

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 240 6. 2022

一般社団法人 林業薬剤協会



目 次

樹木中心の 植物分類雑記 IV	小山 鐵夫	1
木について知っておきたいこと	岡野 健	16
北海道における森林獣害と農薬	明石 信廣	25
外来種の話 ⑦ その他の哺乳類	福山 研二	31

● 表紙の写真 ●

エゾシカに食害されたハルニレ

ハルニレはエゾシカの嗜好性が高い樹種で、よく食害される。このハルニレは5月に植栽された後、前年に伸びた枝が食害を受けた。しかし、耐性も高く、新たに当年枝を伸長させ、葉を展開している。

北海道標津町で2011年6月に撮影

—明石 信廣氏撮影—

樹木中心の 植物分類雑記 IV

— 小山 鐵夫*

花の構成要素の簡解

一般の方々のイメージの「花」は、美しい花卉が目を惹く物であって、多くの形、万別の色、種類が多く、年に一回しか花が咲かない等の特徴が幸いして、美術の対象、日常の諸事には欠かせ無い存在であるが、これらの「花々」は実は育種開発された花の一部、経済に密接な関係のある種類のみで、植物の側から言うと、その最も大事な機能は、雌蕊の卵子に花粉をもたらして種子を作る事であるので、雄蕊と雌蕊だけ有れば、目的は達する。原始的な花からその状態に達した美しい花とか蜜を分泌するなどの機能が二次的に発達して、通常の一般的なセンスの花になったと解釈している。

最初に出現した花は、雄蕊、雌蕊しかない花で、「原始花」と呼びたい。(図2) 原始花に徐々にその花蕾ステージを保護していた「苞」や「花被」が加わり、一般の花になった。その中には花は地味で、花粉を風で媒介させる裸子植物の大半、カバノキ科、イネ科、の如き「風媒花」が特に樹木に多く生じ、花粉が風で飛び易い。他方、多色大型の花弁や蜜で花粉の媒介に寄与する「虫媒花」「鳥媒花」や、ハランとかショウガ科の一部の様に根茎から開花し、アリや地上を這う虫とか、特に夜間小鳥に頼ったり(「鳥媒花」)、最近 Cannonball Tree は夜間、ネズミが花粉媒介をする事が判明した。植物の communities の中でも、雌雄異株、異花という形態変化等をして他花受粉の達成に種々の構造も示す。以下では受粉植物学

には触れないので、ここで簡単に触れた。

植物全体に渡って花の形態を細かく観て行くと、「祖型花 (beginning types)」から「climax types」を経て、祖型花に近い形態に復帰する過程が非常に興味深い。この連載では専門家以外の方々が草本分類の研究者によるかかる観察が広い意味で植物形態分類研究の啓蒙に何か貢献する事を願っている。

此の点については多くの書物(教科書等にも)に同じ様な記事が載っているが、術語の解説は有っても実例を挙げていない場合が殆んどなので、樹木の種の例を挙げながら簡単に書く。詳細な意味、記述は、大井次三郎先生著の「日本植物誌」の総論部分や、Dr. W. T. Stearn 著の Botanical Latin 等に詳しく述べられているが、具



図1 一般の方々が「花」と認識される花々の例。左：公園のクヌギの黄花。右上：オオシマザクラ。中央右の蕾の球形の所が花に開き、その下の円錐形の部分が萼筒(本文6頁)、その下に細い花柄が見える。右下：書斎の西洋バラ。(小山玉文 撮)。

* ハワイ桜親善協会理事長

体的に日本の植物の例が挙がっていないので、本連載では出来るだけ身近な日本の植物の例を樹木中心に挙げながら図を沢山使って文を進める。文字で書くより百聞は一見に如かずである。

既にご存知の様に、花は外側の緑っぽく目立た

ない苞や萼から中心の雌蕊に向かって、美しく大きい花卉、不可欠な雄蕊と雌蕊の順に配列。花卉、萼片はそれぞれ一片一片離れている時の名前で、例えば薔薇の花弁は左様であるが、下の方の萼は下半分は癒合して壺形になり、先の方だけ五裂し

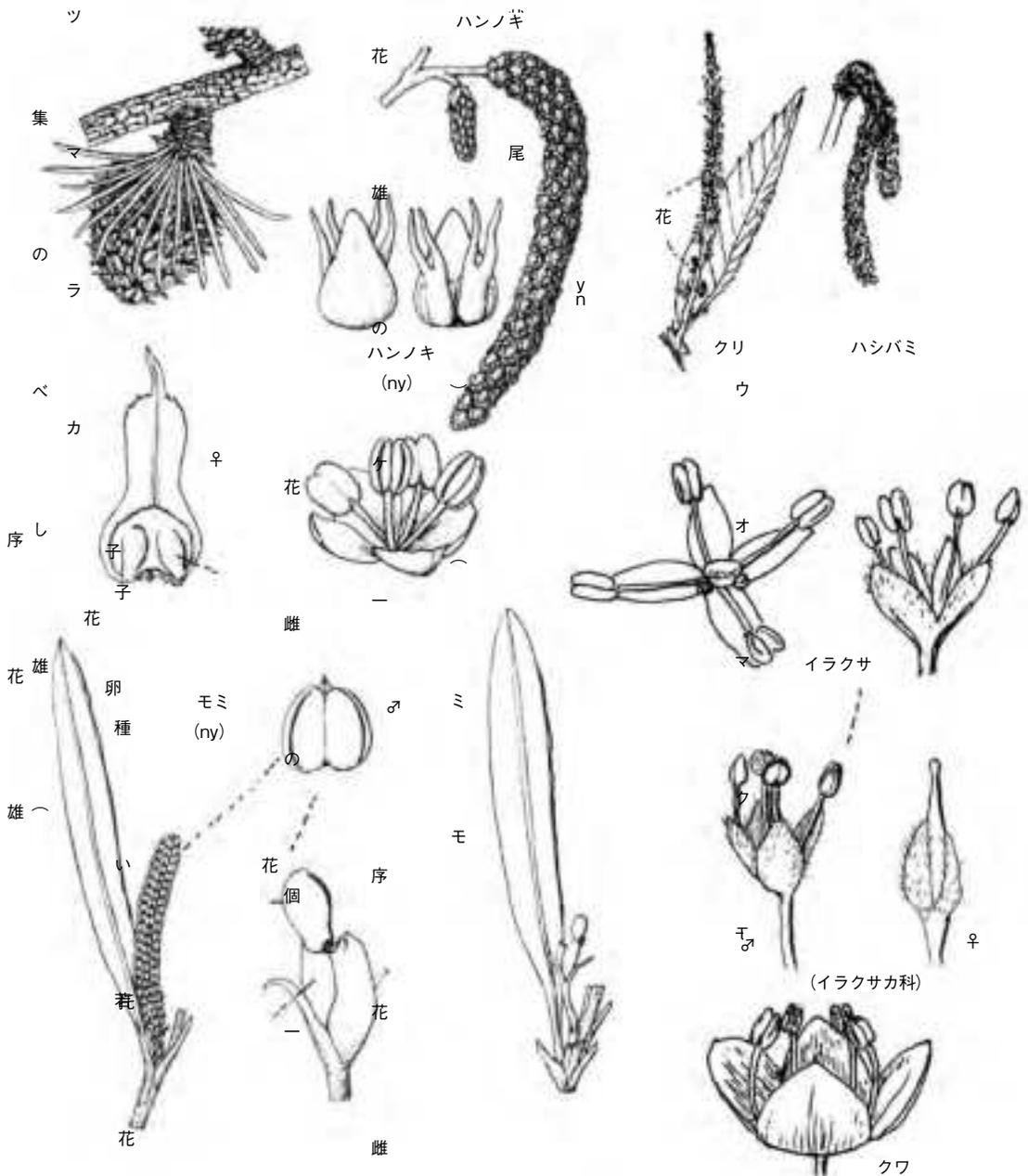


図2 裸子植物の松柏類を起点とする祖型的な花の例。松柏類の雄花序と被子植物の尾状花序類との類似性と繋がり自然。本篇全ページを通して作者：安江尚子画家，ny と表示，他は筆者)。解説は本文参照。

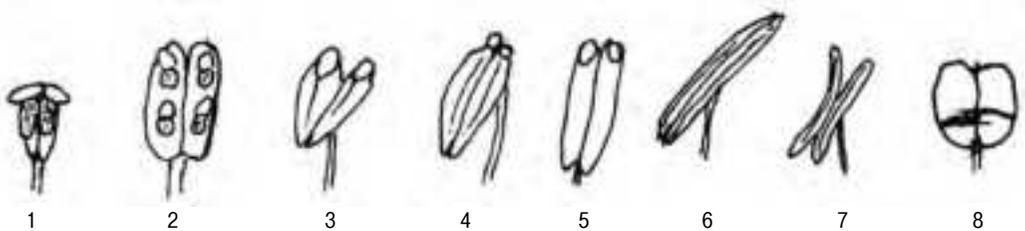


図3 葯の開き方：1. メギ，2. マサキ，3. リョウブ，4. イチヤクソウ，
5. コメツツジ，6. ヒメサユリ，7. キビ，8. ツガ（横裂）。

蕊

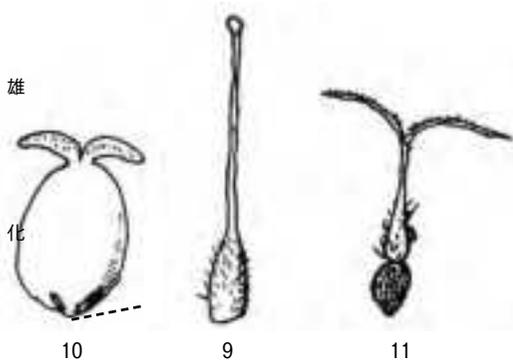


図4 雌蕊3種：9. モモ，10. ユズリハ，
11. テンツキ（カヤツリグサ科）。

退

て萼裂片となっている。（図1参照）雄蕊については普通「花糸」と呼ぶ細い柄の先に、多くは楕円体からほぼ球形に近い「葯（花粉袋）」が縦に2個密着して着いている。多くの種では花糸は二つの葯袋の底に着く（底着）か、更に葯袋の間に伸びて「葯隔」と成る。もう一つの多いケースは、2個密着した葯袋の間に花糸がT字形に着く「丁字着」が有る。葯は普通は縦に裂けて花粉を出す。裸子植物では横に裂ける場合が有ったり（図3の8ツガ）、稀にツツジ科の多くの種やイチヤクソウ科のイチヤクソウやコイチヤクソウ、ウメガサソウ等に於ける様に葯袋の先端に丸い小穴が開いたり、クスノキやニッケイの様に、各葯袋に小さな窓が開いて花粉を飛ばす事もある（図3）。

雌蕊は普通は桜類やモモのそのの様に、基部の楕円体や円錐状から球形に膨らんだ「子房」（此の中の一から数個の卵子が受精して種子になる）が有って、その先から「花柱」という少し太めの柄が立ち上がり、先端は多くは多少膨れたり、短

く分かれしたりする（図4）。雌蕊に変わった葉を「心皮」と言うが、雌蕊が一枚の花葉から出来た例は割に少なく（例えばマメ科）、その子房を単心皮性子房と言い、例えばマメ目をまとめる主たる形態形質になっている様に注目すべき特徴である。アケビや多くのキンポウゲ科の植物では単心皮性の雌蕊が横に集まり、モクレン類では塔の先の様に縦に並ぶ。子房は一花に一個なので余り気にされ無いが、大半の植物の雌蕊は複数の花葉が癒着して出来た複心皮性雌蕊／子房を一本と数えている。上記の柱頭に戻って、イネの柱頭は二本、スゲ（カヤツリグサ科）の多くの柱頭は2、3本に枝分かれしているが、此の枝の数が子房の心皮の数に等しい。又、花柱は短縮して欠失する事（例：クスノキ、ユズリハ等）も多い。尚、この項の詳細については上記の大井先生や Dr. Stearn の解説の他に、日本大学生物資源科学部資料館報13号5～15ページ（2003）に教員向けの詳しい記事が有ります。

本論を続ける前に、大事な事の一つ。それは雌蕊の用語に関してである。子房についての述語の一つ、ここで直して統一したい。日本の植物学の書物には、「子房の中の胚珠が種子になる」と書いてある場合が多い。この「胚珠」と言う言葉を牧野富太郎先生は「卵子」と正された。此の「胚珠」（誤用）、即ち「卵子」（牧野先生に依り正された）は英語の ovule ラテン語の ovulus の訳語で、明治時代に西洋の植物分類学が日本に輸入された際、東大でそう訳され、以来今でも広く使われている。牧野先生は ovule の訳語は胚珠で無く卵子

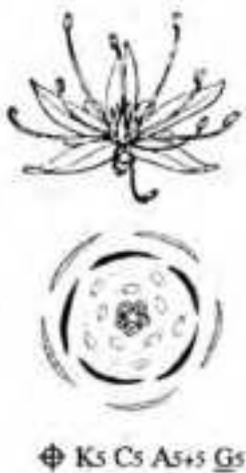
であるべきとのご意見で、私は牧野先生に全面的に同意、卵子の中に発芽して子葉、胚軸、幼根等芽生えになる部分の胚 (embryo)、その他の種子の大部分、養分を蓄えている箇所を胚乳 (endosperm, albumen) とする。但し、マメ科の様に胚乳が無く、肥えた子葉に養分が蓄えられている事も有る。此の注意 (warning) は牧野先生は何回もされておられるが (牧野植物混混録、植物記、牧野植物随筆他)、これらは余りに触れず、事もあろうに、「新分類 牧野日本植物図鑑2017改定増補版」には、植物記載の中に、胚珠と卵子の二言が混ざって使われているのは残念至極で confusing である。私は30余年に及ぶ滞米中、ovule について語学的に調べ、米英の同僚とも話したが、ovule の訳語は卵子が正しい。

完全花 (全備花), 不完全花 (不備花) とモデル (模型) の花

上述の花の構成器官の全部 (萼から雌蕊まで) を備えている花を「完全花 (全備花)」と言うのに対して、何れかの器官が欠失している花を「不完全花 (不備花)」とする。又、花を広く見渡すと双子葉類の花には器官の基数を5とするケースが多く、つまり萼片5枚、花弁5枚、雄蕊は花弁や萼片の2倍の10本、雌蕊は通常5心皮性1本であるのに対して、単子葉類の花には花被片6枚、雄蕊6本、雌蕊3心皮とする種が多い。それで、5, 3をそれぞれの花の器官の基数とする花は形態学では「モデルの花」と扱われているので、この連載でもこのモデルの花 (基本的な花) を中心として、花の変異—多様性—を見て行きたい。

ところが実際にこのモデルの花を探すと、例と

A マルバマンネングサ



B ニラ



ナガハグサ (イネ科) の花と花式図

a · a' 花被が退化した鱗被, l 花穎, p 内花穎, r 小軸

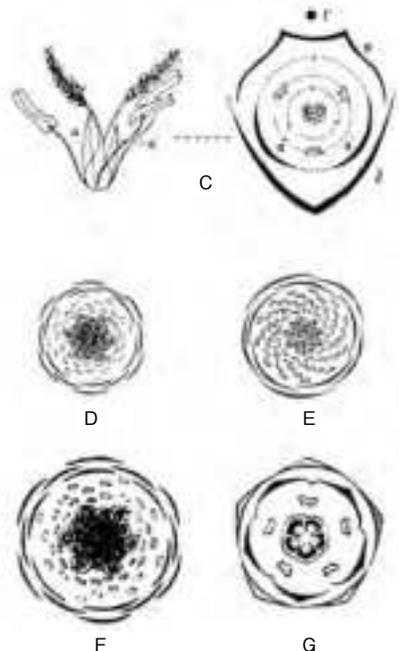


図5 花々と花式図及び花式。左側、モデルの花2件。A, 双子葉植物 B, 単子葉植物。右上。C, イネ科の典型的な花の例。右下。花式図4件。D, シデコブシ。E, ウマノアシガタ (蝶着雄蕊)。F, ホウノキ。G, キキョウ (5数花)。

して挙げられる種は殆ど見当たらない。何とか見つけた「モデルの花」を図5に示したが、マルバマンネングサは条件を満たすが、ニラは萼と花卉の境が clear cut で無いので、早くも百合類の様に定義から外れ、桜類の花は10本以上（30本位）の雄蕊と単心皮の雌蕊一本が有って、既にこの定義に合わない。この辺を妥協して主に樹木の多様な花がモデルの花とどう違うのかを観察する。

