

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 217 9. 2016

一般社団法人

林業薬剤協会



目 次

ニホンジカの生物学② 栄養	八代田千鶴	1
鹿児島県における平成 27 年度の樹木病虫害発生状況について	久保 慎也	8
発展途上国における最近の農薬問題		
——アセアン 3 ヶ国を訪問して——	本山 直樹	16
おとしぶみ通信 (19)		
土の中の虫たち		10
アリとシロアリ	福山 研二	23

● 表紙の写真 ●

街路樹 (ホルトノキとツツジ) に発生した輪紋葉枯病

輪紋葉枯病は木本や草本と多くの宿主をもつ多犯性の病害である。発症すると激しく落葉し、罹病枝葉の菌体が主に雨滴により伝播拡大していくため、降雨日が続くと激害となる。写真撮影箇所は街路樹が 2.5km に渡って本病によりホルトノキとその下に植栽されているツツジが激しく落葉していた。写真上が激しく落葉した街路樹の状況、写真下がホルトノキの葉上の病斑

平成 27 年 (2015 年) 7 月

鹿児島県薩摩川内市東郷町にて

—久保慎也氏提供—

ニホンジカの生物学②

栄養

八代田千鶴*

はじめに

日本に生息する大型野生動物の代表ともいえるニホンジカ。明治から昭和初期までの乱獲により生息数が大幅に減少し、幻の動物と呼ばれていた時代もありましたが、最近では日本全国どこにいてもシカが増えたという話を聞くようになりました。

ニホンジカは、なぜこんなにも急激に増えたのでしょうか。絶滅寸前になったシカの保護増殖を進めてきた鳥獣行政が功を奏したのは言うまでもありません。一方で、中山間地域の衰退やエネルギー革命により、豊富になった森林の植物を食べ暮らしているシカの栄養学的な特徴も関係していると考えられます。各地で増えすぎたシカにより森林の下層植物が消失し、土壌が流出するなどの問題も生じています。これは、シカが口の届く範囲にある全ての植物を食べ尽くしてしまうためですが、様々な植物を利用できるシカならではの問題ともいえるのです。今後、シカの生物学的な特性をふまえた科学的な管理を進める上で、このようなシカの栄養学的な特徴を理解することが重要です。本号では、ニホンジカの生物学として栄養について解説します。

反芻動物の特徴

ニホンジカは、鯨偶蹄目シカ科に属する哺乳類です。オスだけに毎年生え変わる枝角が発達するという形態的特徴はシカ科特有のものであること

はよく知られていますが、もう一つの大きな特徴は胃を4つ持っている反芻動物であることです。ウシやヒツジなどの家畜も反芻動物の仲間です。文字通り、食べた植物片を吐き戻しては嚙みなおし再び飲み込む反芻という活動を繰り返し行う動物です。吐き戻すといっても、ヒトのように飲み過ぎなどで気分が悪くなっているわけではないので心配はいりません。牧場などでゆったり座ったウシが、口をもぐもぐさせている姿を見たことはないでしょうか。反芻動物にとって反芻とは、植物を食べることと同じように、日常的に行う活動なのです。ちなみに、キリンも反芻動物なので、タイミングがよければ、あの長い首を植物の塊が上がりていくのが見えることがあります。ヒトの嘔吐反射とは違い、食道が動くことで植物の塊が口まで押し戻される様子がよく分かります。

この反芻動物特有の活動は、食べた植物片を唾液と混ぜながらすり潰して細かくするためのものです。繊維質の多い粗飼料を多く食べているウシでは、反芻時間が1日のうちで10時間になることもあります。このように、反芻にかなりの時間をかけていることから、反芻動物にとって重要な活動といえます。

植物の消化吸収

なぜ、こんなに時間をかけて反芻するのでしょうか。反芻動物は、植物を食べて生きている草食動物なのですが、植物の繊維質（セルロースなど）を自身では消化することができません。では、どうやって植物から栄養を吸収しているかという、第一胃に住んでいる微生物に消化してもらっ

* (研) 森林総合研究所関西支所 YAYOTA Chizuru

ているのです。上記で述べたように、反芻動物の胃は第一胃から第四胃まで4つに分かれていて、それぞれ機能が異なります(図1;高槻2006)。そのうち第一胃と第二胃が、あわせて反芻胃とも呼ばれています。食べた植物は、まず第一胃にため込まれて、繰り返し反芻を受けることで微細化されていきます。この微細化によって植物片の表面積が増えるので、微生物が付着しやすくなって分解が進みます。このように、反芻は固い植物を分解しやすくする働きをしているのです。微生物によって分解された植物片からは、揮発性脂肪酸(VFA)という物質が生じます。これを胃壁から吸収することで、主な栄養源として利用します。第二胃は厚い筋層できていて、植物の塊を送り出すポンプの役目を果たしています。第三胃は内部にたくさんの葉状のヒダがあり、植物片の大きさを選別するフィルターの役目を果たしています。ここで、一定以下になった植物片を第四胃に送るとともに、水分の吸収も行っています。第四胃はヒトと同じ機能を持つ胃で、反芻胃では分解できない炭水化物や微生物由来のタンパク質などを胃液によって消化します。その後、植物片は下部消化管(十二指腸、小腸など)に流れ込み、さらに分解消化されたあと排泄されます。このように、反芻動物は4つの胃と下部消化管で、植物の栄養を無駄なく消化し吸収することができるのです。

ちなみに、反芻動物の子供が飲む母乳は第四胃で消化されます。そのため、子供が母乳を飲み始

めると第一胃から第三胃への入り口が閉じる食道溝反射が起こり、母乳は第四胃へ直接流れ込みます。第四胃に入った母乳は消化酵素により凝縮し、カードという固形の塊とホエーという水分に分離します。カードとホエー、聞いたことがありますか?これらは、チーズを作る過程でできるものです。チーズの起源は、ヒツジの胃袋を干して作った水筒にミルクを入れて運んでいるときに偶然発見されたとの言い伝えもあります。古くから、反芻動物はヒトの身近な存在だったのでね。

このように反芻動物であるシカは、微生物を利用して固い植物を消化し栄養を吸収しています。微生物の種類は多岐にわたっていて、食べる植物の種類によって微生物相が変わることも報告されています(Ichimura *et al.* 2004)。反芻胃内に生息する微生物の研究は、家畜では進んでいますが、野生動物であるシカではまだあまり分かっていません。シカが様々な幅広い植物種を食べることができるのは、この多様で適応力のある微生物相を持っているためと考えられるので、今後の研究に期待したいところです。

消化器の形態と食物選択

反芻動物は、世界中に数多くの種が存在します。消化器はどの種も同じものを持っていますが、Hofmann(1989)はそれぞれの形態的特徴によって、グレイザー(grazer)とブラウザー(browser)に分類しました(図2;高槻2006)。

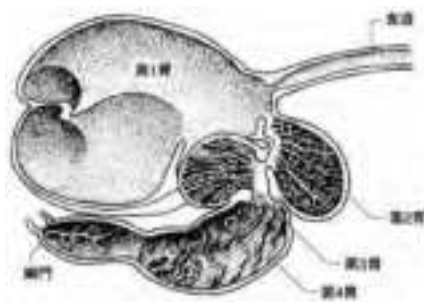


図1 反芻動物の胃断面(高槻, 2006より)

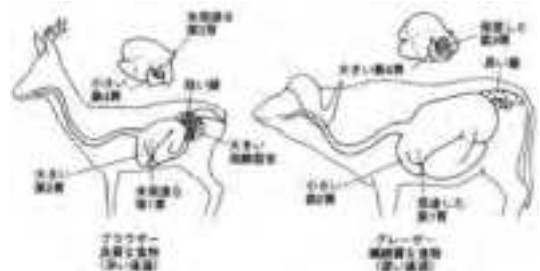


図2 ブラウザーとグレイザーの消化器官の比較(高槻, 2006より)

繊維質が多く栄養価の低い植物を食べるグレイザーは反芻胃が大きく腸が長い一方、栄養価の高い良質な植物を主に食べるブラウザーはその逆の形態をしています。繊維質を分解するには時間がかかるため、反芻胃が大きく腸が長いと消化管での滞留時間が長くなり消化しやすくなります。グレイザーは、質が低くても豊富に存在する植物を食べてゆっくり消化する戦略をとっているのです。ブラウザーは逆に、存在する量は少ないけれども良質な植物をこまめに食べる戦略をとっているといえます。

ニホンジカは、どちらのタイプになるのでしょうか。ニホンジカは基本的にグレイザーと考えられていますが、草地と林地を行き来する林縁の動物なので、生息地の植生や季節に応じて食べる植物が変わるのが大きな特徴でもあります。例えば、落葉広葉樹林のシカはイネ科植物を食べる割合が多いのですが、常緑樹林のシカは木の葉や堅実類を多く食べるので、ブラウザー的な特徴を示します(高槻2006)。また、グレイザーの代表格であるウシとニホンジカの反芻胃内容液を用いて植物の消化率を比較した研究では、ニホンジカの消化率はウシより低いことが示されています(Asano *et al.* 2005, 八代田2007)。そのため、ニホンジカはグレイザーに近い中間型とされています。

このような消化器の形態的特徴は、どの植物を食べるかという食物選択に影響します。Hanley (1997) は、シカの食物選択において、植物の成分、特にリグニンやタンニンなど消化に負の影響を及ぼす成分が重要であると指摘しました。これらの成分は、タンパク質や繊維質の消化に影響し、含量が高いほど消化率が低くなるからです。ブラウザーに分類される反芻動物は唾液腺が発達しており(Hofmann 1988)、タンニンがタンパク質と結合して消化しにくくなるのを阻害したり有害物質を中和したりする成分を含む唾液を豊富に分泌します。そのため、タンニンによる消化に

対する影響はグレイザーより小さいと考えられています。実際に、シカ、ヒツジ、ウシの反芻胃内容液を用いた *in vitro* 消化試験において、タンニンと高い親和性を持ち植物片に結合するのを阻害するポリエチレングリコールを添加した場合、ウシで消化率の向上がみられました(Frutos *et al.* 2004)。また、北海道東部で捕獲されたエゾシカの反芻胃内から、冬季と同様に夏季でも縮合タンニンが検出されたことが報告されています(澤邊2006)。このことから、エゾシカではタンニンによる消化への影響が小さいため、食べられる植物が減少する冬季だけでなく、夏季でもタンニン含量の高い植物を忌避せずに食べている可能性が考えられます。不嗜好性とされている植物も地域によっては食べることが報告されていますが、これもニホンジカのブラウザー的な特徴を表しているのかもしれませんが。

