〒151-8589 東京都渋谷区代々木3-22-7(新宿文化クイントビル)
03(5309)7900(代)

TR 0037
PH 0707





グリーンガード®、グリーンガード・エイト® 施工ハンドブック

グリーンガード®、グリーンガード®・エイト® 施工方法

施工前のチェックと準備	3
1. 松の健康診断法	3
(1) 松の外観による健康診断法	3
(2) 樹脂（ヤニ）調査による健康診断法	4
● グリーンガード、グリーンガード・エイトの施工に適さない松	6
2. 施工の事前準備	7
(1) 測定と記録	7
● グリーンガード、グリーンガード・エイトと付属品の確認	8
3. 施工の時期・時間・天候	9
4. 施工のための器具、器材の準備	10
施工の実際	11
1. 作業分担	11
2. 施工位置（注入部位）	11
3. 施工部位	12
4. 穿孔→注入	13
施工後の処理	16
1. 施工直後のチェック	16
2. 施工30分～1時間後のチェック	17
● 打ち換え時のチェックポイント	17
3. 注入孔の処理	18
4. 容器の回収	18
グリーンガード、グリーンガード・エイト使用量早見表	19

マツノサイセンチュウ検査の実際

準備する器具	21
サンプルの採取	22
1. 野外での採取	22
2. 線虫分離用木屑の作り方	23
線虫の分離（ヘールマン法）	24
鏡検	25

施工前のチェックと準備

はじめに

グリーンガード、グリーンガード・エイトは薬液を樹幹に注入する松枯れ予防剤です。予防効果を確実に発揮させ、松に傷害を与えないよう、正しい樹幹注入方法で施工してください。

『グリーンガード®、グリーンガード®・エイト施工ハンドブック』は、施工に携わる皆様にグリーンガード、グリーンガード・エイトを正しい樹幹注入方法で施工していただくための参考書として作成されたものです。大切な松を恐ろしい松枯れから守るためにご活用ください。

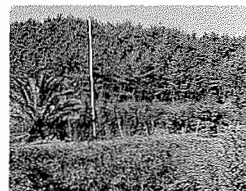
弊社にはこの施工ハンドブックをビデオ化した「今、日本の松は一皿」がありますので研修会等でご利用の際は弊社担当者宛ご連絡ください。

1

松の健康診断法は、外観による方法と樹脂（ヤニ）の出方を調べる方法がありますので、十分にチェックし健全であると判断された松にのみ施工してください。

● 1 松の外観による健康診断法

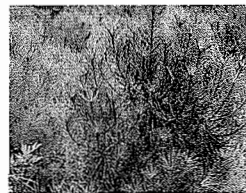
- (a) 施主への問診：長年松を見ている施主こそ健康状態の良き理解者です。最近の変化の有無など細かな問診でチェックしましょう。
- (b) 松葉の色の第一印象：葉の色と光沢の良し悪しを周辺の松との比較で判断しましょう。
- (c) 針葉が垂れ下がっていないか：一般的には垂れ下がっている時は衰弱している証拠で、致命的になるケースが多く見られます。
- (d) 前年枝の葉の残り具合：一般に健康な場合、クロマツは3年目、アカマツは2年目に落葉します。
- (e) 病害虫に侵されていないか：葉ふりい病やすす葉枯病に侵された葉は、変色（黄・茶）して枯れ、葉の表面に微細な菌体が付着します。また、吸汁性害虫（ハダニ、カイガラムシ）がついている場合もあるのでよく観察しましょう。



（ザイセンチュウによる被害）



（ザイセンチュウによる被害）



（すす葉枯病）

(f) 塩害や大気汚染による影響：針葉先端より、黄化や褐変がよく見られます。

(g) 根の病気はどうか：ナラタケ病、紫モンパ病、アズマタケ病などによる根からの障害は、葉が小さくなったり、葉先から黄・褐変が生じて枯れてしまいます。またツチクラゲに根が侵されると松は衰弱し、遂には枯死します。



(ツチクラゲ)

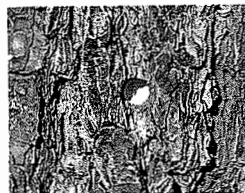
(h) 周辺での松枯れの被害状況：1本の松が健康でも周りの松が枯れていたら要注意です。

