

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 192 6. 2010

社団法人 林業薬剤協会



目 次

樹幹内の水分通道様式について……………	梅林 利弘・内海 泰弘・古賀 信也	1
マツ材線虫病の生物的防除のためのアカゲラ誘致用の人工巢丸太 ……………	中村 充博・鈴木 祥悟・由井 正敏	9
～樹木医寄稿～		
園芸植物と化学の関わり……………	白石 真一	17

● 表紙の写真 ●

アカゲラ用人工巢丸太による繁殖成功例

試験用に架設した中空式穴開け型巢丸太にアカゲラが穴を掘り巢穴を完成、営巢。写真はアカゲラ用人工巢丸太においてふ化したヒナに給餌しているアカゲラの様子。

(1996年6月(独) 森林総合研究所東北支所構内実験林にて撮影)

—中村充博氏提供—

樹幹内の水分通道様式について

梅林利弘^{*1}・内海泰弘^{*2}・古賀信也^{*3}

1. はじめに

樹幹注入剤は、樹体内へ侵入する病原体に対し予防ないし防除を行う目的で樹幹内へ直接投与する薬液である。原理的には水分通道経路に直接薬液を“吸引”させて、葉を含む樹幹全体へ薬液を浸透させる。したがって、薬液を樹幹内により確実に、より効率的に注入するためには、一般的に“樹液”と呼ばれる“樹幹における水分”の移動様式をきちんと理解することが必要となる。樹木の根から吸収される水分は、一般的に、私たち人間がもつ心臓のようなポンプで“押される”ことにより移動するのではなく、蒸散による葉からの水分消失（図1a, 黒矢印）が引き起こす通道経路内の圧力低下により、水分が葉へ“引っ張り”あげられることで移動する（図1a, 白矢印）。さらに、樹体内においての水分通道経路となる木部の組織構造が樹種により異なるため、通道パターンや水分の上昇速度に種特異性があり、樹幹へ薬液を投与する際に考慮しなければならない点となる。

筆者らを含め多くの研究者がこれまで樹幹における水分通道経路の解明に取り組んできた。近年になると染色液を樹幹内に吸引させて通道経路を可視化する“立木染色法”に関して、細胞レベルで解析する方法が開発され（Sano et al. 2005; Umebayashi et al. 2007）、多くの樹種の水分通

道様式が明らかになってきた。ここでは、これまで筆者らが行ってきた研究の一端を紹介するとともに、樹幹内へ薬液を投与する際に留意すべき点について水分通道面から述べてみたい。

2. 樹木における木部の組織構造と水分通道の原理

立木染色法を紹介する前に、木部の組織構造について概説する。国内に自生する樹木は針葉樹と広葉樹をあわせて1000種以上に及び、それぞれの樹種は葉や花などの器官に形態的特徴を持つが、木部の組織構造もまた多様である。ある程度の年数を経た幹には中心部に死細胞のみからなる心材とそれを囲むように柔細胞以外は死んだ細胞からなる辺材が存在する（図1b）。心材は通道機能を失っており、根から吸い上げた水分は辺材を通じ葉まで運ばれる。

木部の組織構造は、針葉樹と広葉樹で大きく異なり、針葉樹は木部細胞の90%以上が仮道管により占められるが、ほとんどの広葉樹は道管、仮道管、木部繊維といった様々な組織を持ち、樹種によりその割合や構造的特徴が著しく異なる。この針葉樹と広葉樹の組織構造の違いは、両者の水分通道や樹体支持様式の違いと関係する。木部は毎年形成層帯（図1c）から形成されるが、針葉樹の木部において、その大部分を占める仮道管は水分通道と樹体支持の両方の機能を担う。春先から夏にかけて形成される内径が大きく壁の薄い仮道管によって占められる木部は早材（図1d, 1e）と呼ばれ、主に水分通道を担い、晩夏から秋にかけて形成される内径が小さく壁の厚い仮道管に

* 1 中央農業総合研究センター病害虫検出同定法研究チーム／東京大学大学院新領域創成科学研究科

UMEBAYASHI Toshihiro

* 2 九州大学農学部附属演習林 UTSUMI Yasuhiro

* 3 九州大学農学部附属演習林 KOGA Shinya

よって占められる木部は晩材(図1d)と呼ばれ、主に樹体支持を担う(原田ら1985)。一方、広葉樹では道管(図2aV, 2bV)が主に水分通道機能を、木部繊維(図2aW, 2bW)が主に樹体支持機能を担うが、それぞれの木部内における割合や分布、形態等は種により異なっている。このことが広葉樹の木部の水分通道様式を多様にしてい

ると考えられる。例えば、落葉広葉樹の場合、春先に大径の道管を形成する“環孔材樹種(図2a, 2b)”と年輪全体にはほぼ一様な径の道管を形成する“散孔材樹種(図2c, 2d)”というように組織構造の大きな違いにより水分通道の様式も異なる(Umebayashi et al. 2008)。

仮道管や道管の中を通過する水は、根から葉ま

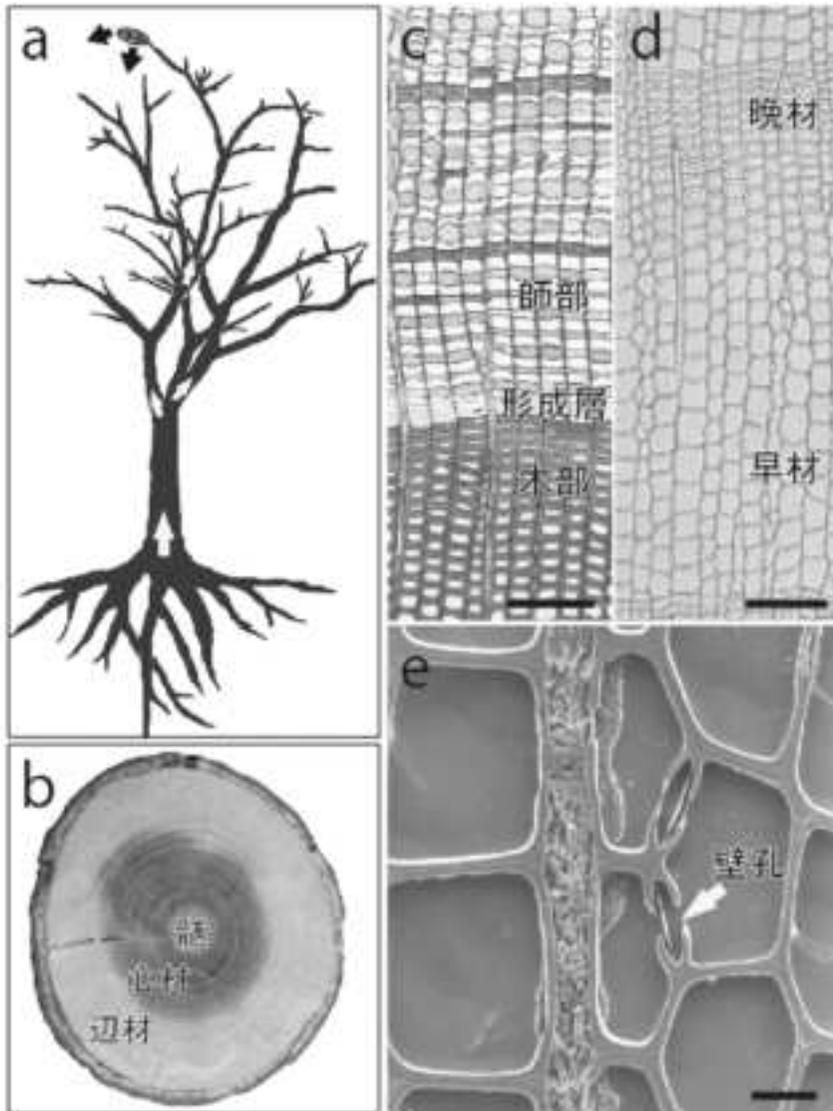


図1 樹木における水分の移動方向と組織の名称

a, 樹木の幹-枝-葉における水分の移動方向。黒矢印の方向は葉から大気への水分の移動を示す。白矢印は樹幹内の水分の移動方向を示す。b, 樹幹横断面(ヤマウルシ)。c, ヒノキの横断面の切片写真。上方が樹皮側で下方が髄側。d, 1年輪内における木部横断面の切片写真(イヌガヤ)。e, トマトの早材における横断面の低温走査電子顕微鏡写真。スケールバー c, d=100 μ m, e=10 μ m。

で連続した水柱を形成し、葉で最も低くなる圧力勾配に従って移動する。つまり樹幹内部には、水道のパイプのような管（仮道管や道管）が多数存在し、その内部に多くの水柱が存在することになる。パイプの径や長さなどの構造は様々で、環孔材樹種のように大径の道管をもつ樹種や針葉樹のように非常に小径の仮道管のみで構成されている

ものもあるが、仮道管や道管内の水柱は通常の圧力（負圧）に耐えうる構造になっている。しかし、雨の降らない時期（乾季）や真夏の気温が高く湿度が低い日が続いたことによる水ストレス、もしくは冬期の樹液が凍結する寒冷地での凍結ストレスによりこの水柱が切れ通道機能を失うことがある。なお、これらの点についてより詳しく学びた

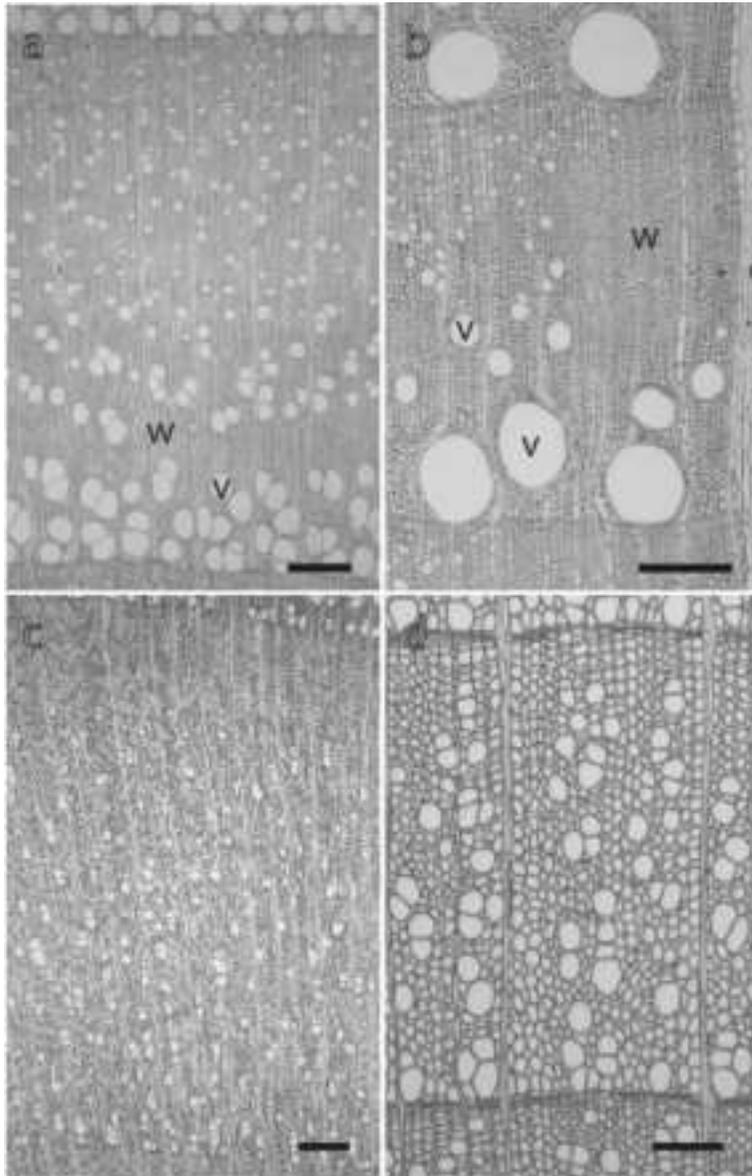


図2 落葉広葉樹の木部構造

a, タラノキ（環孔材樹種）。b, ミズナラ（環孔材樹種）。c, コハクウンボク（散孔材樹種）。d, オオバボダイジュ（散孔材樹種）。Vは道管，Wは木部繊維を示す。スケールバー a, c=500 μ m, b=250 μ m, d=200 μ m。

