

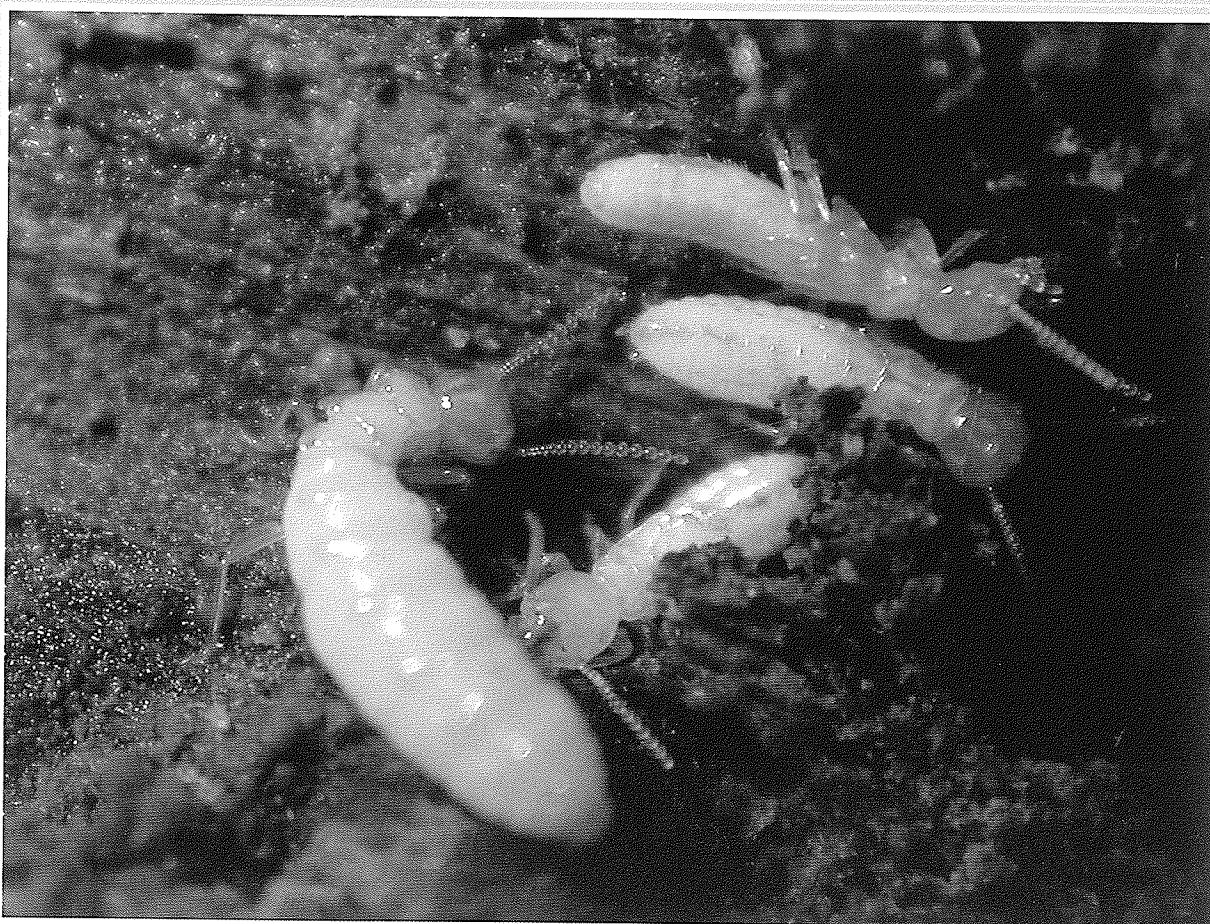
しろあり

1

2008

No.149

TERMITE JOURNAL



社団法人 日本しろあり対策協会

JAPAN TERMITE CONTROL ASSOCIATION

目 次

<報 文>

- サイプレスパイン（豪州ヒノキ）材の抗シロアリ活性に寄与する抽出成分について
光永 徹・渡邊泰高... (1)
- 中越沖地震における住宅の被害調査と生物劣化の報告
森 拓郎・築瀬佳之・村上 了・香東章博... (11)

<研究トピックス>

- ヤマトシロアリのカースト決定における遺伝的要因の影響
林 良信・宮田 仁・北出 理... (20)
- ヤマトシロアリの幼形生殖虫の分化と生殖虫による制御.....宮田 仁... (22)
- 兵隊シロアリにおける神経改変.....石川由希・三浦 徹... (24)

<文献の紹介>

- 土壌シロアリ *Reticulitermes flavipes* 職蟻間での¹⁴Cイミダクロプリドの
 摂取・伝播・代謝..... M. Tomalski・L. Vargo
 (訳) 滝野 卓・佐々木英明... (28)