● 2 樹脂（ヤニ）調査による健康診断法

(a) 正規の診断法：ポンチやコルクボーラーで粗皮・甘皮を除去し、ヤニの出具合で松が健康かどうか判断します（P.5イラスト参照）。



(b) 簡単な方法：細釘や目打ちを薄い粗皮にさしてヤニの出具合いを調べる。この方法は、正規の方法と違って、松に傷をつけないやり方です。また、冬場は健全でも樹脂の出が悪い場合もあります。1回だけではなく数回、また1カ所だけではなく数カ所チェックしましょう。

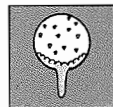


(c) 木くずから判断：細めのドリルで穴をあけ、木くずを指でもんでみて、ヤニ分がある場合は健康な証拠です。



樹脂（ヤニ）の出方による診断法（小田氏より）

● 異常なし



樹脂があまり時間がたつと流れ下る。

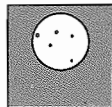
+++

● 異常あり



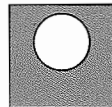
左よりやや少ないと思われるもの。

++



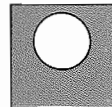
部分的に粒出する程度。

+



微粒が若干あるが、樹脂気があるもの。

±



樹脂気なく乾燥気味。

0

注 意

- 樹幹部に細釘・ポンチ等で白い甘皮の深さまで穴をあけ、約1～2時間、ヤニの出方を観察しますが、時期が11月～3月と幅広いこと、また個体差があることを考慮してチェックしてください。
- 外観および樹脂調査で健康と判断された松でも、「年越し枯れ」の場合はグリーンガード、グリーンガード・エイトの効果がないこともあります。（健康診断で健全かどうか不明の松は施主へ施工の判断をあおいでください。）

グリーンガード®、グリーンガード®・エイトの施工に適さない松

- ① マツノザイセンチュウにすでに感染しているか、そのおそれのある松。
(マツノザイセンチュウが検出された松、あるいは松ヤニを調べ、ヤニがでなくなっている松)
 - ② 病虫害やその他の原因で弱っている松。
 - ③ 植栽後の期間が短い松。
 - ④ 剪定後間もないものや過度に矯正された松。
 - ⑤ 特に小型の松
(胸高直径10cm以下、樹高3m以下)
 - ⑥ 盆栽の松
 - ⑦ 五葉松
- ※ 庭園などの矯正された造形木や類似した松では樹勢が衰えていることが多いので、まれに一部の針葉が黄化をおこすことがあります。そのため施主の要望により、また、施工可能と判断されるものについてのみ、慎重に施工してください。

2 施工の事前準備

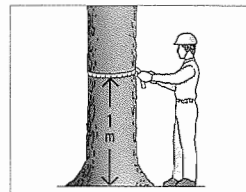
● 1 測定と記録

- (a) 巻き尺等を使用して胸高直径を測定しましょう。

巻き尺での計算式

：胸高直径＝円周測定値÷3.14

- (b) 胸高直径に応じた用量を設定し、注入予定松へのグリーンガード、グリーンガード・エイト必要本数を用意してください。



注意

木が二股以上に分かれている場合は、それぞれを1本の木とみなして直径を計り、薬剤の量を定め、注入してください。



● 使用量 ●

胸高直径 (cm)	グリーンガード使用量		グリーンガード・エイト使用量	
	ml	本数 (140ml)	ml	本数 (220ml)
6～10	70	0.5	110	0.5
10～15	140	1	220	1
15～20	210	1.5	330	1.5
20～25	280～420	2～3	440～660	2～3
25～30	420～560	3～4	660～880	3～4
30～35	560～700	4～5	880～1,100	4～5
35～40	700～840	5～6	1,100～1,320	5～6
	40cm以上は直径5cm増すごとに70～210mlを漸次増量		40cm以上は直径5cm増すごとに110～330mlを漸次増量	

