

遺伝的多様性

日本のウルシ林は、品種改良を行うのに必要な遺伝的多様性を備えていました。

ウルシ林の遺伝的多様性を調べることは、遺伝資源量を把握し、漆生産量の多い優良なクローン選抜や今後の育種を進める上でとても重要です。しかし、全国に生育しているウルシ林の遺伝的多様性は、これまでほとんど明らかにされていませんでした。ウルシは渡来種であると考えられること、萌芽更新や分根によるクローン増殖が行われていることなどの理由で、現存するウルシ林の遺伝的多様性は著しく低い可能性も考えられました。

そこで、私たちは全国の漆の主要産地7箇所にある比較的大きな9つのウルシ林の遺伝的多様性を調べました（図7）。その結果、岩手県二戸市浄法寺町のウルシ林（以下、浄法寺集団）は高い遺伝的多様性を維持していることが明らかとなりました。青森県弘前市のウルシ林（以下、弘前集団）は、浄法寺集団とは遺伝的に異なっていましたが、やはり高い遺伝的多様性を維持していました。山形県2箇所のウルシ林のうち、真室川町のウルシ林（以下、真室川集団）は浄法寺集団と、もう一つの大江町のウルシ林は弘前集団と遺伝的に類似していました（図8）。山梨県北杜市と石川県輪島市のウルシ林は、浄法寺集団や真室川集団と類似性が高く、浄法寺町を由来とする種苗が広範囲に導入されていると考えられました。

一方で、奈良県曽爾村のウルシ林（以下、曽爾集団、図8）は多数の個体がクローンで構成されているだけでなく、一部クローンではなかった個体でも遺伝的にはクローン個体と極めて類似しており、兄弟間交配などによる近親交配が進んでいることが分かりました（図8）。

本研究の結果から、日本のウルシ林は、品種改良を行うのに必要な遺伝的多様性を備えていることが分かりました。



図7. 調査したウルシ林

(渡辺ほか (2019) 日林誌101:298-304の図を一部改変)

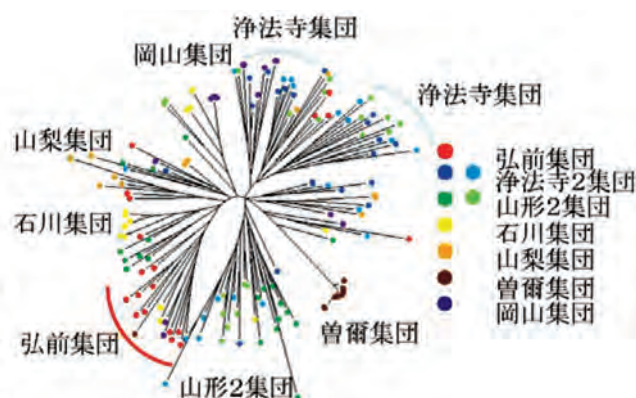


図8. 全国9ウルシ林を対象とした遺伝的な関係図

図はウルシ個体間の遺伝的な類似性を表しています。赤は弘前のウルシ林からの個体であり、1つにまとまっているが、このまとまりには岡山（紫）や石川（黄）の個体も入っており、これらの個体は弘前から岡山か、石川に種苗を移動させた可能性を示しています。

漆生産量の多いウルシの選抜

漆生産量の多い個体は、幹が太く、葉が大きい。

国宝・重要文化財の修理に欠かせない国産漆（図9A）の増産は、我が国の伝統文化の継承に不可欠です。漆増産に向けて漆生産量の多い個体を選抜することは重要ですが、どのような個体において漆生産量が多くなるのかよく分かっていませんでした。そこで、茨城県のウルシ林で遺伝的組成や漆生産量の指標となる因子を解明するため、7林分におけるウルシ546個体のDNA調査を行い、胸高直径、樹高、葉（頂小葉）のサイズ及び漆生産量の指標とした漆滲出長（ウルシの幹に付けた傷から下方向に滲出した漆液の最大の垂下長）を調査し、それらの相関を解析しました。

その結果、7林分で10種類のクローンが見つかりました。これらクローン間で漆滲出長が異なり、胸高直径が大きいクローンの漆滲出長は、最も短いものに比べて約2～9倍も長いことが分かりました（図9B）。また、葉のサイズと漆滲出長の間にも高い相関が認められました（図10）。それらのうち、葉のサイズの方が胸高直径より漆滲出長と高い相関を示していました。ウルシは当年生から着葉するため、葉のサイズは胸高直径に比べ漆生産量の早期判定指標になる可能性が高いことも分かりました。



図9. A: ウルシの幹に傷を付けて採取された漆、B: 漆生産量が多いウルシ、漆が滲出し、長く垂れています。

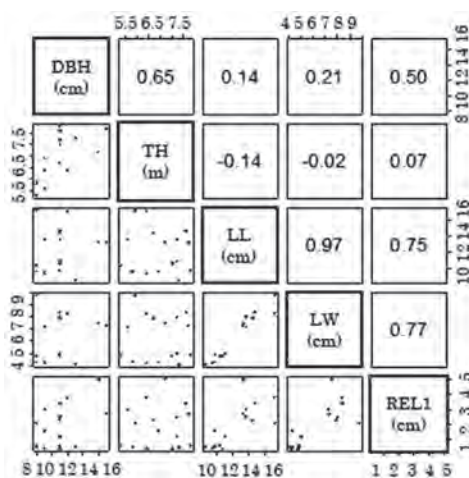


図10. 調査地における胸高直径、樹高、葉サイズ及び漆滲出長の関係。葉サイズと漆滲出長は高い相関を示しています。DBH: 胸高直径、TH: 樹高、LL: 葉長、LW: 葉幅、REL1: 漆滲出長

(田端ほか (2023) 日林104:254-261の図を一部改変)

分根苗の生産

分根苗は、漆生産量の多いウルシで作ります。

日本のウルシ林造成は、主に種子に由来する実生苗と根に由来する分根苗の植栽によって行われています。日本の漆生産量の約7割を占める岩手県では実生苗が使われている一方で、国産漆の約2割を生産する茨城県や京都府などでは分根苗が主に使用されています。

実生苗は、一度に多く生産でき、遺伝子もいろいろな組み合わせができるため、広い面積に病虫害に強い林を作るのに役立ちますが、個体間の漆生産量のバラツキが大きくなります。一方、分根苗は、実生苗に対し成長が早く、漆生産量の多い個体を効率的に増やすのに有効であるが、根の掘り取りに時間がかかり、増やせる数が限られます。また、遺伝的に同一になっていることから、一度病虫害が発生すると、瞬く間に林内に病虫害が拡大する危険性があります。

分根を採るために、漆を採取し終わったウルシ林から漆生産量の多い個体、すなわち、幹が太く、葉や漆滲出長が大きいウルシ^(P.11)を母樹(図11A)として選抜し、テープなどで目印を付けます。

春(茨城県では3月中旬前後)に目印を付けたウルシの根を掘り取ります。採取する分根の大きさは、鉛筆サイズ(太さが1 cm前後、長さ15 cm、図11B)が適当です。

