

소나무 리지나뿌리썩음병에 관한 연구^{1*}:
Rhizina undulata 의 生理的 特性 및 病原性

李相龍² · 金完圭³

Studies on *Rhizina* Root Rot Disease of *Pinus densiflora*^{1*}:
Physiological Characteristics and Pathogenicity
of *Rhizina undulata*

Sang Yong Lee² and Wan Kyu Kim³

要 約

리지나뿌리썩음병에 의한 소나무林的 群狀枯死 現象이 江陵地方에서 발견되었는데 黑褐色의 腐朽斑點, 放射狀의 腐朽 흔적 및 모래덩이 형성 등이罹病木의 뿌리에서 관찰되었다. 年間 被害 擴散距離는 約6m였으며, 捕捉木에 의하여 罹病地 土壤中の 病原菌이 檢出되었다.

*Rhizina undulata*의 子囊孢子는 37°C 24時間 또는 40°C 17時間의 열處理에 의하여 發芽되었으며, PDA培地에서 菌絲의 生長이 양호하였고 最適生長溫度는 25-30°C, 培地의 最適pH는 5.6-6.3이었다. 試驗管內에서의 接種實驗結果, 침엽수가 활엽수보다 感受性을 나타내었다.

ABSTRACT

A group of *Pinus densiflora* trees attacked by *Rhizina* root rot were observed at Kangnung. Diseased roots are characterized by rot patches, radial rot traces or formation of adhesive soil masses. The damage has proceeded about 6m per annum, and the pathogen in the infected soil was detected by trap logs. Ascospores of *Rhizina undulata* was germinated by heat shock at 37°C for 24 hours or at 40°C for 17 hours. The mycelial growth was optimum on PDA medium at 25-30°C and pH 5.6-6.3. Coniferous trees were more susceptible than non-coniferous trees in inoculation test *in vitro*.

Key words : *Rhizina undulata*, *Rhizina* root rot, heat shock, trap log.

緒 論

Rhizina undulata Fr ex Fr, Syn. *Rhizina inflata* (Schaeff) Karst (파상망해파리버섯)는 주로 침엽류의 뿌리를 腐朽시켜 林木을 群狀으로 枯死시키는 病原菌으로 프랑스 및 독일에서 보고된 이래^{7,11)}, 苗木에 대하여도 病原性을 갖고 있음이 밝혀 졌으며²³⁾, 그 후 주로 歐美地域을 중심으로

Pinus, *Abies*, *Picea*, *Tsuga*, *Larix*, *Pseudotsuga* 등의 林木에서 이 病原菌에 의한 피해가 보고되었다^{2,4,20)}. 또한 이 病은 도막불자리나 산불이 발생하였던 林地에서 많이 發生한다는 사실이 관찰, 실험적으로도 立證되었으며^{2,3)}, 子囊孢子的 發芽에는 일시적인 高溫處理가 필요하다는 사실이 밝혀졌다^{4,8)}.

日本에서는 1968년 東北地方의 海岸林에서 이 病에 의한 林木의 群狀枯死現象이 최초로 발견되

¹ 接受 1990年 6月 8日 Received on June 8, 1990.

² 江原大學校 林科大學 College of Forestry, Kangweon National University, Chuncheon, Korea.

³ 江原道 林業試驗場 Kangweon-Do Forestry Experiment Station, Chuncheon, Korea.

* 이 논문은 1989년도 문교부 지원 한국 학술진흥재단의 신진교수 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

었으며⁹⁾, 소나무림보다 곰솔림에서 피해율이 높으며, 산불이나 모닥불이 發病과 깊은 관계가 있다는 점, 또한 알칼리성 보다 酸性土壤의 林地에서 많이 發生한다고 하였다^{14,15)}. 그 후 이 病原菌에 의한 피해가 日本의 東北地方 전 지역에 擴散됨에 따라 이 病原菌에 관한 生物學的特性^{12,13,16)}, 土壤속에서 病原菌의 檢出方法^{5,17,18)}, 藥劑防除 및 物理的防除¹⁶⁾, 이 病의 발생에 영향을 미치는 諸要因에 관한 研究가 활발하게 進行되었다¹⁹⁾.