いは Tyree and Zimmermann の著書（訳本：内海ら2007）を参照されたい。

3. 立木染色法を行う上で留意すべき点

立木染色法は樹幹に切れ込みを入れた後、その部位から染色液を吸引させ、水分通道経路を“染める”ことで通道経路を可視化させる。ただし、樹幹における通道組織内の水柱は葉の蒸散により“引っ張られている”状態であるため、空気中で通道組織に切れ込みが入ると、そこから空気が流入し、水柱が分断されて染色液の通道が著しく損なわれてしまう。この問題は、樹幹に漏斗を設置して水を注ぎ、水中で木部に達する切れ込みや孔を設けて空気の侵入を防ぐことで回避できる（図

3a）。その後、空気が切り口に触れないように処理して（図3b）、水を染色液に置換することにより、通道性を低下させることなく染色液を吸引させることができる（図3c）。この水中で樹幹に切り込みを設ける方法は、生け花をしおれさせずに整える水切りの手法と同様の原理である。

立木染色法は、通道経路を簡易に可視化できるので古くから多くの研究者により用いられており、酸性フクシン、塩基性フクシン、サフランという3種類のいずれかの染料がよく用いられてきた。しかし、樹幹内に染色液を吸引させた時の各染色液の細胞壁との親和性や毛管力、拡散といった物理化学的性質の影響は十分に検討されずに用いられていることも多い。そこで筆者らは、

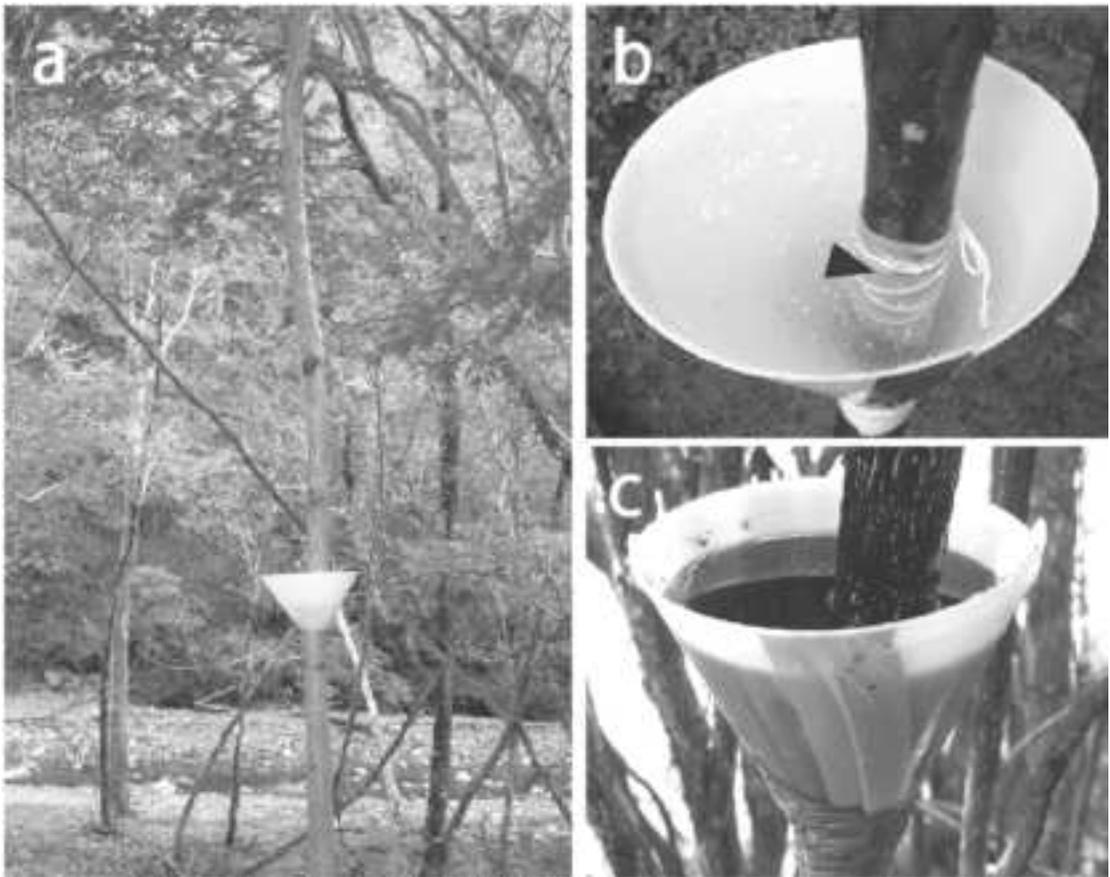


図3 立木染色試験

a, 樹幹に漏斗を取り付けた様子。b, 水中下で設けた切り口をガーゼで覆った様子。矢印頭は切り込みを入れた部位を示す。c, 切り口を染色液で浸漬させている様子。

前述した3種の染色液の通道特性に関する研究を行った。

まず、3種の染色液を同一条件で樹幹に吸引させて比較したところ、酸性フクシン水溶液が他の染色液よりも3倍以上上昇し、染色液によって上昇速度が異なることを見いだした (Umebayashi et al. 2007)。また、Sano et al. (2005) はサフランと酸性フクシン水溶液を同一樹種の樹幹に吸引させた時、木部内の染料分布領域が異なることを示している。染色液の種類により上昇速度や染色領域に差異が生じるメカニズムはまだ明らかではないが、塩基性染料 (塩基性フクシン, サフラン) が細胞壁に化学的に結合するのに対して、

酸性染料 (酸性フクシン) は細胞壁に結合しないことが一つの理由だと考えられている (Sano et al. 2005)。次に、酸性フクシンの濃度による差異について検討したところ、濃度を0.05-0.2%範囲内で変化させても染色液の上昇速度や木部の染色領域には違いが認められなかった (Umebayashi et al. 2007)。ただし、酸性フクシンを用いて通道経路を可視化する場合は、染色領域がはっきりと識別できるコントラストを得るために0.1%以上の濃度が望ましい。また、染色液を浸している部位の近傍では毛管現象により通道経路とは関係なく多くの組織が染色され、通道経路を解析できないことがあるので注意が必要である。染色液は

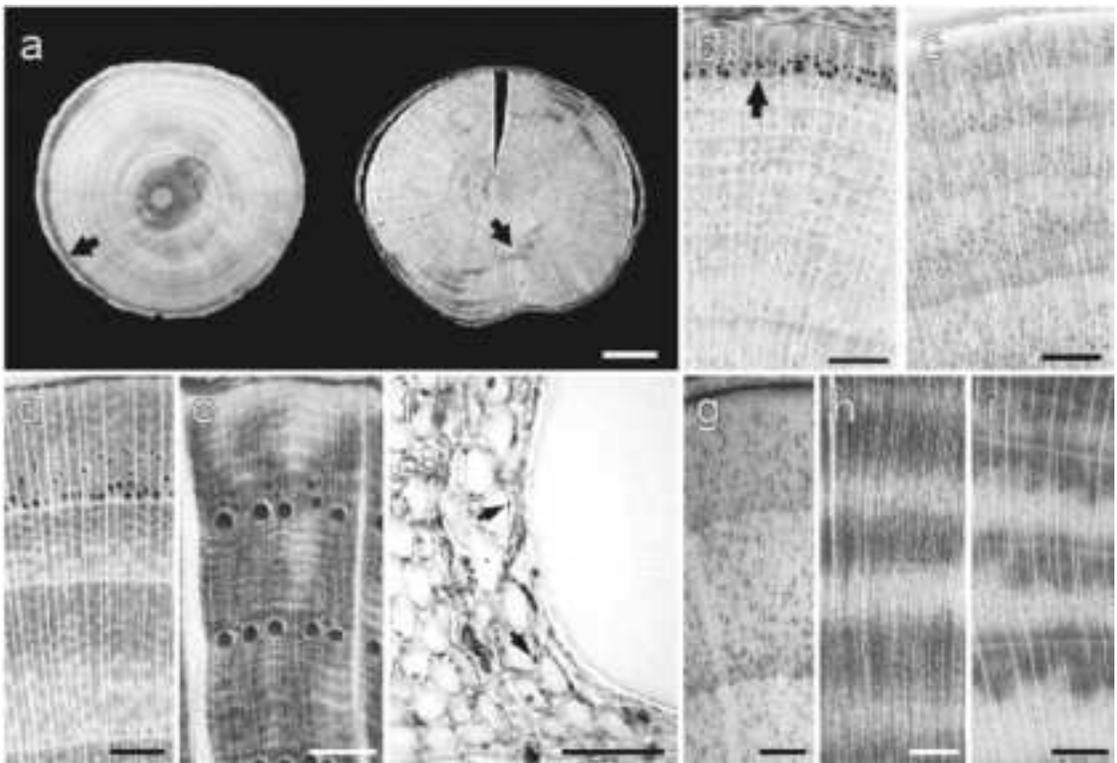


図4 落葉広葉樹における染色された木部の横断面

a, 染色液が上昇した部位における染色された木部 (ハリギリ, 左; イヌブナ, 右)。b, 環孔材樹種の染色液が上昇した部位 (ヤマウルシ)。c, 散孔材樹種の染色液が上昇した部位 (エゴノキ)。d, e, 環孔材樹種における染色液注入部より10cm上部における染色領域 (d: ヤマグワ, e: ミズナラ)。f, ミズナラにおける染色されていない大径道管およびその周辺組織の切片写真。g-i, 散孔材樹種における染色液注入部より10cm上部における染色領域 (g: アカシデ, h: コバノミツバツツジ, i: リョウブ)。矢印は染色された領域を示す。スケールバー a = 1 cm, b, c, d, e, g, i = 1 mm, h = 400 μ m, f = 50 μ m。