花の由来

花の各器官は、本来、葉が変化した物と一般に理解されていて、花の各器官に変わった葉を「花

葉」と呼び、一個の花は一本の新梢（shoot）と相同であり、その極めて短縮した軸が花托（花床）で、大体扁円形であるが、モクレン類では短いながらも棒状に伸びている。又、萼が大きくなって色を帯びたり、花卉が退化して目立たなくなった時、萼と花卉を合わせて「花被」と言い、その一片一片を「花被片」と呼ぶ。シキミ（図12）、百合類、モクレン、タイザンボク等の花がその例である。フゲンゾウの様な八重桜の花の中心に、小さな葉が一枚出ている事がよくあるが、これは雌蕊の心皮（サクラ属では一枚、単心皮）が葉に先祖返りした事を示す現象である。

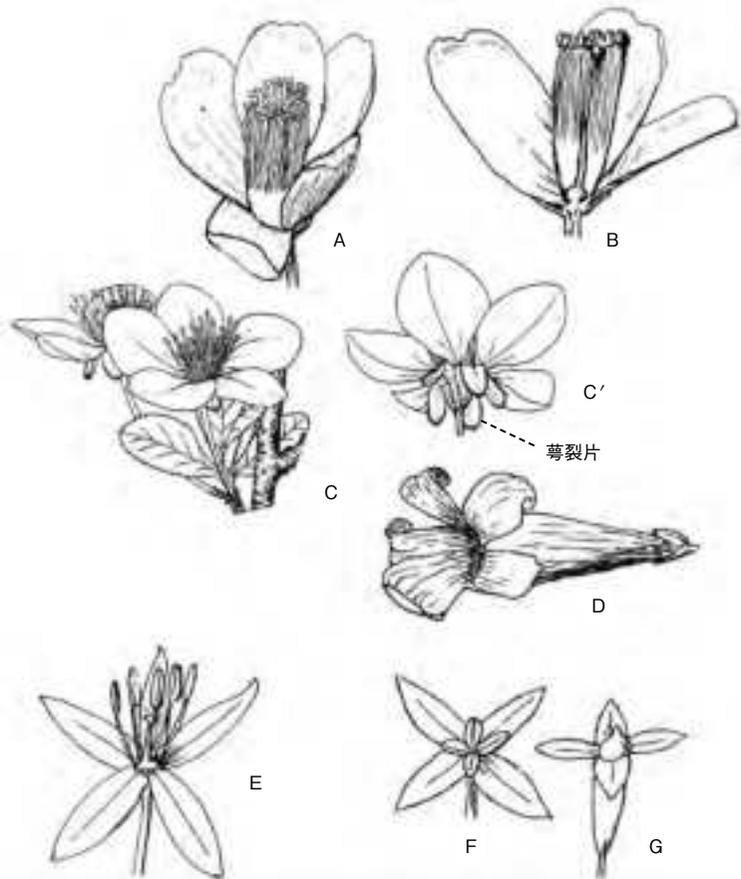


図6 構造が形態的に最高潮の範疇に達したと観られる花の例と退化（下方分化）の始まりの例。A, B. ツバキの花とそれを縦に切った処。多くの雄蕊が下方で癒合している事を示す。雌蕊は free。C, C'。ミロバランズモモ。下面（右）に萼と萼筒を示す（ny）。D. キリ, 5枚の花弁が筒型に癒合, 下の一枚が少し大きくなって, 唇形花冠に似て来る。E. ヤツデ, 五数花の単花被花となって, モデルの花より退化が始まっている。F, G. アオキの雄花（左）と雌花, 単花被花の四数花になり, かなり退化が進んだ処。E~G. 退化を示す花（其の一）。

花葉の並び方には、おおまかに見て螺旋状と扇状、又、花卉と萼片には同心円状があり、それぞれ互生、螺旋状と輪生の葉序に相当する。この連載では、今まで、植物形態の例として樹木をあげて来た。花の形態変化は葉や茎同様に草本に遥かに多く、幅広く見られるが、樹木では対応し難い場合が多い。そういう時には草本の種も引用させていただきたく事もあるので予め申し上げておきます。

樹木の花の主な形態変化

1) 同一器管の融合と増減 萼と花卉

最も簡単な形態変化の例である。

薔薇類の花やモデルの花を良く見よう。雌蕊、雄蕊は各々バラバラなら、花卉も一枚ずつがバラバラである。こういうふうには各器管がバラバラの時、「離生器管」と呼ぶ。モデルの花では萼も一枚ずつ離れているが、桜類や薔薇の萼はそうではない。萼は下半分お互いに癒合して茶碗や壺型の「合萼」になっている(図1右上)。キリの花冠では筒型に合成している部分はより、長く、雄蕊、雌蕊は中に隠れている。

アサガオの花で良く解かるが、花卉同士が全部くっついて漏斗状の花冠を作り、萼5枚は下半分

以下くっついて合萼になり、上の方は五つに分かれて、細長い萼裂片になっている。花卉のみが融合した時、花冠と言ひ、萼片同士が癒合した時は萼筒を作るといふ。

2) 単被花

裸子植物や被子植物のブナ科、ヒユ科、アカザ科、タデ科等の植物の花には萼のみが有って花卉を欠く。こう言う花を「単被花」(又は無弁花)と呼ぶ。タデ科の一部の花の萼は白や桃色になって見た目にも美しい。モクレン科やキンボウゲ科の花では本来、萼片であるべき物が大型になり、色づいて花卉の役割をしている例が多い。

3) 無被花

ドクダミの花は3本の雄蕊と1本の雌蕊が小さい苞に支えられているのみで、萼も花冠も無く、ヒトリシズカの花には、三本の雄蕊(内2本のみ葯を持つ)と雌蕊一本のみが有り、全く無被花、無苞である。こう言う花を無被花と言う。ヤナギ類の花は、雌雄異株/異花の無被花で小さな苞に支えられている。然し、ヤナギ類の無被花には時々密腺が有る(図8)。

ここで私は考えたが、ドクダミやヒトリシズカ、センリョウ等の無被花は元々の無被花であったのかも知れないが、ヤナギ類の無被花には密腺

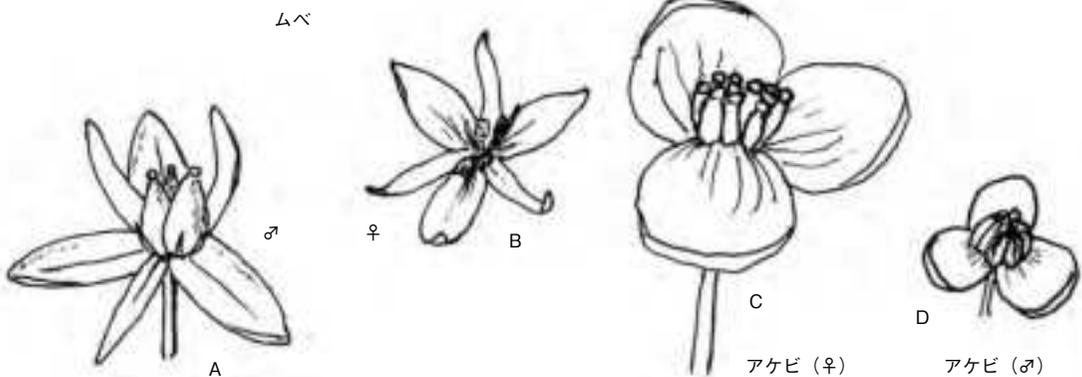


図7 退化を示す花(其の2, 其の1は図6 E~G参照)。A, B. ムベの雌花(左)と雄花。花卉が萼片より、狭く小型になり、単心皮雌蕊の基部に、退化雄蕊が残る。C, D. アケビ。ムベでは残る花卉が完全に消え失われていて、更に退化雄蕊も消えて、退化が更に進んでいる事を物語る。

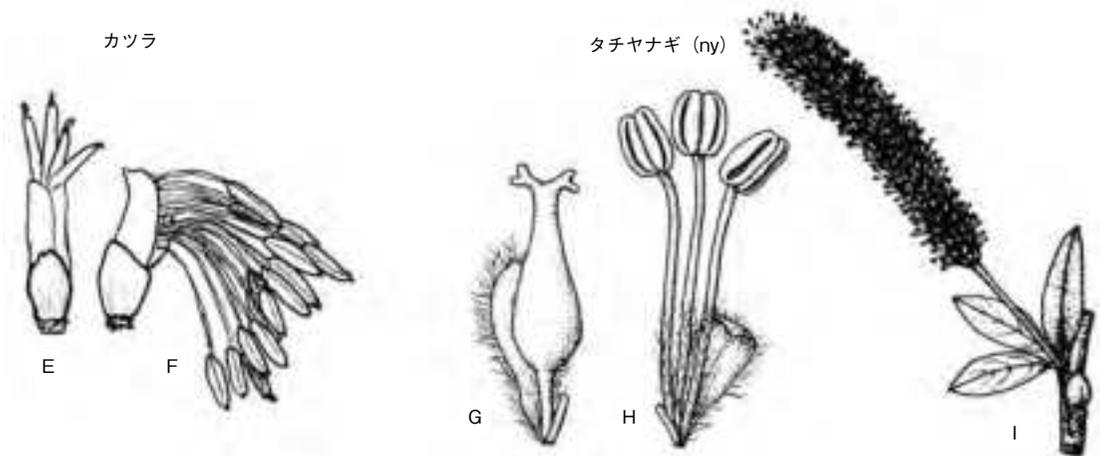


図8 二次的な退化（下向き分化）を示す花々、(其の2)。タチヤナギはny画家、他は筆者。E. カツラの雌花（左）と雄花。全く無花被になった例右下：G, H, I. タチヤナギ。左から、雌花、雄花と柳型花序（新称）。花に蜜腺がある事、花序の基部に葉があり、単なる柄と言うより、短い枝と言え。短椗に成るのか、年を経る観察要。

を持つものも有り、或いはそれらの祖先の花には粗末でも花被が存在して、二次的に現在無花被になっているのではないかと。古いヤナギ類の化石が見つかる疑問が解けそうである。この点でムベの花は面白い。雄花雌花共に花弁が退化、萼は大きく単被花に向っているが、雌花の雌蕊の元に退化雄蕊があるからである（図7）。私は、単被花や無被花には、本来左様であった物と、有花被花や完全花が花被や雄蕊／雌蕊の退化で二次的にそうなったケースと二つの出来方が有った様な気がする。

4) 単性花

花が雄花と雌花に分かれていたり（雌雄異花）、柳類の様に、雄の木、雌の木と雌雄異株であったりするケース。その出来方については色々な単性花を見ての私の思いを上書いた。

5) 中性花

好例はガクアジサイやヤブデマリの飾り花。雄蕊雌蕊の双方が消失して、大型で綺麗な花被だけが残ったケース。

6) 多面对称と単面对称

花式図（後述）を見ていただくと良く解るが、模型花やそれに準じた花では、花の造りの対称軸

が二本以上あるのに対して、キリノキ（ノウゼンカズラ科）やシソ科の花では対称軸は一本のみである。それぞれ前者と後者の呼び名である。カンナやショウガの花は対称軸が無い「不対称花」の例で樹木の花には存在しない。

7) 雄蕊の増数と癒合

樹木の花で雄蕊を10本以上持つ例が多く見られる。モクレン科、キンボウゲ科、バラ科、ツバキ科、オトギリソウ科等。ここで始めの4科では花が生まれる時に5枚の花弁より上位にあった数十枚の花葉が既に雄蕊に変態し始めていた、と解される。モクレン科では普通6枚の花被の上側の花葉が多数雄蕊化して螺旋状に並んでいる事は図の通りで、それより上部の雌蕊の多数の心皮も又同様で、これらの雄蕊、雌蕊を支える花托が、普通の花の如く円盤状でなく、長く伸びている特徴がある。これが興味深い現象で、後に再度言及する。

他方オトギリソウ科では雄蕊の配列が異なる。この科のキンシバイの花等で見ると、多くの雄蕊はそれぞれが5個の束になって、花弁と対称した位置に纏まっている。これは元々5本だった雄蕊が分裂して増数したと解されていて、5本の雄蕊の束一つに当たるので全体を五体雄蕊と言

の
枚
な
き
大

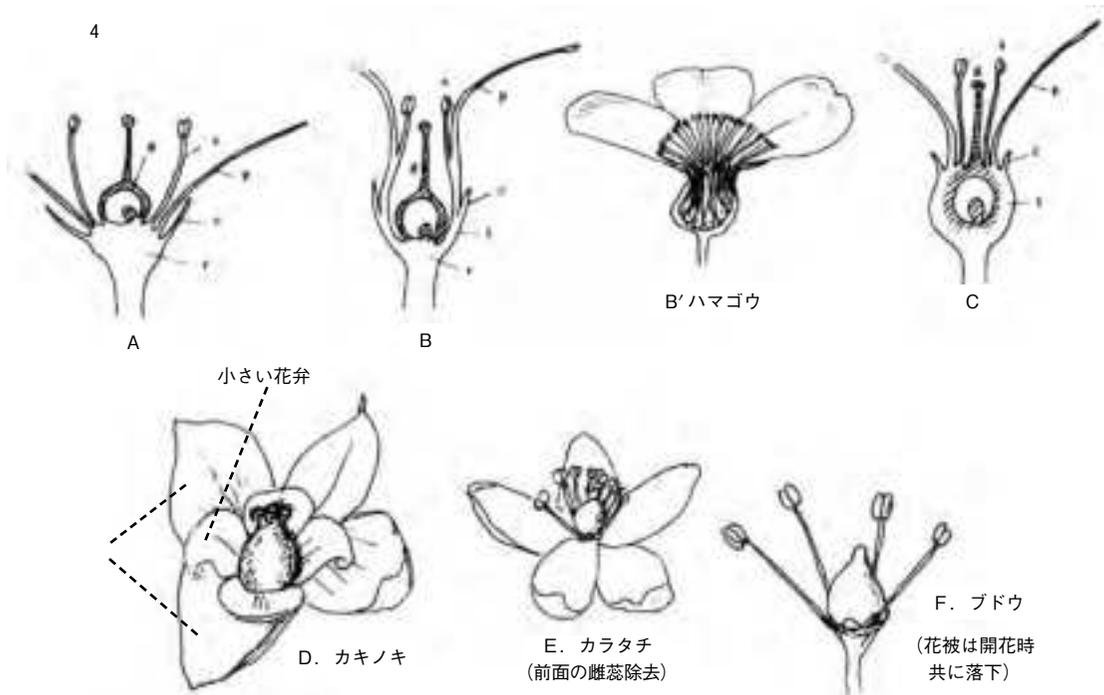


図9 上位子房Aと下位子房Cの比較。B, B'は其の中間の子房中位を示す。下段は上位子房を持つ花の例。
D. 柿の木, E. カラタチ, F. ブドウ (ブドウ属の植物では、花被は開花と共に離れ落ちる。)

う。サザンカやツバキの花では、多くの雄蕊は花の中央に茶筌状の1束になっており、上方では元々の多数の花糸と葯に分かれているが、中央下部では全部の花糸は一体に癒合しているので、「単体雄蕊」と言う。マメ科のフジの花では、10本の雄蕊の内、上の一本のみ、他と離れてfreeで独立している。草本のマメ科植物も普通この形で、二体雄蕊と言う。マメ科を纏める大切な形質の一つである。二体雄蕊は蝶型花冠と言う花弁群に対応しており、この対応の無いマメ科の群を例えばオジギソウ科 (Mimosaceae) として小分けする学者も有るほどである。キク科の5本の雄蕊では花糸はフリー (離生) で、葯のみ合成して花柱上部を包んでいるが「集葯雄蕊」と言うキク科の特徴の一つ。

1) 雌蕊に就いて

異種器官の間の癒合に移る前に雌蕊について一言。普通の花では何となく、“雌蕊一本”と数え

ているが、雌蕊は普通少数枚の心皮から出来た合成器官である。何枚かの心皮が癒合して一本の雌蕊になっている例が普通である。辛うじて柱頭が枝分かれしているか、普通一本に合成している花柱が時に柱頭で心皮の数に分かれていれば、何心皮の雌蕊か外から解る (図4)。いずれにせよ、単心皮性雌蕊は珍しく、マメ科がその好例である。Cherries (桜んぼ) や梅の実も単心皮性子房から出来た果実であるが、此の子房の構造は少し厄介である。

