

しろあり

TERMITE JOURNAL

1

2010

No.153



社団法人 日本しろあり対策協会

JAPAN TERMITE CONTROL ASSOCIATION

目 次

<報 文>

「おがさわら丸」船上で採取されたイエシロアリの有翅虫 ……山 本 周 平…(1)

<研究トピックス>

ヤマトシロアリの繁殖システムの実態：単為生殖による女王位継承システム
……………松 浦 健 二…(6)

カンモンシロアリの野外における営巣木材選好性……………神 原 広 平…(13)

木造住宅の耐震性および耐久性に関する住まい手と施工者の意識構造
……………土井 正・北本裕之…(17)

<研究発表会>

「平成20年、21年度住宅・建築関連先導技術開発助成事業」に採択されて
……………吉 元 敏 郎…(22)

ベイト工法用防水型容器……………友 清 重 孝…(25)

しろあり防除における品質と顧客満足度の向上について……………高 橋 敏 夫…(30)

イエシロアリの多女王事例について……………児 玉 純 一…(36)

木製橋梁のシロアリ被害と駆除……………廣 瀬 博 宣…(40)

鹿児島県支所 公園樹木の蟻害調査報告及び駆除作業（奉仕活動12年間の報告）
……………田中隆彦・廣瀬博宣…(45)

静岡県内文化財（建築物）蟻害・腐朽検査実施報告……………大 長 弘 和…(49)

<委員会からの報告>

ねこ土台設置家屋におけるシロアリ被害アンケート報告
……………(社)日本しろあり対策協会 仕様書委員会…(54)

研究発表会についてのアンケート調査報告……………土 井 正…(62)

<協会からのインフォメーション>

屋我嗣良氏国土交通大臣表彰受賞……………(64)

松井清文氏国土交通大臣表彰受賞……………(65)

表紙写真：「おがさわら丸」船上で採取されたイエシロアリの有翅虫
(写真提供：山本周平 本文2, 3ページ)

しろあり 第153号 平成22年1月16日発行

発 行 者 吉 村 剛

発 行 所 社団法人 日本しろあり対策協会
〒160-0022 東京都新宿区新宿1丁目12-12 オスカカテリーナ (4F)
電話 03 (3354) 9891 FAX 03 (3354) 8277
http://www.hakutaijyo.or.jp/

印 刷 所 東京都中央区八丁堀4-4-1 株式会社 白橋印刷所

振 込 先 りそな銀行新宿支店 普通預金 No.0111252

広報・普及委員会
委員長 吉村 剛
副委員長 土井 勝正
委員 石井 洋雄
山本 周平
大嶽 譲良
金澤 美道
坂本 正利
木本 弘敏
山吉 敏博
島田 邦

SHIROARI

(TERMITE JOURNAL)

No. 153, January 2010

Contents

[Reports]

Alates of *Coptotermes formosanus* (Isoptera, Rhinotermitidae)

Collected at a regular line ship "Ogasawara-maru" Shûhei YAMAMOTO··· (1)

[Research Topics]

Breeding system of *Reticulitermes speratus* : Queen succession through parthenogenesis

..... Kenji MATSUURA··· (6)

Field habitat preference of *Reticulitermes kanmonensis* (Isoptera, Rhinotermitidae)

..... Kohei KAMBARA··· (13)

Study on resident's and Builder's consideration structure concerning

strength and durability of wooden house Tadashi DOI, Hiroyuki KITAMOTO··· (17)

[Presentations at the Research Meeting]

2008~2009 Grand-in-Aid for the "New Technologies in Housing and Construction" by

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan..... Toshio YOSHIMOTO··· (22)

A novel water-proof baiting container Shigetaka TOMOKIYO··· (25)

Improvement of quality of termite management and customer's satisfaction

..... Toshio TAKAHASHI··· (30)

Multiple secondary queens in colonies of *Coptotermes formosanus* Shiraki

..... Jyunichi KODAMA··· (36)

Damages of a Wooden-bridge by *Coptotermes formosanus* Shiraki..... Hironobu HIROSE··· (40)

The report of 12-years Volantary termite surveys and treatments

on trees in parks by kagoshima Prefecture subbranch

..... Takahiko TANAKA, Hironobu HIROSE··· (45)

The inspection report of termite and decay damages of

historical cultural buildings in Shizuoka Prefecture Hirokazu OHNAGA··· (49)

[Committee Information]

The report on the inquiry survey of termite damage at buildings with

the groundsill structure of slit space. Committee on standard specifications··· (54)

Report of the 4th Research Meeting Tadashi DOI··· (62)

[Information from the Association] (64)

<報 文>

「おがさわら丸」船上で採集されたイエシロアリの有翅虫

山 本 周 平

1. 緒 言

近年、昆虫類の移動に関する話題が、新聞や専門誌などの誌面を賑わせているように感じられる方は意外にも多いのではないだろうか。ご存じのように、昆虫類の分布は自然分布と人為分布に大別される。

前者は元からある種がある地域に生息（存在）していることを指すが、最近では地球温暖化との絡みで南方に生息する種が北上傾向にあるなどの報告が多数なされており、従来とは意味合いが変わりつつあるようだ。さまざまな昆虫で“北進”が確認されているが、特に目を引くのが、ナガサキアゲハ *Papilio memnon thunbergii* Siebold や ツマグロヒョウモン *Argyreus hyperbius hyperbius* Linnaeus といったチョウ類である¹⁾。こうした昆虫類の中には栽培作物を加害する種も含まれており、侵入地域における作物被害も各地で知られている²⁾。また、その地域における侵入種が生態系に与える影響も複数の研究者によって指摘されている。

他方の人為分布は、人間の影響によってある種の分布が分散能力域外にまで広がった状態のことを指す。さらに人為分布の原因は、意図的導入と非意図的導入に区別される。意図的導入とは人為によって自然分布域外に生物を移動・放出することを指し、後者はそれらの中の故意でない移入を意味する。農業における花粉媒介昆虫として有益なセイヨウオオマルハナバチ *Bombus terrestris* (Linnaeus) や 生物的防除に使用されるコバチ類が意図的導入の代表例である。

もう一方の非意図的導入について概観すると、ここ数十年は特に国内外を問わずに物流が活発であるが故に、多数の事例がさまざまな昆虫類で報告がなされている。特に問題とされているのが、特定外来生物に政令指定されている昆虫類やその他の害虫である（シロアリを含む）。例えば、毒を持つうえに農畜産害虫、生態系攪乱者として知られるヒアリ類

³⁾ や芝を食害するシバオサゾウムシ *Sphenophorus venatus vestitus* Chittenden⁴⁾ などは著名な例として知られている。これらは主に貨物船などの船舶や航空機、自動車、さらには電車などの物流に何らかの形で紛れ込んで移入される⁵⁻⁷⁾。

本報告では、筆者が実際に目撃した非意図的導入の起こり得た経緯を定期船「おがさわら丸」を例に挙げて述べ、どのようにして人為によって昆虫類が分布を広げていくのかを考察していきたい。筆者が行った調査によって、本船の甲板上では実に8種もの昆虫類が確認された。しかしながら、ここでは本誌の性格上、そのうちイエシロアリ1種のみを扱い、他は別の機会に発表の場を譲ることにしたい。

1.1 イエシロアリとは

イエシロアリ *Coptotermes formosanus* Shiraki はミゾガシラシロアリ科 Rhinotermitidae に属する種である（写真1）。国内では本州・四国・九州・琉球・小笠原諸島から記録がある他、国外では台湾や中国に分布し、ハワイ・アメリカ南部・アフリカや太平洋の島々などにも分布を拡大している⁸⁾。生態などの詳細は会員諸氏もよくご存じなので割愛したい。なお、最新の研究によると、系統上、シロアリ目 Isoptera はゴキブリ目 Blattaria の中に含まれるようであり、シロアリ目が消滅する可能性が指摘されている⁹⁾。

1.2 「おがさわら丸」について

おがさわら丸（写真2）は、小笠原海運株式が所有する東京都港区の竹芝埠頭と小笠原群島父島の二見港を結ぶ週1往復の定期船である。全長は131m、総トン数は6,700tにもなり、現役の内航在来型貨客船としては最大・最高速を誇る。しかしながら、竹芝父島間は約1,000kmもの距離があり、片道でおよそ25時間半もの航行時間を要する。

1.3 採集日周辺の運航状況

本船は基本的に東京と父島を往復するのみである

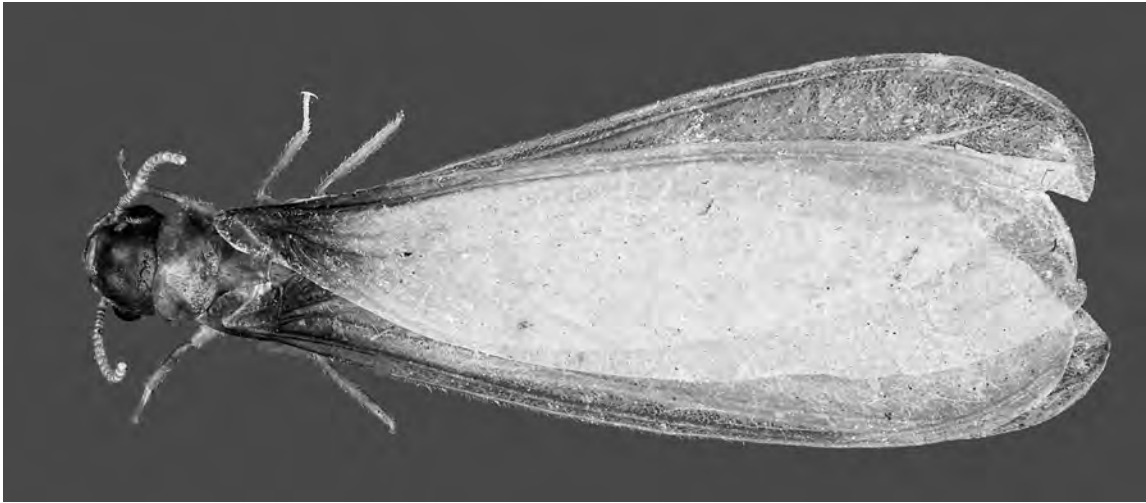


写真1 船上で採集されたイエシロアリ



写真2 おがさわら丸全景（父島にて撮影）

が、筆者の乗船した船は母島旧島民の墓参団のために硫黄島に寄港する便であった。具体的に説明すると、筆者が竹芝から乗船した船は父島に寄港（筆者は下船）した後に硫黄島に向かって航行し、同島に停泊（写真3）した。但し、硫黄島では陸から200mほど離れた場所で投錨，約2日間停泊したそうである。その後，船は南硫黄島及び硫黄島を周遊し，北硫黄島の横を通り，父島に寄港した（吉野弘章氏私信）。父島停泊後は通常通り，二見港（筆者は乗船）から竹芝埠頭に向けての航海が行われた。分かりやすいように，本船の航路概略図を載せておく（図1）。

2. 材料と方法

2.1 標本

本報で紹介するイエシロアリ標本は，すべておが



写真3 硫黄島停泊中のおがさわら丸（吉野弘章氏提供）

さわら丸の船上で筆者が採集・拾得したものである。これらの個体は乾燥標本として筆者が保管している。採集状況などの詳細は後述するのでご覧いた

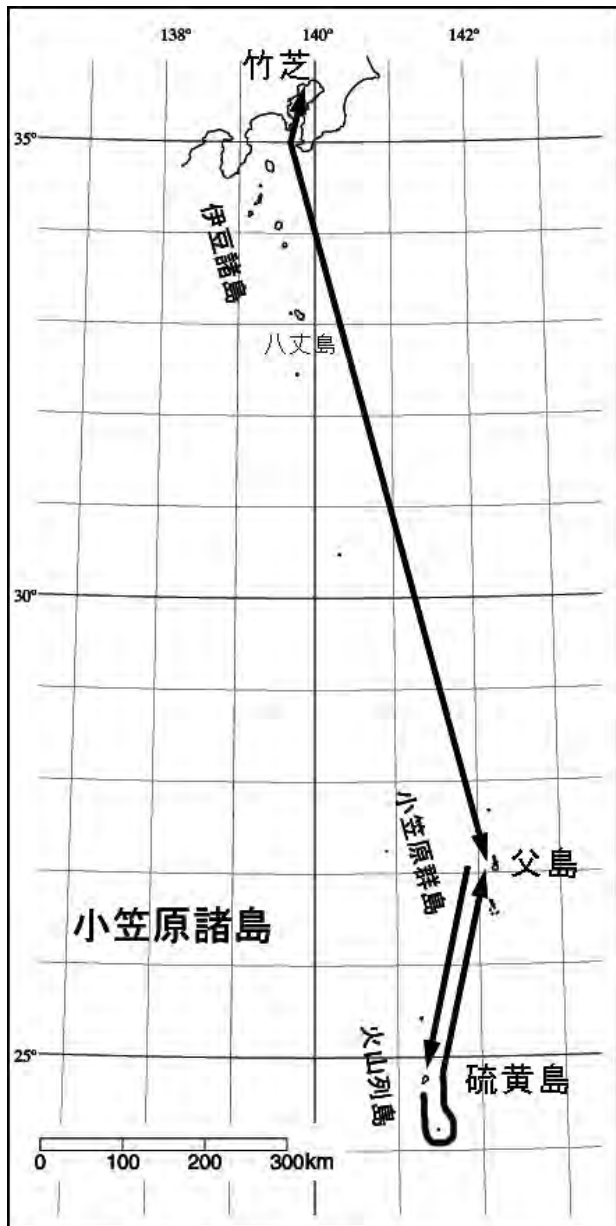


図1 本航海時の「おがさわら丸」航路概略図

だきたい。

2.2 顕微鏡観察

標本は双眼実体顕微鏡下(Nikon SMZ1500)で詳細に観察した。また、念のためにシロアリの専門家である森本 桂博士(九州大学名誉教授)に同定確認をお願いした。

3. 確認状況

筆者の山本は、「平成21年度 小笠原諸島におけるシロアリ対策基礎調査」の調査員補助の名目で、小笠原群島に来島する機会に恵まれた。そのため、東京と父島を往復するために、おがさわら丸に2回



写真4 イエシロアリを採集した甲板

乗船することとなった。すなわち、2009年6月12, 13日(竹芝→二見港)及び6月16, 17日(二見港→竹芝)の期間である。

前述したように、本船の片道の航行時間はかなりの長時間になる。筆者は竹芝から乗船後、暇を持て余して船内を散策することにした。そしてその散策途中の甲板上で、筆者は偶然にも生きている小型のコガネムシを発見したのである。見たところ、それは明らかにセマダラコガネ *Blitopertha orientalis* (Waterhouse) であった。本種は本土と父島でも記録があるが、小笠原では移入種と考えられている¹⁰⁾。発見した瞬間、筆者は船舶が昆虫類を運ぶという事例を初めて意識するとともに、他にも昆虫類が船内に紛れ込んでいないか興味を抱いたので調査を開始することにした。

調査を始めてからものの20分も経たないうちに、すでに死んでいたシロアリの有翅虫1頭を甲板(写真4)で発見することができた。船内をかなり念入りに調査を行ったにもかかわらず、父島行きの船では追加個体を得ることはできなかった。

復路でも同様に甲板上を調査した結果、合計3頭ものシロアリ(有翅虫)を採集したが、いずれも採集時には死亡していた。

帰宅後、これらの個体について調べた結果、すべてイエシロアリであることが判明した。

4. 考察

以上、筆者がおがさわら丸船上でイエシロアリを採集した状況について簡単に報告した。

今回採集した個体はすべて採集時に死亡していたので、仮に筆者によって拾得されなかったとしても

非意図的導入は起こり得なかった。しかしながら、甲板上では3種の生存している昆虫を確認したことから、生きたイエシロアリが潜んでいた可能性も否定できないだろう。

ここで問題になるのが、一体どこでイエシロアリが船内に紛れ込んできたのか、ということである。おそらく、密閉されたコンテナ貨物内ではなく、甲板上で翅アリのみが得られたという状況から推察するに、停泊あるいは航行中に飛来して‘密航’した可能性が高いものと考えられる。とはいえ、航行途中に伊豆諸島などの離れた場所から侵入することは考えにくいので、停泊地で侵入した個体であると考えるのが妥当であろう。というのも、国内では風に乗ってシロアリが1 km以上移動したという報告はないからである⁸⁾。本種は竹芝埠頭のある東京都区部でも少ないながら報告がなされている他、父島においては大発生していることが知られている¹¹⁻¹³⁾。さらに硫黄島でも侵入が確認されたので(吉野弘章氏私信)、これら3箇所の停泊地の中から侵入経路を特定するのは難しい。しかしながら、筆者は往復路両方でイエシロアリを発見したことから、父島で紛れ込んだ可能性が高いものと判断している。本種の有翅虫は6~7月頃の蒸し暑い夜に群飛し、灯火によく集まることが知られている³⁾。それ故、夜間に停泊中だった本船の灯火に引き寄せられたのではないだろうか。中国の珠江内では河船のシロアリ被害率が54.7%にも達しており¹⁴⁾、日本でもクルーザーからイエシロアリの生息が確認された例が知られている¹⁵⁾。このような事例からも、船舶にシロアリが侵入することが多々あることが分かるだろう。木製の船舶では単なる発見に留まらずに船内で発生する可能性もあり、特に注意を要する必要がある。

もし、本船に生きたイエシロアリが潜み、船から停泊地などに移入が生じた場合を考えてみたい。例えば竹芝でそれが起きた場合、従来知られていなかった地域で確認される可能性が考えられる。現在、東京都区部における本種の発生は極めて局所・散発的であるが、他地域からの個体の供給は発生を恒常的にするかもしれない。さらに東京は物流の要であるから、東京以外の地域に運ばれ、被害を及ぼす可能性も十分に考えられる。特に近年はさまざまな昆虫類が北上しているため、これまで記録のない地域でも温暖な気候を好むイエシロアリが生息可能に

なっていることも考えられる。それゆえ、それらの地域においても注意を払うのが望ましい。

この例のように、他の昆虫(生物)でも知らない間に物流などに紛れ込み、これまで知られなかった地域に運ばれる可能性は十分に考えられる。その後、移入された地域に定着するかどうかは定かではないが、なるべく人為移動の存在を念頭に置き、できる限り非意図的導入が起きないように努力する必要があるだろう。

しかしながら、小笠原諸島へのシロアリの移入に関しては、米軍や自衛隊、民間の船などが運搬する物資に紛れて持ち込まれた可能性、船に直接侵入した固体が偶然広まった可能性などさまざまな理由が推測できるので、小笠原にシロアリが侵入した経緯を知ることは困難である。

以上のことから、今回、船上でイエシロアリが得られたとはいえ、船が直接の原因となって小笠原に侵入を許したと断定することはできない。あくまでも可能性の1つに過ぎないことをこの場で断っておきたい。

5. 要 約

本報では、東京と小笠原諸島を往復する定期船「おがさわら丸」甲板上で採集されたイエシロアリについて報告した。発見された4頭は発見時にすべて死亡していたが、停泊時に生存していた場合には非意図的導入が起き得る可能性があったことについても言及した。

6. 謝 辞

執筆にあたり、小笠原におけるシロアリ調査の機会を与えて下さったうえに本稿執筆を勧めて下さった吉野弘章氏(吉野白蟻研究所)、同定・校閲をお引き受けして下さった森本 桂博士(九州大学名誉教授)に厚くお礼申し上げます。また、本稿の校閲をして下さった丸山宗利博士(九州大学総合研究博物館)にも謝意を表したい。

参 考 文 献

- 1) 北原正彦(2008):チョウ類の分布域拡大現象と地球温暖化, 昆虫と自然, 43(4), 19-23.
- 2) 斉藤明子・尾崎煙雄・盛口 満(2009):千葉県におけるクロマダラソテツジミの初記録と発生初期の

- 生息域, 月刊むし, 465, 28-32.
- 3) 寺山 守 (2006): 外来昆虫の脅威, 農業, 1488, 6-22.
 - 4) 森本 桂 (1988): 日本へ侵入したゾウムシ類の見分け方と被害, 農業研究, 35(1), 28-44.
 - 5) 大野正男 (1969): 船で焼尻島へ渡ったウリハムシモドキ, 甲虫ニュース, 5, 4.
 - 6) 荻部治紀 (2001): 「おがさわら丸」に飛来したリュウキュウツヤハナムグリについて, 甲虫ニュース, 136, 14-15.
 - 7) 中町華都雄 (2007): 電車で旅をするヒメアカタテハ, 月刊むし, 432, 40.
 - 8) 森本 桂 (2000): 第1章シロアリ, 日本しろあり対策協会編「シロアリと防除対策」, 391pp. 社団法人日本しろあり対策協会発行.
 - 9) 前川清人 (2008): シロアリとゴキブリの系統関係に関する最近の知見, 昆虫と自然, 43(5), 5-9.
 - 10) 荻部治紀・高桑正敏・須田真一・松本浩一・岸本年郎・中原直子・長瀬博彦・鈴木 互 (2004): 神奈川県立生命の星・地球博物館が行った1997~2003年の調査で得られた小笠原の昆虫目録, 神奈川県立博物館調査研究報告(自然科学), (12), 65-86.
 - 11) 嶋田 崇 (2008): 新宿区におけるイエシロアリの発生, Agreeable ((社)日本しろあり対策協会発行), 8, 6.
 - 12) 佐藤邦裕・吉田一郎 (1983): 小笠原におけるシロアリ生息状況調査, 家屋害虫, (17/18), 25-34.
 - 13) 森本 桂 (1998): 小笠原のシロアリ, しろあり, No.112, 3-10.
 - 14) 黄夏生・季桂祥・朱世模 (1989): 中国白蟻分類及生物学, 605pp., 北京天則出版社.
 - 15) 廣瀬博宣 (2009): 浮き桟橋、クルーザーのシロアリ被害報告, しろあり, No.151, 1-5.