採取した分根は地面に垂直方向よりやや斜めに、30 cm間隔で挿し付けます。そして、地上の切口が隠れる程度に覆土します。なお、挿し付けた分根と土壌の間に空隙ができないように、軽く土をおさえることが重要です。

挿し付けた分根からは4週間程度で、新しい芽が伸長し秋までには山に植栽可能な苗木となります(図11C)。より優良な分根苗を育成するため、育成した分根苗の中から成長がよい苗木を選び、上記の手順で再度分根苗を育成します(図11D)。

茨城県で生産された分根苗由来のウルシ植栽地において、10年前後の木で漆を採取する場合があります、岩手県で生産された実生苗^(P.13)由来のウルシ植栽地では通常15～20年生の木で漆を採取します。



図11. 分根苗の生産 (A:幹が太く、漆滲出長が大きい母樹、B:採取した分根、C:挿し付けて成長した分根苗、D:再度育成した分根苗)

実生苗生産のための発芽促進

実生苗の生産で種子の発芽促進には、濃硫酸処理と低温湿層処理の組合せが有効です。

ウルシの種子は、自然の状態では不透水性の果皮による「物理的休眠」と、発芽に低温などの刺激を必要とする「生理的休眠」の両方を行っているため、そのまま播種してもほとんど発芽しません。従来、「脱蠟処理」と呼ばれる短時間の濃硫酸処理やアルカリ処理、温湯浸漬などが行われてきましたが、十分な発芽率が得られていませんでした。

今回、実生苗の生産においてさまざまな休眠打破処理を試した結果、種子の発芽促進には、濃硫酸に90分以上浸漬して物理的休眠を打破した後に、4週間以上の低温湿層処理により生理的休眠を打破することが有効であることが分かりました（表1）。濃硫酸処理により不透水性の内果皮の細胞層の一部が溶解・消滅することで、種子のへそ（果柄につながっていた部位、図12：Bp）と、その反対側にある珠孔（発芽時に幼根が出現する部位、図12：Cm）から吸水が起きていました。

表1. 濃硫酸浸漬処理と低温湿層処理を行ったウルシ種子の発芽率

処理 ¹⁾	発芽率 (%) ²⁾
濃硫酸浸漬-低温湿層	73.2 ± 2.7 ^a
濃硫酸浸漬	0.8 ± 1.0 ^b
低温湿層	0.4 ± 0.9 ^b
無処理	0.0 ± 0.0 ^b

1) 濃硫酸浸漬処理は90分行い、低温湿層処理は4℃、暗黒下で8週間行った

2) 平均±標準偏差。異なるアルファベットは、処理間で有意な差があることを示す (Steel-Dwass検定、 $p < 0.05$)
(松尾ほか (2022) 日林誌 104:254-261 より転載)

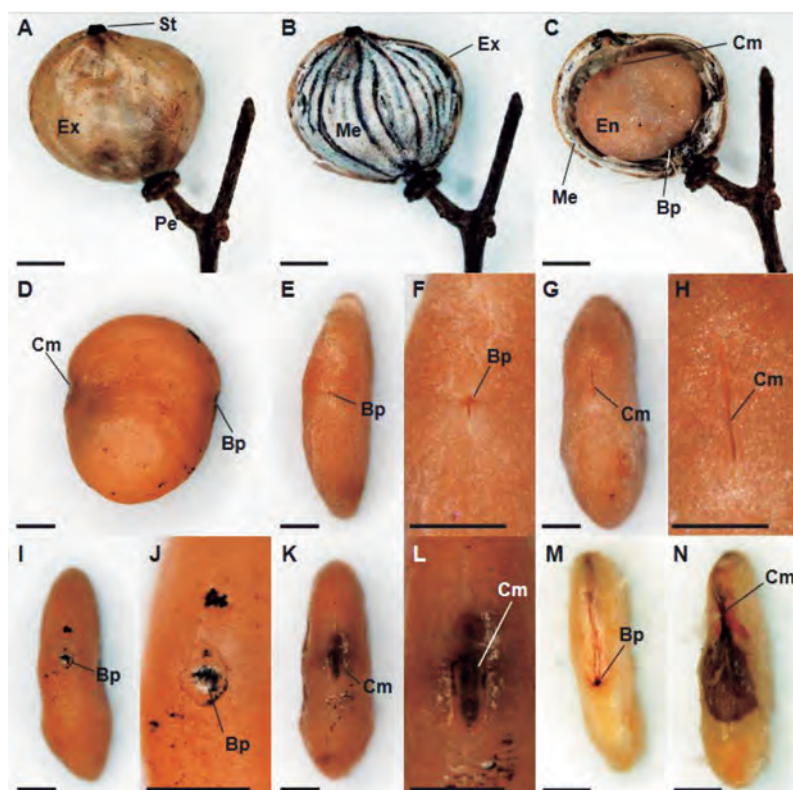


図12. 90分間の濃硫酸浸漬処理による内果皮の変化と処理後の吸水部位

- (A) ウルシの果実
- (B) 外果皮除去後の果実
- (C) 中果皮除去後の果実
- (D) 濃硫酸処理後の種子
- (E ~ H) 濃硫酸処理前の種子
- (I ~ L) 濃硫酸処理後の種子
- (M, N) 濃硫酸処理後に色素液を吸水させた種子 (BpとCmの周辺が染色されている)

Bp: へそ (果柄とつながっていた部位)、
Cm: 珠孔 (発芽時に幼根が出現する部位)、
En: 内果皮, Ex: 外果皮, Me: 中果皮、
Pe: 果柄, St: 花柱の痕跡。

スケールバーはA ~ Cが2mm、D ~ Nが1mm。

(松尾ほか (2022) 日林誌 104:254-261の図を一部改変)

コンテナ苗の生産

施肥がコンテナ苗の成長を促進することが分かりました。

近年、スギやカラマツ等で造林用としてマルチキャビティコンテナやMスターコンテナなどを用いたコンテナ苗が育成されています。一方、ウルシでは、コンテナ苗の生産について詳しい報告がありませんでした。そこで、Mスターコンテナを用いてコンテナ苗を育成し、その成長を調査しました。

コンテナ苗の育成は以下のとおりに行いました。まず、ウルシ種子を濃硫酸処理^(p.13)と低温湿層処理^(p.13)を行った後、4月中旬にセルトレイへ播種し、発芽個体を6月上旬にMスターコンテナへ移植しました(図13A)。用土にはココピートオールドと鹿沼土を2:1で混合したものを用いました。次に、用土の中にオスモコートエグザクト(緩効性固形肥料)を混入した後、7月中旬にハイポネックス(液肥)を施用した液肥施用区と、液肥を施用しない液肥無施用区を設け、落葉後の11月中旬に苗高及び根元直径を調査しました(図13B)。その結果、液肥施用区の平均苗高及び平均根元直径は液肥無施用区に比べて大きいことが分かりました。今後、継続して調査を行い、固形肥料や液肥の効果などを検証する必要があります。



