

# マツ材線虫病に対するアカマツの抵抗性因子としての菌根の効果

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者	菊地, 淳一 都野, 展子 二井, 一禎
巻/号	73巻3号
掲載ページ	p. 216-218
発行年月	1991年5月

## 短 報

## マツ材線虫病に対するアカマツの抵抗性因子としての菌根の効果

菊地 淳一\*・都野 展子\*・二井 一禎\*

KIKUCHI, Junichi, TSUNO, Nobuko, and FUTAI, Kazuyoshi: **The effect of mycorrhizae as a resistance factor of pine trees to the pinewood nematode** J. Jpn. For. Soc. 73 : 216~218, 1991 The inoculation of *Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC. seedlings with the ectomycorrhizal fungi, *Suillus luteus* S. F. GRAY and *Rhizopogon rubescens* TUL., resulted in a slight increase of resistance to subsequent infection by the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (STEINER et BUHRER) NICKLE. Mycorrhizal infection improved growth of seedlings, thereby decreased the mortality of seedlings caused by the pinewood nematode, although the increase in resistance was not statistically significant. Among many factors, the mycorrhizal status of pine trees also should be important in determining the resistance of pine trees to the pinewood nematode in a forest.

## I. はじめに

長年にわたる防除努力にもかかわらず、マツ枯れは今も日本各地のマツ林に大きな被害を与えている。この樹病害を抑制するためには、病原体であるマツノザイセンチュウ感染以降の発病から枯死に至るメカニズムの解明が必要なだけでなく、感染以前の寄主マツの生理的狀態にも目を向けなければならない。樹勢の低下した林分ではマツの被害の大きいことが観察されている(8)が、これはマツ枯れにマツの生理的要因が関与しているためと考えられる。マツの生理に影響を与える因子としては光や温度や養分および水分条件などがあげられる。このうち養分や水分の吸収については菌根が大きな役割を果たしていることが知られている(3)。この菌根の形成はさまざまな要因によって左右されるが、現在の日本の多くのマツ林のように林内の手入れが行われておらず、落葉や腐植が堆積している林では、腐生菌との競争などによって菌根菌の生育や菌根形成の低下が生じ(1)、それによって樹勢が低下していると考えられる。小川(6)はこのようなマツ林の変化にともなう土壤微生物相および菌根形成の変化とマツ枯れの関連について考察しており、菌根菌であるマツタケを多産している地域のマツ林ではマツ枯れが少ないことを述べているが、実験的な報告は未だない。そこで、本研究では菌根形成の有無とザイセンチュウの接種に対するマツの抵抗性の関係を調べるため、以下のような実験を試みた。

## II. 材料と方法

樹種はアカマツ (*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.)

を用い、菌種としてはヌメリイグチ (*Suillus luteus* S. F. GRAY) およびショウロ (*Rhizopogon rubescens* TUL.) を用いた。またマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus* (STEINER et BUHRER) NICKLE) は強病原性の S-10 系統を接種源として用いた。大型の試験管(40×200 mm)に径 3 mm のふるいを通して細片を除いたパーミキュライト 200 ml を入れ、これにグルコースを除いた MMN 培地(4)を 100 ml 加え耐熱性のプラスチックキャップで蓋をしたのち、オートクレーブ(121°C, 20分)滅菌を行った。菌体は前もって液体培地(7)中で約 3 週間培養した後ミキサーで粗く砕きピペットを用いて上述の試験管に接種した。菌根菌を接種しない区も無菌区として設定した。アカマツの種子は次亜塩素酸ナトリウム水溶液(有効塩素一約 4%)に 1 時間浸漬したのち 4 回滅菌水で洗うことによりその表面を滅菌し、素寒天培地上で発芽させた。各菌を接種してから約 1 週間後に熱したピンセットでキャップに小さな穴を開け、発芽した稚苗の約 3 cm に伸びた根をその穴から試験管内に無菌的に植え込んだ。キャップの穴と茎との隙間は滅菌したラノリンでふさいで試験管内部への雑菌の侵入を防いだ。このようにして根部のみ無菌的な状態で 4 カ月間 25°C 連続光下で培養し菌根を形成させた。当初 30 本をザイセンチュウ接種区用、20 本を非接種区用に用意したが、この間、雑菌が混入した試験管を取り除いたため、ザイセンチュウの接種に用いた本数は表-1 のようになった。また菌根菌接種区では、稚苗を植えてから約 1 カ月後に菌根の形成がみられ、4 カ月後には試験管を通して観察できる短根のほとんどが菌根化していた。これに対し無菌区では菌根の形成は観察さ