(九州大学農学部)

<研究トピックス>

ヤマトシロアリの繁殖システムの実態： 単為生殖による女王位継承システム

松 浦 健 二

1. はじめに

近年、シロアリの繁殖様式に関する従来の理解を大きく覆す発見が成されている。「シロアリのコロニーは一夫一妻で創設され、両性のワーカーや兵蟻で構成され、創設虫の死後は二次生殖虫の近親交配によって生殖が引き継がれる。」これが、これまで書かれたあらゆる教科書で説明されているシロアリの生活史である。しかし、この古典的説明は、少なくとも日本の最普通種であるヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus* や、北アメリカ大陸南部に広く分布するバージニカス *R. virginicus* には根本的に当てはまらないこと最新の研究から明らかになっている。これらの種では雌が単為生殖能力を獲得したことにより、その生活史と繁殖システムは大きく変わっている¹⁾。まず、コロニーの創設は一夫一妻創設に限らず、雌だけの創設も行われる（条件的単為生殖^{2),3)}。また、創設女王は専ら単為生殖で二次女王を生産しており、コロニーの終焉まで女王位は単為生殖で継承される⁴⁾。一方で創設王の寿命はきわめて長く、コロニーの寿命とほぼ同じである。この創設王と二次女王による有性生殖でワーカーや有翅虫は生産される。そのため、シロアリの繁殖システムの特徴として長く理解されていた近親交配は完全に回避されていることが明らかになった。

多くの地下シロアリ (subterranean termites) がそうであるように、*Reticulitermes* 属のシロアリは複数箇所の木材を地中の蟻道で繋いで摂食しており、食い尽くすと巣場所を移動する複数箇所営巣性 (multiple-site nester) である。王室 (royal chamber) は地中や営巣材の奥まった場所に存在し、容易に女王や王を採集することが出来ない。シロアリのワーカーは簡単に見つけることが可能だが、野外のコロニーから王や女王を採集するにはある程度の熟練が

必要である。したがって、従来、シロアリの繁殖システムの研究では、主にワーカーの遺伝子解析や室内の飼育コロニーの状況から、間接的に王や女王の組み合わせを推測していた⁵⁾。しかし、この従来の解析法では、女王が単為生殖で二次女王 (補充生殖虫, 副女王) をつくるような変則的な繁殖様式は検出不可能であった。本論文では、野外コロニーの生殖中枢のサンプリングと詳細な遺伝子解析の結果明らかになったヤマトシロアリの繁殖様式の実態を紹介し、その生態的特性を踏まえた害虫管理上の注意点についても考察したい。

2. 長寿の創設王と多数の二次女王

まず、実際にヤマトシロアリの野外の成熟コロニーでは王や女王はどのような状態にあるのか。筆者らは膨大な時間と労力をかけて、野外でヤマトシロアリの巣を1,000余り調べ、47コロニーから王室を見つけることに成功した (ここに記すデータは、Matsuura *et al.* (2009)⁴⁾ で発表した30コロニーのデータに、それ以降に王室が採集された17コロニーのデータを追加したものである)。その結果、意外な事実が明らかになった。王については、ほぼすべてのコロニーで創設王が生きており、この1匹で繁殖を続けていた。王が採集できた38コロニー中、36コロニーで1匹の創設王が繁殖を続けており、2コロニーでは1匹のニフ型の二次王に置換されていた (図1)。一方、女王については、創設女王は多数の二次女王に置き換わっていた。王室が採集できたすべてのコロニーで二次女王が見つかった。王室には平均64.4 (±16.1SE) 匹の二次女王が存在しており、採集された合計3,027匹の二次女王はすべてニフ型補充生殖虫、すなわち、ニフから生殖虫に分化したものであった (図1)。創設女王が生

きていたのは47コロニー中、1コロニーのみであった。ただし、このコロニーにも128匹の二次女王が存在していたことから、二次女王は創設女王の死亡後に分化するのではなく、創設女王の生前から補充女王として繁殖に加わっていることが分かる。筆者らが野外で採集したヤマトシロアリのコロニーの中で最大のものは、1匹の王に対して676匹の女王を

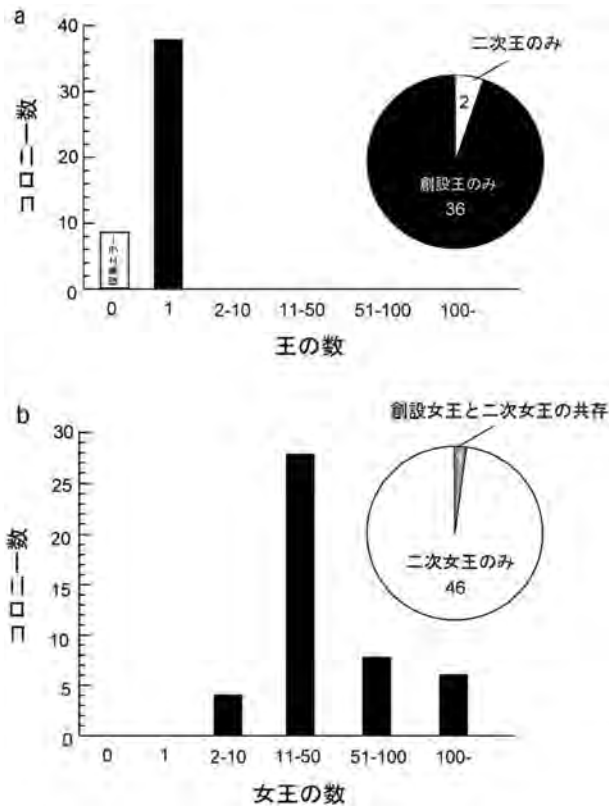


図1 野外のヤマトシロアリのコロニーにおける生殖虫の組成
 a) 王の数の頻度分布
 b) 女王の数の頻度分布
 右上のパイチャートは創設虫と二次生殖虫の割合を表す。

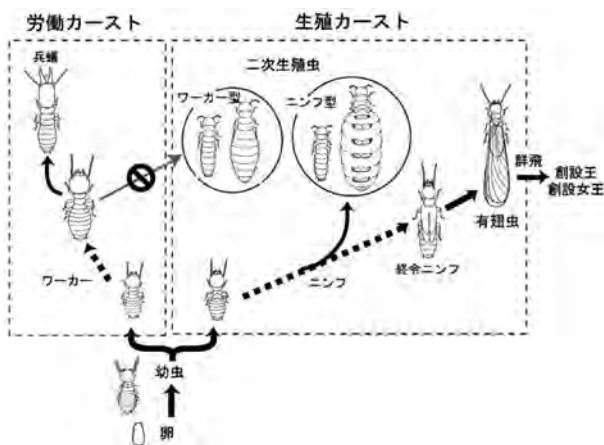


図2 ヤマトシロアリのカースト分化経路



写真1 ヤマトシロアリの野外コロニーから採集された生殖虫

保有していた (Matsuura, K. unpublished ms)。これは現在までに知られている自然界で最大のハレムである (写真1)。

この野外調査から、ヤマトシロアリの繁殖生態に関する3つの重要な事実が明らかになった。1) 創設王は創設女王よりもはるかに長命であり、創設王が二次王に置換されることはきわめて稀、もしくは王が置換されたコロニーは間もなく終焉を迎える。2) コロニーの成長段階のある時点で、創設女王は必ず複数の二次女王に置換される。3) 野外のコロニーでは、二次生殖虫はニンフからのみ分化し、ワーカーからは分化しない (図2)。

3. 近親交配説の論理的矛盾

特に注目すべき点は、創設王と創設女王の寿命の非対称性である。創設女王が二次女王に置換され、二次女王と創設王の交配で繁殖が継承される。常識的に考えれば、ここでは創設王と、その娘である二次女王の間で近親交配が起きる。しかし、これが事実とすれば、この近親交配で作られる子は、創設王の遺伝子を多く伝達する (王から見たlife-for-life血縁度5/8) 一方で、亡き創設女王の遺伝子は目減りしている (創設女王からみたlife-for-life血縁度1/4)。言うまでもなく、創設王と創設女王は、コロニーを独立創設した有翅虫のペアのことである。つまり、創設王に偏った遺伝子伝達が成されているならば、これは雌雄の有翅虫の繁殖価値が非対称となることを意味する⁴⁾。創設王と二次女王が二度掛けになるだけでも、コロニーとして雌よりも雄の有翅虫を2.5倍多く生産することが適応的となる。では実際に野

外のヤマトシロアリのコロニーが生産する有翅虫の性比はどうかというと、この予測とは逆に、むしろ若干雌に偏っている。この食い違いはどう説明されるのか。何か、雌が圧倒的な適応的利益を得るような仕組みがなければ、力学的均衡が成立しない。

4. 単為生殖による女王位継承システム

マイクロサテライトマーカーを用いて王や女王を含む野外コロニーの完全サンプルの詳細な遺伝子解析を行った(図3)。その結果明らかになったヤマトシロアリの繁殖システムは、これまでの常識を覆す驚くべきものであった。女王は有性生殖と単為生殖を使い分けており、二次女王は単為生殖で生産し、ワーカーや有翅虫は有性生殖で生産していることが判明した⁴⁾(図3)。二次女王は創設王と創設女王の娘ではなく、創設女王が自分の遺伝子のみで作った、いわば創設女王の分身であった(二次女王からみた創設女王の回帰血縁度は $r=0.99$, $SE_{jackknife}=0.01$, $n=7$ colonies)。そして、二次女王は創設王とは全くの非血縁であった($r=-0.07$, $SE_{jackknife}=$

0.09 , $n=7$ colonies)。この仕組みにより、創設女王は自らの死後も次世代への遺伝的寄与をそのまま維持していた。亡き創設女王とワーカーとの血縁度は($r=0.49$, $SE_{jackknife}=0.04$)、有翅虫との血縁度は($r=0.58$, $SE_{jackknife}=0.079$)であり、これらの値は0.5(生存中に王との間にできた有性生殖の子に対する血縁度)と有意差はなかった。

シロアリの単為生殖は末端融合型のオートミクススであり^{6),7)}、単為生殖で作られた二次女王の遺伝子型はホモ接合になる(母親がABなら、子はAAかBB; 図4)。個体としてヘテロ接合度は急激に低下するが、二次女王間では遺伝子座によってどちらのアリールのホモになるかが異なる。ヤマトシロアリの染色体数は $2n=42$ なので、単為生殖で産まれる子の染色体の組み合わせの数は、 $2^{21}=2,097,152$ 通りである。創設女王が産んだ二次女王同士で完全クローンになる確率は200万分の1以下である。100匹以上にもなる二次女王の集団全体としては創設女王が有していた遺伝的多様性を維持することになる。別の言い方をすれば、コロニーが存続する限り、創

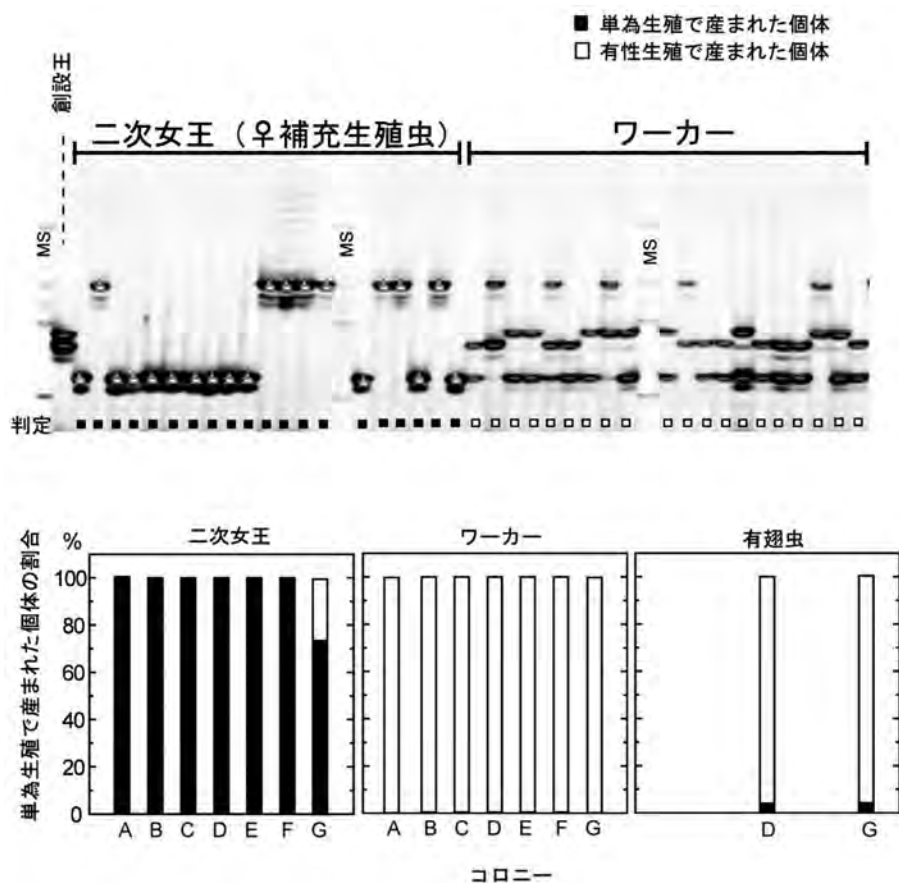


図3 マイクロサテライト遺伝子解析による単為生殖の判定

設女王は遺伝的には永遠の命をもっているのと同じである。

5. 近親交配の完全回避

単為生殖で二次女王を生産することは、女王に利益があるだけではない。このシステムによって完全に近親交配を回避している。二次女王によって生産されたワーカーのヘテロ接合度 ($H_o=0.733$) は、創設王と創設女王の外交配から期待されるヘテロ接合度 ($H_e=0.736$) と同等の高いレベルのまま維持されていた。ワーカーの近交係数はゼロと有意差がなく ($F_{IT}=0.014$, $SE_{jackknife}=0.048$, over all loci), 近親交配が全く起きていないことを意味する。同様に、有翅虫のヘテロ接合度にも有意な低下は認められなかった。このように、逆説的に聞こえるかも知れないが、ヤマトシロアリは単為生殖を女王位の継承に限定的に用いることによって、むしろ個体レベルおよびコロニーレベルの遺伝的多様性を維持することに成功している (図4)。

6. 単為生殖による女王位継承システムの遺伝的背景

単為生殖による女王位の継承システムが成立するためには、創設女王が単為生殖で生産した子が優先的に二次女王へと分化するメカニズムが必要である。なぜ単為生殖で作られた個体だけが二次女王へと分化できるのか。卵から二次女王への分化の過程には、2つの分岐点がある。まずは、2齢の幼虫期を経た後の第一分岐点、すなわち、ワーカー経路 (労働経路) とニンフ経路 (生殖経路) への分岐点がある (図2参照)。次に、ニンフの発育途上で二次女王の枠が空いた場合に、二次女王へと分化するか、そのまま有翅虫としての発育を続けるか、第二分岐点を迎

える。結論としては、どちらの分岐点でも環境要因と遺伝的要因の両方が作用するが、同じ環境条件の下では遺伝的な違いによって分化が大きく影響される。

単為生殖では遺伝子型が完全ホモ接合になるため、有性生殖の子とは遺伝的に大きく異なる。まず、第一分岐点において単為生殖の子は有性生殖の子よりも遺伝的にニンフに分化しやすい。ワーカーが既に存在する場合、すべての単為生殖の子はニンフに分化する。ただし、雌のみで創設されたコロニーの第一ブルードのように、ワーカーが不在のコロニーでは単為生殖の子がワーカーや兵蟻に分化する。また、大半のニンフは有性生殖で生産されており、単為生殖の子にも、有性生殖の子にも分化の可塑性は残されている。次に、第二分岐点では、ニンフのうち、特定の遺伝子座がホモ接合の個体の方が、二次女王への分化の優先順位が上位になる傾向がある。野外で採集したコロニーから生殖虫を取り除き、分断化して維持すると、それぞれの断片コロニーに複数の二次生殖虫が出現する。単為生殖のニンフが存在しない場合、有性生殖のニンフが二次女王に分化する。二次女王の卵巣サイズとマイクロサテライトの遺伝子型を照らし合わせると、遺伝子座Rf21-1及びRf24-2がホモ接合の個体が上位の繁殖順位を獲得していることが分かった (Matsuura, K. *et al.* unpublished data)。これらの遺伝子座は連鎖していないので、異なる染色体上に少なくとも2つの相加的に働く二次女王決定遺伝子があることが示唆された。おそらくこのような効果をもつ遺伝子座は他にも存在するだろう。もし、一遺伝子座支配で二次女王分化が決定される場合、創設王と創設女王がその遺伝子座のアリールを共有した場合、有性生殖の子

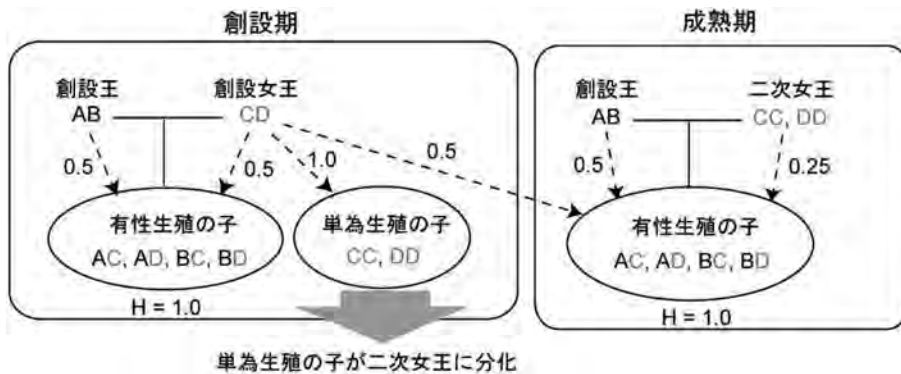


図4 単為生殖による女王継承システムの模式図

が二次女王に分化できるので、単為生殖による女王位の継承システムは破綻する。しかし、実際には複数遺伝子座がホモになることで相加的に二次女王への分化が促進されるので、完全ホモ接合になる単為生殖の子は圧倒的に有利に二次女王へと分化できる。では、これらの二次女王の分化に関与している遺伝子とは、一体どのような形質をコードした遺伝子なのか。また、このような遺伝的メカニズムがどのように進化したのか、単為生殖による女王位の継承システムが進化する以前は、どのような前適応的段階があったのか、まだまだ未知の領域が残されている。

7. 生活様式と女王の産卵能力

社会性昆虫ではコロニーサイズの増加に合わせて、女王の産卵速度も上げる必要がある。卵の生産速度がワーカーの労働力に見合わなければ、効率的なコロニー成長ができなくなる。ヤマトシロアリのように巣場所が移動しながらコロニーが成長していく営巣様式 (multiple-site nester) では、女王は自力で移動できる大きさまでしか卵巣を発達できない。これに対し、シュウカクシロアリ科 Hodotermitidae やシロアリ科 Termitidae、イエシロアリ属 *Coptotermes* など一部のミゾガシラシロアリ科 Rhinotermitidae のシロアリは、地中、樹上などに巣を作り、そこから巣とは異なった場所に蟻道を延ばして採餌する (central-site nester)。強固に作られた巣は移動することがないので、創設女王は一生移動する必要がなく、巨大な卵巣を発達させ、1匹でもコロニーサイズに見合った産卵速度を実現できる。例えばキノコシロアリ属 *Odontotermes* の女王は1日に26,000~86,000個、オオキノコシロアリ属 *Macrotermes* では36,000個、テングシロアリ属 *Nasutitermes*

では3,900個もの卵を産むと言われている⁸⁾。ヤマトシロアリの女王が単独で産むことができるのは1日に25個程度である⁹⁾。ヤマトシロアリの創設女王は単為生殖で補充女王を多数作るにより、次世代への自分の遺伝的貢献度を全く低下させることなく、同時に、近親交配を完全に回避して大幅に産卵速度を上げている。これは遺伝的には巨大な不老不死の女王が存在するのと同じである。

8. 単為生殖による劣性有害遺伝子の排除

一般的に単為生殖には有害遺伝子の蓄積や発現によるコストが伴うことが知られている。有性生殖の進化と維持について議論される際、その長期的なメリットの一つとして、組換えの過程で有害遺伝子を除去することが有力な仮説として論じられてきた^{10),11)}。しかし、有性生殖でなければ劣性の有害遺伝子を排除できないというわけではない。むしろ、ある種の単為生殖は使い方によって有性生殖よりもはるかに効率的に有害遺伝子を排除すること (パーキング purging) ができる。例えば、ハチ目などの半倍数性の性決定システムでは、未受精の卵が半数体の雄となるため、劣性の有害遺伝子を保有する雄は、必ずその遺伝子を発現させることになる。そのような雄は生存できない、もしくは生き残ったとしても配偶者選択などで適応度上不利となり、結果として集団中からその劣性有害遺伝子は急速に排除されていく。

シロアリの単為生殖による女王位の継承システムも、パーキング機能を果たしていると考えられる。シロアリの単為生殖のメカニズムは末端融合型のオートミクシスであり、ある遺伝子座の遺伝子型がヘテロ型 (AB) の女王から生まれる単為生殖の子

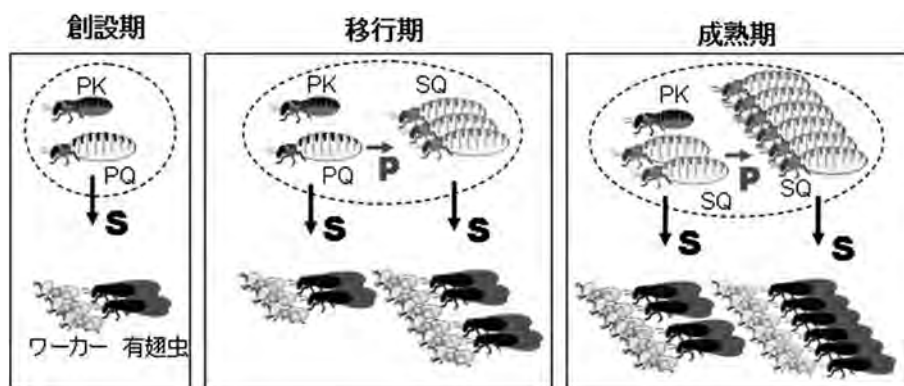


図5 ヤマトシロアリの繁殖システムの模式図

の遺伝子型は、ほぼすべてホモ型 (AA か BB) となる。つまり、創設女王が何らかの劣性有害遺伝子を保有していた場合、単為生殖の子は50%の確率で、その有害遺伝子を発現することになる。有害遺伝子を保有していない単為生殖の子だけが生き残って二次女王になることができる。単為生殖は二次女王の生産に限定されているので、創設女王が保有していた劣性有害遺伝子は二次女王を経由する際にすべて除去され、次世代に伝わることはない。ヤマトシロアリのコロニーは特定の成長段階で必ず単為生殖による女王置換を行うため、すべての世代で強力にパーキングがはたらいっている。よって、ヤマトシロアリでは、その繁殖システム故に集団中に有害遺伝子が蓄積しにくいと考えられる。このパーキングの強度はそれぞれの遺伝子座がホモ接合になる確率、すなわち、組換え価に依存する。末端融合型のオートミクススの場合、組換え価の低い遺伝子座ほど、パーキングの作用は強くなる。

9. 応用的考察

ヤマトシロアリの繁殖生態の実態が解明されたことにより、害虫管理の視点からもいくつかの新たな考察が可能である。まず、創設女王が単為生殖によって多数の二次女王を生産していることは、害虫として主に2つの問題を大きくしている。まず、産卵する個体の数が数十から数百倍になることで、コロニーの成長速度が大きく増す点である。次に、二次女王がいくら増えても、これらは創設王とは非血縁であり、近親交配を完全に回避して有性生殖を行うことができる点である。つまり、コロニーが古くなると、近親交配のサイクルに入って遺伝的に劣化するという楽観はできない。ヤマトシロアリ属のように複数箇所の巣（採餌場所）を蟻道で連結しているものは、コロニーサイズの正確な推定が困難であるが、野外の成熟コロニーでは少なくとも数十万個体に達する。女王1個体での産卵速度は限られているが、多数の女王を保有することで、高い卵生産能力を維持している。

