

アカマツ・クロマツ林の材線虫病感受性に対する 他樹種の影響に関する研究

真鳥 克典

農林水産省林野庁森林総合研究所九州支所

Effects of co-occurring tree species on the susceptibility of *Pinus densiflora* and *P. thunbergii* stands to pine wilt disease

Katunori MATORI

要 旨

第1章 序 論

材線虫病はマツ類の伝染病であり、日本のアカマツ林やクロマツ林に大きな被害をおよぼしてきた。本病はマツノザイセンチュウを病原体とし、おもにマツノマダラカミキリによって罹病木から健全木に伝播される。本病は北アメリカからの進入病害と考えられている。そのため、本病を宿主(寄主)であるアカマツやクロマツと共存できる土着病害へと導くこと、すなわち生態学的に微害化することは、本病に対する究極的な防除方法であるとかんがえられる。

本研究では、材線虫病の生態学的微害化の一方法として、アカマツ林やクロマツ林の環境要因を制御することによって材線虫病を微害化することの可能性を考えた。そこで、アカマツ林やクロマツ林の材線虫病感受性(林分の材線虫病感受性)の強さを表す指標を考案し、環境要因の作用の大きさを比較する方法を示した。次に、従来より材線虫病の被害程度に影響するといわれてきたアカマツ・クロマツ林の共存種について、それらが材線虫病の発病に効果をおよぼす機構を実験的に解析した。

第2章 林分の材線虫病感受性の把握

林分の材線虫病感受性の指数として、直接伝播される伝染病のモデルにおける伝播係数を導入した。初期立木密度 N/ha の林分における、 t 年の健全木数 x_t と枯死木数 y_t 、および伝播係数 b の関係は以下の式で表現された。

$$Y_t / Y_{t-i} = \beta \left(N - \sum_{i=1}^{t-1} Y_i \right)$$

シミュレーションの結果から、 β には臨界点が存在し、それ未満では病気の流行後にマツが生き残るが、それ以上ではマツが絶滅することが示された。

上記の式を野外のアカマツやクロマツ林分の枯死木数のデータに適用したところ、伝播係数 b の値は林分ごとに異なった。これらのことから、この指数が林分の材線虫病感受性におよぼす環境要因や防除手段の効果を表現する上で有効であることが示された。

第3章 アカマツまたはクロマツ幼樹の材線虫病感受性におよぼす共存樹種の影響

野外で生育していたアカマツ幼樹にマツノザイセンチュウを接種したところ、その発病率は、通常のアカマツ林構成樹種と生育する場合またはアカマツ幼樹の純群落に生育する場合より、オオバヤシャブシやエニシダと共存する場合に、有意に高かった。アカマツ幼樹がオオバヤシャブシやエニシダの個体に近接して生育するほど、材線虫病の発病率は高かった。幼樹の樹脂滲出能はオオバヤシャブシと共存する場合に低く、水を接種した幼樹や何も接種されなかった幼樹にも枯死が生ずることがあった。これらのことから、アカマツ幼樹がオオバヤシャブシやエニシダと共存するとストレスを受け、材線虫病に対する感受性が高まると考えられた。

幼樹の齢、共存種の密度、土壌、地形、光などの条件を一定にするため、クロマツ幼樹と他樹種をプランターに混植して、マツノザイセンチュウを接種した。幼樹の植栽から接種までの期間が短く、気象条件が比較的穏やかな場合（広島市における接種実験）、クロマツ幼樹の枯死率は、同種他個体、あるいはヒサカキ、ヤマハギと混植した場合より、オオバヤシャブシ、エニシダ、ニセアカシアと混食した場合に、有意に高かった。一方、植栽から接種までの期間が長く、高温少雨な条件下（熊本市における接種実験）では、クロマツ幼樹の枯死率は、クロマツ、オオバヤシャブシ、エニシダまたはヒサカキと混植した場合67~73%で、処理区間の差が認められなかった。

広島市における接種実験の結果から、共存樹種によるクロマツ幼樹の材線虫病感受性の増加は、水や養分をめぐる資源利用競争、肥料木の共生微生物の窒素固定作用による窒素過多の影響、あるいは共存樹種植物の他感作用によって起こると考えられた。しかし、熊本市における接種実験では、土壌の含水比や窒素含有率は共存樹種の違いによって有意には異ならなかった。また、クロマツ幼樹の針葉の木部圧ポテンシャルは混植されたオオバヤシャブシ、エニシダ、ヒサカキあるいはクロマツの影響を受けないことが別の実験によって示された。これらの結果は、クロマツ幼樹の材線虫病感受性におよぼす共存樹種の影響が、混植された共存樹種による窒素増加や水をめぐる競争を介したものでなかったことを示している。