消化生理の季節変動

冷温帯に生息するシカ科では、季節的に変化する植物資源を利用するために生理的機能を調節して環境に適応していると考えられています(Loudon and Brinklow 1992)。この特徴はニホンジカでも同じで、飼育しているエゾシカの採食量を一年間調査した結果では、採食量が春季から秋季にかけて増加し、冬季に減少したことが報告されています(相馬ら1996, 國重と戸苅2003a)。また冬季においては、消化率が他の季節より低下し、消化管での滞留時間も短くなりました(國重と戸苅2003b)。同様の結果は、ホンシュウジカでも報告されています(池田2000)。このような季節変化に関する研究は、ヨーロッパの飼育アカシカについても数多く報告されているので(Kay and Staines 1981)、高緯度地方のシカ科では一般的な特徴なのでしょう。

生理的機能の季節変化を調節する機序として、主にアカシカを対象に日周期とホルモンの分泌との関連が研究されています。メラトニンの分泌は

日周期によって影響されますが (Milne *et al.* 1990), アカシカの採食量はこのメラトニンの分泌量に影響されることが報告されています (Garcia *et al.* 2003)。一方, ホンシュウジカを対象にした調査では, 心拍数は冬季に低下しましたが, 血液性状および体温は季節にかかわらず一定でした (池田2000)。そのため, 冬季に基礎代謝量が低下する可能性は低いと考えられます。基礎代謝量とは, 安静 (休息) にしている時のエネルギー代謝量なので, 生命維持のための最小エネルギー量です。ニホンジカでは冬季に採食量や消化率の低下が起こるので, 不足分を体に蓄積した脂肪から動員していると考えられます。

エネルギー要求量

それでは, シカは一日にどれくらい食べているのでしょうか。ヒトでは食事摂取基準があって, 活動レベルがⅠで20代の女性なら1650kcal, 活動レベルがⅢで30代の男性なら3050kcal といった基準があります (厚生労働省2015)。シカも同じように, 一日に必要なエネルギー量が決まっています。これをエネルギー要求量と呼びます。野生動物の要求量を調べるのは難しいですが, 飼育個体を使った研究から体重の指数関数として表せることが報告されています (Robbins 1993)。大型野生反芻動物を対象にして推定された式で算出すると, 体重50kgのシカの基礎代謝量は1630kcal/日となります。ただし, この基礎代謝量は安静時のエネルギー要求量なので, これに加えて, 移動などの活動に要するエネルギーや若い個体では成長に要するエネルギーも必要になります。妊娠や泌乳にも追加でエネルギーが必要です。ヒトの摂取基準も, 基礎代謝量に加えてこれらの要求量も含めた値になっているので, 性別や年齢, 活動レベルによって違うわけです。野生反芻動物の活動に要するエネルギーの推定式も報告されているので (Robbins 1993), これらを使えば体重からエネルギー要求量の推定値を算出することが可能に

なります。

実際に食べる量については, 飼育エゾシカに家畜用の乾草だけを自由に食べさせた場合, 秋季の採食量は代謝体重あたり55.2gDM/日と報告されています (國重と戸苺2003b)。この数値を体重50kgのシカに当てはめてみると, 約1.0kgDM/日になります。ただし, これは乾物重量なので, 水分含量が75%の草本なら現物で約4kgを毎日食べることになります。また, シカが一日に必要なエネルギー量は決まっていますが, 植物によってエネルギー含量や消化率は違うので, 実際に食べる量は生息地の植生によって変わります。例えば, 夏季に採取した植物の推定消化率は, イネ科草本が約45%なのに対し, ササは約21%, 針葉樹の葉は約42%でした (八代田2007)。イネ科草本とササでは2倍以上も消化率が違うので, 必要なエネルギーを得るためには, 量も2倍食べる必要があるわけです。

環境収容力とは

シカの食べる量が分かれば, ある地域に生息するシカの適正密度も試算できそうです。この試算をするために, まずは環境収容力という概念をご説明しましょう。環境収容力とは, 「ある環境が持続的に維持することのできる生物の最大生息個体数」として定義されています。これまで試算されたシカの環境収容力としては, 長期的な観察に基づいた個体群動態から推定する「生態学的環境収容力」が一般的でした。これは, 個体数の変化率が子の加入と親の死亡が釣り合う0になったときの生息数を環境収容力とするものです (図3; 梶ら2006)。同様の方法を利用して, エゾシカで生態学的環境収容力が検討されていて, 洞爺湖中島で61頭/km², 知床半島で119頭/km²と推定されています。

この環境収容力とは生息可能な最大頭数を示していることから, 適正密度はこの値より低くなると考えられます。これまでに, 植生に影響しない

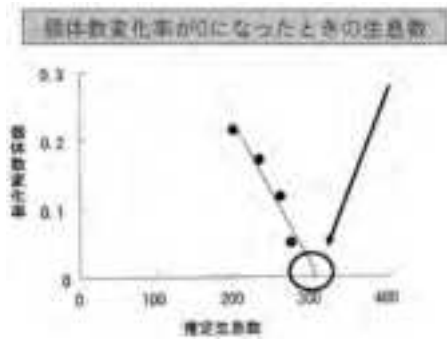


図3 生態学的環境収容力の試算方法(梶ら, 2006)

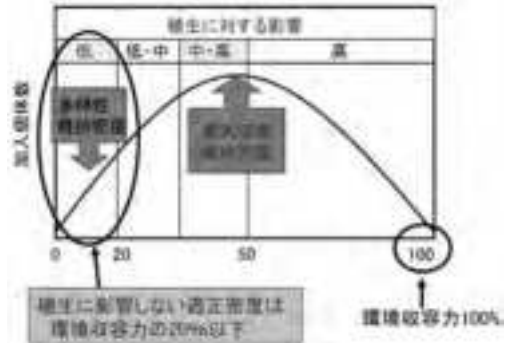


図4 環境収容力と植生への影響との関係(梶ら, 2006)

適正密度 (DeCalesta and Stout 1997), 農林業被害からみた適正密度 (梶ら2006, McCullough 1984) など, 様々な観点から試算方法が提案されてきました。この中で植生の観点から, 囲い区内のオジロジカ個体群を対象として生態学的環境収容力を算出した研究では, 相対密度区分とその区分に相当する適正密度から植生や個体群動態に及ぼす影響がまとめられています (DeCalesta and Stout 1997)。この方法をエゾシカに適用し, 洞爺湖中島と知床半島での生息頭数と植生との相互関係から, 環境収容力に対する相対密度区分を検討した研究では, 環境収容力の20%以下の低密度では植生に影響はなく, 40%以上に達すると植生への影響が顕著になるとされています (図4; 梶ら2006)。

栄養学的環境収容力の試算

このように, 従来行われてきた環境収容力と適正密度の試算は, 個体群動態と植生への影響を基準としていました。しかし, この方法は長期間にわたる個体数の調査が必要なので, どこでも調べられるわけではありません。そこで, シカの食べる量, つまりエネルギー要求量を利用して, 植物のエネルギー含量から推定する「栄養学的環境収容力」の試算方法を検討しました。

この考え方は, 家畜を放牧で飼養する場合と同じです。まず, 放牧地に現存する植物の量とエネルギー含量を測定します。この値と放牧する家畜

のエネルギー要求量から, 放牧できる頭数を決定することができます。これを環境収容力とします。同じように, ある地域を対象にしてシカが食べられる (シカの口が届く) 植物の量とエネルギー含量を測定すれば, シカのエネルギー要求量から放牧頭数, つまり栄養学的環境収容力を試算できると考えられます (図5)。

この方法を利用して, 北海道内4カ所の調査地でエゾシカの環境収容力の試算をしてみました。その結果, 栄養学的環境収容力は, 春季で71頭/km², 夏季で51頭/km², 秋季で15頭/km²と推定されました (八代田2007)。生態学的環境収容力として試算された洞爺湖中島の61頭/km² (梶1993) とほぼ同程度の値になったので, この試算方法は有効と考えられました。ただし, 上記で述べたように, ここで試算した環境収容力は生息可能な最大の頭数になります。食べられた植物が再生する能力は植物種によって違いますし, 特に森

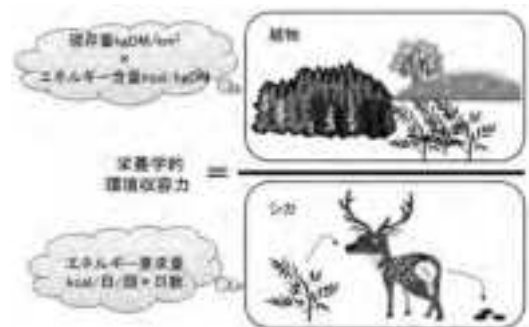


図5 栄養学的環境収容力の試算方法

林の中や高標高地域の植物は食べられることに弱い種も多く存在します。そのため、栄養学的環境収容力を利用して適正密度を推定する場合でも、植生が衰退することなくシカが生息できる頭数は、環境収容力の20%以下と考えるのが適しているでしょう。

おわりに

ニホンジカは、古くから自然資源として日本人に利用されてきた身近な存在でした。しかし、絶滅寸前まで減少してから何十年もの間、私たちとシカとの関わりはほぼ途絶えてしまいました。この長い年月の間に、シカに対する知識を失い関心をなくしてきたことが、被害問題をより深刻にしているのかもしれませんが。シカによる被害を減らすためには、再びシカに関心を持って自然資源として利用しながら関わる必要があります。そのためには、生態学的な知識はもちろんですが、栄養学的な観点からのアプローチも重要と考えられます。本号で紹介したシカの栄養についての知識が、今後私たちとシカが共存する道を見つける手助けになれば幸いです。