筆者も含めて、コロニーの巣分かれ増殖(budding)の可能性については、これまで誤解してきたと言わざるを得ない。母巢から離れた有翅虫による独立創設とは別に、巣の一部が母巢から分裂して新たな巣を形成する巣分かれ増殖が高い頻度で起きているで

あろうと推測していた。しかし、今回、実際に野外で採集したコロニーはほぼすべて独立創設の単純家族 (simple family) であり、創設王を含んでいた。また、遺伝子解析により、創設後に新たな王を外部から取り込むことは決してないことも判明している。つまり、巣分かれ増殖が自然状態で起きることはきわめて稀であり、また、稀に起きたとしても、そのようなコロニーは長く存続できないことを意味する。創設王が二次王に置換したコロニーでは近親交配が不可避であり、ワーカー集団の遺伝的劣化はコロニーの存続にとって不利となる。近親交配を行わざるを得なくなったコロニーでは、産まれる子の大半が有翅虫に分化する分散フェイズに移行すると考えられる。

この繁殖生態の解明により、ヤマトシロアリの駆除において生殖中枢を破壊することがきわめて重要であることが明らかになった。周辺部のワーカーをいくら駆除しても、中枢の創設王と二次女王を駆除しない限り、巣は健全な状態で存続し続ける。逆に、ワーカー集団の一部が残ったとしても、創設王や二次女王が駆除されたコロニーは、かろうじて補充生殖虫の近親交配で一時的に繁殖を継続したとしても、遺伝的劣化（ヘテロ接合度の急落）により長期的なコロニーの存続はできない。つまり、ワーカーの部分集団が残存することによって大規模な再発が生じる可能性は低いが、喩え僅かな残存集団であっても生殖中枢（王と女王）を駆除できていなければ、確実に増殖し、大規模な再被害を生じることになる。複数箇所営巣性のヤマトシロアリの場合、巣の周縁部から薬剤を浸透させる駆除技術では中枢が残存する可能性が高く、確実に生殖中枢に薬剤を到達させる技術が不可欠である。

引用文献

- 1) 松浦健二 (2005) : 真社会性昆虫の社会と性, 日本生態学会誌, 55, 227-241.
- 2) Matsuura, K. and T. Nishida (2001) : Comparison of colony foundation success between sexual pairs and female asexual units in the termite *Reticulitermes speratus* (Isoptera : Rhinotermitidae), Population Ecology, 43, 119-124.
- 3) Matsuura, K., M. Fujimoto, K. Goka, and T. Nishida (2002) : Cooperative colony foundation by termite

- female pairs : altruism for survivorship in incipient colonies, *Animal Behaviour*, 64, 167-173.
- 4) Matsuura, K., E.L. Vargo, K. Kawatsu, P.E. Labadie, H. Nakano, T. Yashiro, and K. Tsuji (2009) Queen Succession Through Asexual Reproduction in Termites, *Science*, 323, 1687.
 - 5) Vargo, E.L. and C. Husseneder (2009) Biology of subterranean termites : insights from molecular studies of *Reticulitermes* and *Coptotermes*, *ann Rev of Entomol.*, 54, 379-403.
 - 6) 松浦健二 (2003) : シロアリにおける単為生殖の進化と適応的意義, *蛋白質核酸酵素*, 48, 1702-1710.
 - 7) Matsuura, K., M. Fujimoto, and K. Goka (2004) Sexual and asexual colony foundation and the mechanism of facultative parthenogenesis in the termite *Reticulitermes speratus* (Isoptera, Rhinotermitidae), *Insectes Sociaux*, 51, 325-332.
 - 8) 安部琢哉 (1989) : シロアリの生態 熱帯の生態学入門, 東京, 東京大学出版会.
 - 9) Matsuura, K., N. Kobayashi and T. Yashiro (2007) : Seasonal pattern of egg production in field colonies of the termite *Reticulitermes speratus* (Isoptera : Rhinotermitidae). *Population Ecology*, 49, 179-183.
 - 10) Muller, H.J. (1964) The relation of recombination to mutational advance. *Mutation Research*, 1, 2-9.
 - 11) Michod, R.E. (1995) *Eros and evolution: a natural philosophy of sex*. New York, Helix Books.
- (岡山大学大学院環境学研究科)

<研究トピックス>

カンモンシロアリの野外における営巣木材選好性

神原 広平

1. はじめに

シロアリはそのほとんどが熱帯域に分布しているが、ヤマトシロアリ属 (*Reticulitermes*) はその中で最も北限が高く、温帯域にある日本に広く分布している。日本に生息するヤマトシロアリ属の中で建築物を加害する代表的な種「ヤマトシロアリ (*R. speratus*)」は北海道名寄市を北限としトカラ列島を南限とする日本各地および韓国に広く分布している^{1),2)}。一方、同じく建築物への加害が確認されている「カンモンシロアリ (*R. kammonensis*)」は関門海峡の本州側と九州側の両沿岸域(以下、関門地域)のみで生息が確認されており、同所的に分布するヤマトシロアリより群飛時期が早いことから生態的に区別され(カンモンシロアリの詳細な経緯に関しては本機関紙第57・58号を参照^{3),4)})、また共生原生動物相や体表炭化水素の組成から、古くから国際港として栄えている関門地域への人工的な移入による南方からの侵入種と解釈されている⁵⁾⁻⁷⁾。カンモンシロアリの分布は未だ局所的であるが、確実に定着しその分布域を拡大していると考えられ⁸⁾、今後ヤマ

トシロアリ同様、深刻な家屋害虫になる可能性がある。しかしTakematsu⁹⁾により新種として報告されるまで、これら2種の間で形態的な区別がつかなかったことから、ヤマトシロアリと異なる生態・習性を有する可能性が示唆されてきたにも関わらず、全く研究されていなかった。カンモンシロアリとヤマトシロアリの生態学的な違いを明らかにすることは、今後カンモンシロアリの被害調査および防除施工を行う上で重要である。

ヤマトシロアリ属のシロアリにとって木材は餌かつ営巣基質であるため、侵入種であるカンモンシロアリがヤマトシロアリの生息地で定着するためには、木材資源をめぐる競争がおこると考えられる。そこで本稿では、野外におけるカンモンシロアリおよびヤマトシロアリの営巣木材の選好性について紹介する。

2. 方法

調査地は、山口県内の藤尾山公園(山口市)、江汐公園(山陽小野田市)、老の山公園(下関市)、彦

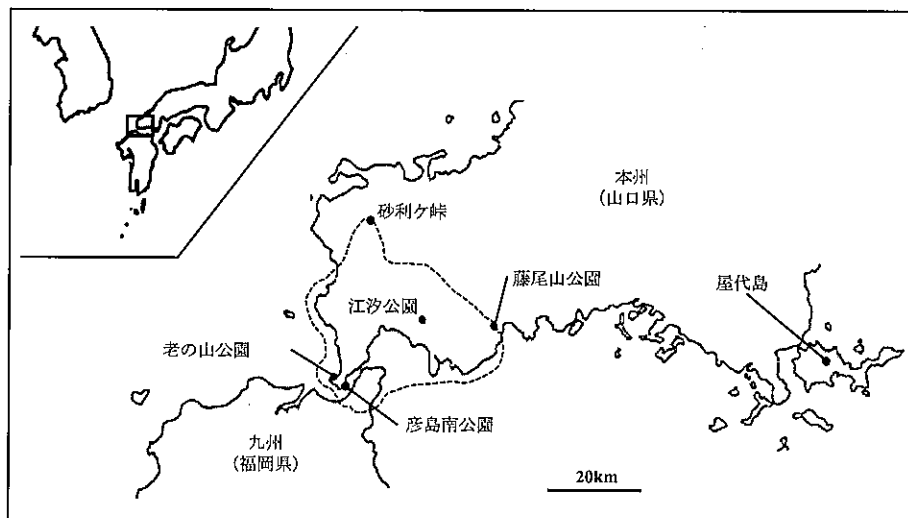


図1 調査地点 (破線はカンモンシロアリの分布境界線を示す⁹⁾)

表1 木材被害度の評価基準

木材被害度	状 態
0	健全
1	部分的に軽度の虫害または腐朽
2	全面的に軽度の虫害または腐朽
3	2の状態のうえに部分的にはげしい虫害または腐朽
4	全面的にはげしい虫害または腐朽
5	虫害または腐朽により形がくずれる

島南公園（下関市），砂利ヶ峠（長門市），屋代島（大島郡）の6ヶ所とした（図1）。屋代島以外の調査地はカンモンシロアリの分布範囲である⁸⁾。各調査地点の倒木や切り株などを網羅的に調べ、カンモンシロアリおよびヤマトシロアリを採集・同定し、それぞれの営巣木材の木材被害度を調査した。木材被害度は雨宮¹⁰⁾の評価基準に基づき6段階に設定した（表1）。この評価基準は定量的なものでなく主観的な基準であるため、判断結果に偏りが出ないように数人で観察し大多数が判断した値を採用した。

3. 結 果

カンモンシロアリとヤマトシロアリの分布頻度は調査地ごとに異なった（表2）。老の山公園，江汐公園，藤尾山公園は2種が混在して生息する同所生息域で，彦島南公園はほぼカンモンシロアリのみが生息しているカンモンシロアリ単独生息域，そして砂利ヶ峠，屋代島はヤマトシロアリのみが生息するヤマトシロアリ単独生息域であった（表2）。このようにカンモンシロアリは分布域内で均一に分布し，常にヤマトシロアリと同所的に生息しているわけではなく，一種のみが分布している地域があることがわかった。

次にこれらの生息域ごとに2種の営巣木材の木材

被害度を比べた。まず単独生息域では，両種は木材被害度2～4に90%以上のコロニーが生息しており，木材被害度0や5には全く生息していなかった。つまり，カンモンシロアリおよびヤマトシロアリは単独で生息している場合，両種は同程度の木材を選好する傾向にあることが明らかとなった（図2）。

一方，同所生息域においては，ヤマトシロアリが単独生息域と同じ木材被害度2～4の木材を主に選好するのに対し，カンモンシロアリは木材被害度3～4に加え，木材被害度1～2とより被害程度の低い木材への営巣が増加する傾向にあった（図3）。さらに2005年に同所生息域である江汐公園で行ったカンモンシロアリの群飛調査において，本種の生木からの群飛が確認されている。これらの結果は，カンモンシロアリが健全な状態にある木材も加害できる可能性を示唆している。また，カンモンシロアリでのみ樹幹表面への被覆蟻道の構築が見られた（図4）。これは，カンモンシロアリの蟻道構築能力の高さを示す野外での観察例であり，建物上層部の軒桁などから空中蟻道を伸ばすことから，かつて「ノ

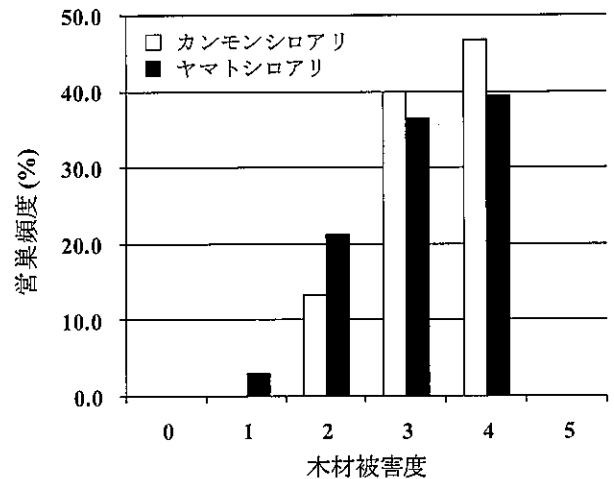


図2 単独生息域におけるカンモンシロアリおよびヤマトシロアリの営巣頻度

表2 各調査地点におけるカンモンシロアリおよびヤマトシロアリの分布頻度

調査地点	分 布 頻 度		分 布 様 式
	カンモンシロアリ	ヤマトシロアリ	
老の山公園	50.0%	50.0%	同所生息域
江汐公園	72.4%	27.6%	
藤尾山公園	41.7%	58.3%	
彦島南公園	93.8%	6.3%	カンモンシロアリ単独生息域
砂利ヶ峠	0.0%	100.0%	ヤマトシロアリ単独生息域
屋代島	0.0%	100.0%	

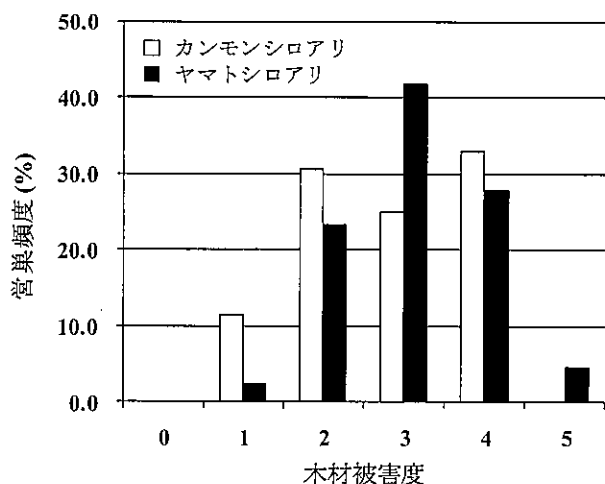


図3 同所生息域におけるカンモンシロアリおよびヤマトシロアリの営巣頻度

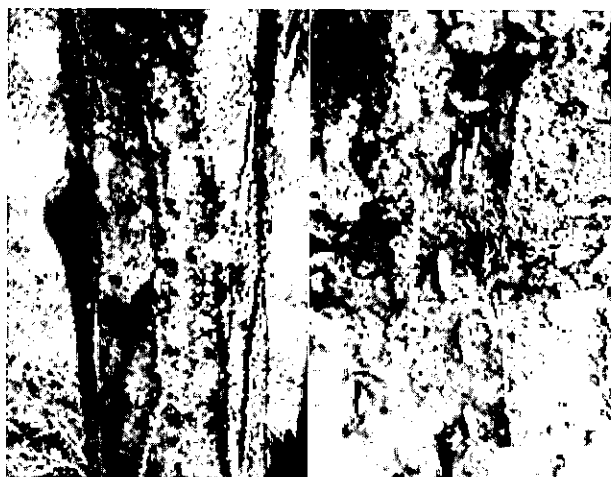


図4 樹幹表面に構築されたカンモンシロアリの被覆蟻道 (左：全景，右：蟻道内部)

キシロアリ」と呼ばれた所以といえる¹¹⁾。野外乾燥条件下での蟻道構築は、カンモンシロアリがヤマトシロアリよりイエシロアリに近い生態・習性を持つ可能性を示唆している。

4. ま と め

本研究ではカンモンシロアリおよびヤマトシロアリの野外における営巣木材選好性を被害程度に焦点を当て調査した。

カンモンシロアリおよびヤマトシロアリは、それぞれが単独で生息している地域では、両種ともに同程度の木材に営巣していた。従って、侵入種であるカンモンシロアリと土着種であるヤマトシロアリは本来類似した木材選好性を有していると考えられる。しかし、2種が同所的に生息している地域では、

ヤマトシロアリは単独生息域と同じ被害程度の高い木材に営巣していたが、カンモンシロアリは被害程度の低い木材にも営巣範囲を広げていた。これは、土着種であるヤマトシロアリは他種の存在に関わらず好適な生息場所を選択するのに対し、侵入種であるカンモンシロアリは必要に応じて好適でない生息場所にも適応し営巣できることを示している。

カンモンシロアリは餌（木材）資源の選択を変えることでヤマトシロアリと棲み分けを行っていると考えられる。これは、カンモンシロアリがヤマトシロアリに比べ“営巣木材の選択範囲が広い”ということを示しており、本種は我々の生活環境にある木質部材や生木を加害する可能性が高いことが推察できる。さらに活発な蟻道構築行動は、カンモンシロアリによる家屋への被害がヤマトシロアリよりも広範囲に及ぶ可能性を示唆している。

カンモンシロアリは、その営巣木材の選択範囲が広いという生態学的特徴によって、ヤマトシロアリの生息地である日本に侵入したのち拡大・定着を行ってきた。カンモンシロアリは、今後の分布拡大に伴いヤマトシロアリ以上に深刻な家屋害虫になる恐れがあり、特に分布域である山口県ではヤマトシロアリ属による被害が起きた場合、カンモンシロアリであるかヤマトシロアリであるかを確認したうえで、2種の生態学的な違いを考慮し被害調査および防除施工を行うことが重要である。本研究は野外での生態調査であり、実際にカンモンシロアリの家屋等への被害については調査していない。平成20年度に山口県で開催された本協会の第51回全国大会での奥田義明氏（山陽クリーンサービス(有)）の報告のように、カンモンシロアリの家屋への被害について今後数多く報告されることを期待する。

引用文献

- 1) 森本 桂 (1966)：ヤマトシロアリについて (予報), しろあり, No.6, 18-23.
- 2) 森 満範・吉村 剛・竹松葉子 (2002)：北海道北部におけるシロアリ事情と生息環境に関する一考察, しろあり, No.127, 12-19.
- 3) 伊藤修四郎 (1984)：関門白蟻 [1], しろあり, No.57, 3-10.
- 4) 伊藤修四郎 (1984)：関門白蟻 [2], しろあり, No.58, 2-8.

- 5) Kitade, O. and T. Matsumoto (1993) : Symbiotic protistan faunae of *Reticulitermes* (Isoptera : Rhinotermitidae) in the Japan archipelago, *Sociobiology*, 23, 135-153.
- 6) Takematsu, Y. and R. Yamaoka (1999) : Cuticular hydrocarbons of *Reticulitermes* (Isoptera : Rhinotermitidae) in Japan and neighboring countries as chemotaxonomic characters, *Appl. Entomol. Zool.*, 34, 179-188.
- 7) 森本 桂 (2000) : カンモンシロアリについて, しろあり, No.121, 3-8.
- 8) Kitade, O. and Y. Hayashi (2002) : Localized distribution of an alien termite *Reticulitermes kamonensis* (Isoptera : Rhinotermitidae), *Entomol. Sci.*, 5, 197-201.
- 9) Takematsu, Y. (1999) : The genus *Reticulitermes* (Isoptera : Rhinotermitidae) in Japan, with description of a new species, *Entomol. Sci.*, 2, 231-243.
- 10) 雨宮昭二 (1963) : 浅川実験林苗畑の杭試験(1) 杭の被害程度を評価する方法, 林業試験場研究報告, No.150, 143-156.
- 11) 桑野田郎 (1980) : 福岡県のシロアリ, しろあり, No.40, 36-43.

(山口大学農学部)

<研究トピックス>

木造住宅の耐震性および耐久性に関する 住まい手と施工者の意識構造

土井 正¹⁾・北本 裕之²⁾

1. はじめに

1995年1月17日に発生した阪神・淡路大震災から15年となった。震災以降、木造住宅の耐震性能は被害実態や倒壊原因に関する調査研究、その後の実大振動実験などによる研究成果などから順次強化され、2000年の建築基準法大改正や品確法の制定施行などにより、適正な設計施工前提として竣工時点では高い安全性を獲得するにいたっている。

しかしながら、耐震性能を長期間担保する耐久性については、建築基準法に関して、改定は行われていない。品確法、住宅性能表示制度において劣化の軽減措置の項目が制定されているが、優先項目ではなく、樹種の耐久性にかかわらず構造材断面が一定以上であれば耐久性を有するものとするなど、効果が疑わしい手法も組み込まれている。

一方、経年および生物劣化にともなう構造耐力の低下は、住まい手の生活行為や維持管理に大きく左右されるものであり、耐震規定を含む法規強化のみでの対応は困難である。したがって、住宅の耐震水準の恒常的維持を考える上で、住まい手の維持管理への関与は重要な要因であるといえる。そのような中、2009年6月になって長期優良住宅の普及促進に関する法律が施行され、維持管理の重要性がうたわれるようになった。

筆者らは、阪神・淡路大震災直後の1996年に住まい手および工務店など木造施工者を対象に、耐震性や耐久性に関するアンケート調査を実施している。

住まい手調査では、耐震性や耐久性への意識および維持管理実態に関する項目を設定し、耐震性や耐久性に関して、住まい手の意識が希薄で維持管理の努力不足を明らかにしている¹⁾。

一方、木造施工者に対しては木造住宅の耐久性・耐震性に対する考え方と、その施工実態について接

合部の補強金物を中心に検討し、地震および台風に対する考え方と対応に地域差が見られ、地震に対する意識が低い地域では、補強金物の使用率は低く、筋違い断面寸法も小さくなっており、耐震性の向上への対応が遅れていることを明らかにした²⁾。

2008年に調査対象は異なるが同様のアンケート調査を実施し、建築基準法の改正、品確法、長期優良住宅促進法の施行など木造住宅を取り巻く状況の変化が、施工者や住まい手の意識に与えた影響について検討を行ったので報告する。

2. 住まい手調査

2.1 住まい手調査の概要

調査対象は96年調査を参考に、過去の地震災害および気候区分を考慮して、沖縄県を除いた全国から10都市（北広島市、仙台市、横浜市、静岡市、福井市、神戸市、和歌山市、津山市、高知市、鹿児島市）を選定した。つぎに各都市の住宅地から住宅地図を用いて戸建て住宅（各都市100戸）を抽出し、郵送による調査票の送付回収を実施した。調査の実施は2008年11月、調査票の送付総数は1,000件、回収151件、回収率は15.1%であった。

2.2 住まい手調査結果

2.2.1 調査対象住宅の概要

図1に回答者住宅の構造種別を示す。本調査では構造種別割合は、「在来軸組住宅」がもっとも高く（52.4%）、ついで「鉄骨住宅」（20.0%）、「ツーバ

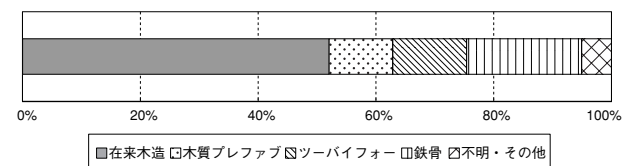


図1 調査対象住宅の構造種別

イフォー住宅」(12.4%)、「木質プレファブ住宅」(10.8%)という結果となった。

また購入経路別割合に関しては、「住宅メーカー(注文)」がもっとも多く(38.2%)、「工務店(建て売り)」がもっとも少ない(2.2%)、さらに築後年数ではいずれの構造も平均築後年数が20年前後という結果となり、構造種別毎の築後年数に大きな差は認められなかった。

2.2.2 住宅の点検項目(複数回答)

住まい手の点検項目に関する回答を図2に示す。何らかの点検行為を行っているとする回答が、全体では75.2%を占めている。具体的な点検項目では「外壁のひび割れ」(50.0%)、「床下の点検」(41.5%)、「雨漏りの点検」(38.5%)、「白蟻業者にみてもらう」(34.6%)の割合で実施しているとなっている。

築後年数と「何もしていない」とする回答とに有意な負の相関が認められ、築後年数の新しい住宅の住まい手ほど、点検を行っていない、若しくは、行う必要がないと考えている傾向が伺える。

また木造の「何もしていない」とする回答が、非木造の回答を上回っている。木造住宅は水分の侵入は蟻害・腐朽の要因となることから、やがて耐震性の低下につながるものと懸念される。