広島市と熊本市の接種実験を比較することによって、材線虫病の発病におよぼす共存樹種の効果は高温少雨のような強力な環境ストレスの下では覆い隠されてしまうことが示された。また、アカマツやクロマツの材線虫病感受性に影響する環境要因は、水ストレスを通して作用する要因と「耐病性」を通して作用する光や大気汚染などの要因に分けることができると考えられた。

アカマツやクロマツの材線虫病感受性におよぼす他感作用物質の効果を明らかにするために、オオバヤシャブシ、ヒサカキおよびアカマツの枝と葉の水抽出液とその希釈液の原液で育てられた場合、抽出に用いた樹種とは無関係に多くの芽生えが枯れた。オオバヤシャブシの水抽出液を10~1,000倍に希釈すると、芽生えの枯死率は低下した。これらのことから、オオバヤシャブシには低濃度でもクロマツ芽生えの材線虫病感受性を高める化学物質が含まれることが示唆された。

第4章 材線虫病の伝播昆虫の生態におよぼす共存樹種の影響

網室にオオバヤシャブシ、エニシダまたはヒサカキの鉢植えを入れて、マツノマダラカミキリ成

虫を飼育した。その結果、マツノマダラカミキリ成虫の生残曲線、産卵痕に対する産卵割合および産卵曲線は、これらの樹種によって影響を受けなかった。

マツノマダラカミキリ成虫に対する共存樹種の誘因または忌避の効果を明らかにするために、大型の野外網室の4隅にクロマツ幼樹を単独で、または、それらに加えてオオバヤシャブシ、エニシダまたはヒサカキを置いて、成虫を放飼した。成虫はほとんどの場合クロマツ上で発見され、他樹種上で発見されることは極めてまれであった。共存樹種は成虫の発見頻度に影響を与えなかった。

アカマツ林における下層植生の発達がマツノマダラカミキリの生残や発育におよぼす影響を評価するために、マツノマダラカミキリの卵と孵化幼虫の入ったアカマツ丸太を下層植生の発達したアカマツ林分と下層植生のほとんどないアカマツ林分に持ち込み、卵期から成虫脱出までの生残率と成虫の脱出消長パターンを比較した。マツノマダラカミキリの生残率は林分間で差がなく、林分に特異的な死亡要因も検出されなかった。成虫の脱出は下層植生の発達した林分で遅れ、長引く傾向があった。脱出消長パターンの違いが材線虫病の発生におよぼす影響は、今後明らかにする必要がある。

第5章 伝播昆虫からのマツノザイセンチュウの離脱と樹体内への侵入におよぼす共存樹種の影響

共存樹種由来の揮発成分がマツノマダラカミキリ成虫からのマツノザイセンチュウの離脱とクロマツ枝への伝播におよぼす影響を明らかにするために、成虫をクロマツ枝とともに容器に入れ、オオバヤシャブシまたはヒサカキの葉の切片をつけ加えて飼育した。マツノザイセンチュウの離脱数およびクロマツ枝への侵入数はつけ加えた葉の種類によって影響を受けなかった。

第6章 総合考察

本研究により、アカマツ林やクロマツ林の材線虫病感受性におよぼす共存樹種の影響は、おもに、個々のアカマツやクロマツの材線虫病感受性の増大を介してもたらされることが明らかになった。共存樹種による材線虫病感受性増大の機構は、共存樹種のリターや宿主の菌根を視野に入れた研究によって解明されるであろう。一方、幼樹もしくは芽生えを用いた実験で得られた結果を野外の成木での現象に適用するには、共存樹種の異なる林分間で、林分の材線虫病感受性を比較検討することが必要であろう。

アカマツやクロマツが造林されるときに、肥料木としてオオバヤシャブシ、エニシダ、ニセアカシアが混植されることがある。本研究では、これらの樹種はアカマツやクロマツの材線虫病感受性を高めることを示した。材線虫病の蔓延した状況下では、アカマツやクロマツとこれらの樹種との混植には十分な配慮が必要である。

アカマツやクロマツの材線虫病感受性におよぼす共存樹種の効果は、高温乾燥のような強い環境ストレスにくらべ弱いものであった。しかし、材線虫病の病原力は、マツノマダラカミキリが日本に侵入してからの宿主との相互作用、寒冷地への分布拡大、抵抗性苗木の植林によって今後相対的に低下し、その結果、材線虫病と宿主との関係は拮抗的となることが予想される。このような状況下では病気の感受性におよぼす環境ストレスの効果は高まると考えられ、共存樹種のような操作可能な環境要因は、材線虫病微害化の方法を考える上で有用となると考えられる。