<研究発表会>

- 既存住宅における腐朽・カビ対策.....吉 元 敏 郎... (34)
- 24時間完全監視型防除「シロアリ検知通報システム」について
 愛称：テルテルみはりくん.....有 富 榮一郎... (38)
- 札幌産ヤマトシロアリの耐寒性—各地産及びトビイロケアリとの比較—
青 山 修 三... (42)
- 東北・北海道におけるベイト工法によるシロアリ防除の現状
伊藤 豊・菅野誠吉・末永隆行・坊孝太郎... (46)
- 鹿児島県産業会館シロアリ被害報告.....西村兼美・廣瀬博宣... (50)
- アメリカカンザイシロアリの被害多発地域における住民の意識調査
橋本実樹・田中勇史・田所侑子・田口正訓・江口信隆... (57)

<委員会からの報告>

- 研究発表会についてのアンケート調査報告.....土 井 正... (61)

<履 歴 書>

- 株式会社アイキ 創立30周年特別記念講演より—“90歳の我が人生”
田 中 英次郎... (64)

<協会からのインフォメーション>

- 永田光弘先生国土交通大臣表彰受賞..... (70)
- 改正建築基準法施工に伴う混乱の緩和措置について.....広報・普及委員会... (71)

表紙写真：ヤマトシロアリの補充生殖虫（ニンフ型幼形生殖虫）（写真提供：林 良信）

し ろ あ り 第149号 平成20年1月16日発行		広報・普及委員会	
発 行 者	吉 村 剛	委 員 長	吉 村 剛
発 行 所	社団法人 日本しろあり対策協会	副 委 員 長	村 井 良 志
	〒160-0022 東京都新宿区新宿1丁目12-12 オスカカテリーナ (4F)	委 員	須 石 須 高 与
	電話 03 (3354) 9891 FAX 03 (3354) 8277		飯 田 瀨 高 康
	http://www.hakutaikyo.or.jp/		今 加 尾 尚 浩
印 刷 所	東京都中央区八丁堀4-4-1 株式会社 白橋印刷所		金 尾 良 浩
振 込 先	りそな銀行新宿支店 普通預金 No.0111252		佐 々 木 重 勝
		事 務 局	友 々 清 明 孝 次 章
			山 野 弘 子
			吉 山 田 子

SHIROARI

(TERMITE JOURNAL)

No. 149, January 2008

Contents

[Reports]

- Cypress pine (*Callitris glaucophylla*) heartwood extractives contributing to anti-termite activity
.....Tohru MITSUNAGA and Yasutaka WATANABE... (1)
- Survey on damage and biological deterioration of houses in Niigataken Chuetsu-Oki Earthquake in 2007
.....Takuro MORI, Yoshiyuki YANASE, Satoru MURAKAMI and Akihiro KOUSOKU... (11)

[Research Topics]

- Genetic influence on caste determination in *Reticulitermes speratus*
.....Yoshinobu HAYASHI, Hitoshi MIYATA and Osamu KITADE... (20)
- Neotenic differentiation in *Reticulitermes speratus* and suppression by preexisting neotenic
.....Hitoshi MIYATA... (22)
- Neural modifications in termite soldiersYuki ISHIKAWA and Tohru MIURA... (24)

[Abstracts of Scientific Papers]

- Aquisition, transfer and metabolism of [¹⁴C] Imidacloprid among workers of
subterranean termite, *Reticulitermes flavipes* (Isoptera : Rhinotermitidae)
.....M. TOMALSKI and L. VARGO (Translation : Takashi TAKINO and Hideaki SASAKI)... (28)

[Presentations at the Research Meeting]

- Decay and mold management in existing houses Toshio YOSHIMOTO... (34)
- A newly developed 24-h termite monitoring system : "Teru-Teru Miharikun"
.....Eiichiro ARITOMI... (38)
- Behavior of the Japanese termites (*Reticulitermes Speratus*) in Sapporo,
Hokkaido under low temperature conditions
— Comparison with other local colonies and dark-brown ant (*Lasius japonicus*) —
.....Shuzo AOYAMA... (42)
- Present status of the termite control by the bait system in Tohoku and Hokkaido
.....Yutaka ITO, Seikichi KANNO, Takayuki SUENAGA and Kotaro BOU... (46)
- Survey on infestation of *Coptotermes fomosanus* at Kagoshima Industrial Hall
.....Hironobu HIROSE... (50)
- Questionnaire survey to residential people in the heavily infested area by *Incisitermes minor* (Hagen)
.....Masaki HASHIMOTO, Yuji TANAKA, Ikuko TADOKORO,
Masakuni TAGUCHI and Nobutaka EGUCHI... (57)

[Committee Information]

- Report of the 1st Research MeetingTadashi DOI... (61)

[Special Contributions]

- "My Life of Ninty Years" — the special lecture at the 30 years anniversary of Aiki Co. Ltd.
.....Eijiro TANAKA... (64)

- [Information from the Association] (70)

