

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 235 3. 2021

一般社団法人

林業薬剤協会



目 次

生理生態学的視点から根を理解する	舘野 正樹	1
天狗巣病とは何か (その 10)	田中 潔	8
外来種のお話 ②ハチの仲間	福山 研二	19
故 小林富士雄氏を偲ぶ	山下 宏	24

● 表紙の写真 ●

ミズナラの根

植物の根は土壌の表層に形成されるため、雨で土が流れるとその張り方がよく見えるようになる。放射状に伸びている写真の根よりも深い場所に根はほとんど存在しない。

東京大学大学院附属日光植物園内で撮影

—舘野 正樹 氏 撮影—

生理生態学的視点から根を理解する

— 館野 正樹*

要 旨

樹木の根がどのような適応的な意義を持って形成されているのかという問題について、生理生態学的視点から解説した。粗根は力学的に地上部を支えるのが最も重要な役割である。地上部がどのような力学的な規範で形成されているのかという問題については研究が進んできたが、根の力学的な形成規範を明らかにすることはできていない。細根の主な役割は無機栄養の吸収であり、無機栄養を十分に吸収できるような根の量があれば、降水量の多い日本のような環境において、水の吸収能力は大過剰となる。草本と比較すると、樹木の根の無機栄養吸収能力は低い。これは樹木の細根の太さが草本よりも太いからであり、栄養吸収能力は劣っても、土壤微生物の攻撃に強く、根の寿命は長い。植物の細根は窒素などの豊富な有機物の多い表層に形成される。細根が肥大して形成される粗根も必然的に表層に多く形成され、かつ主幹から数十 m まで伸長していることも多い。

1. はじめに

植物の光合成を直接的に担っているのは葉である。そのため、光合成についての研究は分子生物学レベルから生態学レベルまで幅広く行われてきた。その一方で、土の中に形成される根についての研究は相対的に遅れていると言わざるを得ない。水や無機栄養の吸収という、必要だが単純な機能しか持たない根という認識が根の研究の遅れの一因である。また、目に見えない場所に形成されるため、扱いにくいということもある。しかし、

植物は根がなければ立つこともできず、光合成を行うこともできない。本稿では、日光植物園で行われてきた生理生態学的研究のうちで根を理解するために役立つようなものを中心に提起し、根への理解を深める一助とすることを試みたい。

2. 樹木の幹の形を決めている適応的な要素

ここでは高木の幹と根がどのような規範によって形成されているのかを考えてみたい。あらかじめ言っておくと、根に関しては決定的な証拠を得ることはできていない。そのため、幹がどのような規範で作られているのかをもとに、根の形成規範を考えることにする。

実験的に茎の形成規範を明らかにする試みは1980年代後半に開始された。葉と直立する茎からできているクワのシュートを材料にし、シュートが成長する過程でどのような指標が維持されているのかを明らかにすることにした。ヒントは建築基準法で定められている座屈に関する安全率であり、これは柱が支えられる最大の荷重と実際の荷重の比によって求められる。クワのシュートでは、茎が座屈せずに支えられる最大の荷重と葉の生重量の比で安全率を定義することができる。シュートは時間とともに成長していくが、この安全率はほぼ4に維持されていた (Tateno & Bae, 1990)。これは成長していく過程で安全率だけは一定に維持されていることを意味しており、これがシュートの形態形成の規範であることを示唆している。また、シュートを人為的に揺らす、先端をなでるというような力学的な刺激を与えると、シュートの伸長成長が抑制され、ずんぐりとした形態となる。これは接触形態形成として知られて

* 東京大学大学院理学系研究科附属日光植物園
TATENO Masaki



写真1 日光植物園のカラマツ

このカラマツに28個の歪みゲージを取り付けて、風速と歪みとの関係を測定したところ、風速100m までは折れないことが明らかとなった。

いる現象である。このようなシュートでは安全率が増加することも明らかになった (Tateno, 1991)。これは風の強い環境へ適応であると考えられる。このように、シュートを用いた実験的な研究によって、木本の地上部が力学的な規範によって形成されることがわかってきた。

幹は水や無機栄養が根から地上部へと送られる道管や仮道管という通導組織を持ち、また、地上部から光合成産物を根へと運ぶ篩管を持つ。こうした通導能力と力学的性質との関係はどうなっているのだろうか。力学規範ではなく、通導規範で幹が作られている可能性があるため、そこを判別する試みを行った。ここでは特に水の輸送能力と力学的安定性に注目した。その結果、基本的に幹の通導能力は十分であり、力学的な制約が形態を決めている可能性がほぼ明らかになっている (Taneda & Tateno, 2004)。

幹の形態形成が力学規範であるとはいえ、もっ

とわかりやすく表現することはできないのだろうか。そこで、「幹は風速何 m まで折れずに耐えられるのだろうか」という問題を設定することにした。実際に高木を風洞実験装置に入れることはできないため、野外で観察される風速を実際に測定し、その風速のもとで幹に生じる歪みも同時に測定することでこの問いに答えることにした。歪みは歪みゲージによって測定することができる。しかし、生きた樹木を使って長期間にわたって歪みを測定した例はなかった。測定機器メーカーである東京測器研究所の全面的な協力のもと、日光植物園のシンボルツリーであるカラマツ (写真1) に合計28個の歪みゲージを取り付け、1年以上、風速と歪みとの関係を測定することに成功した。生木の場合、3%程度引き延ばされると繊維が断裂することが知られているため、風速と歪みとの関係がわかれば、樹木が耐えられる最大の風速を推定することができる。推定してみたところ、このカラマツの上部では風速100m 程度までは折れないことが明らかになった (Minamino & Tate-no, 2014a)。根元の場合、さらに風速が上がっても折れない。これはかなりの驚きであると同時に、合理的な形態であると理解できるだろう。台風最大の瞬間風速は80mにも達することがあるため、100mに耐えられるというのは、過大な強度というわけではない。過大な強度を持たせれば大量の資源を幹の肥大成長に投入することになり、伸長成長が停滞することになる。伸長は植物にとって隣接する植物との競争に勝つためには必須であり、風で折れない最低限の肥大成長を確保しつつ、伸長成長を停滞させないということが重要である。こうした形態形成は安全性と経済性の妥協の産物であると理解して良いだろう。

少し横道にそれるが、分枝構造においてこの数百年の間、ダヴィンチ則という法則が知られてきた。これはレオナルド・ダ・ヴィンチが発見した法則であり、分枝前の枝の断面積と分枝後の枝の断面積の積算値が一致するというものである。し

かし、詳細に検討してみると実際の分枝構造はこれから若干ずれている。このずれは、分枝前と分枝後の力学的な安定性を一定にするような形態形成によって生じることも明らかになっている (Minamino & Tatenno, 2014b)。

日本の日本海側は世界有数の多雪地であり、ここでは雪という負荷に耐えるような形態形成が起きている。よく知られているように、多雪地では根曲がりと呼ばれる匍匐形状をとる木本が多い。こうした根曲がりとなっている幹に生じる歪みを初冬から春まで記録し続けたところ、雪によって曲げられ、接地した幹に生じる歪みは折れてしまう歪みよりもかなり小さかった (Miyashita et al., 2020)。これは根曲がりという形状を採ることによって力学ストレスを回避していることを意味している。この研究から派生して、生木が非常にしなやかであるメカニズムもわかってきている (舘野, 準備中)。

こうした一連の形態形成に関する研究から敷衍する限り、根、特に粗根の形成も力学規範となっていることが想像される。しかし、地上部を支え

るのに必要な最小限の根がどれくらいになるのかを実際に明らかにしていくのは難しい。というのは、土の状態によって必要な根は大きく変化するはずであるが、土の状態を植物は知ることができないからである。自然選択によって平均的な土における必要な根を作るようになっている、と考えるのはある程度説得力を持つ。しかし、樹木では根返りが頻繁に起きる。これは植物が土の状態にあわせて根を形成するのではなく、あらかじめ決められた遺伝的なプログラムによって根を形成していることを示唆しているのだろう。