\* 京都大学農学部 Fac. of Agric., Kyoto Univ., Kyoto 606

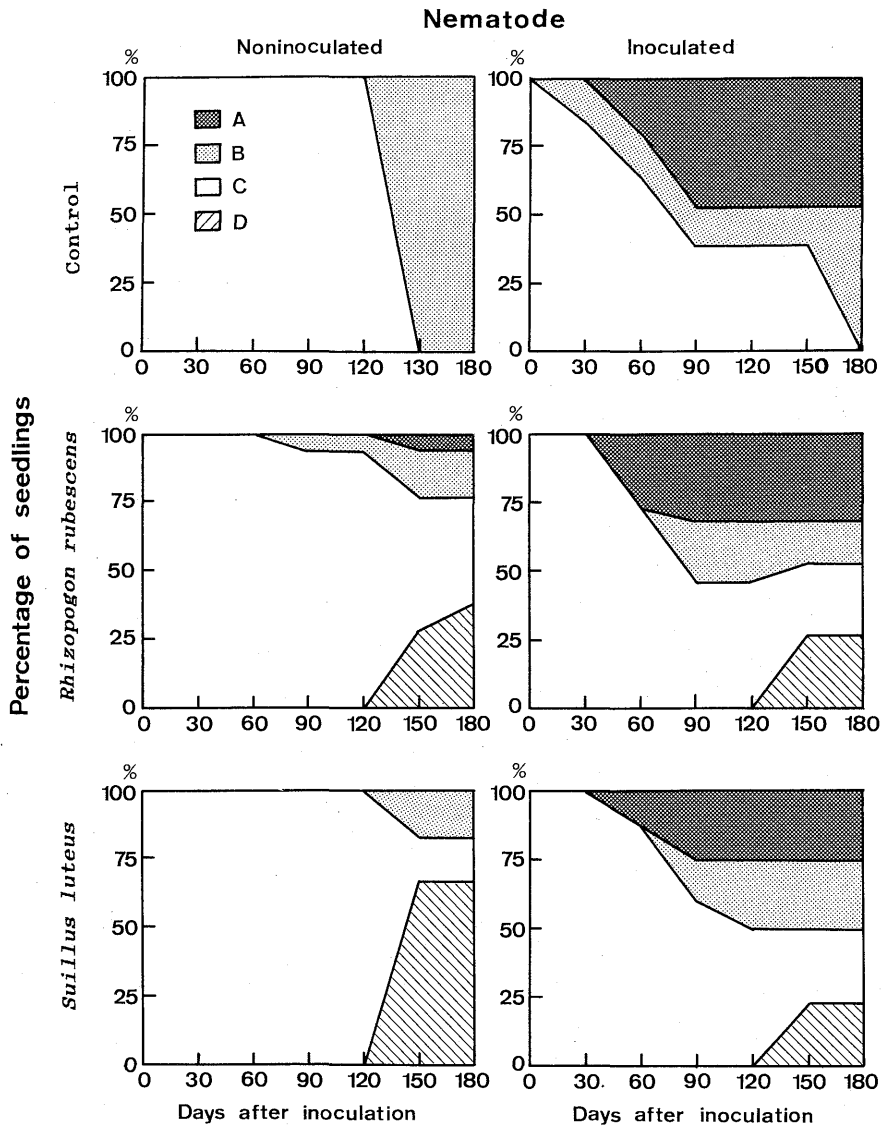


図-1. ザイセンチュウ接種後の稚苗の生育状況の変化  
Changes noted in seedlings after inoculation with *B. xylophilus*

A, 枯死苗; B, 黄化苗; C, 子葉と初生葉が健全な苗; D, 健全で本葉が新しく伸びた苗。  
A, Dead seedlings; B, Seedlings with yellow cotyledons and primary leaves; C, Seedlings with healthy cotyledons and primary leaves; D, Healthy seedlings with newly-developed secondary leaves.

れなかった。約4ヵ月後にザイセンチュウを稚苗1本につき1,000頭ずつ接種し、その後の経過を観察した。ザイセンチュウの接種にあたっては、稚苗に鋭利なカミソリで茎を貫通するような縦のスリットを入れ、これに1辺が約5mm程度のくさび型のろ紙片を突きさし約1,000頭のザイセンチュウを含む30 $\mu$ lのサスペンションを滴下することにより行った。また対

照区としては同様にろ紙片を突きさしたのち30 $\mu$ lの蒸留水を滴下したものをを用いた。

### III. 結 果

ザイセンチュウの接種後6ヵ月目まで1ヵ月ごとに苗を観察し生育状況を評価した。評価は4段階に分けて行い、A: 枯死苗, B: 黄化苗, C: 子葉と初生

表-1. 各処理区で用いた苗の本数  
Number of seedlings used in each treatment

Nematode	Controls	<i>R. rubescens</i>	<i>S. luteus</i>
Inoculated	28	30	8
Noninoculated	14	18	6