19ページの推奨使用量を参照してください。

(c) 記録カードを使用して施工する松に識別票をつけ、次回の施工時に備えておきましょう。

(d) 施工後の効果追跡調査と次回の施工計画のために記録台帳を作りましょう。



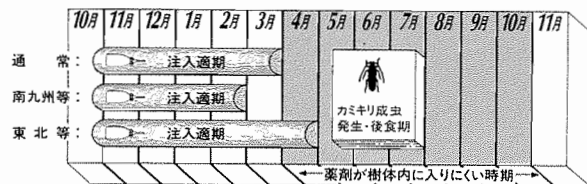
グリーンガード、グリーンガード・エイトと付属品の確認

- (a) 付属品：ノズルキャップ、目打ち、シールラベル、コルク栓が付いています。
- (b) ノズルキャップの必要数を事前に振り分けておいてください。

3 施工の時期・時間・天候

● 使用時期

注入時期は、カミキリの成虫発生の遅くとも3ヵ月前迄



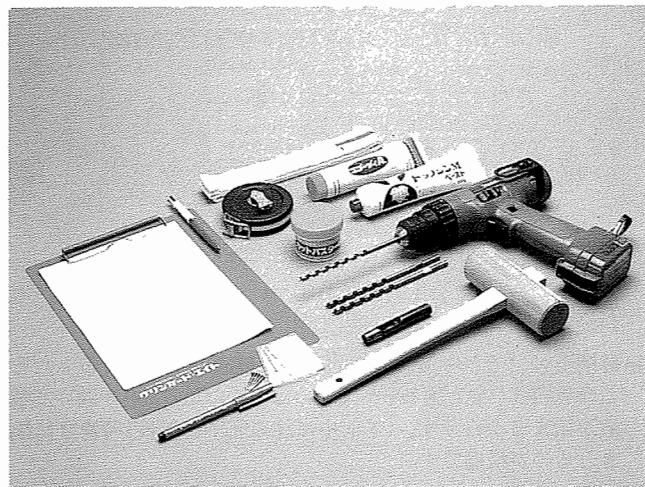
- (a) 時期：マツノマダラカミキリの成虫発生時期の3ヵ月前で、通常11～3月が最適です。ただし暖かい地方は2月頃までに。寒い地方は4月頃でも施工可能です。
- (b) 時間：日の出から午前11時頃までが最適です。朝日のあたるこの時間帯が最も施工しやすいのは、松の葉の気孔が開いて蒸散が始まるからです。（午前中に注入完了、午後1時過ぎに抜きとるのが最適です。）
- (c) 天候：晴天の日を選び施工しましょう。

雨の日を避ける理由

- 蒸散が鈍く、薬剤が入りにくい。
- 健康診断（樹脂調査）が困難。
- 薬剤ボトルの目打ち孔から雨が入る。
- 薬剤の液もれが確認しにくい。

4 施工のための器具、器材の準備

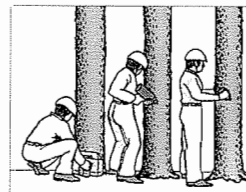
写真の器具・器材、そして本書『施工ハンドブック』を入れるリュック、肩かけカバンなども用意しましょう。



木ヅチ ポンチ 巻尺
 施工記録用紙 筆記用具 施工カード サインペン
 電動ドリル ドリル刃
 殺菌癒合剤 被覆塗布剤
 目打ち シールラベル コルク栓（製品の付属品）
 加圧ボトル（必要に応じて）

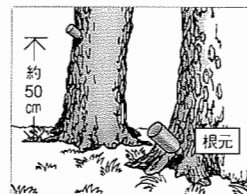
1 作業分担（1チーム3人）

施工にあたっては、(a)グリーンガード、グリーンガード・エイト配布係、(b)ドリルでの穴あけ係、(c)薬剤注入係というように役割を分担しましょう。通常3人で効率よく作業してください。



2 施工位置（注入部位）

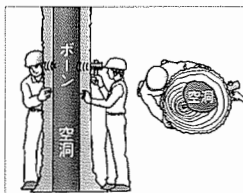
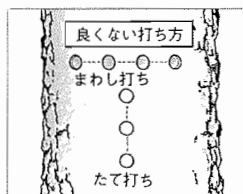
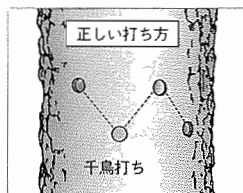
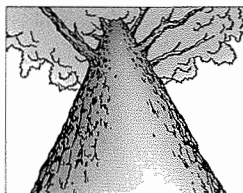
- (a) 自然木で下枝まで十分な距離のある場合：地上高約50cm位の部位。（一番安定して打てる目安として。）
- (b) 自然木で下枝が地面に近いところにある時や施工可能と判断された庭園木の場合：根元
- (c) 造林木：主として地上高約30cm以下の部位。（マツ材としての商品価値を損わないようにするため。）
- (d) 造園木：地際の根元または根上がり根（松の外観を損わないようにするため。）
- (e) 次回施工する際は徐々に上部に穴を開け注入してください。