3. 葉と細根への光合成産物の分配

幹という樹木の中で大きな割合を占める器官の形成は上に述べたような規範で行われるのだが、これは既に死んだ組織が大半を占める器官である。それでは、生きた葉と生きた細根という器官はどのような規範で作られるのだろうか。

細根の主な役割は水と無機栄養の吸収である。細根の形成が水を十分に吸収できるように行われるのか、それとも植物が必要とする無機栄養を十



写真2 モミ稚樹の地上部と地下部

右側の個体は明るい環境に生育していたものであり、根の割合が大きい。左側の個体は林床に生育していたものであり、根の割合が小さい。このような物質分配はそれぞれの環境での植物体の成長速度を最大化するように制御されている。

分に吸収できるように行われるのだろうか。草本を用い、根を段階的に切り落としていくことで、どこまで根を減らしたら葉に水ストレスが生じるのかを明らかにする試みが行われた。すると、90%程度根を減らしても葉には必要とする水が供給されることがわかってきた (Sugiura and Tateno, 2014)。日本のように湿潤な気候のもとでは、土には十分な水が保持されており、細根は実際の量よりもずっと少なくても水不足にはならないのである。これは、細根が水ではなく、無機栄養の吸収を十分に行えるように形成されていることを示唆している。

土壤中に無機栄養、特に無機窒素が不足している貧栄養な環境では、葉の量に対して細根の量が相対的に大きくなり、富栄養な環境では相対的に小さくなる。これは直感的にも合理的な現象である。とはいえ、問題はそれほど簡単ではなく、どの程度の根を作ったら植物体全体の成長速度を最大化できるかという問題を考えなければならない。草本と木本の稚樹を使った研究によれば、葉と根の比率は成長速度を最大化するような値をとっていることが明らかになっている (Osone & Tateno, 2003; Osone & Tateno 2005a)。また、暗い環境では相対的に根の量を減らすことで成長速度は最大化するのであるが、実際に暗い林床に見られる稚樹の根は小さく、その値も理想的な値となっていた (写真 2; Sugiura and Tateno, 2011)。

では、このような葉と根の割合はどのような仕組みで制御されているのだろうか。土壤に無機窒素が少ないと、植物ホルモンであるサイトカイニンの根での合成量が低下し、それによって葉の形成は抑制され、根の成長が促進される。ただし、それだけで説明されるわけではなく、葉の形成は最終的にジベレリンによる制御を受けていることがわかってきている (Sugiura et al., 2015)。この問題の最終的な答えを得るには、もうしばらく時間がかかりそうである。

4. 草本の根、木本の根

細根が無機栄養の吸収を十分に行われるように作られると書いてきたが、その細根の無機栄養吸収能力は植物によって大きく異なっている。大別すれば、草本の細根は吸収能力が高く、木本の細根は吸収能力が低い。これはどのような要因が関係し、それによって植物体全体の成長速度がどのように変化するのだろうか。

根の単位重量あたりの無機栄養吸収能力は、その表面積に比例する。すなわち、根が細いほど単位重量あたりの表面積が大きくなるため、栄養吸収能力が高くなる。草本の細根と木本の細根を比較すると、草本のものは非常に細くて栄養吸収能力が高く、木本のものは太くて栄養吸収能力が低いことがわかる (写真 3; Osone & Tateno, 2005b)。木本の根には栄養吸収を助ける菌根が共生していることが多いのだが、菌根の有無よりも自前の根の太さが栄養の吸収能力を決めてし



写真3 ススキ（右）とスギ（左）の細根

ススキの根は細く、栄養の吸収能力が高いが、スギの根は太く栄養の吸収能力が低い。その一方で、ススキの根の寿命は短く、スギの根の寿命は長い。

まっていることに間違いはない（種子田，未発表）。木本には菌根があってもなぜ栄養の吸収能力が低いのかという問題の解明は今後の課題である。

窒素の吸収に着目すると、窒素の吸収能力の高い草本では少しの根でもたくさんの窒素を吸収することができ、それによって葉の窒素濃度を高くすることができる。葉の窒素濃度が高いと、葉における光合成系のタンパク質が多くなり、葉の光合成能力が高くなる。他方、窒素の吸収能力の低い木本ではどうしても葉の窒素濃度を高くすることができず、葉の光合成能力が低くなる（Osone, Ishida, & Tateno, 2008）。例えば、草本であるシロザの葉の最大光合成速度は、ブナの最大光合成速度の3倍程度である。この違いが成長速度に大きな影響を与える。シロザは発芽してから半年で100万倍にもなることができるが、ブナはせいぜい10倍程度にしかない。このように、細い根を持つ草本は木本に比べて非常に大きな成長速度を実現することができる。

では、なぜ木本は細くて栄養吸収能力の高い根を作らないのだろうか。それには根の寿命が関係

している。草本の根の寿命はせいぜい半年であるのに対し、木本の根は数百年も生きることがある。土壌中で根は土壌微生物によるアタックを常に受けている。細い根はアタックに弱く、一方で太い根はアタックに強い（Eisenstatt et al., 2000）。つまり、短命であっても良い草本の根は細くすることができ、長命でなければならない木本の根は太くしなければならないのである。これによって、草本には急速な成長と短命が、木本はゆっくりとした成長と長命という特徴が付与される。成長速度と寿命の間には避けられないトレードオフが存在するのである。

5. 根はどこに向かって伸びるのか

これまで述べてきたように、根、特に細根は栄養の吸収を主な役割としている。そのため、細根は不足しがちな無機栄養の存在する場所に伸長し、配置されることになる。土壌の母材には窒素は含まれていないため、植物の利用する窒素は土壌有機物が微生物に利用される過程で放出されるアンモニウムイオンや硝酸イオンである。したがって、細根は有機物の多い土壌の表層に形成さ



写真4 火山灰土壌における根の分布

表層の有機物の多い層にのみ根は形成されていることがわかる。

れることになる(写真4)。また、窒素以外に必要な元素は有機物の多い層にも含まれるため、細根が土壌の表層に形成されるのは窒素以外の元素を考えても合理的なことである。

樹木を力学的に支える太い根ももともとは細根であり、これが肥大成長することで粗根となり、最終的には直径が10cmを越えるような支持根となる。そのため、根は基本的に細根の存在する土壌表層に張り巡らされることになる。樹木の場合、種子から伸びた主根は発芽後数年の間、重力方向に伸長する。しかし、この主根はやがて枯死し、土壌微生物によって分解されてしまうことにも注意しておこう。そのため、成長した樹木では主根は痕跡ののみが残り、場合によっては痕跡さえ見えなくなる。

土壌の表層にある有機物の層は寒冷地ほど厚くなる。これは地温が低いために有機物の分解が進まないからである。日本の中部ならば、有機物の層はせいぜい50cm程度であり、根はこの深さまでに存在することが多い。下層の有機物は古く、そこから無機化する窒素は浅い層よりも少ない。そのため、根は土壌の表面近くほど多くなる傾向を持つ。湿潤な熱帯では有機物の分解が急速であるため、土壌に存在する有機物の層は非常に薄い。そのため、熱帯雨林の樹木の根は温帯よりもさらに表層に集中する。場合によっては表層の10cm程度までにほとんどの根が集中している。

では、このような浅い根でどのようにして樹木の巨大な地上部を支えているのだろうか。比喩的に言えば、小人の国で捕らえられたガリバーが四方八方から伸ばされたロープによって動けなくなっている状態と同じである。深いアンカーによって固定されるのではなく、幹から様々な方向に伸びた根が土に浅く食い込んで固定しているのである。