한편 우리나라에서는 1981년 慶州 南山에서 모닥불터를 중심으로 소나무 11그루와 곰솔 1그루가 이 病原菌에 의하여 枯死된 것이 발견되어 “리지나뿌리썩음병”이라 命名된 것이 유일한 보고였으나^{21,22)}, 1987년 江陵市의 一部 海岸林에서 이 病原菌에 의한 소나무의 群狀枯死現象이 발견된 이래 同一한 被害가 인접한 海岸林에서도 발견, 每年 확대되어 가고있다. 특히, 이 病의 發生地는 유명 피서지가 密集하여 있는 지역으로 이 病에 의한 海岸林의 피해는 造景的 價値를 크게 저하시키고 있어 이 病의 防除에 관한 諸研究가 시급히 요구되고 있는 실정이다.

따라서 이 論文에서는 앞으로 이 病에 관한 諸研究에 필요한 基礎資料를 提供하고자 病原菌의 生理的特性 및 病原性 등에 關於하여 실험 調査한 結果를 보고하고자 한다.

材料 및 方法

1. 被害林地的 概況

調査地는 江原道 江陵市 柄山洞에 위치한 樹齡 約 50-80年生 소나무 單純林으로 林地면적이 約 0.3ha며 제비꽃·닭의장풀·털질경이·토끼풀·매듭풀·쑥·망초·고들빼기 등의 草本類가 下層植生을 構成하고 있다. 調査林地는 海岸에서 約1km 떨어진 곳으로 모닥불 및 쓰레기의 소각흔적을 쉽게 발견할 수 있었다.

2. 病原菌의 分離 및 培養

病原菌의 分離 및 培養에 사용된 培地의 종류는 Table 1과 같다.

子囊胞子の 分離는 직경 9cm의 페트리접시의

Table 1. Preparation of media used in experiment.

Medium	Composition
Czapek-Dox	WA+3% sucrose+0.2% NaNO ₃ +0.1% K ₂ HPO ₄ +0.05% MgSO ₄ ·7H ₂ O+0.05% KCl+0.001% FeSO ₄ .
MA	WA+2.5% malt extract.
MPDA	MA+0.1% peptone+2% dextrose.
PDA	WA+potato extract (200g/l)+2% dextrose.
PDA-SM	PDA+1,000ppm streptomycin.
PSA	WA+potato extract (200g/l)+2% sucrose.
Richards	WA-3% sucrose+1% KNO ₃ +0.25% MgSO ₄ ·7H ₂ O+0.5% KH ₂ PO ₄ .
WA	distilled water-1.5% agar.
WA-SM	WA+1,000ppm streptomycin.
YMG	MA+0.2% yeast extract.

덮개內側에 신선한 子實體의 斷片(50×50mm)을 兩面接着테이프로 接着시켜 20℃에서 20時間 子囊胞子를 培地위에 落下시킨후, 子實體 斷片을 제거하고 각각 37℃에서 24時間 및 40℃에서 17時間 열處理한 다음 20℃에서 培養하였다. 子實體의 구조는 肉眼에 의한 形態的特徵과 함께 광학현미경을 사용하여 子實層의 구조 및 子囊胞子를 관찰하였다.

3. 捕捉木의 製作

土壤속에 分布하는 病原菌의 檢출을 目的으로 陣野 等¹⁷⁾의 方法에 따라 소나무가지로 捕捉木을 製作하였다. 즉, 직경3-5cm, 길이40cm의 소나무 가지 양쪽에 病原菌의 侵入을 誘導하기 위하여 10cm의 間隔으로 形成層部位에 釘할 정도로 상처를 내어 주었으며, 穿孔性害蟲 등의 侵入을 방지하기 위하여 스미치온乳劑(50倍)에 30秒間 浸漬, 乾燥시켜 捕捉木으로 사용하였다.