<報 文>

サイプレスパイン（豪州ヒノキ）材の抗シロアリ活性に
寄与する抽出成分について光永 徹¹⁾・渡邊 泰高²⁾

1. 背 景

サイプレスパインは、オーストラリアを起源としてヨーロッパ、アメリカ大陸に至るまで広く分布するヒノキ科 (Cupressaceae) の針葉樹である。その生物耐朽性は非常に高く、建築構造物、デッキ、フローリング、土台や外壁などに古くから経験的に利用されてきた。オーストラリアは世界屈指のシロアリ生息地の一つであることで知られている。しかしながら、とりわけ強力な木造建築物への食害性で知られているミゾガシラシロアリ科の *Coptotermes lacteus* Froggatt の被害が著しいにも関わらず、ニューサウスウェールズ州では *Callitris* 種で建造された“100年住宅”と呼ばれる建造100年以上の大変古い住宅が立ち並んでいる¹⁾。

オーストラリアにおいて“サイプレスパイン”は、木材利用上で重要なものとして *Callitris glaucophylla* Thompson et Johnson, *C. columellaris* F. Muell., *C. intratropica* R.T. Baker et H.G. Smith, *C. endlicheri* (Parl.) Bailey, *C. macleayana* (F. Muell) F. Muell., *C. rhomboidea* R. Brown ex A. Rich. & Rich. の6種の総称に用いられてきた。オーストラリアクイーンズランド州政府の技術誌では、貿易上の慣用名として“CYPRESS”の後にそれぞれ“WHITE”, “COAST”, “NORTHERN”, “BLACK”, “BLUSH”, “DUNE”を加えた呼称が使われている²⁾。このうち *C. glaucophylla*, *C. columellaris*, *C. intratropica* の3種は、強い生物耐朽性と機械的強度を誇っている。*Callitris* 属の生物耐朽性に関する研究が精力的に行われていた研究機関の一つに、オーストラリアのCSIRO (Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation)がある。この研究機関のRudmanらを中心として“The causes of natural durability in timber”と題し発表した論文は数多く、サイプレス

パインの生物耐朽性成分の研究の歴史は、木材の抗シロアリ活性成分研究の歴史に始まるともいえる。木材の抗シロアリ活性成分にまつわる研究は、20世紀初頭にまで遡り、1910年にBakerらは、サイプレスパイン材の“callitrol”というフェノール性の抗蟻フラクシヨンの存在を提唱し³⁾、後に1931年にDadswellらは、“callitrol”を酸性物質であるとして“callitric acid”と改名⁴⁾、さらには同研究を共同で行っていたTrikojusらが“callitric acid”をモノテルペンカルボン酸である“citronellic acid”であることを明らかにした⁵⁾。一方、1923年には大島が *Callitris glauca* (後に *C. glaucophylla*) から木材由来の抗シロアリ活性の原因物質は、guaiolであるという報告をしている⁶⁾。1960年代になるとRudmanは、*C. columellaris* (inland form)の抽出物中から、図1に示した *l*-citronellic acidに加えて、GC分析によってguaiol, α -, β -, γ -eudesmol, cryptomeridiolを検出すると共に⁷⁾、*C. columellaris*のシロアリおよび木材腐朽菌に対する耐朽性のファクターとして、辺材に比べ心材が極めて耐朽性が高いことを明らかにしている^{8,9)}。その後、*l*-citronellic acidは、シロアリ科テングシロアリ亜科の *Nasutitermes exitiosus* Hill に対する毒性、同様に木材腐朽菌である *Coniophora olivacea* (Fr.) Karst. と *Coriolus sanguineus* (L.) G. Cunnに対する毒性を有することを明らかにしており、さらに同抽出物中のeudesmol異性体も殺菌剤であることを明らかにしている¹⁰⁾。さらにCSIROのFrenchらは、主にguaiol, β -eudesmol, 未同定セスキテルペンラクトンを含む *C. columellaris* 材の石油エーテル抽出物の中性画分が、ムカシシロアリ科の大型シロアリである *Mastotermes darwiniensis* Froggattの主な忌避活性画分であることを報告している¹¹⁾。CSIROの *Callitris* 属に関する研究は