そのような固定方法の欠点としては、土が軟らかいといくとも根返りを起こしやすくなることを挙げることができる。人間的な視点で見れば、

土壌の深層で起きる地滑りは植物の根では防ぐことができないというのも欠点と言えるだろう。植物にとって重要なのは、「根返りというリスクはあっても、必須の無機栄養を効率的に吸収することなのだ」と理解するのが生理生態学的には最も説得力があるようだ。

終わりに

このような形成過程をもつ樹木の根は浅く、また非常に長い。植物園で根を追跡してみると、高さ30m程度のカツラの場合、幹を中心として半径30m程度の範囲に根が分布している。そのため、根は近隣の樹木の根と重なり合い、複雑な構造を示している。

森の中を歩くと、目につくのはまず主幹である。林業的にはこの幹が重要なのだが、歩くだけでは見ることでできない土の中の根、そして遙か上方に広がって詳細を見ることでできない樹冠の葉もその主幹を作り上げるために必須の要素であり、こうした樹木を構成するすべての要素を統合して理解することが、基礎科学だけでなく、応用的な学問にとっても重要なことである。

参考文献

- Eissenstat, D.M., Wells, C.E., Yanai, R.D., Whitbecks, J.L. (2000) Building roots in a changing environment: implications for root longevity. *New Phytologist*: **147**, 33-42.
- Minamino R., Tateno, M. (2014a) Variation in susceptibility to wind along the trunk of an isolated *Larix kaempferi* (Pinaceae) tree. *American Journal of Botany* 101:1085-1091.
- Minamino R., Tateno, M. (2014b) Tree Branching: Leonardo da Vinci's Rule versus Biomechanical Models. *PLoS ONE* 9 (4): e93535.
- Miyashita, A., Tateno, M. (2014) A newly defined leaf RGR predicts shade tolerance of trees in a cool-temperate forest. *Functional Ecology* 28:1321-1329.
- Miyashita, A., Minamino, R., Sawakami, K.,

- Katsushima, T., Tateno, M. (2020) Monitoring bending stress of trees during snowy period using strain gauges. *Bulletin of Glaciological Research* 38:25-38.
- Osone, Y., Tateno, M. (2003) Effects of stem fraction on the optimization and maximum photosynthetic capacity. *Functional Ecology* 17:627-636.
- Osone, Y., Tateno, M. (2005a) Applicability and limitations of optimal biomass allocation models: a test of two species from fertile and infertile habitats. *Annals of Botany* 95:1211-1220.
- Osone, Y., Tateno, M. (2005b) Nitrogen absorption by roots as a cause of interspecific variations in leaf nitrogen concentration and photosynthetic capacity. *Functional Ecology* 19:460-470.
- Osone, Y., Ishida A., Tateno, M. (2008) Correlation between relative growth rate and specific leaf area requires associations of specific leaf area with nitrogen absorption rate of roots. *New Phytologist* 179:417-427.
- Sugiura, D., Tateno, M. (2011) Optimal leaf-to-root ratio and leaf nitrogen content determined by light and nitrogen availabilities. *PLoS ONE* 6 (7): e22236.
- Sugiura, D., Tateno, M. (2013) Concentrative nitrogen allocation to sun-lit branches and the effects on whole-plant growth under heterogeneous light environments. *Oecologia* DOI 10.1007/s00442-012-2558-7.
- Sugiura, D., Tateno, M. (2014) Effects of the experimental alteration of fine roots on stomatal conductance and photosynthesis: Case study of devil maple (*Acer diabolicum*) in a cool temperate region. *Environmental and Experimental Botany* 100:105-113.
- Sugiura D., Sawakami K., Kojima M., Sakakibara H., Terashima I., Tateno M. (2015) Roles of gibberellins and cytokinins in regulation of morphological and physiological traits in *Polygonum cuspidatum* responding to light and nitrogen availabilities. *Functional Plant Biology* 42:397-409.
- Taneda, H., Tateno, M. (2004) The criteria for biomass partitioning of the current shoot: water transport versus mechanical support. *American Journal of Botany* 91:1949-1959.
- Taneda, H., Tateno, M. (2005) Hydraulic conductivity, photosynthesis and leaf water balance in six evergreen woody species from fall to winter. *Tree Physiology* 25:299-306.
- Taneda, H., Tateno, M. (2011) Leaf-lamina conductance contributes to an equal distribution of water delivery in current-year shoots of kudzu-vine shoot, *Pueraria lobata*. *Tree Physiology* 31: 782-794.
- Tateno, M., Bae, K (1990) Comparison of lodging safety factor of untreated and succinic acid 2,2-dimethylhydrazide-treated shoots of mulberry tree. *Plant Physiology* 92:12-16.
- Tateno, M. (1991) Increase in lodging safety factor of thigmomorphogenically dwarfed shoot of mulberry tree. *Physiologia Plantarum* 81:239-243.

天狗巣病とは何か（その10）

田中 潔*

第9章 枝の叢生機構の整理と新しい天狗巣の定義の提唱

9-1. 目的

Taphrina 属菌による天狗巣病病巣における枝の叢生機構と、*Taphrina* 属菌以外の原因による木本植物の天狗巣病病巣全般における枝の叢生機構の解析結果を踏まえ、従来からある「天狗巣」の定義を検討し、新しい定義を提唱することが本章の目的である。

9-2. 木本植物の天狗巣病一覧

表9・1 に、我が国で知られる木本植物の天狗巣病の一覧を示す。

表9・1 木本植物の天狗巣病一覧

病名は主に下記の刊行物によった、それ以外は文献名を明記した。

日本植物病理学会（1975）：日本有用植物病名目録第1巻，第2版（病名目録1）

日本植物病理学会（1984a）：日本有用植物病名目録第2巻，第2版（病名目録2）

日本植物病理学会（1984b）：日本有用植物病名目録第3巻，第2版（病名目録3）

日本植物病理学会（1983）：日本有用植物病名目録第4巻，第2版（病名目録4）

日本植物病理学会（1984c）：日本有用植物病名目録第5巻，第2版（病名目録5）

伊藤一雄（1971）：樹病学体系Ⅰ（伊藤Ⅰ）

伊藤一雄（1973）：樹病学体系Ⅱ（伊藤Ⅱ）

伊藤一雄（1974）：樹病学体系Ⅲ（伊藤Ⅲ）

ウイルス

クワモザイク病（腋芽伸長）Mulberry ringspot virus 病名目録1

ニセアカシア天狗巣病（国内発生未確認）Virus？

病名目録5

温州萎縮病（腋芽伸長）Satsuma dwarf virus 病名目録3

カンキツモザイク病（叢生）Citrus mosaic virus 病名目録3

ブドウファンリーフ病（新梢節間短縮）Grapevine fanleaf virus 病名目録3

マイコプラズマ様微生物

クリ萎黄病（腋芽伸長，叢生）Mycoplasma-like organisms (*Phytoplasma*) 病名目録2

クワ萎縮病（腋芽伸長，叢生）Mycoplasma-like organisms (*Phytoplasma*) 病名目録1

キリ天狗巣病 Mycoplasma-like organisms (*Phytoplasma*) 病名目録5

ナツメ天狗巣病 Mycoplasma-like organisms (*Phytoplasma*) 川北ら（1987）

ケンボナシ天狗巣病 Mycoplasma-like organisms (*Phytoplasma*) Kusunoki ら（1994）

細菌

チャ天狗巣病（天狗巣こぶ病）*Pseudomonas tashirensis* 病名目録1

子のう菌

スギこぶ病 *Nitschikia tuberculifera* 病名目録4，
[天狗巣こぶ病，異常器官形成 *Botryosphaeria* sp. 安藤ら（2013），福田ら（1986）]

ウメ縮葉病（幼枝変形）*Taphrina mume* 病名目録3，
[1年生の天狗巣病形成，田中潔（2012）]

サクラ天狗巣病 *Taphrina wiesneri* 病名目録5
（オウトウ天狗巣病 *Taphrina wiesneri* 病名目録3）
ミヤマザクラ天狗巣病 *Taphrina insititiae* 西田（1911）