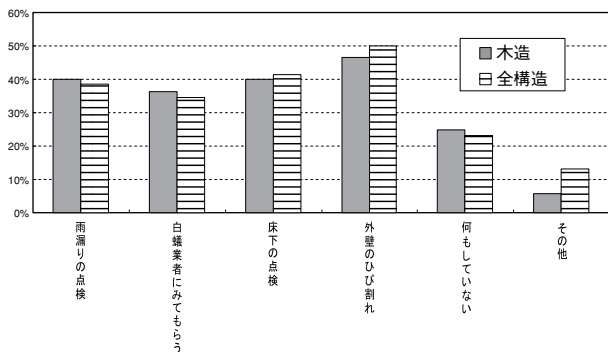


図2 実施している点検項目

2.2.3 防霉・シロアリ防除

防霉処理・シロアリ防除工事の実施状況について既往研究の結果とともに図3に示す。

全構造では42.6%が業者に勧められるなどして何らかの防霉・シロアリ対策の処置を講じているとしている。一方で、処置を講じていない理由を挙げている22.8%のうち、「薬の害が心配」とする回答は7.1%と少なく、「関心があるがしていない」とする

回答が22.7%と大半を占めており、'96年調査結果と同様の傾向がみられた。

以上、防霉・シロアリ対策に対して関心がありながら実施行為に至っていない住まい手が多い状況が伺える結果となった。

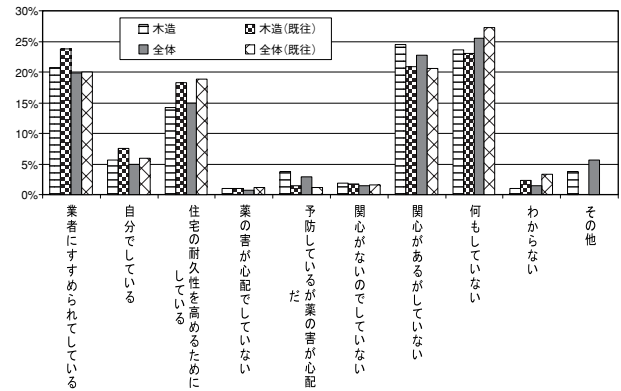


図3 防霉・防蟻対策の実施状況

2.2.4 住宅の安全・耐震性の確認

住宅の安全性・耐震性の確認について'96年調査の結果とともに図4に示す。1981年の新耐震設計法導入以前の住宅についても同時に示した。これは1981年のいわゆる新耐震と呼ばれる改正で、必要耐震壁量が強化されており、導入前後の建築物の耐震性に差があると見なされているためである。

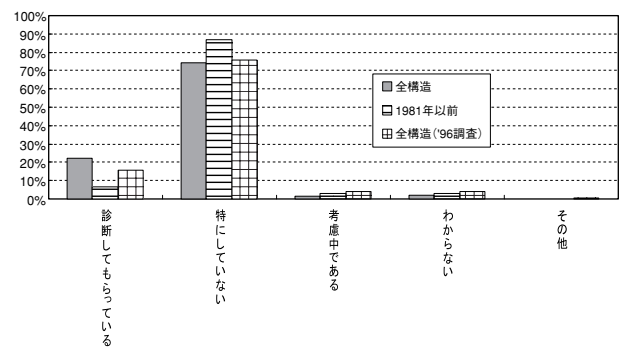


図4 住宅の安全性・耐震性の確認

全体では、「特にしていない」とする回答がもっとも多く74%をしめ、'96年調査結果と同様の傾向を示している。耐震性の確認はまだ特別なことであるといった状況が伺えるため、その重要性を住まい手に理解してもらう必要があると思われる。

また1981年の新耐震設計法導入以前の住宅に注目すると「診断してもらっている」とする住宅は6.2%にとどまっている。当時の耐震規定の甘さと生物劣

化要因等による耐震性の低下が懸念される。耐震診断に関しては、自治体の補助により無料で実施できる場合もあるため早期の診断が望まれるが、しかし、耐震性の不足が明らかになったとして、その後に必要な耐震改修は、個人所有物への公的資金の投入が困難なことから、融資の実施にとどまっている自治体が多いのが現実である。今後、耐震改修の費用的側面を主軸とした対策を講じていく必要がある。

2.2.5 今後住宅を建て替える際に選択する構造とその理由

今後、住宅を建て替えるとしたら、どのような構造を選択するかさらにその選択理由（選択理由に関しては複数回答）について図5に示す。

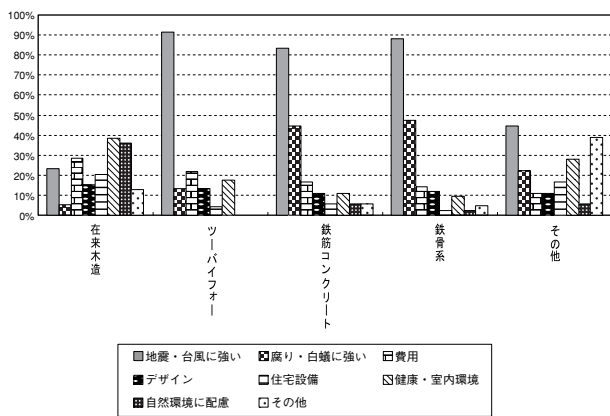


図5 住宅の構造選択とその選択理由

在来木造は「健康・空気環境」や「自然環境に配慮」とする回答が多く、一方、その他の構造では、「地震・台風に強い」や「腐り・シロアリに強い」といった構造上の安全性に関わる回答が多い。

依然、在来木造の構造性能が劣るとする意識が住まい手に根付いていると推察される。震災では在来軸組工法の被害が目立ち、住まい手の意識にそのような風潮が広がっていたと思われる。しかし、現在では法規定の強化により在来軸組工法が構造的に劣るといったことはなく、住まい手の意識と現状のずれを伺わせる結果となった。

2.3 住まい手調査のまとめ

戸建住宅の耐震性および耐久性に関わる住まい手の意識や維持管理実態をアンケート調査により明らかにした。

一部調査項目で'96年調査の結果と比較したが、いずれも同様の結果を示しており、大きな変化は認

められなかった。引き続き、住まい手の意識および維持管理努力の向上が望まれる。

3. 工務店調査

3.1 調査対象工務店の概要

調査対象工務店は、「建設業者便覧」³⁾を基にして沖縄県を除いた都道府県のうち、建築、大工の完工費用が多い920件を抽出し、アンケート調査表を送付した。920件中180件回答が得られた。うち木造住宅の施工実績のある94件を有効件数として集計した。得られた有効回答から施工実績の木造住宅の構造タイプを図6に示す。2階建て以下の在来軸組工法が82%を占め、3階建てと合わせて88%となった。

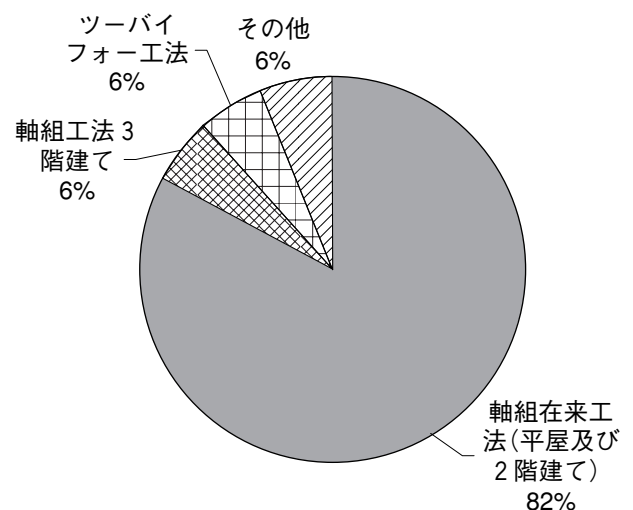


図6 調査工務店の施工実績

3.2 工務店調査結果

3.2.1 耐力壁について

耐力壁の施工に関する回答を図7に示す。「面材と筋違いの併用」が46.8%、「木造系の筋違いの使用」が43.6%と多数を占めた。筋違いの断面寸法について

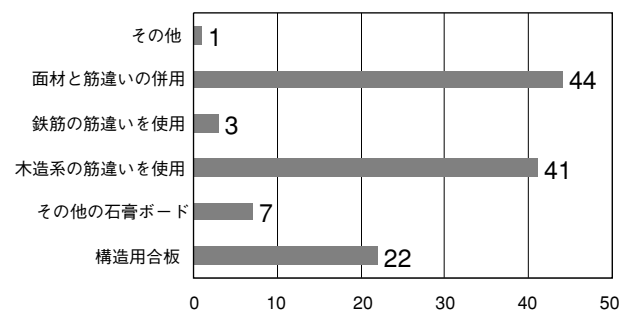


図7 耐力壁の仕様

て図8に示す。最も多く採用されている90(105)×45は68%と'96年調査より18ポイント増加している。

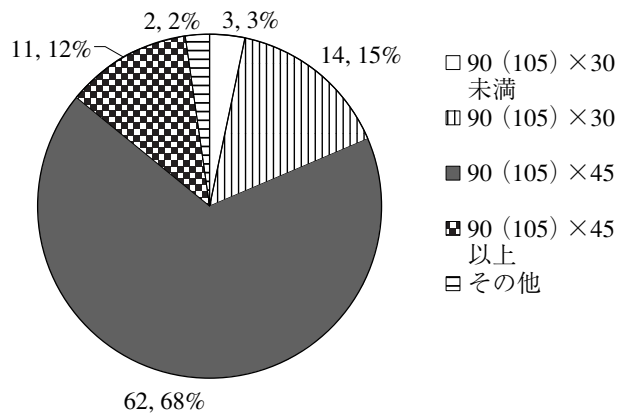


図8 筋違いの断面寸法

3.2.2 構造計算について

構造計算の実施に関する設問の回答を図9に示す。「構造計算を行わず仕様規定で実施している」が66%あり、依然として「仕様規定」によるものが多いことが明らかになった。

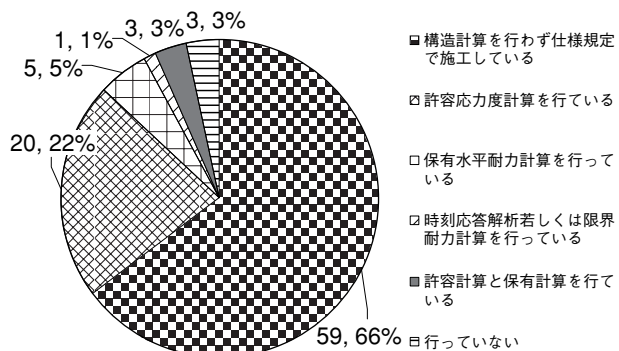


図9 構造計算の実施状況

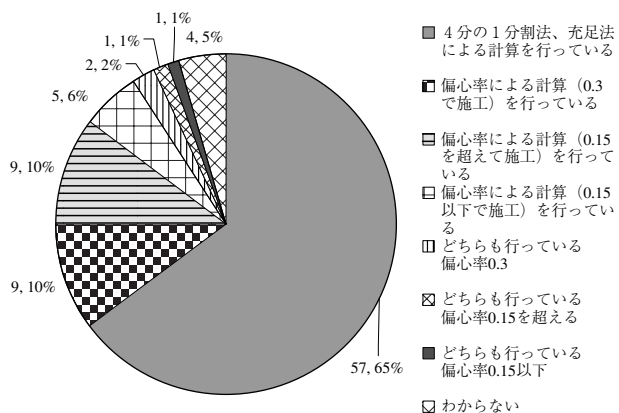


図10 壁量の評価基準

壁量の評価基準について図10に示す。「4分の1分割法、充足法による計算を行っている」が65%に対して、偏心率による計算を取り入れているとするものは31%に留まっている。

3.2.3 腐朽・蟻害対策について

腐朽・蟻害に対する取り組みについて図11に示す。腐朽・蟻害対策として、'96年調査結果に比べて「防湿シートの使用」は約87%で30ポイント、「土台下のパッキン材の使用」は約61%で40ポイントとそれぞれ大きく増加している。

また、'96年調査ではなかった、床下の点検のために設けられる「人通口の設置」についての設問を設けた。その結果、設置しているが64.5%と高い回答があり、防湿シート、土台下パッキン材の使用に加え、点検も含めた床下、基礎部分のメンテナンスのための工夫が行われている。

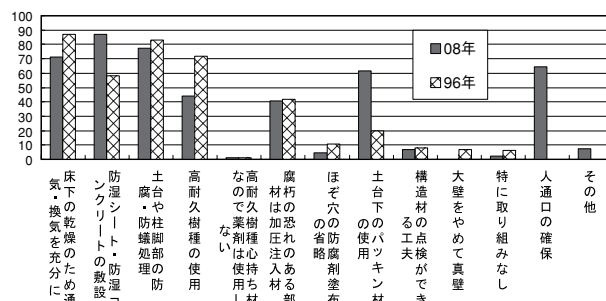


図11 腐朽・蟻害防止の取り組み

3.2.4 今後の在来軸組工法について

今後の在来軸組工法の動向に関する設問の回答を図12に示す。「減少する」と回答したものが50%となり、阪神・淡路大震災以降の木造住宅の耐震性・耐久性に対する危惧が反映されていると考えられる。

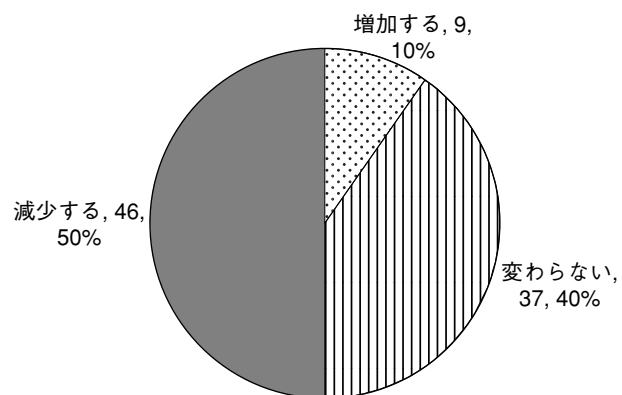


図12 在来軸組工法の将来予想

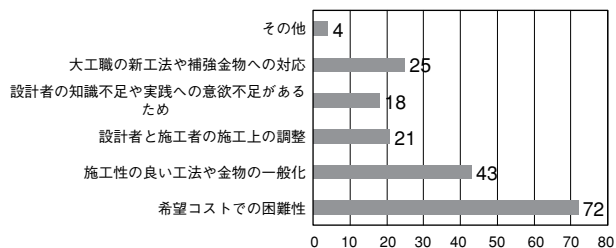


図13 耐震・耐久性を考える上での問題点

その耐震性，耐久性を考える上での問題点についての回答を図13に示す。「希望コストでの困難性」が76.6%，「施工性の良い工法や金物の一般化」が45.7%となり，コストや金物の施工性を問題視する回答が多く見られ，引き続き阪神・淡路大震災時に指摘された施工性のよい接合部の補強金物の開発問題が解決されていない。

3.3 施工者調査のまとめ

- 1) 耐力壁については，面材の使用が増加し，筋違い断面寸法も大きくなっている。
- 2) '96年調査時と比べて，構造計算上で強度が確保でき，木材の粘りを利用して伝統的な住宅を造ることが可能となってきているが，仕様規定が6割を超えて使用されており，限界耐力計算に基づく設計方法は普及していない。
- 3) 接合部の補強金物の施工性の改善が進んでいない。
- 4) 耐久性に配慮して内部基礎部分に人通口を設けるなど湿気の対策も含めた維持管理のための工夫が行われてきているがメンテナンスの充実を図っていく必要がある。

4. おわりに

阪神・淡路大震災以降木造住宅の構造安全性は法的強化がなされ飛躍的に向上してきた。しかしながら，人的被害の拡大要因の一つであった蟻害・腐朽

など生物劣化の防止に関して，建築基準法における耐久性能に関わる条項の改正措置は行われていない。

一方，循環型社会の形成，ストック住宅の活用に向けて長期優良住宅の普及促進に関する法律が制定施行された。同法では，耐久性能の維持向上のための維持管理の重要性がうたわれている。

震災直後では，耐震性や耐久性に関して，総じて住まい手の意識が希薄で維持管理の努力不足があった。また，施工者では耐震性に関する考え方に地域差があった。

今回の調査は震災後13年を経て，住まい手や施工者の意識がどのように変化しているか検討したものである。結果として，施工者ではレベルの向上がなされているが，住まい手の意識向上は認められなかった。よりいっそうの情報提供と啓発活動の必要性が痛感された。

最後に，本調査は美作大学生生活科学部福祉環境デザイン学科久山智行および岡田和也両君の卒業研究によるところが大であり，ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 土井 正・北本裕之・宮野道雄・緒方涼子・佐藤俊也 (1997)：木造住宅の耐久性に関する住まい手の意識構造について，日本建築学会大会学術講演梗概集 F-1，943-944.
- 2) 北本裕之・土井 正・田原 賢・村上雅英 (1996)：阪神・淡路大震災被災地における復興3階建て木造住宅の施工実態について，日本建築学会大会学術講演梗概集建築計画E-1，557-558.
- 3) 建築資料出版 (2007)：建設業者便覧2007年度版
 (1) 大阪市立大学大学院生活科学研究科
 (2) 美作大学生生活科学部

<研究発表会>

「平成20年、21年度住宅・建築関連先導技術 開発助成事業」に採択されて

吉 元 敏 郎

1. はじめに

住宅の長寿命化に対する取り組みが、官民ともに本格化しつつある。今後新築される住宅に対して、長寿命化の対策を施すこともさることながら、既存住宅に対する対策も非常に重要である。新築・既存の両方の対策に共通する新たなポイントは、維持管理体制の充実化による長寿命化である。

定期点検による劣化や不具合の早期発見と早期処置の技術や体制の整備や、維持管理の記録を継続的に記録した「家歴書」の整備などが主な課題となっている。

しろあり対策を中心とする生物劣化に関する維持管理は、長年(社)日本しろあり対策協会の会員企業が担ってきた業務であり、同協会では定期点検に関する制度として平成19年度から蟻害・腐朽検査員制度を設けて対応してきた。

しかし上述の背景や、住宅およびシロアリ対策業界を取り巻く様々な環境の変化の中で、今後は生物劣化に関する維持管理に関するよりすぐれた技術開発や体制づくりが望まれている。

ナギ産業(株)では、これまで既存住宅のシロアリ防除業務を関東圏を中心に実施してきたが、同時に維持管理に関する器具、材料や手法の開発や商品化も独自に行ってきた。これらのうち床下診断ボックスなどをベースに、国土交通省の助成を得て、住宅の生物劣化のモニタリングに関する技術開発を平成20年度から実施している。本発表ではこの事業の簡単な紹介と業界の今後の展望を述べる。

2. 住宅・建築関連先導技術開発助成事業について

国土交通省（住宅局住宅生産課）では、住宅に関する技術開発のうち、環境問題等の緊急に対応すべき政策課題で、先導的技術の導入による対応を必要

とするものについて、研究開発費の助成を行っている（補助率50%）。この助成は、「住宅・建築関連先導技術開発助成事業」と呼ばれ、以下の3項目に関する研究開発をサポートしている。

- (1) 住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発
- (2) 住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発
- (3) 住宅等の安全性の向上に資する技術開発

ナギ産業(株)は、この助成に平成20年度から3カ年にわたる開発計画で応募し、採択された。

3. 開発課題「住宅の床下環境モニタリングと生物劣化予測システムに関する技術開発」について

本開発課題では、住宅の床下などの環境量および腐朽や虫害などの劣化発生を連続的にモニタリングするための小型器具（プローブ）と、計測データを統合的に管理し、維持管理の履歴情報を収集、分析および維持管理に運用するシステムを開発することとしている。実際の開発事業は、関東学院大学工学部建築学科の中島正夫教授および京都大学大学院農学研究科の藤井義久准教授の両先生の助言を頂きながら、実施している。

4. 開発の内容と経過

4.1 床下環境モニタリング器具の開発

住宅の床下などに設置できる小型の環境モニタリング器具を開発する。

器具は取得する環境量（温度、相対湿度、空気質等）や生物劣化指標の種類、データ収集や器具管理の様式、コストなどに応じて想定される7タイプの様式（表1）のうち、小型で簡便、使いきり型で実用化の実現性の高い1から4の形式のものを試作

表1 モニタリング装置の種類（本開発では1～4を実施）

番号	タイプ	計測量・検出対象	備考
1	床下設置型	腐朽・虫害の兆候の定性的検出	小型で汎用、定期的な点検の際に評価を行う。使いきりタイプ。腐朽菌やシロアリ食害の兆候やこれらを誘引する湿気を定性的にモニタする機能を付与したもの。
2	床下換気口挿入型		
3	大壁用簡易点検型		
4	土壌用簡易点検型		
5	連続計測型	温湿度*1	データ収集機能をもつ温湿度モニタ。上記1～3に取付け可能。
6	スポット計測型	空気質、空気流、含水率*2	電気・電子式のセンサを用いた生物劣化の定量的な評価用の器具。
7	複合・高機能型	*1と*2の複合型装置	一定期間精密に環境を評価するためのセンサ。

し、その性能を評価する。これらの装置は本事業の実施者らが既に考案し、特許などを取得した原理やアイデアを基本としており、これらをより実用化および汎用化することを目的として、開発を行っている。

4.2 床下環境モニタリング器具の性能評価

実際の住宅において、試作器具を設置し、データの収集を行う。住宅の劣化環境は季節的に変動するため、データ収集は1年間行っている。実施場所は、関東および関西として、実際の住宅20棟を用いてモニタリングを実施している。同時に当該住宅の調査を行い、生物劣化の発生状況や、気候に関するデータを収集している。さらに小型のモデル住宅を4棟（16室）構築し、試作装置の基本性能を把握しつつある。

4.3 モニタリング情報の管理ソフトの開発

住宅の基本情報（テキストデータ）、図面や現場写真（画像データ）、モニタリング結果（テキストデータ）を収録および管理するデータベースを構築する。データベースはインターネットにつながるサーバ上に構築し、新規入力、更新、閲覧などが常時ネット上の任意の端末から行えるものとする。また将来的には床下の基礎および構造材の配置図面と劣化情報とを連動させたカスタム化維持管理用CAD図面を試作する予定である。

4.4 床下環境評価手法と生物劣化予測手法の技術開発

上記の開発実験は平成20、21年度に実施しているが、最終年度（平成22年度）は、モニタリング調査によって得られた住宅の基本情報、環境量や生物劣

化の発生に関する調査を統合して分析し、環境モニタリングおよび劣化環境の評価手法を確立する予定である。

5. 技術開発の背景と業界の課題

優良な既存住宅のストックの形成上の技術上の大きな課題の一つは、住宅の品質を計測評価するための技術シーズが未整備な点である。とりわけ木造の戸建住宅において最も大きな劣化要因であるシロアリ被害や腐朽などの生物劣化について、その検出や評価、発生予測といった手法の整備は遅れている。その結果既存住宅の現況検査においては腐朽や虫害は、それが最も重要な劣化因子であるにもかかわらず、特定現況検査とよばれるオプション検査項目としてしか取り上げられていない。またこのような状況は、近年普及しつつある耐震診断における保有耐震性能への劣化因子の考慮評価においても課題となっている。