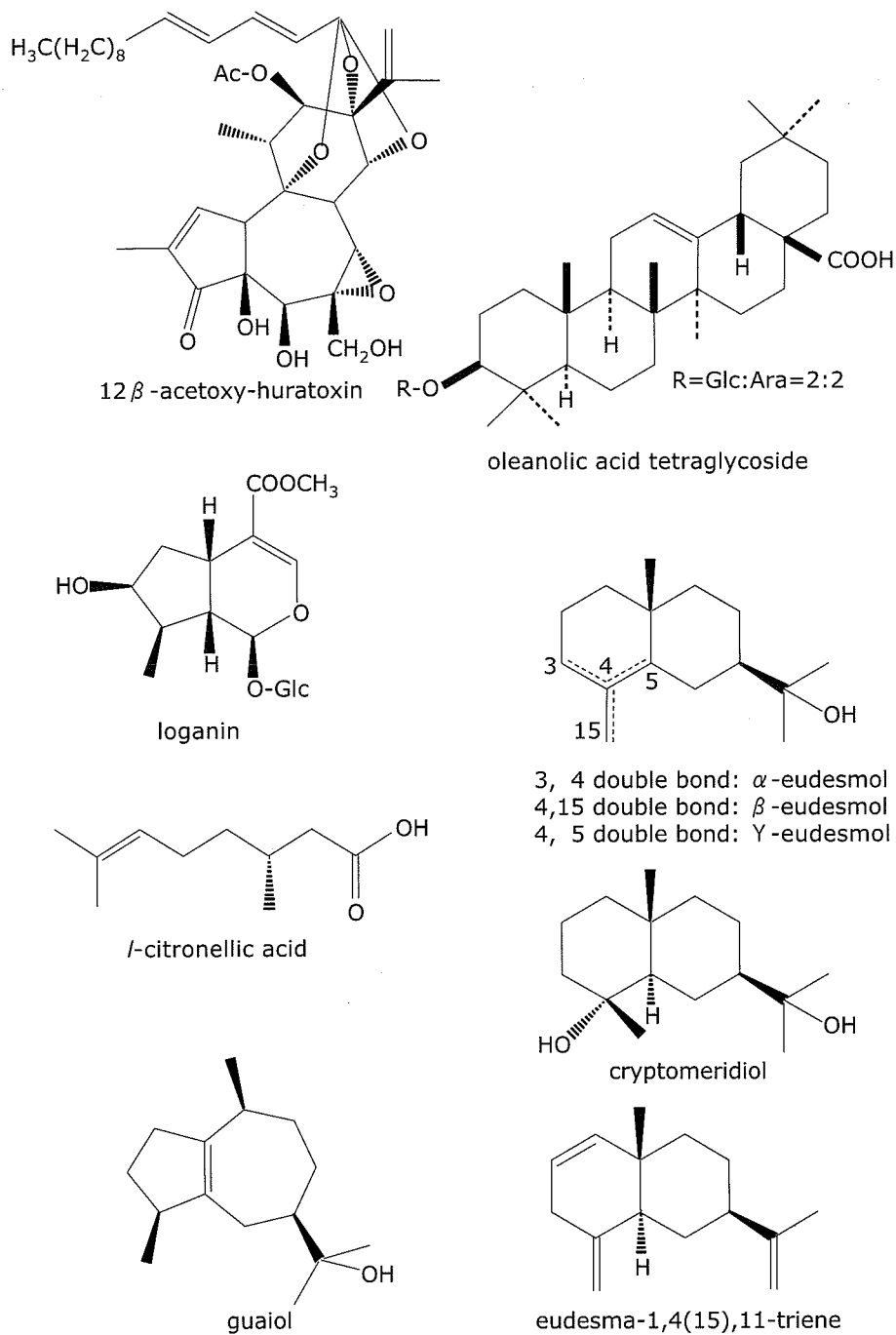


図1 サイプレスパイン材由来の抗シロアリ活性成分

歴史が深く、*C. columellaris*材の杭を用いた野外暴露試験の結果も報告されており、テルペノイド成分の揮発性および残存率について興味深いデータが得られている¹²⁾。1970年代後半には、オーストラリアのクイーンズランド大学のBrecknellらによって、*C. columellaris*心材中の主要なセスキテルペンラクトン類の単離同定が行われ^{13, 14)}詳細な構造解析による*C. columellaris*の成分化学に関する基礎を築いた。1990年代には、*Callitris*属近縁3種の化学組成に

についての報告がそのほとんどを占め、1998年にドイツのハンブルク大学のOyedejiらによって、*C. intratropica*材のエッセンシャルオイル中から新規セスキテルペンの(-)-eudesma-1,4(15), 11-trieneが単離同定された¹⁵⁾。またクイーンズランド大学のDoimoらは、1999年と2001年に*C. glaucophylla*, *C. columellaris*, *C. intratropica*材の溶媒抽出物および蒸留オイルについて詳細なテルペノイド類の組成を、特に γ -ラクトン類に焦点を当てて報告してい

る^{16,17)}。1990年代後半から2000年にかけて、オーストラリアナショナル大学とCSIROの研究チームが非耐朽性のラジアータパイン (*Pinus radiata* D. Don) およびスラッシュパイン (*Pinus elliotii* Engelm.) の材チップを *C. glaucophylla* 心材チップと混合してパーティクルボードあるいはMDFを調製し、イエシロアリと同科のミゾガシラ科 *Coptotermes acinaciformis* (Froggatt), *Coptotermes lacteus* (Froggatt), *Coptotermes frenchi* (Hill) および褐色腐朽菌 *Coniophora puteana* (Schum. ex Fr.), 白色腐朽菌 *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Quel. に対する耐朽性を実証している^{18,19)}。しかしながら、近年分析機器の発展に伴ってこのように多くのモノテルペン類、セスキテルペン類が *Callitris* 属の材抽出物から単離同定されているにも関わらず、その成分組成と生物耐朽性との関係に言及した論文は全くなく、*Callitris* 属の抗シロアリ活性および抗木材腐朽菌活性は、未だに解明されていない現状にある。

