

新しい木材害虫から住宅を護る*

吉村 剛**

1. はじめに

今、海外から我が国に新たに侵入してきた木材害虫が問題になりつつあります。もちろん、彼ら（彼女ら）は自分の力で海を渡って来るわけではありません。木材貿易とともに、あるいは皆さんが海外で購入した木製品などとともに日本にやってきます。それらの多くは1cmにも満たない小さな甲虫類（beetle）ですが、皆さんになじみの深い最も重要な木材害虫であるシロアリ類もしばしば水際で発見されます。

日本は「紙と木の文化の国」。こういった新しい害虫は、資源としての木材・木質材料に被害を与えるだけでなく、木質文化財の後世への継承という点にも重大な影響を与える可能性があります。本講演では、今問題になりつつある新しい木材害虫とその対策について紹介します。

2. 木材を加害する昆虫

2.1 昆虫の多様性と木材

昆虫はこれまでに地球上で記載されている全生物種の半数以上を占め、最も多様性に富んだ生物群です。木材を食害する昆虫類を総称して、食材性昆虫（Xylophagous insects : Xylo が木材、phagous が食べるという意味）と呼びますが、木材は伐採されたすぐ後の生丸太から、製材・乾燥した後室内で使用される木材・木質材料まで、あらゆる段階で昆虫の食害を受けます。表1に、木材の状態と主な食材性昆虫類をまとめておきました。なお、名前を挙げた昆虫グループはそれぞれ分類学的には目あるいは科に相当します。

表1：木材の状態と食材性昆虫グループ

	木材の状態	加害する昆虫グループ
生丸太	伐採した後のまだ皮が付いたままの丸太。含水率が高く、液体状の水（自由水）が多く存在	・甲虫類（ナガキクイムシ、クイムシ、カミキリムシ、タマムシ、ゾウムシ、オサゾウムシ） ・ハチ類（キバチ類） ・シロアリ類
接地湿潤材	乾燥後木材製品となった後に屋外で土壌と接触した状態で使用され、高含水率となったもの	・甲虫類（オサゾウムシ、チビナガヒラタムシ） ・シロアリ類
非接地乾燥材	乾燥した木材製品で屋内使用されるもの	・甲虫類（ヒラタキクイムシ、ナガシクイ、シバンムシ、カミキリムシ、ゾウムシ、オサゾウムシ） ・シロアリ類

* 2015年9月14日作成

** 〒611-0011 宇治市五ヶ庄 京都大学生存圏研究所居住圏環境共生分野。

E-mail: tsuyoshi@rish.kyoto-u.ac.jp

表1では、「生丸太」、「接地湿潤材」、「非接地乾燥材」という3つのカテゴリーに分けて食材性昆虫を示しましたが、住宅や木質文化財の害虫、すなわち製材され、人間の身近に存在する木質製品の害虫という点から見た場合、最も重要なものは言うまでもなく「非接地乾燥材」を食害する昆虫類ということになります。この仲間のうち甲虫類であるヒラタキクイムシ、ナガシクイ、シバンムシ、カミキリムシ、ゾウムシ、オサゾウムシを一般には乾材害虫と呼びますが、カミキリムシ、ゾウムシ、オサゾウムシには、その産卵に樹皮を必要としない種類は少ないことが知られています。したがって、乾材害虫と言った場合には、普通、ヒラタキクイムシ、ナガシクイ、シバンムシの仲間を指すこととなります。ちなみに、後ほど紹介するように乾燥材を食害するシロアリ類も多くいますが、乾材害虫とは別に考えます。

なお、表には記載しませんでした。クマバチ（皆さんもなじみの深い藤の花に良く飛来する大型でおしりの黄色い丸形のハチ）やオオハキリバチなどのハチの仲間が建造物に使用されている木材に穿孔し、巣穴を造ることが知られています。場合によっては、文化財建築物などに激しい被害を与えることが報告されています。

2.2 食材性昆虫の栄養源と消化共生

ここで、これら食材性昆虫が木材の何を栄養源としているか考えてみたいと思います。なぜ栄養源かと言うと、木材中の何を栄養源としているかによって、被害を与える木材の種類や部位が決まるからです。上述した巣穴のためだけに木材に穿孔するハチ類を除き、食材性昆虫類は栄養源によって大きく2つに分けることができます。なお、材の部位によるタンパク質や可溶性糖分の量、すなわち利用の容易な栄養成分の量は、形成層>内樹皮>辺材>心材>髄>外樹皮、の順となります。

