

ISSN 0289-5285

# 林業と薬剤

No. 233 9. 2020

一般社団法人

林業薬剤協会



## 目 次

|                                                                          |                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----|
| ニホンジカの個体数を推定する .....                                                     | 八代田 千鶴                   | 1  |
| 天狗巣病とは何か（その9） .....                                                      | 田中 潔                     | 9  |
| 松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響（10）<br>——成田市甚兵衛の森で高所作業車から散布された薬剤の作業者暴露——<br>..... | 本山直樹・阿部智早絵・丸 論・上山 純・斎藤 功 | 19 |

### ● 表紙の写真 ●

#### 林道上で遭遇したヤクシカの親子

森林内を車または徒歩で通行し遭遇するシカの個体数から、相対的な生息密度指標を把握することができる。

鹿児島県熊毛郡屋久島町にて撮影，2015年6月7日

—八代田 千鶴 氏 撮影—

## ニホンジカの個体数を推定する

—八代田 千鶴\*

最近、皆さんの周りでもニホンジカ（以下、シカ）が増えたという話を聞くことが多くなったのではないのでしょうか。国内で唯一シカが生息していないとされていた茨城県でも、2019年4月に生息が確認されたことは記憶に新しいかと思います。ただ、シカが増えたといっても、昔は見たこともなかったのに今は車で郊外を走るといつも見かける、といった印象だけでは、シカの個体数がどれくらい増えたのか、実際に何頭いるのか分かりません。一方で、シカによる農林業被害も増え続けており、被害を軽減するための管理計画の策定といった対策を行うには、対象地域に生息するシカの個体数を把握することが重要です。

シカの個体数を推定するための調査方法は様々なものがあり、それぞれ実施手順や得られる結果に特徴があるため、目的や条件に合わせて適切な方法を選択する必要があります。調査を実施するにあたっては、いつの時点（時間の広がり）、どの場所（地域的な広がり）の個体数を調べるのか検討する必要があります。また、生息密度などの数値を推定するために適した方法と、個体数増減の傾向を把握するために適した方法とがあります。そこで、今回はシカの個体数を推定するための代表的な調査方法について簡単に紹介したいと思います。ここで挙げた方法以外にも様々な調査方法がありますので、さらに詳しく知りたい方は、江成（2015）、小池ら（2017）、森林動物研究会（1997）、宇野（2012）などの解説書を参考にしてください。

### 1. シカを直接観察する方法

対象地域に生息するシカを直接目視などで確認し、個体数を推定する方法です。ここでは、シカの調査で主に利用されている方法について紹介します。

#### 【区画法】

対象地域をいくつかの区画に分けて、各区画に調査員を1名配置し、一定時間内で一斉に踏査することで発見したシカを数える方法です。設定する区画の数は対象地域の面積と調査員の数に応じて決定しますが、見通しのよい落葉広葉樹林であれば1区画0.1km<sup>2</sup>程度が適当とされています（Maruyama et al 1983）。シカを発見したら、発見場所、発見時刻、頭数、性別や成獣・幼獣の別、移動方向などを記録します。調査員が対象地域を踏査して調査する類似の方法として、追い出し法もあります。これは、区画の一方の端に記録を行う調査員を配置し、反対側から別の調査員が区画内を移動しながらシカを追いついで数える方法です。どちらの方法も、発見したシカの個体数と調査面積から生息密度を算出します。

区画法は、直接シカを観察するため比較的信頼性が高い方法として従来から利用されてきました。しかし、見通しの悪い常緑樹林など植生環境によって発見率が変動する、シカの警戒心が高い場合は調査員の気配で発見前に逃避する、などの要因により過少推定になる可能性が指摘されています。また、結果は調査を実施した時点での生息密度なので、調査時間帯や季節によってシカの行動圏等が変化する地域では結果の適用に注意が必要です。

\*（国研）森林機構 森林総合研究所関西支所

YAYOTA Chizuru

### 【航空調査】

ヘリコプターなどの航空機に搭乗した調査員が空中からシカを数える方法です。区画法と同様に、発見したシカの個体数と調査面積から生息密度を算出します。この方法では、上空から広範囲を短時間で調査できるので、シカの分布状態を面的にも把握することができます。一方で、地形が急峻で見通しの悪い植生環境では発見が難しい方法であることや、生息密度の高い地域では発見率が低下することが指摘されています（大井ら2008）。また、調査費用も高額になることから、日本ではあまり一般的な方法ではありません。そのため、日本では北海道、岩手県、栃木県の3地域のみで実施されているだけです。

この方法による結果は、調査を実施した時点での生息密度や頭数になりますが、調査面積が比較的広いので調査時間帯によるシカの移動を考慮する必要はありません。季節移動によって対象地域からシカが出入りしている場合は、調査を実施する季節を考慮する必要があります。

### 【ライトセンサス】

この方法は、夜間に道路を自動車で低速走行しながら、ヘッドライトで前方を、スポットライトで左右を照射し、光に反射した目や光で浮かび上

がった動物の体（一部または全部）から個体数を数える方法です（図1）。哺乳動物の多くは、タペタムという組織を持っていて、網膜を透過した光がこの組織に反射して目が光ります。この性質を利用することで、シカが発見しやすくなるのです。ちなみに、このタペタム、ヒトとサルは持っていません。日中に車または徒歩で林道を通行し、遭遇したシカの個体数を記録するラインセンサスという方法もあります（表紙写真）。

ライトセンサスでは車から光の届く範囲は限られており、必ず見落としがあるため、発見した個体数をそのまま生息密度とすることはできません。また、シカの生活史（繁殖期や出産期）や季節によって行動特性が変化することから、同じ調査地内でも、季節や時間帯、性別によって発見率は異なることが報告されています（McCullough, 1982; Fafarman and DeYoung, 1986）。そのため、ライトセンサスは、走行ルートをあらかじめ決めて、季節や時間帯、調査方法をそろえて実施することで、個体数増減の傾向を把握する手法といえます。ライトセンサスで観察した個体数は、車で走行した距離あたりの発見個体数として示します。例えば、北海道では1992年から道東において調査を開始し、毎年10月中旬から11月上旬の同じ時期にライトセンサスを実施しています。この



図1 ライトセンサス

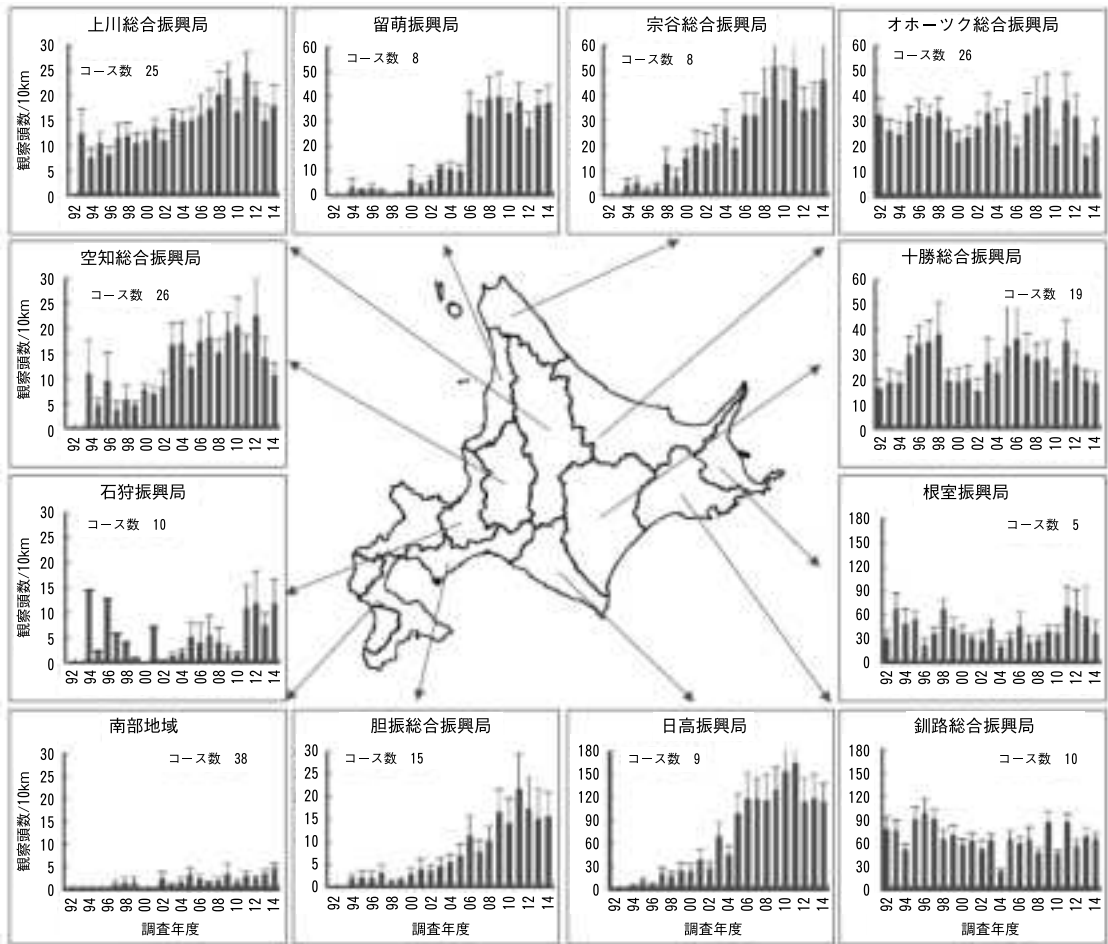


図2 ライトセンサスによる平均観察頭数（頭数/10km）の推移（稲富ら2015）

ように毎年同じ時期に同じルートで調査をすることで、その地域の個体数増減の傾向を把握することができます（図2）。なお、調査者から発見したシカまでの距離で発見率を補正し、生息密度を算出する距離標本法という方法もあります（小泉2004；飯島2017）。ただし、調査地の環境要因によって発見率が変動するため、適用する際には注意が必要です。

## 2. 糞の量を調査する方法

シカが1日に排泄する糞の量（粒数、回数）が一定であると想定して、調査地で発見した糞の量からシカの個体数を推定する方法です。糞粒法と糞塊法という2つの方法があります。

### 【糞粒法】

一定範囲内で発見された糞粒の数を全て数える方法です（図3）。一般的な方法は、対象地域に調査ラインを設定し、ラインに沿って1m×1mのコドラートを110個程度設置します。設置したコドラート内に存在するシカの糞粒数を全て記録し、面積当たりの糞粒数を算出します。この数値と飼育個体を観察して得られた1頭のシカが1日に排泄する平均糞粒数（高槻ら1981）から生息密度を推定します。糞粒法は、下層植生が繁茂していたり、見通しが悪くシカを直接確認できないような環境では有効な方法といえます。一方、糞の消失率が季節や環境によって変動するため、調査時期や調査地域に応じて補正する必要があるこ



図3 糞粒調査

と（池田・岩本2004）や、調査ライン上で糞のある場所が偏っている場合などに誤差が大きくなりやすい問題点もあります。また、コドラート内の全ての糞粒を数える必要があるため、非常に労力がかかる調査方法でもあります。

#### 【糞塊法】

踏査した距離当たりに発見した糞塊数を数える方法です。この場合の糞塊とは、1回に排泄されたと判断できる糞粒の塊を意味します。一般的な方法は、対象地域の尾根上に5km前後の踏査ルートを設定し、ルートの左右1m（合計2m幅）の範囲に存在する糞塊数を記録します。シカは歩きながら糞をすることも多く、塊になっている糞粒数が少ない場合は下層植生の状況により発見率に差が生じる可能性があるため、10粒以上の糞塊のみを糞塊密度（個数/km）の算出に利用します。距離当たりの糞塊数は相対的な密度指標ですが、区画法などで算出した生息密度との相関から個体数を推定することも可能です（濱崎ら2007）。この方法は、少ない労力と費用で広い範囲を調査できるため、広域的なモニタリングに適していると考えられます。ただし、糞の消失が早く下層植生も繁茂している夏季や積雪地域の冬季は糞塊を発見しにくいので、調査は秋季や初春季に実施する必要があります。

糞塊法を応用して生息密度を推定する糞塊除去法という方法もあります（Koda et al. 2011）。これは、ある範囲内の糞塊をいったん全て除去し一定期間経過した後、新規に加入した糞塊数を数える方法です。除去後に新規加入した面積当たりの糞塊数と、直接観察から得られた1頭のシカが1日に排泄する平均回数（Horino and Nomiya 2008）から生息密度を推定します。この方法は、再調査までの期間が短いので、季節による糞の消失率の違いを考慮する必要がないことや比較的狭い範囲を対象として生息密度を推定できることから、被害対策の効果検証などに適用できると考えられます。