4. 病原性 檢定

病原菌의 病原性を 調査하기 위하여 소나무를 포함한 24樹種의 뿌리를 採取하여 각 樹種別 根抽出液-寒天培地上 및 뿌리組織上에서의 菌絲生長量을 試驗管内에서 調査하였다. 根抽出液-寒天培

地는 1cm²의 뿌리切片을 증류수에 넣어 (200g/l) 30분간 끓인 후 그 여과액에 寒天을 1.5% 첨가하여 固體培地를 製作하였으며 직경 2mm의 接種源을 移植하였고, 뿌리組織上에서의 菌絲生長量은 직경 約1-1.5cm의 뿌리를 12cm로 절단하여 고압 멸균한 다음 5ml의 PDA 培地가 들어있는 試驗管 (2×20cm)에 接種源의 移植과 동시에 정치시켜 菌絲生長量을 調査하였다. 각 실험은 3반복으로 실시하였다.

結 果

1. 病徵

소나무 罹病木에 있어서 地上部에서의 病徵은 針葉의 黃變 내지 褐變에 의한 枯死現象이 공통된 점이었으며, 2차적으로 침입한 소나무종류에 의한 食害흔적을 관찰할 수 있었다. 根部의 病徵으로는 粗皮上 또는 粗皮下에서 腐朽로 인한 黑褐色 斑點과 함께 放射狀의 腐朽흔적이 주로 관찰되었으며 (Plate 1, A), 6月-11月頃에는 罹病木의 根株 주위에 子實體가 형성되는 경우도 있었다(Plate 1, B). 이와 함께 病原菌의 侵入에 의한 樹脂成分이 누출된 결과로 罹病된 뿌리주위에 粘着性이 강한 痂경이가 형성됨도 관찰되었다(Plate 1, C).

2. 蔓延狀態

江陵市 柄山洞에 위치한 소나무林을 대상으로 年次의으로 이 病의 擴散狀態를 調査한 결과 Fig. 1과 같이 1986년도의 枯死木을 중심으로 每年 불규칙한 방향으로 擴散하여 전체적으로는 群狀으로 樹齡에 관계없이 被害域內의 全林木을 枯死시키면서 진행되고 있음을 알 수 있었다. 이 病에 의한 枯死木의 年間 擴散距離는 平均 約 6m였다.

3. 病原菌의 分離 同定

이 病原菌의 子實體는 직경이 3-10cm, 두께는 2-3mm의 圓盤-不定形으로 肉質이고 乾燥하면 롤크狀이며 子實體의 下部에는 根狀菌絲束이 발달되어 있다. 子實體의 表面은 물결모양의 굴곡이 있으며 赤褐-黑褐色으로 黃白色의 테두리를 갖고 있다(Plate 2). 子囊은 350×450-15-18μm이며 子囊胞子は 30-40×8-12μm로 양끝에 작은 돌기가 존재한다(Fig. 2). 이상의 결과는 *Rhizina undulata*

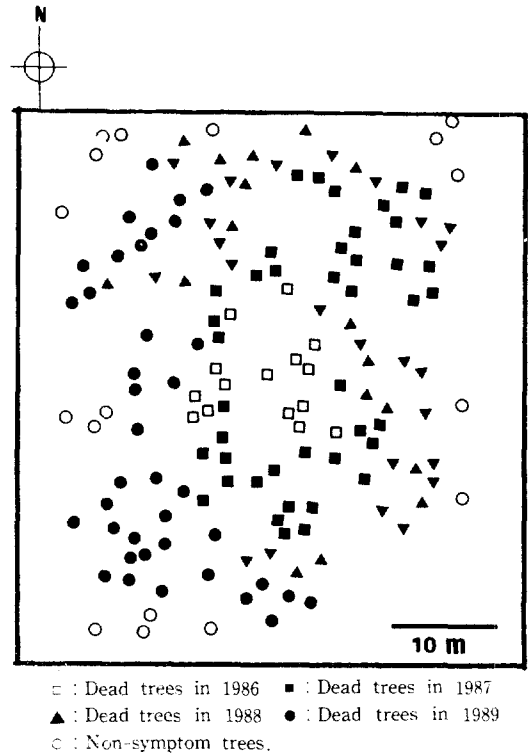


Fig. 1. Sketch of spreading of *Rhizina* root rot in *Pinus densiflora* stand.