まず、木材細胞壁の主成分であるセルロースやヘミセルロースを消化・吸収できるものとしては、シロアリ、シバンムシ、カミキリムシが知られていて、消化管内に共生微生物を保有しています。一方、細胞内の微量成分であるデンプン、アミノ酸、単糖類などのみを栄養源としていることが明らかなグループとしては、ヒラタキクイムシとナガシクイが挙げられます。それ以外のグループについては、その消化機構について十分な検討が行われているとは言えません。

また、生丸太の害虫であるキクイムシとナガキクイムシ（近年、京都地域を含む西日本で猛威をふるっているカシノナガキクイムシなど）の一部の種では、アンブロシア菌と呼ばれる菌類を木材中に掘った孔道中で栽培して幼虫の餌としていることが知られており、さらに、キバチ類は孔道中で栽培した垣子菌類を幼虫の餌として用いています。したがって、これらの昆虫類の加害を受けた材では、直接的な穿孔被害だけでなく、変色による二次的な被害を受けることとなります。

セルロースやヘミセルロースを消化・吸収できるグループは、どのような種類の木材であっても細胞壁が存在すれば食害することができます。一方、微量成分を栄養源としているグループでは、形成層～辺材部分、特に広葉樹の辺材部分のみを食害することとなります。表2には、住宅や木質文化財を構成する非接地乾燥材において加害を受ける材の種類・住宅部材と昆虫グループをまとめておきます。また、写真1と写真2には、これら2グループの典型的な被害の様子を示します。

表2：木材害虫と住宅部材

昆虫グループ	栄養源	加害を受ける材料	加害を受ける住宅部材
シバンムシ シロアリ	木材細胞壁中のセルロース&ヘミセルロース	すべての木材製品&植物細胞壁製品	すべての構造材、内装材、タタミ、紙製品
ヒラタキクイムシ ナガシクイ	木材細胞中の微量成分であるデンプン、アミノ酸、糖類	広葉樹の形成層～辺材部のみ	広葉樹系床材・家具材・合板