表

種名	種名
環孔材樹種	イヌウメモドキ
r1	<i>Ilex serrata</i>
コシアブラ	カナクギノキ
<i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	<i>Lindera erythrocarpa</i>
ハリギリ	アブラチャン
<i>Kalopanax pictus</i>	<i>Lindera praecox</i>
r2	シロモジ
アキグミ	<i>Lindera triloba</i>
<i>Elaeagnus umbellata</i>	ホオノキ
ミズナラ	<i>Magnolia obovata</i>
<i>Quercus crispula</i>	アワブキ
r3	<i>Meliosma myriantha</i>
タラノキ	カマツカ
<i>Aralia elata</i>	<i>Pourthiaea villosa</i> var. <i>laevis</i>
ヤマグワ	ヤマザクラ
<i>Morus australis</i>	<i>Prunus jamasakura</i>
ヌルデ	サワグルミ
<i>Rhus javanica</i> var. <i>roxburghii</i>	<i>Pterocarya rhoifolia</i>
ヤマウルシ	アサガラ
<i>Rhus trichocarpa</i>	<i>Pterostyrax corymbosa</i>
散孔材樹種	シラキ
d1	<i>Sapium japonicum</i>
チドリノキ	ナンキンナナカマド
<i>Acer carpinifolium</i>	<i>Sorbus gracilis</i>
イタヤカエデ	ヒメシヤラ
<i>Acer mono</i> var. <i>marmoratum</i>	<i>Stewartia monadelphica</i>
イロハモミジ	エゴノキ
<i>Acer palmatum</i>	<i>Styrax japonica</i>
コハウチワカエデ	コハクウンボク
<i>Acer sieboldianum</i>	<i>Styrax shiraiana</i>
ミズメ	コヤブデマリ
<i>Betula grossa</i>	<i>Viburnum plicatum</i>
アカシデ	ツクシヤブウツギ
<i>Carpinus laxiflora</i>	<i>Weigela japonica</i>
イヌシデ	d2
<i>Carpinus tschonoskii</i>	フサザクラ
カツラ	<i>Euptelea polyandra</i>
<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	イヌブナ
クマノミズキ	<i>Fagus japonica</i>
<i>Cornus macrophylla</i>	ネジキ
ウツギ	<i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>
<i>Deutzia crenata</i>	コバノミツバツツジ
コマユミ	<i>Rhododendron reticulatum</i>
<i>Euonymus alatus</i>	d3
ノリウツギ	リョウブ
<i>Hydrangea paniculata</i>	<i>Clethra barbinervis</i>
ヤハズアジサイ	ネコヤナギ
<i>Hydrangea sikokiana</i>	<i>Salix gracilistyla</i>

落葉広葉樹44種における染色様式（染色液注入部より10cm 上部の染色された領域から染色様式を分類）。
 - r：環孔材樹種。d：散孔材樹種。r1：大径道管が位置する部位にも多数の小径道管が形成されており小径道管が全域で染色されていた樹種。r2：大径道管が位置する部位には小径道管がほとんど存在せず小径道管が全域で染色されていた樹種。r3：主に年輪後半の小径道管が染色されていた樹種。d1：年輪全体の道管が染色されていた樹種。d2：主に年輪前半の道管が染色されていた樹種。d3：主に年輪後半の道管が染色されていた樹種。

木部内を比較的短時間で拡散するため、正確な通道経路を把握するためには、試料採取後直ちに液体窒素により組織を凍結固定し、その後凍結乾燥することが推奨されている (Sano et al. 2005)。

4. 落葉広葉樹の樹幹における水分通道様式

落葉環孔材樹種の場合、春先に形成された大径の道管が開葉から落葉期まで主に水分通道を担うが、凍結ストレスや水ストレスなどの環境ストレスに対し脆弱なため、翌年まで通道機能を維持することができず主に当年輪で通道がなされる (図 4a 左)。一方、落葉散孔材樹種では複数年にわたり道管の水分通道機能が維持される (図 4a 右)。

これら上記の知見はこれまで一般的な傾向として知られてきた。しかし、環孔材樹種や散孔材樹種という管孔の配列により区分した中でも樹種間の道管の形態やその数は異なる (図 2)。この環孔材内と散孔材内の組織構造の違いと通道様式の違いについては、十分に検討がされていなかった。そこで水分通道経路の種多様性を明らかにするために、日本産落葉広葉樹44種 (表) に酸性フクシン水溶液による立木染色法を適用し、通道経路の可視化を試みた (Umebayashi et al. 2008)。

30分の染色時間で染色液が6.0m 以上も上昇した樹種は環孔材樹種のみズナラとヌルデであり、染色液の上昇距離が最も低かったものは0.5m 以下のヤハズアジサイであり、その上昇距離は樹種により様々であった。全樹種において染料注入部位から10cm 上部では複数の年輪が染色されていたが、染料の上昇に伴い環孔材樹種は樹皮側1, 2年輪 (当年および前年に形成された年輪) のみが染色され (図 4b)、散孔材樹種は染色液がより上昇した地点においても複数年輪が染色されていた (図 4c)。

染料注入部位から10cm 上部では環孔材樹種の場合、大径の道管は当年に形成されたものしか染色されておらず、2年輪目以降は染色されてい

なかった (図 4d)。一方、大径の道管以外の道管は複数年輪染色されており (図 4d)、当年の木部ではほとんどの道管が染色されていたが、2年輪目以降になるとその染色されている道管の分布は樹種により様々であった。例えば、ヌルデやヤマグワなどは年輪後半部の小道管のみが染色されており (図 4d)、ハリギリやミズナラなどは大径の道管以外の道管は年輪全体にわたり染色されていた (図 4e)。また、ミズナラのように道管周辺の木部組織も染色されていた樹種も見られた (図 4f 矢印)。

散孔材樹種においては、ほとんどの道管が染色されている樹種と、いくつかの道管のみが染色されている樹種が存在した。年輪毎に染料の分布を解析すると2年輪目以降の染色様式が3つのグループに大別できた (表)。第一に、アカシデのように年輪全体が染色されていた樹種 (図 4g)、第二にコバノミツバツツジのように年輪前半部が主に染色されていた樹種 (図 4h)、第三にリョウブのように年輪後半部が染色されていた樹種 (図 4i) という分類群に分けられた。したがって、落葉広葉樹は環孔材と散孔材という大きな組織構造の相違から水分通道様式が異なるだけでなく、環孔材樹種と散孔材樹種の内でも水分通道を担っている通道組織は樹種により様々であることが明らかになった。

5. 樹幹注入剤の使用上の留意点

最後に薬液を樹幹へ投与する場合の留意点を上述の立木染色法による実験結果から考えてみたい。まず、幹内において水柱は負の圧力状態になっているため、大気中で幹に穴を開けた際に樹幹内の水柱が切れてしまい、樹幹注入剤を吸引させた時に樹幹内に十分に浸透しない場合がある。特に環孔材樹種が形成する大径の道管は、単位面積あたりの個数が少ないばかりでなく、非常に長いものを形成する樹種が存在し、数メートルから数10メートルにも達する。そのため、水柱が切れ

た場合は他の樹種に比べ樹幹上部でより広範囲の
 通道阻害が生じ、薬液の浸透性も大幅に低下する
 可能性がある。このようなときには水面下で木部
 に達する経路を作り薬液を浸透させることで改善
 できる可能性がある。

次に、使用する樹幹注入剤の物理的、化学的性
 質に注意が必要である。立木染色法では染色液が
 異なると上昇速度や拡散範囲が異なった。使用す
 る薬液がサフランのように細胞壁に結合する性
 質を持つ場合、通道組織の壁面だけではなく通道
 組織間、すなわち仮道管間や道管間の連絡路とし
 て存在する“壁孔(図1e, 矢印)”を通過する
 時に薬液の分子が細胞壁に付着する可能性がある。
 壁孔での通道経路は非常に小さくなっており、
 壁や壁孔に吸着しやすい性質の溶質を使用した
 場合、壁孔壁へ粒子が付着することにより使用
 した水溶液の透過性の著しい低下が起き、樹幹内
 全域に薬液が行き渡らない可能性がある。また、
 壁孔の通道経路よりも粒子が大きいものが水溶液
 中に存在する場合も同様である。水溶液中の溶質
 の大きな粒子を取り除くためにはメンブレンフィ
 ルターなどに薬液を通してから使用することが望
 ましい。

最後に、薬液を注入する際はその経路の種特性
 を考慮することが重要である。本稿においても落
 葉広葉樹の樹幹における水分通道の様式は、単に
 環孔材樹種と散孔材樹種という違いでなく、同じ
 環孔材、散孔材の樹種間でも多様であることを示
 してきた。たとえば、当年の春先に形成された大
 径の道管が主に水分通道に携わっている環孔材樹
 種においても大径道管以外の道管は複数年にわたり
 水分通道機能を有しているため、樹幹全体へ樹
 幹注入剤を浸透させるためにはその樹種の通道経
 路を明らかにし、できるだけ薬剤が樹幹全体まで
 いきわたるように薬液注入部位を決めるべきであ
 る。染料の上昇速度は樹種において大きく異なり、
 その機能している通道経路の分布も樹種で
 様々であるため、樹幹注入剤を使用する際は、薬

剤の浸透性や吸引量が樹種間でも大きく異なるこ
 とも考慮すべきである。

今回は樹幹注入剤の樹幹への浸透性についての
 留意点を述べた。これに加えて、樹幹注入剤を投
 与する際はどうしても樹体に傷をつけて薬液を注
 入するため、注入後の傷による通道阻害や病原体
 の侵入の恐れもある(中川1993, 2001; 在原・橋
 本1999)。しかし、樹幹への薬剤浸透性が大きく
 改善されれば、薬液濃度や注入時間、注入による
 傷を減らすことができ、樹体への影響がより軽減
 される可能性がある。樹木へ薬剤を投与する際
 には、樹木における通道機構とその種多様性を考
 慮することで、効率的な薬液注入や防除効果の向
 上が図られるであろう。

引用文献

- 在原登志男, 橋本正伸(1999) マツ材線虫病予防のた
 めの樹幹注入剤施用によるマツ樹体内の通水阻害
 (I)。森林防疫 48: 144-148
- 中川茂子(1993) 材線虫病予防のための樹幹注入剤に
 より生ずるマツ樹体内異状とその経時変化。森林防
 疫 42: 153-157
- 中川茂子(2001) マツ枯れ防止樹幹注入剤施用により
 発生する異常。樹木医学研究 5: 13-20
- Sano Y, Okamura Y, Utsumi Y (2005) Visualizing
 water-conduction pathways of living trees :
 selection of dyes and tissue preparation methods.
 Tree Physiol 25: 269-275
- 原田浩, 島地謙, 佐伯浩, 塩倉高義, 石田茂雄, 重松
 頼生, 須藤彰司(1985) 木材の構造. 文永堂 pp. 276
- Tyree MT, Zimmermann MH (2002) Xylem
 structure and the ascent of sap. 2nd edn. Springer
 pp. 283 (内海泰弘, 古賀信也, 梅林利弘(2007) 植
 物の木部構造と水移動様式. シュプリンガー・ジャ
 ン pp. 283)
- Umebayashi T, Utsumi Y, Koga S, Inoue S, Shiiba Y,
 Arakawa K, Matsumura J, Oda K (2007) Optimal
 conditions for visualizing water-conducting
 pathways in a living tree by the dye injection
 method. Tree Physiol 27: 993-999
- Umebayashi T, Utsumi Y, Koga S, Inoue S,
 Fujikawa S, Arakawa K, Matsumura J, Oda K
 (2008) Conducting pathways in north temperate
 deciduous broadleaved trees. IAWA J 29: 247-263

マツ材線虫病の生物的防除のためのアカゲラ誘致用の人工巣丸太

中村充博*・鈴木祥悟**・由井正敏***

はじめに

アカゲラは、マツ材線虫病の原因となるマツノザイセンチュウを媒介するマツノマダラカミキリの捕食者として知られている(由井, 1980; 五十嵐, 1980; 加茂谷ら, 1981; 藤岡ら, 1991; 中村ら, 1991)。アカゲラによるマツノマダラカミキリ材内幼虫の捕食率は、アカゲラの生息密度が高いほど高いことがわかっており、90%以上に達する場合もある(由井ら, 1993)。そのため、アカゲラにマツノマダラカミキリ幼虫を捕食させることによりマツ材線虫病の防除に役立たせるためには、防除が必要な林分でのアカゲラの生息密度を高くする森林管理が重要である(中村ら, 2009)。しかし、マツ材線虫病が蔓延しているマツ類の単純林のような林では、アカゲラが繁殖やねぐらとするための巣穴を掘ることのできる木が少ないことから、アカゲラの生息密度は低い傾向にある(中村ら, 1992)。これまで、そうした林へアカゲラを誘致するため、人工的な巣丸太やねぐら用の巣箱を供与する方法が行われてきた(由井ら, 1985; 舟越・小林, 1988; Nakamura *et al.* 1995)が、まだ効率的な誘致方法は確立していない。