引用文献

- Asano, S., Ikeda, S., Kurokawa, Y., Kanda, S., Itabashi, H. (2005) Comparison of digestibility, passage rate and rumen fermentation between sika deer (*Cervus nippon*) and cattle fed alfalfa hay cubes. *Animal Science Journal* 76: 447-451.
- DeCalesta, D.S., Stout, S.L. (1997) Relative deer density and sustainability: a conceptual framework for integrating deer management with ecosystem management. *Wildlife Society Bulletin* 25: 252-258.
- Frutos, P., Hervás, G., Giraldez, F.J., Mantecon, A.R. (2004) An *in vitro* study on the ability of polyethylene glycol to inhibit the effect of quebracho tannins and tannic acid on rumen fermentation in sheep, goats, cows, and deer. *Australian Journal of Agricultural Research* 55: 1125-1132.
- Garcia, A., Landete-Castillejos, T., Zarazaga, L., Garde, J., Gallego, L. (2003) Seasonal changes in melatonin concentrations in female Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Journal of Pineal Research* 34: 161-166.
- Hanley, T.A. (1997) A nutritional view of understanding and complexity in the problem of diet selection by deer (*Cervidae*). *Oikos* 79: 209-218.
- Hofmann, R.R. (1988) Morphophysiological evolutionary adaptations of the ruminant digestive system: Aspects of Digestive physiology in Ruminants. In: *Aspects of digestive physiology I ruminants.* (Dobson, A., Dobson, M.J., eds.) pp 1-20. Comstock Publishing Associates, Ithaca.
- Hofmann, R.R. (1989) Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia* 78: 443-457.
- Ichimura, Y., Yamano, H., Takano, T., Koike, S., Kobayashi, Y., Tanaka, K., Ozaki, N., Suzuki, M., Okada, H., Yamanaka, M. (2004) Rumen microbes and fermentation of wild sika deer on the Shiretoko peninsula of Hokkaido island, Japan. *Ecological Research* 19: 389-395.
- 池田昭七 (2000) ニホンジカの季節生産性に関する研究. 宮城県農業短期大学紀要, 第10号: 1-53.
- 梶 光一 (1993) シカが植生を変える—洞爺湖中島の例. 生態学からみた北海道 (東 正剛・阿部永・辻井達一編) 北海道大学図書刊行会. 札幌.
- 梶 光一 (2006) 害獣管理から資源管理・生態系管理へ. エゾシカの保全と管理. (梶 光一・宮木雅美・宇野裕之編) pp216-217. 北海道大学出版会. 札幌.
- 梶 光一・宮木雅美・寺澤和彦・明石信廣・宇野裕之 (2006) 適正密度とは. エゾシカの保全と管理. (梶 光一・宮木雅美・宇野裕之編) pp199-207. 北海道大学出版会. 札幌.
- Kay, R.N.B., Staines, B.W. (1981) The nutrition of the red deer (*Cervus elaphus*). *Nutrition Abstracts and Reviews* 51: 601-622.
- 國重享子・戸苅哲郎 (2003a) エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の飼料摂取量および消化率の季節変動. 北海道立畜産試験場研究報告, 25: 24-30.
- 國重享子・戸苅哲郎 (2003b) エゾシカ (*Cervus nippon*

- yesoensis*) とめん羊における乾草給与時の飼料摂取量, 乾草消化率および消化管内滞留時間の季節変動. 北海道立畜産試験場研究報告, 25: 31-36.
- 厚生労働省 (2015) 日本人の食事摂取基準 (2015年版). (<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000041733.html>)
- Loudon, A.S.I., Brinklow, B.R. (1992) Reproduction in deer: adaptations for life in seasonal environments. In: The biology of deer (Brown, R.D. ed.) pp261-278. Springer-Verlag, New York.
- McCullough, D.R. (1984) The George reserve Deer Herd: population ecology of a K-selected species. Univ., Mich. Press, Ann Arbor. 271 p.
- Milne, J.A., Loudon, A.S.I., Sibbald, A.M., Curlewis, J.D., McNeilly, A.S. (1990) Effects of melatonin and a dopamine agonist and antagonist on seasonal changes in voluntary intake, reproductive activity and plasma concentrations of prolactin and tri-iodothyronine in red deer hinds. *Journal of Endocrinology* 125: 241-249.
- Robbins, C.T. (1993) *Wildlife feeding and nutrition*. 2nd eds. Academic Press, INC. 352p.
- 澤邊佳彦 (2006) 野生エゾシカルーメンから分離したタンニン分解性 *Streptococcus bovis* の系統解析およびタンニン分解能査定. 北海道大学大学院農学研究科 修士論文.
- 相馬幸作・増子孝義・宮入健・北原理作・小松輝行・石島芳郎 (1999) クマイザサの成分組成および *in vitro* 乾物消化率の生育時期別変化. 北海道畜産学会報41: 76-79.
- 高槻成紀 (2006) シカの生態誌. 東京大学出版会. 東京. 480p.
- 宇野裕之・高嶋八千代・富沢日出夫 (1995) エゾシカと森林. 森林保護, 249: 36-38.
- 八代田千鶴 (2007) 野生エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の養分要求量からみた環境収容力に関する研究. 北海道大学大学院農学研究科 博士論文.
- Yokoyama, M., Kaji, K., Suzuki, M. (2000) Food habits of sika deer and nutritional value of sika deer diets in eastern Hokkaido, Japan. *Ecological Research* 15: 345-355.



鹿児島県における平成 27 年度の樹木病虫害発生状況について

久保 慎也*

1. はじめに

鹿児島県は九州地方の最南部に位置しており、面積は九州各県の中で最も広い。また、県域は、世界自然遺産に登録されている屋久島をはじめとして豊かな自然に恵まれた多くの離島を南部に有しているため、南北に長く、最北端の長島町から最南端の与論島まで約600km ある（図-1）。気候は、温帯から亜熱帯に至り、温暖な気候となっている。

このような環境であるため、樹種も樹木に被害を与える病害虫も多種にわたり、当センターには病虫害等の同定や防除方法等の問い合わせが例年多く寄せられる。その問い合わせについて、最近4カ年の相談件数を図-2に、相談のあった主な病虫害を表-1に示す。毎年約170件の相談があり、その大部分は個人の生垣や庭木の病虫害であるが、被害状況の調査を通じて県内に発生し、まん延しつつある病虫害を把握することができる重要な情報源となっている。



図-1 鹿児島県の区域図

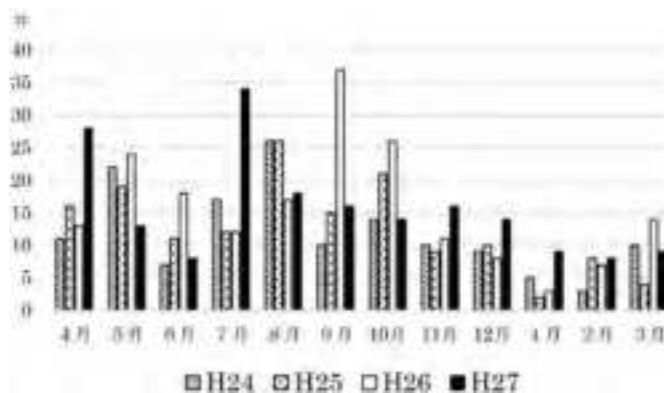


図-2 最近4カ年の病虫害等相談件数

*鹿児島県森林技術総合センター

KUBO Shinya

表-1 最近4カ年に相談のあった主な樹種別病害虫

区分	樹種名	病害虫名
虫 害	アコウ	アコウハマキモドキ
	イヌマキ	キオビエダシヤク・ケブカトラカミキリ・マキアカマルカイガラムシ
	ガジュマル	オキナワイチモンジハムシ
	クスノキ	クスクダアザミウマ
	クスギ	コウモリガ
	サカキ	アザミウマ
	サクラ類	モンクロシャチホコ・サクラフシアブラムシ
	シイ・カシ類	カシノナガキクイムシ・ヨシブエナガキクイムシ
	シキミ	アザミウマ
	スギ	コウモリガ・シロアリ
	ソテツ	クロマダラソテツシジミ
	ツツジ類	ツツジゲンバイムシ・ルリチュウレンジ
	ツバキ類	チャドクガ
	デイゴ	デイゴヒメコバチ
	ニッケイ	クストガリキジラミ
	マツ類	マツカレハ・マツノシンマダラメイガ・シロアリ・マツノクチブトククイゾウムシ
病 害	イヌマキ	白葉枯病
	ウメ	環紋葉枯病
	カナメモチ	ごま色斑点病
	キンモクセイ	さび病
	サクラ類	てんぐ巣病
	シイ・カシ類	ブナ科樹木萎凋病
	シャリンバイ	ごま色斑点病
	チャンチンモドキ	さび病
	ツツジ類	輪紋葉枯病
	ツバキ類	輪紋葉枯病・すす病・白藻病
	ホルトノキ	輪紋葉枯病
	マツ類	褐斑葉枯病・マツ材線虫病・葉ふるい病・すす葉枯病

近年、冷夏、猛暑、集中豪雨といった異常気象が相次いで発生しているため、樹木に被害を与える病害虫の発生時期や発生数もその年の気象条件によって変動が見られる。今回は、平成27年度に発生が多かった病虫害について報告する。

2. 平成27年度の気象概況

鹿児島地方気象台（鹿児島アメダス）の平均気温と降水量をそれぞれ図-3と図-4に示す。平

均気温を見ると、夏期は平年値と比べ低温となり、特に7月は平年値と比べ1.4℃も低かった。一方、冬期は平年値と比べ高温となり、特に12月は2.0℃、1月上旬は2.1℃も高かったが、1月下旬は鹿児島市で14cmの積雪を記録し、沖縄県に近い奄美大島でも115年ぶりに雪を観測した。また、降水量を見ると、梅雨期は平年値と比べ大雨となった。特に6月は平年値の約3倍の降水量となり記録的大雨になったことに加え、降雨日が25