### 3. 個体数増減の傾向を調査する方法

これまで紹介してきた方法は、個体数または生息密度を直接数値として推定する方法でした。しかし、これらの手法はコストや時間がかかるため、全ての地域で実施するのが難しい場合があります。ここで紹介する方法は、相対的な密度指標を用いて個体数が増えているのか減っているのかといった傾向として推定する方法です。比較的簡単に低コストで実施できる方法なので、長期的な個体数増減の傾向を把握するのに適した方法といえます。

## 【CPUE と SPUE】

都道府県単位の広い範囲内で、個体数の増減傾向を把握するために使われる相対的な指標としては、捕獲努力量 CPUE (Catch Per Unit Effort) または目撃数 SPUE (See Per Unit Effort) があります。狩猟者を対象として、狩猟期間中にいつ(月日)、どこで(市町村単位、または 5 km メッシュ番号)、何を(動物種、性別)、何頭、捕獲または目撃(捕獲数を含む)したかについて、狩猟期間終了後に報告してもらいます。この報告を集計することによって、ある場所で狩猟者 1 人が 1 日あたり何頭捕獲したか (CPUE)、または何頭目撃したか (SPUE) という数値が得られます。北海道が 1990 年から毎年同じ方法で実施している調査結果では、1998 年頃まで CPUE と SPUE はほぼ同様に推移していますが、それ以降 CPUE は増加傾向なのに対し、SPUE は減少か横ばい傾向にあります(北海道 2007)。これは、エゾシカ個体数の急増による農林業被害を軽減するために、1998 年にエゾシカ特定計画が策定され、1 日あたりの捕獲可能頭数の制限が緩和された影響と

考えられます。このように CPUE は、捕獲実施における施策の影響を受けることから、SPUE の方が増減の傾向を正確に反映しているといえます。

また、SPUE が高くなるほど、農業被害と下層植生の衰退が深刻化する傾向が高くなることが報告されています(図 4; 藤木・高木 2019)。そのため、兵庫県ではシカの特設計画における個体数の管理目標を、生息頭数から SPUE に変更しています(兵庫県 2010)。このように、相対的な密度指標をシカの管理計画に反映させることで、より実態に即した目標を設定することが可能になると考えられます。

## 【カメラトラップ法】

自動撮影カメラを用いて対象地域に生息するシカを撮影し、その撮影回数などから個体数増減の傾向を把握したり生息密度を推定する方法です。自動撮影カメラとは移動する熱源に反応する赤外線センサーを備えたカメラで、センサー前を移動する野生動物に反応してシャッターがおりる仕組

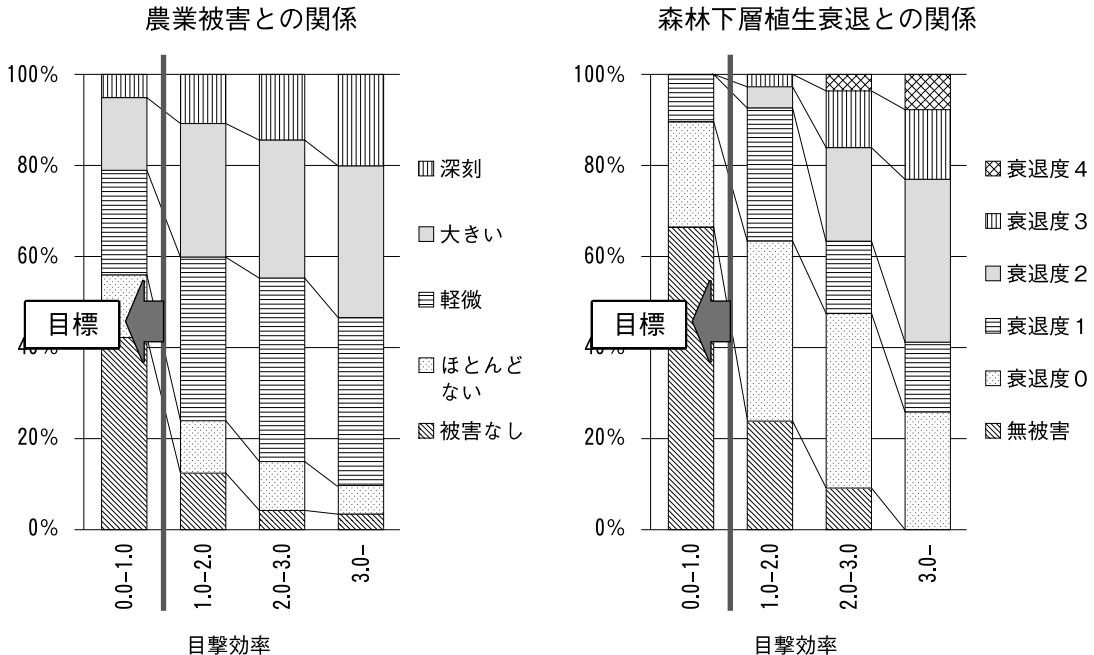


図 4 目撃効率と農業被害および下層植生衰退度の関係 (藤木・高木 2019)

みになっています。これまで市販されていた自動撮影カメラはフィルム式であり撮影枚数が限られることや高価であったため、実用的な調査に使用するのには難しい状況でした。しかし、現在はデジタル式が主流で、高性能のセンサーを備えたカメラを比較的安価に購入できるようになり、数百～数千枚の撮影画像の保存も可能になったことから、保守点検作業の労力も軽減されました。そのため、個体数の推定だけでなく、対象地域の動物相の把握や複数地点での長期的モニタリングなど、自動撮影カメラを利用した生息状況の調査が各地で実施されています。

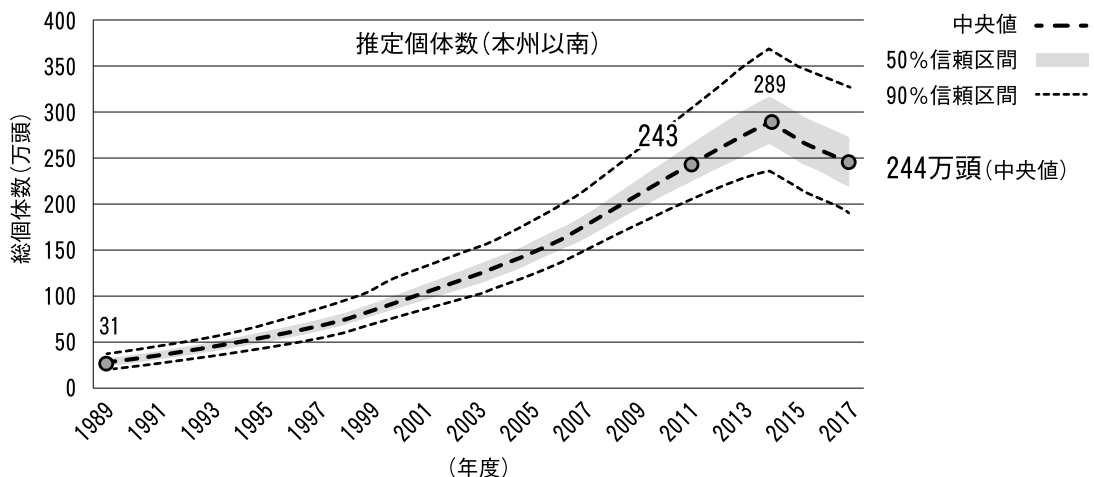
自動撮影カメラを用いて個体数増減の傾向を把握するには、ある範囲の調査地域に複数台のカメラを設置します。この調査を、同じ調査地域で一定期間実施し、シカが撮影された回数を比較することで個体数の増減傾向を把握することができま

す。撮影時間も記録されますので、長期間のモニタリングにより、シカの行動特性を知ることも可能です。ただし、自動撮影カメラ1台あたりの撮影可能範囲は限られていることから、設置台数が少ない場合は正確に個体数増減の傾向を反映できるわけではありません。この場合は、調査地内にシカが生息しているかどうかを確認するための調査と位置付けた方がよいでしょう。

また、自動撮影カメラを用いて撮影された画像や動画から、シカなど大型哺乳類の生息密度を推定するカメラトラップ法が開発されています(Rowcliffe et al. 2008; Nakashima et al. 2018)。カメラトラップ法は通年実施することが可能であるため、シカの個体数を推定だけでなく、季節的なシカの利用場所を把握する際にも有効と考えられます。

## 1. ニホンジカ（本州以南）の個体数推定の結果

- ・ 2017年度末(平成29年度末)におけるニホンジカ(本州以南)の推定個体数は、中央値で約244万頭(90%信頼区間:約192万～329万頭)となりました。
- ・ ニホンジカ(本州以南)の推定個体数は、2017年度(平成26年度)以降、減少傾向が継続しています。



※ 2017(平成29)年度の自然増加率の推定値は、中央値1.16(90%信頼区間:1.09-1.24)

※ 50%信頼区間:220-273万頭, 90%信頼区間:192万頭-329万頭

※ 2018(平成30)年度の北海道の推定個体数は、約66万頭(北海道資料)

図5 ニホンジカ（本州以南）の個体数推定の結果（環境省2019）



## 【ボイストラップ法】

これまで紹介してきた調査方法は、シカがすでに生息している地域に適した方法です。一方、近年シカの生息分布が拡大しつつある東北地方や北陸地方などは、まだシカの生息密度も低いため、これらの方法でシカの生息を確認したり個体数を推定するのは難しいのが現状です。このようなシカの生息が拡大しつつある地域では、対象地域にシカが進入しているかどうかを把握することが重要になります。そのための調査方法として有効と考えられるのが、ボイストラップ法です (Enari et al. 2017; 江成・江成2020)。これは、繁殖期におけるオスジカの鳴き返し行動を利用し、流した音声データに対して鳴き返された音声を検知する方法と、対象地域に録音機を設置し自発的に発せられるシカの鳴き声を検知する方法があります。特に、分布拡大地域へ初期に侵入するのはオスジカが多いことから、鳴き返し行動を利用した調査方法は有効と考えられます。

今回紹介したのは、直接野外でシカや糞などの痕跡を調査し、得られたデータを基に個体数や生息密度などの密度指標を推定する方法です。近年、このような野外調査データとシカの捕獲数や個体群動態モデルから推定した自然増加率など、複数のデータを組み合わせた階層モデルによる個体数推定方法が注目されています (飯島 2017)。このモデルは、観測誤差 (野外調査での見落としなど) も明示的に取り扱えることから、シカの個体数推定にも適用されています (図 5; 環境省 2019)。ただし、これらの数値は推定値にすぎず、実際に日本には何頭のシカが生息しているのかは分かりません。今後もシカと上手く付き合っていくために、野外でのモニタリングを継続することは非常に重要と考えられます。

## 引用文献

江成広斗 (2015) 第 6 章 個体数の評価. pp.313-351. 「野

生動物管理のためのフィールド調査法 (關 義和 他編)」京都大学学術出版会.

Enari, H., H. Enari, K. Okuda, M. Yoshita, T. Kuno, K. Okuda (2017) Feasibility assessment of active and passive acoustic monitoring of sika deer populations. *Ecological Indicators* 79: 155-162.

江成広斗・江成はるか (2020) ニホンジカの低密度管理の実現を目指したボイストラップ法の有効性. *哺乳類科学* 60: 75-84.

Fafarman, K. R. and C. A. DeYoung. (1986) Evaluation of spotlight counts of deer in south Texas. *Wildlife Society Bulletin* 14: 180-185.

藤木大介・高木 俊 (2019) 兵庫県におけるニホンジカの科学的モニタリングに基づく順応的管理の評価と展望. *兵庫ワイルドライフモノグラフ* 11: 14-29.

濱崎伸一郎・岸本真弓・坂田宏志 (2007) ニホンジカの個体数管理にむけた密度指標 (区画法, 糞塊密度, 目撃効率) の評価. *哺乳類科学* 47: 65-71.

兵庫県 (2010) 第 3 期シカ保護管理計画 (第 2 次変更) 平成 22 年度事業実施計画. 兵庫県.

北海道 (2007) 捕獲努力量 (CPUE) 調査の概要. <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/grp/02/HPCPUE-chosa0708.pdf>. 2020 年 5 月 31 日閲覧.

Horino, S. and H. Nomiya (2008) Defecation of sika deer, *Cervus nippon*. *Mammal Study* 33: 143-150.

飯島勇人 (2017) シカの個体数推定法の変遷と課題. *森林科学* 79: 10-13.

