

マツノザイセンチュウ接種クロマツ苗の通水抵抗の分布

九州大学農学部 作田耕太郎・玉泉幸一郎
齋藤 明

1. はじめに

マツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*: 以下、線虫) に感染したマツ樹体においては、通水阻害による水ストレスのため葉の萎凋が生じて樹体は急激に枯損する。しかしながら、樹体中の通水阻害の発生部位に関しては報告例が少なく^{1,3,4)}、明確ではない。

本研究では、通水阻害の発生部位を明確にする目的で4年生クロマツ実生苗を試料木とし、袋掛け法による水ポテンシャル測定によって線虫接種後の樹体の通水抵抗の分布の変化を特に地上部と地下部について推定した。

2. 袋掛け法による水ポテンシャル測定⁵⁾

樹体を通過する水の流れはオームの法則のアナログから次式で表現される。

$$R_{total} = F / (\psi_{soil} - \psi_{leaf}) \quad (1)$$

ここで、 ψ_{soil} 、 ψ_{leaf} はそれぞれ根系表面の土壌と葉の水ポテンシャル、 F は樹体を通過する水の流速、そして R は樹体全体の通水抵抗をあらわす。 F が定常状態、すなわち根系への水分流入速度と葉からの水分流出速度が等しいとき、 R の値は樹体に形成される水ポテンシャル落差によって決定される。同様に、樹体地際の水ポテンシャル (ψ_{stem}) が決定されると、地下部の通水抵抗 (R_{root}) は次式で表される。

$$R_{root} = F / (\psi_{soil} - \psi_{stem}) \quad (2)$$

したがって樹体の全通水抵抗に占める地下部の通水抵抗の割合 (R_{root}/R_{total}) は、以下ようになる。

$$R_{root}/R_{total} = (\psi_{soil} - \psi_{stem}) / (\psi_{soil} - \psi_{leaf}) \quad (3)$$

本研究においては、樹体の最下部より分かれる枝全体に光と通気を遮断する袋を夜間に掛け、日中の葉からの蒸散を抑制することによって分枝部分の幹と分枝上の葉の水ポテンシャル落差をなくし、この状態で測定される分枝上の葉の水ポテンシャルを ψ_{stem} と見なし、さらに夜明直前の ψ_{leaf} (BP) を ψ_{soil} と見なし⁵⁾、以下の式(4)より (R_{root}/R_{total}) を求めた (図1)。

$$R_{root}/R_{total} = (BP - \psi_{stem}) / (BP - \psi_{leaf}) \quad (4)$$

3. 材料と方法

九州大学農学部構内の圃場に成育する4年生クロマツ実生苗を試料木とした。試料木は素焼きの鉢 (4.3 ℓ) で、赤土：真砂土：オリジン = 1 : 1 : 1 に混合した土壌中にて成育した。1993年5月下旬に、試料木5本を自然光型ファイトロン (気温 25°C, RH75%) 内に移し、馴化させた。測定開始直前の試料木の平均樹高は 60.7cm、平均地際直径は 1.2cm であった。

1993年7月21日に線虫接種前の通水抵抗の割合を推定した。午前4時から6時を樹体の水ポテンシャルが最高となる時間帯とみなし、この時間帯での針葉の木部圧ポテンシャル (BP) を測定した。BPの測定直後、樹体最下部の枝に遮光シートで作成した袋をかけ、日射および外気との通気を遮断した。さらに、午後12時から2時までの時間帯を水ポテンシャルが最低となる時間帯とみなし、針葉の木部圧ポテンシャルを測定した。なお、木部圧ポテンシャルの測定にはプレッシャーチャンバーを使用し、各部位の測定は2~3回繰り返し、通水抵抗の割合の算出には、その平均値を使用した。

同年7月23日に試料木4本に対して線虫 (S6-1) の接種を行い、残りの1本を対照木とした。接種は、0.1 ml あたり 3000頭調整された線虫懸濁液を試料木頂部の当年枝3本について 0.1 ml ずつ行った。接種後の通水抵抗の分布の測定については、試料木の樹液流速の定常性が保たれていることが条件となるので、測定は日中の天候変動がない日に前述の方法で行った。

また、接種後の病徴の進展は樹幹につけた傷からの樹脂流出量を3日間隔で調査し、さらに針葉の色調も同時に観察し、樹脂滲出の減少を病徴のⅠ段階、停止をⅡ段階、針葉の色調の変化をⅢ段階とした。灌水については、3日以上の間隔をあげないように行い、また木部圧ポテンシャルの測定を行う前日には必ず行った。