このような背景から、本研究では、*C. glaucophylla* 心材抽出物のイエシロアリに対する非選択強制摂取試験および二者選択の忌避活性試験による、殺蟻活性および忌避活性化合物について報告する。

2. 実験方法

2.1 心材抽出物の分画

C. glaucophylla は、オーストラリア、クイーンズランド州、Cecil Plains の州有林にて直径約30cm、樹齢100年以上の個体を採取し、現地の製材所にて製材され自然乾燥後、(株)小山商店(四日市)にて日本へ輸入されたものを提供いただき供試料とした。試験に供するまで研究室内で室温にて保存した。

C. glaucophylla 心材(10cm×10cm×50cm)を、直径10mmのドリル刃を備えた電動ドリルにて低速でチップを掘削後、直ちにチップ約100gを蓋付褐色ガラス瓶に入れ、メタノール1L(液比1:10)で室温暗所にて24時間抽出した。同様の抽出をエタノールについても行った。それぞれ抽出液を減圧ろ過後、35℃でエバポレータにて減圧濃縮し、油状の粗抽出物CY-M(8.4g)およびCY-E(6.7g)をそれぞれ得た。粗抽出物CY-M約1.0gを80%メタノール水に溶解し、僅かな不溶部をポアサイズ0.45μmのシリンジフィルタにて除去後、逆相中圧HPLC分取に供し、UV波長210nmで検出した6つのピークを基に分画

した(CY-M1~M6)。得られた画分から溶媒を35℃でエバポレータにて減圧留去し、油状の画分CY-M1(CY-M当たり11.7%), -M2(19.8%), -M3(14.9%), -M4(16.9%), -M5(9.6%), -M6(11.6%)を得た。粗抽出物CY-Eは約1.2gを順相HPLC分取に供し、UV波長210nmで検出した3つのピークを分取した(CY-E1~E3)。シリカゲルカラムに残留した極性画分をメタノールにて溶離し、CY-E4として得た。

2.2 非選択強制摂取試験

日本木材保存協会規格第11号(1981)に準じ(日本木材保存協会編1998)、底面を25gの歯科用硬質石膏で固めた直径(内径)80mm、高さ60mmの亚克力樹脂製の円筒を作成し、試験飼育器とした。10mgの試料(CY-M, CY-M1~M6)にTween 60 50mgと200μLの蒸留水を加え、試験管内で激しく攪拌し乳化させた。乳化試料全量を直径25mmのセルロース濾紙全体に滴下して含浸し、プラスチックスペーサを介して底面中央に置き、無作為に飼育容器から取り出したイエシロアリ(*Coptotermes formosanus* Shiraki)の職蟻20頭、兵蟻2頭を投入した。ステンレス製のバット内にイオン交換水で十分に湿潤したパルプシートを敷き、その上に試験飼育器を静置し、15日間、28℃のインキュベータ内暗所で飼育した(図2)。コントロールとしてTween 60と蒸留水のみを含浸した濾紙を供し、ポジティブコントロールには市販の防蟻・防腐剤であるアルキルアンモニウムクロライド(AAC:大日本木材防腐(株)製)を用いた。死虫数は奇数日に目視にて測定し、機械的刺激を与えても反応しない個体を死亡としてカウントした。各試料当たり3回の繰り返しを行った。な