池田浩一・岩本俊孝 (2004) 糞粒法を利用したシカ個体数推定の現状と問題点. *哺乳類科学* 44: 81-86.

稲富佳洋・上野真由美・宇野裕之 (2015) ライトセンサによるエゾシカ生息動向の評価. *環境科学研究センター所報* 5: 61-71.

環境省 (2019) 全国のニホンジカ及びイノシシの個体数推定等について. <https://www.env.go.jp/press/files/jp/112699.pdf>. 2020 年 5 月 31 日閲覧.

小池伸介・山崎晃司・梶 光一 (2017) 第 8 章 個体群動態の把握. pp.138-162. 「大型陸上哺乳類の調査法」共立出版.

小泉 透・矢部恒晶・椎葉康喜・井上 晋 (2004) 距離標本法によるニホンジカの密度推定. *九州森林研究* 57: 131-134.

Koda, R., N. Agetsuma, Y. Agetsuma-Yanagihara, R. Tsujino, N. Fujita (2011) A proposal of the

- method of deer density estimate without fecal decomposition rate: a case study of fecal accumulation rate technique in Japan. *Ecological Research* 26 : 227-231.
- Maruyama, N. and Furubayashi K. (1983) Preliminary examination of Block Count Methods for estimating numbers of Sika deer in Fudakake. *Journal of Mammalogical Society of Japan* 9 : 274-278.
- McCullough, D. R. 1982. Evaluation of night spotlighting as a deer study technique. *Journal of Wildlife Management* 46 : 963-973.
- Nakashima, Y., K. Fukasawa, and H. Samejima (2018) Estimating animal density without individual recognition using information derivable exclusively from camera traps. *Journal of Applied Ecology* 55 : 735-744.
- 大井徹・鈴木一生・堀野真一・三浦慎悟 (2008) ニホンジカの空中カウントと地上追出しカウントの比較. *哺乳類科学* 33 : 1-8.
- Rowcliffe, J. M., J. Field, S. T. Turvey and C. Carbone (2008) Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology* 45 : 1228-1236.
- 森林野生動物研究会編 (1997) 森林野生動物の調査—生息数推定法と環境解析—. 共立出版株式会社
- 高槻成紀・鹿股幸喜・鈴木和男 (1981) ニホンジカとニホンカモシカの排糞量・回数. *日本生態学会誌* 31 : 435-439.
- 宇野裕之 (2012) 第11章 野生動物管理におけるモニタリング. pp.145-159. 「野生動物管理—理論と技術—(羽山伸一他編)」文永堂出版

## 天狗巣病とは何か（その9）

田中 潔\*

### 第7章 枝の下部における長枝形成数の増加（承前）

#### 7-3. 結果（承前）

##### 【ダケカンバ】

ダケカンバの天狗巣病罹病枝と健全枝における、親枝1本当たりの翌年の長枝形成数と、単位長(10cm)当たりの長枝形成数を表7・3に示す。また、節位（葉位）別長枝形成率を図7・3に示す。

ダケカンバの一次罹病枝 ( $D_{21} + D_{31}$ ) では、健全枝に比べて親枝1本当たりの長枝生産数が約1.9倍、二次罹病枝 ( $D_{22}$ ) でも、約1.3倍になっている。また、親枝の単位長(10cm)当たりの長枝形成数は健全枝と比べると、一次罹病枝 ( $D_{21} + D_{31}$ ) で1.6倍、二次罹病枝 ( $D_{22}$ ) で約1.3倍と増加傾向を示した(表7・3)。

図7・3で明らかなように、ダケカンバの健全枝は頂部優勢が顕著であり、節間数8以上の長枝における枝の最上部の芽（第11と第12節位）の長枝形成率は100%であったが、枝の基部に近い第1～第3節位では長枝形成率は0%であった。一方、節間数8以上の罹病枝では頂部優勢の弱화가認められ、枝の基部の第1～第3節位においても、長枝形成率が17.2～37.5%（一次罹病枝）と高かった。二次罹病枝においても同様な結果であった。

##### 【オオヤマザクラ】

オオヤマザクラの天狗巣病罹病枝と健全枝における、親枝1本当たりの翌年の長枝形成数と、単

位長(10cm)当たりの長枝形成数を表7・4に示す。また、節位（葉位）別長枝形成率を図7・4に示す。

オオヤマザクラの一次罹病枝 ( $D_{21} + D_{31}$ ) では、健全枝に比べて親枝1本当たりの長枝生産数が約3.1倍、二次罹病枝 ( $D_{22}$ ) でも約1.7倍になっている。また、親枝の単位長(10cm)当たりの長枝形成数は、健全枝と比べると、一次罹病枝で2.0倍、二次罹病枝で約1.5倍と、著しい増加傾向を示した(表7・4)。

オオヤマザクラの健全枝では頂部優勢が顕著であり、30%を超える長枝形成率は、節間数8以上の長枝では、第6節位から上の節位であった。一方、罹病枝では頂部優勢の弱화가あり、節間数8以上の一次罹病枝において、30%を超えた長枝形成率は、第3節位から上の節位で認められた。その結果、図7・4に示すように、健全枝に比べると、枝下部の節位における長枝形成率が明らかに高くなっている。二次罹病枝でも、同様に頂部優勢の弱화가あり、下位節位においても、長枝形成数の増加が認められた。

##### 【ソメイヨシノ】

ソメイヨシノの天狗巣病罹病枝と健全枝における、親枝1本当たりの翌年の長枝形成数と、単位長(10cm)当たりの長枝形成数を(表7・5)に示す。また、節位（葉位）別長枝形成率を図7・5に示す。

ソメイヨシノの一次罹病枝 ( $D_{21} + D_{31}$ ) では、健全枝に比べて、親枝1本当たりの長枝形成数が約4.4倍、二次罹病枝 ( $D_{22}$ ) でも約2.2倍になっていた。また、親枝の単位長(10cm)当たりの長枝形成数は、健全枝と比べると、一次罹病枝で約

\*一般社団法人林業薬剤協会

TANAKA Kiyoshi

表 7・3 長枝形成数 (ダケカンバ)

| 枝の次数 | 枝の種類                      | 供試枝数 | 親枝 1 本当たり<br>の長枝形成数 | 単位長 (10cm) 当たり<br>の長枝形成数 |
|------|---------------------------|------|---------------------|--------------------------|
| 一次枝  | 罹病枝 ( $D_{21} + D_{31}$ ) | 143  | 4.6 (192%)          | 2.4 (160%)               |
|      | 健全枝 ( $H_{21} + H_{31}$ ) | 240  | 2.4 (100%)          | 1.5 (100%)               |
| 二次枝  | 罹病枝 ( $D_{22}$ )          | 240  | 2.8 (127%)          | 1.9 (127%)               |
|      | 健全枝 ( $H_{22}$ )          | 240  | 2.2 (100%)          | 1.5 (100%)               |

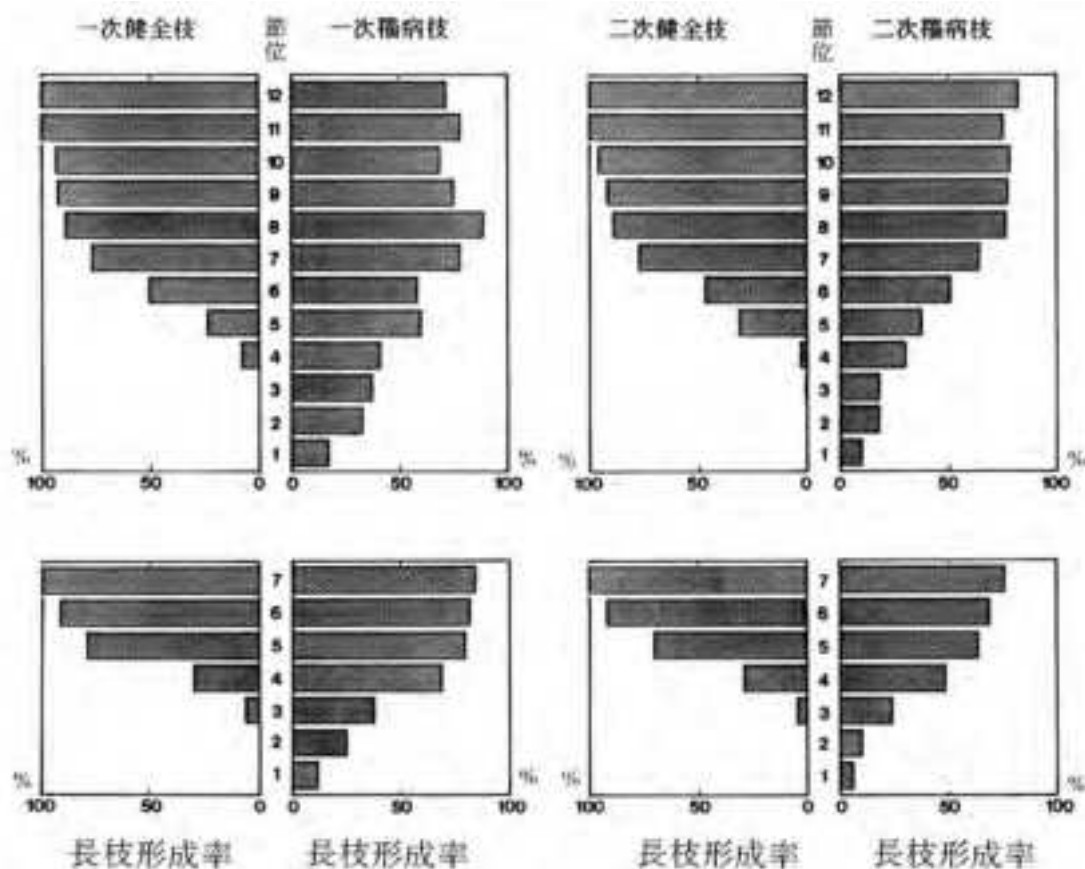


図 7・3 節位 (葉位) 別長枝形成率 (ダケカンバ)

2.6倍, 二次罹病枝で約1.7倍と, 供試6樹種の中では最も激しい枝数の増加傾向を示した (表 7・5)。

ソメイヨシノの健全枝では頂部優勢が顕著であり, 枝の基部に近い第1～第5節位における長枝形成率は極めて低い。一方, 罹病枝では頂部優勢の弱화가認められ, 一次罹病枝では, 節間数8以

上の長枝と節間数7以下の長枝においても, 第2節位から長枝形成率が30%を超えた。写真78に示すように, 枝の基部の第1節位からも長枝が形成されることが多い。その結果, 図 7・5 に示したように, 健全枝に比べると下位節位における長枝形成率が著しく高くなっている。

表 7・4 長枝形成数 (オオヤマザクラ)

| 枝の次数 | 枝の種類                      | 供試枝数 | 親枝 1 本当たりの<br>長枝形成数 | 単位長 (10cm) 当たり<br>の長枝形成数 |
|------|---------------------------|------|---------------------|--------------------------|
| 一次枝  | 罹病枝 ( $D_{21} + D_{31}$ ) | 109  | 5.6 (311%)          | 2.4 (200%)               |
|      | 健全枝 ( $H_{21} + H_{31}$ ) | 240  | 1.8 (100%)          | 1.2 (100%)               |
| 二次枝  | 罹病枝 ( $D_{22}$ )          | 240  | 3.0 (167%)          | 2.0 (154%)               |
|      | 健全枝 ( $H_{22}$ )          | 240  | 1.8 (100%)          | 1.3 (100%)               |