図13. コンテナ苗 (A:6月上旬に移植した苗、B:施肥をして成長した苗)

組織培養技術を用いたウルシ苗木の作出

組織培養技術により、ウルシの未成熟胚からの植物体再生に初めて成功しました。

ウルシは個体によって漆生産量に大きな違いがあり、漆の安定的な供給には、漆生産量の多い母樹 (P.11) の選抜と育種によるクローン苗木の生産が重要です。ウルシ苗木の育成には、主に実生苗 (P.13) と分根苗 (P.12) による方法があります。それに対して組織培養技術を用いた植物体再生法は、同一形質をもった苗木の大量生産が可能です。しかしながら、組織培養技術によるウルシの植物体再生に成功した報告はありませんでした。そこで、ウルシの植物体再生法の確立を目標として、培養条件の詳細な検討を行いました。

茨城県常陸大宮市ではウルシの開花日は5月下旬から6月上旬であり、2016年と2017年に数年生ウルシから未成熟果実を6月後半から8月初旬まで数回採取しました (図14A)。採取した果実は中性洗剤と流水で洗浄し、70% エタノールに浸漬した後、界面活性剤を添加した3% 次亜塩素酸ナトリウム水溶液中に20分間浸漬し滅菌を行いました。滅菌後、クリーンベンチ内で果実または種子をメスで切断して未成熟胚を取り出し、シャーレに入ったWoody Plant Medium (WPM) 培地上に植えつけました。基本培地としてWPM培地を用い、スクロースを20 g/L、グルタミンを500 mg/L、カゼインを1 g/Lの割合で培地に添加しました。pHは5.8に調整し、固化剤としてゼランガムを3 g/L用いました。植物ホルモンの添加は、オーキシンとして2, 4-Dを1 μ M、 α -ナフタレン酢酸 (NAA) またはインドール-3-酢酸 (IAA) を1 μ Mまたは5 μ M添加するという5条件と、植物ホルモン無添加の1条件を合わせた6条件を設定しました。また、フェノール類を吸着し褐変防止のために用いられるポリビニルピロリドン (PVP) を1 g/L添加または無添加の条件を設定しました。培養は25℃ 暗条件下で行い、約1ヶ月ごとに未成熟胚を継代しました。誘導開始から7~9ヶ月後に植え付けた未成熟胚から不定胚の形成が認められた数を測定したところ、2016年の実験では未成熟胚900個体のうち50個体 (6%) から、2017年の実験では未成熟胚825個体のうち33個体 (4%) から直接不定胚が誘導されました。開花後4-6週に採取した未成熟胚から、最も多くの不定胚が誘導されました。さらに、PVP 1 g/LとNAA 1 μ Mを添加した条件から誘導された不定胚とPVP 1 g/LとIAA 5 μ Mを添加した条件から誘導された不定胚は、植物ホルモンを無添加とした培地で二次不定胚を多数形成しました (図14B)。形成された二次不定胚を取り外し、不定胚成熟培地に移し明条件で培養したところ、一部の二次不定胚から発芽と発根が認められ、植物体にまで成長しました。本葉が2~3枚展開した段階で植物体を土壌に移植し順化を行ったところ、25本中20本の植物体がさらに成長しました (図14C)。本研究の組織培養技術により、ウルシの未成熟胚からの植物体再生に初めて成功しました。今後、漆生産量が多い個体で組織培養を行い、クローン苗木を生産する必要があります。



図14. 組織培養によるウルシ未成熟胚からの植物体再生 (A:未成熟果実、スケールバー=4cm、B:不定胚から取り外した二次不定胚、スケールバー=2mm、C:土壌に移植後の植物体、スケールバー=2cm、写真提供:塚田健太郎氏)

植栽適地

ウルシは軟らかな表土が厚く、排水良好で乾燥しすぎない適潤な土地を好みます。

近年、国宝や重要文化財の修理のために、国産漆を増産する必要性が高まっています。それに加えて、遊休農地を有効活用するための選択枝としてウルシの植栽が増えています。しかし、ウルシを植えてみたものの、枝先が枯れる「梢端枯れ（しょうたんがれ、図15A）」が起きたり、木が枯死する事例が発生したりして、必ずしも生育が順調でない林もみられます。

良質で多量の漆を採取するためには植栽したウルシが健全に生育することが不可欠です。そのためには、ウルシの生育に適した場所（植栽適地）を選んでウルシ苗を植えることがとても重要です。これまでの研究などによって植栽適地の土壌条件として、以下のことが分かっていました。

- （１）土壌中に滞水（水が停滞）せず、排水や通気が良好である
- （２）土壌は適度な保水性を有し、乾燥し過ぎない
- （３）軟らかな表土が厚い

私たちの調査においてウルシの生育が良好な場所では、軟らかな土層が厚く、通気性や排水性に関わる土の孔隙が多く、保肥力（養分を保持する能力）が高い土壌であり、土層の深くまで根が伸びていました（図15B）。一方で、ウルシの生育が不良な場所では、地下水位が高く、極めて過湿な土層や、非常に強く締まった土層がごく浅い深さにみられ、根が支障なく伸びることができる土層（有効土層）が薄いことが明らかとなりました。このような土壌は、水田からウルシ林への転換地や斜面上部から水が集中して滞水しやすい斜面下部の平坦な場所でみられる（図15C）ことが多いため、過去の土地利用履歴や周囲の地形などに留意しながら植栽適地を選び、ウルシ林の造成を行うことが肝要です。

その他、新しい植栽地を決める際に重要な点は、日当たりのよい場所^(P.6)を選ぶことです。植栽予定地周辺に他樹種の木が植栽されている場合は、できるだけその木を伐採し、植栽するウルシ苗に十分に陽が当たるよう、注意を払う必要があります。

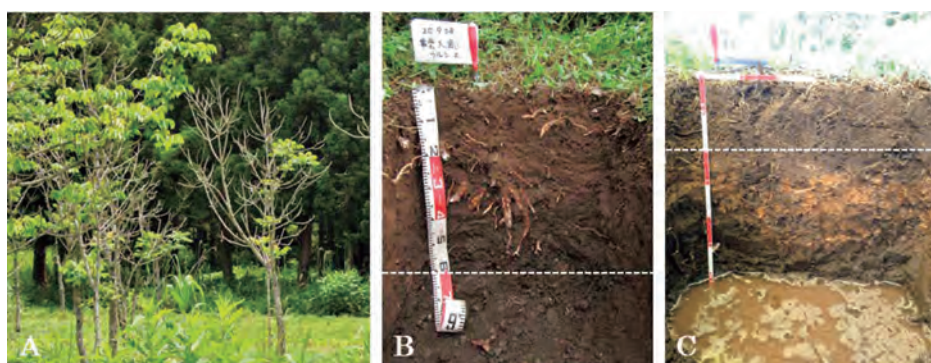


図15. 植栽適地（A:梢端枯れがみられたウルシ、B:生育良好地、有効土層（点線）が厚く、土壌の深部までウルシの根が伸びている様子が確認できます、C:生育不良地、強く締まり、排水不良な土層がごく浅い深さにみられ、有効土層（点線）が薄いことが確認できます）

