>P. schweinitzii</i>	good	15.5±0.99
<i>Laetiporus sulphureus</i>	-	good	8.2±0.99
<i>L. sulphureus</i>	<i>G. candidum</i>	poor	10.2±0.61
<i>L. sulphureus</i>	<i>G.</i> sp.	poor	9.8±0.97
<i>Verticillium</i> sp.	<i>L. sulphureus</i>	good	9.9±0.94
<i>G. candidum</i>	<i>L. sulphureus</i>	good	13.6±1.06
<i>Sparassis crispa</i>	-	poor	10.0±0.89
<i>S. crispa</i>	<i>G. candidum</i>	poor	12.9±0.96
<i>S. crispa</i>	<i>G.</i> sp.	poor	13.9±1.07
<i>Verticillium</i> sp.	<i>S. crispa</i>	poor	10.6±0.95
<i>G. candidum</i>	<i>S. crispa</i>	poor	14.3±0.95
<i>Coriolus hirsutus</i>	-	good	5.1±1.18
<i>C. hirsutus</i>	<i>G. candidum</i>	good	6.4±1.08
<i>C. hirsutus</i>	<i>G.</i> sp.	good	6.0±1.03
<i>Verticillium</i> sp.	<i>C. hirsutus</i>	poor	12.8±0.94
<i>G. candidum</i>	<i>C. hirsutus</i>	good	6.7±1.18
<i>G. candidum</i>	-	poor	4.4±0.73
<i>G.</i> sp.	-	poor	3.1±0.54
<i>Verticillium</i> sp.	-	poor	2.8±0.48

*¹ The wood blocks (2×2×2cm) made of larch heartwood remained exposed to fungal attack for six months in an incubator at 25°C in darkness.

The blocks were treated to second fungi after exposure to first fungus for three months.

*² Percentage of loss in weight = $(W_1 - W_2) / W_1 \times 100$.

W₁ : Original dry-weight of blocks.

W₂ : Dry-weight of blocks exposed to fungal attack for six months.

Table 2와 같다. 總 7本の 供試木에서 分離된 腐朽菌(擔子菌)은 *Sparassis crispa*가 3本, *Coriolus hirsutus*가 2本, *Laetiporus sulphureus*가 1本이었고, 1本(供試木 No. 5)에서는 分離되지 않았다.

腐朽菌이 分離되지 않은 1本을 除外하고는 모두가 腐朽材部와 바로 隣接한 變色材部에서 擔子菌이 分離되었으며, 健全한 心材部에서는 擔子菌이 分離되지 않았다. 그러나 非擔子菌의 경우, 주로 健全材部와 變色材部에서 分離되었는데, 分離된 菌의 種類나 頻도가 아주 낮았다.

또한 Sample No. 5는 *Trichoderma* sp. 外的 菌은 分離되지 않았는데, 供試木은 腐朽가 아주 甚한 狀態였다.

3. 낙엽송心材腐朽木 樹幹內 分離菌의 木材劣化能力과 菌種間的 相互作用

낙엽송 心材로 調製한 供試片을 낙엽송心材腐朽木에서 分離된 擔子菌 4種과 非擔子菌 3種에 單獨 및 相互連繫處理하여 腐朽시킨 後, 供試片의 重量減少率로서 木材劣化能力과 菌種間的 相互關係를 調査한 結果는 Table 3과 같다.

腐朽菌에 供試片을 6個月間 單獨處理하였을때 供試片 表面上的 菌絲生長은 *Phaeolus schweinitzii*, *Laetiporus sulphureus*, *Coriolus hirsutus*가 아주 良好한 被覆狀態를 나타낸 反面, *Sparassis crispa*와 非擔子菌 3種의 경우 菌絲生長이 아주 不進하였다. 重量減少率은 *P. schweinitzii*가 19.6%로 가장 높았고 試片表面菌絲生長과는 달리 *S. crispa*가 10.0%, *L. sulphureus*가 8.2%, *C. hirsutus*가 5.1%의 順이었으며, 非擔子菌 3種은 3%內외의 減少率이었다.