2) 上位子房と下位子房

花の中の雌蕊の子房と雄蕊の花被の位置関係は、属や科のレベルの植物群の分類単位を決めるのに重要な形質とされて来た。これを図9で説明する。花が座している花托の先端は花が有るから多少膨らんでいることが多いが、ここを花床とも言う。多くの木の花では雌蕊の子房は花床の最高部か中心に位置し、それより下か、それを囲んで

雄蕊や花被の付着点がある。この様に子房が雄蕊や花被の付着点より上に在る雌蕊の子房を「上位子房」(図9 A)と言う。ところが上記の様に多くの花では花葉の間で癒合が起こって花の構造を複雑にする。合弁花では大体において図9に示した様に萼の筒部に花冠と雄蕊が癒合して丈夫な筒部が出来、子房の周りを囲み子房と花筒がほぼ同じ高さになっている。こういう位置の子房を中位子房(図9, B, B')とし、もしもバラ属の多くの種のように複数の単心皮性子房が花筒の底のみでなく、側面迄着いている時には(図9 B')その状態を子房周囲と呼ばれる先生方もある。子房中位の状態が更に進んで花被と雄蕊の花糸から成る花筒に子房の壁がすっぽり包まれてそれに合着してしまうと、図9 Cの様に花被片と雄蕊が全部子房より上から出ている形になる。此の状態の子房を「下位子房」と言う。子房の位置と果実の造りには深い関係があり、此の点に次回果実について述べる時、再び言及する。

上記の様にまず、子房花葉のみで出来ている子房を「上位子房」と言う。雄蕊が花托の頂点に乗っていて、その下の雄蕊、花被等に癒合して無い時のみ、心皮は複数でも良いが、その子房を「上位子房」と呼ぶが(複数の心皮の例はアケビ図7)大抵の場合、子房は少なくともその下部は雄蕊の花糸の付け根が花弁の基部(花爪)と、又は花被片の付け根と合流する箇所の下に入って、普通、萼筒に花糸の基や花弁の花爪が合成した壺状かやや円柱状の萼筒に包み込まれている(図6, C')。子房の全体が萼裂片の下にあるか、萼筒に沈み多くはそれと癒合している時「子房下位」と表現する。子房上位と下位の間が多いので、子房中位という言葉も有るが、殆んど使はれず、「子房周囲」の表現が良くバラ科の子房等に応用される。図9, B'の様にバラ科では単心皮性雌蕊が、萼などと合成した壺状の子房の壁に底部から上の方にもまたがって着き、下位と中位との中間になっているからである。

その他の器官の癒着

上述の子房の例に加えて、雄蕊の特例として、葯が癒着したキク科の集葯雄蕊については既に述べた。もう一件、ラン科全部とトウダイグサ科の一部に蕊柱と言って、雌蕊と雄蕊が合体した複合器官が有るが樹木には該当しない。

花の器官の減数

四数花(十字状花)と言う。身近の例にアオキ(アオキ科)、ミズキ(ミズキ科)が有る(図6 F, G)。他に木ではアジサイ科の装飾花が好例(時に3~5弁の事もあるが)バイカウツギ、ガクアジサイ等、他科のマンサク、クワ科等には、近いと云われている。草本ではアブラナ科(以前、十字花科と言った)全部と、多数ある。四数花は五数花の花葉が一枚減数した一種の退化傾向にあるものだろう? 茎の解剖学データが要る。上述の如くキク科、キキョウ科では五数花の10本の雄蕊が減って五本のみ残る(五雄蕊花)。

花式図と花式(図5)

上に述べた様な花葉の配列を図式で示して、花の構造が良く解る様に表した物が花式図である。萼片、花弁、雄蕊(外輪)、雄蕊(内輪)、そして中心に雌蕊を輪切りにした図形をそれぞれ同心円の上に投影した方式で示し、各器官の位置関係を明示している。双子葉類の五数花では器官のイメージは72°の開度で並び、単子葉類の三数花なら器官のイメージは120°の開度である(図5 F)。本当に図の通りなのか? と云うなれば、花の各器官を切り離して並べて見ると、図式が正しい事が確認出来る。

他方、花式では、各器官の数を記号のアルファベットと数字で表す。萼片はK、花弁はC、雄蕊A、雌蕊Gである。百合類のように花弁と萼片の境が明確でない場合は花被片Pを使う。モデルの花のマルバマンネングサの花式は、萼片5枚、花弁5片、雄蕊10本(2列生の外輪の5本と内輪の5本)、雌蕊は単心皮生離生雌蕊5本なので、花

式は $K\ 5\ C\ 5\ A\ 5 + 5$, $\underline{G}\ 5$ となる。ここでGのアンダーラインは子房が上位であることを示す。子房が下位の時 \overline{G} のようにGの上に一を付ける。アサガオの花弁は5枚全部が癒着して漏斗状になり、萼も合萼、下位の合成子房なので、花式は $K(5)\ C(5)\ A\ 5 + \overline{G}(3)$ となる。又、多対象花では始めに⊕マークを、フジの様な単対象花では⊙マークを付ける。

花式図と花式の両方を合わせるとその花の造りが良く解るが、実物が標本を見るに越した事は無いし、上記の未分化の花や非常に退化した花に花式図とか花式が応用された例は余り見た事がない。

花序——花の配列方式 (図11)

筆者は1961年から正味2年間、カナダの Dominion 樹木園の研究官として、毎日樹木を研究していたが、その後、米国 New York に移住してからは植物園と NY 市立大学大学院教授退官まで、草本植物の研究と関連講義をしていたので、樹木と草本の感触の違いを多少体験できた。大まかに言うと樹木の種は、花に関して：原則草本より小形の花多数を大型の花序(大半複生)に群生する傾向で(但し、モクレン類、ツバキ類、ツツジ類等は別)、その小型の花の花被は厚めで地味な色が多く、花期が長い。受粉は風媒によることが多く、さらに昆虫より熱帯では小鳥による例が多い。

花の着き方であるが、普通は花枝に着くが、偶に幹生と言って図10のカカオノキ(チョコレートの木)のように常態として太い幹に開花結実する例がある。(日本でも古い桜の木の幹に奇型的に不定芽の発芽で少数個の花が出る事もあるが。)元に戻って、一個から少数個の花が枝端に頂生か葉腋生(例：ツバキ類)なら特別の説明は不要であるが、花の場合も数が多い時には、葉の並び方同様にあるパターンで並ぶ。その方式を花序という。花序の説明は多くの植物学書に書かれてお

り、パターンの分け方も大同小異であるが、著者により述語の使用方が異なる。本編では、最もポピュラーな述語解釈に従う(図11a)。

無限花序と有限花序

無限花序では花は花茎の下部から上部へ、また花群の外側から中心へ向かって咲くので、花は長く咲き続けるという意味である。

(1) 円錐花序

普通大型の花序で、木に多く、中軸は不規則に多くの枝を分かち、各分枝はさらに小枝を出して花を沢山つける。例にはタラノキ、ヤツデ、クサギ、クロズル、ブドウ、クヌギ等々がある。

(2) 総状花序

フジやキリが好例として引かれる。中軸が長く伸び、花は中軸の各節に一個ずつ着き、花に柄(花梗)がある。

(3) 散房花序

総状花序の一種。その中軸が短縮し、代わりに



図10 カカオノキの幹生花
(ボルネオにて。小山玉文提供)

花序の下方の花柄が長くなり、花がほぼ同じ高さに並んで咲く状態になる。ヤマザクラ。

(4) 穂状花序

ウメの様に長い中軸上に花柄のない花が並ぶ。草ならオオバコが好例。庭のアセビの花が穂状花序に並ぶが、主な花序の付け根近くで2~3本の穂状花序に枝分かれするので、複穂状花序という。穂状花序にはいくつか似た物がある。

(5) 尾状花序

以前は藜萸花序と呼んでいた。ハンノキ(図2)、カシワ、クスギ等のように、稍太目で花が極めて密生し、動物の尾を連想させるような穂状花序である。原則雌雄異花序になっているが、クリでは両性で香りが強い長い雄花序の基部に少数

の雌花群がある。

(6) 柳形花序

今までは5の尾状花序群に含まれていたが、形態を細かく見れば、かなりの違いが主として柳類の花序に当てはまる為、この花序を作っても良いと思う。第一に柳形では花序は立ち上がり、幹から下がらず、下の方に葉をつけた専用の花枝に頂生する。柳類の花は今は無被花ではあっても、蜜腺を備えた種もある点から上記の尾状花序群の花のような元祖的な状態でなく、柳類ではかつてあった花被が退化したかに思える。ここに柳形花序を提案します。

(7) 肉穂花序

サトイモやコンニャク、ベニウチワ等のサトイ

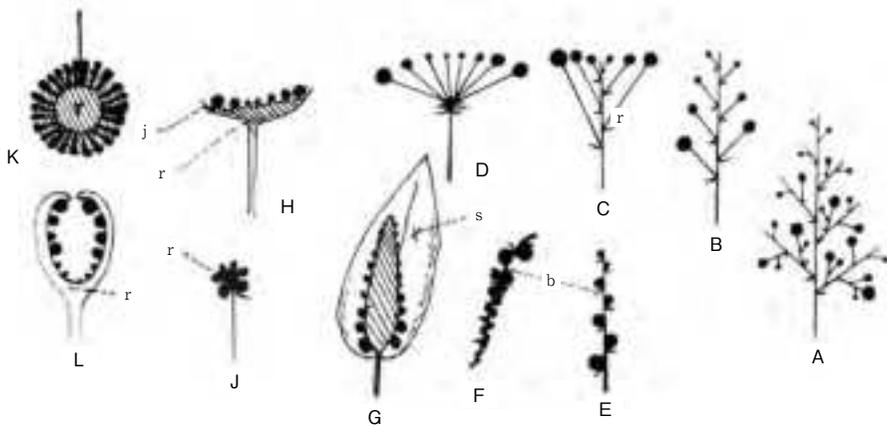


図11a 無限花序 (A~L)

A = 円錐花序, B = 繖状花序, C = 散房花序, D = 散(傘)形花序, E = 穂状花序, F = 尾状花序, G = 肉穂花序, H = 頭状花序, J, K = 球状花序, L = 隠頭花序, j = 総苞片, r = 花托, s = 仏焰苞, 黒丸は花を示し、大きいものから小さいものへ咲き進むことを意味する。

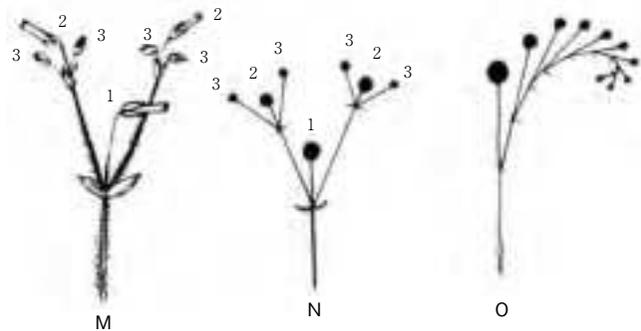


図11b ミミナグサの二出集散花序 M. 有限花序, N. 二出集散花序, O. 単出集散花序

モ科の花序で木にはない。ミズバショウの太い穂状花序が仏炎包という大きな苞に包まれた形である。サトイモ科を位置づける形態。

(8) 散(傘)形花序

ネギ坊主、つまりネギの花序が好例である。草本には多く、スイセン、アマリリス等多い。樹木ではタラノキやヤツデが挙げられるが、これらでは大型の復生花序になっている。形態的には総状花序の中軸が極めて短縮した状態として導かれる。

(9) 頭状花序

菊やタンポポの様な(主に)キク科を纏める形態である。丁度スープ皿の形に丸い受け皿型の花托の上に多数の花が並ぶ。ヒマワリやキク類では周りに花弁を持った舌状花が一周し、その円内に筒状花が立ち並び、花序全体を沢山の緑の総苞が支えるので、菊やヒマワリ等一個の頭花はあたかも一個の大きな花に見える。

(10) 球状花序(新称)

ところで、この頭花という述語はコウゾ、スズカケノキ等にも当てているが、後者では花托が皿形でなく、花もキク科の様に舌状、管状の二形花ではないので、例えば、穂状花序を肉穂花序、尾状花序などに分けるなら、此処で球状花序を提案したい。ハナミズキ、ヤマボウシ、ゴゼンタチバナ等の花序もこの球状花序になるのであろうが、これらには大型の花弁状の4枚の総苞が有る事も、キク科と形態が違う。

(11) 隠頭花序

イチジクの果実全体がこの花序で、アコウ等イチジク属を造る形質で南米には特に種類が多い。倒卵形から球形の器官は局外成長をした花托で、花を中にくみ込んでいてどの花が先熟か決まっていないので、無限と有限花序の間になる。かかる形態は受粉という花の最も大切な機能から考えると不利な態性なので(この属の花粉を媒介する特殊な昆虫による)退化の傾向の花序と受け止める。

有限花序(集散花序)

この種の花序では、花序の主軸の頂端に花が着く事で主軸の成長は一応其処で止まり、頂端の花の直下の節から脇枝が出て、その先に花が着く行為を繰り返す。この二次花枝は多くの木では2本から3本が多く、二出集散花序、三出集散花序等という。草本では、この二次分枝が1本の場合も多く、花序の先端はルリソウやワスレナグサの其れ等の様にカタツムリ型に巻き込んだ形になる。(図11) 巻散花序と呼び、殆んど樹木に列を見た事がない。

二出集散花序の例：クサギ、マユミ(二出。又は一回集散)。

三出集散花序の例：クロガネモチ。

追記

上記の花序の中で触れなかった一形がある。所謂、杯状(壺状)小花序でトウダイグサ、タカトウダイやニシキソウ等、トウダイグサ科の草本 Euphorbia 属を規定する特徴である。小苞が壺状に癒合した所謂総苞で中に雄蕊1~数本が雌蕊1本を取り囲み、後に雌蕊は長く伸びて“総苞”の外に出る。この arrangement は花序とも(一個の)両性花とも記載される。私は後者を取りたい。主な理由は、前者では、各雄蕊、雌蕊を一個の花とせざるを得ず、トウダイグサ科の花は裸子類の1蕊一個の花の水準を遥かに超えており、雌蕊1本を囲む複数の雄蕊で、花の形を十分に構成している。形態を調べていくと、全体的傾向として、花序全体が一個の花に分化する傾向が感じられ(キク科の頭状花序、Dog wood の白い総苞に modify された球状花序等)、Euphorbia 属でもその構造が“花序の花化”という将来的傾向性を示唆している一例の様に思えてならない。これも下記の本当の夢の一部であった。