そこで本稿では、アカゲラの繁殖用の巣丸太について、既報の巣丸太架設実験のデータを再整理し、総合的にアカゲラの誘致のために適した巣丸太について考察した。

実験方法

1) 架設実験 1

1983年4月から1985年11月の間に巣丸太の架設を行った。調査地は岩手県盛岡市(森林総合研究所東北支所)、滝沢村(岩手大学滝沢演習林、柳沢試験地、滝沢鳥獣試験地)、一関市、秋田県由利本荘市、秋田市(秋田県森林技術センター、向浜)である。架設した巣丸太の種類は後述の入口式巣丸太(23個)、中空式巢穴型巣丸太(54個)、中空式オガクズ巣丸太(41個)の3種類である(表1)。

2) 架設実験 2

1985年12月から1991年3月の間に丸太および巣箱の架設を行った。調査地は、岩手県盛岡市(森林総合研究所東北支所)、滝沢村(岩手大学滝沢演習林、柳沢試験地、滝沢鳥獣試験地)、花巻市(旧東和町)、岩手町、洋野町(旧種市町)、山形県真室川町、秋田県由利本荘市、秋田市(秋田県森林技術センター)である。入口式巣丸太(58個)とスギ板式巣箱(62個)(後述)を架設した(表1)。また、自然木でのアカゲラの営巣状況を調べるため、岩手県盛岡市と滝沢村においてアカゲラの営巣木の樹種、巣穴の高さと方位を記録した。

3) 架設実験 3

1991年4月から1996年6月の間に丸太の架設を行った。調査地は、岩手県盛岡市(森林総合研究所東北支所)、滝沢村(岩手大学滝沢演習林、柳沢試験地)、花巻市(旧東和町)、岩手町である。

* 森林総合研究所

** 森林総合研究所東北支所

*** 東北鳥類研究所

NAKAMURA Mitsuhiro

SUZUKI Syōgo

YUI Masatoshi

表1 架設実験の一覧表

架設時期	調査地	架設した巣丸太の種類
架設実験1 1983.4 ～1985.11	岩手県 盛岡市（森林総合研究所東北支所） 滝沢村（岩手大学滝沢演習林，柳沢試験地，滝沢鳥獣試験地） 一関市	入口式巣丸太 中空式巢穴型巣丸太 中空式オガクズ巣丸太
	秋田県 由利本荘市 秋田市（秋田県森林技術センター，向浜）	
架設実験2 1985.12 ～1991.3	岩手県 盛岡市（森林総合研究所東北支所） 滝沢村（岩手大学滝沢演習林，柳沢試験地，滝沢鳥獣試験） 花巻市（旧東和町） 岩手町 洋野町（旧種市町）	入口式巣丸太 スギ板式巣箱
	山形県 真室川町 秋田県 由利本荘市 秋田市（秋田県森林技術センター）	
架設実験3 1991.4 ～1996.6	岩手県 盛岡市（森林総合研究所東北支所） 滝沢村（岩手大学滝沢演習林，柳沢試験地） 花巻市（旧東和町） 岩手町	入口式巣丸太 中空式分割型巣丸太 中空式穴開け型巣丸太

架設した巣丸太の種類は入口式巣丸太（17個）および後述の中空式分割型巣丸太（21個）と中空式穴開け型巣丸太（8個）である（表1）。

架設方法

丸太の架設方法は、架設時に巣丸太が前傾するように背板を付け、樹木の高さ3～4mの位置の前方が開けた向きに荷造り用のテープで架設した。使用状況は3～7月に、架設丸太の状態を目視により確認した。アカゲラの自然巣における造巣経過は、まず樹幹につき跡がみられ、その後約5cmの円形の入口が掘られて、最後に下に掘り進み巣穴が完成する。このため、架設丸太のキツキ類による利用の状態を、つき跡、入口掘り、巣穴完成の区分により記載した。

実験材料

実験材料の素材は、自然木での営巣樹種として想定されるカンバ類、カスミザクラの樹種と間伐材として直径18～23cm、長さ約45cmの丸太で入手可能であったスギ、ハンノキ、トウヒ、カラマツ、コナラの樹種を巣丸太の材料として選択した。

1) 入口式巣丸太

入口式巣丸太は、直径18～23cm、長さ約45cmの丸太で、丸太の側面の上部に直径5cm、深さ5cmの円形穴を穿ったもの（架設実験3では側面に円形穴を作らなかった）であり（図1）、丸太の材料として、カンバ類（ウダイカンバ、シラカンバ）、カスミザクラ、スギ、ハンノキ、トウヒ、カラマツおよびコナラを用いた。

2) 中空式巢穴型巢丸太

中空式巢穴型巢丸太は、丸太を縦割りし、実際のアカゲラの巣と同じ様に入口と内部を掘り、再び元のように合わせたものである。丸太の材料として、カンバ類（ウダイカンバ、シラカンバ）、ハンノキおよびトウヒを用いた。

3) 中空式オガクズ巢丸太

中空式オガクズ巢丸太は中空式巢穴型丸太の空洞部に入口までオガクズを詰めたものである。丸太の材料として、カンバ類（ウダイカンバ、シラカンバ）、ハンノキおよびトウヒを用いた。

4) スギ板式巣箱

スギの板材で造った長さ40cm、幅8cm、奥行き8cmの巣箱で前面にはスギ樹皮のついた板を用いてある。入口は浅く掘り込んだだけでアカゲラ自身に掘らせるようにしたものである。前板は厚く、アカゲラが登りやすいように傾斜があり、さらに内壁には刻みを入れてある。また、底は抱卵しやすいようにオガクズを敷き詰めてある。入口式巢丸太は数kgの重量があり、運搬や架設に労力を必要とするので、軽量化するために考案した。

5) 中空式分割型巢丸太

中空式分割型巢丸太は、直径18~23cm、長さ約45cmの丸太を縦割りにし、内部に幅8cm、縦25cmの空洞を作成して再び元のように合わせたものである。丸太の材料として、カンバ類（ウダイカンバ、シラカンバ）、スギおよびハンノキを用いた。なお、中空式巢穴型巢丸太や中空式オガクズ型巢丸太では、細かい加工がしやすいトウヒを用いたが、ここでは、入手しやすいスギを用いた。

6) 中空式穴開け型巢丸太

中空式穴開け型巢丸太は、直径18~23cm、長

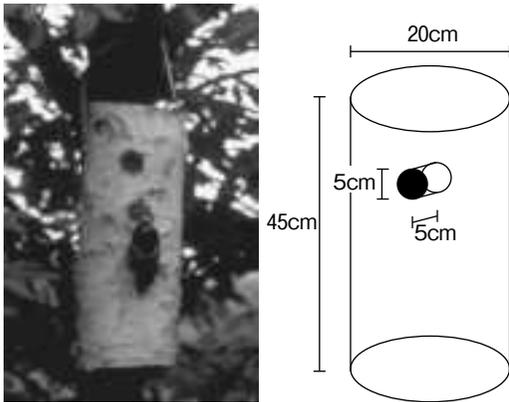


図1 入口式巢丸太

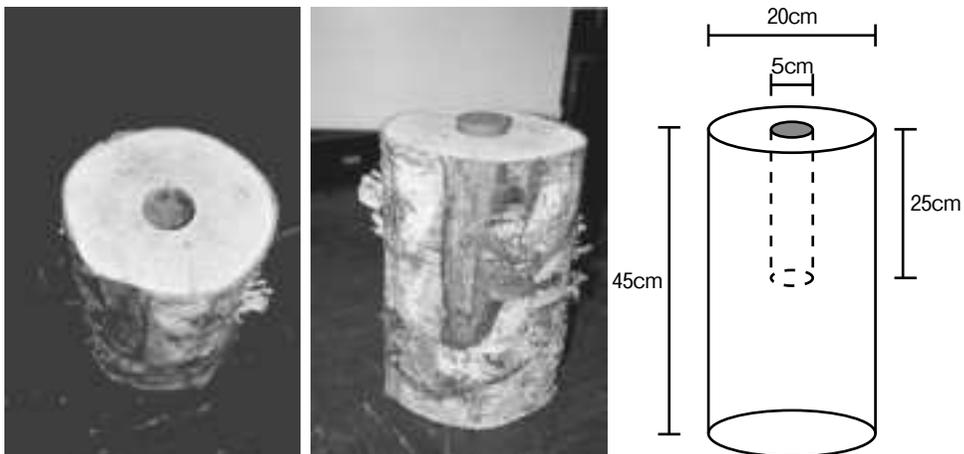


図2 中空式穴開け型巢丸太

さ約45cmの丸太の上部から直径5cmの穴を縦に25cmほど開け、上部にゴムの栓をしたものである(図2)。丸太の材料として、カンバ類(ウダイカンバ、シラカンバ)を使用した。

結果

1) 架設実験1

入口式巣丸太を23個架設したが、架設後2繁殖シーズンの間は、キツツキ類による反応は見られなかった。3繁殖シーズン後に3個(13.0%)に巣穴完成が、1個(4.3%)に入口掘りがあるのが確認された。中空式巣穴型巣丸太を54個架設したが、キツツキ類による反応はみられなかった。しかし、シジュウカラ、ヤマガラ、コムドリ、ムクドリなど樹洞営巣性鳥類による利用が確認された。また、中空式オガクズ巣丸太は41個架設し、キツツキ類により内部のオガクズが外に出される例が9個(22.0%)で見られた。巣穴完成が確認された入口式巣丸太は、すべてカンバ類の巣丸太であり、ハンノキやトウヒの巣丸太では反応がみられなかった。巣穴完成例のうち2カ所は森林総合研究所東北支所構内に1983年に架設した巣丸太で、1985年の繁殖シーズン後に確認された。他の1カ所は岩手大学滝沢演習林に1983年に架設した巣丸太で、1985年の繁殖シーズン後に確認された。森林総合研究所東北支所構内において巣穴が完成した巣丸太は、2カ所ともコムドリにより営巣用として利用されていた。コムドリが自分では巣穴を掘らない鳥であること、木の根元や葉の上に散在する木くずが比較的新しいものであることや近くにアカゲラの雄が天敵に捕食されているのが発見されたことからアカゲラが掘った巣穴であると考えられた。また、岩手大学滝沢演習林で巣穴が完成した巣丸太は、繁殖シーズン後に回収し、内部を調べたところ、シジュウカラの巣材の下からアカゲラのものと思われる純白無斑の卵1個(26.1mm×18.8mm)が見つかった。このため、この巣丸太をアカゲラが少なくとも途中

まで繁殖に利用したと考えられた。

2) 架設実験2

スギ板式巣箱を80個架設した。その結果、アカゲラによる入口掘りは見られたが、繁殖用としての利用は確認されなかった。入口式巣丸太では架設個数75個に対して3繁殖シーズン後に巣穴完成が8個(10.7%)、入口掘り9個(12.0%)、つつき跡が確認されたのが7個(9.3%)であった。巣穴完成の8個のうち7個がカンバ類を材料とした巣丸太であり、入口掘りとつつき跡確認を含めるとカンバ類を材料とした巣丸太の架設個数28個のうち17個(60.7%)に何らかの反応があったことになる。それに比べて他の架設巣丸太の樹種で反応があったものは0%~33.3%であり、明らかに心材部が腐朽しやすいカンバ類の巣丸太に対する反応が多かった。