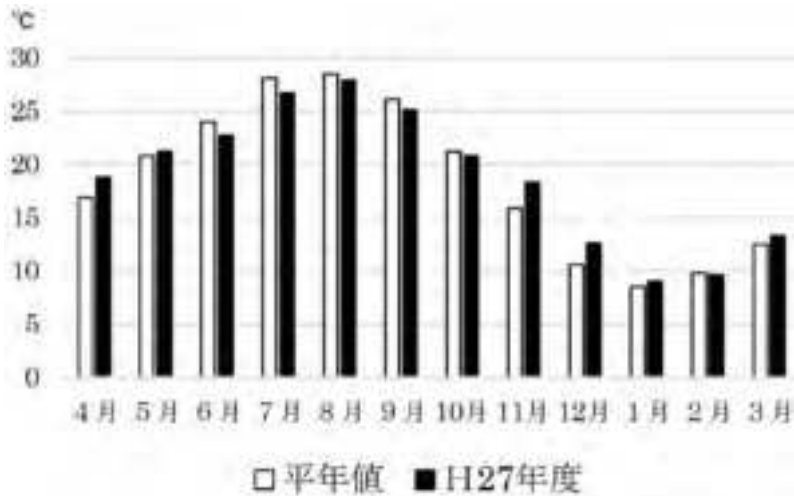


図-3 月毎の平均気温（平成27年度と平年値）

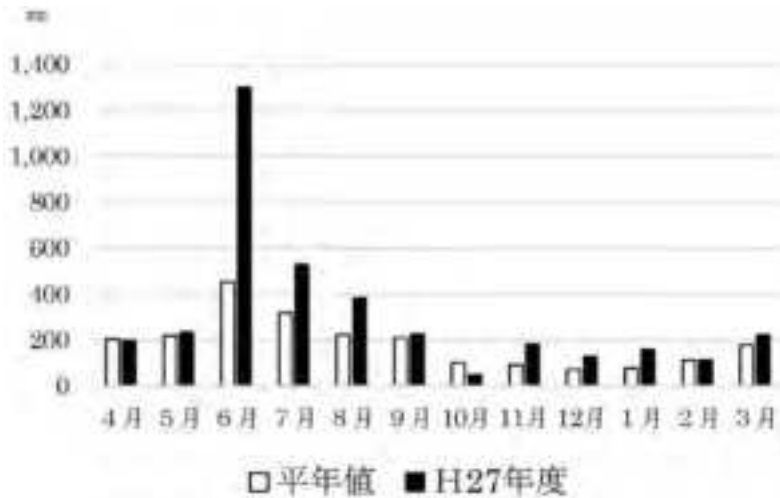


図-4 月毎の降水量（平成27年度と平年値）

日間と長雨の影響で日照時間も平年値の約半分であった。

これらの状況から平成27年度の気象は、冷夏暖冬であったことに加え、梅雨期の大雨と長雨、冬期の積雪が特徴であったと言える。

3. 平成27年度に発生が多かった主な病虫害

前述した平成27年度の気象の特徴を踏まえ、平成27年度の月別病虫害等相談件数を見ると（図-2）、例年と比べ、7月の相談件数が非常に多く、

また、例年、相談件数が少なくなる冬期の問い合わせが収まらなかった。これは、梅雨期の大雨と長雨、そして暖冬が病虫害の発生に影響を与えていることを示している。これらの病虫害の中で特に被害が多かったものの被害概況を次に述べる。

(1) 輪紋葉枯病

輪紋葉枯病は、ツバキ科やミズキ科など25科48種の木本と草本に自然発生が確認されている（堀江1982）。多くの宿主を持つ本病の病原菌は糸状菌の一種であり、サザンカでは4～6月と9～10月に発生し、葉に赤褐色の小斑点が生じた後、病



図-5 輪紋葉枯病の調査地

斑が輪紋を描いて直径1～2cmの円形となり、病斑上には小型のキノコ形の灰白色の菌体が多数形成され、罹病葉は早期に激しく落葉する（周藤1978）。菌体は健全な葉に接触や雨滴により付着し伝播拡大する。被害の激しい樹木ではほとんどの葉が落葉するため、何度も被害を受けると樹勢が弱まり、被害木は葉枝枯だけでなく樹体が枯死する場合もある。

本病の問い合わせにより調査した被害地を図-5に示す。いずれも上層木のホルトノキの葉上に本病の病斑と菌体が見られ（写真-1）、激しく落葉しており、その下層にあるツツジ（写真-2）やサザンカ（写真-3）なども同様に病斑が確認され激しく落葉していた。これらの被害地の中でも薩摩川内市東郷町斧淵地区では、県道沿いの街路樹として植栽されている上層木のホルトノキとその下層にあるツツジが2.5kmに渡り被害を受け、激害となっていた（写真-4）。この街路樹は途中、上層木がクロガネモチ、下層がツツジと



写真-1 ホルトノキ葉上の病斑



写真-2 サザンカ葉上の病斑



写真-3 ツツジ葉上の病斑

いう組み合わせになっていたが、この組み合わせの区域には本病は発生していなかった（写真-5）。そのため、ホルトノキに本病が発生後、その罹病葉の落葉による菌体の付着と雨滴による菌体の伝播が長雨により広範囲に及んだと考えられる。



写真-4 ホルトノキ（上層）とツツジ（下層）



写真-5 クロガネモチ（上層）とツツジ（下層）

（2）マツカレハ

マツカレハは幼虫がマツ林でしばしば大発生し、全葉を食いつくすこともある重要な害虫である。通常、食葉性害虫によって樹木が枯死することはほとんどないと言われているが、マツ壮齢林において本種による全葉食害が主要因となり、集団的に枯死木が発生したことが報告されているため（久保ら 2015）、本種の発生を確認したら早期に防除する必要がある。

マツカレハは、普通年1回の発生であり、幼虫は7月～翌年3月に見られるが、当県では年2回の発生もみられ、幼虫は6月～8月と9月～4月に見られることが報告されている（五十嵐 1994；古城 1974；谷口 1991, 1992）。越冬時は摂食をやめるため、冬期の被害はほとんどない。幼虫の葉の摂食量の9割が終齢前及び終齢期間であ



図-6 マツカレハの調査地

ることから（古野 1963）、全葉食害は終齢前あるいは終齢の幼虫が引き起こすと考えられる。

本種の問い合わせにより調査した被害地を図-6に示す。クロマツやモミノキが被害を受けていたが、特に志布志市志布志町安楽地区は、海岸付近に植栽されたクロマツ林が広範囲にわたり被害を受けていた。1月上旬の調査時には終齢幼虫（写真-6）となっていたため、既に多くのクロマツの葉がほとんど食害される激害となっていた（写真-7）。1月に終齢幼虫が見られるのは、本県では温暖な南方島嶼であり、今回の状況は暖冬の影響により、摂食をやめる越冬期間がほとんどなかったことが早期に終齢幼虫に至った要因と考えられた。全葉を食害されると被害木は枯死するおそれがあるため、有機リン系殺虫剤（スミパイン乳剤）の地上散布を数回実施した結果、幼虫は見られなくなり、被害木も4月には僅かずつではあるが新葉の展開が見られた。新葉は台風等による塩害に弱く、新葉が枯れると被害木が枯死に至るため（久保ら 2015）、今後の経過を注視する必



写真-6 マツカレハの終齢幼虫の状況



写真-7 クロマツへの被害状況

要がある。

(3) ナラ枯れ (ブナ科樹木萎凋病)

ナラ枯れは、ナラ・シイ・カシ類の樹木に萎凋症状を引き起こし枯らす病原菌(ナラ菌)と、この病原菌を媒介するカシノナガキクイムシ(以下、カシナガ)による樹木の伝染病である。当県の本土においては、最近では平成22年度に大発生した後、被害があまり目立っていなかった(図-7)。

本病の問い合わせにより調査した被害地を図-8に示す。梅雨明け以降、県内の広い範囲で枯損が発生したが、これまでのマテバシイを主体とした集団的な枯損ではなく、コジイを主体として広範囲に単木的な枯損が多く発生した。枯損したほとんどのコジイにはカシナガの穿孔が確認できたため本病が枯損の要因の一つであると考えられる。6月の長雨や日照不足が要因かどうか不明であるが、当月に常緑広葉樹であるスダジイやコジイなどの葉が大量に落葉し、林道の路面に積もっていた(写真-8)。この現象により樹勢が弱り、カシナガに加害されやすい状況であったと考えら

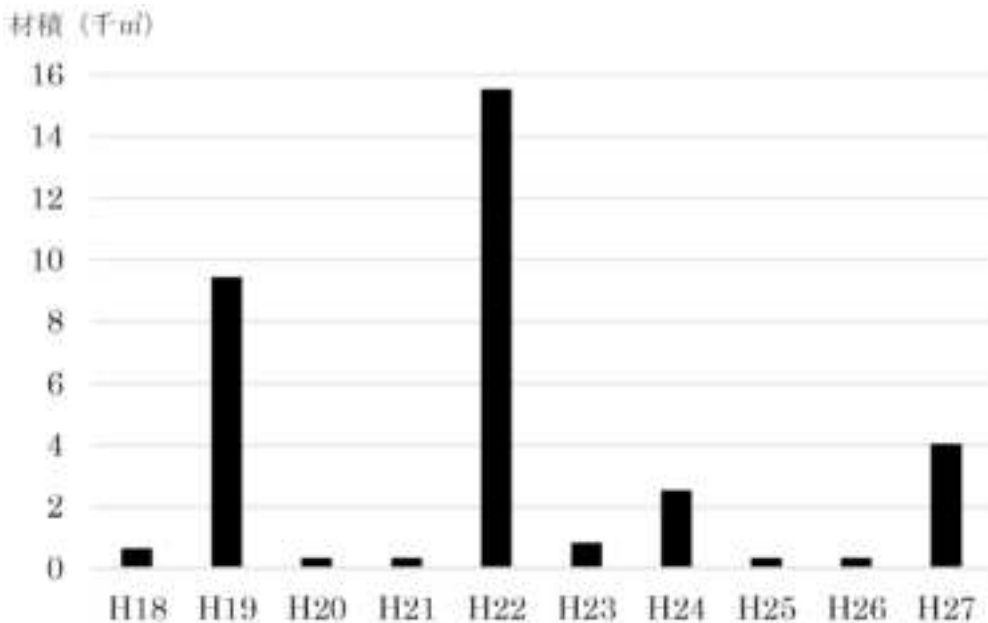


図-7 年度別ナラ枯れ被害量 (鹿児島県森づくり推進課調べ)

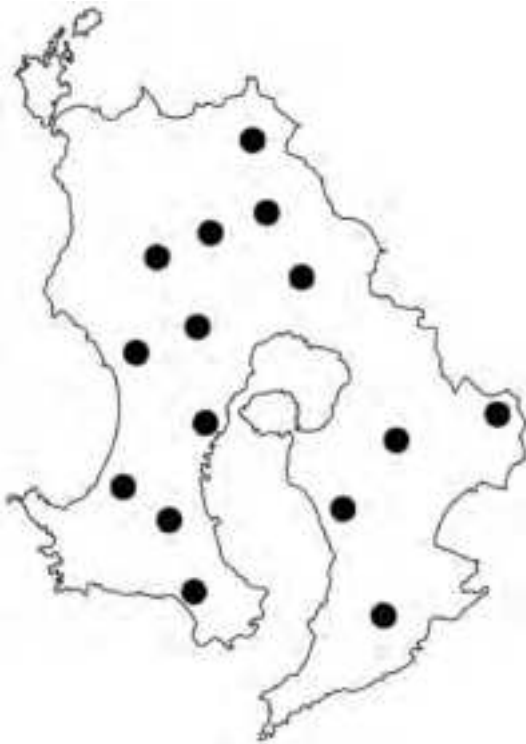


図-8 ナラ枯れの調査地



写真-8 路面に積もった落葉状況

れ、また、カシナガの穿孔状況を見ると（写真-9・10）、コジイはマテバシイのようにマスタック（集団で集中的に穿入）を受けず、非常に少ないアタック（穿入）数で枯損に至っていたため、材内はナラ菌が繁殖しやすい環境であったと考えられる。