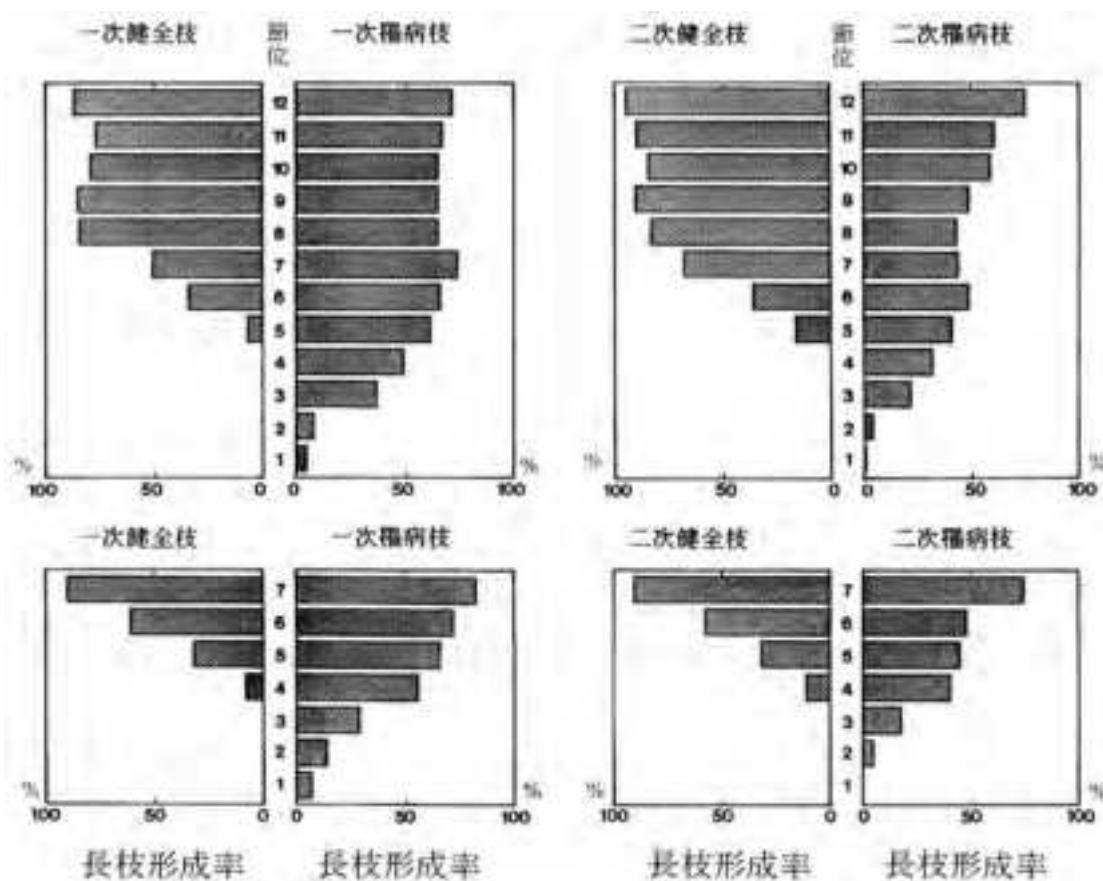


図 7・4 節位 (葉位) 別長枝形成率 (オオヤマザクラ)

#### 【シラカンバ】

シラカンバの天狗巣病罹病枝と健全枝における、親枝 1 本当たりの翌年の長枝形成数と、単位長 (10cm) 当たりの長枝形成数を表 7・6 に示す。また、節位 (葉位) 別長枝形成率を図 7・6 に示す。

シラカンバの一次罹病枝 ( $D_{21} + D_{31}$ ) では、健全枝に比べて親枝 1 本当たりの長枝生産数が約

1.8倍、二次罹病枝 ( $D_{22}$ ) では約2.3倍になっていた。また、親枝の単位長 (10cm) 当たりの長枝形成数は、健全枝と比べると、一次罹病枝で約2.1倍、二次罹病枝で約3.2倍と、著しい枝数の増加傾向を示した (表 7・6)。

シラカンバの健全枝においても頂部優勢が顕著であり、節間数 8 以上の長枝では、第 6 節位から上部の節位における長枝形成率は 50% 以上であっ

表 7・5 長枝形成数 (ソメイヨシノ)

| 枝の次数 | 枝の種類                      | 供試枝数 | 親枝 1 本当たりの長枝形成数 | 単位長 (10cm) 当たりの長枝形成数 |
|------|---------------------------|------|-----------------|----------------------|
| 一次枝  | 罹病枝 ( $D_{21} + D_{31}$ ) | 132  | 9.7 (441%)      | 3.4 (262%)           |
|      | 健全枝 ( $H_{21} + H_{31}$ ) | 139  | 2.2 (100%)      | 1.3 (100%)           |
| 二次枝  | 罹病枝 ( $D_{22}$ )          | 240  | 4.9 (223%)      | 2.4 (171%)           |
|      | 健全枝 ( $H_{22}$ )          | 240  | 2.2 (100%)      | 1.4 (100%)           |

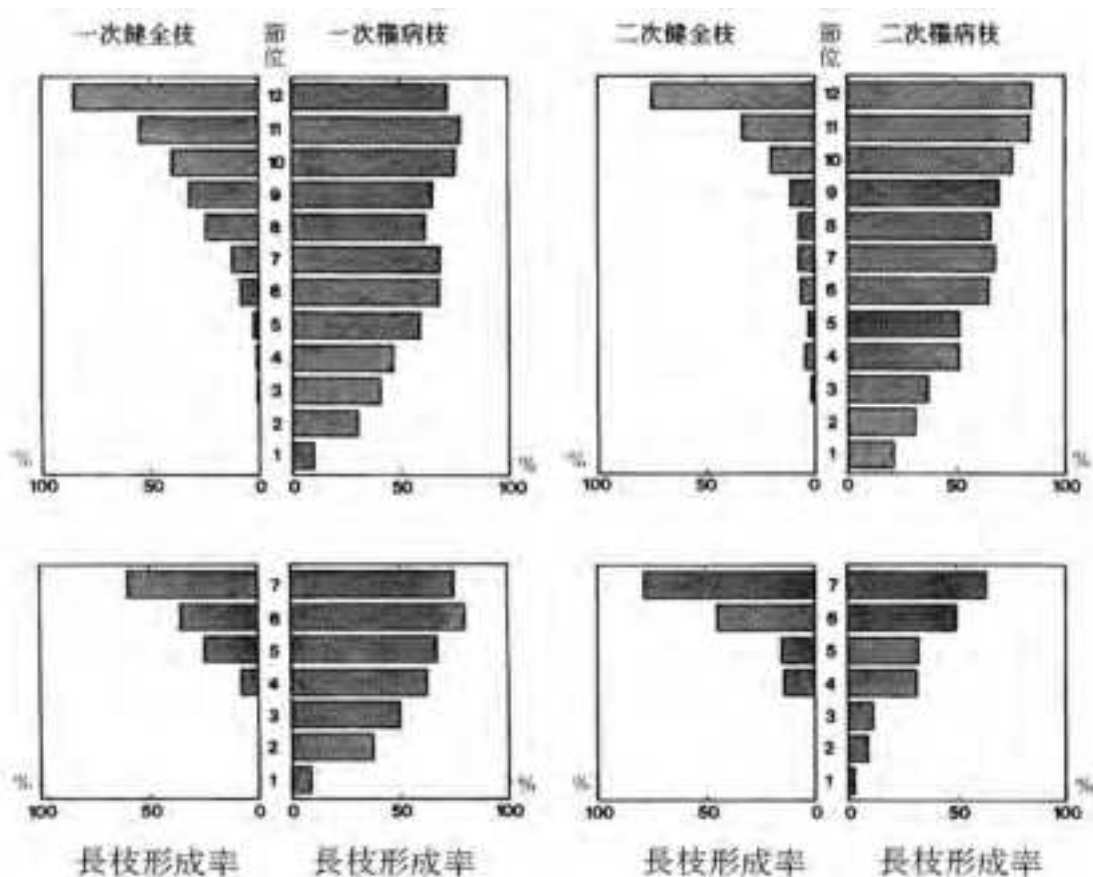


図 7・5 節位 (葉位) 別長枝形成率 (ソメイヨシノ)

た。一方、罹病枝では頂部優勢の弱화가認められ、枝の基部に近い第 3 節位から長枝形成率が 50% を超えた。とくに、枝基部の第 1 節位における長枝形成率が、他の樹種に比べて高かった (図 7・6)。

#### 7-4. 考察

##### 【ケヤマハンノキ】

菊沢喜八郎 (1978) と Kikuzawa, K. (1980) は、

ケヤマハンノキの落葉経過を観察し、①ケヤマハンノキの冬芽には芽鱗がない、②枝基部の 2～3 枚の葉は、寿命が 40～60 日と短く、秋を待たずに、夏の間に落葉する、③第 1～第 3 葉の葉腋には冬芽が形成されないことなどから、第 1～第 3 葉は芽鱗へと退化しつつあるもので、第 4 葉以上の葉とは性質が異なると考えた。そこで最初の 3 枚の葉を「春葉」、4 枚目以降の葉を「夏葉」と呼んで区別した。図 7・1 の結果はこのことを裏付け



写真78 ソメイヨシノ天狗巣病の2年生病巣

1本の2年生一次罹病枝(D<sub>21</sub>)から、7本の1年生二次罹病枝(D<sub>12</sub>)が形成されている。枝の基部からも長枝が形成される。

ており、ケヤマハンノキの健全枝では、第1～第3葉位の腋芽が長枝へと進展した例はなかった。また、罹病枝においても下部節位における頂部優勢の弱화가認められ、菊沢喜八郎(1978)とKikuzawa, K. (1980)が、健全枝においては冬芽形成がないとした、第3節位においても長枝形成があったが(節間数7以下の一次罹病枝では、長枝形成率が12.4%)、第1節位と第2節位には、長枝形成が認められなかった(図7・1)。

ケヤマハンノキの罹病枝では、単位長(10cm)当たりの長枝形成数増は顕著ではなかった(表7・1)。この理由は、第6章(前報その8)で明らかにしたように、枝の長さが著しく長くなっていることが影響を与えていると考えられる。すなわち、ケヤマハンノキでは、健全枝と比べて、罹病枝は徒長傾向を示しているの、枝数が増加していること(叢生傾向を示していること)が分かりにくくなっている。とくに、健全枝と同様に、罹病枝においても枝基部における長枝形成がないため、まばらに枝が出ている印象を与える(写真79)。しかし、3年以上生き残った天狗巣病病巣では、健全枝よりも頂部優勢の弱化による、親枝1本当たりの枝数増があり、結果として枝の叢生程度が低い微弱な天狗巣が形成される。

写真79は、3年間枝生き残ったケヤマハンノキ



写真79 ケヤマハンノキ天狗巣病の3年生病巣

1本の3年生一次罹病枝(D<sub>31</sub>)から、3本の2年生二次罹病枝(D<sub>22</sub>)が形成され、さらに、その翌年、18本の1年生三次罹病枝(D<sub>13</sub>)が形成された。枝の基部は春葉に相当するため、長枝形成がほとんどなく、枝がまばらに生じているように見える。

天狗巣病罹病枝である。枝下部の2本の枝では、三次枝まで形成されている。この2本の枝では、頂部優勢の弱화가認められ、分枝率が上昇し、微弱な天狗巣が形成されている。

第3章(前報その4)の表3・1で示したように、ケヤマハンノキの罹病枝における3年間の累積枯死率は98.7%と高かった。枝の枯死と半枯れが重なると、さらに、枝の数が減少し、ますます、健全枝の集団と天狗巣病病巣との判別が困難になる。

#### 【ウダイカンバ】

第6章(前報その8)で解説したように、*Betula* 属植物は、開芽とともに展開する「春葉, early leaves」と、枝の伸長にともなって、後から展開する「夏葉, late leaves」の2種類の葉がある(菊沢, 1978; Kozłowski and Clausen, 1966)。

ウダイカンバの健全枝では、春葉が展開する第1と第2節位では、通常、冬芽が形成されないか、または、形成されても、痕跡程度であり、肉眼では識別が困難である。結果として、この節位における長枝形成はない。しかし、罹病枝では、頂部優勢の弱화가ケヤマハンノキよりも強く現れ、こ



写真80 ウダイカンバ天狗巣病の3年生病巣  
枝数の少ない微弱な天狗巣を形成する。

の春葉の展開する節位（第1～第2節位）からも長枝形成が認められた（図7・2）。

罹病枝における、親枝の単位長（10cm）当たり長枝生産数は、健全枝と比べて2.5倍と大きい値を示した（表7・2）。しかし、ウダイカンバの天狗巣病病巣は、写真80で明らかなように、枝の叢生程度が低い微弱な天狗巣である。この理由は、ケヤマハンノキと同様に、第3章（前報その4）の表3・1で示した罹病枝の高い枯死率（3年間の累積の枯死率は96.0%）が影響を与えている。また、ウダイカンバの健全枝がもともと有する、単位長（10cm）当たりの低い長枝形成数（分枝率）も、微弱な天狗巣を形成する要因であることを考慮に入れる必要があると思われる。