3 施工部位

入りやすい部位、木の組織に損傷を与えない部位を選ぶ

- (a) 表面が滑らかで死節や傷のない部分。
(死節の周辺は薬剤が吸収されにくく、また傷の付近には、腐朽菌などが侵入していることがあります。)
- (b) 枝にさえぎられず頂上まで抜けているような部位。
- (c) 粗皮の薄い部分。(厚い部分に注入すると薬剤が木質部まで入らず、粗皮と木質部の間にもれ、形成層傷害発生の原因となるおそれがありますので教えてください。)
- (d) 2本以上注入するときの注意：1本の松に複数の穴をあける場合は、千鳥打ちになるように部位を選んでください。まわし打ち、たて打ちは木に障害を与えることになりますので、絶対に避けてください。
- (e) 巨木の場合は、木の中が空洞になっていることがありますので、木ヅチでたたいて充実音のする(肉厚)部位を選びましょう。



4 穿孔→注入

- (1) ドリルでいねいに穴をあけてください。

それぞれの木に応じて決定した施工部位の樹幹部にドリルでいねいに穴をあけます。

使用するドリル刃

：木工用直径6.5mm

刃の長さ10cm

(木工用6.5mmのドリル刃のお求めはグリーンガード取扱店にご相談ください。)

穴をあける角度

：下方約30°

穴の深さ(粗皮部を除く)

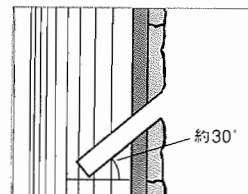
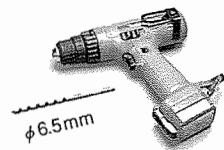
：小・中径木は甘皮の内側から約5cm
大径木は約9cm

穴のあけ方

：良く切れるドリル刃を用い、傷口部の「ささくれ」ができないようにいねいにあける

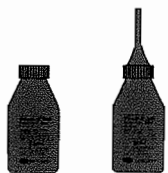
穴の中の木クズのとり方

：ドリルであけた穴は、ボトルを打込む前に空気を吹き込み、中の木クズを取り去ってください。木クズが残っていると薬剤がスムーズに吸収されません。



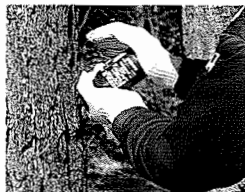
- (2) 輸送用キャップをはずし、ノズルキャップを取り付けてください。

本剤の容器およびノズルキャップを取り出し、容器の輸送用キャップをはずしてノズルキャップを右回りに固くしっかりと装着しましょう。



- (3) 注入孔に容器をノズルの根元までしっかりと押し込んでください。

注入孔に容器ごと、右回して固く差し込み、ボトルの底をたたいてノズルの根元までしっかりと打ち込んでください。打ち込みが浅いと薬液が形成層側に逆流し、後日傷害発生の原因となるおそれがあります。



- (4) ノズル先端部の空気を追い出してください。

指で容器を数回押してあけた穴の空気を追い出し、薬液が吸収され易いようにしてください。



- (5) 目打ちで小孔をあけてください。

ノズル先端部にたまっている空気を完全に追い出してから、容器底部を手で支え、底部陥凹部に目打ちで小孔をあけましょう。その後、自然圧で薬液を注入してください。なお、小孔をあける前に液もれの有無をよく確認してください。



- (6) ボトル表面に薬液量の印をつけておきましょう。

施工後、薬液が順調に吸収されているか、あとでチェックできるようにボトルにサインペンなどで薬液面の印をつけてください。



加圧注入法によって
施工する場合

加圧注入法のハンドブック
「加圧注入資材の正しい使用方法」
を参照下さい。

施工後の処理

① 施工直後のチェック

- ① 目打ちがあげられているか再チェックをしましょう。

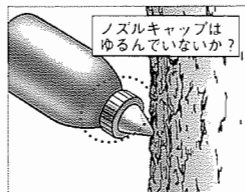
目打ちをあけ忘れていると薬液は吸収されませんのでよく注意してください。

(大型ボトルの場合は底ボタンがゆるめられているかをチェックしましょう。)