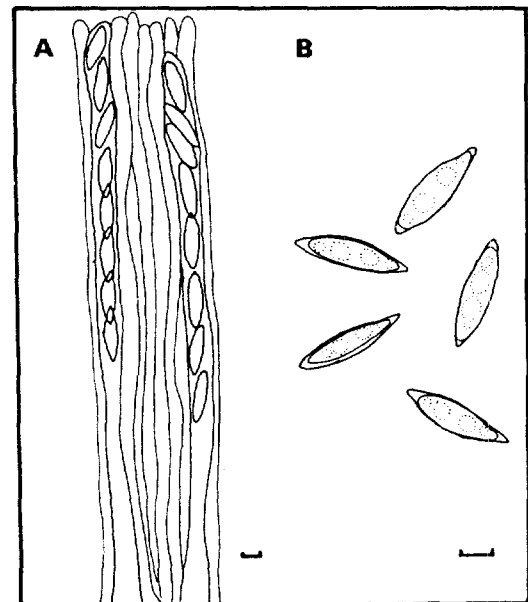


Fig. 2. Sketch of asci, paraphyses (A) and ascospores (B) of *Rhizina undulata*. Scale bars represent 10μm.

Fr ex Fr의 形態의 特徵과 일치하였다^{16,22)}.

病原菌의 分離는 腐朽혼적上의 罹病組織을 PDA-SM 培地에 移植, 20°C에서 비교적 용이하게 分離培養되었다. 子囊孢子로 부터의 分離는 PDA-SM培地에서 37°C 24時間 또는 40°C 17時間 열處理後 20°C에서 培養하므로서 37°C 24時間 열處理한 子囊孢子는 6日後부터, 40°C 17時間 열處理한 子囊孢子는 5日後부터 孢子의 發芽가 관찰되었다 (Plate 3, A). 단 37°C에서 열處理한 子囊孢子의 發芽率은 40°C에서 열處理한 子囊孢子의 發芽率의 約30%였다. 또한 20°C에서는 子囊孢子가 發芽되지 않았으며, PDA, WA, WA-SM培地에서도 發芽되지 않았다. PDA培地上에서 菌絲의 生長特性은 白色의 菌絲가 成長함에 따라서 培地가 黑褐色으로 變하였으며 微細한 根狀菌絲束을 형성하는 경우도 있었다 (Plate 3, B)

4. 生理的特性

이 실험에 사용된 菌株는 子囊孢子로부터의 分離株 R-s 및 罹病組織으로부터의 分離株 R-t) 였다.

이 病原菌의 培養을 위한 最適培地를 찾기 위하

Table 2. Mycelial growth of *Rhizina undulata* on various media after 3 days at 25°C.

Medium	Diameter of mycelial growth(mm)	
	R-s ^{a)}	R-t ^{b)}
Czapek-Dox	10	10
MA	19	18
MPDA	27	25
PDA	68	40
PSA	58	37
Richards	12	10
YMG	28	25

a) : Isolate from spore.

b) : Isolate from infected tissue.

여 직경 2mm의 接種源을 각 供試培地에 接種하여 25°C에서 3日間 培養, 菌絲의 生長量을 측정한 결과 Table 2와 같이 PDA培地에서 가장 왕성한 生長을 보였다. 溫度와 菌絲生長量과의 관계는 PDA培地를 사용하여 각 溫度에서 3日間 培養, 菌絲의 生長量을 측정한 결과 最適溫度는 25-30°C 였다(Fig.3 A). pH와 菌絲生長量과의 관계는 HCl 및 NaOH로 조절한 pH別 PDA 培地를 사용하여 25°C에서 3日間 培養, 菌絲의 生長量을 측정한 결과 pH5.6-6.3에서 가장 양호하였다(Fig. 3, B).