シラカンバ天狗巣病 *Taphrina betulicola* 病名目録5，
Taphrina nana 田中潔（1995）

ウダイカンバ天狗巣病（縮葉病）*Taphrina betulina* 田中潔（1983a，1988）

ダケカンバ天狗巣病 *Taphrina betulicola* 病名目録5

ヤマハンノキ類天狗巣病 *Taphrina epiphylla* 病名目録5

*一般社団法人林業薬剤協会

TANAKA Kiyoshi

ハンノキ類天狗巣病 *Taphrina japonica* 病名目録5
シデ類天狗巣病 *Taphrina carpini* (国内発生に疑問)
病名目録5
カンキツ天狗巣病? *Sphaeropsis tumefaciens* 病名
目録3

メダケ天狗巣病 *Aciculosporium take* 病名目録4
on:*Pleioblastus* (マダケ類天狗巣病 *Aciculospori-*
um take 病名目録4 on:*Phyllostachys, Sasa*) (ホ
ウライチク天狗巣病 *Aciculosporium take* 病名目録
4 on:*Bambusa*)
ササ類天狗巣病 *Epichloe sasae* 病名目録4, *Het-*
eroepichloe sasae (Tanaka, E. ら 2002) on: *Sasa*

担子菌

タケ・ササ類黒穂病 *Ustilago shiraiana* 病名目録
4 (天狗巣形成あり, 伊藤Ⅲ)
マツこぶ病 *Cronartium quercuum* 病名目録4
(天狗巣形成あり, 伊藤Ⅲ)
マツ紡錘形さび病 *Cronartium fusiforme* (天狗巣
形成あり, 伊藤Ⅲ)
モミ類天狗巣病 *Melampsorella caryophyllacearum*
病名目録4

ネズコ天狗巣病 *Caeoma deformans* 病名目録4
(アスナロ天狗巣病 *Caeoma deformans* 病名目録
4)
(ニオイヒバ天狗巣病 *Caeoma deformans* 病名目録
4)

サクラさび病 *Caeoma radiatum* 病名目録5 [天
狗巣形成あり, 白井 (1895b)]
コケモモさび病 *Calypsotheca geopertiana* (天狗
巣形成あり, 伊藤Ⅲ)

ツツジ類天狗巣もち病 *Exobasidium pentasporium*
病名目録5
クロキもち病 (肥大腋芽伸長) *Exobasidium symploci-*
japonicae 病名目録5

シロダモ天狗巣病 *Exobasidium* sp. 病名目録5
ハマナス天狗巣病 *Teloconia kamtschatkae* 病名目
録5

不完全菌

クルミ類天狗巣病 *Microstroma juglandis* 病名目
録3 (クルミ白色斑点病: 伊藤Ⅲ)
カシ・ナラ類天狗巣病 *Microstroma album* var. *ja-*
ponicum 病名目録5

フシダニ類

マツ芽状天狗巣病 (多芽病) (病因未詳) 病名目録4,
Trisetacus sp. 山下ら (1987)
グミ天狗巣病 *Eriophyes* sp. 病名目録3

イヌツゲ天狗巣病 *Eriophyes* sp. 病名目録5
シイノキ天狗巣病 *Eriophyes* sp.? 病名目録5
エノキ天狗巣病 (エゾエノキ) (病因未詳) 病名目録
5, *Eriophyes* sp. 山下ら (1987)

生理病・病因未詳 (1893)

ヒノキ天狗巣病 (病因未詳) 病名目録4
サワラ天狗巣病 (病因未詳) 病名目録4
アカマツ天狗巣病 (天狗巣型病徴) 西沢 (1971) 虫害?
五葉マツ天狗巣病 (生理病) 病名目録4
ストロブマツ天狗巣病 (生理病) 病名目録4
カラマツ天狗巣病 (生理病) 病名目録4
ツガ・コメツガ天狗巣病 (生理病) 病名目録4
コウヤマキ天狗巣病 (生理病) 病名目録4
ナラ類非伝染性天狗巣病 (病因未詳) 病名目録5
ミズナラ根系天狗巣病 (病因未詳) 浜 (1985)
クリ天狗巣病 (病因未詳) 奥野ら (1977)
ニセアカシア天狗巣病 (病因未詳) 病名目録5
キリシマツツジ球状天狗巣病 (病因未詳) 浜 (1986)

9-3. 従来の天狗巣の定義

「天狗巣」の命名者・白井光太郎は『植物病理学, 上編 (1893)』の中で「天狗巣」を次のように定義している——天狗巣ナルモノハ木癭上ニ叢生スル如キ芽ノ伸長シテ各一箇ノ細枝ヲナスモノヲ曰フ此天狗巣ノ枝ハ健全ナル枝ヨリ短小ニシテ其葉モ尋常葉ヨリ細ク且早く枯落スルヲ特徴トス (一部略) 寄生菌若クハ寄生動物ノ所為ニ因り起ルモノナリ此等寄生物ハ病患部ノ組織中ニ蔓延シ又外部ニ吸着シテ其養分ヲ摂取スレドモ其細胞ヲ殺サズシテ却テ其軸部ノ活力ヲ興奮セシメ皮部及木質ヲ肥大セシメ且腋芽ノ伸長ヲ促進セシムルナリ是ニヨリ不時ニ新枝ヲ叢生シ其枝ノ腋芽ヨリ更ニ新枝ヲ發生ススクシテ遂ニ繁密ナル枝叢ヲ作ルニ至ルナリ。

この天狗巣の定義が出されたのは1893年で, その後100年以上の間に, 次々と明らかにされた様々な天狗巣病病巣を考慮に入れても, あますところなく天狗巣病の特徴が表出されていて, 細かい点を除けばほぼ完璧である [田中潔 (2012)]。

9-4. 枝の叢生機構

9-4-1. 天狗巣病病巣の発生部位による形の違い

白井 (1895a) がサクラ天狗巣病を初めて紹介した報文の中の絵 (図 9・1, 9・2) は3年生の罹病枝という記述がある。また、天狗巣には2型あり、下垂し、或いは、直上して生ずとも記載している。子のう菌・*Taphrina* 属菌によるサクラ類天狗巣病病巣には、下垂型と直立型の2型があることはよく知られている (写真78, 79)。*Taphrina epiphylla* によるケヤマハンノキ天狗巣病 (写真80, 81) や、*Taphrina betulina* によるウダイカンバ天狗巣病 (写真82, 83) も同様である。

さらに、不完全菌・*Microstroma album* var. *japonicum* によるナラ・カシ類天狗巣病 (写真84, 85) にも、また、不完全菌・*Microstroma juglandis* によるクルミ類天狗巣病 (写真86, 87)

の場合も、下垂型と直立型の2型がある。

この2型が生ずる原因は、菌の侵入部位 (天狗巣病病巣の発生部位) が、細枝か太い枝かの違いにある。天狗巣病病巣における枝の生長は、健全枝に比べて旺盛で、重量増加が著しい。そのため、発生部位の枝が細い場合は、病巣の重量を支えきれないため、下垂型になる。

浜 (1960) は、シラカンバ天狗巣病の場合は、発生部位によって、①主幹型、②側枝型、③頂端型、④下垂型の四つのタイプがあると述べている。浜 (1960) は、シラカンバについて、天狗巣の型を分けているが、四つのタイプが存在するのは、各種原因による天狗巣病病巣に共通する事項である。

①主幹型：写真88は子のう菌・*Taphrina nana* によるシラカンバの主幹型の天狗巣病病巣である。発生部位が主幹の場合は、伸長する罹病枝の重量を支えることができるため、罹病枝は下垂しない。写真89は、担子菌・*Melampsorella caryophyllacearum* によるモミ類天狗巣病病巣で、同様に下垂しない。また、原因未詳のカラマツ天狗