北海道を代表する *Betula* 属樹木である、ウダイカンバ、ダケカンバ、および、シラカンバの3種を比較すると、ウダイカンバだけが極端に枝数の少ない枝ぶりをしている。写真81は隣接して生育しているウダイカンバとシラカンバの同齢木の健全枝における枝の混み具合を示したものである。ウダイカンバ健全枝における単位長（10cm）当たりの長枝形成数は0.6で、シラカンバ健全枝の1.3、あるいは、ダケカンバ健全枝の1.5と比べると、半分以下の値になっている。単位長（10cm）当たりの枝の数が2倍違い、かつ、枝枯れがないと仮定すると、3年間で年々その差が積算され、



写真81 健全木のシラカンバ（左）とウダイカンバ（右）  
の枝込み具合の違い

シラカンバの枝数に比べて、ウダイカンバの枝数は少ない。

枝の数は8倍の違いとなって現れる。写真81は、このような積年の長枝形成数の違いがそれぞれの樹種の枝の混み具合の差となって現れている。

また罹病枝では、第6章（前報その8）で述べたように、枝の長さも短くなっている（表6・2）ので、単位長あたりの翌年の長枝形成数は、枝1本あたりの長枝形成数の上昇分と枝の長さの短縮分が相乗的に働くため、ウダイカンバの一次罹病枝（ $D_{21} + D_{31}$ ）及び二次罹病枝（ $D_{22}$ ）の長枝生産数が、ともに2.5倍の値になっている。単位長あたりの枝数の増加は、枝が混み合うこと、すなわち、枝の叢生を意味する。

さらに、頂部優勢の弱化による枝下部における長枝形成数増は、ウダイカンバが持つ本来の分枝率を考慮に入れると、典型的な天狗巣を形成するダケカンバ天狗巣病菌（*T. betulicola*）やシラカンバ天狗巣病菌（*T. nana*）と、長枝形成数増の傾向はほとんど同じといえる。したがって、ウダイカンバに寄生する *T. betulina* は、第1章（前報その1）で詳説したように、組織癭形成菌（単なる組織の肥大・肥厚のみを起こす菌）ではなく、器官癭形成菌（枝などの器官の叢生を起こす菌）、すなわち、天狗巣形成菌である。



表 7・6 長枝形成数（シラカンバ）

| 枝の次数 | 枝の種類                      | 供試枝数 | 親枝 1 本当たり<br>の長枝形成数 | 単位長（10cm）当たり<br>の長枝形成数 |
|------|---------------------------|------|---------------------|------------------------|
| 一次枝  | 罹病枝 ( $D_{21} + D_{31}$ ) | 41   | 4.6 (184%)          | 2.7 (208%)             |
|      | 健全枝 ( $H_{21} + H_{31}$ ) | 120  | 2.5 (100%)          | 1.3 (100%)             |
| 二次枝  | 罹病枝 ( $D_{22}$ )          | 130  | 4.9 (233%)          | 3.8 (317%)             |
|      | 健全枝 ( $H_{22}$ )          | 240  | 2.1 (100%)          | 1.2 (100%)             |

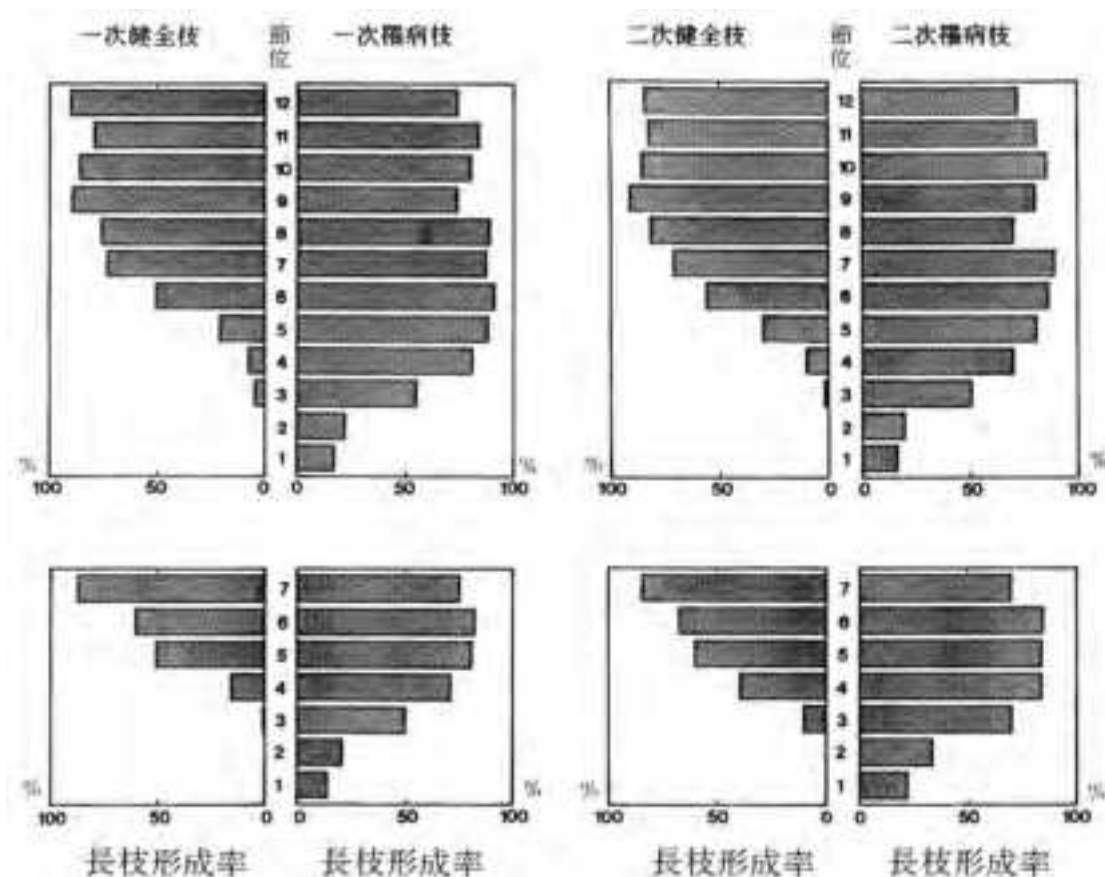


図 7・6 節位（葉位）別長枝形成率（シラカンバ）

#### 【ダケカンバ】

ダケカンバ罹病枝における頂部優勢の傾向は、ケヤマハンノキとウダイカンバと大きく違い、枝基部における節位の長枝形成率が高い（図 7・3）。枝の基部からの長枝形成は、枝の叢生に直接響くため、叢生機構として重要である。ダケカンバやシラカンバでは、罹病枝の基部にとくに大

きな冬芽が目立ち、次年度に、枝の基部から長枝へと発展する可能性が高いことを示している。一方、ケヤマハンノキの健全枝では、枝の基部に冬芽が形成されない。またウダイカンバでは、冬芽の形成が増加し、長枝形成数増も認められるが、ダケカンバと比べるとはるかに低い値であった（表 7・2）。



写真82 ダケカンバ天狗巣病の病巣

ダケカンバ天狗巣病の病巣は、枝の叢生程度が低い、微弱な天狗巣（ケヤマハンノキ、ウダイカンバ）と、枝の叢生程度が高い、典型的な天狗巣（ソメイヨシノ、シラカンバ）との中間の形を示す。

#### 【オオヤマザクラ】

オオヤマザクラの一次罹病枝 ( $D_{21} + D_{31}$ ) では、健全枝に比べて長枝形成数が3.1倍、親枝の単位長（10cm）当たりの長枝形成数が2.0倍と著しい枝数の増加傾向を示した（表7・4）。この長枝形成数増はソメイヨシノの罹病枝にも認められることから、サクラ類天狗巣病病巣に共通の現象であろう。とくに、第3章（前報その4）の表3・1で示したように、オオヤマザクラとソメイヨシノの罹病枝では、枝の枯死率が他の樹種の天狗巣病罹病枝よりも低い。したがって、形成された長枝の生き残る確率が高いため、枝の叢生程度が高い典型的な多年生の天狗巣を形成すると考えられる。

#### 【ソメイヨシノ】

ソメイヨシノの一次罹病枝 ( $D_{21} + D_{31}$ ) では、親枝1本当たりの長枝形成数が9.7本と、健全枝の4.4倍に増加していた。単位長（10cm）当たりの増加率も2.6倍と、激しい増加傾向を示した（表7・5）。ソメイヨシノで典型的な天狗巣が形成



写真83 シラカンバ天狗巣病の病巣

枝の叢生程度が高い、典型的な天狗巣を形成する。

される主因は、この顕著な長枝形成数増にあると思われる。

さらに、ソメイヨシノでは、第2章（前報その2）の表2・5に示したように、一次罹病枝 ( $D_{11} + D_{21} + D_{31}$ ) において、（1）二次伸長枝形成が多い（第2章の表2・5）、（2）全展開葉数に対する孢子形成葉数が少ないため（第4章の表4・1c）、枝の枯死が発生しにくく、一次及び二次罹病枝においても、高い長枝形成率を保持している（表7・5）、（3）枝の基部からの長枝形成数も多い（図7・5、写真78）と、いずれの視点からも枝の数が増加する傾向を示している。ソメイヨシノでは、これらの要因が相乗的に働いて、枝の叢生程度が高い典型的な多年生の天狗巣が形成されると考えられる。

#### 【シラカンバ】

シラカンバの一次罹病枝 ( $D_{21} + D_{31}$ ) では、1本当たりの長枝形成数が4.6本と健全枝に比べて1.8倍、単位長（10cm）当たりの長枝形成数で約2倍であった。さらに、二次罹病枝では、健全枝に比べて、1本あたりの長枝形成数で2.3倍、単位長（10cm）当たりの長枝形成数で3.2倍と、罹

表 7・6 長枝形成数 (シラカンバ)

| 枝の次数 | 枝の種類                      | 供試枝数 | 親枝 1 本当たり<br>の長枝形成数 | 単位長 (10cm) 当たり<br>の長枝形成数 |
|------|---------------------------|------|---------------------|--------------------------|
| 一次枝  | 罹病枝 ( $D_{21} + D_{31}$ ) | 41   | 4.6 (184%)          | 2.7 (208%)               |
|      | 健全枝 ( $H_{21} + H_{31}$ ) | 120  | 2.5 (100%)          | 1.3 (100%)               |
| 二次枝  | 罹病枝 ( $D_{22}$ )          | 130  | 4.9 (233%)          | 3.8 (317%)               |
|      | 健全枝 ( $H_{22}$ )          | 240  | 2.1 (100%)          | 1.2 (100%)               |

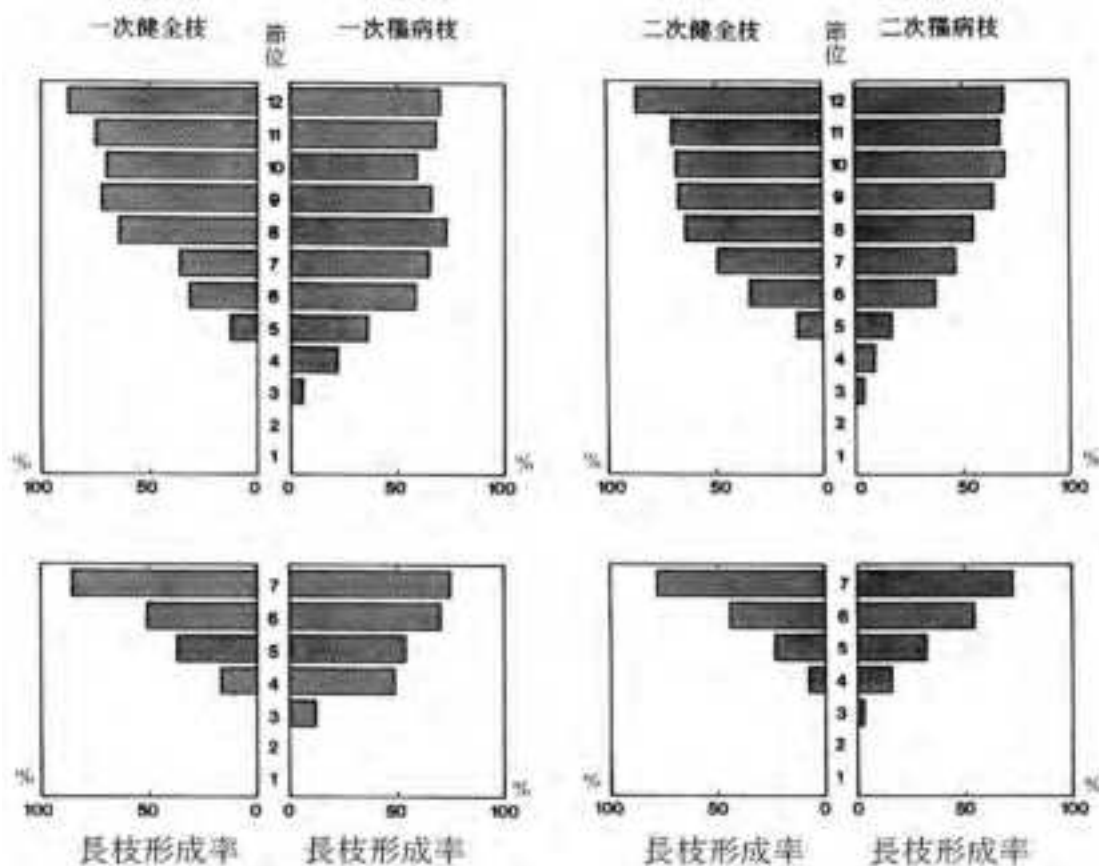


図 7・6 節位 (葉位) 別長枝形成率 (シラカンバ)