- ② ノズルキャップがゆるんでいないかチェックしましょう。

ゆるんでいるとノズルキャップとボトルのつぎ目から液もれをおこしてしまいます



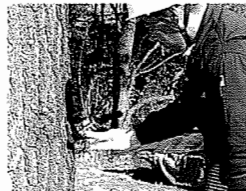
- ③ 薬液が注入孔からもれていないかチェックしましょう。

もれている場合は、粗皮が厚く注入孔が木質部まで到達していないことが考えられますので、再度打ち直してください。



② 施工30分～1時間後に注入状況をチェックしましょう。

- ① グリンガード、グリンガード・エイトは、早くて1時間、通常約3～6時間で注入を終えますが、施工30分後には必ず薬液の注入状況をチェックしましょう。入りにくい場合は打ち換えてください。



- ② 打ち換える場合は、添付のシールラベルなどで容器底部陥凹部の小孔をふさぎ、場所を変えて注入しましょう。その場合、前にあけた同じ穴の縦の直線上からはずして打ち換えてください。(P.12 (d) 参照)



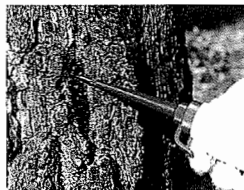
打ち換え時のチェックポイント

- 前に注入した穴からはなれた位置に打ち換えましょう。(小径木の場合は修復を遅らせないために、近接しないように角度を変えて注入してください。)
- ヤニが入っているかどうか、容器を透てみましょう。液中に黒ずんだ部分が見える場合は、ヤニが入っているので注入されにくいのです。その場合は、濾紙等で濾過して使いましょう。それでも注入されにくい場合には、本書『施工の実際』(P.11～15)の手順を再確認した上で、専門家にご相談ください。

3 注入孔の処理を完璧に行いましょう。

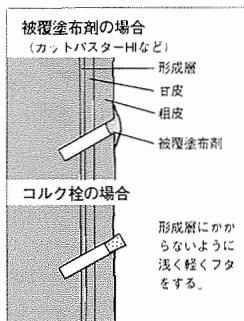
孔を放置すると雨水・腐朽菌などが入って後日傷害の原因となることがありますので、下記のように処理してください。

- ① 薬液が完全に注入された後、容器を抜き取り軟かいペースト状の殺菌癒合剤*を十分に注入してください
(※トップジンM・ペースト、ユゴザイなど)



- ② 流動性の大きい殺菌癒合剤を注入する場合は、油さしなど先端の細い容器に移し変えて注入すると孔の奥まで十分に注入できて便利です。

- ③ 殺菌癒合剤を注入した後は、必ず被覆塗布剤*またはコルク栓で孔をふさいでください。
(※カットパスターHIなど)



4 容器を回収しましょう。

ビニール袋などを用いて、空容器等を回収、処分し環境の汚染を防止してください。



胸高直径 (cm)	グリーンガード使用量		グリーンガード・エイト使用量	
	ml	本数 (140ml)	ml	本数 (220ml)
6～10	70	0.5	110	0.5
10～15	140	1.0	220	1.0
15～20	210	1.5	330	1.5
20～25	420	3.0	660	3.0
25～30	560	4.0	880	4.0
30～35	700	5.0	1,100	5.0
35～40	840	6.0	1,320	6.0
40～45	980	7.0	1,540	7.0
45～50	1,120	8.0	1,760	8.0
50～55	1,260	9.0	1,980	9.0
55～60	1,400	10.0	2,200	10.0
60～65	1,540	11.0	2,420	11.0
65～70	1,680	12.0	2,640	12.0
70～75	1,820	13.0	2,860	13.0
75～80	1,960	14.0	3,080	14.0

注意

1. 使用量は自然生立木を基準にしておりますので、胸高直径に比べ材積量が少ない松は樹体内の薬剤濃度が高くなり、一部の針葉の黄化を招くおそれがありますから、通常の葉量の半量を目安として注入してください また、樹勢の衰えている松や矯正された松などは、樹の材積量を勘案して使用してください
2. 胸高直径45cm以上の大径木・巨木については、通常、胸高直径に比べ材積量が急激に増加しますので、必要に応じてさらに1本ずつ増量してご使用ください
3. 一般に庭園松等の造形木は、樹勢が衰えていることが多いため施工はお奨めできません しかし、施工可能と判断されるものについては、施主や所有者の同意に基づき諸注意事項を守り、慎重に対処してください