図9・1 ソメイヨシノ天狗巣病の下垂型病徴 [白井 (1895a)]



図9・2 ソメイヨシノ天狗巣病の直立型病徴 (右) と枝基部のこぶ (左) [白井 (1895a)]

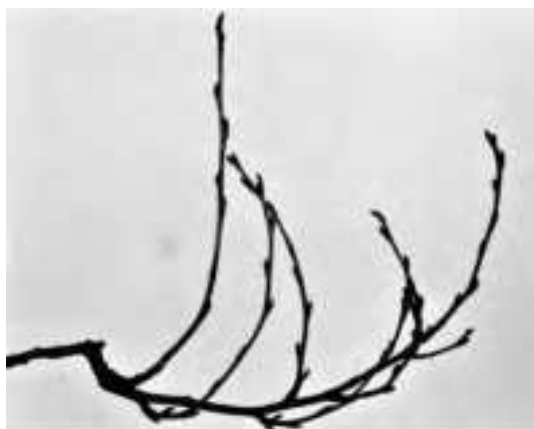


写真78 ソメイヨシノ天狗巣病（子のう菌 *Taphrina wiesneri*）の2年生病巣、下垂型



写真80 ケヤマハンノキ天狗巣病（子のう菌 *Taphrina epiphylla*）の下垂型病巣



写真79 ソメイヨシノ天狗巣病の直立型病巣



写真81 ケヤマハンノキ天狗巣病の直立型病巣



写真82 ウダイカンバ天狗巣病（子のう菌 *Taphrina betulina*）の下垂型病巣



写真85 ミズナラ天狗巣病の直立型病巣



写真83 ウダイカンバ天狗巣病の直立型病巣



写真84 ミズナラ天狗巣病（不完全菌 *Microstroma album* var. *japonicum*）の下垂型病巣



写真86 オニグルミ天狗巣病（不完全菌 *Microstroma juglandis*）の下垂型病巣



写真87 オニグルミ天狗巣病の直立型病巣



写真89 トドマツ天狗巣病（担子菌 *Melampsorella caryophyllacearum*）の主幹型病巣



写真88 シラカンバ天狗巣病（子のう菌 *Taphrina nana*）の主幹型病巣



写真90 カラマツ天狗巣病（病原未詳）の主幹型病巣



写真91 ソメイヨシノ天狗巣病の側枝型病巣



写真93 キリ天狗巣病（マイコプラズマ様微生物 *Phytoplasma*）の頂端型病巣



写真92 トドマツ天狗巣病の側枝型病巣

巢病病巣においても、主幹部から罹病枝が、下垂せずには伸長している（写真90）。②側枝型：写真91は、子のう菌・*Taphrina wiesneri*によるサクラ類天狗巣病病巣である。また、担子菌・*Melampsorella caryophyllacearum*によるモミ類天狗巣病病巣にも、側枝上の病巣がよく見られる（写真92）。

③頂端型：マイコプラズマ様微生物（*Phytoplasma*）によるキリ天狗巣病（写真93）、子のう菌・*Taphrina wiesneri*によるサクラ類天狗巣病（写真94）、*Taphrina nana*によるシラカンバ天狗巣病（写真95）、子のう菌・*Heteroepichloe sasae*によるササ類天狗巣病（写真96）など、頂



写真94 オオヤマザクラ天狗巣病（子のう菌 *Taphrina wiesneri*）の頂端型病巣

端型の病巣は例が多い。

④下垂型：9-4-1で示したように、天狗巣病の病徴には、下垂型が多く見られる。



写真95 シラカンバ天狗巣病の頂端型病巣



写真96 チマキザサ天狗巣病（子のう *Heteroepichloe sasae*）の頂端型病巣

9-4-2. 枝の叢生と「こぶ」との関係

白井 (1895a) の絵 (図 9・1, 9・2) のうち、図 9・1 は春の図、図 9・2 左は冬の図と判定できる。白井 (1893) は、天狗巣の出発点を「こぶ」に置いている。天狗巣病の病徴について記載する場合には、白井 (1893) の意見を踏襲し、「枝の基部にこぶを生じ、そこから細枝を叢生する」としたことが多い。たとえば、原撰祐 (1923)、逸見 (1926)、平塚 (1984)、出田 (1901)、伊藤一雄 (1973)、伊藤誠哉 (1964)、北島 (1987) など。しかし、草野 (1911) が早くから指摘しているように、罹病枝の基部の肥厚（こぶ、瘤）は光合成産物が滞留したために形成されたもので、こぶの形成と、枝の叢生との2者は、直接結びつかない。Schmitz (1916) も、健全枝にはほとんど認められないでんぶん粒が、枝基部の髄に集積していることを報告している。

白井 (1895a) の絵 (図 9・1, 図 9・2 左) のどちらの枝の基部にもこぶが描出されているが、このこぶの上部から伸長した枝は1～数本だけで、こぶから多数の枝が生じているわけではない(写真97)。こぶから生じた枝が伸長し、その後、枝の数が増加（分枝率の上昇）した結果、3年生の天狗巣病病巣へと発展していることを示している。

各種天狗巣形成菌が形成層内に取り込まれ、多年にわたり生き続けることにより、1か所から多数の芽が伸長し、天狗巣が形成されることがある[浜 (1960) の言う、主幹型病徴に、このタイプが多い]。たとえば、担子菌・*Melampsorella* 属菌によるモミ類天狗巣病では、材中に存在する菌の刺激によるこぶの形成を伴う(平塚1930)ことが多い(写真98, 99, 100)。そして、平塚 (1930) は、このこぶから多数の不定芽を出して箒状に病



写真97 ソメイヨシノ天狗巣病の2年生病巣（枝基部にこぶ）



写真98 トドマツ天狗巣病の3年生病巣（枝基部にこぶ）

枝を生じ天狗巣を形成するとしている。また、Gäumann (1950) は、こぶが形成された部位に芽がある場合は、その芽が翌年に天狗巣へと発展するとしている。

モミ類天狗巣罹病枝では、こぶの形成だけで、その後の罹病枝の伸長、枝の叢生が認められない場合もある（高橋ら1988）。太い枝、あるいは、主幹部に菌の感染があった場合は、材中に生存する菌の影響で、樹皮が裂開する（写真101）。多年経過した感染部位は裂開が大きくなり、腐朽菌の侵入口になる（写真102）。

伊藤一雄（1972）は、担子菌・*Caeoma deformans* によるアスナロ（ヒバ）の天狗巣病の場合は、こぶの表面から罹病枝が叢生し、天狗巣を形



写真99 トドマツ天狗巣病の3年生病巣（枝基部のこぶから伸長した枝・切断して明示）

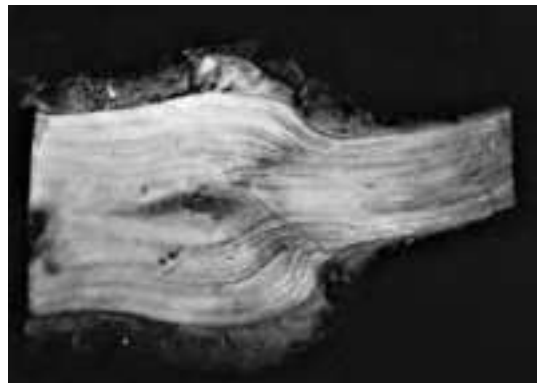


写真100 トドマツ天狗巣病の3年生病巣（枝基部のこぶの内部）

成することが一般的（写真103）だが、罹病枝が脱落したため、こぶだけが残存することを報告している。

担子菌・*Cronartium quercuum* によるマツこぶ病のこぶの上にも枝が叢生することがある（伊藤一雄1974）。写真104は、担子菌・*Endocronartium harknessii* によるコントルタマツ（*Pinus*