夢物語一花の進化を辿る

本文に書いた様に花を新梢/shoot と形態学

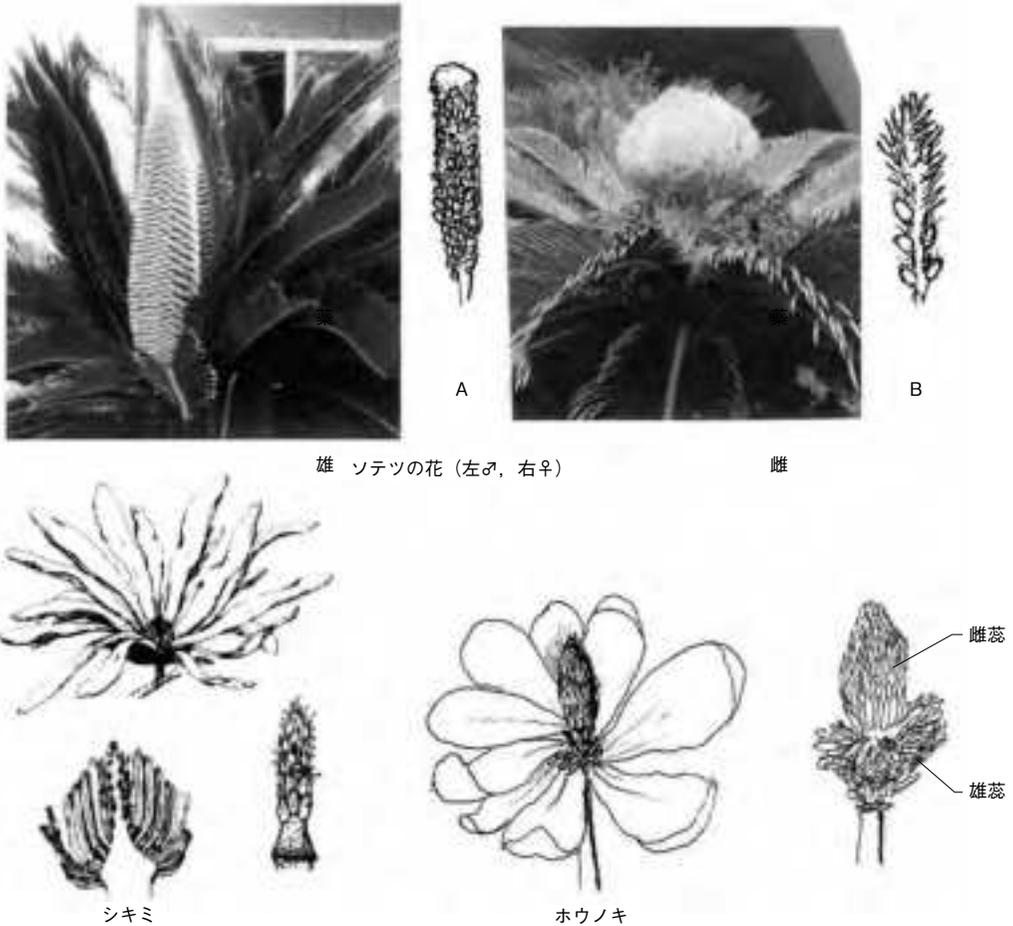


図12 ソテツの花（裸子植物，A，B）と雌蕊から被子植物へのかけ橋と考えられる花の例シキミ（左）（ny）とホウノキ（右）（ソテツの花の写真は沖縄 Dreamland 植物園提供，シキミは ny 画家さん，ホウノキは筆者）

的に相同とみると、確かにモクレン、アケビ、マツバサ科やスイレン類の花の様に花弁と萼が不明で花被片が多くあって定数であったり、心皮が子房に合成していなかったりする花は、モデルの花とそれに近い花より先発的（下等）と考えられる。モクレン型の花から花被が萼と花弁に分化するとキンボウゲ科やバラ科のキイチゴの花のようになる。その後、雄蕊の多数化が続いていたり（ツバキ、桜類）、逆に雄蕊が減ったり、雌蕊の心皮の数にも増減が起きよう。五数花が四数花になった例は多い。これらは皆被子植物の花に関する分化である。その分化の形式や速度は種はもとより、器官毎に別々で、軌を一にしていない。例え

ば、バラ科のサクラ属では雌蕊は著しく減って一個の心皮になっているのに、雄蕊は不定数（多数）の状態で残り、同じバラ科のリンゴの花では雌蕊は標準の5心皮となり子房は最も進んだ完全な下位になっているが、バラ属では雄蕊が多数で、雌蕊は単心皮性雌蕊の集まりで、萼、花冠と雄蕊の花糸も含んだ花の下部の壺形の部分の内側に着き、子房周囲という状況である。

本当の夢はここから始まる。ソテツの大型の花は螺旋状に並んだ葉並びの続きが突然大きな雄花や雌花となる（研究者によっては、大型の花では無く、それぞれ楔型の雄蕊雌蕊が沢山集まった一種の花序と言われる方々もある）この蕊の「集

合体」を大型の花と見る前者の見解に私は同意する。とすると、上に下等な花と言ったモクレン型の花とソテツの花の続きが見えて来る。同じく、松柏類の花と尾状花序類（ハンノキ等）の花、イチヨウの柔らかな仮種皮とイチイの花托から出来た赤い仮種皮（これらは相似）を比べたらイチヨウとイチイ科かの繋がりが何か浮かび上がらないだろうか？又、DNA 研究によればオーストラリアのアンボレラが被子植物の中で最下等な種である事が判明したという記事を読み、異型な裸子植物の Gnetum 属と何かの関連性が出やしないか？という印象を受けた。こんな風に Dr. Hutchinson が指摘した「下等な被子植物」が対象裸子植物に橋渡し出来る系統形態研究が進む程に、被子植物の多元性と並行進化の考えが現実化して来る。

被子植物の系統については traditional な Engler system より最近の Hutchinson system 及び Cronquist system が有る。Engler system は一元論で、裸子植物の松柏類から被子植物の尾状花序類に非常によく連結する（図 2）。その後、これ等の大型樹木類は大型で単花被類の草本に収斂したかにも映る。他方、Hutchinson は proangiosperms という表現で、裸子植物に言及されていないので残念であるが、氏の系統樹や図形を見ると多元論でなくてはならないと思う。Cronquist system も同様である。

私は、花の構造から多元論に賛成、一つは、松柏類から尾状花序類、単花被類を経て多様化する系統。二つ目は、少し飛躍的かも知れないが、ソテツ類の花部を一個の大きな花、部分部分を雄蕊雌蕊と見てから多心皮、多花被植物（ハウノキ等）を経て、花の器官減数によりモデルの花に近づく。この二系統はその後、退化方向に向かうか、草本になってから多様化する。又、キク科とラン科、ショウガ科とは何れが高等か？という質問を受けるが、双方それぞれ双子葉類単子葉類の climax グループで比較は出来ない。単子葉類は恐

らくオモダカ科類かその近辺から分かれて、双子葉類と別の並行分化をして来たと考えている、としか対応の仕様が無い。

元々、花の構造を解析するのは我々植物の専門家には、飯より楽しいし、飯も忘れて観察に没頭するのだが、そんな植物の構造が何時どうして生まれ、どう発展したのかをその時点で available な関係データ、形態を中心に、分布生態、化学成分の類似等のできるだけ広いデータを応用して、植物分化の系統樹を書く事が何よりの醍醐味である。勿論植物誌や monograph の研究をする事も不可欠であるが、今までの研究に携わった専門家達が概ね一致している点は下記の事項であると思う。

1. 花の器官が皆、離生しているのが初期的（例は普通の花）、合成しているのが花弁ならアサガオの漏斗状口やキリの花冠のように、筒型になったのが後発、ここで美的披露をしてその後花冠は退化の傾向に進む。広く初期的な状態を“下等”と表現、発展した処を“高等”と言うが、これは我々の評価 concept で植物はそうは思っていないかも知れない。加えて多雄蕊は定数の雄蕊より先発、雌蕊の子房が独立の離生の心皮（例：アケビ）より心皮が合着して子房になった方が後発。

1 b. 但し、花被の有無については花被が無い状態（裸子植物でもグネツム類には心ばかりの花被が有る）が祖型、花被が発達して現代の様な最盛期 climax を迎え、花弁が出来たのでご披露して PR し、常識的になったら又、元の実用主義に戻るかもしれない。植物の気持は人間には解らない処である。結局不可欠（生殖器官以外は必需品でないから give up）という事で元雌雄蕊のみ戻したか（退化？）、この発想は上にも書いた。

2. 私達の concept では、樹木は先発、草本は後発である。つまり草は木より高等と考えている。それは現状で、将来は不明。そこで過去を知るに、植物系統を知るには化石の研究は最も大事な事と思う。化石は点的に出るので全貌は分か

らない。しかし、系統樹の分析への貢献は測り知れない。例えば現在の松柏類、イチョウ、ソテツ、グネツム類の間が空きすぎていて、その結びを知りたい frustrations は植物系統を扱う研究者は誰でも抱くだろう。

それから、裸子植物が先発で、そこから後発の被子植物が develop したという考えに関係者は皆異論はないが、裸子類の祖先から被子類祖先が出たその橋渡しの植物がまだ不鮮明である。

昨今 DNA が系統探索を示す強力な手段として、一時の染色体の様に脚光を浴びている。DNA ならば人に非ず。しかし、植物の系統を見るには DNA の分子配列のある部分が血筋の強い弱いの示唆をする事は大なる進歩貢献でも、矢張り可視の形態形質（元々 DNA 分子配列の何

かしらによる）が最重要である事に変わりはないと信ずる。両者が上手く手を取り合って植物系統学の正確な進展に発展すれば素晴らしい。それから化石学は何か“影”に潜んでいるが系統学の主体の一部でもある。

進化と退化という言葉は私は十分注意して使わなくてはいけないと思っている。進化、退化とは我々人間が評価した表現で、もし植物に聞いたら、花が簡単（裸子類のそれ）で間に合っていたが、せっかく目を惹く様な花卉が develop できるので、美化応用等に応えたかも知れない。それで私は花を見る度に、簡単な祖形の花、climax の花、そして退化しつつある花の順でお話し申し上げようと思っていた所以だった。



木について知っておきたいこと

岡野 健*

1. 気候変動と木材利用
2. 樹木と木材
3. 針葉樹材と広葉樹材の違い
4. 辺材と心材の違い
5. 心持ち材はなぜ干割れるか
6. 木材の性質が繊維方向と繊維直角方向とで異なるのは何故か
7. 重い木と軽い木の違い
8. 樹種が違ると何が違うか、木理、肌目、耐久性
9. 木材はどんなときに腐るか
10. 材の変異、あて（材）、もめ、未成熟材、脆心材、ぬか目
11. 木質材料：集成材、CLT、合板、LVL（単板積層材）、パーティクルボード、繊維板、etc

1. 気候変動（Climate change）と木材利用

木材利用は樹木を伐採することから始まる。伐採された樹木は、当然のことながらCO₂を固定する光合成能力を失い、生命を閉じる。したがって、木材利用は気候変動の抑制・温暖化防止に逆行することだと感じる人は少なくない。樹木はできる限り伐らずに山に残し、伐った木はとことん使うのが正しいというわけである。しかし、本当だろうか。樹木を伐らない森林はCO₂を固定する能力が最高に発揮されているのだろうか。その前に、樹木が伐られていない森林があるのだろうか。そのような森林があったとして、一体どれほどのCO₂を固定しているのだろうか。

表1は天然林と人工林の物質生産量（＝光合成量－分解量）を調べた研究結果である。浅間山（せんげんやま、東大農学部付属千葉演習林）は鎌倉時代から木を伐らなかつたとされている山で、極相林（Climax forest）であり、CO₂を固定していない。世界自然遺産に登録された知床、白神、屋久島も極盛相の森林である。原生林はCO₂の固定という点では無力なのである。しかし、だからといって無秩序に伐っていいはずはない。

大気中のCO₂を減らし、気候変動を抑えるにはどうしたらいいのだろうか。私は木材産業が果たすべき役割がきわめて大きいと思う。

木材産業は他の産業、鉄鋼産業、自動車産業や電機産業、金融や情報などのサービス産業にくらべて際立った違い、特色を持つ産業である。

木材産業は、林業ならびに木造建築を含む林産業、それらを縦貫する流通業で構成されている。なかでも林業における樹木の生産は、CO₂の削減そのものである。生産された木材の質量の約半分は炭素であり、それはCO₂のCなのだから。

- 動物、植物、菌から成り立っている生物界は、有機物を仲立ちとする炭素循環の世界でもある。植物が二酸化炭素を還元することによって作り出した有機物を動物は酸化することに

表1 森林の物質生産量（ton/ha・y）

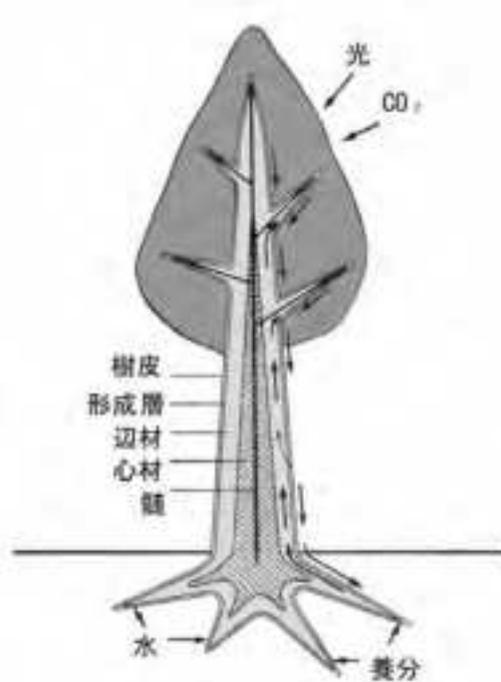
天然林	照葉樹林（千葉の浅間山）	0
〃	マカンバ林	5.5-7.2
人工林	21年生カラマツ林（北海道）	15.1
〃	26年生カラマツ林（北海道）	14.5
〃	31年生アテ林（能登）	11.3
〃	44年生アテ林（能登）	19.2
〃	メタセコイア林（小石川植物園）	16.2

* 東京大学名誉教授

OKANO Takeshi



浅間山（東大農学部附属演習林，中央の山）



よって生命を保っている。

- その動物・植物が生命を終えた時、それらの遺骸を分解するのが菌である。炭素循環の輪が大きければ大きいほど、輪が太ければ太いほど生物界は安定である。

気候変動は、循環の輪に梗塞が生じたサインである。健全な循環の輪に戻せるかどうかは、これからの木材産業に係わっている。

木材産業は人々が生活する上で必要な製品を作り出すだけでなく、生活する基盤を作り出す産業なのである。

2. 樹木と木材

高等植物は、根、茎、葉の3つの器官から成り立っていて、模式図で示したように、樹木では茎は幹、枝に分かれている。

- 3つの器官の生理的役割は、根は水や養分を吸い、幹・枝は根が吸った水や養分を葉に送り、葉は光合成をおこなう。光合成で生産された物質(糖)は、幹の樹皮(内樹皮)を通過して幹の柔細胞に蓄えられ、樹木の成長に使われる。
- 木材とは、幹や枝の樹皮の内側であって、葉に水や養分を送っている、もしくは送っていた部分である
- 三つの器官のなかで根ならびに幹は、樹体を支持するという重要な役割を担っている。
- 光合成は、葉緑体を持っている生物が行う生化学反応であり、反応は光エネルギーを使った二酸化炭素の還元である。

$$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$$
- 作りだされたグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ は木材やデンプンになり、さらに樹木が生きていくためのエネルギーとして使われる。また、酸素 O_2 は樹木自身を含む生物の呼吸に使われる。植物による光合成は、生物にとって必要欠くべからざるものである。したがって植物、動

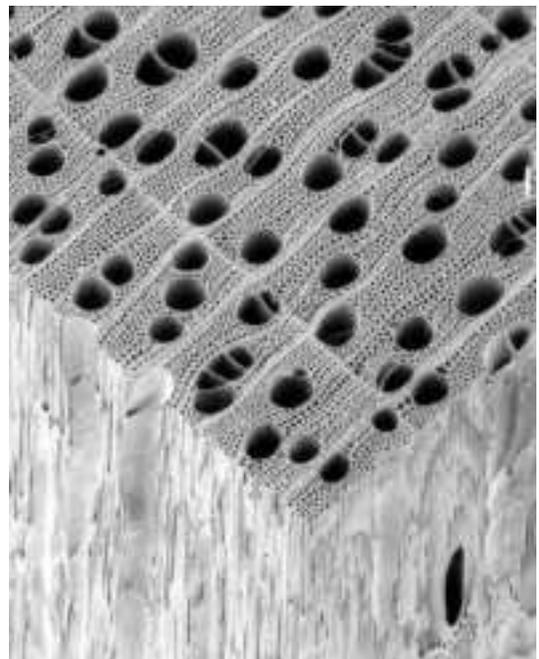
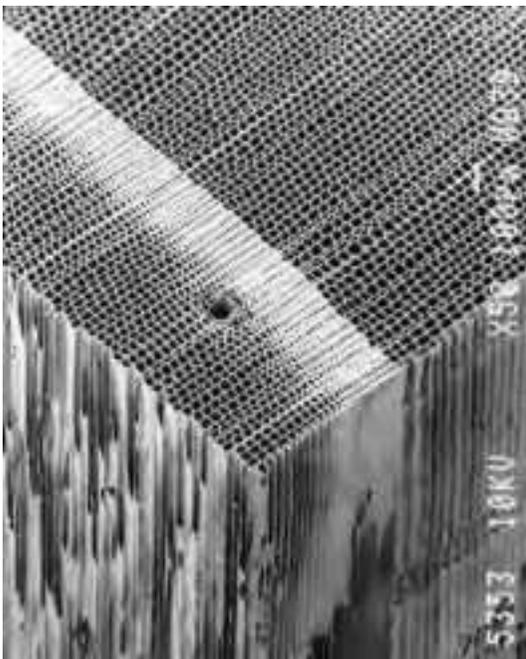
物、菌から成る生物界のバランスは最優先される課題なのである。