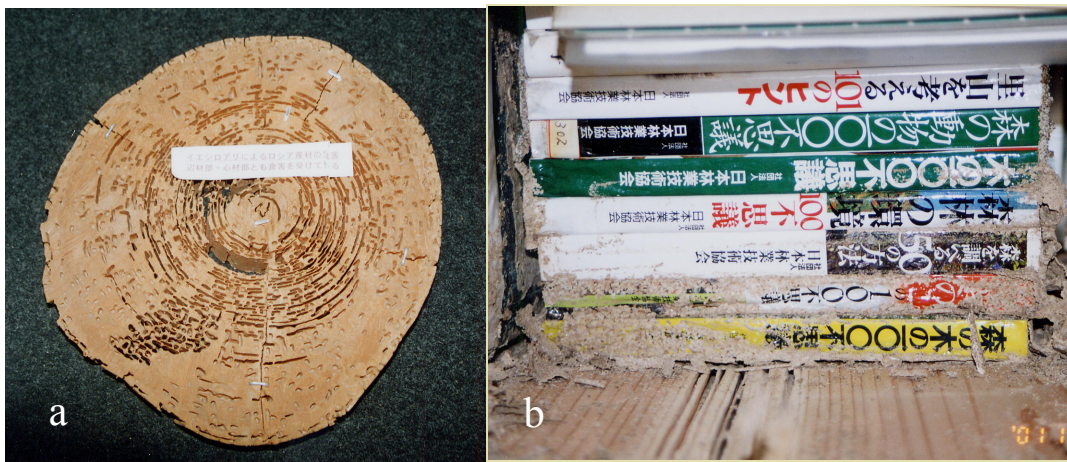


写真1：シロアリ類による針葉樹材（ロシア産カラマツ材）（a）と本の被害（b）。

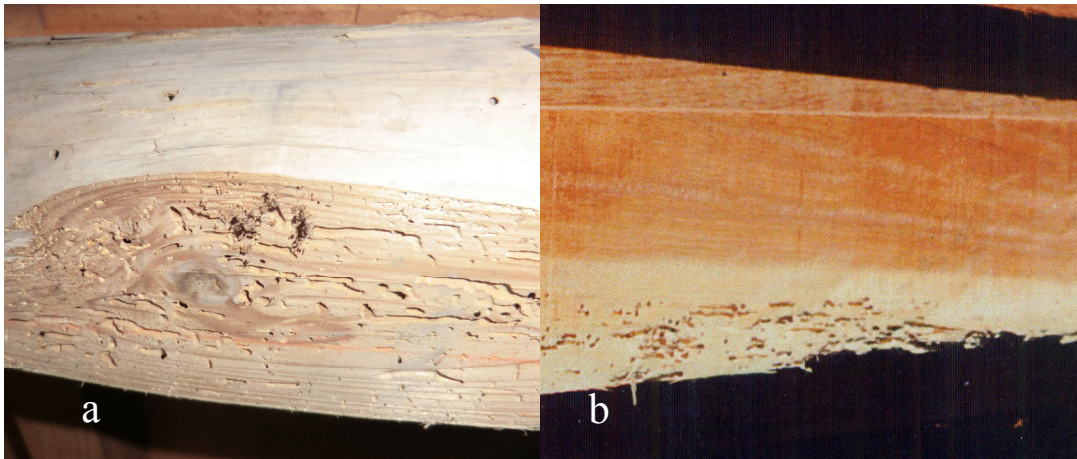


写真2：シバンムシ類による建築部材の被害（a）とヒラタキクイムシ類とナガシクイ類によるパレット材の複合被害（b）。後者では辺材のみが被害を受けているのがよくわかります。

3. 新しい木材害虫とその対策

3.1 木材輸入の歴史と害虫の侵入

もちろん歴史的には、奈良時代以前から貴重な工芸品としてのいわゆる唐木製品が日本に渡来していましたが、日本における木材輸入が本格的に始まったのは大正時代とされています。お聞きになられたことがあるかもしれませんが、東京駅前にあった旧丸ビル（1923年（大正12年）竣工）の解体工事の際、基礎杭として5,000本以上のベイマツ（Douglas-fir）が打ち込まれていたことがわかりました。これは第一次世界大戦後に急激に増加した米国からの木材輸入の一つの象徴とも言えるかもしれません。その後、国内林業への圧迫を勘案して1929年に木材関税が強化されたことから輸入は減少しました。

第二次世界大戦期における木材輸入は基本的に途絶えていました。その後戦後になって、大戦時の乱伐と住宅不足によって木材の供給量は圧倒的に不足状態になったことから、徐々に木材が輸入されるようになりました。あわせて、いわゆる戦後の拡大造林として、大量のスギ、ヒノキ、カラマツなどが日本中に植林されました。この植林木が今伐採の適齢期を迎えていることはご承知の通りです。その後木材輸入は徐々に拡大していったものの、ちょうど演者の生まれた年である1960年には、木材自給率はまだ86.7%という高い水準を保っていました¹⁾。木材輸入の転機となったのが1964年（昭和

39年)の木材輸入の完全自由化です。これによって北米からは建築用の針葉樹丸太が、東南アジア諸国からは合板用の広葉樹丸太と一部製品が大量に輸入されるようになり、またたくまに木材の自給率は低下して行きました。近年では、産出国、特に東南アジア諸国における木材産業の育成という目的から、丸太ではなく製品による輸入が増加し、現在では90%近くの木材輸入が製品によるものとなっています。ちなみに、2012年(平成24年)の木材自給率は27.9%となっています¹⁾。

また、最近では、上で述べた構造材や合板以外に、内装材やデッキ材として、現地で高い耐久性を持つことが知られているイペ、ウリン、ジャラなどの広葉樹材が南米やオーストラリア、アフリカなどから輸入されるようになってきました。さらに、海外旅行の一般化やインターネットの普及によって、家具や工芸品などの土産物としての持ち込みや個人輸入も多くなってきています。

では、木材輸入の歴史と害虫の侵入とはどのような関係があるのでしょうか。演者なりに整理してみたのが表3です。一見してわかるように、現在侵入木材害虫として最もリスクが高いのは、乾材害虫であるヒラタキクイムシとナガシクイの仲間であると言えます。さらに、北米からの乾材シロアリの侵入も可能性があります。以下、これらのグループによる侵入の歴史と現状、そして対策について紹介します。