写真101 トドマツ天狗巣病（材内に残存する菌の影響で主幹樹皮が裂開）



写真103 クロベ天狗巣病（担子菌 *Caeoma deformans*）の若い病巣



写真102 トドマツ天狗巣病（材内に残存する菌の影響で主幹樹皮が裂開）、腐朽菌の侵入門戸となる



写真104 コントルタマツこぶ病（担子菌 *Endocrotonartium harknessii*）のこぶから伸長した多数の枝

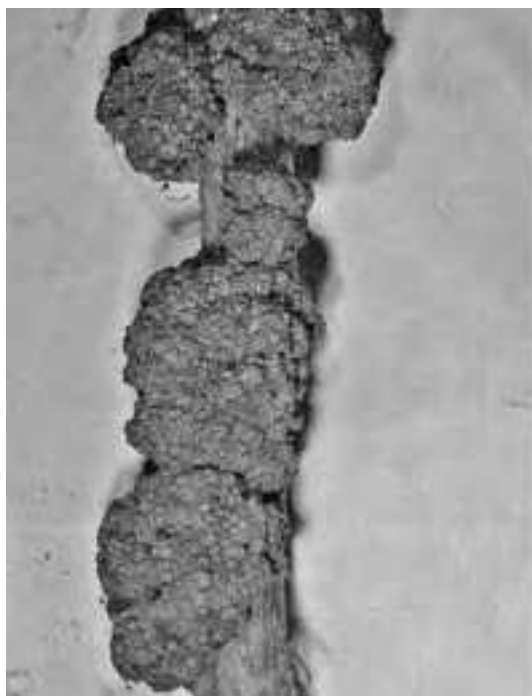


写真105 スギこぶ病 (子のう菌 *Botryosphaeria* sp.)

controta) こぶ病のこぶ上に生じた天狗巣である (米国, カリフォルニア州で撮影)。材中に存在する菌の影響により, 脇芽または潜伏芽の成長が促進され, その結果, 枝が叢生したものであろう。

子のう菌である *Nitschikia* 属菌「最近, *Botryosphaeria* 属菌と変更された [安藤ら (2013), 福田ら (1986)]」によるスギこぶ病 (写真105) は, 古くから「組織癭 (こぶ)」ではなく, 器官の寄り集まったもの, すなわち, 「器官癭 (天狗巣)」とされてきた [草野 (1904)]。しかし, 最近になってスギこぶ病を解剖学的に検討した結果, この病気は「組織癭」——赤井 (1944) のいう「複組織性菌癭」——とする方が妥当であるという報告が出された [福田ら (1986)]。

以上に述べたことをまとめると, 天狗巣病罹病枝の基部における「こぶ」は, あくまで付随的な病徴で, 枝の叢生 (天狗巣形成) に不可欠な要素, あるいは, 天狗巣形成の出発点ではないと結論できる。



写真106 ミズナラ天狗巣病の2年生病巢



写真107 ミズナラ天狗巣病の3年生病巢

不完全菌・*Microstroma* 属菌によるナラ・カシ類天狗巣病 (写真106, 107) にも, 子のう菌・*Taphrina* 属菌による天狗巣病罹病枝と同様な経過によるこぶを出発点とする天狗巣の形成がある。しかも, 若い罹病枝を観察すると, *Taphrina* 属菌の場合 (写真78) と同様に, 1年生一次罹病枝 (D_{11}) では枝の分岐はなく, 2年生の罹病枝になってはじめて天狗巣病へと進展していることが分かる (写真106, 107)。すなわち, これらの不完全菌・*Microstroma* 属菌による天狗巣病病巢においても, 若い天狗巣病病巢の枝の叢生機構は, *Taphrina* 属菌による天狗巣病罹病枝と共通で, 頂部優勢の弱化による枝下部からの長枝形成数の増加に帰着できる。

(つづく)

外来種のお話

②ハチの仲間

福山 研二*

1) セイヨウオオマルハナバチ

前は、クワガタムシやカブトムシなど、ペットとして輸入される昆虫をご紹介した。昆虫は、ペットとして輸入されるだけでなく、様々な理由で国内に持ち込まれるが、農業資材として輸入されているものもある。その第一が、セイヨウオオマルハナバチである。

本種は、ハチ目ミツバチ科マルハナバチ属の昆虫で、学名は *Bombus terrestris* といい、温室トマトの受粉のための授粉昆虫としてオランダで飼育法が改良され、世界中に輸出されている（図1）。農業大国オランダの面目躍如というところである。

オランダは、風車とチューリップで有名であり、面積も日本の九州ほどしかない、のんびりした国だと思われがちが、実際は大変に進んだ農業大国である。特に、農産部の品種改良については優れた技術を持ち、世界中に、その種や苗などを輸出している。

もちろん、農産物も多く輸出している。そんな狭いところで、作る作物など輸出するほどできるのかと思われるかもしれない。しかし、ご存知の通り、オランダという国は、ほとんど山がない平坦な土地であり、その土地を極めて効率的に利用しているから可能なのである。

実際、国土面積は我が国が3780万 ha なのに対して、オランダは、わずか415万 ha しかないが、農用地になると、184万 ha もあるのである。これは、国土のほぼ半分にあたる。これに対して我



図1 セイヨウオオマルハナバチ(お尻が白いのが特徴)

が国は、454万 ha であり、国土のわずかに12%でしかないし、大半は輸出には向かないお米である。

さらに、オランダは、EU の他の国の中心近くに位置しており、地理的にも EU 諸国に農産物やその加工品を輸出するのに好適な場所にあるといわれている。

そして資源としては、狭く平坦な海に面した国土と人間以外になく、交易によってしか、富を得ることができなかったということも、オランダを農産物輸出大国にした要因ではないかと思う。それは、大航海時代にオランダの船が世界中で活躍し、ついには鎖国時代の我が国とまで交易を行っていたこととからもわかる。

そうしたオランダは、トルコの乾燥地帯に生育するチューリップの原種を持ち帰り、改良を加えて、様々なチューリップを開発し、世界中にその苗を輸出している。鎖国時代に我が国にやってきたオランダ人は、アジサイを持ち帰り、品種改良をして美しいセイヨウアジサイとして世界に輸出

* 森林総合研究所フェロー

FUKUYAMA Kenji

している。

こうした風土は、農産物だけでなく、農業技術の改良にも活かされ、授粉昆虫としてのハチの継代飼育法の開発にまで至ったわけである。

もっとも、授粉昆虫としては、ヨーロッパでは、太古の昔から飼育されているセイヨウミツバチだったので、その技術開発の道筋は見えやすかったかもしれない。しかし、逆に言えば、簡単にセイヨウミツバチを利用できるので、それ以外の授粉昆虫をわざわざ開発する努力をしなかったただろう。それでも、ミツバチ以外の授粉昆虫を開発したというところに、オランダの凄さがあるのではないだろうか。

さて、肝心のセイヨウオオマルハナバチであるが、なぜ授粉昆虫としてミツバチではいけなかったのでしょうか。それは、トマト栽培を温室で効率的に行うようになったためである。トマトは、一つの花の中で自家授粉をする植物であるが、放っておいても授粉するわけではなく、花に振動を与えなければならない。これによって、花の中で、花粉が飛んで、雌しべに付着するのである。

もっとも、野外においては、風による振動や花を訪れる様々な昆虫による振動で自然に授粉が行われるのだが、温室の場合は、ほとんど風が吹かないことと、当然だが、ハチやアブ、チョウのような花粉媒介昆虫が飛来することもないため、授粉率がかなり下がるらしい。

そのため、ジベレリンなどの結実ホルモンを使うことが多いが、これはかなり手間がかかるし、ある意味偽物の果実であるため、味もイマイチということになる。

そこで、人為的に訪花昆虫つまり授粉昆虫を温室内に放せば良いことになった。当然のことだが、まずはミツバチが試された。しかし、これがなかなかうまくいかない。なぜかといえば、トマトは大変にずい植物で、というか賢い植物で、どうせ風が吹けば自分で授粉できるので、昆虫を呼ぶための香りや蜜を分泌するような手間の