- 樹木の成長は細胞の分裂によるものであり、分裂する細胞がつくる分裂組織には頂端分裂組織と形成層(維管束形成層)がある。形成層は樹皮と材の間にあり、形成層の細胞分裂によって樹木は太くなる。頂端分裂組織は主幹や枝、根の先端部にあつて、その働きで樹木は伸長し、根も広がる。

3. 針葉樹材(Softwood)と広葉樹材(Hardwood)の違い

針葉樹と広葉樹は字義通り葉の形が違う。身近な針葉樹であるスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツ、モミは、うろこ状の葉のヒノキ以外、いずれも針葉であり、サクラ、カエデ、ケヤキなど広葉樹の葉と比べれば違いは歴然としている。材(Wood)にも大きな違いがある。

- Softwoodにもカラマツのような硬い材(hard wood)があり、他方Hardwoodにもキリのような柔らかい材(soft wood)があ



る。したがって、hard softwood や soft hardwood があるわけで、材の硬軟では分けられない。

- 針葉樹が地球上に出現したのは古生代デボン紀（約4億1600万年前から約3億5920万年前）で、中生代ジュラ紀（約2億1200万年前～約1億4300万年前）に出現した広葉樹よりはるかに古い。そのため材の構造も単純で、針葉樹材は約95%が仮道管（Tracheid）で占められている。他方、広葉樹材は水分通導と樹体を支持する細胞が別々になり、機能分化という合理化が進んでいて、現在の地球上で繁栄を極めていく。
- 広葉樹は水分通導を道管（Vessel）によっている。道管は針葉樹材にはなく、広葉樹材にはあるので、針葉樹材と広葉樹材を見間違えることはない。道管は肉眼では見にくいですが、レンズ（ルーペ）で見ることができる。
- さらに大きな違いは種子の構造で、針葉樹は裸子植物、広葉樹は被子植物である。
- 針葉樹材と広葉樹材とでは用途にも違いがある。大黒柱（ケヤキ）や床柱などを除けば製材のひき割類、ひき角類は針葉樹材である。木造住宅の主要構造材は針葉樹材である。広葉樹材の用途はフローリング、框など限られている。家具には針葉樹材も使われるが、広葉樹材が圧倒的に多い。日本の人工林で生産されているのはスギ、ヒノキ、カラマツなどの針葉樹である。
- 熱帯以外の地域に生育している木材には年輪がある。年輪内での道管の配列には特徴があって、広葉樹材は環孔材、散孔材、放射孔材に分けられる。

4. 辺材と心材の違い

木材市場には、素材生産業者によって生産されたスギ丸太が3m、4m、6mといった長さ別に極積みされている。そんなスギ丸太の断面を見る

と、

- 樹皮（Bark）の内側に材があり、その材は外側の色の薄い辺材（Sapwood）と内側の色の濃い心材（Heartwood）に分かれていて、さらに心材の中心部には髄（Pith）がある。
- 辺材と心材との間には、白っぽい部分があり、これを移行材（白線帯）という。樹皮と材の間には分裂組織（形成層）があるが、見ることはできない。

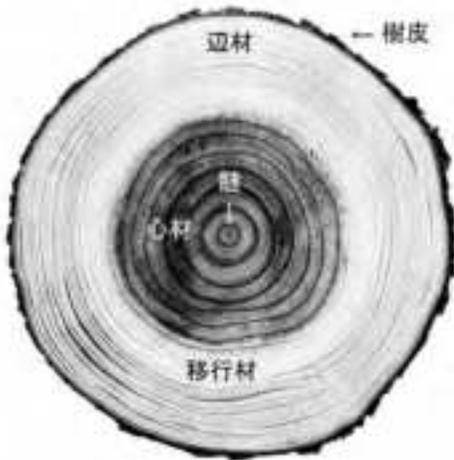
根から吸い上げた水や養分を葉に送っているのは辺材であり、心材は送っていない。心材は樹体を支持するだけである。伐倒直後の含水率（全乾重量に対する含有水分の百分率）は、辺材では200%を超える場合もあるが、心材では80%前後である。黒心では辺材と差がない場合が多い。

- スギの辺材の幅は約4cmと言われている。すなわち、心材はかつて辺材だった、スギでは木の太る速さと心材に変わる速さが等しいということである。辺材が心材に変わることを心材化と言うが、心材化によって、スギの色になる。
- スギ以外でも、強さやヤング率、剛性率など、力学的な性質は、辺材と心材とで変わらない。収縮率や熱伝導率などの物理的性質も変わらない。
- スギ以外でも心材化によって色が変わり、樹種に固有の色となる。
- 心材化で劇的に変わるのは耐朽性で、著しく高まる。変わらない樹種もあるが、そのような樹種は色も変わらない。

5. 心持ち材はなぜ干割れるか

丸太を放置するとたいていは干割れる。心持ちの角材も同様に干割れる。干割れが生じる理由は単純明瞭で、丸太の接線方向（円周方向）の収縮率が半径（直径）方向の収縮率と著しく違うからである。

収縮曲線の一例を示す。直線部の勾配が平均収



6. 木材の性質が繊維方向と繊維直角方向とで異なるのは何故か

木材はセルロース、ヘミセルロース、リグニンと呼ばれる3種類の分子(群)からできている。細胞(壁)はラメラと呼ばれる薄い膜を何層にも貼りあわせた多層構造で、ラメラを竹のすだれに例えれば、竹ひごはセルロースマイクロフィブリル、竹ひごを編んでいる糸はヘミセルロース、ラメラを貼り合わせている接着剤がリグニンである。細胞同士を接着しているのもリグニンである。セルロースマイクロフィブリルの比強度(強度を密度で割った値)は鋼に匹敵する。すだれは竹ひごの方向に引っ張れば強いが、横に引っ張れば糸が切れてバラバラになる。細胞(壁)はすだれを巻いた構造なので、細胞(壁)の軸方向には強いが、横方向には強くない。湿気(気体状の水)が入り出すのも竹ひごの間なので、収縮膨潤は横方向に生じる。

縮率、最大収縮量をパーセントで表して全収縮率と呼ぶ。どちらも収縮率と呼ばれるが、収縮率は密度にほぼ比例し、円周方向(接線方向)の収縮率は半径方向の収縮率の約2倍である。

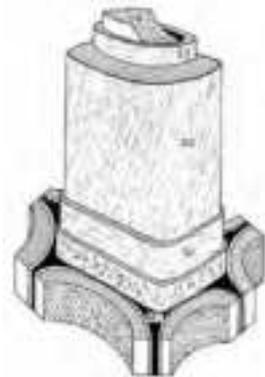
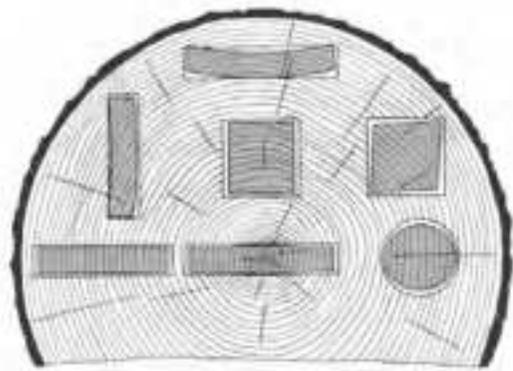
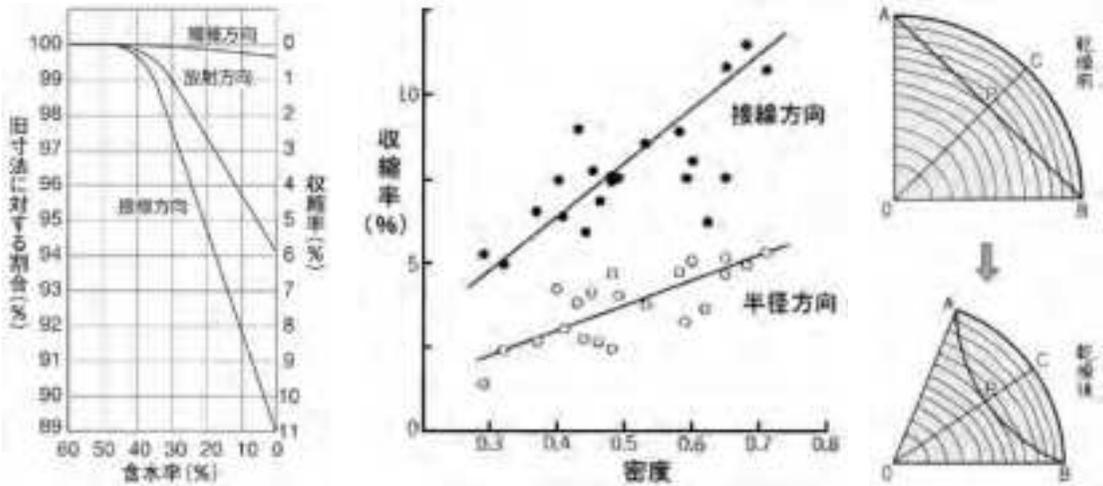
このような違いは細胞壁の構造と細胞の形状などによるものである。

四つ割の丸太を乾燥すると直角ではなくなる。心持ち材が干割れるのは、引張限界を超えたためである。

図に示したように乾燥前の直線 APB は、乾燥後には曲線に変わる。2本の平行な直線でできる板目板は、年間を通して反りの程度が周期的に変化することが理解できる。乾燥に伴う変化を模式図に示す。製材は程度の差はあるが、平面を保っているのは完全な柁目板に限られる。

7. 重い木と軽い木の違い

キリは国産材で最も軽く、なかには密度が0.2 g/cm³以下の材もある。他方、最も重いのはイスノキで、密度が1.0 g/cm³を超える材もある。ところが空隙を除いた場合の密度はキリもイスノキ



も約 1.5 g/cm^3 で、同じである。樹種や個体で密度が異なるのは一般的で、空隙の量が違うためである。したがって、強さなどの力学的性質、収縮率などの物理的性質は樹種によらず、個体によらず、密度に比例している場合が多い。未知の木に遭遇したら密度を知ることが大変参考になる。密度は含水率で変わるから、一定の含水率、例えば気乾状態にしてから寸法と重さを測り、重さを体積で除すことによって求める。次いで同じような密度の木にどんなものがあるかを調べれば、大凡の見当をつけることが出来る。

8. 樹種が違くと何が違うか、木理, 肌目, 耐朽性

樹種によって価格が違う。ただし、製材では板類、ひき割り、ひき角などの材種の違いが大きく影響する。単板、チップ、パルプと形が小さくなれば、価格の違いは樹種によらなくなる。

木理は樹種に固有である。木理は通直あるいは交走という。通直とは繊維の並び方が材内で揃っていることを言う。割った面が平らで割り取りが容易な木は“木理は通直”という。逆に年輪や成長輪と共に繊維の向きが変わったり、連続的に変わる場合はそれぞれ交錯木理、らせん木理といい、いずれも“木理は交走”という。

- 肌目も樹種に固有である。肌目は精、疎という。針葉樹材では早材と晩材の密度差が小さい場合を“肌目は精”，大きい場合は“肌目は疎”という。広葉樹材では、道管径が大きい場合を“肌目は疎”という。したがって環孔材は“肌目は疎”であり、道管径が小さい散孔材は“肌目は精”である。
- 樹種による最大の違い、最も注意すべき違いは耐朽性である。耐朽性の試験方法は管理下で培養された木材腐朽菌を使う方法が一般的で、「木材の試験方法のJIS」、保存協会の試験法などがあり、耐朽性は大、中、小の3段階で表わす。さらに極大、極小を加えて5段階で表すこともしばしばである。他に「杭試験, Stake test」があり、杭を地面に埋めて5年毎に引抜いて、劣化の状態を調べる方法もある。耐朽性は樹種に固有ではあるが、場所を特定することが前提であって、南極大陸ではあらゆる材が耐朽性極大である。

9. 木材はどんなときに腐るか

木材腐朽菌は木材を分解し、その分解生成物によって生きている生物である。したがって、木材が腐朽するのは、木材腐朽菌が存在し、さらに木材腐朽菌が活動する場合に限られる。そんな場合がない場では樹木が生育しない。したがって腐朽



4年半野ざらしの柱角材、左からスギ、ヒノキ、ベイツガ、オウシュウトウヒ集成材（榎戸木材店）

条件を人為的に断たない限り、木材は腐朽する。

- 木材腐朽菌は胞子の状態で存在している。ある条件が整うと胞子は発芽して、菌糸を伸ばす。その条件は温度と水である。菌の種類によって発芽温度域は異なり幅がある。適温は24℃～35℃が多く、夏期である。次いで必要なのは水である。水は発芽に不可欠である。
- 木造住宅では、木材の含水率は軒下で約15%、室内では約12%、床下でも約20%であり、30%を上回ることはない。木材腐朽菌が発芽する際に必要な水は液体状態の水であって、含水率では30%以上である。そのような水はどこから、どのように供給されるのか？住宅内で腐朽が発生する場所は決まっている。風呂場、トイレ、キッチンなどの水回り、とくに床下部材である。部材では、土台、床根太、床束が多い。同じ束でも小屋裏で腐朽した話は聞かない。

水回りには水道管が走っている。水道水の温度は外気温より低いので夏場は結露することが多い。そのため水回りでは湿度は高いのが一般である。床下で空気の動きがない場合、湿度は極めて高くなるだろう。そのような環境下で土台は基礎に、床束は束石に接している。どちらも重くて熱容量が大きい。夏場に暖かい湿った空気が供給されると、熱容量の大きい基礎や束石は結露を生じやすいのである。根太周辺は空気の動きが少ないことで結露を生じやすい。

資材倉庫の小屋組みで結露が生じた結果、部材が腐朽したケースもある。

10. 材の変異、あて(材)、もめ、未成熟材、脆心材、ぬか目

樹木は、生育する環境によって材に様々な変異を生じることがある。環境とは場所や気象条件をいうが、例えば急傾斜の斜面だったり、特定の方向から強い風が吹く場であったり、低温が続く場であったりすると、材に異常を来たす。成長の過

程でも、幼令期の材と成熟した後の材とは違いがある。

- あて（材）は樹木が傾斜地で生育した場合や大きな枝の付け根に形成される異常組織である。

針葉樹では傾斜地の谷側の部分、枝の付け根の下側の部分に生じるので圧縮アテ材と呼ばれる。画面中央の上側で色の濃い部分が“あて”であり、濃色で軸方向の収縮率が大きく、狂いの原因となる。

広葉樹のあては、針葉樹のあてとまったく異なっていて、傾斜地の山側、枝の付け根の上側に生じるので引張アテ材と呼ばれる。アテ材の形成は圧縮や引張の力とは無縁で、いずれも本来のあるべき状態（位置）に戻そうとする結果、形成されると考えられていて、正常な細胞壁構造ではない。