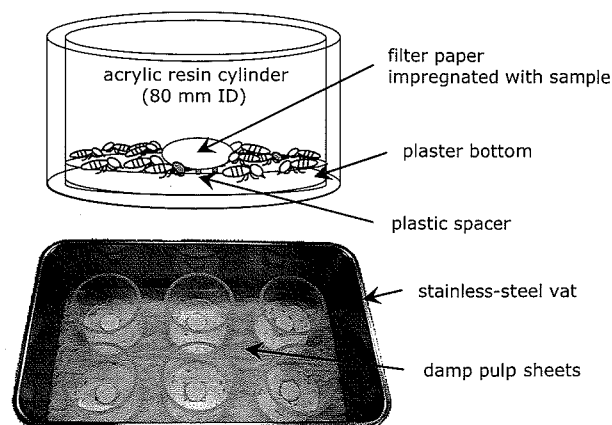


図2 非選択強制摂取試験

おいエシロアリは、京都大学木質科学研究所（現：生存圏研究所，京都）内で10年以上飼育されているコロニーから一部を当研究室で所定期間飼育したものをを用いた。

2.3 二者選択忌避試験

調製した粗抽出物CY-Mおよび-E，画分CY-M1～-M6，CY-E1～-E4，CY-E2-1～-4，標準化合物(-)-citronellic acid (Aldrich Chem. Co. Inc., USA)，geranic acid (Aldrich Chem. Co. Inc.)，guaial (*C. glaucophylla*より単離)， β -eudesmol (和光純薬工業(株)，大阪)，dihydrocolumellarin (*C. glaucophylla*より単離)，columellarin (*C. glaucophylla*より単離)をエタノールに23.6mg/Lの濃度で溶解し，50 μ L (試料含量1.18mg)を1 mLのジエチルエーテルに溶解希釈した。この試料溶液を半円に切断した濾紙全体にガラスピペットにて滴下し，試料溶液は各半円濾紙当たり0.5% (w)の試料含量を与えた。含浸した半円濾紙は，速やかにブローフにて所定時間溶媒を風乾した。市販防蟻・防腐剤AACおよびヒノキ材水蒸気蒸留オイルを含浸した半円濾紙をポジティブコントロールとして用いた。所定量のエタノールおよびジエチルエーテルのみで処理した半円濾紙をブランクとした。試料含浸半円濾紙とブランク半円濾紙を組み合わせて1つの円形濾紙を作り，ガラスシャーレに置いた。濾紙の反りを防ぐため，直径(内径)60mm×高さ50mmの亚克力樹脂製の円筒にて組み合わせた濾紙の円周を押さえた。無作為に飼育容器から取り出したイエシロアリの職蟻10頭を組み合わせた濾紙の中央に投入した(図3)。各シャーレを28℃のインキュベータ内暗所に30分間静置した。10分毎に各半円濾紙上のシロアリ数を計測した。コントロール試験はブランクの半円濾紙2つを用いた。各試料当たり3回の繰り返しを行った。忌避活性(%)は以下の式(F)を用いて算出した。

$$\text{忌避活性(\%)} = \{(B - S) / A\} \times 100 \dots\dots (F)$$

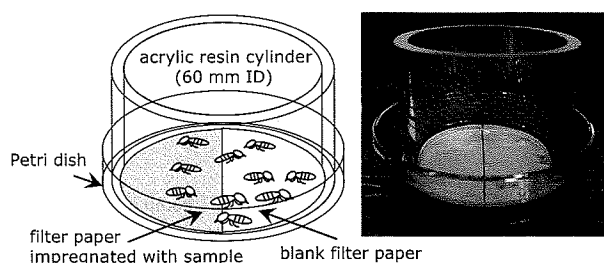


図3 二者選択忌避試験

B：ブランク半円濾紙上のシロアリ数

S：試料半円濾紙上のシロアリ数

A：試験に用いたシロアリ数

各試料の忌避活性の統計的な比較は，t-検定を用いた。これはコントロールに対する試料の忌避活性の有意差を0.01および0.05レベルで示す。

2.4 化合物1，2，3，および4の単離同定

画分CY-M5について水系GPC (GFC) カラムによるゲル濾過 HPLC 分取を行い，主要な2つのピークを分取した。得られた画分から溶媒を35℃でエバポレータにて減圧留去し，それぞれ淡黄色の油状物化合物1および2を得た。

画分CY-M4についてGFCカラムによるゲル濾過 HPLC 分取を行い，主要なピークを分取した。得られた画分から溶媒を35℃でエバポレータにて減圧留去し，淡黄色の油状化合物3を得た。画分CY-E2-4からは，化合物4を単離した。

単離化合物は，GC/MSに備えられた試料直接導入装置を用い，EIMSによる分子量測定および以下のNMR (JEOL JNM alpha-500分光計，日本電子株式会社，東京)によって構造決定を行った。¹H NMR，¹H-¹H COSY，HOHAHA，NOESY，¹³C NMR，DEPT，¹³C-¹H COSY，HMBC。試料溶媒にはCDCl₃を用い，内部標準としてTMSを用いた。

3. 結果および考察

3.1 心材抽出物の分画および分析

*C. glaucophylla*心材中に存在する抽出成分を包括的に抽出する方法として，心材チップについてジクロロメタン，メタノールを用いた逐次抽出を行った。得られた茶褐色油状の粗抽出物 (CY-Dおよび-M)は，それぞれ気乾チップ当たり5.9%，3.7%の収率であった。次いで揮発性成分の定性分析としてGC/MS分析に供した結果，CY-Dおよび-M共にguaialを主要成分として他3種のセスキテルペンアルコール α -eudesmol， β -eudesmol， γ -eudesmol，モノテルペンカルボン酸(-)-citronellic acidおよびgeranic acidが検出され(図4)，標準試薬およびNIST mass spectral database中のマススペクトルとのフラグメントパターンの類似性によって同定した。これらの含有成分は，モノテルペン類からセスキテルペン類まで広く分布しており，同属の*C. intratropica*で報告されている葉の水蒸気蒸留オイル