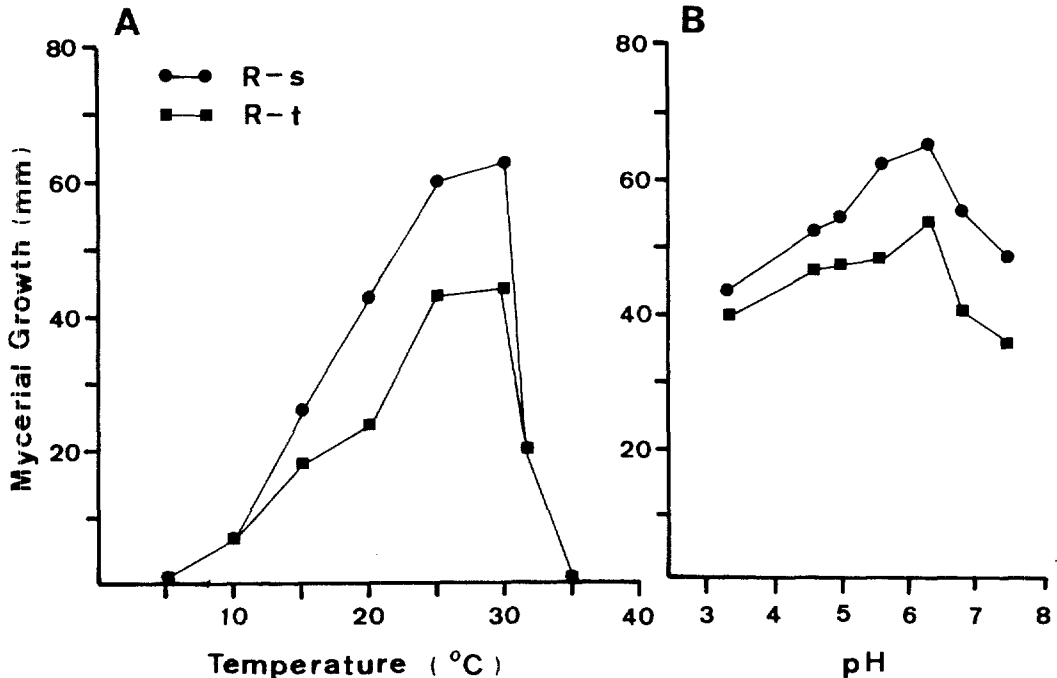


Fig. 3. Effects of temperature (A) and pH (B) on mycelial growth of *Rhizina undulata* after 3 days on PDA. R-s: Isolate from spore, R-t: Isolate from infected tissue.

5. 捕捉木을 이용한 病原菌의 檢出

소나무製 捕捉木을 1989年 8月 31일부터 11月 16일까지 당년도 枯死木을 중심으로 健全 또는 無病徵 林木의 方向으로 1m間隔으로 約35cm의 깊이로 埋沒한 後 回收하여 捕捉木上의 病徵을 調査한 結果 24개의 捕捉木中 10개의 捕捉木이 病原菌에 感染되어 42%의 捕捉率을 보였다. 이 때 感染된 捕捉木의 樹皮는 腐朽되어 쉽게 分離되었으며 樹皮下에서는 이 病의 典型的인 病徵이라 할 수 있는 放射狀의 腐朽흔적이 형성되었다(Plate 4).

6. 病原性

病原菌의 病原性을 調査하기 위하여 根抽出液-寒天培地上에서의 菌絲生長量과 함께 뿌리組織上에서의 菌絲生長量 및 腐朽흔적의 有無를 25°C에서 4日, 7日間 培養後 관찰한 結果 침·활엽수 모두 感染된 뿌리에서는 黑褐色의 腐朽斑點 및 放射狀의 腐朽흔적이 확인되었다(Plate 5).

根抽出液-寒天培地上에서의 菌絲生長量은 노간주, 이태리포플러, 은사시나무의 경우 菌絲가 전혀 生長하지 못하였으며 스트로브잣나무, 가중나무, 물갸나무, 아카시나무의 경우도 菌絲生長量이 비교적 저조하였다. 뿌리의 粗皮上에서의 菌絲生長量은 전체적으로 침엽수가 활엽수보다 높았으며 활엽수중 특히 이태리포플러와 은사시나무의 菌絲生長量은 20%미만으로 菌絲의 生長에 대한 강한 耐性을 나타냈으며 가중나무, 물갸나무 및 아카시나무의 경우는 뿌리의 粗皮上에서 菌絲의 生長이 확인되었으나 뿌리의 粗皮下에서는 腐朽흔적을 발견할 수 없었다(Table 3).