松枯れの原因とそのメカニズム！

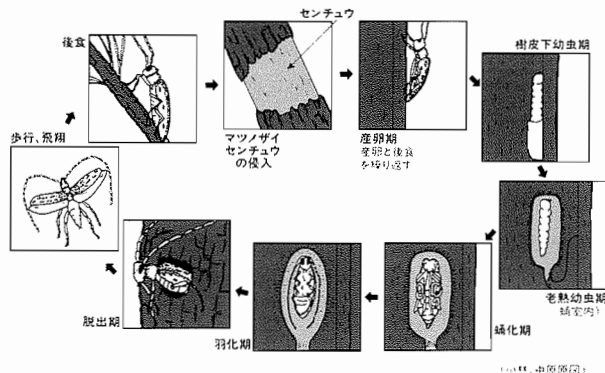
激害型松枯損のメカニズムは、「松くい虫による松類の枯損防止に関する研究」（農林水産省特別研究・昭和43～46年度）により、解明されました。これによると、線虫の一種であるマツノザイセンチュウ（学名：*Bursaphelenchus xylophilus*）が松くい虫の一種であるマツノマダラカミキリ（学名：*Monochamus alternatus*）を媒介して、健全な松の樹体内に侵入、極めて短期間のうちに、松全体に生理異常を引き起こして枯死させる、と報告されています。その具体的なメカニズムは、下記の通りです。

- ① 枯れた松の材内で越冬したカミキリが羽化し、マツノザイセンチュウを保持して脱出する（5～7月頃）。
- ② カミキリは健全な松の小枝を食べる（後食）。この時、カミキリの体内に潜入していたマツノザイセンチュウが松の材内に侵入する（5～7月頃）。
- ③ マツノザイセンチュウが材内で移動し、松は生理異常を起こし、樹脂の分泌及び蒸散を停止して枯死する（8～9月頃が多いが、以後も続く）。同時にマツノザイセンチュウは材内で増殖する。
- ④ カミキリは、マツノザイセンチュウによって衰弱した松に産卵（7～8月頃）。
- ⑤ ふ化したカミキリの幼虫は、樹皮下の韧皮部を食べて成長し、晩秋頃までには材中に穿入し越冬する。

マツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウの関係

マツノマダラカミキリは、マツノザイセンチュウを運ぶ代償として産卵できる状態の木をマツノザイセンチュウに用意してもらい、マツノザイセンチュウはマツノマダラカミキリに木を用意する代償として運んでもらう。つまり両者は、共生関係を営みながら次から次へと伝播して松枯れを起こしているわけです。

●マツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウの関係



年越し枯れについて

寒冷地帯では、マツノマダラカミキリによるマツノザイセンチュウの健全木への侵入が、低温のため時期的にやや遅くなるとともに、感染から発病までの期間及び発病から枯死までの期間が温暖地域より一般に長くなり、年越し枯れ（翌年の1月から8月までに枯れるもの）や部分枯れを起こすと言われています。

松の生態と生理

マツの生態的特性

1. 極めて陽性で耐陰性が低い。
2. 菌根菌との共生により、やせ地にも耐える体制を持つ。しかし、乾燥しやすいやせた場所ではシロ（キノコの菌糸の占有したもの）が分解せず、それが透水性を悪くして、かえって土壌を悪化させることも多い。
3. Ao層*の豊かな土地では椎樹の根がフザリウム菌に侵されやすい。発芽当年に根が侵されると、硬質上層に根が張らないうちに乾燥枯死する。
4. 土壌の乾湿に対する適応範囲が広い。特に乾燥に対しての耐性が強い。直根性であることが耐乾性の強い一つの要因である。
5. pHに対する適応範囲が広い。特にアカマツは酸性に対して強い。
6. 温度に対する適応範囲が広く、かなりの暑さから寒さまで耐える。
7. 種子の結実に年度間の豊凶の差が少なく、種子の飛散距離がかなり大きい（少なくとも数100mはある）。
8. 生長が早く高木になる。
9. 単位面積当りの葉量は比較的少なく（ヘクタール当り6～8トン）、林床は比較的明るく、下層植生が発達しやすい。
10. 不定芽（後生芽）が発生しにくく、一度枝が枯れ上がると、その後光条件がよくなっても、また折損などにより枝葉がよくなっても後生芽による枝葉量の回復はみられない。