盛岡市と滝沢村で調べたアカゲラの自然木への営巣樹種は、23例のうちサクラ類が10例(43.5%)、その他の広葉樹が8例(34.7%)、アカマツが4例(17.4%)、カラマツが1例(4.3%)であったが、人工巣丸太で反応が多かったカンバ類はなかった。アカマツについては4例のうち3例が立ち枯れ木への営巣で残りの1例は樹高23mの大径木への営巣であった。また、営巣樹種を広葉樹と針葉樹に分けると広葉樹は18例(78.3%)、針葉樹は5例(21.7%)で広葉樹が多くなっていた。このうち滝沢鳥獣試験地については広葉樹と針葉樹の直径20cm以上の立木本数比が1:2であるのに対し(由井, 1983)、実際の営巣数は広葉樹が10例で針葉樹には営巣はみられなかったため明らかに広葉樹への選好性が高かった。巣穴の高さは1.5mから18mの範囲で確認され、平均(±S.E.)は6.3m(±0.85)であった。また、方位は、東方位5例、西方位6例、北方位7例、南方位5例で一定の方位に偏ることはなかった。

表2 架設実験3：各形状の丸太の材料樹種別利用状況

巢丸太の形状	材料樹種	架設個数	反応なし	つつき跡	入口掘り	巢穴完成
入口式	カンバ	3	1	2	0	0
	サクラ	3	3	0	0	0
	スギ	2	2	0	0	0
	ハンノキ	4	3	0	0	1
中空式分割型	カンバ	7	0	4	2	1
	スギ	7	1	5	1	0
	ハンノキ	7	2	2	1	2
中空式穴開け型	カンバ	8	4	0	3	1
合計		41	16	13	7	5

3) 架設実験3

入口式巢丸太では、12個架設したうち3繁殖シーズン後に巢穴完成1個(8.3%)、つつき跡2個(16.7%)が見られた。丸太の材料樹種ではハンノキで巢穴完成が、カンバ類でつつき跡が確認された。中空式分割型巢丸太では、21個架設したうち、巢穴完成が3個(14.3%)、入口掘りが4個(19.0%)、つつき跡が11個(52.4%)、反応なしが3個(14.3%)であった。丸太の材料樹種別でみると、カンバ類ではつつき跡4個(57.1%)、入口掘り2個(28.6%)、巢穴完成が1個(14.3%)ですべての架設巢丸太で反応が認められた。スギではつつき跡5個(71.4%)、入口掘り1個(14.3%)、反応なし1個(14.3%)であった。ハンノキでつつき跡2個(28.6%)、入口掘り1個(14.3%)、巢穴完成2個(28.6%)、反応なし2個(28.6%)であった。中空式穴開け型巢丸太は、8個架設したうち、巢穴完成が1個(12.5%)、入口掘りが3個(37.5%)、反応なしが4個(50.0%)であった。なお、中空式穴開け型巢丸太では、繁殖が確認されたが、他の形状の巢丸太では繁殖は確認されなかった(表2)。

4) アカゲラによる利用までの期間(カンバ類)

1983年4月～1996年6月の間に架設したカンバ

類を用いた巢丸太でのアカゲラによる反応が起こるまでの期間(平均±S.E.)をまとめてみると、入口式では架設後 3.17 ± 0.58 年、中空式分割型では 1.43 ± 0.30 年、中空式穴開け型ではすべての巢丸太において1年で反応がみられた。中空式分割型や中空式穴開け型は入口式に比べて反応が起こるまでの期間が有意に短かった(Tukey-Kramer法 $p < 0.05$)。

5) 繁殖成功例

1995年に森林総合研究所東北支所構内の実験林に架設した3個の中空式穴開け型巢丸太のうち1個で1996年5月14日に小さなつつき跡を確認した。5月15日には巢丸太に止まって穴を掘るオスのアカゲラを確認し、5月23日には巢入口が完成し、アカゲラが中から木くずを出しているのを確認した。6月10日には、かすかにヒナの声が聞こえ、ふ化を確認した。6月17日には、ヒナが巢穴から顔を出して給餌を受けていた(表紙写真)。その後、6月28日にヒナ1羽が巢立ち、6月29、30日にもそれぞれヒナ1羽ずつが巢立ち、計3羽の巢立ちを確認した。その後、巢内の確認のため巢丸太を回収し内部を調査した結果、ふ化していない卵は確認されなかった。巢穴の内部構造は、入口直径5cm、深さ23.5cm、内径10cmであった



図3 アカゲラの繁殖に成功した中空式穴開け型巣丸太の内部構造

(図3)。

考察

アカゲラにマツノマダラカミキリ幼虫を捕食させることによりマツ材線虫病の防除に役立てるためには、アカゲラの生息密度を高める必要がある(中村ら, 2009)。しかし、マツ材線虫病が発生しているマツ類の単純林ではアカゲラの生息密度が低いと考えられ、アカゲラの生息密度が低い林分では高い林分よりもマツノマダラカミキリの捕食率が低いことから(由井ら, 1993)、アカゲラの応急的な誘致、増殖が必要になる。富樫(1991)は、マツ材線虫病の防除をマツ材線虫病の初期発生林において殺虫剤予防散布を行わずに枯死木の伐倒駆除だけによって行うためには、80%以上のマツノマダラカミキリ死亡率が必要であるとしている。ここで、伐倒駆除とともにアカゲラ誘

致を組み合わせれば、成虫の発生数100~1,000頭/ha程度の初期発生林では、制御可能水準に抑えられると考えられる(由井ら, 1993)。そのため、マツ材線虫病の懸念されるマツ林にアカゲラを誘致、増殖することが重要である。アカゲラを増やすという面からは繁殖用の巣丸太の供与が第一に考えられる。これまでも入口式巣丸太の架設実験は各地で行われており、繁殖目的の利用のほかねぐらとしての利用も確認されている(舟越・小林, 1988; 藤岡・富樫, 1992; 大泉・佐藤, 1993; 斉藤・大泉, 1994)。また、他のキツキ類でも、アオゲラで巣丸太の利用が報告されている(井上, 2004)。今回の架設実験においても、アカゲラによって穴が掘られた入口式巣丸太は、その時期と状況から見て繁殖用として利用されたことは間違いないと考えられる。森林総合研究所東北支所構内には以前からアカゲラが生息し、カ

スミザクラなどの大木に穴を掘って繁殖している。巣穴を掘ることができる自然木がある状況下でも人為的に供与した丸太が利用されるということは、巣丸太がアカゲラにとって魅力的な営巣のための資材であり、また、アカゲラがそのような丸太を利用する適応性がかなりあることを示している(由井ら, 1985)。しかし、使用された入口式巣丸太は数 kg という重量があり、架設に労力が必要である。また、自然状況では、アカゲラは広葉樹への営巣選好性が高く、樹種としてはサクラ類が多かったが、人工巣丸太では、カンバ類がよく利用されており、心材部の腐朽が影響していると考えられる。キツツキ類の営巣木の特徴として辺材部が健全でかつ心材部が腐朽しているような木を選択することが多いことが報告されている(Conner *et al.* 1976)。そのため、架設の労力を少しでも軽減し、しかもキツツキ類の営巣木の特徴を再現した中空式を改良した中空式分割型巣丸太と中空式穴開け型巣丸太を考案し、今回、実験した(中村ら, 2007)。その結果、両方の巣丸太で反応がみられたが、入口式と比較して反応ありの頻度が中空式で多かった(表2)ことから、入口式よりも中空式の方がよいと考えられる。中空式のうち分割型ではつつき跡の反応が多くみられたが、それ以降の営巣行動である入口掘りがありみられず、採餌痕のように開けられる場合が多かった。また、架設後に丸太を合わせていた部分が開いてしまうということもあった。一方、中空式穴開け型では、反応なしの丸太もみられたが、反応があった場合すべて営巣行動である入口掘りにまで進み、かつ繁殖成功もみられた。また、カンバの営巣用巣丸太での反応が起こるまでの期間の比較では、入口式は中空式分割型や中空式穴開け型よりも長い期間が必要であり、アカゲラが繁殖に使用できる条件である辺材部が健全でかつ心材部が腐朽しているような木になるのに時間がかかると考えられる。これまで行われてきた入口式巣丸太の架設実験では、アカゲラが営巣用巣丸太

を繁殖に利用したのは、架設後3繁殖シーズンであったが、今回使用した巣丸太のうち、中空式穴開け型では、架設した次の繁殖シーズンに利用され、巣立ちまで確認された。アカゲラの自然状態での巣穴の構造は、入口直径5~6 cm、深さ25~35cm、内径11~12cm (Cramp, S. (ed.), 1985) や巣の入り口の直径4~6 cm ぐらい、入り口から水平にうがった後に垂直になり、産座までの深さ22.5~45cm ぐらい(清棲, 1978) などである。繁殖に成功した巣丸太では、入口直径5 cm、深さ23.5cm、内径10cm であり、巣穴としては小さかった(図3)が、これ以外の巣穴が完成した巣丸太では、入口直径5 cm、深さ34cm、内径11cm で、自然状態の巣穴の最大の大きさに近いものであった。このため、アカゲラの繁殖のためには、これまで架設してきた巣丸太の大きさで十分であると考えられる。また、巣丸太の架設高である3~4 mも、自然木での巣穴の高さの平均である6.3mより低いが実際に繁殖に利用されていることや架設時の危険性を考えると妥当であると思われる。また、架設方位については、選好性がみられなかったため、前方が開けている箇所が適していると考えられる。

以上より、アカゲラをマツ単純林へ誘致し増殖するための方法として、繁殖用巣丸太は有効であり、架設方法としては架設時に巣丸太が前傾するようにし、樹木の高さ3~4 mの位置の前方が開けた向きに架設する。巣丸太としては、直径約20cm、長さ約45cmのカンバ類が適しており、上部から円筒の空洞にした中空式の穴開け型が、入口式よりも空洞の部分だけ軽くなること、アカゲラによる営巣利用までの期間が短いことなどから誘致に適していると考えられる。

謝辞

調査の協力をいただいた東北森林管理局の青山一郎氏、元岩手県林業技術センターの舟越日出夫氏、元秋田県森林技術センターの藤岡浩氏、

加茂谷常雄氏、富樫均氏、情報と資料を提供していただいた岩手県林業技術センターの高橋健太郎氏、調査地の使用に際しお世話になった岩手大学、秋田県森林技術センター、盛岡森林管理署の関係各位ならびに岩手町の松浦浮男氏に感謝申し上げます。

引用文献

Conner, R. N., Miller, O.K. and Adkisson, C.S. (1976) Woodpecker dependence on trees infected by fungal heart rots. *The Wilson Bulletin* 88 : 575-581.

Cramp, S. (ed.) (1985) *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic, Vol.4.* OUP, Oxford.

舟越日出夫・小林光憲 (1988) 岩手県種市町におけるアカゲラによる人工巣の利用例. 日林東北支誌 40 : 221-222.

藤岡浩・横原寛・五十嵐豊・鎌田直人 (1991) キツキ類によるマツノマダラカミキリ樹皮下幼虫の捕食率について. 日林東北支誌 43 : 153-154.

藤岡浩・富樫均 (1992) キツキ類によるクロマツ林における巣材丸太の利用状況. 日林東北支誌 44 : 167-168.

五十嵐正俊 (1980) キツキ類によるマツノマダラカミキリ越冬幼虫の捕食. 91回日林論 363-364.

井上牧雄 (2004) 松くい虫の天敵アオゲラ. 鳥取県林業試験場研究情報 13.

加茂谷常雄・藤岡浩 (1981) 秋田県におけるマツノマダラカミキリ-キツキ類による越冬幼虫の捕食一. 日林東北支誌 33 : 187-189.