考 察

이 病에 의한 罹病木의 診斷에 있어서 根部의

Table 3. Mycerial growth and rot trace formation of *Rhizina undulata* (R-t) inoculated on root extract-agar media and 12cm-long root.

Species	Mycerial growth on root extract-agar medium (%) ^{a)}	Mycerial growth on the bark (%) ^{b)}	Rot trace formation
<i>Pinus densiflora</i>	80	100	+
<i>Pinus koraiensis</i>	84	100	-
<i>Pinus rigida</i>	100	100	+
<i>Pinus strobus</i>	39	100	+
<i>Pinus thunbergii</i>	87	100	+
<i>Larix leptolepis</i>	82	81	+
<i>Juniperus rigida</i>	0	69	+
<i>Populus canadensis</i>	0	20	-
<i>Populus tomentiglandulosa</i>	0	6	-
<i>Salix babylonica</i>	100	100	+
<i>Salix matsudana</i> for. <i>tortuosa</i>	100	89	+
<i>Castanea crenata</i>	90	70	+
<i>Quercus dentata</i>	82	100	-
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	91	57	+
<i>Syringa dilatata</i>	100	63	+
<i>Ailanthus altissima</i>	46	58	-
<i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i>	20	50	-
<i>Betula schmidtii</i>	93	88	+
<i>Ginkgo biloba</i>	100	100	+
<i>Paulownia coreana</i>	87	100	-
<i>Platanus occidentalis</i>	93	100	-
<i>Prunus yedoensis</i>	90	100	+
<i>Robinia pseudo-acacia</i>	43	46	-
<i>Styrax obassia</i>	90	56	+

a) $\frac{\text{Diameter of mycerial growth (mm)}}{\text{Diameter of medium (90mm)}} \times 100 = \%$

b) $\frac{\text{Length of mycerial growth (mm)}}{\text{Root length (120mm)}} \times 100 = \%$

Plate

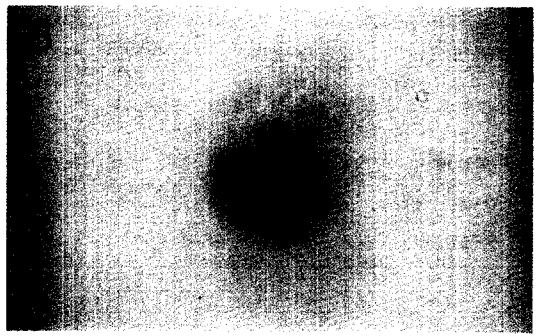
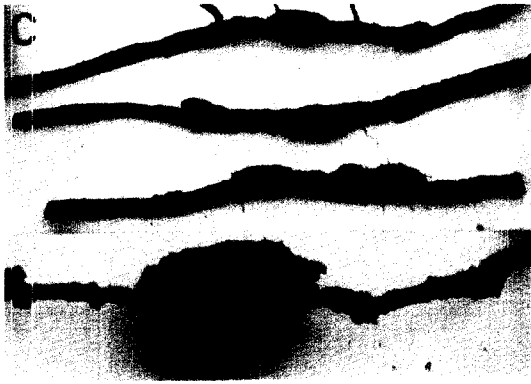
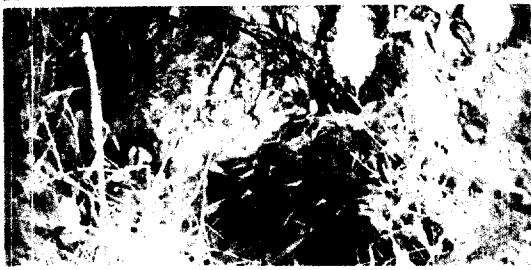
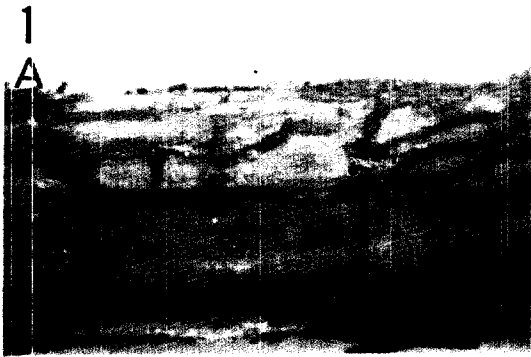


