

マツ材線虫病の進展に伴うクロマツ苗の根系伸長

九州大学農学部 作田耕太郎・玉泉幸一郎
矢幡 久

1. はじめに

マツ材線虫病によるマツの萎凋枯死機構に関する研究は、これまでに数多くなされてきた。しかし、その大部分は樹体の地上部に関するもので、地下部を対象とした研究例は比較的少ない^{1, 2, 3, 5)}。

そこで、4年生クロマツ苗にマツノザイセンチュウを接種して、病徴の進展にともなう根系伸長の変化を根箱法によって観察し、マツ材線虫病の萎凋枯死機構について考察した。

2. 材料と方法

供試苗には1992年1月下旬に九州大学付属早良地方演習林より採取し、九州大学農学部校内の圃場に仮植しておいた4~6年生のクロマツ実生苗19本を用いた。供試苗は4月上旬に赤玉土を土壌として幅30×高さ50×厚さ5cmの根箱に移植した。根箱の側面は経時的に根を観察できるように透明な塩ビ板で蓋をして、さらに遮光フィルムで覆った後、塩ビ板側を地表面鉛直方向より30°傾けた状態で設置した。傾斜させることによって根のほとんどが塩ビ板上を伸長した。また土壌水分条件を一定に保つ目的で、透明塩ビ板の屋根で降雨を遮断し、1日3回(8時, 12時, 16時)灌水を行った。肥料にはハイポネックスを2週間に1度施用した。

供試苗の当年枝が成長を開始した時点をもとに、根が活着したものとみなし、6月2日から1週間間隔で、根を色調によって白色根と褐色根に区分し、それらの長さを測定した。7月16日に供試木16本に対して1本あたり800頭のマツノザイセンチュウ(S6-1系統)を地際から3cmの部位に有傷接種し、3本を対照苗として蒸留水で同様に処理した。接種後は根長とともに、樹体の水分状態を表す指標としてBP(夜明け前の針葉の水ポテンシャル)をプレッシャーチャンパー法で、および病徴の進展を表す指標として樹脂滲出量と針葉の色調を3日間隔でモニターした。病徴の進展に伴い、各段階の供試苗数本をほりあげ、線虫の密度および含水率を測定

した。なお、病徴の進展段階は鈴木⁶⁾の報告を参照して表1の4つのステージに分けた。

3. 結果と考察

対照苗2本(c-1, c-2)の根長(白色根長, 褐色根長, 全根長)とBPの経日変化を図1(A,B)に示す。また、対照苗の白色根長と褐色根長の全根長に対する割合を図1(C,D)に示す。c-2の全根長は測定期間中を通して増加し、測定終了時には320cmまで達した。これに対して、c-1は580cmに達したが頭打ちの傾向が見られた。これは、主根が根箱の底に達したために伸長が抑制された結果と思われる。しかし、根系の健全度を示すと思われる白色根は全根長の10%を維持していた。またBPは測定期間中を通してc-1, c-2ともにほとんど0MPaであり、対照苗には水ストレスは生じなかったと判断された。

続いて接種木2本(i-1, i-2)の根長(白色根長, 褐色根長, 全根長)とBPの経日変化を図2(A,B)に示す。また、接種木の白色根長と褐色根長の全根長に対する割合を図2(C,D)に示す。2本の接種苗の全根長は接種後3日目以降、増加しなかった。特にi-1の白色根長は接種後急激に減少し、6日後にはほとんど0となった。i-2も12日後には0となった。この白色部分の消失にやや遅れ、BPは12日後と15日後からそれぞれ低下を開始し、その後は急激に低下した。

図3に、i-1の接種後の根長の変化と病徴の進展段階(図3(A))、病徴の進展と対応させて計測した全供試苗の、含水率(図3(B))および乾重当たりの線虫密度(図3(C))を示す。第Iステージでは、白色根長はほとんど0となるもののBPは依然として高い値を示し、含水率はこの時点では対照苗とほぼ同じ値であった。第IIステージでは白色根は完全に消失し、BPの僅かな低下が見られた。含水率は幹と葉では僅かな低下が見られる程度であったが、地下部では平均値が500%に達する程度まで上昇した。線虫密度は第Iステージよりも若干増加し、地下部が9,000頭/gに達した1個体を除いては地上部と地下部に大きな差は見られなかつ

た。

第Ⅲステージに達すると、BPの顕著な低下が見られた。このとき、葉の含水率は大きく低下し、幹もわずかに低下した。地下部は第Ⅱステージよりも低下したが、対照苗と同程度であった。全体の線虫密度はわずかに増加し、地下部の方増殖が進んでいたが、地上部と地下部との差は第Ⅱステージと同様にそれほど大きくなかった。第Ⅳステージでは、BPは-1.3MPaまで低下し、根の色調は褐色から黒色化していた。含水率は、葉と幹においては平均値が100%を下回る値をとり、逆に地下部は再び上昇した。線虫密度は第Ⅲステージより若干増加したが、個体間差が大きく、地上部と地下部との差も小さかった。