相互連繫處理한 結果에서 *P. schweinitzii*를 除外한 3種의 腐朽菌에서는 結合處理했을때 더 높은 重量減少率을 나타냈는데, 特히 *G. candidium* + *L. sulphureus*, *G. candidium* + *S. crispa*, *G. sp.* + *S. crispa* 및 *Verticillium sp.* + *C. hirsutus*를 相互連繫處理했을 때 높은 重量減少率을 나타내어, 이들 非擔子菌은 腐朽菌에 따라 相互補完的으로 腐朽促進役割을 하는 것으로 思料되었다.

結 論

낙엽송根株心材腐朽木을 對象으로 腐朽組織을 採集하여 菌을 分離, 分布狀況을 調査하였고, 낙엽송樹幹內 分離菌을 處理하여, 重量減少率로서 木材劣化能力과 相互關係를 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 낙엽송에 根株心材腐朽를 일으키는 菌의 分布頻도는 *S. crispa* 27.8%, *L. sulphureus* 19.0%, *P. schweinitzii* 7.9% 順으로 나타났다.

2. 낙엽송心材腐朽被害木 樹幹內 腐朽菌의 分布部位는 腐朽材部와 바로 隣接한 變色材部이며, 健全心材部에서는 分離되지 않았다.

3. 낙엽송 心材腐朽菌의 木材劣化能力은 *P. schweinitzii*가 6個月間 19.6%의 重量減少率로서 가장 높았고, *S. crispa* 10.0%, *L. sulphureus* 8.2%, *C. hirsutus* 5.1% 順이었다.

4. 腐朽菌(擔子菌)과 非擔子菌을 結合處理하여 腐朽上昇效果를 나타내는 菌은 *G. candidium*과 *L. sulphureus*, *Verticillium sp.*와 *C. hirsutus*, 그리고 *G. candidium* 및 *G. sp.*와 *S. crispa*의 相互結合處理였다.

引用文獻

1. 白澤保美. 1904. 落葉松ノ腐心病. 日林試研報 1: 48-56.
2. 青島清雄. 1958. カラマツの腐朽病. 森林防疫ニュース 7(8): 161-162.
3. 青島清雄. 1950. 日本産Poria屬の腐朽菌(1). 日林試研報 46: 155-168.
4. 青島清雄·林康夫. 1962. カラマツの心腐水病菌について. 72回 日林講: 308-309.
5. 趙在明·孫星鎬. 1965. 우리나라產 有用木材의 比較耐腐性에 關한 研究. II. *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat.에 對한 重量減少 및 強度減少에 依한 比較耐腐性. 林試研報 11: 63-69.
6. 大澤正嗣·勝屋敬三. 1986. カラマツ根株心腐病罹病木および健全木樹幹内の菌類相とその遷移. 筑波大學農林技術 センター練習林報告 第2號: 17-29.

7. 日本植物病理學會. 1983. 日本有用植物病名目録 第4卷(第2版). 太平社(株), 東京, 232 pp.
8. 金汝中. 1989. 針葉樹의 腐朽病害에 關한 研究. 林業研究院 試驗研究報告書 : 224-252.
9. 金汝中·金俊燮·李昌根. 1990. 해면버섯菌과 꽃송이버섯菌에 依한 낙엽송生立木의 心材腐朽被害. 韓林誌 79(2) : 138-143.
10. 龜井專次·五十嵐恒夫. 1956. 北海道針葉樹心材腐朽の新知見. 日植病報 21 : 120.
11. Ohsawa, M. and K. Katsuya. 1987. The effect of non-basidiomycetes on the progress of larch wood decay caused by butt-rot basidiomycetes. Trans. mycol. Soc. Japan 28 : 257-265.
12. Ohsawa, M., K. Katsuya, and T. Otsuka. 1987. Isolation of butt-rot basidiomycetous fungi from Japanese larch (*Larix leptolepis*) using selective media. Trans. mycol. Soc. Japan 28 : 49-54.
13. Ohsawa, M., K. Katsuya, and H. Takei. 1987. Newly unidentified butt-rot basidiomycetous fungus of Japanese larch and method for baiting the fungus from the soil. J. Jpn. For. Soc. 69(8) : 309-314.
14. 北島君三. 1928. からまつ腐心病ノ病原菌ニ就テ. 日林試研報 28 : 75-94.
15. 林業試驗場. 1941. 鮮滿實用林業便覽. 養賢堂, 東京, 1058pp.