写真-9 マテバシイ根元のフラスの状況



写真-10 コジイ根元のフラスの状況

4. おわりに

平成27年度に発生が多かったこれらの病虫害について、今後どのような防除対策を検討する必要があるか考える。まず、輪紋葉枯病については、数日間降雨が続くと、急激に被害が増加する傾向が見られるため、雨滴による伝播力が非常に強いと考えられる。そのため、降雨前に予防効果の高い殺菌剤を散布することが重要である。今回はホルトノキでの発症が激害となった要因であるため、その病原菌に対して、降雨後も予防効果がある程度続く殺菌剤を探索していく必要がある。次に、マツカレハについては、大発生につながる若齢幼虫の早期発見と、速やかな駆除が重要である。本種の幼虫の出現時期は、地域やその気候によって異なることから、被害を早期発見するため

に、気象状況から地域ごとに幼虫発生時期を予測する技術を確立する必要がある。また、ナラ枯れについては、カシナガに被害される主な常緑広葉樹について、カシナガのアタック数や材内でのナラ菌の繁殖状況を調査し、樹種毎の枯死危険度を明示することで、防除及び被害発生後の対策を考えていく必要がある。

今後も樹木の病虫害についての問い合わせや調査依頼に対応することで、県内にまん延しつつある病虫害を把握するとともに、発生情報を蓄積することにより、病虫害の発生を予測する技術や被害レベルに応じた防除技術に関する研究などに取り組む必要があると考えている。

参考文献

堀江博道（1982）輪紋葉枯病の新しい宿主植物．森林防疫31：27～30

周藤靖雄（1978）サザンカ輪紋葉枯病（新称）．森林防疫27：167～169

久保慎也・東正志（2015）鹿児島県におけるマツカレハ大発生によるマツ壮齢木の枯死．森林防疫64：29～34

五十嵐豊（1994）マツカレハ．森林昆虫 総論・各論（小林富士雄・竹谷昭彦編著），pp263～269，養賢堂，東京

古城元夫（1974）鹿児島県におけるマツカレハの生育経過．日林誌56：185～188

谷口明（1991）年2化性マツカレハの発育状況（Ⅰ）—越冬世代の発育について—．日林九支誌44：161～162

谷口明（1992）年2化性マツカレハの発育状況（Ⅱ）—夏期世代の発育について—．日林九支誌45：147～148

古野東州（1963）マツカレハ幼虫の摂食量について．日林誌46：368～374



発展途上国における最近の農薬問題

—アセアン3ヶ国を訪問して—

—— 本山 直樹*

1. はじめに

筆者が千葉大学教授を定年退職して8年ちょっと、その後お世話になった東京農業大学客員教授を定年退職して3年ちょっと経過した。現職時代に農林水産省の農業資材審議会委員を10年務めて農薬管理行政に関する問題に携わったお蔭で、今でも国内外のいろいろな組織・団体から市民を対象にした農薬シンポジウムで農薬について解説する講師の依頼がある。昨年11月にはCrop Life Asia（アジア農薬工業会）の依頼でベトナムのハノイ、タイのバンコック、インドネシアのジャカルタを訪問して、それぞれの国の農薬管理行政に関わっている役所（日本式に言えば、農水省、厚労省、環境省、経産省など）の職員を対象の農薬に関するワークショップで講演をしてきた。Crop Life Asiaというのは、シンガポールに事務所があり、アセアン10ヶ国を対象に活動をしている組織で、世界の主要な農薬企業のBASF, Bayer, Dow AgroSciences, Dupont, FMC, Monsanto, Sumitomo Chemical, Syngentaと、Isagro Asia社が支持母体である。ちなみにアセアン10ヶ国というのは、ミャンマー、タイ、ラオス、ベトナム、カンボジア、マレーシア、シンガポール、ブルネイ、インドネシア、フィリッピンのこと、合計の人口は6億2千万人、GDPは日本の約半分の2兆5千万USドルである。なお、これらの国によっては独自の組織（例えば、Crop Life Indonesiaなど）が存在するところも

ある。さらにCrop Life Asiaと連携した組織のあるアジア地域の国には、中国、韓国、日本、オーストラリア、ニュージーランドの5ヶ国が含まれる。

昨年の講演がきっかけとなって、今年2月にはタイで雑草学会大会が開催された折に学会の依頼で再度同国を訪問して、学会員を対象に農薬に関する特別講演を行った。さらに今年の8月には再びCrop Life Asiaの依頼でタイのバンコックとインドネシアのジャカルタを訪問して、ジャーナリストを対象に開催された農薬に関するワークショップで講演をしてきた（写真1）。これらの経験を通して発展途上国が直面している農薬問題について若干見聞する機会があったので、本稿ではその一端を紹介する。なお、これらの問題は本誌が扱う林業分野の農薬問題とは直接は関わらないが、発展途上国で農薬についてどういうことが問題になっているか、読者の理解を深める一助になれば幸いである。

2. 事前打ち合わせ会で指摘された農薬に関する問題点

国際環境団体グリーンピースというのはオランダのアムステルダムに本部があり、南極における反捕鯨活動や和歌山県大地町における反イルカ漁の活動をしている映像がテレビで報道されて日本でも一躍有名になったが、いわゆるNGOs (Non-Government Organizations 非政府団体)の一つである。その日本組織が、2014年8月8日付けの朝日新聞紙面に「質問です。農薬は、薬ですか、毒ですか。」という二者択一的な見出しを付けた

* 千葉大学名誉教授 / 農薬政策研究会代表
MOTOYAMA Naoki



写真1 タイの新聞 MATCHON に取り上げられたワークショップ

ネオニコチノイド剤に反対する全面広告を掲載して注目を集めた。環境保全・自然保護という大きな目的のために、反原子力、反地球温暖化、反森林破壊、反海洋汚染、反捕鯨、反遺伝子組み作物、反農薬（有機農業推進）・・・などの活動をしている。アセアン諸国にも、先進国の NGO と連携している NGO があり、それぞれの国で反農薬活動をして政府に圧力をかけている。ちなみに、上記の広告の「質問です。農薬は、薬ですか、毒ですか。」は、農薬は「生物を殺す毒です」という答えを誘導するキャッチコピーだが、薬か毒か二者択一的に迫るところがこの手の NGO の常套手段で、問題点である。本来の正解は、農薬は「作物の病気を治す薬です。ただし、人間の病気を治す医薬と同じように、不適切な使い方をすれば副作用で毒にもなります。」だろう。

昨年11月にベトナム、タイ、インドネシアを訪問した時は、ワークショップの前日に Crop Life Asia のスタッフや現地の Crop Protection In-

dustry（作物保護業界）の人々との事前打ち合わせ会があり、それぞれの国で農薬について何が問題にされているか情報交換をした。指摘された1つ目の問題は、WHO（World Health Organization 国連の世界保健機関）のGHS（Globally Harmonized System 毒物・劇物の世界統一分類基準）でカテゴリー1とカテゴリー2に分類された農薬は毒性が高いので使用禁止にすべきという主張であった。2つ目は、PHI（Pre-Harvest Interval 使用基準の中でその農薬を作物栽培期間のどの時期まで使ってもよいかを示す収穫前日数）が7日を超える農薬は作物に長期間残留するということだから、お茶と果物と野菜には使用禁止にすべきという主張。3つ目は、最近IARC（International Agency for Research on Cancer WHOの国際がん研究機関）が除草剤のグリホサート（製剤名ラウンドアップ）を発がん物質のグループ2Aに分類したので、予防原則に基づいて禁止すべきという主張。4つ目は、1つ1つ

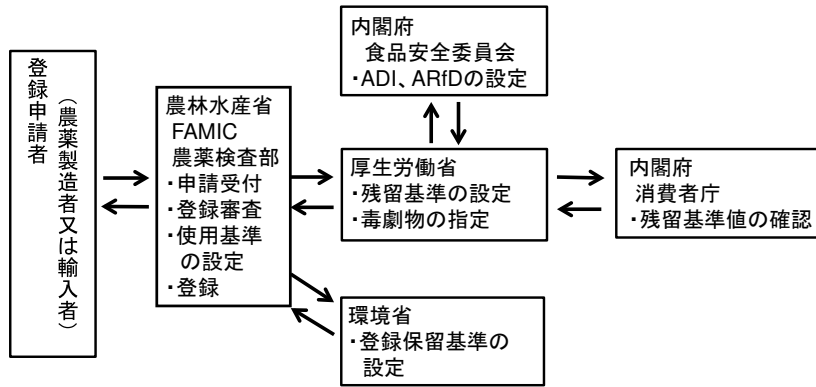


図1 日本における農薬登録の仕組み

表1 急性毒性による毒物・劇物の分類

区分	LD50			GHS カテゴリ
	経口 (mg/kg)	経皮 (mg/kg)	吸入 (ppm 4hr)	
毒物	≤50	≤200	≤500	1 or 2
劇物	>50 - ≤300	>200 - ≤1,000	>500 - ≤2,500	3
普通物	>300	>1,000	>2,500	4 or 5

表2 急性毒性別登録農薬製剤数 (2014年度)

用途	普通物	劇物	毒物	特定毒物
殺虫剤	771	307	7	11
殺菌剤	861	54	0	0
殺虫殺菌剤	479	25	0	0
除草剤	1,476	11	3	0
植物成長調整剤	93	1	0	0
殺そ剤	22	6	0	0
その他	211	1	0	0
計	3,913	405	10	11
%	90.2	9.8	0.2	0.3

の農薬の安全性は大丈夫でも食品を通して複数の農薬を同時摂取すると毒性が増強されることはないのかという主張。そこでワークショップでは講演内容の微調整をしてこれらの疑問に答えられるようにした。

なお、昨年11月のワークショップでは、私が農薬の登録制度(図1)について説明し、どういう科学的試験とそこから得られた情報に基づいてADI (Acceptable Daily Intake 一日摂取許容量), MRL (Maximum Residue Limit 残留基準), Use Pattern (使用基準) が設定されるかを紹介した。私の他にも環境問題専門家としてドイツ人の Dr. Gunner Kahl が招聘されて農薬の環境影響はどのように評価されているかを解説した。今年8月のワークショップでは、私の他にベルギー在住のカナダ人の Dr. David Zaruk が招聘されて、主として農薬の政策面について講演し、