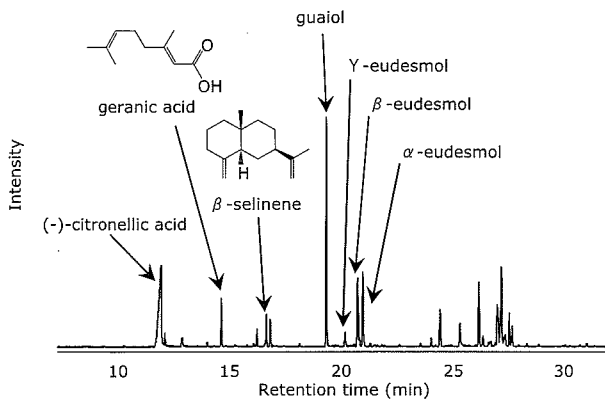


図4 サイプレスパイン材メタノール抽出物(CY-M)のトータルイオンクロマトグラフィー

の概ねモノテルペン炭化水素からなる組成とは全く異なった²⁰⁾。guaiolおよび3種のeudesmol異性体は、ムラサキ科植物 *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab.²¹⁾、フトモモ科樹木 *Eucalyptus macarthuri* Deane and Maiden²²⁾、ヒノキ科樹木 *Callitropsis araucarioides* R.H. Compton^{23,24)} など広い植物界に共存している。保持時間10分以降のいくつかのピークは、NISTのデータベースに含まれない化合物であった。これらは分子イオンピークが m/z 230程度の化合物群であり、フラグメントパターンからも炭素数15の含酸素セスキテルペン類、すなわちセスキテルペンカルボン酸あるいはセスキテルペンラクトンであることが予想された。

粗抽出物CY-Mは20種以上の化合物の混合物であるため、ODSカラムによる逆相HPLC分画に供した。溶離液として用いた80%メタノール水に粗抽出物CY-Mは僅かな沈殿を生じたため、前処理としてポアサイズ0.45 μm のシリンジフィルタにて除去した。検出器にはRIとUV (210nm) を用いて比較したところ、両者ともほぼ同等のクロマトグラムが検出された(図5)。しかしながら、RIは温度依存性が極めて高いことで知られており、本試験においても継続した安定性が得られなかったことから、以後の分画にはUV検出器を採用した。

UV波長210 nmで検出した6つのピーク(CY-M1~M6)を分取し、GC/MS分析した結果、CY-M3には(-)-citronellic acidと未同定成分、CY-M4には数種の未同定成分、CY-M5には2つの未同定成分、CY-M6にはguaiolとeudesmol異性体3種が含まれた。

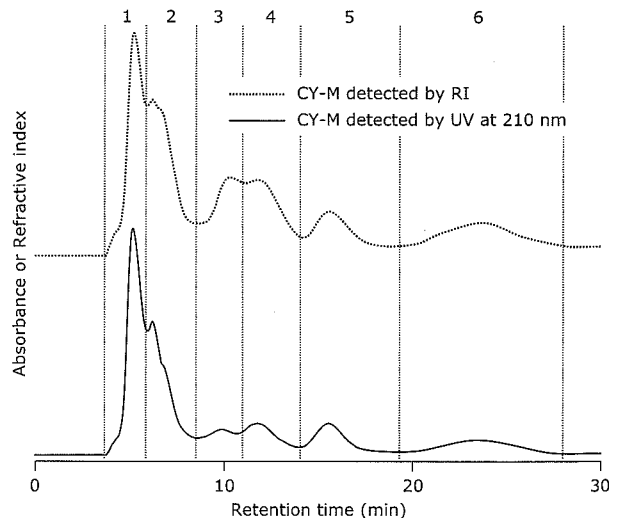


図5 CY-Mの分取HPLCクロマトグラフィー

3.2 非選択強制摂取試験の結果

粗抽出物CY-MおよびそのODS画分CY-M1~M6をイエシロアリ殺蟻活性試験に供した結果を(図6)に示す。本試験では姜らが提唱した試料調製方法を採用した²⁵⁾。すなわち、界面活性剤 Tween 60と少量の水によって試料を乳化し、油状試料の揮発を抑えてセルロース濾紙との親和性を増す方法である。予備試験においても未処理濾紙と同等のイエシロアリの生存率であったため、Tween 60のシロアリへの影響は考慮する必要がないことを確認した。またシロアリの生育に必要な水分の供給は、石膏を通して下から緩慢に浸透する方法を用いた。