表3：日本における木材輸入の歴史と侵入害虫

時代	主な輸入材の種類・形態	想定される侵入木材害虫
大正～1960年代前半	・北米産の針葉樹丸太	・丸太害虫：クイムシ、ナガキクイムシ
1960年代後半～1980年代	・北米産・ロシア産の針葉樹丸太	・丸太害虫：クイムシ、ナガキクイムシ
	・東南アジア産の広葉樹丸太	・丸太害虫：クイムシ、ナガキクイムシ
1990年代～現在まで	・東南アジア産の広葉樹合板	・乾材害虫：ヒラタキクイムシ、ナガシクイ
	・北米産・ロシア産の針葉樹製品	・乾材シロアリ
	・東南アジア産の広葉樹合板	・乾材害虫：ヒラタキクイムシ、ナガシクイ
	・中国産の広葉樹合板	・乾材害虫：ヒラタキクイムシ、ナガシクイ
	・南米、オーストラリア、アフリカ産の広葉樹製品	・乾材害虫：ヒラタキクイムシ、ナガシクイ、
・家具や工芸品の土産物としての持ち込みや個人輸入	・乾材害虫：ヒラタキクイムシ、ナガシクイ、シバンムシ、カミキリムシ	

3.2 ヒラタキクイムシとナガシクイにおける侵入種による被害の歴史とその対策

ヒラタキクイムシ類とナガシクイ類は、成虫が脱出する際に木粉を排出し、それが円錐状に堆積することから、英語では”Powder-Post Beetle”と呼ばれます。幼虫の栄養源として主として木材中に含まれるデンプンを要求することから、基本的にデンプン含有量が高い(1%以上)広葉樹の辺材部のみを食害します。最適な木材含水率は16%前後とされています。これは、普通に室内で使われている木質系材料の含水率です。日本においては基本的に1年1世代で、通常5月～7月に羽化・脱出した成虫が交尾・産卵し、幼虫が材中に孔道を掘りながら食害することになります。デンプン含有

量の多いラワン系の合板、ナラ材の床材、ゴムノキなど熱帯産広葉樹材製の家具など、広範囲の製品が被害を受けます。

ヒラタキクイムシによる被害が社会的に注目されるようになった発端は、東南アジアからの木材の輸入が急増した 1950 年代後半から被害が拡大したことによります。その後 1970 年代初頭に公団住宅におけるナラ材のフローリングやラワン材の造作材や下駄箱で大量に被害が発生し、大きな問題となりました。当時、学校の体育館のナラ材の床がヒラタキクイムシの食害によって破損した例も知られています。その当時最も重要であったのはヒラタキクイムシという種類で、“古くに南方から侵入し”、“百数十年前からすでに日本から記録されている”²⁾。すなわち、江戸～明治にかけて日本に侵入した外来害虫であると考えられます。

ところが今、ヒラタキクイムシはアフリカヒラタキクイムシへと種類の変化が起こりつつあります。演者の研究室で全国のヒラタキクイムシ被害について調査を行ったところ、特に西日本ではその被害の大半が新たな侵入種であるアフリカヒラタキクイムシによるものでした。写真 3 にアフリカヒラタキクイムシの成虫（体長：2.5～4mm）を、図 1 にヒラタキクイムシ類の被害調査結果を示します。演者らの研究室における調査では、静岡以西の地域ではその被害のほとんどがアフリカヒラタキクイムシによるものです。アフリカヒラタキクイムシは低温に弱いものの繁殖力は強いことが知られており、高機密・高断熱住宅の一般化と暖房の普及によってその勢力範囲が拡がりつつあると考えられます。演者の研究室ではアフリカヒラタキクイムシの食害生態を解明すべくいろいろな角度から研究を行っていますが、最近、雄の成虫から仲間を呼び集める効果のある物質（集合フェロモン）を見つける事に成功しました³⁾。農業害虫、食品害虫、林業害虫などでは、こういったフェロモンを用いたモニタリング装置が以前から開発され、その発生予測に使用されています。現在、現場への応用を目指して研究を進めているところです。



写真 3：アフリカヒラタキクイムシ
(写真提供：Titik Kartika 氏)