NGOの特徴と主張のごまかしについて解説した。その他にタイではタイの、インドネシアではインドネシアの作物保護の専門家がそれぞれの国における作物保護と農薬の現状について紹介する講演をした。

3. 毒性の高い農薬の問題

GHSの毒性分類基準のカテゴリ1と2というのは、ほぼ日本の毒物及び劇物取締法の毒物・特定毒物に相当する(表1)。日本における農薬の毒性区分別登録農薬数の一覧表を見せ(表2)、現在では製剤の約90%は普通物相当だが、毒物相当の農薬も使われていることを紹介した。その上で、ハザード(有害性)とリスク(危険性)は同じではなく、農薬の場合のリスクはハザード(毒

表3 各種物質の急性毒性（経口LD50値）の例

分類	物質名	LD50(mg/kg)
天然毒素(食中毒菌)	ボツリヌス毒素	0.00000032
天然毒素(フグ毒)	テトロドトキシン	0.0085
医薬品(強心剤)	ジギタリス	0.4
農薬(殺虫剤)	パラチオン	2
天然毒素(タバコ)	ニコチン	24
食品(トウガラシ)	カプサイシン	60
食品(ワサビ)	アリルイソチオシアネート	112
農薬(殺虫剤)	p,p'-DDT	118
食品(コーヒー、茶)	カフェイン	174
医薬品(解熱剤)	アスピリン	400
農薬(殺虫剤)	フェニトロチオン	570
農薬(殺虫剤)	ペルメトリン	1,500
食品(食塩)	塩化ナトリウム	3,000
農薬(殺虫剤)	クロチアニジン	>5,000

(各種資料から)

性) × 暴露量 (= 暴露濃度 × 暴露時間) で決まるので、暴露量をコントロールすることでリスクを小さくできることを説明した。さらに、いろいろな物質の急性毒性（ラットに対するLD50値）を比較した表を見せて（表3）、天然物や食品、医薬品中には農薬よりも毒性が高いものがあることを示し、暴露（摂取）量をコントロールすることでリスク管理ができ、食品でも医薬でも農薬でもそれぞれが与える恩恵（利益）を安全に享受できるという説明をした。

4. PHI（収穫前日数）が7日を超える農薬の残留性問題

PHIが7日を超える農薬は残留性だから毎日収穫するお茶や果物や野菜には使うべきではないという議論は一見もっともらしく聞こえる。そこで先ず日本の農薬登録制度について説明し、登録申請に必要な安全性に関する試験項目と情報について示し、それらの情報に基づいてADIがどのように設定されるか、次いで各作物のMRLがどのように設定されるか、それに基づいてPHIがどのように設定されるかを説明した。事例とし

表4 PHI（収穫前日数）の例
スミチオン乳剤（有効成分 フェニトロチオン50%）

適用作物	対象害虫	毒殺倍率	PHI(日)
リンゴ	モモンシクイガ	1,000	30
ナシ	アメリカシロヒトリ	1,000	14
モモ	カメムシ類	1,000	3
イチゴ	アブラムシ類	2,000	21
トマト	アブラムシ類	1,000	14
キュウリ	アザミウマ類	1,000	1
茶	コカクモンハマキ	700-1,000	21

て、スミチオン乳剤（有効成分フェニトロチオン50%）の数種作物に対する収穫前日数が前日（キュウリ）から30日前（リンゴ）まで幅があることを示して（表4）、PHIというのは絶対的な残留期間の指標ではないということを理解してもらった。ワークショップに参加して最前列で聴講していたある国の植物防疫課長は、今までこの問題についてNGOに責められて困っていたらしく、「目からうろこ」状態で、そういう仕組みだったら我が国もこれからPHI問題について自信を持って対応できると感謝のコメントを述べた。

5. 除草剤グリホサートの発がん性問題

よく、反農薬活動家の人たちは IARC の分類に基づいて、「この農薬には発がん性の疑いがあるので予防原則の観点から禁止すべきである」というような主張をする。IARC は文献その他の情報を総括して、いろいろな物質の発がん性を 5 段階に分類しているが (表 5)、それを実証したりリスク評価をするような研究機関ではない。この問題については、農薬以外の私たちの身の回りにあるその他のものについて IARC がどういう分類をしているかの情報を提供した (表 6)。ベーコンやソーセージのような加工肉はグループ 1 の発がん物質として、コーヒーや携帯電話もグループ 2B の発がん物質に分類されていることを知った参加者からは安堵とかショックとか、除草剤グリホサートの発がん性というのはそんな程度のものであったのかというため息が感じられた。さらに、ヨーロッパの EFSA (European

表 5 IARC による発がん性の分類

グループ 1 : Carcinogenic to humans
グループ 2A: Probably carcinogenic to humans
グループ 2B: Possibly carcinogenic to humans
グループ 3 : Not classifiable as to its carcinogenicity to humans
グループ 4 : Probably not carcinogenic to humans

表 6 IARC による他の産物の発がん性評価の例

携帯電話	2B
野菜の漬物	2B
タルカム粉	2B
コーヒー	2B
赤肉	2A
加工肉	1
パーマ (仕事場での暴露)	2A

Food Safety Agency 欧州食品安全機関), 米国の EPA (Environmental Protection Agency 環境保護庁), その他国際専門機関が, IARC の発表後, グリホサートの安全性には問題なしとしている見解を紹介しておいた。

6. 食品残留農薬を複数同時摂取することによる毒性増強問題

反農薬に限らず、反原子力、反遺伝子組換え作物などの活動をしている NGO は、「影響がわからない」、「確認のしようがない」ことは危険だという不安感を煽って、予防原則の観点からそういうものは禁止すべきだと国民の感情に訴えるところが共通の特徴である。食品残留農薬については、厚労省の公表資料から残留農薬の検出率は著しく低く (平成 16 年度の事例では 0.20%), 残留基準値 (MRL) を超える割合はさらに低く (平成 16 年度の事例では 0.01%) (表 7), たとえそのような食品を摂取したとしても基準値自体が十分な安全性を見込んで設定してあるので健康上の影響はないというのが厚労省の説明である。その一例として、残留基準を 2 倍超える殺虫剤フェンブトパトリンが検出された輸入しいたけを食べた場合の健康リスクを計算した事例を紹介した (表 8)。基準値を 2 倍超えた殺虫剤が検出されたとして廃棄処分になったこのしいたけを、毎日 27kg ずつ一生涯食べ続けなければ問題ない程度のリスクと

表 7 農産物中の残留農薬検査結果 (2004 年度)

■ 検査数	2,439,341 件
■ 農薬検出数	4,895 件 (0.20%)
国産品	1,260 件 (0.32%)
輸入品	3,635 件 (0.18%)
■ 基準値を超えた数	65 件 (0.01%)
国産品	14 件 (0.01%)
輸入品	51 件 (0.01%)

99.99%に残留農薬の問題はない！
国産品と輸入品の間に有意な差はない！

いう計算結果に、参加者は驚いていた。

ところが、NGOは個々の農薬についてはそうかもしれないが、消費者は複数の食品残留農薬を同時に摂取しているのでその相乗効果で毒性が増強される可能性があるため農薬は安全とは言えないという主張をする。全ての食品残留農薬の組み合わせで試験をすることは不可能なので、「確認のしようがない」ので不安だということになる。その点については、名古屋市立大学医学部伊藤信行教授が20種類（その後40種類にまで増やして試験）の農薬をADIレベルでラットに90日間同時摂取させる試験を行ったが、発がん性は見られず、ADIの設定方法は妥当であることを示した論文を紹介しておいた（表9）。

7. おわりに

実際のワークショップでは上述した以外の話題についても討議したが、紙数の関係でここでは省略する。今年8月のインドネシアのジャカルタにおけるワークショップでは、私とDr. David Zarukの講演で偶然（事前の打ち合わせなしに）オーガニック（有機農業）の話題について取り上げ、オーガニックは必ずしも安全とは限らないという点で一致した。さらに、お米の自給率100%達成と熱帯雨林の保全の両方を目標に掲げた政策を推進しているインドネシアでは、熱帯雨林を伐採して農耕地面積を拡大せずにお米の生産量を増加するには、単収を増加する必要があり、そのためにも農薬は大きな貢献ができるという指摘でも一致した。つまり、農薬はNGOが非難するように環境破壊を引き起こすのではなく、熱帯雨林については生物多様性の保全に貢献するという点である。

農薬の安全性は、登録農薬にラベル表示されている使用基準を遵守する適正使用が前提であることは当然である。しかし、発展途上国ではラベルを読もうにも農民の識字率が低いという問題と、

表8 基準値違反の実際の健康リスクはどれくらいか（例）

フェンプロバトリン 0.06ppm (基準値: 0.03ppm)
中国産のしいたけから検出

フェンプロバトリンのADI : 0.03 mg/kg/日
ADI x 53.3kg = 1.6mg/人/日
0.06ppm = 0.06mg/kg しいたけ
1.6/0.06 = 27kg しいたけ/日

現実的には
あり得ない!