Plate 1. Symptoms on *Pinus densiflora* infected with *Rhizina undulata*; Rot traces formed in the bark of diseased root (A), fruit-bodies of *Rhizina undulata* formed on the base of diseased tree (B) and adhesive soil masses formed on diseased roots (C).

Plate 2. Fruit-bodies of *Rhizina undulata* growth on diseased forest floor.

Plate 3. Germinating ascospore of *Rhizina undulata* by heat shock at 40°C for 17 hours (A) and mycelial growth on PDA (B).

Plate 4. Rot traces formed on trap log immersed in diseased soil for 75 days.

Plate 5. Rot traces formed in the bark of *Pinus densiflora* roots inoculated with *Rhizina undulata* in vitro.

1/3정도가腐朽되었어도 地上部에서는 확실한 病徵이 발견되지 않았으며 針葉이 黃變 내지 褐變되었을 때는 根部는 이미 회복이 불가능한 상태로腐朽된 경우가 많아 罹病木의 早期診斷에는 많은 어려움이 있었다. 뿌리에서 일반적으로 발견되는 病徵으로는 黑褐色 腐朽斑點인데 未感染木의 뿌리에서도 유사한 病徵이 종종 발견되므로 이와 같은 病徵 한가지 만으로 病을 診斷할 수는 없었으며, 이 病의 특징적인 病徵이라 할 수 있는 放射狀의 腐朽흔적 및 罹病木의 細根에 형성되는 粘着성이 강한 瘤狀의 확인에 의해 보다 확실한 診斷을 할 수 있었다. 6月에서 11月頃에는 罹病木의 根株 또는 그 주위에 발생하는 子實體가 이 病의 同定에 도움을 줄 수 있었다. 또한, 뿌리보다 가지에서 명확한 放射狀의 腐朽흔적이 형성되므로 時間을 필요로 하는 작업이지만, 捕捉木을 이용하므로서 罹病木의 診斷에 확실성을 갖게 하였으며, 病의 진행방향도 추정할 수 있을 것으로 생각되었다.

病原菌의 子囊胞子는 高溫處理에 의하여 發芽됨이 보고된 바 있으나^{4,8,16)} 본 실험에서도 37°C 또는 40°C의 열處理에 의해 發芽가 促進되는 것이 확인되었다. 菌絲의 最適生長溫度는 25-30°C로 Norkrans等¹⁰⁾의 20°C, Jalaluddin⁸⁾ 및 Sato等¹⁶⁾의 25°C보다 다소 높았으며, 培地의 最適pH는 Sato等¹⁶⁾은 5.1-5.9였으나 본 실험에서는 5.6-6.3이었으며 알카리性보다는 酸性培地에서 생장이 좋았다.

各 樹種의 뿌리에 대한 病原性을 試驗管内에서 調査한 결과, 전체적으로 침엽수보다 활엽수 뿌리에서의 菌絲生長量이 불량하였으며, 특히 이태리 포플러와 은사시나무의 뿌리에서는 菌絲의 生長이 극히 저조하여 이 病에 대해 耐性을 갖고 있을 것으로 생각되었다.

이 病의 發生은 산불이나 모닥불에 의해 誘發되므로 海岸林에서 많이 發病되는 現象은 피서객들의 왕래와 밀접한 관계가 있을 것으로 추정된다. 현재 이 病의 防除方法으로는 각종 藥劑防除 및 防除溝設置等이 실행되고 있으나¹⁶⁾, 앞으로 每年 증가할 것으로 예상되는 피서객들과 함께 이 病의 發生率도 늘어날 것으로 추정되는바, 다각적인 防除方法이 研究되어야 하며, 특히 피서객들의 野營場所의 지정과 같이 이 病의 誘發要因을 제거할 수 있는 防疫次元에서의 防除方法도 함께 研究되어야 할 것이다.