4. 結果と考察

図2に対照木のBP、 ψ_{stem} 、 ψ_{leaf} および通水抵抗の割

合の変化を示す。BPは測定期間中を通して0MPa近くの値を示し、対照木には水ストレスは生じなかった。 ψ_{stem} 、 ψ_{leaf} に関しては、晴天、曇天に関わらず日中の天候変動のない日に測定を行ったために幅広い水ポテンシャル落差での通水抵抗の分布の推定ができた。この通水抵抗の割合に変化は見られず、ほぼ90%を地下部が占有していた。通水抵抗の割合の報告としては、作田²⁾がヒノキ成木を用いて、地下部の割合をほぼ50%と推定しているが、本研究に使用したクロマツ苗ではこれよりも大きな割合を占めていたことになる。

続いて、接種枯死木3個体のうち1個体(図3)と接種生残木(図4)のBP、 ψ_{stem} 、 ψ_{leaf} および通水抵抗の割合の変化を示す。枯死木は接種6日目に樹脂滲出が減少し、9日目には停止して針葉の褐変が観察されたのは24日目からであった。BPは樹脂滲出が減少しても、0MPaに近い値を示していたが樹脂滲出が停止した後に徐々に低下して、針葉の褐変が観察されてからは-2.5MPaよりも低い値を示した。日中の ψ_{leaf} は、BPが低下を開始するまでは-1.0MPa前後であったが、BPが低下してからは-2.5MPaになった。このような水ポテンシャルの変動が生じて、樹体の通水抵抗の分布には変化は見られず、接種前後を通して測定期間中の地下部の通水抵抗の割合は90%前後の値を取った(図3)。生残木では特に病徴の変化は見られなかった。BPは接種6、18、30日目に若干の低下が観察されたものの測定終了の頃には対照木とほぼ同じ値であった。通水抵抗の分布については、対照木と接種枯死木よりも変動があったものの、70~85%を地下部の通水抵抗が占めていた。

本研究の結果、以下の2点が明確となった。すなわち、1)クロマツ苗の通水抵抗の70%以上は樹体の地下部に存在し、その割合は対照木、接種枯死木および生残木ともに大きな変化はなくほぼ一定であった。したがって、2)線虫に感染したクロマツ苗の通水阻害は全身的に生じ、樹体各部での樹液流速の低下は幹でのキャビテーションのみに由来するものではないと判断される。

最後に接種用の線虫を供与して頂いた、福岡県林業試験場の小河誠司氏に感謝する。

引用文献

- (1) 橋本平一；日林九支研論，36，187~188，1983
- (2) 作田耕太郎ら；九大演報，35，89~106，1991
- (3) 佐々木重行ら；福岡県林業試験場時報 第35号，1~16，1988
- (4) T. IKEDA and T. SUZAKI；J. Jpn. For. Sci.，66(10)，412~420，1984
- (5) T. Simon NEAU and R. Habib INRA；Plant, Cell and Envirn.，14,585~591,1991

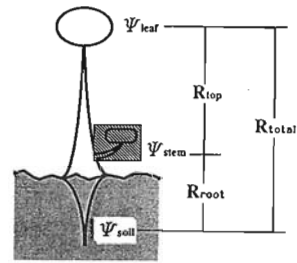


図1 袋かけ法による水ポテンシャル測定および通水抵抗分布の推定方法

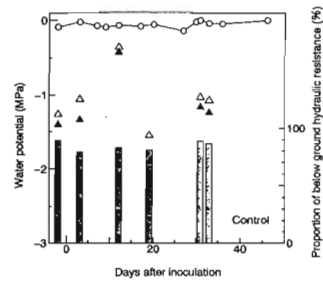


図2 対照木のBP、 ψ_{leaf} 、 ψ_{stem} および地下部の通水抵抗の割合の変化
Legend；○，BP；▲， ψ_{leaf} ；△， ψ_{stem}

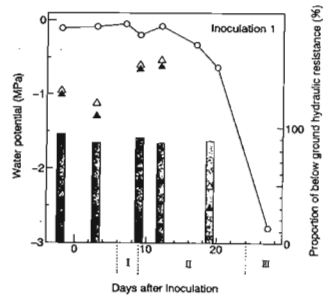


図3 接種枯死木のBP、 ψ_{leaf} 、 ψ_{stem} および地下部の通水抵抗の割合の変化
(図中のローマ数時は病徴を示し、記号は図2に同じ)

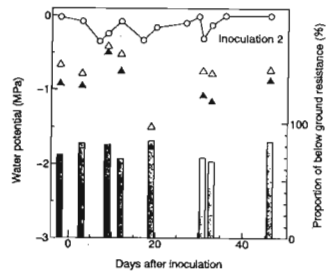


図4 接種生残木のBP、 ψ_{leaf} 、 ψ_{stem} および地下部の通水抵抗の割合の変化
(図中の記号は図2に同じ)