住宅の床下を中心とする劣化しやすい環境における環境モニタリングや劣化の評価や予測に関する技術については、これまでシロアリ防除業などハウスマンテナンス関連、リフォーム関連、あるいは不動産流通関連などの業界において若干の開発が見られたが、受け手市場が未成熟であること、既存住宅のバラツキが大きいこと、新規で潜在的には莫大なニーズが見込まれる割には技術を主体的に提供するシーズ業界が育ってこなかったことなどを背景として、十分な進歩を遂げていない。

これらの事情を背景として、本開発事業に対する国土交通省からの支援がえられたものと考えてい

る。

6. 今後の展望

本技術開発では、実際の住宅やモデル住宅での環境モニタリングを行い、試作モニター器具の性能を評価するとともに、住宅の状態と環境パラメータや生物劣化に関する基本的な情報を収集している。そしてこれを分析することによって、生物劣化の監視

手法を確立するだけでなく、劣化の予測手法を提案することを目的としている。

開発事業は筆者らのこれまでの長年の研究開発をベースにしているが、一定の成果をあげるまでにはまだ時間がかかるものと思われる。しかしその成果は今後の既存住宅の維持管理手法の開発に大きく資するものと考えられる。

(ナギ産業(株))

<研究発表会>

ベイト工法用防水型容器

友 清 重 孝

1. はじめに

Dr. Su が開発したベイト工法はダウ・エランコがセントリコンシステムとして日本に紹介された。このシステムはイエシロアリを対象として開発された。日本はイエシロアリも生息しているが、全国的に見ると防除の主体はヤマトシロアリである。

そこで、ヤマトシロアリ用のベイト工法の開発を行うべく、ハワイ大学でベイト工法の研究を行っている Dr. Grace 博士に「有能な学者を日本に招請したい」と依頼したところ、王家駟 (Jiasi Wang) 博士に3年間の契約で日本の大学で研究して頂く事の了解を得た。

受け入れ先は高知大学の鮫島先生に御願ひしてご了解を頂いた。最初は、ヤマトシロアリの行動学の研究から着手して頂いた。そうこうしている内に、米国のエンシステックス社のベイト工法を日本で営業展開するよう私が申し入れたところ社長のデイビッド氏は快諾し、米国で使用しているシステムを空輸してきた。早速、現場で試験したが、ヤマトシロアリには駄目であった。そこで、鮫島先生と王先生に依頼し、ヤマトシロアリ用のエクステラベイト工法の開発に着手して頂いた。勿論、日本と米国(米国の研究機関は USDA) の協同研究である。この開発の過程で、日本にはヒ素を使ったベイト剤の製法と使用技術が明治・大正時代から蓄積されており、このノウハウも生かした。

そして、日本初のヤマトシロアリ用のベイト工法が完成し、株式会社バックアップは平成13年9月から平成18年2月までの5年間エンシステックス社の日本総代理店としてエクステラベイト工法を全国の白対協登録施工業者登録会員業者に提供してきた。

この間、全国の使用の方から多くの改良依頼や問題点をご指摘頂き、エンシステックス社にこれらの問題点を解決するよう提案し続けたが、取引が無くなるまで1度も改良が行われる事はなかった。容

器の変更等には、膨大な資金が必要であったからであることが後日分かった。

さて、寄せられた問題点で多かったのは容器内への土砂の堆積とクロアリ、ナメクジの容器内への侵入である。早速、この問題の解決に向けての挑戦を開始した。以下はその開発について述べる。

2. ベイト工法

シロアリは現に生息している箇所に十分な餌があるにも拘わらず、建物内や地中に蟻道を造って餌を探し回る。この行動を採餌行動と言い、その行動範囲をテリトリーという。ベイト工法はこの採餌行動を上手く利用した工法である。

ベイト工法には集殺型と誘殺型がある。集殺型は建物などの周囲の地面に無毒の餌(一般的には餌木)を入れた容器を埋設し、シロアリが集まってきたときに殺蟻剤混和の毒餌(ベイト剤)を投与し駆除する方法である。

一方、誘殺型はベイト剤を入れた容器を梁や柱、土台などに取り付けて、シロアリを容器内へ誘い込んでベイト剤を喫食させて駆除する方法である。維持管理型は集殺型ベイト工法に点検システムを導入し予防的な概念を取り入れたものである。

維持管理型(集殺型)ベイト工法はヤマトシロアリとイエシロアリの両方に適用出来なければならない。シロアリは、動きが伴う物理的な信号、光や空気の流れ(風)等の刺激に反応する。イエシロアリは刺激に比較的鈍感に反応するが、ヤマトシロアリは刺激にとっても敏感である。ベイト工法の進化は刺激を少なくすることである。

3. ベイト工法の進化

3.1 シロアリ採取法

ハワイ大学の Minoru Tamashiro, Ph. D. (玉城博士) は野外のシロアリを採取する方法として、最初

は地面に木杭を打ち込み、シロアリがその木杭を加害する為に集まってきた頃合いを見て木杭を引き抜いて大学の試験室へ運びシロアリを採取していた(図1)。

しかし、木杭はシロアリの加害を受けているので、木杭を引き抜く時に、殆どのシロアリは地中にある木杭の残骸に残り、この方法では、集まってきたシロアリの大多数を確保することが出来ない。

そこで、玉城博士は下端が開いた長方形の木箱を木杭に被せて、木杭を伝って木箱に集まってきたシロアリを集める方法を考案した。この方法により大量のシロアリを効率よく傷つけずに元気な状態で採取することが出来る様になった(図2)。

玉城博士の下で学んだ Nan-Yao Su Ph.D. は請われてフロリダ大学でイエシロアリの研究を開始することになった。研究に当たり、Su 博士は革新的なアイデアによるシロアリの採取方法を開発した。

それは、容器の側面にシロアリが通過できる孔を設けた容器の中に餌木を入れて地面に埋設し、そこに集まってきたシロアリを容器ごと、丸ごと、効率よく採取する方法である(図3)。しかも、採取したシロアリを着色して容器の中に確実に戻すことで、キャッチアンドリリースによるシロアリのテリ

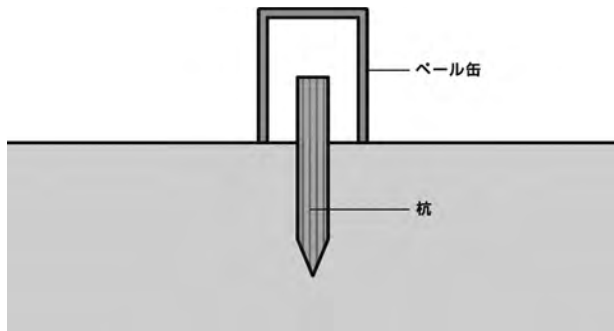


図1 しろあり採取法

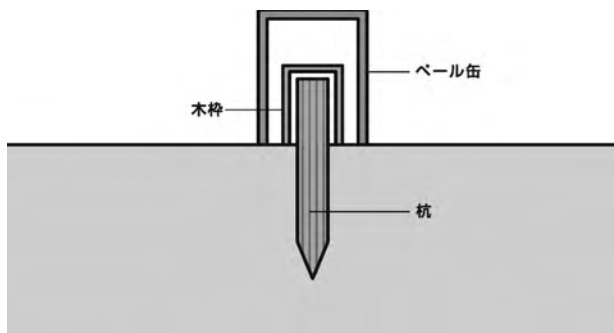


図2 しろあり採取法



図3 しろあり採取法

トリーの大きさや行動距離などのシロアリの行動学並びに集団の頭数の計算に大きな役割を果たすこととなった。

3.2 ベイト工法

Su 博士が次に考えたことは、容器の中の餌木に集まってきたシロアリは容器を餌場と認識しているので、容器の餌木を取り出して、その代わりに毒餌を入れることである。試験の結果シロアリが上手く喫食し、集団を絶滅させることが出来た。

この手法を発展させてベイト工法を発明した。そのシステムをダウ・アグロサイエンス(現在)が更に発展させて作り上げたのがセントリコン・システムである。この時のスタイルは、後日、シングルステーションと名付けられた(図4)。このシングルステーションは餌木を容器から取り出してベイトチューブという円柱型ベイト剤を投与するシステムである。しかし、餌木を容器から取り出してベイトチューブを投与する行為はヤマトシロアリに対して、大きな刺激をあたえた。

その刺激を少なくする方法として考案されたのが餌木を上下二段にし、円柱型ベイト剤(ベイトカップ)を投与する方法で、シロアリが容器に集まってきた時に、下段の餌木は容器の中に置いたままで、上段のみを取りだしてその空洞部分にベイトカップを投与する方法である。この方法をダブルステーションと言い日本で開発した改良型である(図5)。しかしこの方法でも、上段を容器から取り出す時に刺激があった。

そこで、高知大学と米国で開発したのが、餌木を容器内壁の周囲に配置し、中央部に空洞を設け、シロアリが餌木に集まってきた時に、シロアリに刺激を与えないで、ベイト剤を空洞部に投与出来るシステムである(図6)。この工法により、刺激を著し

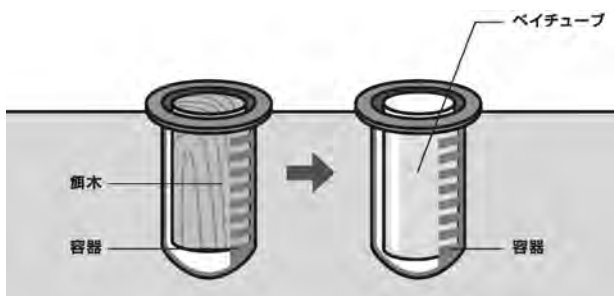


図4 セントリコン・システム シングルステーション

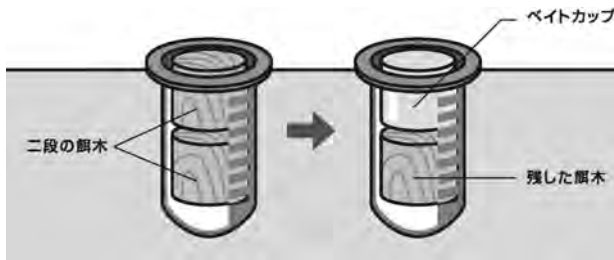


図5 セントリコン・システム ダブルステーション

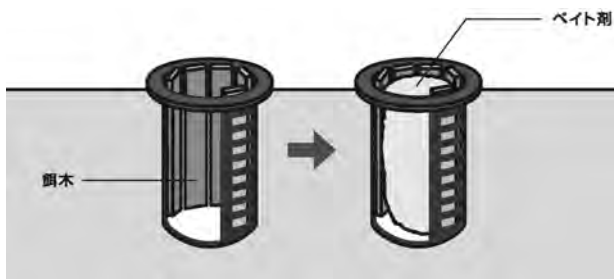


図6 エクステラベイト工法

く低減することが出来た。

しかし、前述の通り、空洞が出来た為に問題が発生した。それは空洞部に水と一緒に土砂が流れ込むことである。餌を投与するときに土砂を容器から取り除くと言う行為がシロアリに大きな刺激を与えるということである。しかも、土砂が入り込むと餌木が腐朽する。この問題解決は容器の防水機能をどうするかという課題である。

4. アゴラトラップの防水機能

防水性を持たせる為に容器それ自体を水の浸入がしにくい構造とした。とは言え、容器の側壁にはシロアリが容器内と行き来する為の通路となる孔がたくさん空いている。

そこで、容器の内壁に設置する餌でその孔を塞いで防水機能を持たせることに成功した。この容器の名称をアゴラトラップと命名した(図7)。アゴラ

とはギリシャ語で人が集まるという意味である。

防水機能を持たせる一例としてアゴラトラップに採用したのが、容器の内壁に沿って隙間無く餌木(図8, 9)を配置することで水の浸入を防ぐ方法である。シロアリは水の浸入阻止の目的で容器の内壁に設置した餌木の障壁を喫食して容器内部に入ることが出来る。幸いなことに、シロアリは蟻土で空隙を埋めてくれるので、シロアリが餌木を喫食した後も、防水機能を保持できる。

餌木によって防水機能を持たせるには、短冊形餌木15枚の横幅寸法は精密にカットされていなければならない。この技に活躍して頂いたのが建具職人の方である。何故なら、15枚の短冊形餌木の横幅の寸法が僅かに違うと梅雨時期には収まりが付かなくなり、巾を少なくすると隙間から水が浸入するからである。その微妙な寸法に成功するには2年間を要しました。そして、隙間のない餌木は水と一緒に浸入



図7 アゴラトラップ



図8 餌木



図9 防水性のトラップ



図11 アゴラトラップにベイト剤を投与

する土砂の容器内の堆積を防ぐことが出来た。

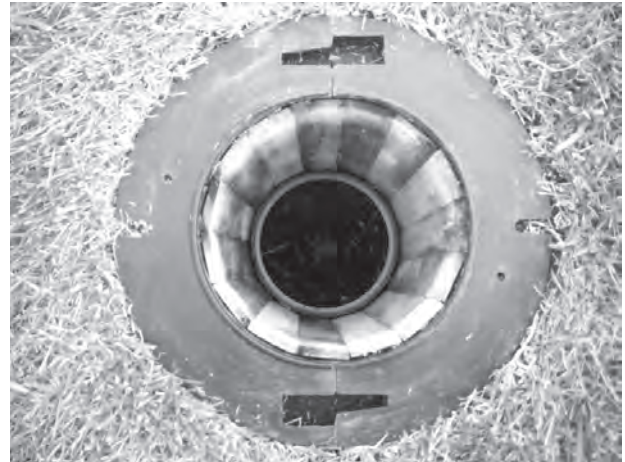
この防水性は、もう一つの問題を解決した。それは、クロアリ・ダンゴムシ・ナメクジなどの庭園害虫の容器内への侵入を従来の容器に較べて70%～80%阻止したことである。

当社の野外試験場に2007年4月1日設置した容器内の餌木の状態を示す(図10)。上段は2008年11月7日の観察で1年7ヶ月経過、下段は2009年7月13日で2年3ヶ月経過である。長期間防水機能が保持されて、土砂の侵入がない。

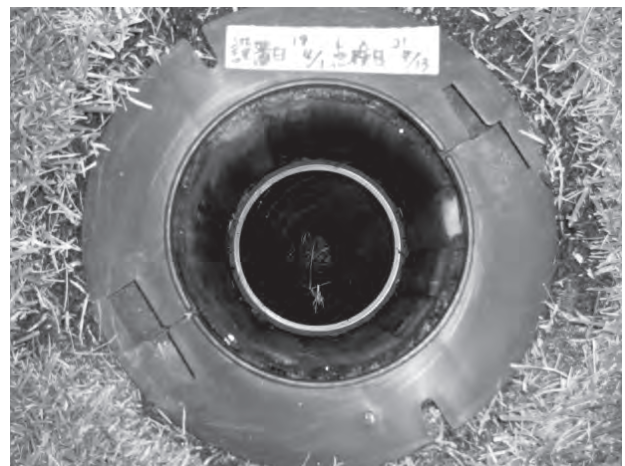
5. 点検の回数

防水性がない容器の場合、点検を頻繁にして容器内に溜まった土砂の除去を行う必要があり、必然的に点検回数は増える。クロアリは餌木に集まったシロアリを補食して折角容器に集まったシロアリに危

○2007年4月1日 設置



2008年11月7日 撮影



2009年7月13日 撮影

図10 土砂や庭園害虫が入りにくいトラップ

険を知らせ、餌場を放棄する事になる。

また、ナメクジはベイト剤を喜んで食べに来るが、キチン質がないナメクジは幾ら食べても毒性が発現せず、通常のナメクジよりも丸々太ってメタボになっており、卵まで産んでいた。ある時丸々と太った蛙がいたときはびっくりしたという事例も報告されている。総じて言えることは、容器の中に蜘蛛がいたら綺麗、ナメクジがいたら汚い環境である。

この様に、従来の容器では土砂の堆積や、庭園害虫等の侵入によって、ベイト工法の効力が低下するので、この為の点検が必要である。防水型容器は少なくとも年間1回の点検回数を少なくすることが出来た。

6. ベイト剤の投与

容器の中央部は全くの空洞である。シロアリは内周壁に設置した餌木に集まっているが、容器の蓋を開ければ、餌木の喫食状況とシロアリの集まり具合を直に見ることが出来る。勿論、土砂の堆積もないので、それを取り除く必要もない。

したがって、ベイト剤投与に際しての刺激がなく、新聞紙に包みさらにネットに入れたベイト剤を容器の中央部へシロアリに気づかれないように、そっと、そして静かに投与する(図11)。ネットに入れることで投与の刺激を少なくする。もちろん、ネットに入れたベイト剤はその回収を容易にする。

7. 容器の掃除

餌木には寿命がある。それは地域により季節によって異なるが、一定期間に餌木を取り出して、新しい餌木に置き換える必要がある。また、ベイト剤

を喫食した集団が絶滅した後は、ベイト剤を回収し、新たに餌木を入れて、維持管理システムに移行する必要がある。

この為には、餌木を全部取り出し、或いは食べ残しのベイト剤の回収後は容器の掃除(クリーニング)が必要である。従来の容器にはその内壁に突起部があり、掃除をするのが大変であった。アゴラトラップはその突起部を無くすことに成功した。その結果、掃除が非常に簡単に出来る様になった。

8. 更なる進化

もっと効率よく、もっと効果的に、もっと早く駆除が出来ないか、器具などはもっと安くならないか等の要望がある。特に、基礎断熱工法への対応は最も急務である。

(株)バックアップ

<研究発表会>

しろあり防除における品質と顧客満足度の向上について

高橋 敏夫

1. はじめに

私達は日常生活において、普段自身が求める商品やサービスについては、その要求レベルは一定ではなく、常により高いレベルを要求しようとする。

例えば、自動車や電化製品を購入する場合、自動車ならより燃費性の高いものや機能・オプションの優れたもの、電化製品でも現在では省エネやエコは当然のレベルとして要求されている。

私達が日々行っているしろあり防除についても、この傾向は同様であると言えるのではないだろうか？ 予防・駆除における施工そのものは当然であるが、顧客（取引先も含む）の視線は、事前の点検や施工後のアフターサービスまで注がれている。

施工業者として、新しい技術の導入やシロアリの再発・施工ミスの減少による品質の向上への取り組みは当然であるが、それらが単なる施工業者の自己満足のレベルで終わってはいけない。また顧客の要求事項ばかりを意識し過ぎて、品質を低下させたり、必要以上の投資を行ったりしても意味がない。施工・サービスの品質向上には、顧客満足度とのバランスが大切である。

弊社は、5年程前から顧客を意識した施工・サービスを最優先で行っている。顧客の要求事項をどのような手段で収集し、傾向を把握し、品質向上に繋げていこうとしているのか？ 少しでも参考になればと思ひ、弊社の状況を説明することにした。

2. 品質と顧客満足度を向上させる要素

まず施工業者サイドとしては、自らの業務を改善しレベルアップさせる取り組みを行い、顧客サイドとしては、要求事項の収集とその傾向把握を行った。

具体的な取り組み事項は、次のとおりである。

- ① 「改善提案書」の起票
- ② 「お客様アンケート」の提示と回収
- ③ 「声メモ」等へ顧客の本音の記録

2.1 「改善提案書」の起票

我々が日常的に行う業務全般において、自分自身または職場内の業務改善を提案し、業務の効率化や施工・サービスの品質向上への改善を自発的に行う。

平成20年11月から平成21年7月までに起票された提案書(71件)の状況は、次のとおりである(図1)。

改善提案の多くは、書類関係の見直し、社内管理の見直し、職場の環境改善等、身近な業務の効率化である。対顧客・取引先へのインパクトはほとんどないが、自らの業務を改善しレベルアップすることは品質向上への第一歩でもある。

対顧客・取引先向け改善としては、相手へのアピールや配慮を意識した提案が多くなっている。

- ・パンフレットの作成, 内容変更
- ・提出書類の内容変更(より分かり易い表現へ)

施工の品質に直結する改善としては、工法への提言から使用する工具・道具類の機能アップ等、安全性や作業性を意識した提案が多くなっている。

- ・イエシロアリ駆除工事のベイト施工化
- ・上場用充電式インパクトドリルの導入
- ・養生カバーの仕様統一化

改善提案の内容

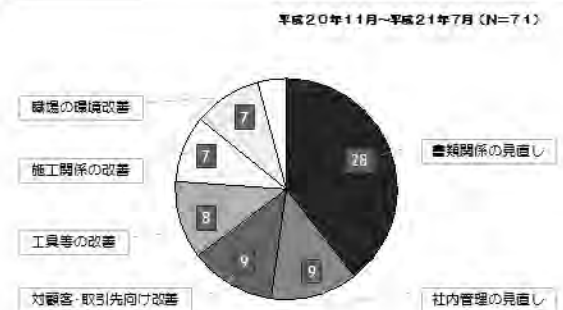


図1 起票された改善提案書の内容

表1 改善提案書への具体的な対応事例

提 案 内 容
イエシロアリ駆除工事のベイト施工化
提 案 理 由
<ul style="list-style-type: none"> • 時間と人員の削減が可能となる 施工能力の拡大により全体の竣工率がアップ • 顧客や建物への環境的負担の削減が可能となる レスケミカルな施工による安全、安心感の提供 • 冬場に予防工事のスケジュールが可能となる 冬場の工程対策（予防工事の確保） • 安全な施工環境が確保される 天井裏等への長時間、危険箇所への侵入が回避される
対 応 内 容 と 結 果
シロアリ検知通報システムの提案 ベイト契約をメインとする(前年比20%増) ※件数ベース

• アメリカカンザイシロアリ対策の検討

起票された改善提案においては、全てその内容を検討し、必要に応じて具体的に対応を行っている(表1)。

2.2 「お客様アンケート」の提示と回収

顧客の声の収集手段として、以前より使用されており、これまでも多くの声を収集している。

顧客への提示は、工事完了後に手渡しで行い、投函をお願いしている。

アンケートの内容は、以下の3項目である。

- ① 当社を選ばれた理由
- ② 今回の工事でお気づきの点
- ③ アフターサービスについて

施工業者としての対外的な評価を認知することができ、施工そのものへの評価や改善要望・質問等の品質向上のための顧客要求事項の抽出を行う。

平成20年11月から平成21年7月までに回収されたアンケートはがきの状況は、次のとおりである(表2, 図2)。今回は特に、品質と顧客満足度の重要な要素となる項目②③に注視する。

工事に関するコメントでは、全体の約90%近くが工事へのお礼や感謝となっている。コメントには、施工担当者や営業担当者宛てのものも多く、社員の活力となっている。ありがたい事の中には、次回施工時の担当者を指名しているものもある。