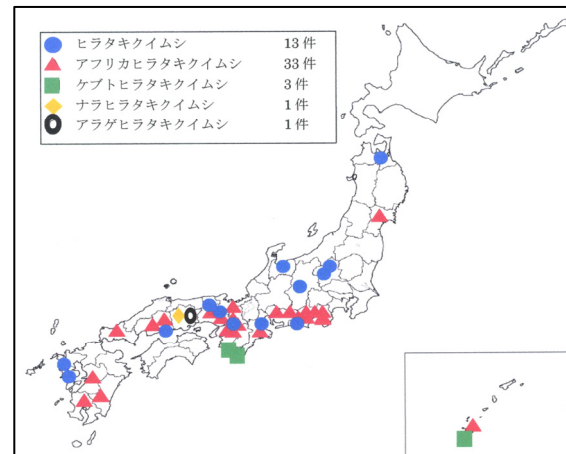


図 1：日本におけるヒラタキクイムシ類の被害分布⁴⁾

ナガシクイムシ類は熱帯に数多くの種類が生息しており、丸太の検疫時に多く発見されるグループです。日本では 1 世代 1 年以上必要とするようですが、その生態には不明な部分も多く残されています。タケ材、特に伝統的な土壁に用いる木舞竹の害虫として有名なチビタケナガシクイが熱帯・亜熱帯から日本全土に分布し、最も著名な種類でした。しかし、土壁+木舞竹を使った新築住宅はまず見られなくなり、その被害は希になりつつあります。

一方、近年輸入材においてその被害例が増加しつつあるのが、オオナガシクイ、ホソナガシクイなどの大型のナガシクイ類です。写真 4 にゴム材から脱出してきたオオナガシクイを示します。2～4mm 程度の大きさのチビタケナガシクイとは異なり、体長は約 1cm あります。また、かつては非常に希な虫であると言われていたホソナガシクイ（オオナガシクイと酷似）が中国から輸入されたキリ材やピアノに使用されたラワン材から脱出した例が最近多く報告されるようになってきました。この理由として、アフリカヒラタキクイムシの場合と同様、高機密・高断熱住宅の普及による冬期の住宅内温度の上昇というものが挙げられると思います。乾材害虫は日本にフリーパスで入って

きます。皆さんも知らずに持ち込んでいるかもしれません。写真5はインドネシア・スカルノハッタ空港で購入した木製の紅茶入れからケブトヒラタキクイムシが大量に発生した例です。もちろん、演者は被害を知らずに日本に持ち帰ったわけではなく、脱出孔が存在していることを承知で購入しました。研究室の昆虫飼育室で脱出防止策を講じた上で保管しておいたものです。

日本におけるこういった新しい乾材害虫の被害拡大をどのようにして食い止めるのか。それは、海外からの容易な持ち込みの防止と被害の早期発見・根絶に尽きると思います。具体的には、

- ・ まず皆さん自身が被害を受けている、つまり孔（ピンホール）の開いた木材製品を日本にもちこまないこと。つまり、お土産で木材製品を購入する時はよく確認すること
- ・ 海外通販でそのような商品が届いた場合は必ず返品すること
- ・ もし海外の木材製品から虫が脱出した場合は、虫を採集してすみやかに保健所や研究機関に連絡すること

となります。皆さんのご協力を宜しくお願いしたいと思います。

3.3 アメリカカンザイシロアリ被害の現状とその対策⁵⁾

最近あまり取り上げられることがなくなりましたが、一時期マスコミ等で騒がれた侵入シロアリとしてアメリカカンザイシロアリがあります。原産地は北米大陸太平洋岸のワシントン州からメキシコにかけてで、その分布域から western dry-wood termite と呼ばれます。米国における木材害虫市場の最大 20%を占めるといわれる重要な害虫シロアリです。

このシロアリは第二次世界大戦後に家具などの木材製品とともに日本に持ち込まれたと考えられていますがその詳細は不明です。正式な被害の記録は東京都江戸川区における 1976 年のものです。その後、被害例が日本全国で発見されるようになり、現在では図2の点で示した通り、26 都府県でその被害が報告されています。特に、首都圏と近畿圏の海岸沿いおよび瀬戸内海地域で被害例が多いように見受けられます。この理由は不明ですが、その生存に液体状の水を必要としないと考えられている“乾材シロアリ”の仲間であるとは言え、やはり生物が生活して行くためには水が必要です。このシロアリは基本的に地中海性気候に適応した種であるとも言われていますが、おそらく、ある程度の湿度と気温条件が必要なのでしょう。写真6に被害材の断面の様子と材から取り