植栽時期、施肥、植栽本数及び植栽方法

ウルシの植栽本数は、1 ha当たり800～1,200本が合理的です。

一般的に植栽時期は、東日本で芽が出る前の3月中旬～下旬です。まれに秋に植栽することもあります。その時期は11月上旬～下旬で植え付けるようにします。

施肥は、植栽する場所が以前に耕作されていたかどうかにより異なります。耕作されていなかった場合には植栽前に完熟たい肥と苦土石灰をまいて耕作し、苗を植え付けた後の6～7月にウルシ苗1本あたり化成肥料と油かすをそれぞれ50 gずつ苗の周辺に追肥します。一方、耕作されていた場合には完熟たい肥と苦土石灰は施用せず、化成肥料と油かすだけをまきます。ウルシを植栽して2～3年まで、化成肥料と油かすを連用します。なお、植栽後に苗木の成長を促す目的で地表に未熟たい肥を散布した際に苗木が枯れる事例が報告されたので、未熟たい肥の施用には留意することが重要です。

ウルシは陽樹のため、植栽地において植栽木が成長するにつれて光の取り合い競争が行われます。そのため、植栽木間の成長を阻害しないように適正な本数密度で管理することがウルシ林の造成では大事です。平均胸高直径と適正な本数密度の関係は図16のようになると考えられます。この図の曲線より左下側領域（灰色斜線領域）の平均胸高直径と適正な本数密度の関係でウルシ林を管理することが重要です。一方、我々が青森・岩手・新潟・茨城県4県のウルシ植栽地において調査を行った結果、成長が良好な林分において胸高直径10cm時の立木本数が1,022～1,267本/haになっていることが明らかになりました。図16と調査の結果から、ウルシを植栽する場合800～1,200本/haが合理的と考えられます。今後、さらに本数密度や漆生産量などを調査し、適正な本数密度と漆生産量の関係を明らかにする必要があります。

植栽本数を1 ha当たり800～1,200本にする場合、ウルシ苗を植え付ける間隔は2.9～3.6 mとします。苗の植え付けは約30 cmの深さに土を掘り、まっすぐに苗を置きます。その後、土をかぶせ、土を軽く足で踏みながら一周し、その上に軽く土をかぶせます。

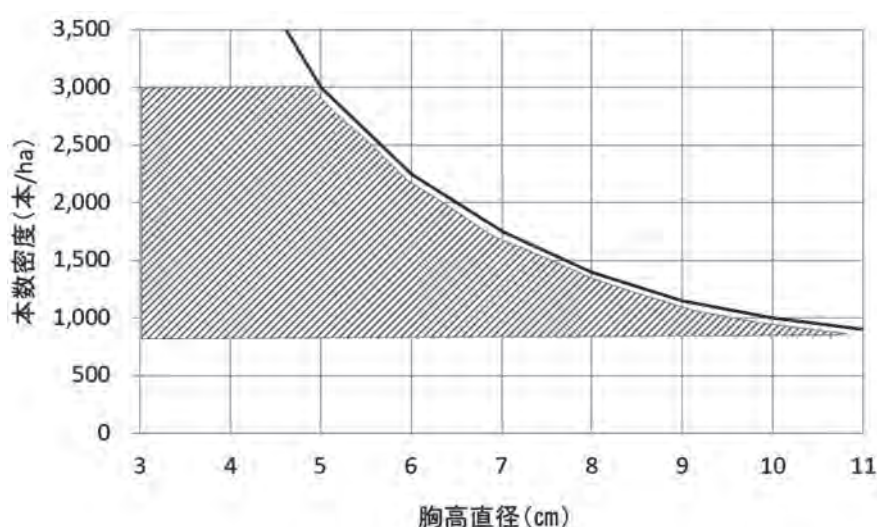


図16. 胸高直径と本数密度の関係

保育管理（下刈り、つる切り、ササ類の除去）

ウルシ林の造成には下刈りやつる切りなどの保育作業が重要です。

下刈り作業（図17A）は、植栽木が周囲の雑草類から被圧されなくなるまで、4～5年間必要です。実施回数は植栽地の状況により年3回程度の下刈りや根元の坪刈りなどを行います。また、植栽本数を1,000本/haとした場合、雑草類の被圧域から脱した後も樹冠が閉鎖するまで9年間位はかかることから、6年目以降もつる被害や穿孔性害虫を回避するため、根元周辺の刈り払いを毎年1～2回実施することが重要です。

つる植物（ミツバアケビ、クズ、フジ、イワガラミなど、図17B, C）は、通常下刈り作業を実施している場合は繁茂することはほとんどありませんが、下刈り作業を4～5年間で取りやめた時には、その後1年に1度程度ウルシ林を見回り、つる植物を除去する必要があります。つる植物の被害は、陽光遮断が原因の光合成阻害による成長阻害や、幹への巻き付きによる雪折れの原因となります。つる被害の対策として、つる植物が大きくなる前に根ごとに引き抜くことが重要です。

ササ類（図17D）がウルシ林に生育している場合、ウルシの生存率を低下させることから、ササ類が密生している場所には植栽しないか、除去作業後に植栽することが重要です。

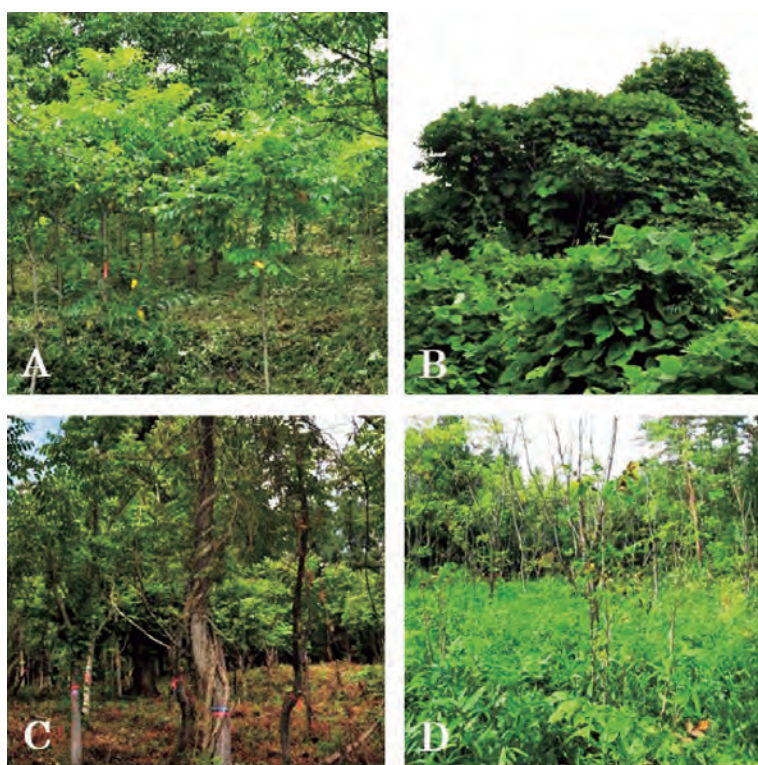


図17. 保育管理（A:下刈りをしたウルシ若齢林、B:つる植物のクズに覆われたウルシは成長の阻害がみられます、C:つる植物のイワガラミがウルシの幹に巻き付き、漆滲出を阻害します、D:ササ類の繁茂によって、ウルシの生存率を低下させます）