葉が健全な苗, D: 健全で本葉が新しく伸びた苗, とした。結果は図-1 に示したとおりである。ザイセンチュウ接種区では接種後 30~90 日目までの期間に苗の枯死がみられた。しかしザイセンチュウを接種しなかった対照区では, ショウロ接種区における 1 個体を除けば枯死は観察されなかった。したがってザイセンチュウ接種区での枯死は接種時の外傷等によるものではなく, ほとんどがザイセンチュウの感染によるものと考えられる。ザイセンチュウの接種に対する各処理区の死亡率をみると, それぞれ無菌区 46.4%, ショウロ接種区 33.3%, ヌメリイグチ接種区 25.0% であり, 菌根菌接種区で死亡率が低かった。しかしザイセンチュウ接種区の苗の生存率を  $\chi^2$  検定すると, ショウロ接種区およびヌメリイグチ接種区と無菌区の間有意差はなかった。しかしながら生存稚苗の状態を検討すると, 90 日目までは生育に大きな変化はみられなかったが, 菌根菌接種区では 120 日目以降新しくシュートを伸ばした個体が多く, 菌根菌の接種により樹勢が強まっていたのに対し, 無菌区ではすべての個体で葉の黄化がみられ生育の悪化が観察された。また実験終了後に各処理区の苗の菌根化した短根の比率を計測し表-2 に示した。菌根菌接種区の苗ではほとんどの短根が菌根化していたが, 対照区では菌根はみられなかった。

#### IV. 考 察

菌根菌接種区と無菌区の苗の生存率の間には統計的に有意な差はなく, 少なくとも本実験で用いた 2 種の菌根菌との共生によってアカマツのザイセンチュウに対する抵抗性が顕著に強くなっている可能性は少ない。しかしながら, 菌根菌接種区で枯死率が低く, また稚苗の生育が顕著に良好であったことから, 菌根菌との共生によりアカマツの樹勢が強化され, 結果的に枯死率が低くなったと考えられる。土壌病原菌に対しては, 菌根の形成により抗菌性物質の生産などによって宿主の抵抗性が増加することが知られている(5, 9)が, 茎葉部の病気に対しても, 菌根の形成が宿主の養分状態の改善のような間接的な形で影響を与えること

表-2. 実験終了後の各処理区の菌根の形成率(平均値±標準偏差)

Percentage of mycorrhizal root tips (mean±S. D.)			
Nematode	Controls	<i>R. rubescens</i>	<i>S. luteus</i>
Inoculated	0 %	84.7±7.03	87.6±6.84
Noninoculated	0	85.9±16.5	93.2±2.90

があると思われる。またマツ材線虫病の被害は乾燥地で大きいことが知られているが(10), 菌根の形成は植物の水分吸収能力も高める(2)ので, このような点でも菌根の形成はザイセンチュウの感染に対する抵抗性を高めている可能性がある。しかし, 今回の実験では終了時にも試験管中には十分な水分が残っていたので, 水分状態に対する菌根の効果は明らかにできなかった。

#### 引用文献

- (1) ALVAREZ, I. F., ROWNEY, D. L., and COBB, F. W., Jr.: Mycorrhizae and growth of white fir seedlings in mineral soil with and without organic layers in a California forest. *Can. J. For. Res.* 9: 311~315, 1979
- (2) DUDDRIDGE, J. A., MALIBARI, A., and READ, D. J.: Structure and function of mycorrhizal rhizomorphs with special reference to their role in water transport. *Nature* 287: 834~836, 1980
- (3) HARLEY, J. L., and SMITH, S. E.: Mycorrhizal symbiosis. 483 pp, Academic Press, London, 1983
- (4) MARX, D. H.: The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. I. Antagonism of mycorrhizal fungi to root pathogenic fungi and soil bacteria. *Phytopathology* 59: 153~163, 1969
- (5) ———: Ectomycorrhizae as biological deterrents to pathogenic root infections. *Ann. Rev. Phytopathol.* 10: 429~454, 1972
- (6) 小川 真: マツ林, マツクイムシとマツタケと. *森林立地* 13(3): 23~29, 1972
- (7) PALMER, J. G., and HACSKAYLO, E.: Ectomycorrhizal fungi in pure culture. I. Growth on single carbon sources. *Physiol. Plant.* 23: 1187~1197, 1970
- (8) 佐藤平典・作山 健: マツの材線虫病の新発生地域における集団枯死の特徴. 92 回日林論: 381~382, 1981
- (9) SCHENCK, N. C.: The influence of vesicular arbuscular mycorrhizae on disease development. *Fla. Agric. Exp. Stn. Tech. Bull.* 798: 1~16, 1978
- (10) 竹下敬司・萩原幸弘・小河誠司: 西日本におけるマツの立ち枯れと環境. *福岡林試時報* 24: 1~45, 1971

(1990年8月27日受理)