引用 文 獻

1. 亦祖父 博雄. 1979. 富山縣雨晴 島尾海岸砂丘林に發生したマツのつちくらげ病一被書調査と防除の試み一. 森林防疫 28: 156-160.
2. Gibson, I. A. S. 1970. Diseases of *Pinus patula* review. Commonw. For. Rev. 49: 267-274.
3. Ginns, J. H. 1968. *Rhizina undulata* pathogenic on Douglas fir seedlings in western north America. Pl. Dis. Repr. 52: 579-580.
4. Germmen, J. 1971. *Rhizina undulata*. A review of research in the Netherlands. Europ. J. For. Path. 1: 1-6.
5. 八幡一彦·作山健. 1982. マツつちくらげ病の病原菌の捕捉とマツ枯損進行との關係. 日林東北支誌 34: 111-112.
6. 浜 武人, 唐澤 清. 1974. つちくらげ病の應急防除對策について. 森林防疫 23: 234-236.
7. Hartig, R. 1892. Untersuchungen über *Rhizina undulata*. Bot. Zentbl. 45: 237-238.
8. Jalaluddin, M. 1967. Studies *Rhizina undulata*. I. Mycelial growth and ascospore germination. Trans. Brit. Myc. Soc. 50: 449-459.
9. 木村重義. 1968. 石巻クロマツ海岸林における

- 蟲害枯死木の發生位置の推移. 昭和42年度林試東北支場年報 229-238.
10. Norkrans, B. and A. Hammarstrom. 1963. Studies on growth of *Rhizina undulata* Fr. and its production of cellulose and pectin decomposing enzymes. *Physiologia Plantarum*, 16: 1-10.
 11. Prillieux, E.E. and Boulaye, Seurat de la. 1880. (Quelques renseignements sur la maladie dite du rond dans les pineraies). In *Compt. Rend. Soc. Agr. France*, 11: 386-389.
 12. 佐佐木 活. 1980. 徳島県下に發生したつちくらげ病について. *森林防疫* 29: 169-171.
 13. 佐藤邦彦・横澤良憲. 1973. つちくらげ病に関する研究(II) 病原菌の病原性. *日林東北支誌* 23: 233-236.
 14. 佐藤邦彦・横澤良憲・庄司次男. 1970. 山火事跡のアカマツ林に發生した病害. 昭和44年度林試東北支場年報 206-214.
 15. 佐藤邦彦・横澤良憲・庄司次男. 1970. つちくらげ病に関する研究(I) 東北地方における被害とその分布. 81回日林講 249-251.
 16. 佐藤邦彦・横澤良憲・庄司次男. 1974. マツ類の群状枯死 起こす「つちくらげ」病に関する研究. *林試研報* 268: 13-48.
 17. 陳野好之・庄司次男. 1980. マツ類のつちくらげ病に関する研究—被害地における病原菌の捕捉法について—. *日林東北支誌* 32: 232-233.
 18. 陳野好之・佐司次男. 1981. マツ類のつちくらげ病に関する研究—被害のまん延と病原菌の捕捉との關係—. 92回日林論 399-400.
 19. 田利滿・千村俊夫. 1984. マツのつちくらげ病發生条件の一考察. *森林防疫* 33: 12-16.
 20. Thompson, J.H. and T.A. Tattar. 1973. *Rhizina undulata* associated with disease of 80-year-old red spruce in Vermont. *Plant Dis. Repr.* 57: 394-396.
 21. 呂運鴻. 1981. 樹木病原體의 分離同定에 關한 研究. 1981年度 試驗研究 報告書(山林廳 林業試驗場) 803-818.
 22. 李昌根・呂運鴻・金教秀・金京姬. 1982. 잣나무잎녹병等 樹木病害 3種에 關한 研究. *林試研報* 29: 253-262.
 23. Weir, J.R. 1915. Observations on *Rhizina inflata*. *Jour. Agr. Res.* 4: 93-95.