萌芽更新

伐採したウルシ林は、萌芽更新によって効率的に再生させることができます。

ウルシは、広葉樹の中でも旺盛な幹萌芽（みきぼうが）と根萌芽（こんぼうが、写真1）を発生させる樹種です。幹が伐採されると、伐り株の中や地中の比較的浅いところで水平に伸びた根の中に元々潜伏していた芽が刺激を受けて、伐り株や根から萌芽枝（ぼうがし）が発生します。そのため、漆掻きが終わったウルシを伐採した後、発生させた萌芽枝を育成すれば、ウルシ林を再生できます。

萌芽枝は、10,000本/ha以上林地に満遍なく発生し、初年度に50 cm以上伸び、成長の早いところでは10年で樹高が6 mに、また胸高直径は9 cmに達する（図18, 19, 写真2）ことから、ウルシ苗を植栽した場合に比べて3～5年は早く漆掻きが可能なウルシ林を育成できます。萌芽枝をうまく育てるポイントは、①地拵え時は萌芽枝の発生が見込まれる場所に伐採した幹や枝葉を積み残さないこと、②ウルシは下草に被圧されやすいことから、数年は下刈りを続け、特に初年度は萌芽発生直前（5月下旬～6月上旬）に全面刈り払って発生を促すこと、③ウルシをより早く育成するために密度調整を行い、なるべく根元の太いしっかりした萌芽枝を残すようにすることです。萌芽初期に3,000本/haに調整し、その後、胴枯病（P.24）などを考慮し状況を見ながら1,600本/haに仕立てます。



写真1. 萌芽発生2年後（3,000本/ha）



写真2. 萌芽発生10年後（1,600本/ha）

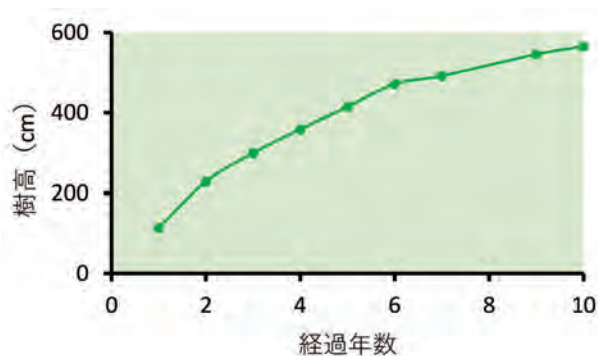


図18. 条件のよい場所での萌芽枝の樹高の成長

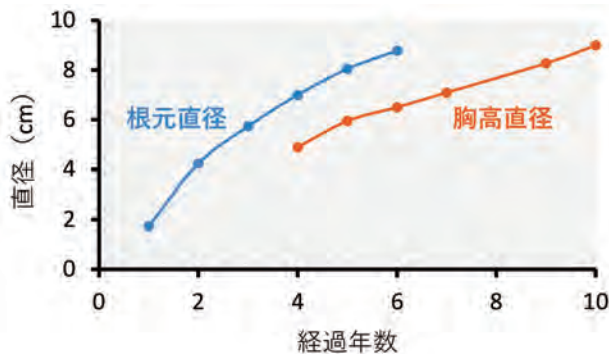


図19. 条件のよい場所での萌芽枝の根元・胸高直径の成長

高効率なウルシ林の造成に向けて

高効率なウルシ林の造成には品種改良と優良なクローンの利用をバランスよく行うことが重要です。

漆生産量の多い優良なクローンの利用は産業上非常に重要です。違う個体でも同じクローンであれば基本的に採取できる漆生産量や漆の品質は同じです。クローンを活用する利点は予測される品質の漆を安定して収穫できることであり、あまり品質のよくない漆が採取される個体や漆生産量が少ない個体のクローンによる将来的な利用は避ける必要があります。

漆生産量を増やすことや品質を向上させるためには品種改良が必要となります。品種改良は場合によっては数十年の時間が必要になる場合がありますが、きちんとした目標を立てることで確実に量や質を向上させることができます。漆生産量を増加させる品種改良は「漆生産量の多いウルシ (P.11)」の項目で述べられている葉のサイズが大きな個体から種子を採取し、実生苗によるウルシ林を造成することが最初に行うこととなります。一定期間育成後、葉のサイズを比較して小さい個体から種子を採取することを避け、葉の大きな個体から採取した種子から苗木を作ります。これを繰り返すことで林分全体の漆生産量は次第に増加します。兄弟姉妹で性質が異なるように、葉のサイズが大きな個体から種子を採取しても個体の漆生産量が親個体より増えない個体もあります。ただ、平均すると漆生産量は上がると予想されます。この方法で最も難しいことは記憶の維持です。この方法は確実に収穫量増加に貢献しますが、時間は必要となります。場合によっては、10年前の記憶に頼らざるを得ないこととなります。残念ながらそれは難しいため、記憶ではなく、記録に頼ることとなります。ラベルを貼付することも有効です。ただし、時間と共にラベルは色褪せ、記録は紛失することがあるかもしれないので、個人で行うのではなく、漆生産に携わる方々が協力して組織的に対応することが最も重要となります。品種改良と優良なクローンの利用をバランスよく行うことが重要です (図20)。

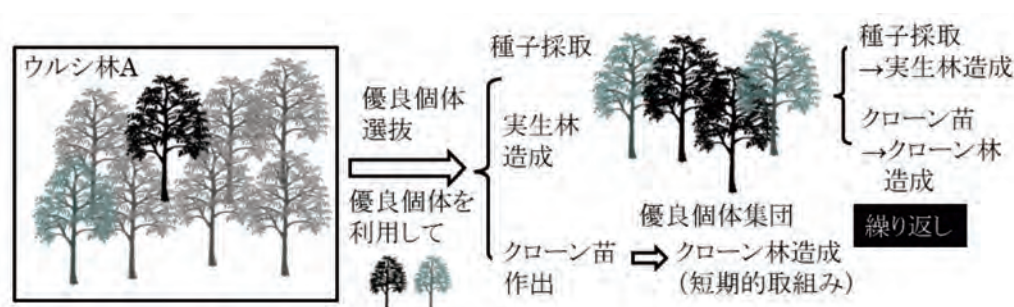


図20. 高効率なウルシ林の造成に向けた作業図

ウルシ実生林から漆生産量が多いと推定される幹が太く、葉の大きな個体を優良個体候補として選抜し、種子を採取します。得られた種子を利用してウルシ苗を作出し、新たなウルシ林を造成すれば、元のウルシ林よりも漆生産量が多くなると期待されます。一方、分根を利用してクローン苗を作出し、クローン苗を利用してウルシ林を造林すれば、短期的に漆生産量を向上できます。これらはバランスよく計画的に造成すべきです。