清棲幸保 (1978) 日本鳥類大図鑑 I. 講談社. 東京.

中村充博・鈴木祥悟 (2007) アカゲラ誘致のための人工巣丸太の架設実験. 総合政策 9(1) : 49-58.

中村充博・鈴木祥悟・由井正敏 (1991) アカゲラによるマツノマダラカミキリ樹皮下幼虫の捕食について. 日林東北支誌 43 : 159-160.

中村充博・鈴木祥悟・由井正敏 (1992) 人工林におけるアカゲラの生息密度と環境. 日林東北支誌 44 : 165-166.

Nakamura, M., Suzuki, Y. and Yui, M. (1995) Artificial wooden boxes for roosting woodpecker. *Wildl. Soc. Bull.* 23(1) : 78-79.

中村充博・鈴木祥悟・由井正敏 (2009) キツキ類の保全のための森林管理 1. マツ材線虫病対策としてのアカゲラの保全のための森林管理. 森林防疫 58 (5) : 163-172.

大泉雅春・佐藤千恵子 (1993) キツキ類によるマツノマダラカミキリの捕食 (II) - 営巣用丸太とねぐら用巣箱の利用状況一. 日林東北支誌 45 : 105-106.

齊藤正一・大泉雅春 (1994) キツキ類によるマツノマダラカミキリの捕食 (III) - 営巣用丸太と改良型ねぐら用巣箱の利用状況一. 日林東北支誌 46 : 53-54.

富樫一巳 (1991) シミュレーションによるマツ材線虫病防除技術の評価. 林業と薬剤 116 : 1-10.

由井正敏 (1980) マツノマダラカミキリを捕食する鳥類. 森林防疫 29(2) : 34-36.

由井正敏 (1983) 森林性鳥類の営巣場所. 94回日林論 521-522.

由井正敏・鈴木祥悟・中村充博 (1993) キツキ類によるマツノマダラカミキリの捕食実態と保護対策. 森林防疫 42 : 105-109.

由井正敏・鈴木祥悟・青山一郎 (1985) キツキ営巣用丸太の利用例. 日林東北支誌 37 : 202-204.



～樹木医寄稿～

園芸植物と化学の関わり

白石 眞一*

筆者が九州大学農学部に通学にあたり、果樹園芸学を専攻した。当時、戦後間もない朝鮮動乱の昭和29年であった。研究資材も薬品も乏しい中で、旧帝大のお陰で古い戦前の機材、薬品は何とか利用できた。担任の伊藤壽刀先生から、「これからの園芸研究は計りと物差しだけでなく、物理と化学の導入が必要になる。特に化学分野の知見と技術が役にたつ。欧米から導入されているクロマトグラフィをやってみる。」との指示で「カンキツ果実の味の研究」課題を与えられた。当時、関連する文献も乏しく、丸善書店福岡支店からドイツの分析書を借り受け、必要箇所を写真にとり、ルーペで判読してクロマトグラフィの知識を得ていた。ペーパークロマトグラフィで果汁遊離アミノ酸の定性分析の手法を取得して、品質の異なるミカンでは有機酸、糖類の含量の差他に遊離アミノ酸の質的、量的差異のあることを確認できた。ドイツの専門書には遊離アミノ酸の分別定量分析に「フラクションコレクター」なるものが有効であることが紹介されていたが、利用する術が無かった。

学部卒業し、試験場での研究生生活に入り、カンキツの品質改善を担当した。九州産地ミカンは早熟であるが果皮の着色が遅れる（果肉先熟型）ことから、着色促進が課題となっていた。東海地域の発案で、着色初期に石灰硫黄合剤に第一磷酸石灰を混用して樹冠に散布すると着色を促進するとの知見から、全国のミカン産地に普及した。温暖多雨地帯の九州産地は大いなる福音として取り組

んだが、果たして本当に効果が有るのか疑問を抱き、果皮カロチノイドの化学分析に取り組んだ。当時の園芸試験研究分野では「色香に迷うな」との格言があって、特に果皮カロチノイドは正確な分析手法は確立されて居らず、トマト、ニンジンの分析例が僅かにあった。手法としてはカラムクロマトグラフィでないと酸化分解し易く、難解であった。国内唯一の園芸試験研究者であり、基礎的な分野からの取り組みであった。

研究手法を有る程度確立して、前記の着色促進剤の有効性を検討したが、果皮カロチノイドの増加は認められず、僅かに混用剤から発生する二酸化硫黄（ SO_2 ）の還元作用で葉緑素が減少する傾向を認めた。しかし、この散布方式が思わぬ被害を生じた。屋内混合槽で作業中の複数の人員が発生したガス（ SO_2 ）によって下半身麻痺を生じ水槽に落ちて落命する惨事をみた。この時、既に着色促進効果に疑問を呈する報告書を発表していたので、研究者としての責任は免れた。これを機に、果実の着色は果肉成分の充実による成熟現象の結果として果皮カロチノイドの増加が図られことを明らかにした。同時に、ミカン類の果皮カロチノイド類は30余のカロチン、キサントフィル類からなるが、所謂ミカン色を構成する主カロチノイドは β -クリプトキサントキサンチン（Cryptoxanthin）であることを明らかにした。当時は温州ミカンに果肉果皮とも多く含まれ、成熟の指標になることであった。その後、最近になってこのカロチノイドの機能性が薬理的に注目を受けている。これらの研究で博士（九州大学）の学位、学会賞（園芸学会）の榮譽を受けた。

* 農学博士 樹木医 園芸植物科学研究所

SHIRAIISHI Shinithi

暖地適応のカンキツに日向夏（ニューサマーオレンジ）がある。日本固有の種（*Citrus tamurana*）で初夏の味覚としてグレープフルーツに匹敵する。九州の宮崎，福岡，四国の高知，静岡が産地として知られている。熟期は4～5月であるが，収穫直前に生理落果して，商品価値を失う。福岡は日本海型気候（冬期降雪多い）で比較的少ない。この生理落果の原因究明と落果防止対策を研究した。オレンジ類は成熟が進行すると果実の蒂部に離層が発達して落果する自然現象である。植物の葉や茎や果実が茎から離脱していく落葉や落果の現象は，葉と葉柄や果実の間に離層が形成されるため，このような離脱現象を支配する要因としてオーキシン勾配説がある。これを防止するには，離層の発達を阻止，あるいは遅らせることが必要で（離層形成の遅延作用），植物生理活性物質の活用が考えられた。比較的容易に入手できる合成オーキシンである2,4-Dを採り上げた。離層形成前期である2月と3月に2,4-Dの20ppmの溶液を樹冠に散布することで細胞組織を若返らせ，離層形成を遅らせることが可能になった。初夏の味覚を味わえることに貢献できた。

ミカン栽培では着果に表年と裏年がある。開花したものに自然に着果させると担果能力を越して着果する。商品価値の大きい果実を生産するためには着果量を制限する必要がある。適正な担果能力に沿った着果をすると表裏年の弊害は解消する。生理落果を終えた幼果を盛夏期に人力で摘果する。これを薬剤で摘果できないか研究が進められた。最初，海水から得られた“にがり”を使用した。ある程度効果があるが薬害も大きい。そこで植物ホルモ的に摘果できないかということで，ナフタレン酢酸（NAA）を採用した結果巧くいった。生理落果（2次落果）である落花後1ヶ月目を目標に200～300ppmを樹冠全体に散布することで目的を達する。その後，各種の薬剤が開発され，現在はNAAの使用は無くなった。

第二次大戦後，戦時中にわが国で発見された植

物ホルモン，ジベレリン（GA₃）が登場した。イネの“ばか苗病菌”が生産する生長促進物質の発見であった。果樹栽培でブドウの無核化栽培に適応され，種なし果実を好む消費者に支えられて大きく発展した。ブドウ品種によって反応が異なるが，内生ホルモンの多寡が関与しているものと考えられる。開花前10日，100ppmを果房に散布すると雌薬が刺激されて生長を早め，遅れる雄薬の生長とに落差を生じて，受精できないがホルモン刺激で着果する。さらに開花10日後GA 100ppmを果房に散布すると無核果実の肥大を促す。早期栽培出荷を好む国民性に支えられてジベデラ，ニューベリーなどあたかも新品種登場のごとく既存品種の再評価となった。

ライフワークであるカンキツの着色と成熟現象の研究に，ミカン生産現場から再度課題が登場した。暖地ミカンは果肉先熟現象がある，早生温州の果肉は十分に糖が蓄積し，有機酸量も可食のレベルに達しても，気温が18℃以下に下がらなければ葉緑素の減少が起きない，遅れることで，果皮の着色が進まないことがある。行政の支援もあって暖地のミカン産地には催色処理施設が設置された。10月になって着色が進み，6～8分着色になると生産者は選んで収穫する。収穫物は催色処理施設に搬入して温度管理された密室でエチレングスを一定時間10～20ppm処理して催色する。外国ではレモンの催色に従来から行っている方法を援用したものであるが，完熟に達していないミカンを催色することの意味を考えると忸怩たる思いがある。

研究生活後半は「ブドウ育種（農林省指定試験）」に変わった。温暖多雨地帯の高品質ブドウの育種が課題となった。ブドウ栽培，研究は初体験であったが敢えて取り組んだ。果実品質の評価に，果色，果色色素，糖含量，有機酸含量，遊離アミノ酸が挙げられた。果色色素はアントシアニンであり，水溶性色素である。ワイン原料であるブドウ果実は古来重要な化学的な研究対象であっ

た。ワイン原料となるブドウはその血統が大変重要で、欧州ブドウ (*Vitis vinifera*) の純粋性が求められる。欧州ブドウに対応するのが米国種で、この遺伝的な血統の識別に化学的手法が求められ、化学の発展に寄与したと言っても過言でない。ブドウにはアントシアニンのアグリコンであるアントシアニンとしてシアニン、ペオニオジン、デルフィニジン、ペチュニジン、マルビジンがあり、これらはアントシアニン B 環の置換基の差異によって生じる。これらアントシアニンは配糖体の形となって細胞内の液胞中に存在している。主要な配糖体の型として 3-モノグルコシド、3,5-ジグルコシド、さらにこれらに *p*-クマール酸の結合したものがある。配糖体は植物学的な種によって特徴があり、欧州種は 3-モノグルコシドのみを、北米国種は 3-モノグルコシド、3,5-ジグルコシドを含む。欧州ブドウは伝統的にワイン原料として重視される。原料果実から米国種で有ることを証明する 3,5-ジグルコシドは検出されてはならない。

ブドウの果色は生食用としての品質評価に重要な要素で、果色は含有アントシアニン構成によって定まる。構成アントシアニンの発現は遺伝子の支配を受ける。果皮アントシアニンの構成を明らかにするためにセルロース薄層プレートに展開する 2 次元クロマトグラフィーの導入で 20 種類の色素の同定を可能にした。期待する果色品種の育成に貢献できる親品種の遺伝性と B 環のメチル化の潜在的な能力、ヒドロキシル化に関する遺伝的能力を推定することを可能にした。

食品の有機酸含量は品質評価に最も大きい要素となる。カルボキシル基を有する有機酸は果実に多数含まれる。これの定性分析は多大の時間と労力を要した。これを簡略化するために液体クロマトグラフィー、カルボン酸分析計などの試みがあった。果実の有機酸類は 30 余のほり、総てを定性、定量することは至難のことであった。国の研究機関で 1 ブチルエステル化法による揮発性、