病枝の次数が上がるほど、長枝形成数が増加する傾向が認められた (図 7・6)。この次数の上昇とともに、長枝形成数増が認められたのはシラカンバだけであった。

シラカンバの罹病枝では、全展開葉に対する胞子形成葉数の割合が低い [第 4 章 (前報その 5) の表 4・1c]。胞子形成が認められない年もある。そのため、早期落葉による枝の枯死が起こり

にくい (第 4 章の図 4・3)。また、罹病枝の節間短縮も顕著である。さらに、枝の基部からの冬芽の発達が促され、春葉の葉腋からも長枝形成がある。これらの諸条件が重なり合って、調査した 6 樹種の中では、外見上、最も枝の叢生程度が高い典型的な天狗巣を形成すると考えられる (写真 83)。

## 7-5. 本章のまとめ

*Taphrina* 属菌による天狗巣形成の特徴は、頂部優勢の弱化による枝の基部における枝数増にあるとされてきた (Laubert, R. 1928; 松山宣明 1968; 田中潔 1988a, 1988b; Tubeuf, K. F. 1897)。調査した6樹種のいずれにおいても、頂部優勢の弱化は明らかであった (図7・1～6)。

*Taphrina* 属菌の罹病枝では、枝上部における長枝形成数は健全枝と比べてやや減少する傾向があった。しかし、その差はわずかであり、結果として親枝1本当たりの長枝形成数は、枝下部の長枝形成数増に引きずられて、いずれの罹病枝においても増加していた (表7・1～6)。図7・7枝長は、表7・1～6に示した親枝の単位長 (10cm)

当たりの長枝形成数を図化して、見やすくしたものである。健全枝に比べて、罹病枝における長枝

形成数は、供試した6樹種のいずれにおいても増加傾向が認められた。また、微弱な天狗巣を形成するケヤマハンノキとウダイカンバでは、その増加率が低く、典型的な天狗巣を形成する、オオヤマザクラ、ソメイヨシノおよびシラカンバでは、その増加率が著しかった。とくに、シラカンバの二次罹病枝では、健全枝に比べて3倍以上の増加率であり、罹病枝の枯死率も低いので、年々、枝数の増加が蓄積されるため、典型的な多年性の天狗巣に発展することになる。

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伴う分枝率の増加は、*Taphrina* 属菌による天狗巣病罹病枝に共通する特徴で、枝の叢生機構としては最も寄与率が高いと思われる。

(つづく)

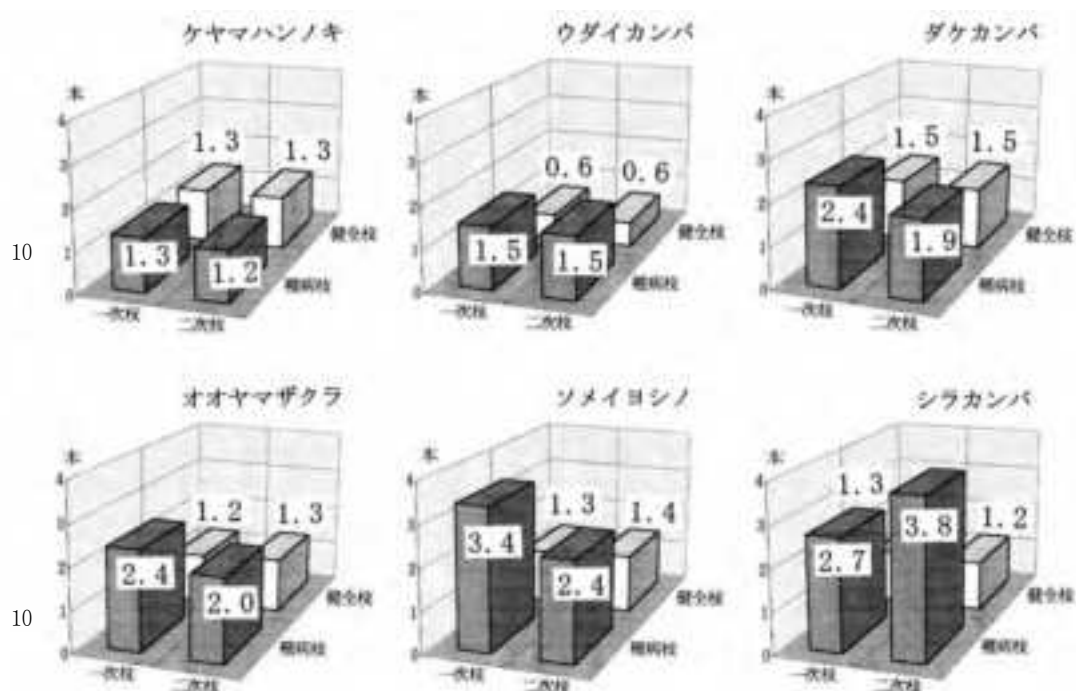


図7・7 罹病枝と健全枝における親枝の単位長 (10cm) 当たりの長枝形成数

# 松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響 (10)

—成田市甚兵衛の森で高所作業車から散布された薬剤の作業者暴露—

—— 本山直樹<sup>\*1</sup>・阿部智早絵<sup>\*2</sup>・丸 論<sup>\*3</sup>・上山 純<sup>\*4</sup>・斎藤 勲<sup>\*5</sup>

## I. はじめに

本山らは、2011年から本誌に「松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響」という題目で記事を連載し、当該問題に関する2004年以後の長年にわたる取り組みについて報告してきた。これまで、第1報は群馬県と静岡県における調査事例<sup>1)</sup>、第2報は秋田県における調査事例<sup>2)</sup>、第3報はマツノマダラカミキリ成虫に対するスミパイン<sup>®</sup>ECとMCの作用経路<sup>3)</sup>、第4報は新潟県胎内市における調査事例<sup>4)</sup>、第5報は無人ヘリでスミパイン<sup>®</sup>MCが散布された松林に立ち入った場合の暴露量<sup>5)</sup>、第6報はヘリコプターによる薬剤散布の防除効果と散布むらとの関係<sup>6)</sup>、第7報は長野県駒ヶ根市と千曲市における調査事例<sup>7)</sup>、第8報は無人ヘリで散布されたマツグリーン<sup>®</sup>液剤2の飛散実態<sup>8)</sup>、第9報は2008年に山形県で起きた目のかゆみ・充血事件の原因<sup>9)</sup>、について述べた。

第10報の本稿では、2017年と2018年に千葉県成田市の甚兵衛の森において主に高所作業車の上からと一部地上から鉄砲ノズルを用いて松くい虫防除の薬剤散布が行われた機会に、散布作業者と監視作業者の暴露量を調査した結果について紹介する。なお、これらの調査結果については、すでに阿部らが2018年～2020年の日本農薬学会第43回大会～第45回大会で発表済のものである。<sup>10～12)</sup>

## II. 試験地

甚兵衛の森（別名水神の森）は千葉県成田市北須賀1626に位置し、約0.6haの面積に樹齢約300年と言われるクロマツの老木8本をはじめ大径木、中径木、小径木のクロマツ約70本が植栽されていて、「甚兵衛の森を守る会」という地元の造園業・樹木医を中心としたボランティアグループが成田市役所観光プロモーション課の助成を得て保全活動を行っている。2019年4月28日に筆者らの一人本山がマツの胸高直径を毎木（伐採木の根株直径を含めて）計測した結果、60cm以上が9本（13%）、40～<60cmが16本（24%）、20～<40cmが24本（35%）、<20cmが19本（28%）という構成であった。この中、樹齢約300年と言われる老木は当初12本あったのが、近年になって松くい虫被害で4本が枯死して現在は8本残っている。なお、甚兵衛の森は昭和58年に日本の名松100選に選定され、江戸時代に佐倉惣五郎が農民



写真1 印旛沼と甚兵衛の森の航空写真（京葉測量株式会社が2019年1月16日に撮影）

\*1 千葉大学 / 農薬政策研究会 MOTOYAMA Naoki  
 \*2 (株) 化学分析コンサルタント ABE Chisae  
 \*3 (株) 化学分析コンサルタント MARU Satoshi  
 \*4 名古屋大学大学院医学研究院 UHEYAMA Jun  
 \*5 名古屋大学大学院医学研究院 SAITO Isao



写真 2 A 甚兵衛の森



写真 3 A 高所作業車の上からの薬剤散布作業



写真 2 B 甚兵衛の森の樹齢約300年の老松



写真 3 B 高所作業車の上からの薬剤散布作業

の窮状を 4 代將軍徳川家綱に直訴した時に、干拓される前の印旛沼を渡って江戸に向かった甚兵衛の渡しがこの森の端にあったことが名前の由来である。(写真 1, 2 A, 2 B)

### Ⅲ. 薬剤散布の概要

松くい虫防除の薬剤散布は、現在は上記ボランティアグループが毎年高所作業車の上から実施している。(写真 3 A, 3 B) 一部の低樹高のマツに対しては地上からも散布を実施している(写真 4)

2017年と2018年に作業者暴露の調査を行った時の散布の概要と暴露量調査の対象者は以下の通りである。

1 回目：2017年 5 月 25 日 4：00～7：30am (3.5 時間)

スミパイン®MC (有効成分フェニトロ



写真 4 地上からの薬剤散布作業

A：斜め上の角度での散布

B：垂直に近い角度での散布

チオン23.5%) 50倍希釈液1,000L を松林全体に散布

暴露量調査対象者：散布者 2 名と監視者 2 名

2 回目：2017年 7 月 16 日 4：25～6：25am (2

時間)

スミパイン®MC50倍希釈液1,000Lを松林全体に散布

暴露量調査対象者：散布者2名と監視者2名

3回目：2017年8月26日 7:30～7:50am(20分)

マツグリーン®液剤2(有効成分アセタミプリド2%)100倍希釈液100Lをマツ1本に対して高所作業車の上から散布  
暴露量調査対象者：散布者2名と監視者2名

4回目：2018年8月2日 4:00～6:00am(2時間)

スミパイン®MC50倍希釈液1,000Lを松林全体に散布

暴露量調査対象者：散布者3名と監視者3名

なお、保護具着用については特別な指示はせず、各作業者が通常作業を行う通りの服装で作業を実施した。

#### IV. 作業車暴露調査の方法

経皮暴露量は、直径7cmのろ紙(NO.1)をヘルメット又は帽子から顔の横に設置し、散布時間中の捕捉された薬剤を分析して推定した。吸入暴露量は、首から吊るすか腰のベルトから吊るした小型ポンプと接続したミニカラム(Sep-Pak PS-Air カートリッジ)を顔の横に設置し、散布時間中の大気を2L/minの流速で吸引して捕捉された薬剤を分析して推定した。(写真5)

作業者は全員帽子(又はヘルメット)と農薬用の保護マスクは着用していたが、保護メガネと手袋・長袖着用については作業者によって異なっていた。測定された暴露量は保護具を全く着用しない場合に想定される推定値である。

フェニトロチオンの分析にはGC-NPD、アセタミプリドとアセタミプリドデスメチル体の分析



写真5 経皮暴露測定用ろ紙と吸入暴露測定用カートリッジの装着

A: 監視作業者

B: 散布作業者

にはLC-MS/MSを用いた。

暴露のバイオマーカーとして、散布当日の散布前、散布直後、散布翌日(1日後)の朝、散布2日後の朝(2018年散布のみ)に採尿して-80℃で保存し、溶解した尿0.5mlを固相抽出で精製して測定液とし、LC-MS/MSで分析した。なお、尿の採取と分析については名古屋大学臨床研究審査委員会の承認を得て実施したものである。また、調査対象者には事前に調査の意義その他について説明し、調査に参加することの同意を得た。