他には、薬剤の臭いが気にならなかった事、点検時の床下状況等の写真付報告書の提出が非常に分か

り易かった事等、これらは満足度の重要な要素であることが理解できる。

お客様アンケート

1. 当社を選ばれた理由のところにV印をお付け下さい。
(複数回答可)

- ㈱日本しろあり対策協会・登録施工業者なので
- 国際基準のISO9001を取得している
- その他 ()

2. 今回の工事でお気づきの点がございましたらお書き下さい。

3. アフターサービスについてのご相談・ご質問等がございましたらお書き下さい。

このアンケート結果は、お客様へのサービスの向上及び改善のみを目的とし、それ以外のご使用は致しません。

現在使用しているアンケートはがき(回答欄)

表2 期間内のアンケート回収件数と各コメント件数

アンケートはがき(回収件数)	379
今回の工事でお気づきの点	327
アフターサービスについて	72

今回の工事でお気づきの点

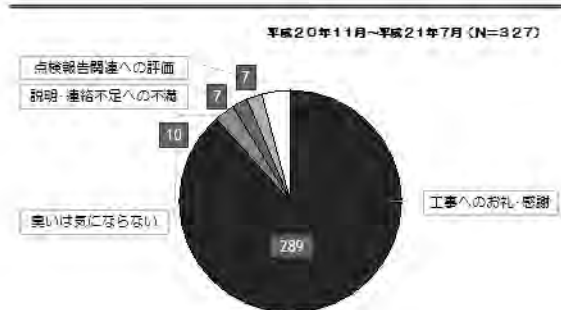


図2 工事に関するコメントの内容

不満の要素としては、説明や連絡が不足したことが多く、満足度向上のために改善は必須である。

全体の約80%近くが、中間点検を希望するコメントとなっている。多くの顧客が施工後も安心できる環境を要求していることが理解できる。

アフターサービスにおいて求められるものとして、確実に対応しなければならない(図3)。

しかし、中間点検に関する希望回数は、一様ではなく顧客毎に違っているので、営業や工事の段階できちんと顧客からヒアリングを行い、データベース化(記録)しておく必要がある(表3, 4)。

アフターサービスは、顧客満足度を向上させるための最も重要な要素であると言っても過言ではないので、中途半端な対応を行うと大きなリクスを負うことになるとの認識も徹底しておくことも重要である。

また、アンケートのコメントにもあるが、アフターサービスが施工業者サイドの都合の良い言葉だけの列記にならないよう、顧客にサービス内容を明確に提示できるようにもしておかなければならない。

2.3 「声メモ」等へ顧客の本音の記録

顧客要求事項については、「お客様アンケート」の提示と回収により、多くの顧客の声を収集していることは、前項のとおりである。

しかし、収集された声は好意的なものが多く、品質や顧客満足度をより高いレベルへ向上させるためには、顧客の本音と不平・不満の要素の抽出が必要不可欠である。

より本音に近い声を収集できるようにと、「改善提案書」の起票により運用が開始された。

顧客の声の記録は、弊社の顧客に限定せず、点検のみ、電話問い合わせ等広く行っている。

「声メモ」の運用は、以下のとおりである。

- 声メモ用紙を常に携帯しておく
- 顧客との日常会話の中から本音を聞き取る

アフターサービスについて

平成20年11月～平成21年7月 (N=72)

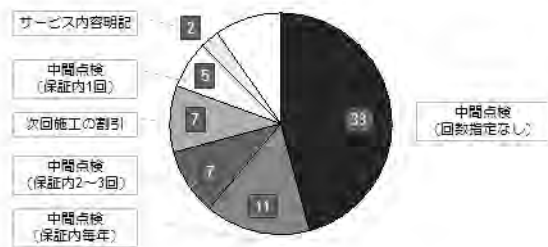


図3 アフターサービスに関するコメントの内容

表3 中間点検に関する希望回数毎のコメント件数

中間点検 (希望件数)	件数
• 点検回数の指定はなし	33
• 保証期間内は毎年点検	11
• 保証期間内に2~3回点検	7
• 保証期間内に最低1回点検	5

表4 お客様アンケートに対する具体的な対応

対応事項	対応内容
• 顧客毎の中間点検希望回数の管理	
• 顧客データへの点検サイクル入力と中間点検リスト出力	

声メモ

受付日	受付者
受付内容	

※ ※ ※ 以下は事務所にて記入 ※ ※ ※

顧客者	
住所	

顧客の本音を記録する「声メモ」の用紙

・声メモ用紙にその内容を記録し提出する
記録、回収の流れは至って簡単であり、能動的な運用による情報収集ができることが特徴である。

平成20年11月から平成21年7月までに記録された声メモ等（184件）の状況は、図4のとおりである。

2.3.1 不満の声とその内容

声メモ等により記録された顧客の本音は、様々なカテゴリーに分類される。

また、不満要素も広範囲の業務に及び、その割合も全体の約25%近くとなっており、「お客様アンケート」と違った顧客要求事項の抽出が可能となっている（図5、表5）。

顧客の本音の収集機会は、工事当日の施工担当者との会話の中で行われることが多く、記録される声

も施工・工法や薬剤に関する要求事項、質問等が多くなっている。

不満要素をカテゴリー別に見ても、同様に施工・工法関連、薬剤の臭気に関して不満率が高くなっている。

その内容は、次のとおりである。

■ 施工・工法関連

- ・穿孔に対する不安・不満
土台等の強度低下への影響を懸念
建物の上場部分の美観が失われることを懸念
- ・前回の工事との比較による不安・不満
施工箇所、穿孔箇所の相違を懸念
施工人数の相違を懸念
- ・雨の日の工事に対する不満（止めて欲しい）

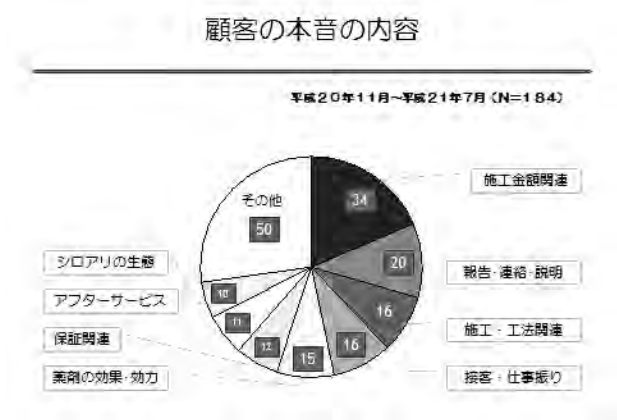


図4 声メモ等による顧客の本音の内容

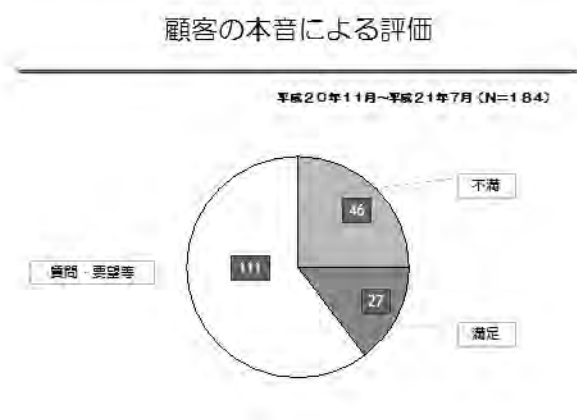


図5 顧客の本音から見た不満度等の割合

表5 不満要素のカテゴリー別の不満レベル

カテゴリー	記録件数	不満件数	不満率	不満度レベル 低 ← → 高
① 施工金額関連	34	8	23.5%	×
② 報告・連絡・説明	20	5	25.0%	×
③ 施工・工法関連	16	12	75.0%	×××
④ 薬剤の効果・効力	15	1	6.7%	×
⑤ 保証関連	12	4	33.3%	××
⑥ アフターサービス	11	2	18.2%	×
⑦ 中間点検	9	2	22.2%	×
⑧ 代金支払方法	7	2	28.6%	××
⑨ 薬剤の臭気	6	4	66.7%	×××
⑩ 契約・業者選択関連	5	3	60.0%	×××
⑪ その他	14	3	21.4%	×

- ベイト施工による駆除の進行に対する不満
シロアリがヒットしていない
- 薬剤の臭気
 - 臭いがひどい、気になる
- 契約・業者選択関連
 - 取引先（工務店等）を経由することに対する不満
 - 取引先の指定施工業者で選択の余地がない不平
施工・工法関連では、実際の工事の状況と顧客のイメージする工事とのギャップに、不安や不満を感じているケースが多い。

穿孔時のドリルの音や振動、上場の穿孔作業等は顧客に与えるインパクトが大きく、建物の強度への影響や美観の損失の印象を強くしている。

その他では、施工箇所、施工人数、施工時間等に対する声がある。特に、前回工事との比較によるものが多く、顧客は工事を観察し記憶していることもきちんと認識しておく必要がある。

薬剤の臭気に関しては、木部処理剤やMC剤による施工時に臭いを気にするケースが多い。

いずれの不満要素についても、まず顧客への説明を十分に行うことを徹底することが、不安や不満を和らげ、品質と顧客満足度を向上させる第一歩である。

企業の説明責任や説明義務が強く求められている現在、如何なる説明も一方通行的なものではなく、顧客すなわち説明を受ける側の立場や状況に応じた説明を行わなければならない。

2.3.2 満足の声とその内容

顧客の満足の声は、その要素が品質や顧客満足度において、一定の評価を得ていると判断する基準と

表6 カテゴリー別の満足要素

カテゴリー	満足件数	記録件数	満足率
① 接客・仕事振り	16	16	100%
② 報告・連絡・説明	6	20	30%
③ アフターサービス	2	11	18%
④ 契約・業者選定関連	1	5	20%
⑤ 中間点検	1	9	11%
⑥ 施工金額関連	1	34	3%

なっている。

満足要素をカテゴリー別に見てみると、接客・仕事振りに対して100%の満足率を示している。営業や工事段階において、その内容に不満要素はあっても、実際に顧客とコミュニケーションを取っている営業や施工担当者の態度、仕事への取組み姿勢については評価を得ることができている（表6）。

今回は幸いにも、不満要素として記録されることはなかったが、企業が評価される重要要素である。

報告・連絡・説明についての具体的な満足要素の内容は、次のとおりである。

- 床下の配管や水漏れの状況を知ることができた
- 写真付報告書で点検の状況がよく理解できた
- 初めての工事でしたが詳しく説明を受け安心した
- 工事代金振込後に入金お礼の電話を受け安心した

いずれも報告や説明のために、特別な努力や時間を必要としたものはなく、普段の業務によるものである。

顧客とのコミュニケーションの取り方やタイミングが、満足要素となる大きな要因である。

2.3.3 要望の声とその内容

顧客からの要望の声は、最も直接的な要求事項であり、施工業者として多くの課題を与えられる。

カテゴリー別の要望要素の内容は、次のとおりである（表7）。

- 施工金額関連
 - 施工金額を安くして欲しい（高い）
 - 次回施工時の割引
- 報告・連絡・説明
 - 安全性が示されたカタログ等が欲しい
 - ビデオやスコープ映像による点検状況の確認

表7 カテゴリー別の要望要素

カテゴリー	要望件数	記録件数
① 施工金額関連	11	34
② アフターサービス	7	11
③ 報告・連絡・説明	5	20
④ 保証関連	4	12
⑤ 代金支払方法	4	7
⑥ 施工時期(最適季節)	2	9

■ 保証関連

- 保証期間を長くして欲しい
- 10年保証を導入して欲しい（取引先より）

■ 代金支払方法

- クレジットカードによる決済の導入
- ローン金利の負担が大きい

■ 施工時期（最適季節）

- 暖かい季節に工事して欲しい（冬季サイクル）

■ アフターサービス

- 中間点検に来て欲しい

3. ま と め

各事項の内容や対応について、今後の課題も含めてまとめた結果は、次のとおりである。

① 「改善提案書」の起票

目的：自発的に身近な業務の改善を行う

効果：業務の効率化・管理強化，職場環境改善

提案と対応例

- 上場用充電式インパクトドリルの導入

現行機の更改時に順次導入する

課題：単なる要望書になる傾向がある

ex) ～を購入して欲しい

② 「お客様アンケート」の提示と回収

目的：顧客の評価を項目毎に収集する

対象：施工した顧客のみ

回収：顧客の投函による

傾向：工事へのお礼・感謝が非常に多い

中間点検の希望が非常に多い

要望と対応例

- 顧客の希望するサイクルで中間点検を行う

顧客毎に中間点検回数を管理する

③ 「声メモ」等へ顧客の本音の記録

目的：顧客の本音を広く収集する

対象：顧客の限定なし（施工顧客以外も含む）

回収：弊社担当者が記録後回収する

傾向：不平・不満の要素が収集できる

施工・工法，薬剤に関する声が多い
不満・要望と対応

- 穿孔，前回工事との相違等への不平・不満
顧客の要求事項に応じた十分な説明を行う

- 薬剤の臭気
顧客の要求に応じた十分な説明を行う
薬剤メーカー宛てに情報を提示

- ビデオやスコープ映像による点検状況の確認
映像確認と対話が可能な点検を実施（順次拡大）

- 保証期間を長くして欲しい
現状は5年保証の必要性を説明

- クレジットカードによる決済の導入
カード会社と条件面（手数料等）の調整中

- ローン金利の負担が大きい
期間限定等で無金利（弊社負担）を実施

これまで以上に、提案や顧客の声が収集できるようになり、同時にその一つ一つに目を通し、対応を検討していくことも重要な時間と作業になってきた。

現在は、毎月1回検討作業を行っている。全ての内容を社内に開示するようにもしており、顧客からのお礼や感謝のはがきについては、営業と施工担当者への通知も行っている。

また、回収した「お客様アンケート」に対しては全てお礼のはがきを出すようにしている。問い合わせ内容によっては、顧客を訪問し回答や説明を行っている。

施工・サービスの品質と顧客満足度の向上については、弊社だけの特別な取り組みではなく、どの施工業者においても様々な形で行われていることは、百も承知のことである。

今回紹介した“顧客の声”や“業務の改善”をベースにした取り組みは、企業の性格や活動する地域性に左右されることがなく、特に顧客の本音の傾向等は広く情報共有ができ、各々の品質と顧客満足度の向上のために少しでも役立つことができればと思っている。

（株）新栄アリックス

<研究発表会>

イエシロアリの多女王事例について

児 玉 純 一

1. はじめに

イエシロアリ巢内において初代女王蟻（第1次生殖虫；羽アリが女王となったもの）が寿命，事故等により死滅すると，生殖階級の中から次の女王となる虫が出現し第2次の女王（2次生殖虫；以下副女王）になることは知られている。

実際に，各地で発掘された巢の中から肥大した一頭の副女王や痩せた体形をした数頭の未発達型の副女王が発見されることが見られることがある。

しかし，成熟し肥大した複数の副女王が採取されることはきわめてめずらしい事例である。また，1,540頭もの副女王が，ひとつの巢の中から発見された例はこれまで報告されていない。

今回は筆者の経験から，イエシロアリの巢内で発見された多女王の事例について紹介したい。

2. 多女王とは

シロアリ社会における「多女王制」については「社会性昆虫の生態」（松本忠夫，培風館，77~82，1983）の中で述べられている。それによると，第1次生殖虫による「多女王制」を持つのは主に熱帯地方に生息する高等シロアリの種類で，イエシロアリを含む下等シロアリでは第2・3次生殖虫による多女王（副女王）が見られるとのことである。しかしながら，下等シロアリの「多女王制」については詳しく言及されていない。

これまでのイエシロアリ生態知見では，イエシロアリ巢内におけるこれらの多女王は，やがて1頭だけが女王として生き残りコロニー全体を支配するという考え方が一般的であったように思われる。

しかし，今回採取された巢においても卵，幼虫等が確認されたので，確実に副女王達が産卵していると思われる。では，どの副女王が産卵しているのだろうか。巢解体時の観察状況から判断したところでは，すべての副女王が産卵しているようにも見られ

た。そうすると，このコロニーの生殖に関する支配状況や階級分化の構造はどうなっているのだろうか。

また1,540頭もの小さな副女王達はいかにして産卵できるような成熟した副女王になれるのであろうか。

さらに，女王が数頭もいるようなコロニーにおいてはその繁殖力及びテリトリー区域が通常よりも大きくなることは容易に想像できる。あるいはコロニーが各女王ごとに分散されることも考えられる。このように，さまざまな疑問が湧いてくるが，多女王のいるイエシロアリの巢に関する生態についての詳しい研究はまだなされていないようである。

3. 多女王事例

筆者の記録では過去10数年間（1998~2009）に採取した多女王は25例であった。このうち14例については標本がある（写真1）。ひとつの巢における副女王の頭数は最少で2頭，最大で1,540頭であった。採取地，年月日については表1の通りである。

4. 2頭の副女王

この事例は「イエシロアリの人口営巣実験（第2報）」（しろありNo.110号，8~10，児玉純一ほか）に記したように，容器内に人工的に営巣させた巢から第1次の女王を除去して埋め戻し，次年度にまた掘り返した際に2頭の肥大した副女王と卵，幼虫を採取した例である。

この2頭の副女王はその形態的特長（複眼，翅根，羽切離線が無いなど）から明らかに2次生殖虫であり，産卵する姿も目撃されている。（写真2，3）

2頭の副女王採取事例は4回であった。

5. 3頭の副女王

1997年7月5日，宮崎県児湯郡川南町の商業ビル

表1 多女王発見事例表

複数のイエシロアリ副女王が発見された事例

	採取日付	数		樹種など
1	19970225	2	種子島	人工営巣バケツ
2	19970921	9	宮崎	クロマツ倒木
3	19980300	108	父島	リュウキュウマツ倒木
4	19980309	55	父島	樹種?倒木
5	20000305	6	父島	リュウキュウマツ立枯
6	20010608	9	父島	タマナ切株
7	20010608	9	父島	リュウキュウマツ枯木
8	20010610	30	父島	リュウキュウマツ株下
9	20010612	5	父島	リュウキュウマツ株下
10	20010613	4	父島	リュウキュウマツ株下
11	20040316	3	父島	リュウキュウマツ株下
12	20040321	5	父島	リュウキュウマツ株下
13	20040323	1,540	父島	ウラジロエノキ立木
14	20040610	5	父島	リュウキュウマツ株下
15	20040613	33	父島	木材片
16	20040614	3	父島	ウラジロエノキ立木
17	20041123	2	父島	リュウキュウマツ株下
18	20041127	4	父島	ウラジロエノキ立木
19	20060227	20	父島	角材
20	20060614	12	父島	リュウキュウマツ株下
21	20061000	30	父島	ウラジロエノキ立枯木
22	20070306	8	父島	モクマオウ伐採木
23	20070615	2	父島	ヒメツバキ樹幹
24	20070704	3	宮崎	壁巣
25	20090614	2	父島	タマナ枯れ株

内の浴室壁巣の中から3頭の女王蟻が採取された(写真4)。3頭ともに同じ大きさで腹部は肥大しており、複眼、翅根、切離線は無く副女王(第2次生殖虫)と判断され、巣内には王台、卵、幼虫が確認された。王蟻は未発見だった。3頭の副女王採取例は3回であった。

6. 5頭の副女王

2004年6月10日、小笠原村父島のリュウキュウマツ枯株下の巣で5頭の女王蟻が採取された(写真5)。この5頭もいずれも同じ大きさで腹部は肥大



写真1 多女王標本



写真2 2頭の副女王



写真3 卵と2頭の副女王

しており、複眼、翅根、切離線が無く副女王(第2次生殖虫)と判断され、巣内には王台、卵、幼虫が確認された。これも王蟻は未発見であった。

5頭の副女王の採取事例は3回であった。

7. 6~12頭の副女王

2000年3月5日小笠原村父島のリュウキュウマツ



写真4 3頭の副女王



写真7 9頭の副女王

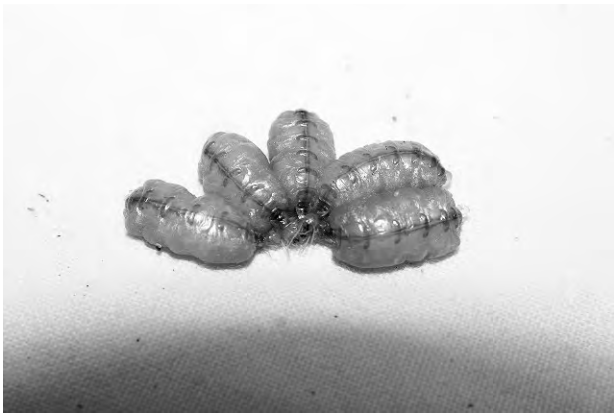


写真5 5頭の副女王



写真6 8頭の副女王

立枯木内巢より6頭, 2007年3月6日小笠原父島のモクマオウ伐採木樹幹内巢より8頭(写真6), 1997年9月7日宮崎県佐土原町のクロマツ倒木樹幹内巢より9頭(写真7), 2006年6月14日小笠原父島のリュウキュウマツ株下巢より12頭などの事例が見ら

れた。6頭以上の副女王の場合にはやや腹部の膨らみが小さくなっているように思われる。それでも卵が確認されている事例がある。

副女王の採取事例は6頭が1回, 8頭が1回, 9頭が3回, 12頭が1回となっている。

8. 20頭~108頭の副女王

2006年2月27日小笠原村父島の民家裏に放置されていたスギ木材内部巢より20頭の副女王を採取, この時には卵の存在も記録されている。2001年6月10日と2006年10月には小笠原父島で30頭の副女王, 2004年6月13日には同じく父島で建築廃材のスギ木片内部巢より33頭の副女王を採取されている。

また, 1998年3月9日には父島で55頭の副女王(写真8), 1998年3月には父島で108頭の副女王が採取されている。

30頭以上の副女王が採取された巢内で卵や幼虫が確認された事例はなかった。



写真8 55頭の副女王

9. 1,540頭の副女王

2004年3月23日小笠原父島のウラジロエノキ立木樹幹中の巣（直径20cm×長さ200cm）より1,540頭の副女王が採取された（写真9）。大きさは普通のニンフの大きさであるが，拡大観察してみると腹部が膨れておりその姿形はあきらかに女王と思われる（写真10, 11）。



写真9 1,540頭の副女王

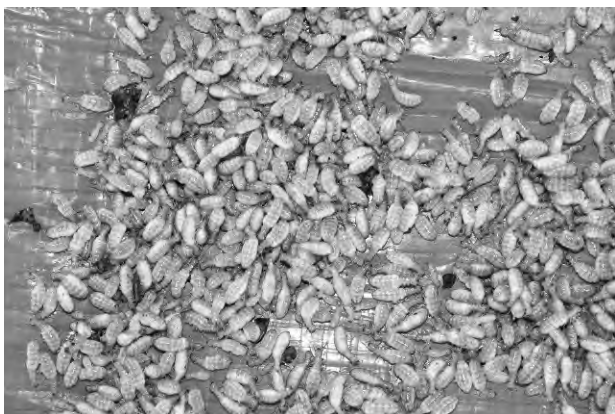


写真10 同上拡大



写真11 同上拡大

10. さいごに

以上，イエシロアリの多女王事例について報告した。

この報告における事例のほとんどは小笠原村父島におけるものとなっている。

また，巣の採取箇所についてもほとんどの事例が野外の巣となっている。

このことについては，次のように考えられる。

一般にイエシロアリの巣の発見除去解体は企業活動によって家屋に対する駆除作業の一環として行われる。そこでのイエシロアリの駆除はコロニーの撲滅を最大目標としているため，巣の除去解体は時間差（事前事後処理の実施など）を置き，駆除作業の最終場面で行われることが多い。このため，時間経過により巣内構造が変質している場合が多く，女王の存在や卵，幼虫の有無などが判明できないことがある。そうした事情により女王の発見事例も少なくなっているようである。