写真4：オオナガシクイの脱出孔と成虫（写真提供：田原利夫氏）



写真5：スカルノハッタ空港で購入した木製紅茶ケースより大発生したケブトヒラタキクイムシ



図2：日本におけるアメリカカンザイシロアリの被害分布（(公社) 日本しろあり対策協会 2014年資料）

出したコロニーを、写真7に被害住宅における典型的な屋根裏の様子を示しました。

演者は、いろいろな調査データから日本におけるアメリカカンザイシロアリの現在の被害件数は最大10万軒と見ています。では、今後はどうなると予想されるでしょうか。残念ながら、現状ではその被害は今後益々拡大すると言わざるを得ません。その理由は簡単です。有効な予防・駆除対策がとられていないということです。被害拡大をストップするためには、その生態、つまり敵を知ることが必要です。図3に、アメリカカンザイシロアリの生態に基づいた被害拡大のステップをまとめました。

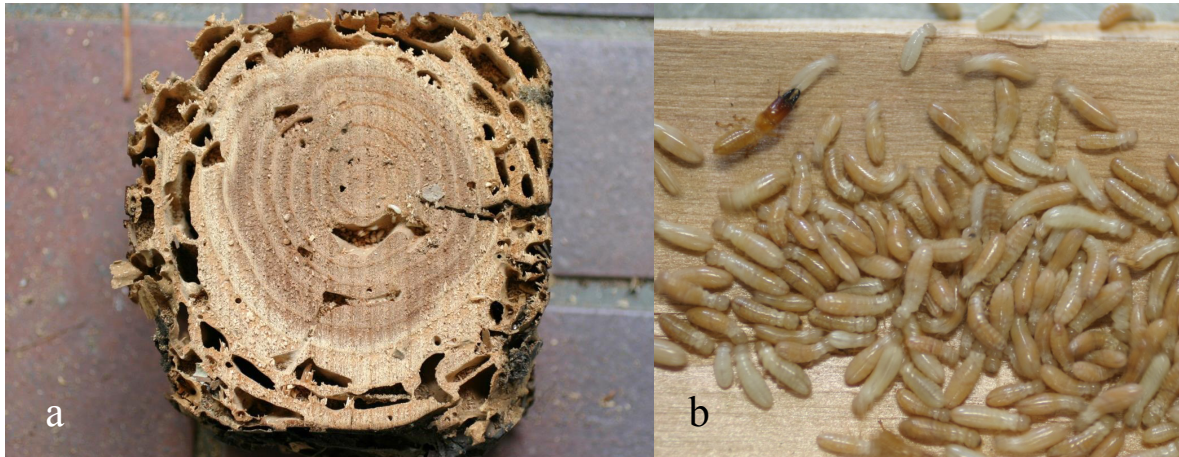


写真6：アメリカカンザイシロアリ被害材断面 (a) と材より取り出したコロニー (b)

- ・ 被害を受けている家具などが外部から持ち込まれ、そのコロニーが新しい環境に定着します (①と②)。
- ・ コロニーが成熟し、羽アリの生産や枝分かれすることによって、その住宅の中で複数のコロニーが誕生します (③)。
- ・ 複数のコロニーから多くの羽アリが生産されるようになり、住宅の外へ飛び出します (④)。
- ・ その結果、周囲の住宅へ被害が拡大します (⑤)。
- ・ 地域へ被害が拡大することによって、別の地域への被害材の持ち出しの可能性が高まります (⑥)。

例えば、横浜市鶴見区の例では、9年間で300m四方の区画における被害軒数が43軒から263軒へと6倍以上に拡大していました。しかしながら、ここで注意しておかなければならないのは、その区画から外部への拡大はほとんどなかったという事実です。すなわち、アメリカカンザイシロアリの被害というものは、ある範囲内でその被害密度をどんどん上昇させるものの、広い範囲への拡大は容易ではないということです。また、X線CT装置を使った演者らの研究によれば、羽アリのペアが木材に穿孔してコロニーの生長がスタートしたとしても、2年間では10頭に満たない個体数と最大50cmの孔道が観察されただけです。したがって、その被害を早期に発見することができれば、駆除は容易であると考えられます。