#### V. 経皮暴露と吸入暴露の評価対照値と検出された暴露量

##### (1) スミパイン®MC

有効成分が有機リン殺虫剤のフェニトロチオンの場合、ウサギに22日間連続経皮投与した無毒性量は50mg/kg(ウサギ体重)/日と報告<sup>14)</sup>されているので、ヒトに対する経皮暴露の無毒性量は種差(1/10)×個人差(1/10)を掛けて0.5mg/kg(ヒト体重)と推定される。これに日本人の平均体重55.1kgを掛け、日本人の平均体表面積(男女)16,000cm<sup>2</sup>で割った値1.72μg/cm<sup>2</sup>(ヒトの皮膚面積)を経皮暴露の評価対照値と見なした。ろ紙を用いて検出された推定経皮暴露量はほとんどの作業者が1.72μg/cm<sup>2</sup>未満であったが、

2017年調査では散布作業者の推定経皮暴露量が評価対照値を超える場合が2件 ( $4.18\mu\text{g}/\text{cm}^2$ と $8.89\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) あった。2018年散布では散布作業者の推定経皮暴露量が $1.72\mu\text{g}/\text{cm}^2$ を超える場合が3件あり、特にその中の1件では $67.9\mu\text{g}/\text{cm}^2$ という異常に高い推定経皮暴露量を示した。(図1) この作業者は地上からできるだけ高位置の枝葉に薬剤を到達させようとして、ほぼ垂直に近い角度で散布をしたために頭上に落下した薬液に暴露したものである。(写真4B)

吸入暴露については、日本産業衛生学会が公表<sup>14)</sup>している成人が1日8時間×週40時間作業して吸入し続けても問題ないとされる作業環境のフェニトロチオンの許容濃度  $1\text{mg}/\text{m}^3$ を吸入暴

露の評価対照値と見なした。検出された推定吸入暴露量はほとんどが $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満であった。ただし、2018年に地上から散布した上記作業者だけが $48.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ という比較的高い吸入暴露量を示したが、許容濃度  $1\text{mg}/\text{m}^3$ は超えなかった。(図2)

## (2) マツグリーン®液剤2

ネオニコチノイド剤のアセタミプリドをウサギに21日間連続経皮投与した無毒性量(限界用量)は $1,000\text{mg}/\text{kg}$ (ウサギ体重)/日と報告<sup>15)</sup>されているので、ヒトに対する経皮暴露の無毒性量は、フェニトロチオンの場合と同様の計算で、 $34.4\mu\text{g}/\text{cm}^2$ をヒトに対する経皮暴露の評価対照値と見なした。2017年散布で検出された推定経皮暴露量は $<0.0001\sim 0.198\mu\text{g}/\text{cm}^2$ の範囲であり、

経皮暴露量(フェニトロチオン  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )

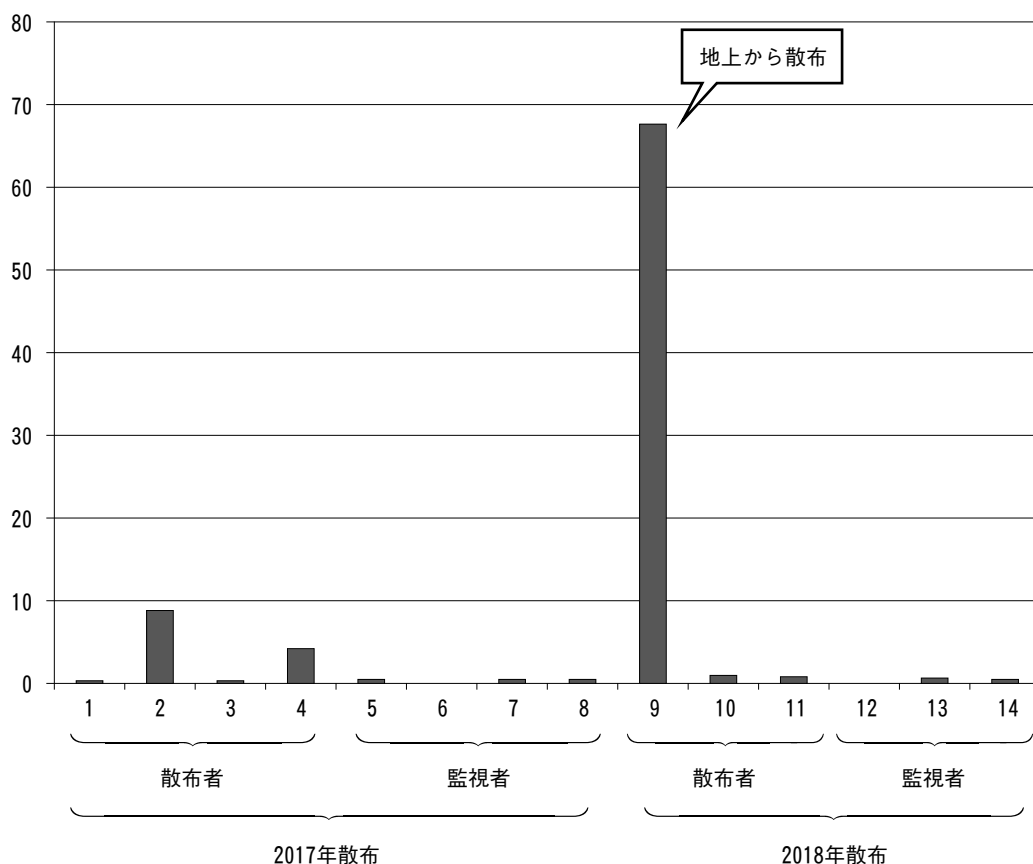


図1 スミパイン®MC(有効成分フェニトロチオン)散布中における散布作業者と監視作業者の推定経皮暴露量  
阿部ら<sup>10, 11)</sup>から引用



評価対照値に比べて著しく低かった。

吸入暴露については、ラットにアセタミプリド（ダスト）を4時間暴露して得られたLC50値（半数致死濃度） $>0.3\text{mg/L}$ （全身暴露）， $>1.15\text{mg/L}$ （鼻部暴露）<sup>15)</sup>に種差（1/10）×個人差（1/10）を掛けて計算したヒトへの吸入暴露の毒性値 $>3\text{mg/m}^3$ （全身暴露）又は $>11.5\text{mg/m}^3$ （鼻部暴露）を評価対照値と見なした。2017年散布で検出された推定吸入暴露量はアセタミプリドが $<0.1\sim 0.2\mu\text{g/m}^3$ ，デスメチル体が $<0.1\mu\text{g/m}^3$ であり，アセタミプリドの吸入暴露評価対照値に比べて著しく低かった。

## VI. 暴露のバイオマーカーとしての尿中 検出濃度

2017年と2018年にスミパイン®MC（有効成分フェニトロチオン）の50倍希釈液1,000Lが松林全体に散布された機会に，散布作業者と監視作業者の尿を採取し，暴露のバイオマーカーとしてフェニトロチオンの尿中主要代謝物のジメチルリン酸（DMP）とジメチルチオリン酸（DMTP）濃度を分析した。散布直後～散布3日後の朝のDMP + DTMPの積算濃度は大半が $500\mu\text{g/L}$ 未満であったが， $500\mu\text{g/L}$ を超える場合が4件あり，特にその中の1件は $3,000\mu\text{g/L}$ を超えていた。これは上述した地上から散布して経皮暴露量

吸入暴露量（フェニトロチオン  $\mu\text{g/m}^3$ ）

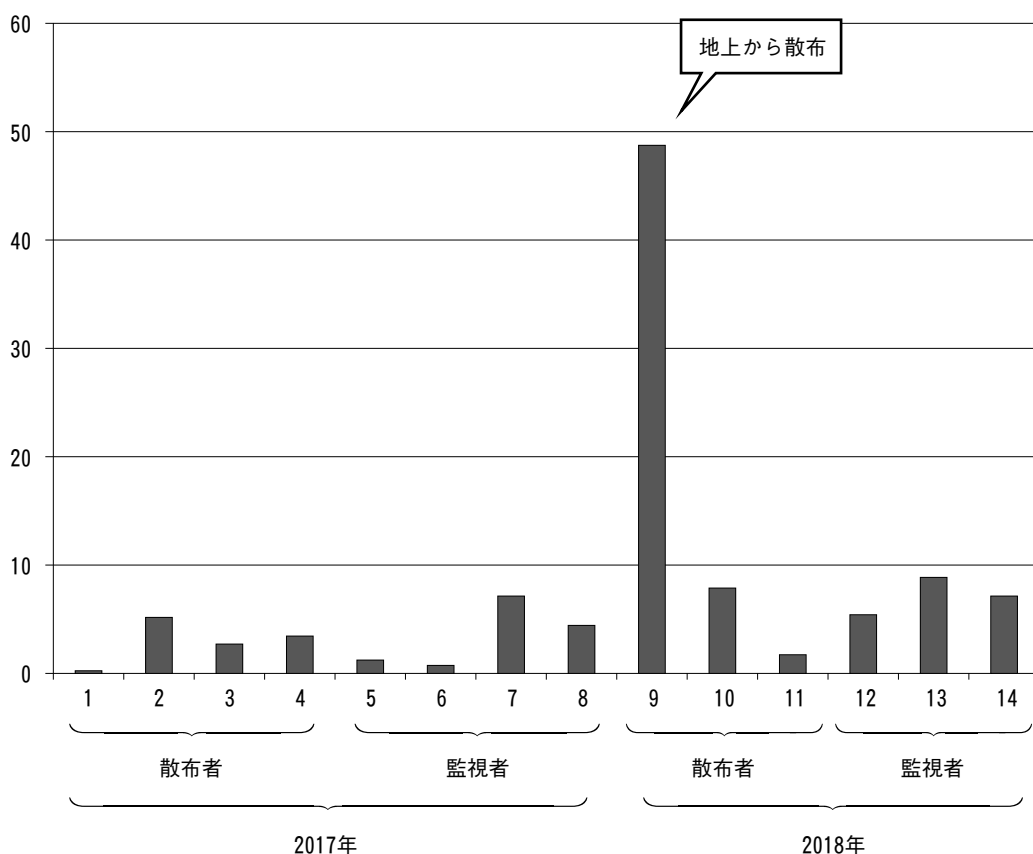


図2 スミパイン®MC（有効成分フェニトロチオン）散布中における散布作業者と監視作業者の推定吸入暴露量  
阿部ら<sup>10, 11)</sup>から引用

と吸入暴露量が高かった作業者の尿であった。  
(図3)

2017年にマツグリーン®液剤2（有効成分アセタミプリド）の100倍希釈液100Lを樹齢約300年、樹高約25mのマツ1本に高所作業車の上から散布した場合の散布作業者と監視作業者の尿中からはアセタミプリドとデスメチル体が検出された。（表1）検出されたアセタミプリドの濃度は0.001～0.007 $\mu\text{g/L}$ の範囲であった。検出されたデスメチル体の濃度は0.08～9.45 $\mu\text{g/L}$ の範囲であったが、散布者よりも監視者の方が検出濃度が高い場合や、散布後よりも散布前の方が検出濃度が高い場合があった。これらの結果は、尿中から検出された濃度は散布されたアセタミプリドへの暴露よ

りも、食品に残留しているアセタミプリド又はデスメチル体の経口摂取の影響の方が大きいことを示唆した。この点については、Ikenakaら<sup>16, 17)</sup>が2016年に長野県の松くい虫防除でネオニコチノイド剤のエコワン®3フロアブル（有効成分チアクロプリド3%）が散布されている区域（上田市やその周辺地区）の幼児46人（3才～6才）の尿を散布前（5月26日）、散布中（6月23日）、散布後（7月21日）に採取して、チアクロプリドとその他6種類のネオニコチノイド化合物（アセタミプリドのデスメチル体を含む）を分析した結果、検出された濃度と散布された薬剤との相関関係は認められず、その他のネオニコチノイド化合物が検出されていることから食品残留物の摂取に由来す

尿中代謝物(DMP+DMTP)濃度( $\mu\text{g/L}$ )