ウルシ林経営の収益性

ウルシ林経営の収益性向上には、下刈りの省力化が重要です。

近年、国宝や重要文化財の修理のために、国産漆を増産する必要性が高まっています。それに対し、ウルシ生産者は今後、ウルシの収益性についてどのように対応すべきか検討する必要がありますが、これまでほとんど検討されていませんでした。そこで、ウルシ植栽の可否に影響するウルシ生産者の収益性について検討しました。

まず、植栽して15年で漆掻きをするための支出については、1 haに1,200本を植栽し、下刈りとつる切り（以下、下刈り）に要する日数を7日として、1～7年までの下刈りを年間1回と3回の実施、8～15年まで2年に1回と1年に1回で実施しました。さらに、ウルシ生産者がその下刈りを自ら行う自家労働として計算しました。

次に、15年で漆掻きをした収入は、15年後の漆採取時に植栽本数の2割が減少したと想定し、ウルシ1本の販売収入単価を2千円として計算しました。

その結果、下刈りが1～7年まで年間1回、8～15年まで2年に1回で、下刈り回数が少ない場合、収益は約118万円でした（表2）。一方、下刈りが1～7年まで年間3回、8～15年まで1年に1回で下刈り回数が多い場合、収益は約18万円でした（表2）。このことから、下刈り回数の多寡が収益に影響するため、ウルシ生産者が費用軽減に取り組む場合、下刈りの省力化が重要であると考えられます。

ただし、上記の試算には下刈り補助を受ける場合や、下刈りの作業員を雇用（以下、雇用労働）して行う場合は除いていますので、今後、下刈り補助や雇用労働の有無を含め、収益性を検討する必要があります。

表2. ウルシ林経営の収益

	時期	作業	作業回数が少ない場合		作業回数が多い場合		備考
			回数	費用（円）	回数	費用（円）	
費用	1年目	苗木	1	114,000	1	114,000	1,200本、190円
		植栽	1	55,587	1	55,587	1回あたり7人・日
		下刈り	1	62,587	3	187,761	1回あたり7人・日
	2～7年目	下刈り	6	375,522	18	1,126,566	1回あたり7人・日
	8～15年目	下刈り	4	127,056	8	254,112	1回あたり4人・日
合計				734,752		1,738,026	
収入	15年目	立木代		1,920,000		1,920,000	
差額（収益）				1,185,248		181,974	

林（2019）日林誌101：328-336の図を一部改変

病害（疫病）

樹木疫病菌がウルシ林の衰退に大きく関わっていました。

近年、日本各地に植栽されているウルシ林の多くの場所で、枝枯れ、葉の萎凋、枯死などの衰退が見られるようになってきました（図21A, B）。これまでの調査から、こうした衰退が発生している多くの場所で、ウルシ林の土壌から樹木疫病菌の一種、ファイトフトラ・シンナモミ（*Phytophthora cinnamomic*）が検出されることが分かりました（図21C）。本種は世界的に有名な樹木病害であり、約5,000種以上の植物に寄生し枯死被害を引き起こす種類です。通常このグループの病原菌は、鞭毛を持つ遊走子という胞子を形成するための遊走子のうと呼ばれる器官を形成します（図21D）。この種は、ファイトフトラ（*Phytophthora*）属の中でも特に厚膜胞子を豊富に形成し（図21E）、土壌伝染することが知られています。また、異なる交配型の株同士を掛け合わせることで、有性胞子として知られる卵胞子を形成する器官（造卵器、図21F）を形成します。さらに、本種は乾燥しなければ、土壌中で5～10年以上生存できるといわれています。このように厄介な樹木疫病菌が多くのウルシ林の土壌から検出されました。

今回検出したファイトフトラ・シンナモミを小麦種子で培養した後、土壌に混和して汚染土壌を作成し、ウルシ苗を育成しているポットに汚染土壌を移植する方法で接種試験を行いました。その結果、接種した全ての個体が3か月以内に衰退、枯死に至りました（図21G）。

本病害の防除には薬剤が有効とされていますが、ウルシでは有効な農薬が登録されていません。従って現時点では対処療法として、疫病の防除で一般的に行われているように、1）畝を作り、水はけをよくする、2）汚染地にウルシを植栽しない等の対策しかとれないのが現状です。現在、有効な農薬登録に向けた取り組みを進めるとともに様々な防除手法を検討しています。

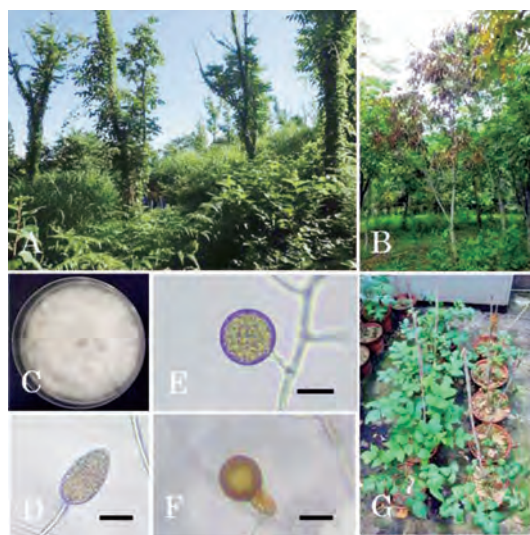


図21. 疫病（A. 衰退したウルシ林、B. 疫病菌による枯死木、C. 疫病菌の菌叢、D. 遊走子のう、E. 厚膜胞子、F. 造卵器、G. 接種による病徴の再現、右列のみ疫病菌を土壌混和、スケールバー＝20μm）

病害（白紋羽病）

ウルシは土壌伝染性の白紋羽病菌に感染すると、枯死することがあります。

白紋羽病の病原菌ロセリニア・ネカトリスク (*Rosellinia necatrix*) は、温帯を中心に国内外に広く分布し、子囊菌門 (Ascomycota) フンタマカビ綱 (Sordariomycetes) クロサイワイタケ目 (Xylariales) に属します。白紋羽病菌はキク、スイセン、リンゴ、ナシなど様々な草本・木本植物に対して病原性を示す多犯性の菌です。本病のウルシ科の宿主について、マンゴー、ハゼノキ、ヤマウルシ、ウルシにロセリニア・ネカトリスクが白紋羽病を引き起こすとする報告があります。

白紋羽病菌は、子座、子のう孢子、分生子柄束及び分生子を形成します。子座はやや突出した球形～亜球形、子のう孢子は黒褐色、やや湾曲した長紡錘形、分生子柄束は黒色の菌糸層上に散生し、その上部に膝折状で孢子分離痕が顕著な分生子形成細胞を形成しています。分生子はシンポジオ型に形成され、無色、楕円形です。培養菌糸は無色、隔壁近傍に洋梨上の膨らみがみられます。