- もめは字義通り立木の段階で、樹木が台風などでもまれた場合に出現する。ある範囲にわたって繊維が座屈し、肉眼でも分かるような

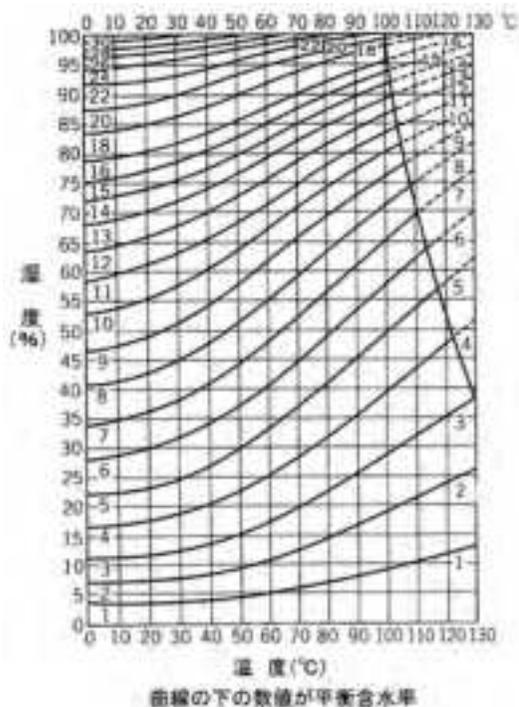
座屈線が生じる。強度が著しく損なわれる。

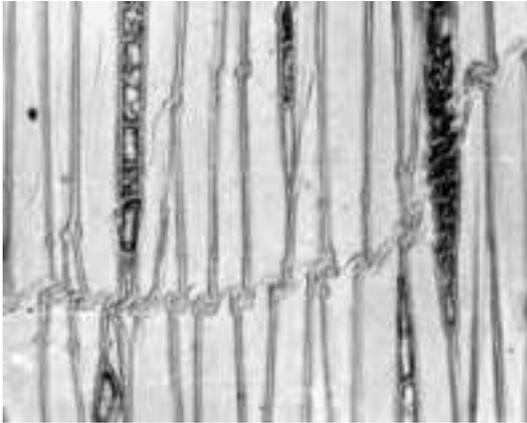
- 脆心材は樹木の髄周辺の材を言うが、樹種によっては問題とはならない。針葉樹材では仮道管長が成熟材部に比べて短く、材の破断面が滑らかで、繊維状の毛羽立がなく、強度も小さくて木材特有の粘りが無い。広葉樹材でも同様であるが、もめがみられる場合がある。
- むか目は、広葉樹の環孔材で成長が著しく悪い場合に生じる。年輪幅が狭く、そのような年輪が続くと材の密度が著しく小さくなって、期待する強さが得られない。

11. 木質材料:集成材, CLT (直交集成板), 合板, LVL (単板積層材), パーティクルボード, 繊維板, etc

木質材料は、製材では得ることが出来ない寸法、形状、さらに製材にはない性質の材料を得るために、様々な形の木材（エレメント）を接着剤によって接着接合して作り出された材料である。したがって接着剤の性能＝耐水性能が木質材料の用途を決めていると言って過言ではない。しかし、エレメントは木材なので、木材に関する知識が木質材料を扱う上でも基本となることは言うまでもない。

木質材料の接着剤は、製品の木質材料が建築などの構造部材として使われるのか、造作や家具な





もめ



木材特有の破断面



破断面は毛羽立たない

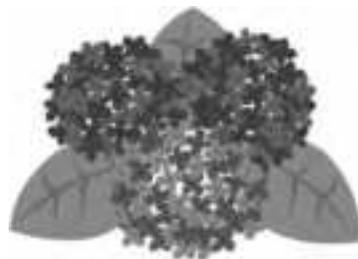
どに使用されるのか、すなわち耐水性を必要とするのか否かで使われる接着剤が、熱硬化性樹脂接着

剤と熱可塑性樹脂接着剤に大別される。さらに接着剤によって色、耐久性（耐水性）、硬化様式などに違いがあるので、用途に適合する製品を選ばねばならない。

- 集成材：エレメントはひき板，ひき角，構造用 / 造作用
- CLT（直交集成板）：エレメントはひき板，造作を兼ねた構造用など
- 合板：エレメントは単板，構造用 / 造作用
- LVL（単板積層材）：エレメントは単板，構造用 / 造作用
- パーティクルボード：エレメントは削片，構造用 / 造作用
- 繊維板：エレメントは繊維，湿式と乾式
- MDF, PSL, OSL, OSB
-

参考図書：

木材のおはなし（1988年 日本規格協会）
最新木材工業事典（2019年 日本木材加工技術協会）



北海道における森林獣害と農薬

明石 信廣*

1. はじめに

森林で発生するさまざまな病虫獣害に対して農薬が開発され、使用されてきたが、獣害を対象としたものは多くはない。ニホンジカ、カモシカ、クマ、野ウサギ、野ネズミに対して忌避剤が登録されているほか、野ネズミ被害に対して殺そ剤が登録されている。現在、北海道で獣害に対して使われている農薬について、現状と課題を述べてみたい。

2. シカ忌避剤

北海道で問題となる獣害は、野ネズミ（主としてエゾヤチネズミ）、野ウサギ（エゾユキウサギ）、エゾシカによるものである。このうち、近年はお

もにエゾシカに対して忌避剤が使われてきた。

エゾシカは通年で樹木の枝葉を食害するが、北海道の造林地で問題となるのは樹木の生育期に発生する食害であることが多い。その年に新しく伸びた枝が被害を受ける。そのため、忌避剤の使用方法が非常に難しい。

枝が伸長を始めてすぐの時期に忌避剤を散布すると、その後に伸びた部分が食害を受ける。枝がある程度伸長してから忌避剤を散布しようとする、食害が激しいところではすでに多くが食害を受けていることもある。そこで、私たちは枝の伸長に合わせて複数回忌避剤を散布する試験を行った（明石ほか 2012, 雲野ほか 2015）。試験は北海道標津町のミズナラ、ヤチダモ、カツラ、ハルニレの植栽地において行った。いくつかの散布パ

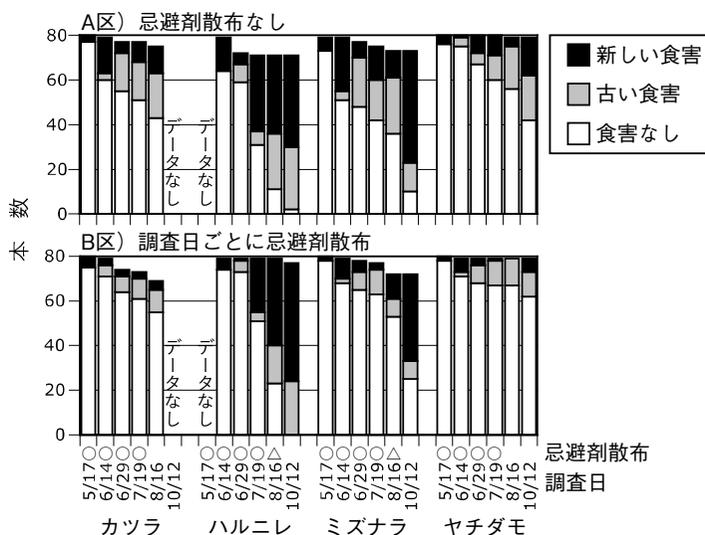


図1 広葉樹に対するシカの食害発生と忌避剤散布の効果

各樹種80本ずつを供試木として、B区では○の日に忌避剤を散布した。△の日は忌避剤を散布したが、雨天であった。

* 北海道立総合研究機構林業試験場

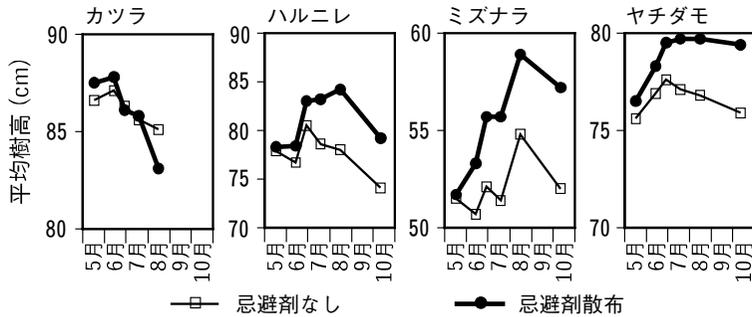


図2 広葉樹植栽木の平均樹高の推移と忌避剤散布の効果

ターンについて試験を行ったが、ここでは調査日ごとに毎回忌避剤を散布したパターンと忌避剤散布なしを比較した。

苗木を植栽した2011年には、図1に示すように、忌避剤散布なしに比べて、忌避剤散布によって概ね新たな食害の発生は少なくなっていた。しかし、7月以降、エゾシカの嗜好性の高いハルニレは食害を受けるものが増加し、忌避剤散布から3週間程度の間にも食害が発生していた。ハルニレ、ミズナラ、ヤチダモは忌避剤散布によって樹高成長が大きくなる効果がみられたが、その差は大きくはなかった(図2)。カツラは食害以外の理由による枯れ下がりが多く発生し、樹高成長への効果は不明であった。

ハルニレ、ヤチダモについては翌年も引き続き調査を行ったが、前年よりも激しい食害を受け、忌避剤を散布した苗木でも7月から10月の間に平均樹高が低下した(雲野ほか2015)。

図2が示すように、枝が大きく伸長する時期は樹種によって異なる。また、シカが苗木を食害する時期も、シカの季節移動や餌となる他の植物の状態などによって、場所ごとに違いがあると考えられる。また、シカは樹高が高い苗木を選択する傾向があり(雲野ほか2015)、食害を受けずに成長した苗木が食べられやすくなる。忌避剤はシカの餌としての選択性を下げる効果はあるが、採食圧が高すぎる場所では十分な効果が見込めない場合もあり、地域や対象とする樹種ごとに、有効な

使い方を見極めることが重要である。

筆者らは、野ウサギに対する忌避剤の効果についても試験を行ったことがある。北海道では、野ウサギによる食害はほとんどが冬季に発生する。ブナの苗木に9月から10月上旬に忌避剤を散布することによって、食害が軽減され、忌避剤を使用しない場合に比べて樹高成長が大きかったことが報告されている(南野ほか2013)。

全国的には、シカによる食害がおもに冬季に発生する地域、野ウサギによる食害が夏季に発生する地域もあるようだ。加害動物の種類に関わらず、枝が伸長しない冬季の被害に対しては忌避剤の効果が期待されるが、枝が伸長する時期の被害に対しては大きな効果が期待できないかもしれない。シカや野ウサギなどによる獣害が発生した場合、加害した動物の種類を正しく識別するのに加え、発生時期を把握し、その条件に合わせて忌避剤散布などの防除手段を適切に選択する必要がある。

3. 野ネズミ対策と殺そ剤

近年、北海道ではエゾシカによる被害の面積が大きくなっているが、野ネズミ被害も毎年発生しており、幼齢林では枯死木がしばしば発生するため、その対策は重要である。野ネズミ被害は古くから大きな問題として認識されてきたため、研究の蓄積も多いので、その概要を紹介したい。

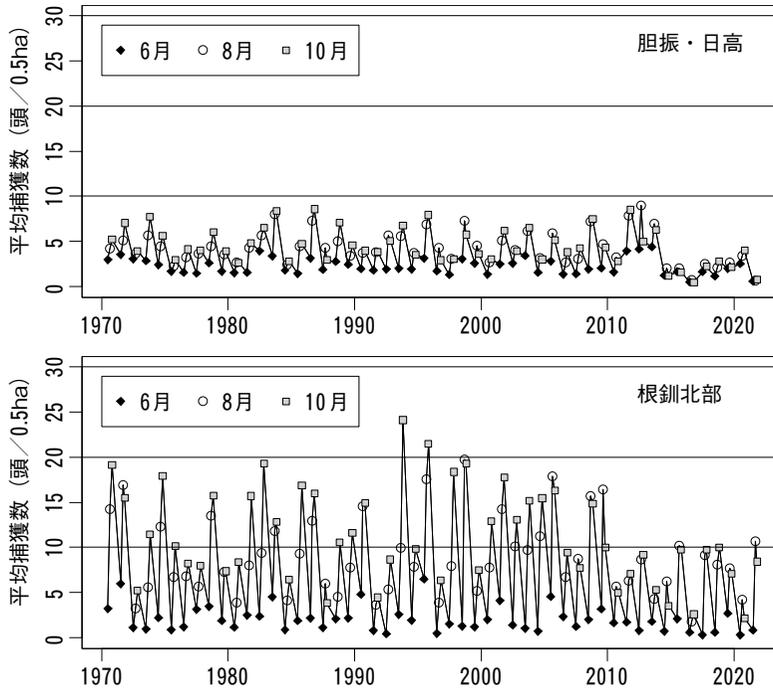


図3 地域によって異なるエゾヤチネズミ捕獲数の変動パターン

胆振・日高では、もともと6月、8月、10月の変化が小さく、2014年以降は季節による違いがほとんどなくなった。根釧北部では6月から10月にかけて大きく増加するが、2010年以降は、8月から10月の増加がほとんどみられない。

(1) 殺そ剤の種類

現在、日本の山林で使用できる殺そ剤として、リン化亜鉛、ワルファリン、クロロファシノン、またはダイファシノンを有効成分とするものが農業登録されている。ワルファリン、クロロファシノン、ダイファシノンは抗血液凝固剤で、慢性毒性の殺そ剤と言われ、繰り返しネズミが食べることで内出血をおこして死亡するものである。これに対して、リン化亜鉛は急性毒性の殺そ剤である。北海道で現在使われているものはリン化亜鉛を1%含む粒剤であり、1粒を食べることでエゾヤチネズミの多くが死亡する大きさで作られている。

リン化亜鉛 Zn_3P_2 は野外では水などによって徐々に分解される(鈴木・前崎 1975)。また、ネズミに食べられると胃酸 HCl と反応して毒性のあるリン化水素ガス(フォスフィン, PH_3) を発生させるが、リン化亜鉛として動物の体内に蓄

積しないので二次毒性が低いと評価されている(例えば, Erickson & Urban 2004)。リン化亜鉛の原体は毒物及び劇物取締法において「劇物」に指定され、リン化亜鉛1.5%粒剤、3%粒剤も劇物であるが、1975年以降、北海道では「普通物」に区分される1%粒剤が使用されている(中田 1988)。適用方法としてはヘリコプターからの空中散布と人力による地上散布があり、薬剤を適切な場所に配置できる地上散布のほうが使用量は少なく良い(中田ほか 2013)。

(2) 野ネズミ発生予察調査

野ネズミ被害のほとんどは冬季に発生する。被害を発生させるエゾヤチネズミは年によって大きく増減するため、北海道では1950年代から野ネズミ発生予察調査を続けている(図3)。これは、1箇所につき50個のワナを10m間隔で設置し、翌日から3日間、毎日見回りを行い、エゾヤチネ

ズミの合計捕獲数（頭/0.5haと表す）を生息状況の指標とするものである。民有林では6月、8月、10月の3回、補助事業として殺そ剤を使用する各市町村で1箇所以上の調査を行っている。8月までのデータから10月の捕獲数を予想し、実際の10月の捕獲数を参考に、越冬するエゾヤチネズミを駆除するための殺そ剤散布を行う。捕獲数が多い年には、一定の期間を空けて2回の殺そ剤散布を行うことが望ましいとされている。

野ネズミ発生予察調査による捕獲数の変動パターンには、地域ごとに大きな違いがある（図3）。エゾヤチネズミの捕獲数は、毎年6月から8月、10月にかけて増加するのが普通であった。6月の平均捕獲数はどの地域でも大きな違いがないが、例えば、胆振・日高地域では8月、10月の平均捕獲数が10頭/0.5haを超えないのに対して、根釧北部地域では20頭/0.5haを超えることもあり、季節によって大きな変動を示す。

（3）野ネズミ被害と対策

これまでの研究から、若い造林地ほど被害が多いこと、スギやカラマツは被害を受けやすく、アカエゾマツには被害が比較的少ないこと、沢沿いやササの濃い造林地などで被害が多いことなど、被害の発生と関連する環境要因が明らかにされてきた（中田ほか2000）。このような情報は、被害が発生しにくいような施策を行い、農薬の使用が必要な場所を絞り込むうえで重要である。また、おもに冬季に発生する被害に対して、秋に適切に殺そ剤を使用すればエゾヤチネズミの生息数は大きく減少するが、その後、根雪までの期間が長ければ周辺のエゾヤチネズミが再侵入する（中田ほか1979）。そのため、根雪直前の散布が推奨されている。

前述のように、樹種ごとの被害の受けやすさが示されているため、沢沿いなど被害が懸念される場所や過去に被害を受けてきた場所では、被害を受けにくい樹種を選択することが可能である。ま

た、北海道では植栽列の間を下刈りせずに残す筋刈りがしばしば行われるが、残した部分がエゾヤチネズミの生息適地となるため、被害を受けやすい樹種では全面を下刈りすることが推奨されている。

4. 今後の獣害対策に向けて

1976年に発行された「森林保護学」（四手井1976）では、鳥獣害のほとんどはノネズミとノウサギによるものと書かれている。特に、拡大造林によって造林面積が大きかった時代には被害面積も大きく、多くの研究者がその対策を検討していた。野ネズミ発生予察調査に基づいて殺そ剤を散布するという流れはこの頃までに確立され、その後40年余り、大きな変更なく続けられてきた。1990年代以降、エゾシカ被害が増加し、筆者らはその対策を検討してきた（明石2009, 2016）。現在の北海道における野ネズミ対策とエゾシカ対策の概要を表1にまとめた。