図4はマツ材線虫病による萎凋枯死過程を模式的に示した図⁹⁾に、今回の結果、明らかとなった根の伸長と地下部含水率を加えたものである。鈴木⁹⁾は、この図における第Ⅱステージに発病に到るかどうかの「閾値」が存在するとしているが、この指摘は今回の結果のような地下部における病状を見落とした結果と考えられる。すなわち、根の伸長停止という大きな生理的発病が第Ⅰステージですでに発現していることから、線虫病の発病は根の成長停止如何によって決定される可能性がある。地下部含水率の増大が、地上部の病状が大きく変化しない第Ⅱステージにおいて現れることは、根の成長停止を介した副次的な現象と考えられる。今後、樹

体への水分移動の入り口となる根におけるこのような異状を、材線虫病の主要因として考えられている幹におけるキャビテーション⁹⁾などの進行と時間的、空間的に明確に位置づけて分離することが必要ではないかと考える。

4. おわりに

本報の結果、マツノサイセンチュウに感染したクロマツ苗は早い段階で根の伸長が停止してしまうことが明らかとなった。今後は根の伸長停止の直接的な原因の究明とともに根の伸長停止と樹体の水分生理の関係を解明することが必要であろう。最後に、本研究を遂行するにあたり多大なる御支援を頂いた、小河誠司氏をはじめ福岡県林業試験場の方々と林木育種センター九州育種場の田島正啓氏、および九州大学農学部付属早良地方演習林の方々に深く感謝する。

引用文献

- (1) 橋本平一：日林九支研論, 34,187~188,1981
- (2) ————：日林九支研論, 36,187~188,1983
- (3) ————ほか：94回日林論, 469~470,1983
- (4) 黒田慶子：農芸化学誌, 64,1258~1261,1990
- (5) 奥 八郎：農芸化学誌, 64,1254~1257,1990
- (6) 鈴木和夫：森林防疫, 481,59~64,1992

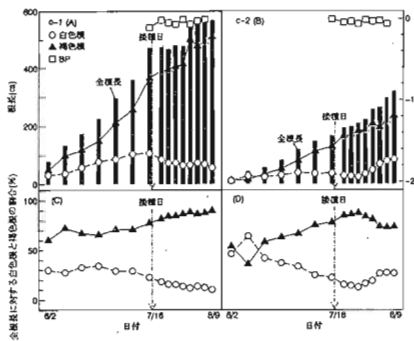


図-1 対照苗の根長とBPの変化 (A,B) および全根長に対する白色根と褐色根の割合の変化 (C,D)

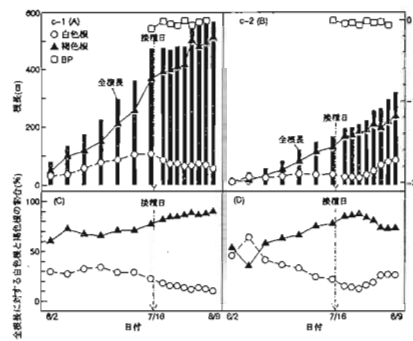


図2 接種苗の根長とBPの変化 (A,B) および全根長に対する白色根と褐色根の割合の変化 (C,D)

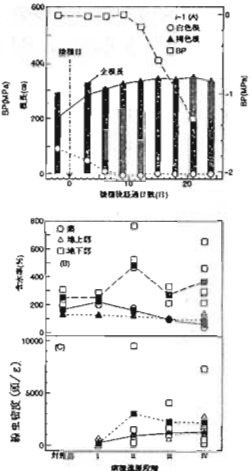


図3 接種苗 (i-1) の接種後の根長とBPの変化 (A) および全供試苗の病徴の進展に伴う樹体各部の含水率の変化 (B) と線虫密度の変化 (C) ((B, C) 中の白ヌキのシンボルは、各段階の平均値を示す)

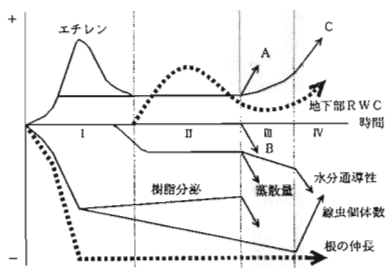


図-4 材線虫病による萎凋枯死過程 (原図：鈴木⁹⁾)

- A: エチレン、異常代謝産物
 - B: クロロフィル、光合成、水ポテンシャル
 - C: 毒素、セルラーゼ、キャビテーション
- 1~Ⅳは病徴に対応したステージ

表-1 実験期間と実験要項

| 期 日 | 実 験 要 項 |
|----------|------------------------------|
| 6/2~7/14 | 根長測定 (1週間間隔) |
| 7/15 | BP測定・樹脂滲出判定 |
| 7/16 | マツノサイセンチュウ接種 (16本×800頭/本) |
| 7/16~8/9 | 根長・BP測定および樹脂滲出・葉色判定 (3日間隔) ※ |
| | 含水率・線虫密度計測 |
| 7/22 | 25 |
| 25 | 25 |
| 31 | 31 |
| 8/3 | 9 |
| 9 | 9 |

※ 樹脂滲出と葉色から、病徴の進展の度合いを以下の4段階とした。
 I. 樹脂滲出の減少 II. 樹脂滲出の停止
 III. 2~3年生葉の変色 IV. 当年葉の変色