白紋羽病菌は、菌糸によって宿主の根表面に侵入した後 (図22A)、形成層に到達すると扇状を呈した菌糸束 (扇状菌糸束、図22B) を伸展させ、根を腐敗させます。その後、根が侵された罹病木は6月中旬～8月上旬に葉が黄化 (図22C) 萎凋し、枯死します (図22D)。本菌は根系接触によって隣接木に拡がり、集団枯死を起こすことがあります。

罹病根は丁寧に除去し、処分することが肝要です。また、ウルシ林に混在する植物が白紋羽病菌の潜在的な感染源になり、本病の蔓延を助長していることがあるので、白紋羽病が拡がっているウルシ林では、草本・木本植物の適切な除去も必要です。発病跡地に再びウルシを植える場合には、罹病根、罹病植物の残渣及び深さ30 cm程度土を除去し、透明ビニールマルチで植栽地を覆い土壌消毒を行った後、未汚染土を植栽地に入れ、苗植栽後に植栽木に防除薬剤フロンサイドSCを散布します。



図22. 白紋羽病 (A:罹病木地際部の樹皮上にみられた白色の菌糸、B:罹病木樹皮内に形成された扇状菌糸束、C:罹病木の葉の黄化、D:罹病木の萎凋枯死)

病害（胴枯病）

萌芽木や若齢木のシュート及び枝を枯死する病気に胴枯病があります。

枝や幹に発生する病気を胴・枝枯性病害といい、農作物にみられない樹木特有の病気です。胴・枝枯性病害の多くは子囊菌門（Ascomycota）フンタマカビ綱（Sordariomycetes）ディアポルテ目（Diaporthales）に属する菌類によって起こります。胴・枝枯性病害には、病幹部が永年性癌腫（えいねんせいがんしゅ）となって進展する場合と、病斑が進展して枝や幹を巻き枯らす場合があります。私たちは岩手県や北海道などのウルシ萌芽木や若齢木のシュートや枝を枯死する胴枯性病害（[図23A](#)）の病原菌や病原性を明らかにし、ディアポルテ・トキシコデンドリイ（*Diaporthe toxico-dendri*）によるウルシ胴枯病（どうがれびょう）と命名しました。

胴枯病菌の分生子殻は、展葉する5月上旬～6月上旬に萌芽木の幹樹皮上で形成され（[図23B](#)）、淡黄色の分生子塊が5月中旬～6月中旬に萌芽木の幹樹皮上でみられます。分生子殻が形成された萌芽木では5月中旬～6月下旬に枯死、再萌芽、癌腫、再萌芽・癌腫のいずれかの症状が確認されます。病原菌は分生子殻の形態を有し、その分生子殻は類球形、レンズ形から扁円形、200 μ m以下の頸部を有しています。分生子形成細胞は、無色から淡褐色、円筒形で、分生子は無色、単細胞、平滑、橢円形～長橢円形、8.5-13 $\times$ 2.5-4 μ m（[図23C](#)）です。

ウルシ胴枯病菌の生態などが十分に解明されていないので、薬剤などによる防除は難しいと考えられます。しかしながら、萌芽林での密度管理に関連し、本数密度あたりの漆生産量を増やすためには、胴枯病の発生時期に癌腫の症状がみられた罹病木を除去し、萌芽木の密度調整を行う（[P.19](#)）ことが望ましいと考えられます。

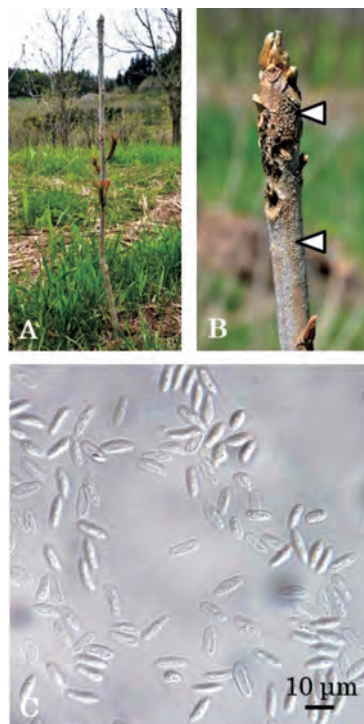


図23. 胴枯病（A:萌芽枝の梢端部が枯死したウルシ、B:枯死した萌芽枝梢端部でみられた胴枯病菌の分生子殻（矢頭）、C:分生子）

病害（うどんこ病）

実生苗の生産を阻害する病気にうどんこ病があります。

近年、国産漆の需要の高まりとともに、ウルシ林の育成や管理が喫緊の課題となっていますが、それらの阻害要因として様々な病害がウルシ林で報告されています。これまでにウルシの重要病害として、疫病、白紋羽病、胴枯病が報告されていますが、最近、二戸市のウルシ林などにおいて葉や果実にうどんこ病の発生が確認されました（図24A, B）。本病は主要なウルシ林で発生しており、激害地では果実の全てがウドンコ病菌の菌糸で覆われていました。こうした症状は岩手県以外のウルシ林でも確認されており、実生苗^(P.13)生産の潜在的脅威と成りえる可能性があります。

ウルシの葉に寄生するウドンコ病菌については、既に報告があるものの、果実上のウドンコ病菌については報告されておらず、その病原菌や被害実態は不明でした。そこで、形態観察及びrDNAのITS領域と28S領域の塩基配列による分子同定を行った結果、果実上のウドンコ病菌は、エリシフェ・ベルニシフェラエ（*Erysiphe verniciferae*, 図24C）であることが分かりました。本菌はウルシの葉に寄生することが知られていましたが、実態調査の結果、果実にも感染することが明らかになりました。また、うどんこ病罹病果実の種子形成率を調査した結果、健全果実と比較して罹病果実では種子が壊死（図24D）、またはシイナ（中身がカラの種）である割合が高いことが明らかになりました。これは健全な種子の生産がうどんこ病の感染果実で阻害されることを示唆しており、本病が実生苗の生産にとって、重要な病原菌と成りえると推察されました。

現在、ウルシ植栽地において実生苗の不足が問題になっていることから、実生苗生産のため、本病原菌の伝播様式や防除法を明らかにすることが必要です。

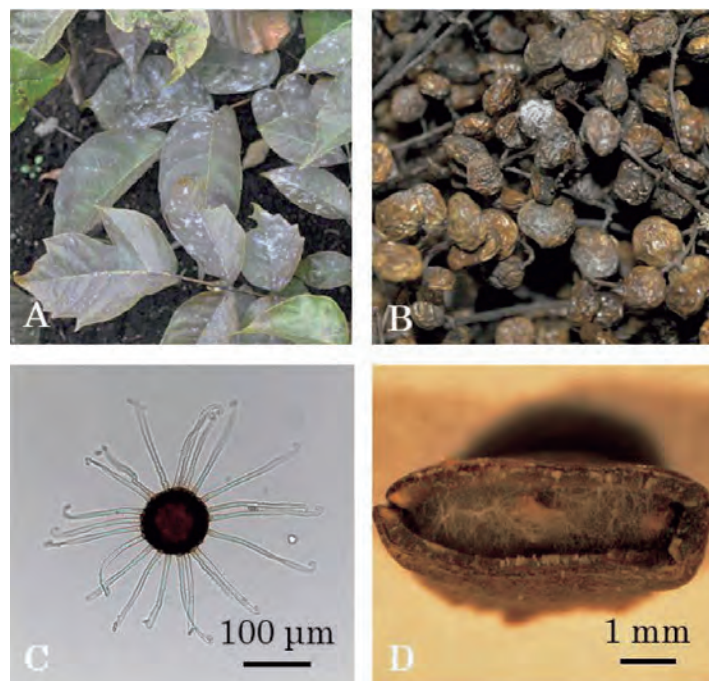


図24. うどんこ病(A:罹病した葉、B:罹病した成熟果実、C:ウドンコ病菌の子嚢殻、D:壊死した種子)