近年は森林認証制度の普及もあり、農薬の使用を最小限とすることが求められる。造林面積の減少とともに、殺そ剤が散布される面積も小さくなってきた。殺そ剤散布に使われるヘリコプターの使用機数も減少し、近年は3機で北海道全域をカバーするため、散布時期の制約も大きくなってきている。人手による地上散布でも、今後は労働力の確保が課題になるだろう。農薬の使用量が減少することは望ましい面もあるが、使用量が少なくなっても必要な農薬について、農薬登録や使用のための体制をどのように維持していくか、新たな検討が必要になるだろう。

そのひとつが、UAVによる殺そ剤散布である（畑中2021）。まだ実施に向けた試験の段階ではあるが、実現すれば、必要な場所に限って適期に散布できる可能性がある。

近年、自動撮影カメラによる野生動物調査が広く行われるようになり、時折エゾヤチネズミをくわえたキタキツネが撮影されるようになった。キ

表1 北海道の森林における野ネズミ対策とエゾシカ対策

	野ネズミ被害	エゾシカ被害
被害発生と関連する要因		
加害動物の生息状況把握	野ネズミ発生予察調査	ライトセンサス 狩猟者による目撃数 (SPUE) 人工林, 天然林の被害調査
被害が発生しやすい場所	沢沿い, 枝条の多い林分など (林分内の環境による)	林縁など (林分の立地条件による)
被害を受けやすい樹種	カラマツ, スギなど	広葉樹, 次いでカラマツなど
被害の防除		
被害を防ぐ対策	被害を受けにくい樹種の選択, 全面的下刈りなど	被害を受けにくい樹種の選択, 忌避剤, 物理的な防護資材など
加害動物の駆除	殺そ剤 (空中散布, 地上散布)	銃やワナによる捕獲

タキツネだけでなく、ヘビや猛禽類などの天敵も、エゾヤチネズミの増加を抑える重要な役割を担っていると思われる。今後はこれらの効果の定量的な評価もすすめていく必要がある。

このように課題が残されているとはいえ、野ネズミ対策ではさまざまな研究成果にもとづいて被害を軽減するための施業方法や農薬の使用方法が提示され、それを実行する体制が構築されてきた。それに比べると、シカ対策や野ウサギ対策では、どのような場合に忌避剤が有効かなど、対策を効果的にすすめるための情報がまだまだ不足しているように感じられる。

対策を検討する上でのシカや野ウサギと野ネズミの大きな違いは、シカや野ウサギは行動範囲が広く、林分内だけの対策では解決が難しいことである。野ネズミ被害に対して殺そ剤を適切に散布することで、対象林分に生息するエゾヤチネズミのほとんどを駆除することができ、周辺からの再侵入はあるものの被害の軽減が期待できる。しかし、エゾシカの季節移動は時には100kmにも及び、エゾシカ捕獲をどこでいつ実施するかによって、被害軽減の効果は異なるだろう。

本稿ではエゾシカに対する忌避剤の使用方法の難しさを指摘した。大型動物であるシカは、物理

的な防護資材でも破壊することがあるなど、被害を防ぐのも容易ではなく、また大きなコストがかかる。広範囲を移動するエゾシカは、森林被害だけでなく農業被害や交通事故などさまざまな影響をもたらしており、地域ぐるみで生息密度をコントロールすることが不可欠である。近年はエゾシカの増加は抑えられているものの、捕獲によって生息密度を大幅に低下させるには至っていない。

近年、野ウサギ被害の報告は少ないものの、被害木はしばしば観察される。西日本でも野ウサギ被害が発生しているようである (例えば鶴川ほか2020)。しかし、野ウサギ被害について、表1に示したような項目がどれだけ明らかにされているだろうか。生息状況を継続的に把握する体制はなく、集計される被害面積も実際の被害の一部にとどまっている。

一つの林分に、複数種の動物による獣害が発生することもあり、獣害対策は加害動物ごとの個別の技術ではなく、その地域で発生する被害全体を考慮したものでなければならない。森林獣害は人口減少が続く過疎地の問題であることが多い。新たな技術も導入しながら、今後も継続できる獣害対策の手法や体制を再構築する必要がある。

引用文献

- 明石信廣 (2009) エゾシカによる森林被害—エゾシカ保護管理計画策定以降の対策の歩みと今後の課題—。林業と薬剤 188: 1-8
- 明石信廣 (2016) 森林におけるエゾシカ被害対策のあゆみ。北方林業 67: 81-84
- 明石信廣・雲野明・対馬俊之・鈴木春彦・長田雅裕・大野葵 (2012) 広葉樹のエゾシカ食害に対する忌避剤の効果的な適用時期。北海道林業試験場研究報告 49: 97-107
- Erickson, W. A & Urban, D. J. (2004). Potential risks of nine rodenticides to birds and nontarget mammals: a comparative approach. Washington, DC: US Environmental Protection Agency, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances.
- 畑中香之 (2021) ドローンによる殺そ剤散布の検証について。森林保護 355: 12-14
- 南野一博・阿部友幸・佐藤創・明石信廣 (2013) ブナ人工林における忌避剤の連年散布によるウサギ害の防除効果。森林防疫 62: 185-191
- 中田圭亮 (1988) 野ネズミ防除事業に使われるリン化亜鉛殺そ剤の性質と取扱い。北海道森林保全協会
- 中田圭亮・坂口勝義・川辺喜吉・広田文憲 (1979) エゾヤチネズミに対するリン化亜鉛 1% 殺そ剤の駆除効果の再確認。北海道林業試験場研究報告 16: 81-86
- 中田圭亮・佐々木満・松尾巖 (2000) 施業・環境因子による野ネズミ被害の数値予測。北海道林業試験場研究報告 37: 41-49
- 中田圭亮・雲野明・佐藤滝也 (2013) 殺そ剤の地上配置のしかた。光珠内季報 168: 7-10
- 四手井綱秀 (1976) 森林保護学。朝倉書店
- 鈴木熙・前崎武人 (1975) 殺そ剤に含まれるリン化亜鉛量の経時変化。北海道林業試験場研究報告 13: 47-51
- 鶴川信・藤澤義武・大塚次郎・近藤禎二・生方正俊 (2020) ニホンノウサギによる食害とその防除がコウヨウザン 1 年生苗の生残および成長に与える影響。日本森林学会誌 102: 317-323
- 雲野明・明石信廣・対馬俊之・中田圭亮・長田雅裕・森浩信 (2015) 広葉樹に対するエゾシカ忌避剤の効果的な適用時期の検証。北海道林業試験場研究報告 52: 1-10



外来種の話

⑦ その他の哺乳類

福山 研二*

はじめに

前回は、外来種の哺乳類として重要なアライグマとマングースを取り上げた。哺乳類では、他にも多くの種が特定外来種として指定されている。哺乳動物の場合、近縁種間では交雑が起りやすく、その地域の固有種や固有亜種が遺伝的に汚染されることが問題となっている。もちろん、生態系や農業に対する被害なども問題となっているのだが、遺伝的な汚染は、実態がつかみづらく対策もむずかしい場合が多い。

1. サルの仲間

わが国には、固有の霊長類として、ニホンザルが生息しており、下北半島に生息している群は、世界中のサルの中までもっとも北に住んでいるサルとして有名である。もちろん、人間を除いてであるが。

また、長野県の地獄谷では、温泉に入るサルが観光の目玉となっているほか、古くは、大分県の高崎山のサルなどが観光の目玉となっている。また、動物園での猿山は、未だに不動の人気を誇っている。

ニホンザルが、人々に愛される理由は、なんといってもその行動が人間に近いことにあるだろう。猿山などを観察していると、ボスの隙を見て、餌をかつさったり、メスにちょっかいをかけてフラれたり、子猿同士がじゃれあったり、大人のサル同士がのんびりと毛づくろいをしあったりし

ている姿は、人間社会を映し出しているようで飽きることがない。

ニホンザルは、本州・四国・九州から屋久島、種子島にまで生息しており、人口密度が高いわが国のような島国で、これほど広範囲に生息していることは驚くべきことだと言わざるをえない。その背景には、日本が山国であり7割近くが森林に占められていることも原因かもしれないが、古くからニホンザルに親しみを感じており、猟師もサルを撃つことを嫌ったためと思われる。ニホンザルは、ほとんど植物食であるため、肉は臭みもなく美味しいらしいが、サル肉を名物として食べている地域は聞いたことがない。

ニホンザルは、尾が短く顔が真っ赤かであることはよく知られている。私などは、昔はニホンザルの学名 *Macaca fuscata* の *Macaca* は、顔が真っ赤だからかと思ったほどである。実際は、アフリカでサルのことをマカクということからついでらしい。お恥ずかしい話である。

顔が赤いというが、実際は皮膚に赤い色素が付いているということではなく、皮膚に色素がないため血管が透けて見え、赤くなっているのである。つまり、ニホンザルは、白人なのである。これは、ニホンザルが北のほうに住むようになったためと思われる。

同じように、尻尾が短くなったのも寒冷地に住むための適応だと言われている。一般に哺乳動物などは、寒冷地に行くほど、尻尾や手足、耳などが短くなる傾向があり、アレンの法則と言われている。寒冷地では、体温を維持するためには、表面積をできるだけ小さくしたほうが良いためにそ

*自然環境研究センター客員研究員 FUKUYAMA Kenji

うなっただと言われている。これと似た法則では、ベルグマンの法則というのがあるが、北のほうに行くほど、哺乳動物の体が大きくなるというものである。

昔話に、サルは尻尾が短いのは、長い尻尾で魚を釣ろうとして池に垂らしたところ、池が凍って抜けなくなり、尻尾がちぎれてしまったためだというのがありますが、全くのデタラメというわけでもなさそうである。

ところが、近年になって、尻尾が長いサルが野外で見つかるようになった。さては温暖化により気温が高くなって、尻尾を短くする必要がなくなったのかと思いきや、なんと外来種との交雑が起こったためである。

わが国には、もちろんニホンザル以外のサルは生息していなかったが、動物園や飼育されていた外国のサルが逃げ出して野生化し、その数も増えてきている。

日本で特定外来生物に指定されているサルは、台湾ザル、カニクイザル、アカゲザルなどであるが、カニクイザルは今の所、野外に定着している例は報告されていない。

台湾ザル (*Macaca cyclopis*)

名前の通り、台湾原産のサルで、マカク属の中でもニホンザルに近縁な仲間である。体毛は灰褐色で手足の毛がやや黒っぽい。遠目には、ニホンザルによく似ている。ただし、尻尾が20～

35cm と長いことから容易に区別ができる。

主に動物園などで飼育されていた個体が逃げ出して野生化したものが多く、伊豆大島では野外に定着繁殖している。下北半島や和歌山県でも野生化していたが、捕獲事業により現在は根絶されている。

ニホンザルに食性は似ているため、伊豆大島では、特産であるアシタバが食害されたり、柑橘などの果樹、野菜などの農産物が食害されて問題となっているが、最も重要な問題は、遺伝子汚染である。

すでに述べたように、台湾ザルは一時期、下北半島と和歌山で野生化していた。その時、その地域で尾が長いニホンザルが見つかるようになったのである。

これは、明らかに交雑が起こったためである。その後の研究では、遺伝子汚染の大きさと、尻尾の長さには、相関関係があることがわかり、ニホンザルの尻尾の長さが、外来種との交雑の程度の指標になることも分かった。

ニホンザルは、わが国だけに生息する固有種であるため、その遺伝的特徴もしっかりと保全する必要がある。そのため、駆除事業が実施され、現在では下北半島と和歌山からは排除することができている。しかし、今後も注意をしないといけないと知らぬ間にまたもや尻尾が長くなっていくかもしれない。

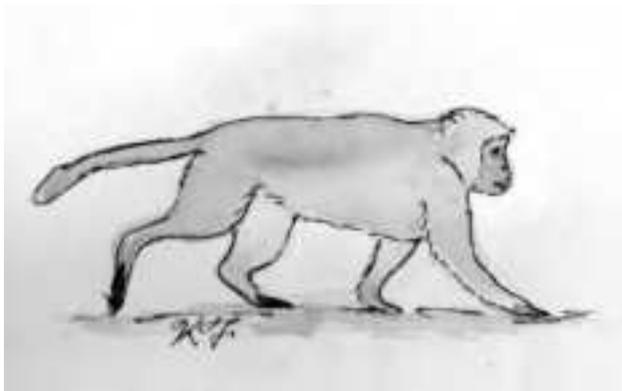


図1 台湾ザル (尻尾が長い)

アカゲザル (*Macaca mulatta*)

アカゲザルは、ニホンザルに最も近縁のサルといわれており、50万年前までは同じ種であったとされている。

名前の通り、ニホンザルより、明るい赤茶けた色をしており、尾は長い。

原産地は、アフガニスタンからインド北部、中国南部であり、実験動物として世界中で飼育されていた。かつて初めて人工衛星に乗せられたのもこのアカゲザルである。そのため、飼育されていたものが逃げ出すことも多く、わが国でも千葉県で逃げ出して、房総半島で野生化している。

房総半島には高い山はないが、高宕山や清澄山など低山が続いており、昔からニホンザルが生息していた。房総半島は、関東平野に囲まれた山地であるため、他のサルの生息域とは隔離されており独自の遺伝集団が形成されていると思われる。

実は、筆者がまだ学生の頃、房総半島のサルの調査を手伝ったことがある。初めは、Uさんというサルの研究者のお手伝いをして、清澄山の農家に泊まり込んで、サルの群れを追いかけるといふ仕事であった。私も、その時に初めて野生のニホンザルというものを見ることができ感動したものである。そして、野生のニホンザルがいわゆるサルの鳴き声とされるキャッキヤというなきかたよりも、ホイホイとかクークーとか、様々な鳴き方をすることに驚かされたものである。

房総半島のニホンザルは高宕山から清澄山にかけて広い範囲を移動しながら生息しており、しかも複数の群れに分かれているらしい。そのため、現在観察しているニホンザルの群れが、この間観察した群れと同じかということも確認は難しく、いったいぜんたい房総半島にはいくつの群れがあり、その群れはどのような範囲を移動しているのかを把握することは不可能に近かった。

そんな折、文部省の科学研究費で房総半島の大規模な生物総合調査が行われることとなった。当然、ニホンザルも対象となった。しかし、どう

やって全ての群れを把握するかという大問題があった。そこで、考えられたのが、人海戦術による、ニホンザル一斉調査という方法であった。

当時は、自然保護運動が盛んとなり野生動物に興味を持つ一般の人が増えていた。サルの研究者やその手伝いは数が限られているが、一般の人でもそれなりの調査のポイントを教育すればサルの群れがいるかどうかくらいは確認できる。当時は、外来のサルもほとんどいなかったから、サルを他の動物と間違えることはまずないであろう。

問題は、経費であった。ちゃんと人件費を出せば、いかに大型研究の予算があったにしてもそれほどの大人数は雇うことができない。そこで、宿泊と食事は面倒見るので、自費で参加してくれるボランティア調査隊を募ったのである。

これは予想以上の反響があり、房総半島のサルが生息しそうな地域をカバーできるほどの人数が集まったのである。

こうして、房総半島には、10以上の群れが存在することが明らかとなった。

その房総半島で、アカゲザルが野生化したため、交雑個体が現れて問題となっている。

幸いなことに、台湾ザルとの交雑個体同様、尻尾の長さである程度交雑個体であることは判別できるものの、標高は低い谷が急で入り組んでいる房総丘陵では、捕獲して取り除いていくのは大変な労力がかかる。最近では見かけだけでなく、DNA鑑定により遺伝子の汚染度を把握しつつ、房総から完全にアカゲザルの個体及び遺伝子を除いていくという目標のもと駆除事業が進められている。

2. シカの仲間

ニホンジカは、かつては絶滅が心配され、保護対象として捕獲にも規制がかけられていた。しかし、現在では、里山の放置や狩猟者の減少などによって個体数と分布域が大幅に拡大し、人口減少と高齢化の荒波にさらされている地域にとって