幸い，筆者は1994年度より小笠原村のシロアリ対策事業に参画し，山林内における多数のイエシロアリの営巣駆除に立ち会ってきた。さらに，吹上浜山林をはじめとする各地のシロアリ実験地で野外巣の発掘に携わってきた。その経験によってイエシロアリの多女王の事例に遭遇する機会を得てこの報告を行うことができた。

イエシロアリ多女王の採取に際しては，株式会社吉野白蟻研究所代表取締役 吉野弘章氏をはじめ，小笠原村シロアリ対策団員の皆様，イエシロアリ防除技術研究会の皆様にご多大世話になった。ここに御礼申し上げます。

（資宮崎病害虫防除コンサルタント）

<研究発表会>

木製橋梁のシロアリ被害と駆除

廣 瀬 博 宣

1. はじめに

昭和60年代には、木造建築に関する技術開発が進み、体育施設、集会施設、展示施設など、新しいスタイルの大規模木造建築物が、積極的に建設されるようになった。これらの建物には、工業化された木材（構造用集成木材）が使用されている。

一方土木の分野でも木材の活用が図られ、平成9年には、建設省のモデル木橋として、構造用集成木材を使用した近代木橋が建設された。その後、全国で、多数の近代木橋が建設され、歩道、車道として使用されている。

しかし、木橋は雨水などによる木材の腐朽劣化の欠点があり、建造後も定常的な維持管理、特に腐朽対策が求められている。

今回、鹿児島県の木橋で、今まで問題になった腐朽ではなく、イエシロアリの被害が発生した。その被害の状況と駆除について報告する。

2. 木製橋梁の仕様

名 称 仙人橋（徐福橋と二連橋を形成）（写真1）
 所在地 鹿児島県いちき串木野市冠嶽
 形式 下路式アーチ
 諸 元 橋長：36.6m



写真1 木製橋梁仙人橋

最大支間：30.54 m

幅員：5 m

用 途 歩 道（公園のモニュメントの木橋）

竣 工 1997.12

使用材料 スギ（アーチ材、床組横桁など）

サザンイエローパイン（床板）

ボンゴシ（高欄）

そ の 他 事業主体：串木野市

建設省モデル木橋

防腐：AAC

建設省モデル事業

製作：山佐木材株式会社

3. 定期点検記録

仙人橋・除福橋は、建設省のモデル木橋の第1号で、建設5年後に定期点検が行われた。その記録を紹介する。5年目で一部腐朽の記載がある。

点検月日 2002年10月17日

点検者名 木橋技術協会

点検状況記録

床 板

部分的に腐朽が見られる。

再塗装の必要有りと判断される。

留意点記録

床 板

木橋の床板は、サザンイエローパイン材を使用しており、含水性が非常に高い。また、架橋位置が山の陰に当たるため、日当たりが悪く、部材が乾燥しにくい設置である。このため、部分的腐朽の進行が見られる。構造的に早急な問題ではないが、対策を検討する必要がある。

点検写真内容

床板下側の子実体

床板の腐朽

(財)国土技術研究センターの木歩道橋設計・施工に関する技術資料より抜粋)

4. シロアリ被害状況

平成21年5月にシロアリ被害調査を行った。調査は、目視で行い、生息確認の補助として白蟻探知機(ターマトラック)を用いた(写真2)。

4.1 床板上面調査

木橋の床板は、サザンイエローパインの集成材で、AAC加圧注入が施されていたが、腐朽が発生しており、何箇所も補修されていた。補修箇所には、過去に発生したシロアリ被害跡も残っていた。

床板袖部に蟻土があり(写真3)、シロアリの生息を確認したが、数が少なく、活性も弱かった。兵蟻の形状からイエシロアリと確認した。

4.2 床組・床板底面調査

橋下側の床組(横桁)・床板底面には、蟻害、蟻土など、シロアリの生息を示す兆候はなかった。

4.3 西側橋脚部調査

橋の西側橋脚には、大量の蟻土が形成されていた(写真4、5)。しかし、蟻土はヒビ割れ、乾燥して



写真4 西側橋脚部蟻土



写真5 西側橋脚部内側蟻道



写真2 白蟻探知機を用いた生息調査



写真3 橋床板袖部の蟻土

いた。確認できたシロアリは、僅かであった。蟻土、蟻道は、橋床組から下がっており、橋外部に繋がる蟻道はなかった。このことから、橋内部の営巣と推定した。

5. シロアリ駆除

シロアリ調査で生息を確認した、橋床組袖部と西側橋脚部にベイトボックスを設置し、ベイト剤を投与、イエシロアリ営巣を駆除した(写真6～9)。

5.1 ベイト剤

ベイト剤：プリングベイト

有効成分：ビストリフルロン(脱皮阻害剤)

5.2 駆除期間

平成21年5月1日～7月15日

5.3 駆除経過

5月1日

ベイトボックス2箇所設置、ベイト剤投与

シロアリの活性が悪いため、ベイト剤は通常の半分とし、各200g投与した。

5月15日

ベイトボックス点検。ボックス内のシロアリは僅



写真6 ベイト剤投与

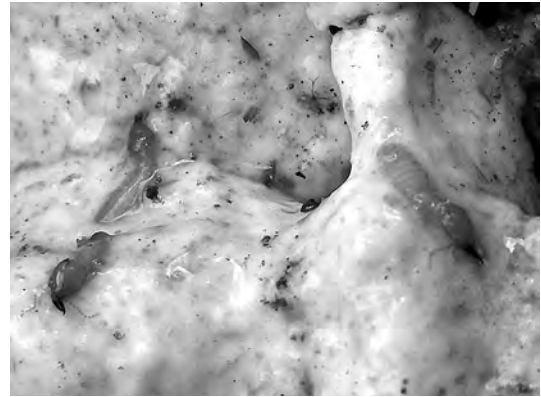


写真9 ボックス内死骸



写真7 ベイトボックス設置状況



写真8 ベイト剤喫食状況

かで、ベイト剤は殆ど喫食してなかった。

5月29日

ベイトボックス点検。ボックス内のシロアリは前回より若干増え、ベイト剤を若干喫食していた。

6月12日

ベイトボックス点検。ボックス内にシロアリが集まっており、ベイト剤を100g喫食していた。有翅虫も確認した。

6月29日

ベイトボックス点検。ボックス内のシロアリは減

少し、一部死骸があった。シロアリがベイト剤で衰弱し、ベイト剤の喫食量も低下した。

7月15日

ベイトボックス点検。ボックス内のシロアリは全て死滅していた。死骸の状況から、イエシロアリ営巣の壊滅を判断し、駆除完了とした。ベイト剤の総喫食量は、120gと少なかった。

6. 清掃・再調査

ベイト剤による駆除が完了し、ボックスを撤去、西側橋脚の蟻土除去、清掃を行った。大量の蟻土を除去したが、シロアリは一匹も出てこなかった。全て死滅していた。

清掃後、橋全体を再調査した。橋本体には、シロアリの被害、蟻土はなかったが、東側橋脚に新たな蟻道が構築されていた(写真10)。シロアリの動きから、外部から橋脚への侵入と確認した。橋本体への侵入、被害を防止するため、ベイト剤で駆除することとした。



写真10 東側橋脚の蟻道

7. シロアリ追加駆除

東側橋脚の新たな蟻道に、ベイトボックスを設置し、ベイト剤を投与、イエシロアリのコロニーを駆除した（写真11～14）。

7.1 駆除期間

平成21年7月15日～9月15日

7.2 駆除経過

7月15日

ベイトボックス1箇所設置、ベイト剤投与200g

7月28日

ベイトボックス点検、シロアリ誘導、喫食確認

8月11日

ベイトボックス点検、ベイト剤追加200g

8月26日

ベイトボックス点検、シロアリ衰弱、一部死骸

9月15日

ベイトボックス点検、シロアリは全て死滅していた。死骸確認。ベイト剤総喫食量220g。

駆除完了



写真13 ベイト剤喫食状況



写真14 ベイト取付部死骸（兵蟻頭部）



写真11 ベイト剤投与



写真12 ベイトボックス設置状況

8. 営巣について

今回、木製橋梁内に営巣したコロニーと、外部から侵入しようとしたコロニー、2個のイエシロアリ営巣を駆除した。駆除で喫食されたベイト剤の量と被害状況から、営巣の大きさを推定した。

8.1 西側営巣

ボックスに集まった職蟻の活性が悪く、数も少なかった。羽アリが確認されたが、ベイト剤の喫食量は100gと少なかった。蟻土は多かったが、ヒビ割れが発生していた。これらのことから、橋の腐朽部に営巣して4年目で、水取り量の不足等により、10万匹に縮小衰弱した小さなコロニーと推定した。

8.2 西側営巣

ボックスに集まった職蟻の活性が良く、ベイト剤の喫食量220gから、近くの樹木などに営巣して3年目の22万匹のコロニーと推定した。

9. まとめ

冠嶽の木橋仙人橋と除福橋は、橋表面に腐朽の子実体（キノコ）が生えるなど、腐朽が進行している（写真15）。



写真15 橋床板の子実体（キノコ）



写真16 雨水対策の施された木橋

腐朽が進行すると、腐朽部へのシロアリ営巣，外部からのシロアリ侵入などが発生し，木材の被害が急激に増大する。仙人橋・除福橋の防腐・防蟻対策として，次の構造改善を勧める（写真16）。

- 1) 橋床板の舗装
- 2) 橋床板部雨水の排水改良

- 3) 道路接合部改良と隙間維持
- 4) 道路雨水流入防止（道路側下り勾配改善）
- 5) 年2回のシロアリ調査点検実施

最後に，仙人橋のシロアリ被害調査・駆除に協力戴いた，(有)アリ元白アリ研究所に感謝する。

（廣瀬産業(株)）

<研究発表会>

鹿児島県支所 公園樹木の蟻害調査報告及び駆除作業
(奉仕活動12年間の報告)

田中 隆彦¹⁾・廣瀬 博宣²⁾

1. はじめに

懇親会 年2回

社団法人日本しろあり対策協会鹿児島県支所は、協会活動の宣伝と社会奉仕を目的とし、平成10年より公園樹木のシロアリ被害調査及び駆除(奉仕作業)を行ってきた。樹木のシロアリ被害調査及び駆除は鹿児島県支所青壮年部のメンバーが中心となり、支所会員の協力で実施している。公園樹木のシロアリ被害調査及び駆除により、シロアリ被害早期発見、シロアリ被害拡大防止に役立っており、自治体の公園管理者に感謝されている。当日はテレビ局、新聞社が毎回取材に訪れており、協会の公益法人活動・奉仕作業の状況が詳しく報道されている。また、会員と一緒に被害調査を行う事で、樹木営巢の探索、情報交換等、会員の技術向上に役立っている。この活動内容を紹介する。

2. 組織と事業活動

鹿児島県支所及び支所青壮年部の会員数、事業を紹介する。

2.1 鹿児島県支所

支所会員数：44社

主な事業：公園樹木の蟻害調査(奉仕作業)

住まいと建築展

(鹿児島県建築課主催)

木材まつり出展

(鹿児島県木材振興課主催)

会員研修会 年2回

消費者相談及び調査報告

2.2 鹿児島県支所青壮年部

青壮年部会員数：27名

(55才以下の支所会員代表者もしくは社員で構成)

主な事業：公園樹木の蟻害調査(奉仕作業)

会員研修会 年1回

3. 蟻害調査実施一覧

第1回 平成10年4月18日

鹿児島県緑地公園(鹿児島市小松原)

参加者：23名

第2回 平成11年4月18日

鹿児島県立吉野公園(鹿児島市)

参加者：35名

第3回 平成12年4月23日(写真1)

鹿児島県立吹上浜海浜公園(南さつま市)

参加者：35名

第4回 平成13年4月22日

鹿児島県立薩南病院敷地(南さつま市)

参加者：40名

第5回 平成14年4月21日

県立南薩少年自然の家(南さつま市)

参加者：34名

第6回 平成15年4月20日

国民休暇村指宿(指宿市)

参加者：35名

第7回 平成16年4月18日

鹿児島市立平川動物公園(鹿児島市)

参加者：37名

第8回 平成17年4月17日

かごしま健康の森公園(鹿児島市犬迫町)

参加者：36名

第9回 平成18年4月16日

鹿児島市立錦江湾公園(鹿児島市平川町)

参加者：32名

第10回 平成19年4月15日

鹿児島市八重山公園(鹿児島市郡山町)

参加者：36名

第11回 平成20年4月20日（写真2）

県立南薩少年自然の家（南さつま市）

参加者：41名

第12回 平成21年4月19日

大崎町営くくの松原キャンプ場（大崎町）

参加者：51名

過去12回の参加者：435名



写真1 第3回蟻害調査 H12.4.23



写真2 第11回蟻害調査 H20.4.20

4. 準備

調査を行う公園の選定など、半年前から当日までの準備を紹介する。

4.1 実施場所の選定

鹿児島県内の公園数カ所について予備調査を実施。シロアリの生息が多い公園を予定地とする

4.2 予定地の事前調査

青壮年部有志により、予定地の事前調査を行う。掘削可能なイエシロアリ営巣を探す。

4.3 役所への説明と実施許可願い

公園管理者への事業説明と、事業実施許可願い提出。必要に応じ、保安林内の作業許可も提出。

4.4 会員への通知

支所会員、青壮年部会員へ、奉仕活動実施を通知。参加協力を要請。

4.5 マスコミへの取材依頼

テレビ局、新聞社へ、奉仕作業の実施と取材依頼を送付。

送付図書 取材依頼書

蟻害調査12年のあゆみ

鹿児島県支所パンフレット

鹿児島県支所会員名簿

4.6 前日営巣の粗掘

マスコミの取材は、時間が限られているため、前日に、青壮年部有志が集まり、イエシロアリ営巣の粗掘を実施（写真3）。



写真3 イエシロアリ営巣前日粗掘

5. 当日の作業内容紹介

平成21年4月19日大崎町営くくの松原キャンプ場で行った内容を紹介する（写真4）。

- ① イエシロアリ営巣取り出し
- ② ベイト剤による営巣駆除
- ③ 松林内シロアリ被害調査



写真4 くくの松原キャンプ場入口

④ イエシロアリ営巣取り出し（若手研修）

5.1 調査公園周辺に旗設置

蟻害調査の実施がわかるように、公園周辺に白対協の旗設置。

5.2 テント設営，看板，写真パネル設置

本部用テントを設営し，蟻害調査実施の看板，シロアリ被害の写真パネル設置。

5.3 朝礼

作業開始前に全員集まり，グループ編制，作業内容を青壮年部部長が説明（写真5）。（マスコミ取材）



写真5 朝礼作業指示

5.4 イエシロアリ営巣取り出し

全員で，イエシロアリの営巣取り出しを行う（写真6）。（マスコミ取材）



写真6 イエシロアリ営巣取り出し

5.5 ベイト剤投与

イエシロアリが営巣している松根元に，ベイトボックスを設置，ベイト剤を投与した（写真7）。（マスコミ取材）

その後，点検・ベイト剤補充を行い，二ヶ月後営巣は壊滅した。



写真7 ベイト公開設置

5.6 松林内シロアリ被害調査

グループに分かれ，松林内のシロアリ被害調査を行う。被害樹木には，ビニール紐をくくり付けるなど，マーキングを行った（写真8）。（マスコミ取材）



写真8 松林内調査状況 H20.4.20

5.7 イエシロアリ営巣取り出し（若手研修）

イエシロアリ営巣掘り出し等の経験が少ない青壮年部会員を対象に，営巣の取り出し研修を行う（写真9）。



写真9 若手会員営巣掘削

5.8 イエシロアリ営巣取り出し（県外参加者）

今回は、県外からの参加者もあり、県外参加者も営巣取り出し作業を体験した（写真10）。



写真10 県外参加者営巣探索

5.9 記念撮影

作業終了時に、掘り出したイエシロアリ営巣を囲み、参加者全員の記念写真を撮り、解散した（写真11）。



写真11 参加者記念撮影

6. ターマイトボールの発見

取り出した営巣を大勢で解体、観察していたところ、イエシロアリの卵に隣接した、ターマイトボールを見つけた（写真12、13）。ターマイトボールは、岡山大学の松浦健二らにより発見されたシロアリの卵に擬態して巣の中に生息する菌核菌で、ヤマトシロアリ属のシロアリに極めて普遍的にみられる。ヤマトシロアリに関する報告は多いが、イエシロアリについては、今まで報告がない。過去撮ったイエシロアリ卵写真を調べたが、ターマイトボールは写っ

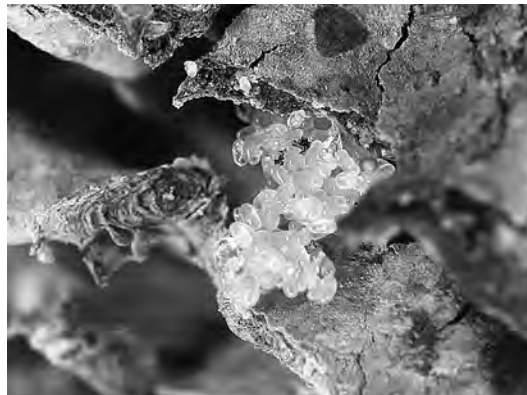


写真12 イエシロアリ営巣のターマイトボール

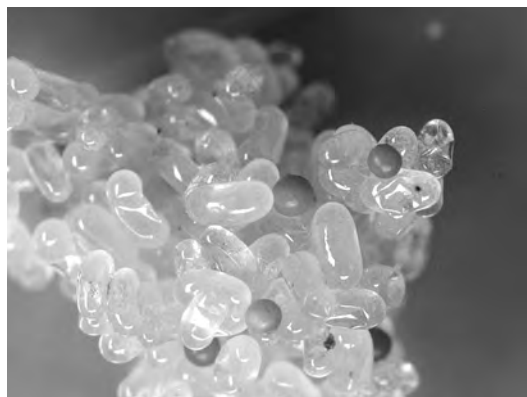


写真13 ターマイトボール

ていない。イエシロアリの場合どのような条件下でターマイトボールが発生するのか、今後の研究報告に期待したい。

7. ま と め

鹿児島県支所の奉仕活動「公園樹木の蟻害調査及び駆除」は、今年で12回目となった。回を重ねることで、活動も定着評価され、マスコミも毎回取材し、報道されている。協会活動のPRから始まった活動であったが、会員の技術向上に大きな効果があった。イエシロアリの営巣探索、営巣取り出しなど、若手会員の研修に繋がった。また、会員が積極的に参加協力することで、会員の連帯感も強まった。過去12回の活動に参加した会員に感謝する。今後も、鹿児島県支所の公益活動として、この奉仕活動を続けていきたい。

- (1) リュウセイ白蟻
- (2) 廣瀬産業株式会社

<研究発表会>

静岡県内文化財（建築物）蟻害・腐朽検査実施報告

大 長 弘 和

1. はじめに

昨年度、静岡県支所では日本しろあり対策協会の知名度の向上のため、ボランティアで静岡県内の文化財（建築物）の蟻害・腐朽検査を8ヶ所行い、楢垣会長以下本部役員の方々にも多数参加していただいた（写真1, 2）。また、関東支部、中部支部の応援を受け、32社39名の参加があり、その詳細については、NHK、静岡新聞、テレビ静岡、東京新聞で報道され、協会の知名度アップにつながったと考えられる。

毎年、継続的に事業を続けることが重要なことであり、本年度についても静岡県支所では昨年と同様の企画を立て、本年6月4日に実施した、静岡県内の文化財（建築物）蟻害・腐朽検査対象物件の、新居関所、濱名惣社神明宮本殿、楽寿館について報告する。

2. 検査実施までの経過

文化財（建築物）蟻害・腐朽検査も2年目を迎え、調査箇所選定については、静岡県教育委員会文化財課課長名で各市町村教育委員会文化財行政主幹課長宛て「文化財（建築物）の蟻害・腐朽検査について」（依頼）通達文書が出され、東部で2ヶ所、中部で2ヶ所、西部で4ヶ所調査依頼があった。その中から理事会において東・中・西1ヶ所ずつ選定し、検査実施日を6月4日（ムシの日）に決定した。

静岡県支所としては、文化財（建築物）蟻害・腐朽検査を毎年行うことにより協会の知名度を向上させ、非会員との差別化を図りさらに、一般ユーザーの取り込みをしていきたいと考えている。そのために(株)日本しろあり対策協会版蟻害・腐朽検査員制度にリンクさせ、その普及、啓発を兼ねて静岡県内指定文化財（建築物）の調査を行い、報告書と検査書を県教育委員会文化課に提出している。

静岡県（教育委員会文化課）としても文化財の保



写真1



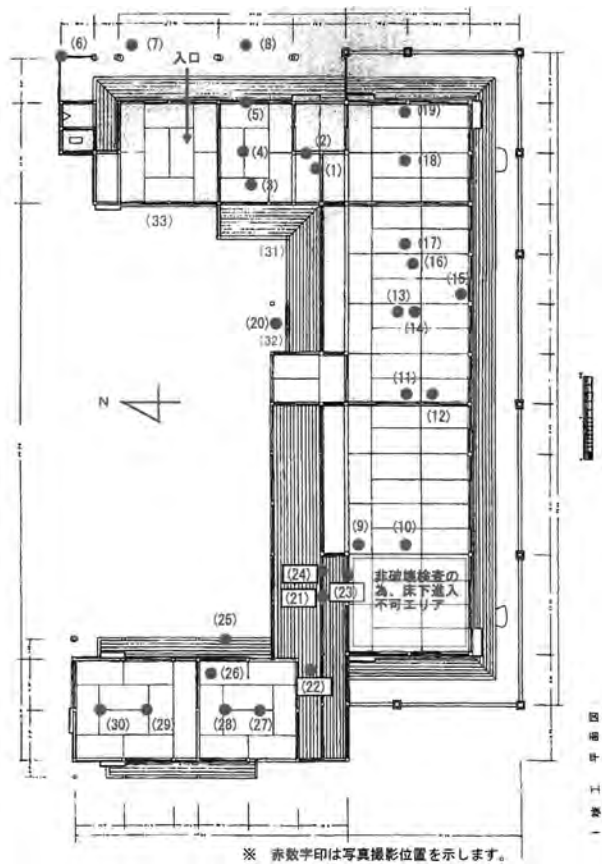
写真2

護を目的として毎年継続事業としてやってもらいたいという意向があり、双方の意向が合致した所似である。

3. 調 査

3.1 新居関所（写真3）

(有)マルコー 尾崎幸雄氏をリーダーとし、蟻害・および腐朽の検査診断手法による調査を行ったが、対象建物が文化財なので、原則目視、また建物の天



新居関所平面図



写真4 大引木材含水率17.1%



写真5 門に隣接した木製の柵のイエシロアリの被害



写真3 関所入口の門および木製の柵
イエシロアリの被害あり現在被害進行中



写真6 過去のシロアリ防除の痕跡 (木栓)