以上のようなマツの特性から、マツは有機物の乏しい裸地、または裸地状の土地にしか成立しない植生遷移の先駆樹種ということになる。そのかわり、土壌の乾湿、pH、気温の寒暑に対する適応範囲が広く、しかも種子の豊凶差が少なく、飛散距離が大きいので、裸地であればどのようなところにも侵入成立し、厳しい環境にも耐える。したがって人為的に破壊された場所にはマツ林が成立しやすい。特に周期的に繰り返し破壊されているところはそうである。逆に天然状態ではマツは、急峻な岩場や、風当りの強い乾燥した山の尾根筋や海岸など、他の植物の容易に生育しないところにしか安定して成立しない。

優良マツ林とされているのは殆んどが火山灰の深い土壌、または花崗岩の深い土壌のところ、牧場や、畑の開こん跡地が多い。このような場所は透水性がよく（良すぎて畑には適さない）、直根性のマツには適している。また火山灰土壌は酸性が強いが（そのために畑には向かないが）アカマツにはハンディキャップにはならない。

*Ao層：枝葉が落ちて、それが土壌になるまで分解する途中にある堆積層のこと。

農林水産省森林総合研究所

森林環境部長 藤森隆郎先生

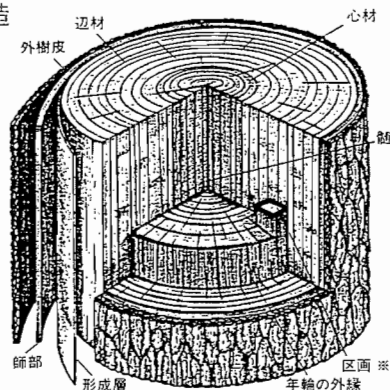
樹液の流動

根から吸い上げられた水分は、針葉樹の場合、長さ5mm、太さ 30μ ほどの紡錘形をした仮道管を通る。この仮道管は細胞壁が崩壊し、細胞壁が木質化した成熟細胞よりなるものである。多くの仮道管がつらなって通導組織が形成されその中で水分子間の凝集力が主な原動力となって樹液流動が生じているとみられる。

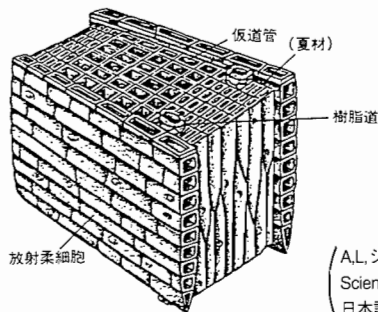
木口面の水平方向にみて、樹液流速の最も早い部分は樹種によって異なる。環孔材では最近1、2年に生長した材部の樹液流速が最も大きい散孔材では部位による差は一般に少ない。アカマツの場合は、はっきりしないが、部位による差は少ないのではないかとと思われる。しかし、心材部に近いところは明らかに樹液流速は小さいようである。樹液流速は蒸散速度とかなりよく一致する。樹液流速の日経過は、小さな木ほど日の出とともに急激に速度を早め、短時間内に1日の最大値に達する。それに対して大きな木の樹液流速の上昇はゆっくりで、日中の最大に達する時刻は、気温のそれとほぼ一致する。このような傾向は大きな木ほど通導組織の長さ、量が大きくなることにより、水の移動に対する抵抗が大きくなり、また貯水量も大きいということと説明されよう。

樹木の構造

A図



B図 (※A図「区画」拡大図)



(A.L.シーゴ
Scientific AMERICAN
日本語版 1985年6月)

Aの図はテダマツの幹の横断面である。形成層は師部（内樹皮）と木部（材）をつくり出す。材は年輪で仕切られている。年輪には放射線組織と呼ばれる仕切りがある。Bの図のように材には柔細胞と仮道管（厚壁の細胞は夏材である）があって区画を形成している。