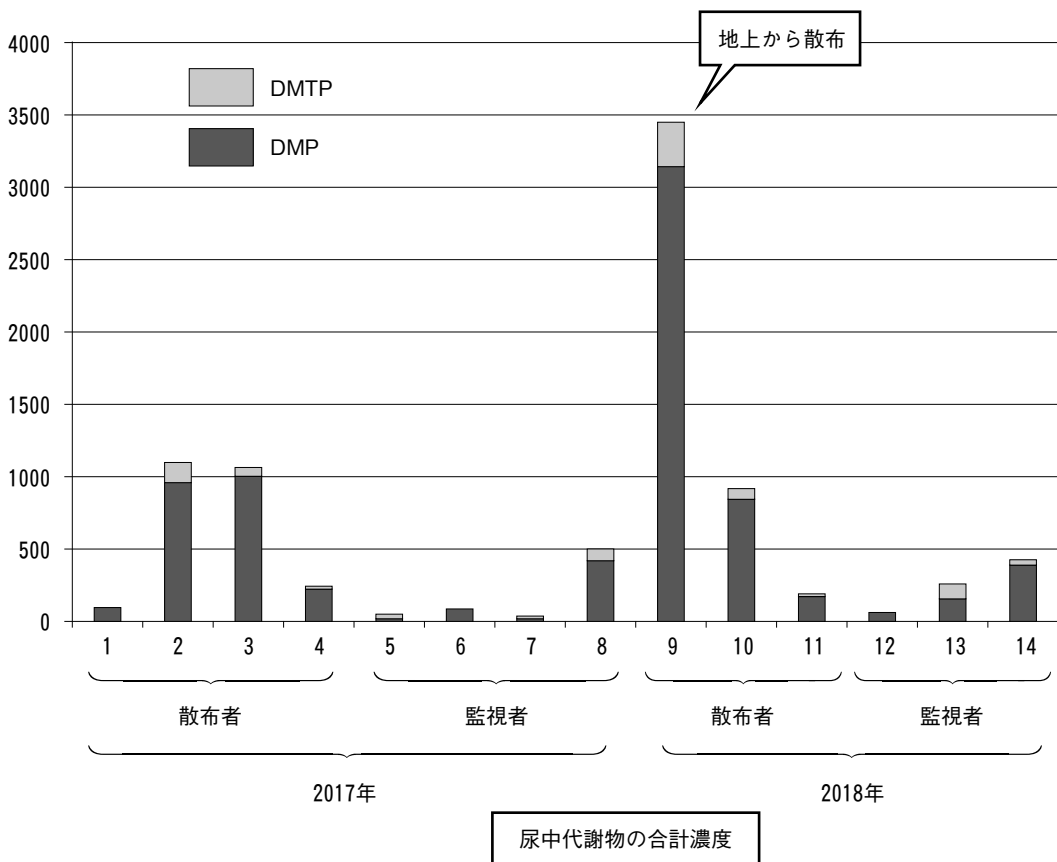


図3 スミバイン®MC（有効成分フェニトロチオン）散布中における散布作業者と監視作業者の尿から検出された代謝物濃度  
阿部ら<sup>11)</sup>から引用

表1 マツグリーン® 液剤2（有効成分アセタミプリド）散布作業者と監視作業者の尿から散布前後に検出されたアセタミプリドとデスメチル体の濃度

| 調査時期  | 尿中濃度 (μg/L) |      |      |      |                 |      |      |      |
|-------|-------------|------|------|------|-----------------|------|------|------|
|       | アセタミプリド     |      |      |      | デスメチル体 (IM-2-1) |      |      |      |
|       | 散布者1        | 散布者2 | 監視者1 | 監視者2 | 散布者1            | 散布者2 | 監視者1 | 監視者2 |
| 散布前   | 0.01        | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.59            | 0.13 | 8.99 | 9.45 |
| 散布直後  | 0.02        | 0.03 | 0.06 | 0.02 | 1.21            | 0.08 | 4.72 | 5.12 |
| 散布翌日  | 0.07        | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 2.11            | 0.32 | 4.47 | 5.67 |
| 散布2日後 | 0.05        | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 1.28            | 0.22 | 0.92 | 2.28 |

阿部ら<sup>11)</sup>から改変

ると考察したことと一致している。なお同論文では、検出されたネオニコチノイド化合物濃度はADI（一日摂取許容量）の2%未満なので急性毒性をもたらすレベルよりはるかに低いが、幼児の尿から複数同時に検出されているので化学物質に感受性が高い人々に対するcumulative effect（共通作用点を有する複数化合物の総合的影響）については注意が必要と考察している。

## VII. 調査対象者の健康状態

作業者暴露調査の対象者には、事前に健康状態調査票（図4）を配布し、作業翌日に以下の症状について各作業者にチェックしてもらった。

吐き気 / 頭痛 / めまい / 目の充血 / 目のかゆみ / 咳（せき） / 痰（たん） / のどの痛み / 息苦しさ / 倦怠感 / 胸痛 / 動悸 / 痙攣 / 指の震え / 記憶喪失 / 高熱（37℃以上） / その他

その結果、いずれの暴露調査においてもこれらの症状を訴えた作業者は皆無であった。

## VIII. おわりに

松くい虫防除の薬剤散布には、松林が存在する高度、面積、樹高などの立地条件によって有人ヘリコプターや無人ヘリコプターやスパウターと呼ばれる車載大型噴霧器が使用されている。前報までに報告した本山らの全国各地での現地調査では散布薬剤の周辺環境への飛散量は僅少で、住民の健康に影響を及ぼす閾値以下であることを示し

た。<sup>1-9)</sup>

一方、成田市の甚兵衛の森のように都市緑地に植栽されている比較的小面積の松林に対しては、鉄砲ノズルを用いて地上からの散布（樹高が低い場合）や高所作業車の上からの散布（樹高が高い場合）が行われている。しかし、散布作業者と周辺住民の散布区域への立ち入り規制を行う監視作業者がどの程度暴露しているかは不明であった。本稿で紹介した筆者らのスミバイン®MC散布とマツグリーン®液剤2散布に伴う暴露量調査の結果、特に地上から垂直に近い角度での散布など、散布の仕方によっては作業者の暴露量が評価対照値を超える場合もあり得ることを示した。今回は健康影響を示す体調不良の訴えは見られなかったが、作業者自身の暴露量は、当然のことながら周辺住民の飛散薬剤への暴露量と比べかなり大きいので、適切な保護具の着用など農薬散布の基本を遵守した安全対策が必要である。

## 引用文献

1. 本山直樹・孫 立倉・田畑勝洋（2011）松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響(1)―群馬県と静岡県における調査事例― 林業と薬剤 NO.195, 1-7
2. 本山直樹・孫 立倉・田畑勝洋（2011）松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響(2)―秋田県における調査事例― 林業と薬剤 NO.196, 1-6
3. 本山直樹・孫 立倉・田畑勝洋（2012）松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響(3)―マツノ

| 健康状態調査票                                                                                                        |                                                         |   |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---|------|
| 氏名：                                                                                                            |                                                         |   |      |
| 記入年月日：                                                                                                         |                                                         |   |      |
| 農薬散布日：                                                                                                         |                                                         |   |      |
| 散布農薬/希釈倍数/散布液量：                                                                                                |                                                         |   |      |
|                                                                                                                |                                                         |   | 特記事項 |
| 症状等：                                                                                                           |                                                         |   |      |
| 吐き気                                                                                                            | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| 頭痛                                                                                                             | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| めまい                                                                                                            | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| 目の充血                                                                                                           | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| 目のかゆみ                                                                                                          | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| 咳(せき)                                                                                                          | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| 痰(たん)                                                                                                          | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| のどの痛み                                                                                                          | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| 息苦しさ                                                                                                           | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| 倦怠感                                                                                                            | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| 胸痛                                                                                                             | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| 動悸                                                                                                             | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| 痙攣                                                                                                             | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| 指の震え                                                                                                           | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| 記憶喪失                                                                                                           | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| 高熱(37℃以上)                                                                                                      | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| その他                                                                                                            | <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり | ( | )    |
| 症状を初めて感じた日時：(西暦)                      年                      月                      日                      分頃～ |                                                         |   |      |
| 症状を感じてからどう対応したか：                                                                                               |                                                         |   |      |
| <input type="checkbox"/> 何もしなかった                                                                               |                                                         |   |      |
| <input type="checkbox"/> 作業を休憩・中止した                                                                            |                                                         |   |      |
| <input type="checkbox"/> 医師の診察・治療を受けた                                                                          |                                                         |   |      |
| (西暦)                      年                      月                      日                                      |                                                         |   |      |
| (病院名)                                                                                                          |                                                         |   |      |

図4 作業者に配布して作業翌日に記入してもらった健康状態調査票

- マダラカミキリ成虫に対するスミバイン EC と MC の作用経路— 林業と薬剤 NO.200, 8-13
4. 本山直樹・阿部 豊・田畑勝洋 (2013) 松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響(4)—新潟県胎内市における調査事例— 林業と薬剤 NO.204, 12-18
  5. 本山直樹・孫 立倉・田畑勝洋 (2013) 松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響(5)—無人ヘリでスミバイン MC が散布された松林に立ち入った場合の暴露量— 林業と薬剤 NO.205, 1-8
  6. 本山直樹・阿部 豊・孫 立倉・田畑勝洋 (2014) 松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響(6)—ヘリコプターによる薬剤散布の防除効果と散布むらとの関係— 林業と薬剤 NO.208, 8-14
  7. 本山直樹・孫 立倉・田畑勝洋 (2016) 松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響(7)—長野県駒ヶ根市と千曲市における調査事例— 林業と薬剤 NO.215, 1-8
  8. 本山直樹・孫 立倉・田畑勝洋 (2017) 松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響(8)—無人ヘリで散布されたマツグリーン液剤 2 の飛散実態— 林業と薬剤 NO.221, 1-8
  9. 本山直樹・孫 立倉 (2019) 松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響(9)—2008年に出雲市で起きた目のかゆみ・充血事件の原因— 林業と薬剤 N.227, 1-7
  10. 阿部智早絵・丸 諭・上山 純・斎藤 勲・本山直樹 (2018) 高所作業車を用いてマツに散布された殺虫剤の作業者暴露 日本農薬学会第43回大会(秋田県立大学)講演要旨 D215, p.115
  11. 阿部智早絵・丸 諭・上山 純・斎藤 勲・本山直樹 (2019) 松くい虫防除で散布されたフェニトロチオンの作業者暴露と尿中バイオマーカーの関係 日本農薬学会第44回大会(名城大学)講演要旨 D218, p.130
  12. 阿部智早絵・丸 諭・上山 純・斎藤 勲・本山直樹 (2020) 松くい虫防除で散布されたアセタミプリドの作業者暴露と尿中代謝物の関係 日本農薬学会第45回大会(大阪府立大学)講演要旨 D224, p.165
  13. 食品安全委員会農薬専門調査会:(案) 農薬・動物用医薬品評価書フェニトロチオン第2版2017年5月
  14. 日本産業衛生学会 (2015) 許容濃度等の勧告, 産業衛生学会誌57巻: 146-217
  15. 食品安全委員会: 農薬評価書アセタミプリド 2008年8月
  16. Ikenaka, Y., Y. Miyabara, T. Ichise, S. Nakayama, C. Nimako, M. Ishizuka, and C. Tohyama (2019) Exposures of Children to Neonicotinoids in Pine Wilt Disease Control Areas. Environmental Toxicology and Chemistry Vol.38, No. 1, 71-79
  17. 池中良徳 (2019) 松くい虫防除のネオニコチノイド散布が周辺住民に及ぼす曝露の実態～曝露評価・健康影響評価・毒性評価の視点から～ 東京農薬大学総合研究所研究会農薬部会第114回セミナー(2019年7月19日)での講演



禁 転 載

---

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

令和 2 年 9 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](mailto: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<sup>®</sup>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 **イセダイイス 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

# スミパイン<sup>®</sup> 乳剤

樹幹注入剤 **グリーンガード<sup>®</sup>・エイト**  
**メガトップ<sup>®</sup> 液剤**

伐倒木用くん業処理剤

**キルパー40<sup>®</sup>**

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<sup>®</sup>sc**

スギノアカネトラカミキリ誘引剤

**アカネコール<sup>®</sup>**



**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

〒887-0022  
〒113-0205  
〒532-0011  
〒841-0025

鹿児島県宮崎支店

東京都台東区上野 1-19-11 第10ビル

大阪府淀川区中津 2-1-14 6 階 大阪第2ビル

佐賀県鳥栖市南松崎町 1151-3

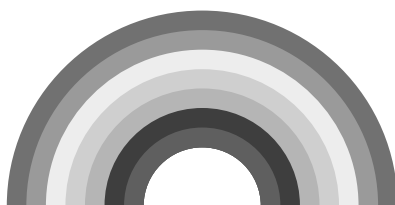
TEL (091) 265-7536/7

TEL (03) 3854-7500/7

TEL (06) 6705-5871

TEL (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<sup>※</sup>  
「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<sup>®</sup>

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