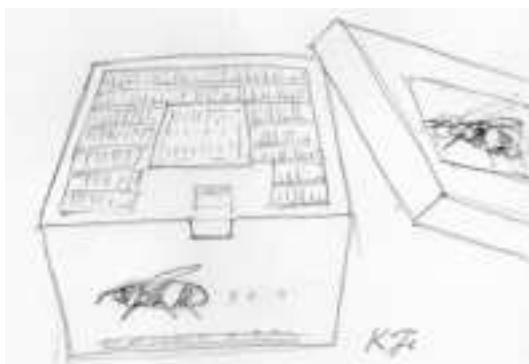


図2 セイヨウオオマルハナバチの製品化された飼育箱の例（出入り口は女王バチが出られないようにサイズが工夫されている）



図3 巣の中の様子（中央が女王バチ、左が働きバチ）球形のものが幼虫を育てる育房である。

かかることはやめてしまったのである。そのため、ミツバチがトマトの花にあまり飛んでいかないのである。

そこで、オオマルハナバチの出番である。オオマルハナバチは、主に視覚によって花を探索しているらしく、香りや蜜が出ていない花でもちゃんと飛んでいき花を訪れるのである。しかも、花にかじりついてブンブンと揺すってくれる。そのため、授粉効率はとても上がることが分かった。

これは使えるということになったが、ミツバチ

と違って、飼育の技術がわかっていなかった。あれこれと工夫を凝らしてなんとか継代飼育法も確立され、めでたく世界に輸出されることになったわけである。マルハナバチの仲間は、ミツバチと違って、それほど大きなコロニーを作らないため、A4サイズほどのコンパクトな巣箱を作ることができ(図2, 3)、運搬移動に適しているため授粉昆虫としては、ミツバチよりも優れた面もある。このセイヨウオオマルハナバチの導入により、温室のトマトは結実もよく味もとても良いと評判になり、世界中にセイヨウオオマルハナバチの巣箱が輸出されるようになった。

ところが、いいことばかりではなかった。好事魔多しとはこのことで、ミツバチであれば、女王バチが単独で巣を作ることはないため、飼育されているセイヨウミツバチが野外で新しい巣を作ることはほとんどないのだが、セイヨウオオマルハナバチはミツバチほどの徹底した社会性を獲得しておらず、新しい女王バチは、自分で巣を作り子供を育てて、新しいコロニーを作るという生き方をしている。

そのため、たまたま、温室内に設置された巣から、女王バチが逃げ出し、野外で新しい巣を作るということも可能になったのである。そして、実際に、日本に輸入されたセイヨウオオマルハナバチの一部が温室から逃げ出し、特に北海道では野外で新しいコロニーを作っていることが分かってきた。さらに、我が国に生息している別種のオオマルハナバチと交雑していることもわかってきた。このままでは、我が国のオオマルハナバチの純潔が汚されていくのである。

そこで、2006年に、セイヨウオオマルハナバチは特定外来種に指定され、野外個体群を絶滅させるべく対策が取られている。それでも、セイヨウオオマルハナバチによるトマトの授粉は大変に効率がよくトマトの出来もよくなるので、許可を受けた厳しい管理の温室内に限られて輸入利用はされているのである。野外にセイヨウオオマルハナ

バチが定着してしまうのは、女王バチが逃げ出すことによるものなので、体が大きい女王バチだけを出られなくできるサイズの出入り口を工夫している巣箱もある。

一方、国産のマルハナバチ類を授粉昆虫に改良するとか、温室内に風を起こして、授粉を促進するなどの方法も取られている。その場合でも、マルハナバチの中には地域によって遺伝的な変異があるので、なるべく使用する地域の周辺から得られたマルハナバチを利用することが望ましいとされている。

セイヨウオオマルハナバチは、女王バチの体長が20mm くらいの大型のハチで、名前の通りずんぐりとした体型をしている。働きバチは15mm ほどと一回り小型であるが、形態や色彩はほとんど変わらない。

原産地は、ヨーロッパで、女王バチのみが産卵を行う、いわゆる真社会性のハチである。ミツバチと異なるのは、女王バチが単独で巣を作り、まずは働きバチを育てることである。もっとも、ミツバチ以外の真社会性のハチは、ほとんどがこのパターンであり、女王がまったく働かないミツバチが特別なのだ。

単独で冬を越した女王バチは、ネズミの古い巣穴などを利用して、土の中に巣を作る。花が咲き始める5～6月に巣作りを始めるが、その時期は、在来種のオオマルハナバチなどより少し早いらしい。そのため、花の蜜を先に独占してしまうことも問題となっている。

また、土の中の穴も、それほどたくさん空いているわけではないので、巣穴をめぐる競争でも、先に作ったほうが有利となる。こうした蜜資源や巣場所の資源争いにより、在来種のマルハナバチに影響を与えていることが指摘されているのである。いずこも、食べるものと住むところは大事だということで、身につまされるところである。

余談であるが、マルハナバチ類が土の中で巣を作る場合、ネズミの古巣を利用することが多いた

め、ノネズミが多く生息している場所の方がマルハナバチも多く生息できる。そのためその地域での花粉媒介が促進され、多くの実をつけると言われている。これは、生物相が豊かである場所では、相互作用がうまく働くことを物語っており、生物多様性保全は、特定の種を守ればいいわけでないことも示唆していると言われている。

また、ハナバチの仲間は、花粉媒介者としてその地域固有の植物と密接な関係を持っている場合が多く、セイヨウオオマルハナバチのようなよそ者が入り込んで在来種を減少させた場合、その地域の希少な固有植物の花粉媒介がうまくいかなくなり、子孫を残しづらくなるという問題も重要なのである。

さらに、セイヨウオオマルハナバチは図体が大きい割に舌が短く、エゾエンゴサクのような長い筒状の花などでは、うまく蜜を吸えないため、花の脇から穴を開けて蜜だけを吸う盗蜜という行動をとるため、授粉に役立たず他のハナバチのえさまで掠めとることになる。トマトのような自家受粉の花なら良いが、そうでない花にとっては誠に厄介者ということになる。

セイヨウオオマルハナバチは、在来種マルハナバチ類とは、お尻のところが白いということで区別できる（図1）。ただし、北海道の東の方に生息している、ノサップマルハナバチだけは、おなじくお尻の先が白いので、注意が必要である。

現在、北海道庁では、北海道の野外に定着し始めたセイヨウオオマルハナバチを駆逐するため、一般の人たちからセイヨウオオマルハナバチバスターズというかたちでボランティアを募集している。どんなに便利で優れたものでも、使い方を間違えれば、思わぬ障害が生まれる。セイヨウオオマルハナバチは、薬品とは違い科学的な汚染はないし、その授粉による効果は大変に高くトマトの品質も向上することから、特に女王バチを野外に逃がさないように注意深く上手に使っていくことが大切である。

2) チャイロネッタイスズバチ

ちょっと目には、スズメバチのようだが、本種は、ドロバチ亜科に属するハチで、泥をこねて、樹皮や土壁などに巣を作り、ガやチョウの幼虫を捕まえてきて、餌として与える狩りバチである。泥で巣を作るという共通の性質があることから、ドロバチと呼ばれている。

体長は、28mm、開長50mmとこの仲間では、最も大きい。胸からお腹にかけて茶色が目立ち、頭とお尻に黄色い部分が鮮やかである（図3）。

狩りバチの特徴として、胸部と腹部の間が極端にくびれて細くなっている。これは、捕獲した幼虫を麻痺させるために、お尻の針を幼虫の特定の部位に差し込む必要があり、そのために腹部がくびれている方が曲がりやすいためだと思われる。