虫害（ハゼアブラムシ、キジラミ類、クスサン）

虫害を起こす昆虫に、シュートを吸汁して葉の変色や枯死を起こすハゼアブラムシ、キジラミ類と、葉を食べてウルシの成長を阻害するクスサンがあります。

ウルシ苗を育て、ウルシ林を造成していく中でハゼアブラムシ（図25A, B）やキジラミ類（図25C, D）による被害があります。ハゼアブラムシは、6月にウルシ苗や若齢木のシュートを吸汁し、葉の変色や枯死を起こす被害がみられ、ウルシの他に、ハゼノキ、ヌルデ、トベラなどのシュートに多発することが知られています。一方、ウルシの葉の変色や枯死を起こすキジラミ類は、種が不明なので種の同定が必要です。これら害虫の防除は、低密度時に殺虫剤のスミチオンを複数回散布するのが効果的です。

ウルシ林を造成していく際に問題になる虫害には、葉を食べてウルシの成長を阻害するクスサン（図25E, F）があります。クスサンは、クリの他に、クスノキ、クヌギ、イチョウなど各種落葉樹を食害する害虫です。本種は、低密度の幼虫期に殺虫剤のスミチオンを複数回散布して防除します。

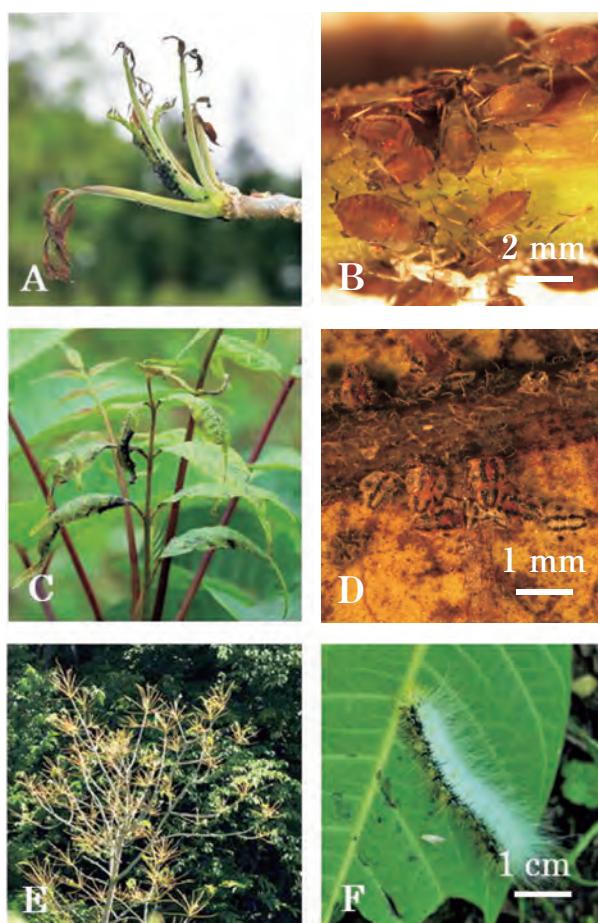


図25. 虫害（A:ハゼアブラムシによるシュートの吸汁被害、B:ハゼアブラムシの成虫、C:キジラミ類による葉の褐変枯死、D:キジラミ類の幼虫、E:クスサンによる葉の食害、F:クスサンの終齢幼虫）

獣害（ニホンジカとニホンザル）

ニホンジカやニホンザルにより、ウルシは新芽、枝葉、樹皮が被食される被害を受けます。

ニホンジカによるウルシの被害は、幼齢木における新芽、枝葉の食害（図26A）と、壮齢木における剥皮害があります（図26B）。枝葉等が食害を受けると樹勢が衰え、また剥皮害を受けると材の変色や腐朽が発生し、さらに繰り返し被害を受けると枯死する場合があります。ニホンジカによる被害が見られる地域では、植栽地をネット柵で囲ったり（図26C）、単木的に金網等で保護したり等、物理的な防護によって被害を防いでいます。ただし、金網等を巻くことによるウルシの被害防除については、効果の検証や費用対効果を検討する必要があります。

ニホンザルによるウルシの被害は新芽の食害が主ですが、若い木に登って倒し、枝を折る行動（図26D）も見られます。サルの群れが生息している地域では、群れの行動を把握している自治体に相談して加害する群れを特定し、頻繁な追い払いや加害行動を率いているサル個体の駆除などの対策が必要となります。

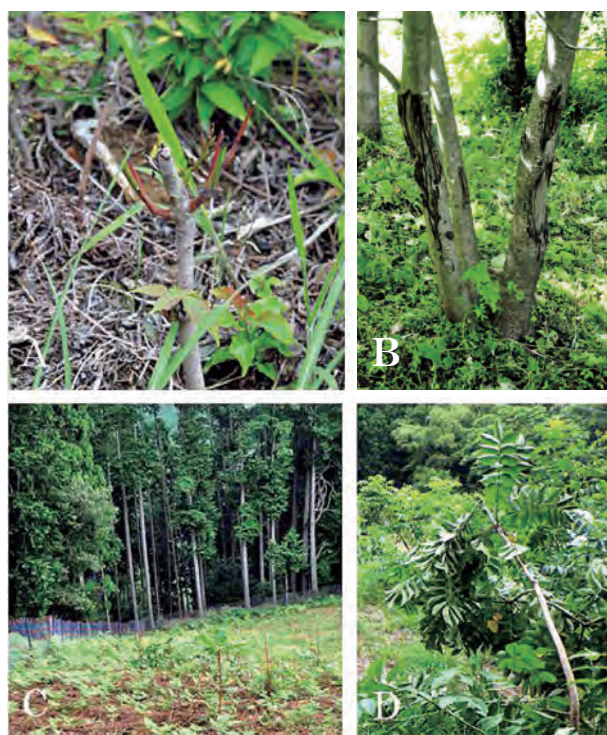


図26. 獣害（A. ニホンジカによる幼齢木の食害、B. ニホンジカによる壮齢木の剥被害、C. 柵による防護、D. ニホンザルによる被害、写真提供：静岡市塚本大海氏）