は、重大な問題となっている。

シカは前述のニホンザルとともに、日本の人々には大変になじみ深い動物であり、神様の使いとして大切に扱ったりしている。特に、奈良県の春日大社のシカは、野生でありながら、1000年以上も人間が大切に保護してきている。春日大社のように古くからきちんと管理をしている場合は良いが、通常の里山地域では、シカが農地に出てきて、農作物を加害することが大問題となっている。

最近では、里山の農地ではほとんどの地域で、シカから作物を守るための電気柵などが設置されており、ただでさえ働き手がない山間地域の生活を圧迫している。

そこに、さらに外来のシカが入ってくるとしたら大変である。まさに弱り目にたたり目。

キョン (*Muntiacus reevesi*)

その名前からは、シカのイメージは沸かないかもしれないが、れっきとしたシカの仲間である。ただし、ニホンジカとは、属が異なり、体も頭胴長が1m以下と極めて小さく、ツノもかなり小さい。

原産地は、中国南東部と台湾。1960年代以降に、房総半島や伊豆大島で逃げ出した個体が野生化している。

伊豆大島では、1970年の台風で動物園の柵が壊

れ、飼われていたキョンが逃げ出したものであり、房総のものは、行川アイランドで飼われていたものが逃げたと言われている。

我々は、プラスチックゴミにしろ、産業廃棄物にしろ、平常時はきちんと管理をし、リサイクルや回収をして、海に流さないようにしている。しかし、地震や津波、台風、洪水などの天変地異などの異常事態が発生した時は、一挙にそれらが海に押し流されて大量のゴミとなることは、東日本大震災の時に目の当たりにしたものである。

同じように、海外から持ち込んだ生き物も、きちんと管理をしても、災害が発生した時には、どうしようもなく逃げ出してしまうということは、起こりうることだと思う。そのため、これらを飼育する場合は、災害などの不測の事態も想定した対策を考えておくべきだろう。

筆者がキョンを知ったのは、実は、山上たつひこ氏の漫画「こまわり君」である。少年警察官こまわり君が、時々、「八丈島のキョン」と叫んで、キョンに変身するギャグであったが、学生であった当時は、外来種の問題であるとは知らなかった。それでも、漫画に取り上げるほどだから、かなり世間では話題になったのであろう。

シカは、在来種でさえ、農業や林業の被害が大問題となっているのに、それまで大型草食動物が

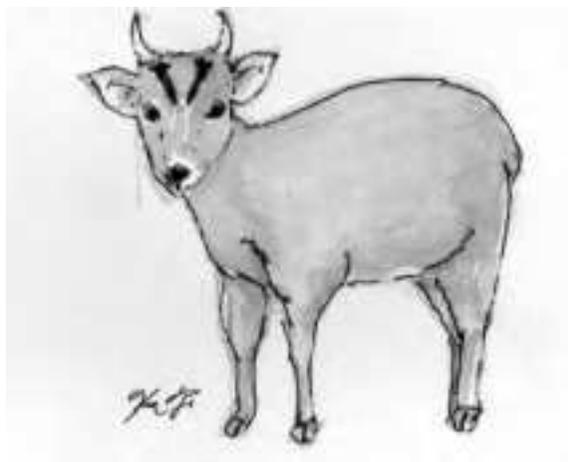


図2 キョン

いなかった八丈島に、侵入したわけなので、かなりの問題となったことは、想像に難くない。

実際、島の名産、アシタバをはじめ、農作物の被害が頻発したようである。東京都としても、駆除事業を始めたが、当初は、思うように個体数が減らなかった。これは当初の個体数管理の手法に問題があったため、予想以上に個体数が多いことがわかり、駆除頭数を多くして対応している。

房総半島は、伊豆大島よりも面積が広いので、駆除はより困難であり、現在も個体数や分布域は拡大の一途をたどっている。

そういえば、伊豆大島にしろ房総半島にしろ、冬も暖かく適度な山と森と草原があり、台湾原産のキョンにとっては故郷の気候風土に似たこの地域は、天国みたいなものかもしれない。

しかし、一方では、キョンは、小型のシカであるため、その皮は、しなやかできめ細かく、セム革としては最高級品とされているほか、肉も柔らかく脂肪が少ないヘルシーなところが受けており、ジビエ料理の材料としての需要が見込まれる。今後は、ジビエ化を推進し、在来のシカとともに、活用しつつ個体数を管理していくことも重要であろう。

その他のシカ

キョン以外では、まだそれほど広範囲に野生化した外来のシカはいないが、これまでに、アキシスジカ、マリアナジカ、台湾ジカ、サンバー

などが野生化したことがあり、ニホンジカとの交雑なども起こっている。サンタさんのソリを引くトナカイなども、野生化する可能性があり、ニホンジカとの交雑の可能性もあるとされている。また、ダマシカやシフゾウなども逃げ出せば野生化する可能性があると言われており、飼育する場合は管理をきちんとする必要がある。

3. リス類

リスは、愛らしくよく動く目と、フサフサとした尻尾、俊敏な動作などでペットしても人気にある動物である。昼行性であることから、野外観察会などでも人気の動物である。基本的に野生動物の飼育は禁じられているため、ペットとして輸入されることが多く、それが逃げ出して野生化することは大いにあることであろう。

クリハラリス (*Callosciurus erythraeus*)

別名台湾リスと呼ばれ、インド東部から中国南部、台湾が原産で、昔から輸入されたものが逃げ出し、各地で野生化している。

見た目は、ニホンリスによく似ているが、ニホンリスの腹が白いのに比べ、薄茶色をしていることで区別できる。栗色の腹なので、クリハラリスというわけである。

現在は、伊豆大島、神奈川、静岡、岐阜、大阪、和歌山、長崎、大分、熊本など各地に生息するようになっている。



図3 クリハラリス

筆者が、30年ほど前に、伊豆大島に行った時に、ツバキの枝に縞状の奇妙なかじり跡がついていたが、地元の人に聞くと、タイワンリスの仕業であるとのことであった。ニホンリスでは、このような習性はあまり聞いたことがなかったが、やはり外来種であるため、行動習性も異なるのである。伊豆大島は、ツバキが重要な特産物となっているため、タイワンリスによる被害はかなりの問題となっていることは想像に難くない。

ニホンリスが生息していない地域では、農林業への被害が問題となっているほか、在来のリスが生息している地域では、生息場所や餌資源の取り合いにより在来のリスが減少したり、遺伝子汚染や地域絶滅が心配されている。

可愛いからといって、餌付けするなどは厳禁である。

シマリス (*Tamias sivilicus*)

シマリスは、小形のリスで、冬眠をすることで知られており、ユーラシア大陸に広く生息してい

る。北海道に生息しているシマリスは、その亜種である。

ニホンリスよりずっと小型で、茶色の縞模様が愛らしい上、地上で活動することも多いため、人に触れることが多く、ヨーロッパでは、公園で餌付けされている姿を映像などで見た方も多いことと思う。

北海道以外には生息していないため、ペットとして中国などから盛んに輸入されている。

現在は、特定外来種としては指定されていないが、亜種とはいえ、遺伝的に異なるものをむやみに放して良いものではない。実は昔、札幌の公園にシマリスを放す運動のようなものもあったのだが、当然、大陸のシマリスを放したため、識者から問題視された。

外来種問題では、可愛いとか、かわいそうとか、自然と触れ合いたいというような、善意から間違った行動を取ってしまうことが多く、専門家による啓蒙の大切さを感じる次第である。

禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

令和4年6月20日 発行

編集・発行／一般社団法人 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 : <https://www.rinyakukyo.com/>

印刷／株式会社 スキルプリネット

定価 550 円

すぐれた効果

豊富なデータの裏付けで
薬剤持続期間7年を実現。

高い安全性

人体および水産動植物への
高い安全性。

充実の フォローアップ

薬剤濃度検査
サービスの実施。

培った技術力

蓄積したノウハウで最適な
アドバイスを行います。

信頼のブランド

1982年の発売以来、
永きにわたり、全国の松を
守っております。

松枯れ防止樹幹注入剤

グリーンガード®・NEO

農林水産省登録 第22023号

マツノマダラカミキリの
後食防止剤

マツグリーン®液剤

農林水産省登録第20330号

普通物

マツグリーン®液剤2

農林水産省登録第20838号

- 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。
- 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

トップジンM® ペースト

農林水産省登録第13411号

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

www.ns-green.com

樹木・花き類をニホンジカの食害から守ります。

有効成分
全卵粉末
80%

ニホンジカ専用忌避剤

農林水産省登録 第22312号

ランテクター®

全卵粉末水和剤

- ①ランテクターの有効成分(80%)は全卵粉末を使用しています。
- ②ランテクターは年間の使用回数に制限がありません。被害の発生状況に合わせて使用できます。
- ③樹木類、花き類・観葉植物に使用できます。
- ④は保土谷アグロテック株式会社の登録商標です。

■有効成分

全卵粉末	鉱物質微粉 等
80.0%	20.0%

■適用範囲及び使用方法

作物名	使用目的	希釈倍数	使用液量
樹木類	ニホンジカによる食害防止	10倍	1本当り10~50mℓ
花き類・観葉植物			100~300ℓ/10a
使用時期	本剤の使用回数	使用方法	全卵粉末を含む農薬の総使用回数
食害発生前	—	散布	—

※スギ・ヒノキや広葉樹への散布も可能です。(広葉樹の新芽が枯損するなどの心配がありません)

販売
DDI 大同商事株式会社
本社 千105-0013 東京都港区浜松町1丁目10番8号(野田ビル5F)
TEL:03-5470-8491 FAX:03-5470-8495

製造
保土谷アグロテック株式会社
〒104-0028 東京都中央区八重洲二丁目4番1号

松枯れ予防
樹幹注入剤

マツケンジー®

農林水産省登録
第22571号

Ⓡ 医薬用外劇物

有効成分：塩酸レバミゾール…50.0% その他成分：水等…50.0%
性状：赤色澄明水溶性液体



専用注入器でこんなに便利!!

① 作業が簡単!



② 注入容器をマツに装着しない!

注入・チェック・回収などで、現場を何度も回らずOK。

③ 作業現場への運搬が便利で、廃棄物の発生も少ない!

250mlの容器1本で20~25本のマツの処理が可能(φ30cmの場合)しかもジャバラ容器の使用により使用後の容器容積が小さくなる。

④ 水溶解度が高く、分散が早い!

作業時期が、マツノマダラカミキリ成虫の発生期近くまで広がる。

保土谷アグロテック株式会社 東京都中央区八重洲二丁目4番1号 Tel.03-5299-8225

《好評発売中!!》

改訂第4版 緑化木の病虫害 — 見分け方と防除薬剤 —

定価1350円（消費税込み，送料別）

一般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，最新の使用可能薬剤を掲載
- 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改訂刊行
- 発刊 平成27年10月1日
- 購入申し込みはFAXまたは電子メールで一般社団法人林業薬剤協会まで
（詳細はHPをご覧ください。URL：<https://www.rinyakukyo.com/>）

FAX 03-3851-5332 (TEL 03-3851-5331)

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

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

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。

**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)



製 造：住友化学株式会社

販 売：サンケイ化学株式会社 レインボー薬品株式会社

計画散布で雑草、竹類・ササ類を適切に防除しましょう!



題名
放置竹林から里山を守る!

信頼のブランド

《竹類・ササ類なら》

コロートS (粒剤)

農林水産省登録 第11912号

《開墾地・地ごしらえなら》

コロートSL (水溶剤)

農林水産省登録 第12991号

※すぎ、ひのき、まつ、ぶなの
地ごしらえ、又は下刈りの雑草防除
でも使えます。

〈製造〉

ADA biochem
株式会社 **イスター・エス 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

東 京	東京都千代田区鍛冶町 2-9-12 (神田徳力ビル)	☎03-3256-5561
大 阪	大阪府中央区道修町 2-4-7	☎06-6206-5531
福 岡	福岡市博多区奈良屋町 1-4-18	☎92-281-6650
札 幌	札幌市中央区大通西 8-2-38 (ストーク大通ビル)	☎11-261-9024
仙 台	仙台市青葉区大町 1-1-8 (第3青葉ビル)	☎22-222-2790
名古屋	名古屋市中区丸の内 1-5-28 (伊藤忠丸の内ビル)	☎52-209-5661

松くい虫防除薬剤 / 地上散布・空中散布・無人航空機散布・駆除

エコワン[®]3フロアブル

【有効成分：チアクロプリド3.0%】

®: エコワンは井筒屋化学産業㈱の登録商標です。

- ◆低薬量で高い効果が長期間持続します。
- ◆不快臭・刺激臭がないので、薬剤調製時や散布時に作業者や周辺住民に不快感を与えません。

松くい虫防除薬剤 / 樹幹注入

井筒屋

ショットワン・ツー[®]液剤

【有効成分：エマメクチン安息香酸塩2.0%】

®: ショットワン・ツーはシンジェンタジャパン㈱の登録商標です。

- ◆確実な防除効果が長期間持続します。
- ◆有効成分は、強力な殺センチュウ活性を有しています。

マツガード[®]

【有効成分：ミルベメクチン2.0%】

®: マツガードは三井化学アグロ㈱の登録商標です。

- ◆確実な防除効果が長期間持続します。
- ◆土壌放線菌から分離された有効成分を有し、環境にもやさしいです。

緑化樹害虫防除薬剤 / 樹幹注入

アトラック[®]液剤

【有効成分：チアトキサム4.0%】

®: アトラックはシンジェンタジャパン㈱の登録商標です。

- ◆薬剤が速やかに葉まで分散し、葉を食害するケムシ等に対して内側から高い殺虫効果を発揮します。
- ◆薬剤の飛散がなく、散布が難しい場所でも安心して使用できます。

井筒屋化学産業株式会社

〒860-0072 熊本県熊本市西区花園1丁目11番30号
TEL (096)352-8121 FAX (096)353-5083

樹幹注入剤(殺虫剤)

ウッドスター

ナラ枯れ防止用樹幹注入剤

ウッドキング DASH

伐倒木・枯損木用くん蒸処理剤

キルパー40

- ・ケムシ・吸汁性害虫・クビアカツヤカミキリ幼虫に効果
- ・小径孔での注入で樹木への負担が小さい
- ・公園、街路樹でも安全に処理が可能

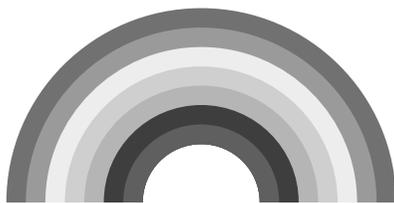
- ・ナラ枯れに対して高い予防効果
- ・2年間の残効
- ・微量の注入で省労力

- ・ガスが拡散し材内部まで消毒
- ・ナラ枯れ・松くい虫・クビアカツヤカミキリの防除に
- ・切株処理でザイセンチュウの根系感染防止

サンケイ化学株式会社

本社	〒891-0122	鹿児島市南榮2丁目9	(099)268-7588
東京本社	〒110-0005	東京都台東区上野7-6-11 第1下谷ビル3F	(03)3845-7951
東京営業部	〒366-0032	埼玉県深谷市幡羅町1丁目13-1	(048)551-2122
大阪営業所	〒532-0011	大阪市淀川区西中島2丁目14-6新大阪第2ビル	(06)6305-5871
九州北部営業所	〒841-0025	佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3	(0942)81-3808

効率的な緑地管理に!



家庭園芸薬品、ゴルフ場・森林関連薬剤はレインボー薬品へご相談ください。



SCC GROUP
住友化学 アグログループ



緑地管理の未来をひらく

レインボー薬品株式会社

東京都台東区上野1-19-10

☎ 03(6740)7777 FAX 03(6740)7000

少薬量と殺センチュウ活性で 松をガード。

少薬量の注入で効果を発揮
防除効果が6年間持続

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。



自然圧注入用



移し替え専用



移し替え専用

有効成分のミルベメクチンは微生物由来の天然物で普通物^{*}
「有機JAS」(有機農産物の日本農林規格 農林水産省)で使用が認められた成分です

※「毒物および劇物取締法」(厚生労働省)に基づく、特定毒物、毒物、劇物の指定を受けない物質を示す。

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%
- 60mL×10×8 ○180mL×20×2
- 60mL×10×8(ノズルなし移し替え専用) 容量×入数

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



三井化学
グループ