原始的なハチであるハバチの仲間は、胴体がくびれていない。その中から、まず他の昆虫に卵を産み付ける寄生バチが進化し、卵を産みつけやすくするため、胴がくびれ、産卵管が針のようになった。その針に神経を麻痺させる毒を発達させて狩りをするハチが進化した。

腹部のくびれは、寄生バチの時にできたのだが、狩りバチでもこれが役に立ち、これがその後のハチの仲間に引き継がれ、ミツバチやスズメバチ、アリなどでもみな胴がくびれて針を持つようになったのである。

ドロバチの仲間は、人間を刺したりすることはないおとなしいハチなのだが、何が問題なのだろうか。それは、侵入した場所が、小笠原諸島であったことである。小笠原諸島は、ご存知のように、東京都には属しているものの、本州から1000kmも離れた海洋島である。そのため、これまで一度も大陸などと地続きになったことはないため、たまたま流れ着いたり鳥に運ばれたりした生き物が定着し、独自の進化を遂げて、小笠原にしか生息しない、いわゆる固有種となったものが多い。

さらに、肉食のものは、このような島には流れ



図4 チャイロネッタイスズバチ

つきにくいこともあり、肉食の昆虫もいなかった
のである。そこに、狩りの名人であるドロバチが
やってきたため、天敵捕食者に無防備な小笠原固
有のガやチョウなどが絶滅してしまう恐れがある
のである。

小笠原には、オガサワラシジミという固有種が
おり、グリーンアノールなど外来種の捕食者の影
響で絶滅が心配されているが、さらに追い討ちを
かけることになるため、対策が必要である。

小笠原では、1990年に初めて父島で確認され、
その後、兄島、弟島、聟島、媒島に定着している

そうである。

チャイロネッタイスズバチは、もともとは南太
平洋から東南アジアに広く生息しているのだが、
人間が意図的に持ち込んだものではない。その経
緯は不明だが、竹筒などに巣を作ることもあるた
め、何かの資材に紛れて持ち込まれた可能性が高
いと思う。

本種は、成虫は、チョウやガなど鱗翅類の幼虫
を主に狩り、毒針で神経を麻痺させてから、巣の
中の保存し、卵を産み付ける。ふ化した幼虫は、
麻痺した状態のガの幼虫などを食べて育つ。竹筒
などに作る場合は、奥の方から、次々に餌を入れ
ては卵を産みつけ、泥で蓋をして、また餌を詰め
込んでいく。この性質を利用して、人為的に竹筒
を設置し、巣箱のように利用させ、その地域のド
ロバチの生息状況を調べるという方法も開発され
ている。

一度侵入定着すると目立たないため、根絶は難
しいので、これ以上分布が拡大しないよう、物資
を移動する場合十分注意することが肝要であ
り、竹筒トラップなどで、モニタリングをするこ
とも良いかもしれない。

故 小林富士雄氏を偲ぶ

当協会の元会長小林富士雄様は、去る12月5日ご逝去されました。享年89（満88歳）でした。

本紙上をお借りし、改めてご冥福をお祈り申し上げます。

小林富士雄氏は平成21年5月から平成25年5月まで林業薬剤協会の会長を務められました。会長期間は4年間でありましたが、平成20年の9月前任の松井光瑤会長がご逝去され副会長として会長代行を務められたので実質5年間の会長職を務められました。この間公益法人改革の時期であり当協会は移行法人であったため公益法人となるかその他の法人となるか決めなくてはならない時期でありましたが、指導力を発揮され無事一般社団法人へ移行できたところです。

思い起こせば今から10年前、東日本大震災の折には、協会事務室で理事会の持ち方について相談していたところ地震により都心からの交通が止まり、寒い中、協会事務室で一夜を明かされた経験があります。

故人は、特に森林総合研究所（退職時は理事長）時代に培われた幅広い研究実績・ご功

績と温厚で面倒見のいいご性格をベースに丁寧で新しい活動をモットーとされており、会員（会員の主体は農薬製造・販売等の企業により構成されている）はもちろん、開発試験関係の都道府県の研究者等多くの方々から厚い信望を得ておられました。会長の職務は、総会・理事会、試験発表会、講演会、試験結果を審議する調査委員会等の主催が主なものでありますが、協会運営の細部についてもご心配いただくなど、大所高所からのご指導、ご助言をいただいてまいりました。

また、文才も長け、松くい虫の伝播や研究に係る歴史的経緯を記録に残すとして本紙に投稿されたり、林学の先達である松野礪氏についての伝記を残されたりしておられ、お酒を愛し、各種催しの後の懇談会等では会員、研究者、役職員等々、だれとでも親しく森林林業、農薬、海外での経験等を語られ、小林富士雄会長の周りにはいつも多くの人が集まっていました。研究者としても人間的にも尊敬に足るお方とおっております。

故人の思い出の一端にふれ、哀悼の言葉とさせていただきます。 合掌

一般社団法人林業薬剤協会専務理事

山下 宏

禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

令和3年3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22028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



樹木をニホンジカの食害から守ります。

有効成分
全卵粉末
80%
新登場

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

ランテクターは人畜、環境にやさしい製品です。

- 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ランテクターは環境にやさしい製品なので、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広葉樹、針葉樹を問わず広く「樹木類」に使用できます。

■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
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・ヒノキを始め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

DDS 大同商事株式会社

本 社 〒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2-4-1

**松枯れ予防
樹幹注入剤**

マツケンジー®

農 林 水 産 省 登 録
第 2 2 5 7 1 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!

孔をあける

1mℓ(8～10cm間隔)、または
2mℓ(15cm間隔)を注入

直後に
穴をふさぐ

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 1 3 5 0 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

- A 5 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，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〉



株式会社 **イセディーエス 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 大阪市中央区道修町2-4-7 ☎06-6206-5531
福岡 福岡市博多区奈良屋町1-4-18 ☎092-281-6650
札幌 札幌市中央区大通西8-2-38(ストーク大通ビル) ☎011-261-9024
仙台 仙台市青葉区大町1-1-8(第3青葉ビル) ☎022-222-2790
名古屋 名古屋市中区丸の内1-5-28(伊藤忠丸の内ビル) ☎052-209-5661

松くい虫防除／地上散布・空中散布・無人ヘリ散布剤

エコワン3 フロアブル
〈チアクロプリド 3.0%〉

- ◆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／樹幹注入剤

ショットワン・III 液剤
〈エマメクテン安息香酸塩 2.0%〉

エスグリーン
〈酒石酸モランテル 20.0%〉

マツガード
〈ミルベメクテン 2.0%〉

- ◆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。
- ◆確実な防除効果が長期間持続します。
- ◆有効成分は、動物医薬(動物用駆虫剤)やマツノザイセンチュウ防除剤として長年の実績があります。
- ◆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／樹幹注入剤

アトラック 液剤
〈チアトキサム 4.0%〉

- ◆樹木の幹から注入して、ケムシ等の害虫を駆除できます。
- ◆薬剤が飛散する心配もなく、公園や住宅地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

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

伐倒木用くん業処理剤

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

モリエード[®]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
東京本社
大阪営業所
札幌営業所

TEL 03-5511-0122
TEL 03-5511-0205
TEL 03-5511-0311
TEL 011-00325

鹿児島営業所

東京都台東区上野1-19-11 第10ビル

大阪府大阪市東淀川区西中津2丁目14-6 森入東第2ビル

北海道札幌市南區南一条1丁目155-3

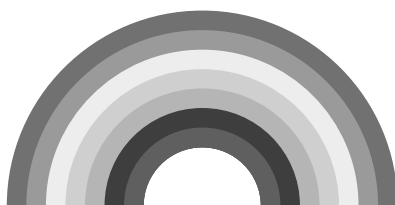
TEL (091) 265-7536

TEL (03) 3544-7500

TEL (03) 6705-5821

TEL (02) 2341-3808

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 アズノグループ



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