表9 食品中の複数の農薬を同時に摂取した場合に相乗効果で発がんリスクは増大するのか？

伊東信行(名古屋市立大学医学部教授)らが20種類 / 40種類の農薬をラットにADIレベルで90日間同時摂取させても影響は認められなかったという研究がある

- Ito, N. et al (1995) Effect of ingestion of 20 pesticides in combination at acceptable daily intake levels on rat liver carcinogenesis. *Food and Chemical Toxicology* 33(2):159-163
- Ito, N. et al (1995) Lack of carcinogenicity of pesticide mixtures administered in the diet at acceptable daily intake (ADI) dose in rats. *Toxicology Letters* 82/83: 513-520
- Ito, N. et al (1996) Effects of pesticide mixtures at the acceptable daily intake levels on rat carcinogenesis. *Food and Chemical Toxicology* 34: 1091-1096

今年2月にタイの農村地帯を視察した時に認識したが、経済発展が遅れている（労働賃金が低い）隣国から多数の外国人労働者が入ってきて現場の農作業を担っているという実態もある。さらに、品質の怪しげな無登録農薬が大量に流通している

という問題もあるらしい。そういうことが相まって農薬に対する不信感の原因につながっているとすれば、先進国の海外協力はそういうところから取り組んでいく必要があるだろう。

《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

- A5版ハンディータイプ，専門家から一般愛好家までのニーズに対応，使いやすさ抜群
- 緑化木の病虫害について網羅，その見分け方と防除方法，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：<http://www.rinyakukyo.com/>）

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

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

おとしぶみ通信 (19)

土の中の虫たち 10

アリとシロアリ

福山 研二*

さて。前回は、アリの話をいたしました。アリといえば似たような虫にシロアリというのがおります。この雑誌の読者の皆様ならば、アリとシロアリは違うことぐらいはご存じの方が多いと思いますが、では、どのように、どのくらい違うのかといわれると、ちょっと困ってしまうかもしれませんね。そこで、今回は、アリと比べながらシロアリのお話をすることにいたしましょう。

アリとシロアリの違い

前回のお話で、アリは羽はないけど立派な昆虫の一種であり、ハチの仲間であることをお話ししました。それでは、シロアリはどうでしょう。

シロアリも実は立派な昆虫の仲間です。分類学的には、昆虫綱ゴキブリ目に属するとされています。なんと、アリが、ハチ目に属するのに対して、ゴキブリ目に入るというのです。シロア리를ゴキブリとは別にシロアリ目というものに入れる考え方もありますが、いずれにしてもきわめて近い仲間だということはいえるようです。

ゴキブリというのは、皆さんもご存じのように、台所を這い回る嫌らしい虫というイメージですが、実は、ほとんどの種類は、屋外に生息しており、森や草原などで、暮らしております。ただし、暖かいところが好きなので、日本では北の方に行くともあまり森の中では見られないようです。

ゴキブリのようにしぶといとよく言われますが、ゴキブリは、古生代、今から約3億年前には、地上に現れており、それからずーと同じような形

を保っていることから、しぶとさが立証されますね。ですから、生きた化石ともいわれており、原始的な形態をとっております。例えば、4枚の羽を持っていますが、前羽と後羽は、まったく同じ形をしております。これに対して、系統的に後から出現したハチなどは、前羽が大きく、後羽は小さくなっております。つまり形態的により分化してきているわけです。ちなみに、これを使えば、羽アリがアリなのかシロアリなのかは、簡単に区別できるわけですね。

シロアリもご多分に漏れず、ゴキブリと同じように原始的な形を残しております。もっとも、アリと同じで、女王と王アリだけが、羽を持ち、結婚飛行後は、羽を落としてしまうので、あまり気づかれていませんが、シロアリの羽アリなどを見るとよくわかります。

体の形で見ると、もっともアリと違うのは、胴のくびれがないことです。アリは、通常は頭部と胸部と胴が明確で、それぞれ極端にくびれたております(図1)。これに対して、シロアリは、頭部と胸の間はわずかにくびれているのですが、そ



図1 胴がくびれているアリ

* (研) 森林総合研究所フェロー FUKUYAMA Kenji

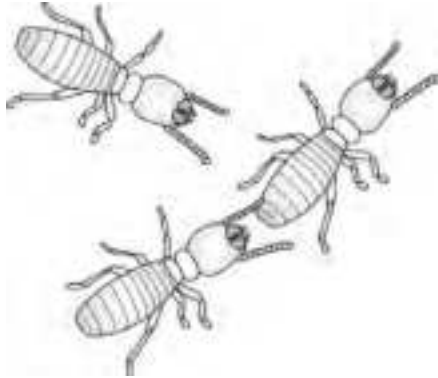


図2 寸胴でとっくりのようなシロアリの体型

こから下は、まるでとっくりのようなもので、寸胴も良いところなのです（図2）。

ちなみに、アリの胴体がくびれているのは、ハチの仲間全体にいえることであり、これはそもそも、ミツバチやアシナガバチ、アリなどが、一時期、寄生性の生活をしていたことによるといわれています。

なぜかといいますと、ハチの仲間でも原始的なグループであるハバチやキバチ等は、植物を食べていたため、胴はくびれていないのです。それに対して、ミツバチやアシナガバチなど、より高等なハチ類は、胴がくびれています。これは、寄生するために、おしりの産卵管を寄生相手に差し込むために、おしりを極端に曲げる必要があったためだと思われます。現在でも、寄生性のハチの仲間は、おしりを180度もまげて、寄生相手に産卵管を差し込んでいます（図3）。

こうした寄生性のハチの中から、再び、自由生活をするようになったのが、高等なハチの仲間というわけです。中でもアリは、さらに胸の一部もくびれており、より柔軟に曲がるようになっていきます。これは、孔の中で生活をする上では大変役立つことでしょう。それと、土の中は湿気っているので、体にカビが生えやすく、しょっちゅう、なめて掃除をしなければならないのですが、くびれが多いアリは、自分で体全体をなめて掃除することができるのですが、シロアリでは、他の個体



図3 おしりを極端に曲げて、針を突き出す寄生バチ

になめてもらわなければ、カビにやられて死んでしまうのだそうです。ですから、シロアリは、1匹だけにしてしまうとすぐに死んでしまうのです。

真社会性の昆虫

シロアリは、実はアリと同じく、真社会性の昆虫であり、女王、王、働きアリ、兵アリなどに階級が分かれており、集団で生活しております。その点では、アリにきわめてよく似ているのですが、よく見てみるとかなり違うところがあります。

シロアリは、ゴキブリの仲間なので、不完全変態という形で成長をしていきます。簡単に言えば、生まれてすぐに親と同じ形をし、歩き回れるし親と同じものを食べて大きくなるということです。その点、アリは、完全変態の昆虫で、卵からかえった幼虫は、ウジ虫状で、ほとんど自力で動き回ることも餌を探すこともできません。ですから、働きアリがすべての面倒を見ます。成長すると、繭を作ってサナギとなり、ようやく動き回れるアリになることができます。

ですから、アリの働きアリも、兵アリもすべて雌の成虫ですが、シロアリの場合は、基本的には、幼虫や若虫が働きアリや兵アリとなっており、雄も雌もいます。これは、ちょうど現代では大学出るまで働かないのに対して、昔は、子供の頃から働いていたのと似ていますね。

どちらが良いのかは、決めにくいところですが、シロアリでは、働きアリは、まだ幼虫や若虫なので、巣に女王がいなくなったりした場合は、

成虫になって卵を産むこともできるのに対して、アリでは、すべての働きアリは卵を埋めない成虫なので、巣の女王アリがいなくなったからといって、卵を産むことはできません。まあ、そういう意味では、シロアリの方が、柔軟性がある生き方と言えるのでしょうか。

シロアリの食べ物

さて、アリは、基本的には肉食ですが、植物の種子や、キノコ、花の蜜やアブラムシの甘露など、比較的栄養価の高い多様な食べ物も食べています。それに対して、シロアリは、原則的には、植物の遺体およびそれに関連する菌類などに依存しております。その点では、ちょうどヤスデとムカデの関係に似ていますね。ともに土壤に棲んでいて、同じような形をしています。ヤスデがすべて植物遺体を食べているのに対して、ムカデはすべて肉食です。

以前にもお話ししたと思いますが、地上に生えている樹木などは、丈夫なセルロースとリグニンでできています。これは、大変に分解しにくく、乾燥したところであれば、数千年間その形を保つことができます。そのため、多くの生き物をこれを食べて消化することができません。さらに、樹木などが光合成により生産する炭水化物のほとんどは、樹木の枝や葉、幹を作るために使われます。そして一次消費者である植食者には、ほとんど消費されずに、リター（植物遺体）となって、地上に降り注いでいるのです。シロアリは、この大量のリターや枯れた樹木などを利用して生きるすべを身につけたおかげで、特に熱帯地域では大繁栄をしているのです。

では、いったいどうやってセルロースを消化できるのでしょうか。

その秘密は、そのくびれない胴にあります。ヤマトシロアリやイエシロアリなどは、原始的なシロアリとされ、腸内に原生動物などの微生物を沢山持っているのです。この微生物が消化しにく

いセルロースやリグニンを分解してくれるというわけですね。その意味では、植食者というよりは、微生物食者といっても良いかもしれません。これは、ちょうど牛など反芻動物が、胃や腸内の微生物によりセルロースを分解してもらっているのと似ていますね。

シロアリは、不完全変態なので、子供も親と同じものを食べます。そのため、子供もお腹の中に、微生物が必要なのですが、卵からかえったばかりの幼虫では、もちろんお腹の中にセルロースを食べてくれる微生物はいません。そこで、働きアリたちは、まずは自分の糞を幼虫に食べさせるのです。そうすると、糞に含まれる有用な微生物が、幼虫の腸内に取り込まれるというわけですね。そのため、同じコロニー内のシロアリの腸内微生物相は、きわめて似ていることがわかっています。そして、その微生物相の違いは、糞になって現れるため、シロアリでは、外の巣の個体かどうかは、アリのような体表ワックスではなく、糞のにおい（おなら）によってかぎ分けていることになりました。

キノコを栽培するシロアリ

さて、腸内に微生物を飼っているシロアリは、原始的なグループと言いましたが、それでは、進んだグループはどうしているのでしょうか。

実は、高等なシロアリの仲間では、セルロースを直接分解する酵素を持っているものが多いほか、キノコを栽培して食物としている、高度な技術を持つ者もいるのです。

これらは、キノコシロアリと呼ばれており、地下の巣の中に、枯葉や枯れ枝、枯れた木のかけらなどを運び込み、大量に蓄えて、そこに担子菌を植え付けます。運び込まれた有機物で成長した菌類は、一面に菌糸を伸ばすわけですが、それを種によっては、有機物ごと食べるものもあり、消化できないものを糞として、キノコ栽培園の上に排泄して積み上げていきます。そうして、また下か

ら順次食べて行くことによって、最終的にはほとんどの有機物がキノコによって分解されることとなります。まさに究極の循環型社会というわけです。また、小さな子実体のようなものができたものを順次食べて行く者もおります。

キノコシロアリ類の蟻塚では、大量の有機物が持ち込まれて、キノコが栽培されているのですが、シロアリたちが効率よく利用しているため、大きな子実体を作ることはありません。しかし、何らかの理由で巣が放棄された場合は、栽培されたキノコから子実体が伸びだして、地上にキノコが形成されます。実は、このキノコがとても美味しいのです。シロアリタケと呼ばれて、市場などで並べて売られていることも多いそうです。

その意味では、キノコシロアリは、間接的に人間様の食べ物も栽培してくれたことになるわけですね。我が国では、シロアリといえば、大事な家を食い荒らす悪いやつだと思われていますが、実は、熱帯林などでは、有機物の分解を早めたり窒素固定を促進したり、土壌を攪拌したりと生態系の中で大変重要な役割を果たしているのです。