効果的なシロアリ対策には予防-探知-駆除という3つの要素がうまくかみ合う必要があります。アメリカカンザイシロアリの予防は、住宅の木質系部材に対する効率的な薬剤処理や物理的なバリアーによって達成されますが、被害住宅から羽アリを外へ分散させないこと、そして被害材を外部へ持ち出さないことも重要なポイントとなります。探知については、現在マイクロ波探知器などいろいろ



写真7：アメリカカンザイシロアリ被害家屋の屋根裏の様子。特徴的な形のフンが被害材より落下・堆積している。

な装置が開発されつつあり、飛躍的にその信頼性が高まりつつあります。居住者の方によるフン（写真7）の発見も早期探知にとって非常に重要です。最後の駆除については、天幕燻蒸処理や熱処理など住宅全体を対象とした処理が原産地の米国で多く行われていますが、日本の住宅密集地での応用は困難です。被害部材に対する薬剤を用いたスポット処理の精度を、基礎的な研究成果などをもとに高めて行くことが必要でしょう。さらに、最近他の害虫の駆除に開発されつつあるスポット的な物理的処理、例えばマイクロ波や高周波を用いた熱処理やドライアイスを用いた低温処理などの応用を早急に検討しなければなりません。

最後に重要な点として挙げておきたいのが、シロアリ駆除業者にとってきちんと商売になるビジネスモデルの構築です。いくら技術があったとしても、ビジネスにならないければ駆除対策が進まないのは自明です。さらに、現在の被害、特に被害密度の高い地域における駆除対策には、外来害虫対策としての公的資金の導入を切に望みたいと思います。

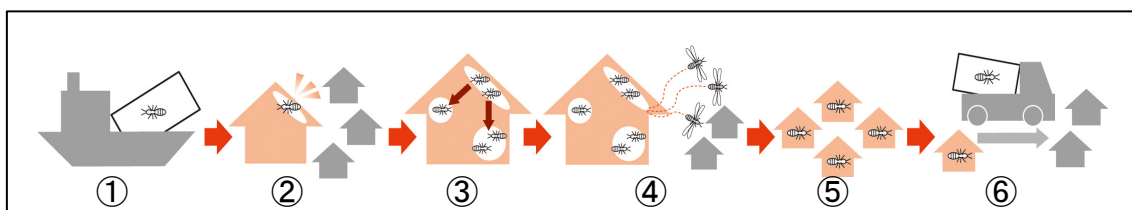


図3：侵入害虫としてのアメリカカンザイシロアリ被害拡大の模式図（原図：アサンテ（株）。①被害材の持ち込み、②コロニーの定着、③住宅内での被害の拡大、④外部への羽アリの分散、⑤被害住宅の拡大、⑥外部への被害材の持ち出し。

4. おわりに

以上、新しい木材害虫とその対策について紹介してきました。家具や木材製品を食害する乾材害虫は、今後もいろいろな形で日本に侵入してくると考えられます。皆さん自身も知らない間に持ち込む可能性もあるのです。皆さんの財産である木の香り溢れる住宅やお気に入りの木製家具やグッズ、そして日本の文化を支えてきた木質文化財、これらを海外からの新たな木材害虫による被害から護るためには、皆さん自身が正確な知識を持ち、そして今よりも少し多くの注意を払うことが求められます。

参考文献

- 1) 林野庁, 平成26年度 森林・林業白書, 223pp, 2015.
- 2) 野淵 輝, 鈴木憲太郎, 乾材害虫と屋内で発見される昆虫—同定、生態、被害、防除—, 林業科学技術振興所, 96pp, 1993.
- 3) Titik Kartika, 京都大学博士論文, 108pp, 2015.
- 4) 古川法子, 吉村 剛, 今村祐嗣, 木材保存ヒラタクイムシ類による家屋被害調査, 木材保存, **35**(6), 260-264, 2009.
- 5) 吉村 剛, 外来木材害虫アメリカカンザイシロアリの総合的防除に向けた取り組み, 木材学会誌, **57**(6), 329-339, 2011.