不揮発性有機酸の同時分析の開発が進められていたのでこれを発展させて果実の有機酸分析法を完成させ、果実の成熟生理の研究に導入した。同時に遊離酸含量の簡易測定法を進めていたが、電気伝導法による希釈液の EC を測定することで、遊離酸含量と EC 値の関係が直線回帰になることを見出し、従来の滴定法より理論的に正確な遊離酸測定法を確定し、国際誌に発表した。以後、多数の国で遊離酸の定量法について教科書が書き換えられた。東京の理科学機器メーカーによって、回帰式を組み込んだ遊離酸迅速分析器の開発に発展した。現在、カンキツ、ブドウ、リンゴにそれぞれ適応する機器 (アシライザー) として普及している。

後年、JICA の要請で南米ウルグアイに飛んだ。目的は前記のアシライザーが ODA の政府援助資材としてウルグアイ国に供与されたが、巧く作動しないとクレームを受けた。発明者として点検に行き、解決して欲しいとの要請であった。調査した結果、アシライザーではなくて国内のあるメーカーが類似の有機酸分析機を造り、高価格で販売していたものを、「日の丸」のシールを貼って供与していた。原理は国際誌に公表してあるので真似することは可能であるが、心臓部の回帰式や検算回路は真似出来なかった結果が誤作動した。

序でに、表向きの使命であった亜熱帯気候の国ウルグアイの主要な輸出品であるカンキツのポストハーベスト処理の指導を行った。収穫後のオレンジ類を輸出可能にする処理である。カンキツ果実類を輸出するには果実を薬剤で幾層にもコーティングして流通段階の果実腐敗を防止することが必要になる。欧米の果実輸出に関わる業界は、この防腐処理を行うことが常識で、無処理の果実は輸出の対象にならない。収穫した果実は選果場に搬入され、水洗処理される。熱風で速乾されると OPP (オルトフェニールフェノール 10ppm) 溶液で噴霧され熱風で速乾し、次の薬剤 SOPP (オルトフェニールフェノールナトリウム) 溶液を噴

霧して熱風で速乾される。次の薬剤 TBZ（チアベンダゾール）溶液も同様に処理され、最後にワックスでコーティングされて処理は完成する。日本国内で生産流通する果実にはこれらの防腐処理は禁止されている。従って、処理技術は知らないし、設備もない。現地指導に派遣されて初めて経験できた。日本に輸入されている外国産の果実は総て防腐処理がされているのが現状である。

園芸作物の栽培は、施設を使用して栽培されているものが多い。特に、季節外れの生産や高品質を指向する作物には施設を利用する。園芸作物の起源は主として地中海性気候帯に属するものが多い。生長期の夏季には降雨少なく冬期温暖な気候で育成された園芸品種が栽培に導入されている。夏季高温多雨であるわが国の栽培条件下では、作物の生育、果実の生長・成熟期間が病害虫の発生と重なり、被害回避に農薬を多用する結果となる。施設栽培の目的は経済的には促成となる。しかし、本来的には安全な生産物を提供するために農薬を減じ、病害虫の被害を免れることでなければならぬ。多くの病害は降雨時に胞子が付着し、一定時間湿潤であると発芽し感染する。降雨を遮断すればこれらの感染を防げる。果樹栽培での施設ブドウはこの範疇にある。「施設ブドウ育種」の国指定の研究で、施設栽培適応の高品質生産品種「翠峰」、「陽峰」、「宝満」、「博多ホワイト」を農林登録して果樹園芸生産に貢献した。露地栽培よりも減農薬栽培に適応でき安全食品を生産できる。

植物栄養学的には、植物が生長に必要な栄養分は総て無機質の形態で吸収される。有機栽培が持つ難されているが、根域の細根から吸収するのは有機質成分を細菌によって分解され、無機化されて初めて根の細胞に取り込まれる。この原理を忠実に応用して完全無機栽培に挑戦した。施設内に浅い舟型の容器に化学的に不活性な火山礫を入れ、点滴で液体肥料を供給する礫耕栽培を行った。果菜類やブドウ栽培に適応され、栄養生

長時と果実の生長、成熟時に適正な栄養バランスを採ることで、完熟果実の生産を可能にした。果実は遺伝的に品種特性としての評価は完熟することで最高の品質を発揮する。従って、栽培するにあたり、如何にして果実の完熟（Ripe）を正常な樹体生理を維持しつつ栄養的に継続して行えるかである。それには、主要栄養素である窒素、リン酸、カリ、石灰、苦土の各成分の根域環境での濃度を適正に保持できるかに懸かっている。それには根域を形成する培地が化学的に不活性なものであることが必要で、植物の生育段階で各要素組成・濃度をコントロールできることが必要である。作物栽培とはその環境条件下に於いて経済的に最高の遺伝性を発揮するように作物と自然条件に加える操作である。ついで、この原理は砂栽培にも適応し、砂漠緑化（メキシコ国バハカリフォルニア半島）で国際貢献でき、文部省 ODA プロジェクトの先駆となった。

「樹木の命と健康を護る」は樹木医の使命とされる言葉である。現況は「樹木の命」が先行され、老木の延命治療が重点となり、樹木医制度が始まった契機となった。樹木医の診療は診断と治療に分けられる。診断に作物栽培で重要視されるものに土壌分析がある。

かつて、農林省の先輩課長から園芸試験調査で現場に役立つ事業を提言して欲しいとの依頼で、果樹部門で産地果樹の葉分析と土壌分析を行う地帯分級施設を要請した。この予算が認められ、果樹産地（果樹広域生産団地）ごとに分析施設を国の補助事業で全国に設置された。対象樹種総ての園地の代表樹体から指定基準に従って葉と土壌を採取し、分析センターに集め、育成した要員により化学分析を実施してそのデータを生産現場にフィードバックさせて果実の品質向上に寄与させることを試みた。そのデータを現場の施肥作業にいかんにか活用させるかが課題となり、産地ごとの果実品質評価に生産要因ごとの寄与度を推定するプログラムの作成が必要になり、「数量化1類」

のプログラムを援用して園地ごとの要因解析を行った。そのことが生産現場の園地ごとの指導指針を提供する道を開いた。

樹木医の診断に、せめて対象樹木の根域の土壤分析を診断項目に加えたいと、機会あるごとに樹木医会、樹木医学会に提言してきた。土壤中の硝酸態窒素、可溶性リン酸、交換性塩基(カリ、石灰、苦土)、土壤水素イオン濃度、電気伝導度を必須分析項目としている。これらのデータがあれば、土壤に起因する障害は推定できる。さらに、高pH値の場合、その原因が交換性塩基かナトリウムイオンとなる。これらの課題にも対応は難事ではなく正確な情報に基づき診断することが重要である。

樹木医のいまひとつの課題は、老木・衰退樹の診療のみではなく、植栽基盤の事前適否判定が求められる。新設道路植栽帯の土壤診断、歩道並木帯の基盤改良、海浜浚渫埋め立て地の植栽の適否などがある。道路が新設されると、路側帯に植樹する。その場合、道路工事に伴う路床に再生クラッシャーランを使用する。工事完了後に設ける路側帯に入れる植栽用の土壤に再生クラッシャーランが混入する危険がある。再生クラッシャーランは強度の塩基性でpH値で11.4を示す。これが混入した土壤は植物の生育は望めない。よって栽植前にその存在を調査して塩基性を示す場合は、適切な土壤改良の余地は無く、土壤の交換が必要になる。既に形成されている並木道の環境改善工事で、歩道の部分に前記した再生クラッシャーランを使用することがある。並木の樹木にとって、再生クラッシャーランの投入はまさに毒を盛られることに他ならない。工事に使用する砂利は無垢のものであることが必然であろう。一度再生クラッシャーランを投入されると樹木の生育にとって改善は不可能になる。第3の海浜浚渫埋め立て地の土壤では、不溶性のナトリウム塩が多量にあって水素イオン濃度値も高い。これら人工土地に植物を栽植する計画に樹木医の判断が求められる。

。これらは多様な要因が含まれることが多いので、化学分析による調査のみならず物理性、生物性など多面的な検討が必要になる。

樹木医活動に関わる化学物質(薬剤)は主として農薬と肥料になる。農薬は戦後60余年になるがその間の変遷は激しい。大学教授を退官して15年経つが現役時代からの知識では殆ど役に立たない。最近の農薬事情はかつての農業試験場時代の後輩、弟子達に教えを請い取締法違反にならないよう反省している。農作物対象のように薬剤の使用対象が明らかになっているものは余り迷わず使用できるが、自然の樹木が多い里山、庭園、街路樹などの樹木には正しい使用法に迷う。病害防除に使用する殺菌剤は、胞子の感染可能な時期に降雨前に高圧の動力噴霧器で細霧状にして枝葉上に薬剤粒子を置くことで、散布後に飛来する胞子の発芽を抑止する予防に徹する。害虫防除には発生予察を利用して、初期発生期に適正な濃度に溶解した農薬で枝幹葉を洗浄するように十分な薬量を使用することを心がけている。果樹園芸で鍛えられた病害虫防除の経験は樹木医治療にも十分に役立つ。

薬剤の使用は、植物栽培管理に携わる者にとって大変魅力的である。巧く活用すると植物の健康と命を救う貴重な薬剤となり、果実生産物の品質向上に寄与し、経済効果をもたらす。園芸栽培研究と教育に永年携わってきた経験から、過剰な使用や間違った用法は薬剤への信頼を削ぐ。施設園芸での溶液栽培からのオープンシステムが地下水の汚染を起し、集団産地のクローズシステム化に向ける圧力を生じている。硝酸態窒素の過剰な吸収による葉菜類の発ガン問題、無許可農薬使用による果実の肥大化促進、その他薬剤を巡る違法な使用が安全な食品への関心を高めている。世界で最も規制の厳しい法律で担保されている安全への取り組みが、食品生産現場では徹底されている。食品にならない樹木分野では必ずしも当事者にその取り組みが進んでいるか反省してみる必要

がある。樹木医会では「Tree Doctor」誌上で毎回専門樹木医により適正使用が提示されている。野生や自然の植物を対象とする樹木医の担当分野

でも徐々に使用薬剤の適正な使用方法が固まりつつある。薬剤の性格を正確に認識して、植物生理、植物栄養の原理に叶った使用を願っている。

《 近日発売 !! 》

第3版 緑化木の病虫害 ——見分け方と防除薬剤——

定価 1300円（消費税込み，送料別）

社団法人林業薬剤協会 病虫害等防除薬剤調査普及研究会 編

- A5版ハンディータイプ，専門家から一般愛好家までのニーズに対応，使いやすさ抜群
- 緑化木の病虫害について網羅，その見分け方と防除方法，使用可能薬剤掲載
- 試験場等の専門家，樹木医，公園緑化担当者等からの要望に応え第3版刊行
- 発売予定 平成22年8月初旬

禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

平成22年6月20日 発行

編集・発行／社団法人 林業薬剤協会

〒101-0032 東京都千代田区岩本町1-6-5 神田北爪ビル2階

電話 03 (3851) 5331 FAX 03 (3851) 5332 振替番号 東京00140-5-41930

E-mail : rinyakukyo@wing.ocn.ne.jp

URL : <http://www4.ocn.ne.jp/~rinyaku/>

印刷／株式会社 スキルプリネット

定価 525 円

安心・安全な
樹幹注入式の松枯れ防止剤
グリーンガード®ファミリー
Greenguard® Family



だから
安心です！

グリーンガードファミリーは、樹幹注入剤で唯一、
原体・製品ともに「普通物」「魚毒性A類」に属していますので、
安心してご使用いただけます。



新登場

松枯れ防止・樹幹注入剤

グリーンガード®NEO

Greenguard® NEO



ファイザー株式会社

〒151-8589 東京都渋谷区代々木 3-22-7

松枯れ防止に関するホームページ

www.greenguard.jp

松を傷つけない土壌灌注タイプ

農林水産省登録
第 21971 号

松枯れ防止土壌灌注剤

三石・Ⅲ・火気厳禁
飽和ジカルボン酸ジメチルエステル

ネマバスター

ホスチアゼート…… 30%

毒性：劇物 魚毒性：A類相当

● 特 長 ●

- ★ まつを傷つけずマツノザイセンチュウを防除します。
- ★ 樹の周りに土壌灌注処理する簡便な薬剤です。
- ★ 浸透移行性に優れており、根系から樹体内に速やかに吸収移行し、マツノザイセンチュウの運動を阻害し、増殖を阻止します。
- ★ まつの樹脂量に影響を受けず処理ができます。
- ★ 庭園松等の強剪定された松に対しても使用できます。
- ★ 本剤の効果持続期間は1年まで確認されています。