井は調査対象からはずし、特記仕様を作成し床下のみとした。また、含水率計など使用し木材含水率も調べ調査が行われた(写真4)、シロアリ以外の建築害虫についても詳細からはずした。なお新居関所は、静岡県浜名湖と海岸線西側に位置し、非常にイエシロアリ被害の多い地域である。

結果

イエシロアリの発生が関所の入り口の門と木製の柵に見られた(写真3, 5)。現在も被害が進行中のため早急に防蟻・防腐対策を講ずる必要がある。建物本体にシロアリ発生は認められなかった。旧

被害箇所があり大引き、東が交換されておりその大引きにかかっている土台にはかなり以前のシロアリの食痕があった。

建物の北側の束や土台に木栓を打って穿孔処理した箇所が見られた(写真6)。木栓が浮上ったり抜け落ちている箇所もあり、昭和61年のクロルデン使用禁止以前に施工が行われた可能性が高いと考えられる。

3.2 濱名惣社神明宮本殿

濱名惣社には、県支所から2社2名の参加で、(有)ホームサービスダイショー 近藤祐介氏をリーダーとし調査を行った。小さな建物が2棟調査対象であるが、建物は束柱もなく土台が石の上に置かれているため床下は低く入ることはできないので、周囲から目視のみの調査である。

結果

建物は丘の上に建てられており(写真7)、水はけも良く食害、腐朽の発生もなく問題の箇所はな

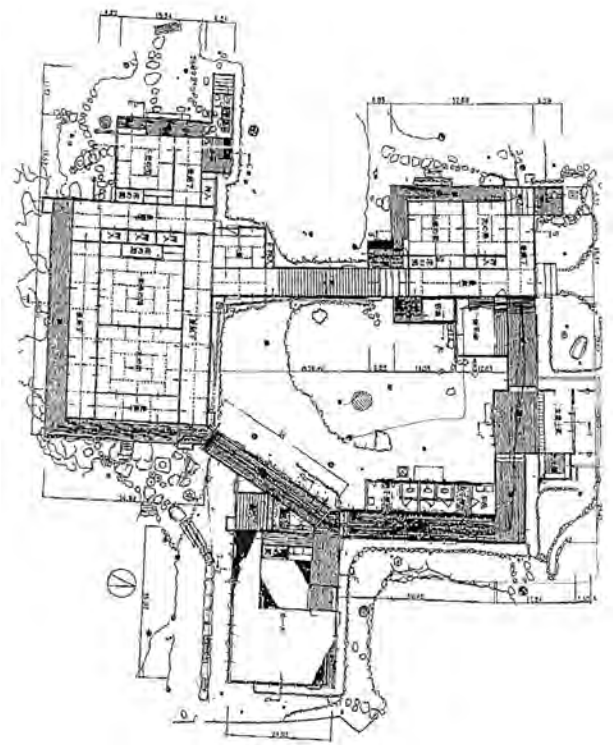


写真7

かった。文化財では無い建物手前にある鳥居(写真8)には現在シロアリが生息している。本殿に接している為、早期に防蟻・防腐対策を講ずる必要がある。

3.3 楽寿館

楽寿館(写真9、10)には、静岡県の担当者、当地の担当者は勿論、非常に工芸的にも繊細な建物である為に、静岡県文化財保護審議会委員の建部恭宣先生にも立ち会っていただき、協会からは檜垣会長、中島蟻害・腐朽検査委員会委員長もお呼びした。また、愛知県から(株)アイキ 田中研一氏も参加し、県支所から11社16名の参加で、富士防疫(株) 江本和夫



楽寿館平面図



写真8 鳥居



写真9



写真10 ホール外観



写真12 霧除けの腐朽

氏をリーダーとし、蟻害・および腐朽の調査を行った。

結果

建物が傾斜地に建っているため、建物北側（玄関周辺）は水はけが悪く（写真11）、日当たりも悪いためシロアリ被害および腐朽の発生が多く見られた。建物南側は床下も高く水はけも良い状態である。調査できた範囲の建物の床下には、腐朽、シロアリ被害が認められ、雨漏りが原因のシロアリ被害、腐朽箇所もあり（写真12、13）、過去に改修工事、部分的な補修工事が行われた形跡も見受けられた。なお、調査の詳細の状況については、楽寿館《蟻害・腐朽検査報告書》に記載してある。

また、建築面積504m²（平屋建て）のうち床下調査できた範囲が全体の3分の2ほどで、建物が文化財のため床下への侵入口を新設することもできず、調査不能箇所が出てしまい、今後課題を残した。



写真11 土台の腐朽およびシロアリの食害あと



写真13 軒下の接写

4. まとめ

2回の文化財蟻害・腐朽検査を終えてその意義と責任の大きさを痛感している。

当支所と文化財保護行政とのつながりが強化されつつあること、このような目に見える成果を発表することによって、今まで折衝してきた他の分野の行政（建築・農林・消費者・保健所等）ともさらに深い関係に発展させる素地が出来たように思う。また、過去、協会の知名度を高めるために行われてきたラジオスポットCM、タウンページ掲載などの宣伝広告費を、より効果的な方法に変換でき、しかも一般県民への啓蒙活動も同時に出来るようになったこと、いつも競合相手としか考えられなかった協会員が同じ目的に向かって協力できるようになったことは非常に大きい成果である。

マスコミへの協会知名度も当然上がっている。同時に、制度は出来ているが、実際には有効活用され

ていない協会員による蟻害・腐朽検査員制度の啓発になればこれほど効果はないと考えている。

これらは2回や3回の検査では駄目で、少なくとも未調査文化財がある限りやり続ける必要がある。しかし、この事業の難しい点も明らかになってきている。

大きな点を列挙すると、

調査について

- 該当調査責任者は調査前に図面を確認するだけでなく、実際に現地に赴き調査範囲、床下に入る箇所・方法・養生の仕方を必ず確認しておく。
- 責任者の確認事項を添付して、事前に調査員に調査マニュアル（目視・非破壊調査であること・調査事項・写真の撮り方・メンバー表など）を送付し、前もってシュミレーションしてもらうよう徹底しておくこと。
- 写真には必ず文章で説明をつけてもらうこと。
- 養生は特に徹底させること。
- 2回の経験から、建物の周囲の状況調査がおろそかになりがちである。全員で外から調査を始めること。
- 終了後全員で総括を行っているが、単なる感想

ではなく、そのまま調査報告書の所見となるような意見を引き出す。

- 責任者が報告書を1ヶ月以内に完全完成させる。日が経つ毎に記憶は曖昧になる。
- 腐朽とシロアリ以外の建物害虫の被害について、もう一度研修をする必要がある。その他のことは調査マニュアルに列記されているので、上記のことが遵守されれば、回を追うごとに完成された文化財蟻害・腐朽検査報告書になるだろう。

所見について

- 調査者全員が所見を考え、それをリーダーがまとめる形で新しい所見を作る。
- 現在の報告書は写真と現況報告が主体で、今後の保存に対する具体策が抜けている。我々の考える対策提案をしっかりと折り込む必要がある。
- 対策提案を行った場合の予算なども今後提示してもいいだろう。
- 協会で防蟻・防腐対策を請け負うことのできるシステム作りを行う。

（静岡県支所）

<委員会からの報告>

ねこ土台設置家屋におけるシロアリ被害アンケート報告

(社)日本しろあり対策協会 仕様書委員会

1. 調査の目的

平成12年7月に日本住宅性能表示基準が制定公布され、木造家屋の地震対策が強化された。この対応として布基礎構造は、換気口などの切り欠きを設けない、連続構造が主流となった。換気措置も、土台と布基礎の間に隙間を設ける、ねこ土台構造が主流となった。そして、ベタ基礎とねこ土台商品の組み合わせで防蟻保証を行う建材メーカーがあり、土壌処理を行わない住宅が増加した。近年、この土壌処理を行わなかった住宅で、シロアリ被害が増加している。協会では、この被害実態を把握するため、ねこ土台設置家屋に関するシロアリ被害アンケート調査を実施することとした。

2. 調査の実施詳細

全国の登録施工業者会員800社に、アンケート用紙を配布し、FAXで回答を求めた。また、アンケートと同時に、被害写真の提供も求めた。

- (1) 依頼者 仕様書委員会
- (2) 実施期間 平成21年10月15日から26日まで
- (3) 対象者 登録施工業者会員 800社
- (4) 回答方法 FAX
- (5) 回収数 170件 (回収率 21%)
- (6) 写真提供者 10件

3. 被害写真

3.1 被害写真提供者

被害写真については、10人の方から提供があった。写真を検討し、報告事例として7件の組写真を作成した。

写真提供者数	10人
採用事例写真	7件

3.2 被害写真事例内容

被害写真事例は、ねこ土台被害家屋が6件、基礎外断熱材被害が1件の計7件であった。基礎外断熱材被害写真は、提供依頼事項とは異なるが、別事例として、紹介する。

3.3 被害写真集

提供された被害写真事例を次に紹介する。

① ねこ土台のシロアリ被害写真01

提供者：近畿消毒株式会社



写真1 ねこ土台被害写真01-1 ねこ土台蟻道



写真2 ねこ土台被害写真01-2 ねこ土台蟻土



写真3 ねこ土台被害写真01-3 ねこ土台蟻土



写真6 ねこ土台被害写真02-2 ねこ土台蟻道

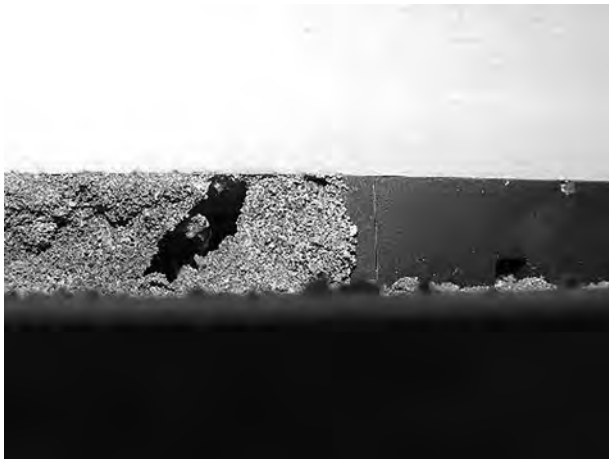


写真4 ねこ土台被害写真01-4 ねこ土台蟻土



写真7 ねこ土台被害写真02-3 ねこ土台蟻道

② ねこ土台のシロアリ被害写真02

提供者：岡山環境保全センター株式会社



写真5 ねこ土台被害写真02-1 ねこ土台蟻道



写真8 ねこ土台被害写真02-4 ねこ土台蟻土

③ ねこ土台のシロアリ被害写真03

提供者：株式会社マツダ住宅サービス



写真9 ねこ土台被害写真03-1 床下蟻道



写真12 ねこ土台被害写真03-4 ねこ土台蟻道

④ ねこ土台のシロアリ被害写真04

提供者：橋本しろあり有限会社



写真10 ねこ土台被害写真03-2 ねこ土台蟻道



写真13 ねこ土台被害写真04-1 外蟻道



写真11 ねこ土台被害写真03-4 ねこ土台蟻道



写真14 ねこ土台被害写真04-2 玄関框被害



写真15 ねこ土台被害写真04-3 ねこ土台蟻道



写真18 ねこ土台被害写真05-2 ねこ土台蟻道



写真16 ねこ土台被害写真04-4 框内側蟻土



写真19 ねこ土台被害写真05-3 ねこ土台蟻道

⑤ ねこ土台のシロアリ被害写真05

提供者：三共アメニテクス(株)長崎サービスセンター

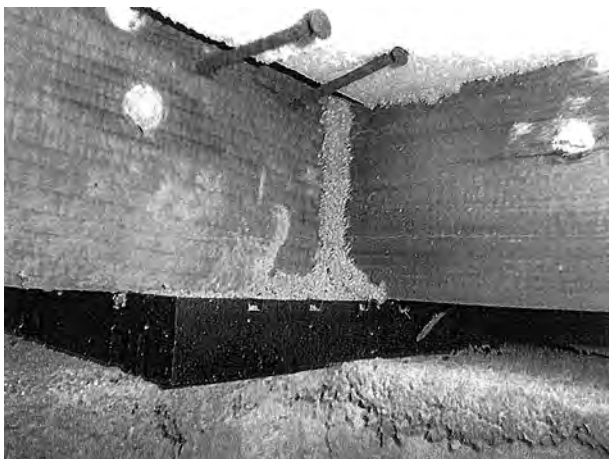


写真17 ねこ土台被害写真05-1 ねこ土台蟻道



写真20 ねこ土台被害写真05-4 ねこ土台蟻道

⑥ ねこ土台のシロアリ被害写真06
提供者：株式会社友清白蟻



写真21 ねこ土台被害写真06-1 ねこ土台蟻道



写真22 ねこ土台被害写真06-2 床下蟻道



写真23 ねこ土台被害写真06-3 ねこ土台蟻道



写真24 ねこ土台被害写真06-4 ねこ土台蟻道

⑦ 基礎外断熱材のシロアリ被害写真07
提供者：株式会社ハウスガード



写真25 基礎外断熱材被害写真07-1 外断熱材被害



写真26 基礎外断熱材被害写真07-2 外断熱材被害



写真27 基礎外断熱材被害写真07-3 外断熱材被害



写真28 基礎外断熱材被害写真07-4 外断熱材被害

4. アンケート結果

4.1 支部別回答数

主に工事を行っている県名から、支部別回答数を求めた。

設問① 主に工事をされている県名を記入下さい。

表1 支部別回答数

支部名	回答数
東北北海道	10
関東	35
中部	24
関西	32
中国	13
四国	15
九州	32
沖縄	9
全国	170

4.2 ねこ土台家屋での被害経験

設問② ねこ土台設置家屋でのシロアリ被害の経験がありますか。

表2 ねこ土台家屋での被害経験

支部名	被害あり	被害なし
東北北海道	40%	60%
関東	57%	43%
中部	67%	33%
関西	35%	65%
中国	54%	46%
四国	60%	40%
九州	68%	32%
沖縄	0%	100%
全国	53%	47%

回答者の半分以上が、ねこ土台設置家屋での、シロアリ被害を経験している。被害の割合も、南高北低と、シロアリの分布に比例している。

4.3 ねこ土台家屋での被害件数

設問③ ねこ土台設置家屋のシロアリ被害は何件くらいですか。

表3 ねこ土台家屋の被害件数

支部名	2件	3件	4～5件	6～10件
東北北海道	14%	14%	14%	
関東	3%	15%	15%	9%
中部	14%	14%	10%	5%
関西	7%	4%	15%	4%
中国	9%	18%	9%	
四国	7%	14%	21%	7%
九州	11%	4%	26%	7%
沖縄				
全国	8%	10%	16%	5%

注) 被害件数 0, 1, 11～20, 21～30, 31～40, 51件以上の各数値は省略した。

ねこ土台設置家屋のシロアリ被害件数は、平均で3～5件で、被害は南が多く北が少ない。シロアリの分布に比例している。

4.4 ねこ土台家屋での被害件数

設問④ シロアリの種類は、どちらですか。

北海道から関西までは、ヤマトシロアリの被害が多く、中国四国では、ヤマトシロアリ、イエシロアリ両方の回答が多い。九州では、イエシロアリの被害が多い。

表4 シロアリの種類

支部名	ヤマトシロアリ	両方	イエシロアリ
東北北海道	100%		
関東	100%		
中部	63%	31%	6%
関西	78%	17%	6%
中国	29%	43%	29%
四国	10%	60%	30%
九州	5%	9%	86%
沖縄			
全国	57%	18%	25%

注) 沖縄県では、建物の殆どが、コンクリート造りで木造家屋がなく、ねこ土台を使用した家屋がない。

4.5 シロアリの侵入箇所

設問⑤ 家屋へのシロアリ侵入箇所は、どこからですか。

表5 シロアリの侵入箇所（全国集計）

侵入箇所	割合
玄関	21%
布基礎外蟻道	11%
基礎打ち継ぎ隙間	11%
配管隙間	10%
勝手口	7%
基礎型枠金具隙間	7%
床下土壌	7%
布基礎の割れ	6%
その他	20%

ねこ土台家屋シロアリ侵入箇所は、玄関が一番多い。

4.6 床下構造の割合

設問⑥ ねこ土台設置、被害家屋の床下構造割合を記入して下さい。

北海道と九州はベタ基礎構造が多い。四国では、他地域より、土間コン構造が多い。寒冷地では、20%程度土壌が残っている。

表6 床下構造の割合

支部名	ベタ基礎	土間コン	土壌
東北北海道	77%	20%	3%
関東	60%	14%	26%
中部	53%	26%	21%
関西	67%	13%	19%
中国	61%	20%	19%
四国	51%	43%	6%
九州	79%	16%	6%
沖縄			
全国	64%	20%	16%

5. 家屋構造及び防蟻措置の変化（参考資料）

平成20年5月に住宅金融支援機構が発表したフラット35の利用調査報告を紹介する。

この報告では、平成14年から平成19年にかけて、換気措置は、換気口からねこ土台に移行したことが判る。床下地面の防蟻措置は、土壌処理が減少し、ベタ基礎への依存が増加している。外軸組の防蟻措置も、薬剤処理が減少し、外壁通気構造への依存が増加している。これらの家屋構造の変化は、平成12年の4月施行の「住宅の品質確保の推進に関する法律」、同年7月制定公布の「日本住宅性能表示基準」

表7 家屋構造及び防蟻措置の変化（フラット35利用調査）

項目	平成19年	平成14年	
床下換気措置	ねこ土台	73.0%	49.5%
	換気口	13.1%	37.2%
基礎断熱工法	8.6%	5.1%	
床下地面の防蟻措置	べた基礎	82.8%	32.5%
	土壌処理	5.0%	37.3%
外軸組の防蟻措置	薬剤処理	55.8%	76.8%
	外壁通気	25.9%	7.2%

によるものであり、室内空気汚染対策として、薬剤を使わない防蟻措置を推奨した。平成13年、この技術基準に基づき、住宅金融公庫の木造住宅工事共通仕様書が改正され、防蟻措置に薬剤を使わない住宅が増加した。薬剤処理を行う住宅は減少した。

6. ま と め

平成15年に行った、ねこ土台工法被害実態調査アンケートでは、ねこ土台工法でのシロアリ被害回答は15%であった。今回の調査では、シロアリ被害が53%に増加している。また、会員より提供された被害写真から、シロアリがねこ土台に蟻道を構築し、家屋に被害を与えている状況が確認された。

これらの報告から、ねこ土台は、換気措置としては有効でも、シロアリの侵入防止は期待できないこ

とが判断できる。

また、家屋へのシロアリ侵入箇所調査で、玄関、基礎打ち継ぎ隙間、配管隙間、基礎型枠金具隙間などベタ基礎に関する侵入が49%に及んでいる。このことは、ベタ基礎構造でも、シロアリが侵入し易いことを示している。土壌処理を行わないベタ基礎構造の家屋が増加しており、シロアリ被害の増加が懸念される。その対策として、ベタ基礎構造であっても、ベタ基礎打設前の土壌処理施工を強く推奨する。

今回提供された被害写真については、広報委員会と活用方法を協議し、できるだけ早く会員に公開したいと考えている。また、被害写真募集は今後も継続するので、会員の協力をお願いする。

最後に、今回、アンケートの回答と写真を提供いただいた会員に厚くお礼申し上げます。

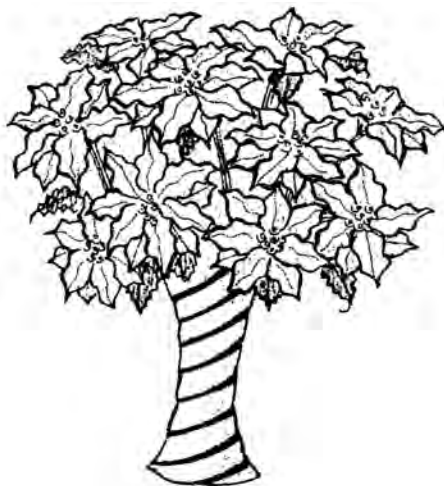
<協会からのインフォメーション>

屋我嗣良氏国土交通大臣表彰受賞



このたび本協会元会長，琉球大学名誉教授屋我嗣良氏は，多年，建築物等のシロアリ防除対策の普及，啓発に尽力されたご功績により，第21回住生活月間功労者表彰において国土交通大臣表彰の栄に浴されました。

皆様とともにお祝い申し上げます。



<協会からのインフォメーション>

松井清文氏国土交通大臣表彰受賞



このたび本協会元理事，大成白蟻工業(株)代表取締役松井清文氏は，多年，建築物等のシロアリ防除対策の普及，啓発に尽力されたご功績により，第21回住生活月間功労者表彰において国土交通大臣表彰の栄に浴されました。

皆様とともにお祝い申し上げます。



．．．出版のご案内．．．

社団法人 日本しろあり対策協会発行物一覧

図 書 名	価格(税込)	会員価格	送 料
シロアリと防除対策	3,150円	—	340円
しろあり及び腐朽防除施工の基礎知識 (防除施工士受験用テキスト・2010年版)	2,500円	—	290円
試験問題集 (2010年版)	3,500円	—	290円
木造建築物の腐朽診断と補修方法	2,000円	1,500円	210円
防虫・防腐用語事典 (改訂版)	1,500円	1,000円	210円
防除施工標準仕様書	300円	—	180円
しろあり防除施工における安全管理基準	500円	—	210円
機関誌「しろあり」(年2回発行)	1,000円	—	210円
情報誌「agreeable」(年4回発行)	500円	—	140円
会員名簿 (21年版)	3,500円	2,500円	340円
蟻害及び腐朽の検査診断手法 (蟻害・腐朽検査員研修テキスト)	3,000円	—	340円
会員のみ頒布			
しろあり防除 (予防・駆除) 薬剤の安全性	2,000円	—	210円
パンフレット (被害・生態・探知) A5版 (50部以上)	150円	—	別途
パンフレット (被害・生態・探知) A4版	200円	—	別途
安全手帳	500円	—	140円
蟻害・腐朽検査員のみ頒布			
現場調査補助写真集	2,500円	—	290円
蟻害・腐朽検査診断報告書作成システムCD-ROM (マニュアル付き)	10,000円 (送料込み)		
蟻害・腐朽検査診断報告書	500円	—	290円

※ご注文の場合は、現金書留または振込でお願いします。

銀行振込口座 りそな銀行新宿支店 普通預金 No.0111252

郵便振替口座 00190—3—34569

口 座 名 (社)日本しろあり対策協会

○ お問い合わせは、☎ 03-3354-9891 ・ fax 03-3354-8277 (協会事務局)