ただし、セルロースを消化したり、キノコを栽培するなど、熱帯の高温多湿の条件が不可欠であるため、シロアリ類の活躍の場は、熱帯から亜熱帯がほとんどというわけです。

黒いシロアリ

ところで、シロアリというのは、当然白い色をしているものだと思います。実際、本州などに生息している、イエシロアリやヤマトシロアリは、色素がほとんどなく、まさに白いシロアリです。これは、彼らの巣が、地下にあるうえ、蟻道と呼ばれるトンネルを作ってその中を移動するため、ほとんど外界に出ることがないためだと思います。

ところが、熱帯に行くと、かなり広範囲の有機物を集めなければならない種類では、堂々と、白日のもと、外界を闊歩しているのです。そのため、

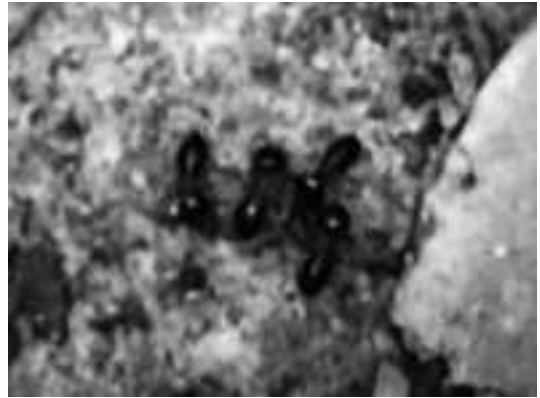


写真1 マレーシアの黒いシロアリ (種名不詳)

色は、黒褐色をしているものが多いのです(写真1)。これは、外界では紫外線などの有害な光線から身を守るためと、捕食者から目立たないようにするためだと思います。このように、外界に出て働くシロアリは、広い範囲から、植物遺体を収穫してくるものが多いのです。

これら、地上や樹上を歩き回る黒いシロアリたちは、当然ながら、目立つため、外敵に襲われることが多いわけです。そのため、その行列の周りには、必ず、兵アリが守っている。この兵アリは、大きな頭を持ち巨大な顎で攻撃するものが多い(写真2)、頭部にスポイドのような突起を持って、ここから粘性のある液を吹きかけたり、有害な物質を吹き替えたりする者もあり、まさに、高度な化学兵器を備えているのです。

白アリ塚

シロアリは、真社会性であるため、当然集団で生活しており、巨大なコロニーを作ります。アリが、地中にトンネルを掘り進んで、巣を作るのに対して、シロアリは、土や自分たちの食べたもの、有機物などを固めてアリ塚を作るものも多い。中には、人間の背丈ほどもある、巨大なアリ塚も見られる(写真3)、家のような大きさのものもあります。特に、アフリカやオーストラリアなどの熱帯地域では、巨大なものが見られます。オー



写真2 巨大な頭部と顎を持ち、人間にでも噛み付こうとする勇敢な兵アリ



写真3 マレーシアの巨大なアリ塚

オーストラリアの砂漠には、マグネチックターマイツとって、南北に平たく伸びた板状のアリ塚を作るシロアリが有名で、現地人は、これによって方角を知ることができると言われてしています。なぜ、南北に平たく伸びているのかは、諸説ありますが、日差しをなるべく避けるためではないかという説が有力です。

アリ塚の中は、細かい部屋に分かれており、たくさんのシロアリたちが生活しております。その奥の奥には、もちろん女王アリがいるわけですが、アリと違う点は、アリは、雄は結婚して交尾をしたら、すぐに死んでしまい、女王だけでコロ

ニーを作るのに対して、シロアリでは、旦那さんも一緒にコロニーを作り、アリ塚の中でずっと生活しているところでは、これは、シロアリが、他の個体に体を舐めて掃除してもらわないと死んでしまうため、新婚では旦那の助けが不可欠だったのでしょね。さらに、副女王と言って、女王が死んだときのためのクローンまで存在しているのです。

まあ、アリとシロアリは、似て非なるものですが、どちらの生活が幸せかは、神のみぞ知るところですね。

禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

平成28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 : <http://www.rinyakukyo.com/>

印刷／株式会社 スキルプリネット

定価 540 円



7年先の確かな未来を

確かな効果

豊富なデータが裏付ける確かな効果で
皆様の信頼に応えてきた
グリーンガード・NEOは
7年間の薬効期間という
新たな時代の夜明けを
迎えました。



松枯れ防止樹幹注入剤

グリーンガード®・NEO

Greenguard® NEO

農林水産省登録：第22028号

グリーンガードホームページ

www.greenguard.jp/



竹を枯らせます!

ラウンドアップ マックスロードなら
竹稈注入処理で



使い方 [注入処理方法]

処理適期：6～8月

2～3cm

地上
30～
100cm

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

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

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



完全落葉^{*}すれば、その後処理竹の根まで枯れます。
^{*}竹の葉が全て落ちた状態、この時期であれば伐採可能です。

農林水産省登録：適用の範囲及び使用方法

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

ラウンドアップ マックスロード

THE NEXT TECHNOLOGY TO YOU



防除法について、詳しくは下記窓口までお問合せください。

日産化学工業株式会社
〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3丁目7番地1

ラウンドアップ お客様相談窓口 **0120-209374**

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10~50m ²
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!

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

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤 林野庁補助対象薬剤

農林水産省登録第20330号

マツグリーン[®]液剤

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

農林水産省登録第20838号

普通物

マツグリーン[®]液剤2

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

剪定・整枝後の傷口ゆ合促進用塗布剤

農林水産省登録第13411号

トップジンM[®]
ペースト

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



株式会社 ニッソーグリーン

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

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤

殺虫剤 **モリエート[®]sc**

農林水産省登録 第21267号

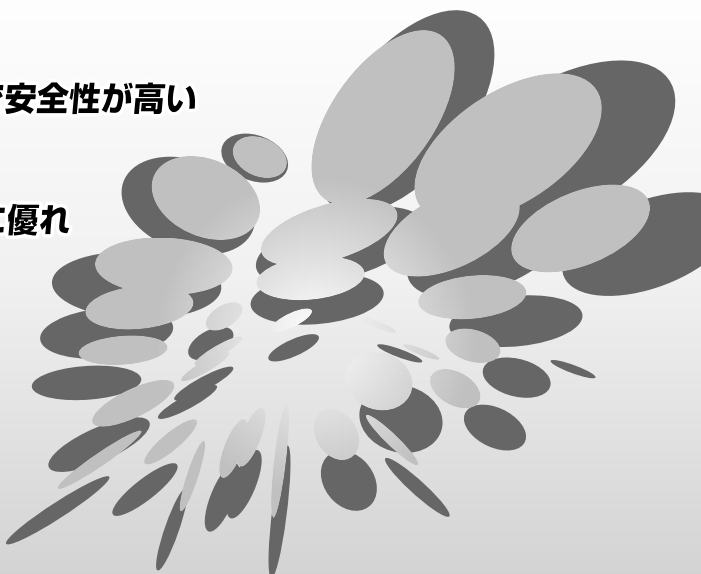
有効成分は普通物・A類で安全性が高い

(クロチアニジン水和剤 30.0%)

**1,000倍使用で希釈性に優れ
使いやすい**

(水ベースの液剤タイプ)

低薬量で優れた殺虫効果と
後食防止効果を示し、
松枯れを防止します。



製 造：住友化学株式会社

販 売：サンケイ化学株式会社 住化グリーン株式会社

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 **イスデー・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

SINCE 1895
東京 東京都千代田区鍛冶町2-9-12(神田徳カビル) ☎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 ☎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) ☎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

【普通物】〈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。
- ◆不快な臭いがありません。
- ◆自動車塗装にも影響がありません。



松くい虫防除／樹幹注入剤

ショットワン・ツリー 液剤

【普通物】〈エマメクテン安息香酸塩 2.0%〉

マツガード

【普通物】〈ミルバメクテン 2.0%〉

- ◆防除効果が長期間持続します。
- ◆基本注入量が60mlと少ないため、作業性に優れています。



緑化樹害虫防除／樹幹注入剤

アトラック 液剤

【普通物】〈チアメキサム 4.0%〉

- ◆ケムシ等の害虫を駆除することができます。
- ◆薬剤が飛散する心配がなく、公園や住宅地でも安心して使用できます。



※「普通物」とは、毒物及び劇物取締法に規定している毒物にも劇物にも該当しないものを指している通称。



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

伐倒木用くん蒸処理剤

キルパー[®]40

マツノマダラカミキリ誘引剤

マダラコール

頼れる松枯れ防止用散布剤

モリエート[®]SC

スギノアカネトラカミキリ誘引剤

アカネコール



サンケイ化学株式会社

〈説明書進呈〉

本社	T 291-0122	鹿児島市南郷3丁目9	T 311-0260	03-6837-9422
東京本社	T 110-0305	東京都台東区上野3丁目6-11 5F	T 311-0331	03-6837-9423
大阪営業所	T 332-0011	大阪市淀川区西宮4丁目3-1 新築ビル	T 311-0305	03-6837-9421
九州営業所	T 811-0025	佐賀県鳥栖市神城町甲1152-3	T 311-0421	03-6837-9428

大切な日本の松を守る
松くい虫予防散布薬剤

○ネオニコチノイド系殺虫剤
ヤシマモリエートマイクロカプセル
モリエートSC (クワアセコン酸塩系)
マツグリーン液剤 (アセチルプロピド誘引剤)
マツグリーン液剤2

含有機リン系殺虫剤
ヤシマスミバイン乳剤
スミバインMC

松くい虫駆除剤

パークサイドF、オイル(油剤)
ヤシマNCS(くん蒸剤)

ハチの駆除剤

ハチノックL(巣退治用)
ハチノックS(携帯用)

野生獣類から大切な植栽木を守る

ヤシマレント

ヤマビル剤

マリックスター(殺菌剤)/ヒルノック・エコ(忌避剤)

住化グリーンの
林業薬剤

緑に学び、緑と共に生きる

わたしたちは、人と自然との調和を
考えながら、より良い緑の環境づく
りを目指しています

樹幹注入剤

○マツノダイセンチュウ
グリーンガードファミリー剤
メガトップ
マツガード
マッケンジー

くん蒸用生分解性シート

くん蒸ヤシマ与作シート



住化グリーン株式会社

本社 〒103-0015 東京都中央区日本橋小町町1番5号 TEL. 03-6837-9422 FAX. 03-6837-9423

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

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