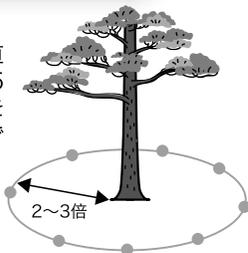


マツノザイセンチュウの写真



機械灌注処理

土壌灌注器(2 MPa, 圧力: 20kg/cm²目安)を用い胸高直径の約2~3倍離れた、深さ15~20cmの位置に所定薬量を1穴当り2ヶ所を目安に等間隔で土壌灌注する。



施用溝処理

- ① 胸高直径の約2~3倍離れた位置に深さ15~20cm、幅20cm程度の溝を掘り、所定薬量をジョウロ、柄杓などで均一に土壌灌注する。
- ② 灌注後、薬液が土壌に浸透した事を確認し溝を埋め戻す。



石原テレホン相談室

イシハラ イーナ
0120-1480-57

<http://www.iskweb.co.jp/ibj/>

【製造】

ISK 石原産業株式会社

本社：大阪市西区江戸堀1丁目3番15号

【販売】

ISK 石原バイオサイエンス株式会社

本社：東京都千代田区富士見2丁目10番30号

竹を枯らせます!

ラウンドアップ マックスロードなら
竹稈注入処理で



使い方 [注入処理方法]

処理適期：6～8月

2～3cm

地上
30～
100cm

①節から2～3cm下に開けます。
②原液 10mℓ を穴から注入します。
③穴をガムテープ等でしっかりと蓋をします。

⚠ 注意事項: 処理竹から15m以内に発生した竹の子を食用に供さないこと。また、縄囲いや立て札により、竹の子が採取されないようにすること。

処理時期	完全落葉までの期間 (モウソウチク)
夏処理 (6～8月)	3カ月
秋処理 (9～11月)	6カ月
原液をタケ1本ごとに10mℓ	

夏期がチャンスです!
(もっとも早く枯れます)

完全落葉すれば、その後処理竹の根まで枯れます。

* 竹の葉が全て落ちた状態、この時期であれば伐採可能です。

農林水産省登録：適用の範囲及び使用方法

適用場所	適用雑草名	使用時期	希釈倍数	使用量	使用方法
林地、放置竹林、畑地	竹類	夏～秋期	原液	5～10mℓ / 本	竹稈注入処理



ラウンドアップ マックスロード

THE NEXT TECHNOLOGY TO YOU



防除法について、詳しくは下記窓口までお問合せください。

ラウンドアップ
お客様相談窓口



0120-209374

携帯電話ウェブサイトからもラウンドアップ マックスロードの【作物別使用方法】をご確認いただけます。
携帯電話から <http://www.roundupjpp.com>



安全、そして人と自然の調和を口指して。

幅広い適用対象

ノコギリ、アザシカ、ヤシロシカをはじめとする
哺乳動物の食害に効果的。ノコギリ、アザシカ、ヤシロシカ、

散布が簡単

この薬剤は、ノコギリ、アザシカ、ヤシロシカなど
の食害を防ぐために、散布が簡単です。

長い効果

効果的であり、効果は持続的。散布後は、
効果が長期間にわたります。

安全性

有効成分は天然由来。殺菌剤として使用
されることもなく、環境にやさしい。



野生草食獣食害忌避剤

農林水産省登録第17911号

ユニファース水和剤

造林木を野生動物の食害から守る

販売

ODS 大同商事株式会社

本社：〒113-0033 東京都文京区湯島1-10-10 大同ビル
TEL:03-3821-1111

代理



株式会社日本グリーンアンドガーデン

〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町10番11号

松枯れ予防 樹幹注入剤

マツケンジー

有効成分：塩酸レバミソール…50.0% その他成分：水等…50.0%

農薬登録が認可されました。

1ccを8~10cm間隔で注入!

注入量が非常に少ない
画期的な注入剤です。

(例) 直径30cmのマツ100本の処理に必要な量は0.9~1.2ℓです。

■適用病害虫名および使用方法

作物名	適用害虫名	薬剤形態	使用液量	使用時期	使用方法	総使用回数
まっ (生立木)	マツノサイセンチュウ	原液	1孔当り1ml	マツノマダラ カミキリ成虫 発生前まで	樹幹部に8~10cm間 隔で注入孔をあけ、注 入器の先端を押し込み 樹幹注入する	本剤…1回 塩酸レバミソール…1回

医薬用外劇物

新登場

農林水産省登録 第22571号



専用注入器でこんなに便利!!

- 作業が簡単
- 作業現場への運搬が容易
- 松の樹脂量の影響を受けずに注入が可能

大地のめぐみ、まっすぐ人へ
SCC GROUP
住友化学アクリルグループ

株式会社日本グリーンアンドガーデン

〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町10番11号 TEL:03-3669-5888
http://www.nihongreenandgarden.co.jp FAX:03-3669-5889

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤 林野庁補助対象薬剤

農林水産省登録第20330号

マツグリーン[®]液剤

- ① マツノマダラカミキリ成虫に低薬量で長期間優れた効果。
- ② 樹木害虫にも優れた効果を発揮。
- ③ 新枝への浸透性に優れ、効果が安定。

農林水産省登録第20838号

普通物

マツグリーン[®]液剤2

- ④ 車の塗装や、墓石の変色・汚染がほとんどない。
- ⑤ 環境への影響が少ない。
- ⑥ 周辺作物に薬害の心配がほとんどない。

剪定・整枝後の傷口ゆ合促進用塗布剤

農林水産省登録第13411号

トップジンM[®] ペースト

作物名	適用病害名・使用目的
樹木類	切り口及び傷口のゆ合促進
きり	腐らん病
さくら	てんぐ巣病
ぶな(伐倒木)	クワイカビ類による木材腐朽



株式会社 ニッソーグリーン

本社 〒110-0005 東京都台東区上野3-1-2
☎03-5816-4351 <http://www.ns-green.com/>

新発売

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤

殺虫剤 モリエート[®]sc

農林水産省登録 第21267号

有効成分は普通物・A類で安全性が高い

(クロチアニジン水和剤 30.0%)

1,000倍使用で希釈性に優れ

使いやすい

(水ベースの液剤タイプ)

低薬量で優れた殺虫効果と
後食防止効果を示し、
松枯れを防止します。



製 造：住友化学株式会社

販 売：サンケイ化学株式会社 ヤシマ産業株式会社

これまででも、これからも

農林水産省登録 第11912号

クローートS (粒剤)

農林水産省登録 第12991号

クローートSL (水溶剤)



すぎ、ひのきの下刈りに。

製造



株式会社 **イスター・イソバイオテック**
〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-5 COI東日本橋ビル
TEL.03(5825)5522 FAX.03(5825)5501

販売

丸善薬品産業株式会社 アグリ事業部
〒101-0044 東京都中央区鍛冶町2丁目9番12号
TEL.03(3256)5561 FAX.03(3256)5570

緑豊かな未来のために

人や環境にやさしく、大切な松をしっかりと守ります。



マツマダラガミ等には高い効果

新発売【乳剤】

エコワン3 100~200倍希釈

フロアブル
（アブゾワット+L.L.S）

登録商標 特許第2777号

1500~3000倍希釈

エコワンフロアブル

（アブゾワット+L.L.S）

登録商標 特許第2777号



バイエルクロップサイエンス株式会社

エコワン1/サイエンス事業本部 緑化園芸部
〒100-8262 東京都千代田区丸の内1-6-5 ☎03-6266-7365

井筒化学産業株式会社

〒100-0001 東京都千代田区千代田1-1-1
TEL.03(5561)2111 FAX.03(5561)2112



Bayer Environmental Science

多目的使用(空中散布・地上散布)が出来る

スミバイン[®] 乳剤

樹幹注入剤 **グリーンガード[®]・エイト**
メガトップ[®] 液剤

伐倒木用くん蒸処理剤

キルパー40[®]

マツノマダラカミキリ誘引剤

マダラコール

頼れる松枯れ防止用散布剤

モリエート[®]SC

スギノアカネトラカミキリ誘引剤

アカネコール



サンケイ化学株式会社

〈説明書進呈〉

本社	T 291-0122	鹿児島市南郷3丁目9	T 31-0269206-6583
東京本社	T 110-0303	東京都台東区上野3丁目6-11 5F	T 31-0331845-7961
大阪営業所	T 332-0011	大阪市淀川区西成4丁目3-1 新築ビル	T 31-063305-5871
九州営業所	T 811-0025	佐賀県鳥栖市南郷町1152-3	T 31-0942121-3808

大切な日本の松を守る
ヤシマの松くい虫予防散布薬剤

○ネオニコチノイド系殺虫剤
モリエート SC (クロチアニジン誘導体)
マツグリーン液剤 (アセタミプリド誘導体)

○有機リン系殺虫剤
ヤシマスミバイン乳剤
スミバイン MC

松くい虫駆除剤

パークサイドF、オイル (油剤)
ヤシマNCS (くん蒸剤)

ハチの駆除剤

ハチノックL (巣退治用)
ハチノックS (携帯用)

作業性の向上に

あわけし (消泡剤)

自然との調和



私達は、地球的視野に立ち、
つねに進取の精神をもって、
時代に挑戦します。

皆様のご要望にお応えする、
環境との調和を図る製品や
タイムリーな情報を提供し、
全国から厚い信頼をいただいております。

野生獣類から大切な植栽木を守る

ツリーセーブ
ヤシマレント

くん蒸用生分解性シート

ミクストHG、NCS専用ガスバリアシート
ヤシマくん蒸与作シート



ヤシマ産業株式会社

本社 〒104-0045 東京都中央区豊洲1-9-5 アロア豊洲ビル2階
工場 〒308-0007 茨城県筑西市折本540番地

TEL 03-5565-3161 FAX 03-5565-3164
TEL 0296-22-5101 FAX 0296-25-5159

低薬量と高い活性で 松をガード。

普通物[※]で環境の負荷が小さい天然物(有効成分)

少量の注入で効果を発揮

効果が5年間持続

※毒物、劇物には該当しません。



60mlそのまま
自然圧で注入

60ml(ノズルなし)・180ml
加圧容器に移し替え、ガス加圧で注入。

新発売
(ノズルなし)

自然圧注入用

移し替え専用

移し替え専用

松枯れ防止樹幹注入剤

マツガード[®]

農林水産省登録：第20403号

○有効成分：ミルベメクチン…2.0% ○人畜毒性：普通物

○包装規格：60ml×10×8 180ml×20×2

60ml×10×8(ノズルなし移し替え専用)

マツガードは三井化学アグロ(株)の登録商標です。



株式会社 **エムシー緑化**

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-7-7
TEL 03-6842-8590 FAX 03-6842-8593



(商品写真は平成22年2月以前のものです)