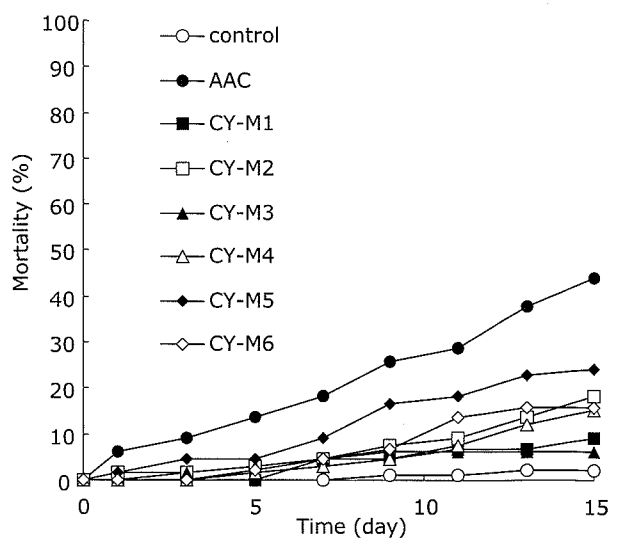


図6 CY-M分画物によるイエシロアリの非選択強制摂取試験の結果

AAC: アルキルアンモニウムクロライド

15日後の死虫率では、強力な活性を示したポジティブコントロールのAACに続いてCY-M5が高い活性を示した。さらに目視による観察では、この画分の試験飼育器内のイエシロアリは動作が極めて鈍くなる傾向が認められた。画分CY-M5は m/z 234および m/z 232の2つの化合物1および化合物2のみからなることがGC/MS分析から明らかとなり、単離同定した。一方、CY-M3は *C. glaucophylla* 材の殺蟻性成分として知られている(-)-citronellal¹⁰⁾が含まれる唯一の画分であるが、本試験方法においては、ほとんど活性が認められなかった。CY-M6は guaiol および eudesmol 異性体3種のセスキテルペンアルコールのみからなる画分である。セスキテルペンアルコールは、強力な殺蟻活性を示すものとして日本のヒノキ科の樹木であるヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) から T-muurolol および α -cadinol が報告されている²⁶⁾。 *C. glaucophylla* 中の eudesmane 型のセスキテルペンアルコール eudesmol は殺菌成分として報告されているが¹⁰⁾、イエシロアリに対しては、強い殺蟻活性を有さないことが明らかとなった。

3.3 二者選択忌避試験

本試験方法は、大谷らの方法²⁷⁾を大幅に改変した方法である。大谷らの方法は、乳化した湿潤状態の試料を含浸した外径の異なる濾紙または半円濾紙を組み合わせ、1日毎に死虫数を計測し、殺蟻性、忌避性、呼吸器毒性を判別する長時間の方法であるのに対し、考案した本方法は、試料溶液を含浸して溶媒を風乾した半円濾紙を組み合わせ、乾燥状態で10分毎に3回シロアリの分布を計測する短時間かつ簡便な方法である。

調製した粗抽出物CY-Mおよび-E、それぞれのODS、シリカゲル分画物をイエシロアリ忌避活性試験に供した結果を図7に示す。テルペノイド画分CY-M4およびCY-E2に極めて高い忌避活性（それぞれ85.0% ± 8.2SEM ; $P = 0.002$, 97.8% ± 2.2SEM ; $P = 0.001$ ）が認められた。画分CY-M1およびCY-E4には活性が認められなかった。CY-M1と同様に、CY-E4の含有物についてもGC/MS分析において検出されず、HPLC測定においてUVのベンゼノイドバンド領域に吸収を示した。したがって、両画分はフェノール性化合物からなることが示唆された。CY-E2の活性は注目すべきことに市販防蟻・

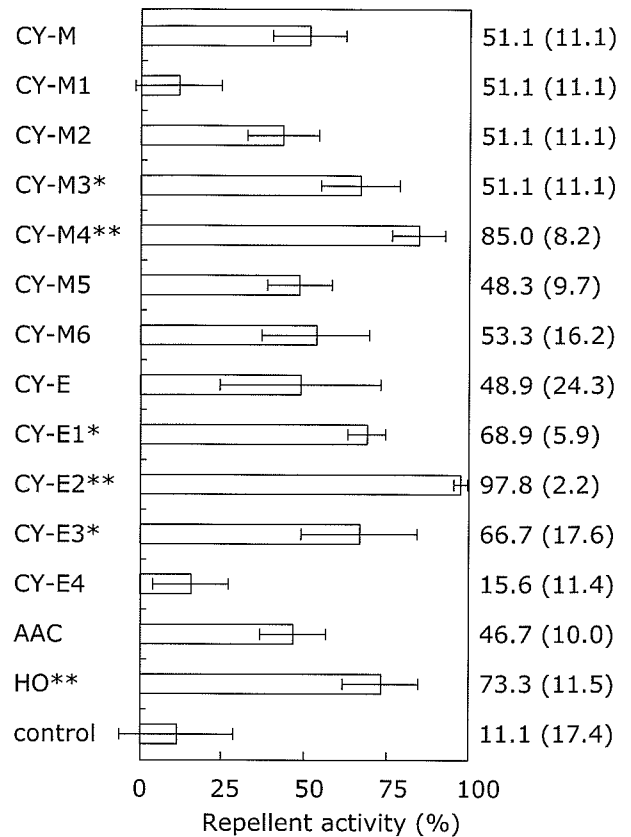


図7 サイプレスパイン材の各種抽出物によるイエシロアリの二者選択強制試験結果
* : $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ (student-T検定による有意差判定)
AAC : アルキルアンモニウムクロライド, HO : ヒノキ材水蒸気蒸留オイル

防腐剤AACよりも高い忌避活性を示した。CY-M4は主に化合物3および4, m/z 220から266の6つの含酸素セスキテルペン類を含んだ。CY-M3は未知化合物3種と化合物4をCY-M4と共通して含んでいるが、比較的低い活性しか示さなかった。増強作用、相乗作用、拮抗作用を無視すれば、CY-M4中に非共通成分として含まれる3種の未知化合物および化合物3が両画分の活性の差に寄与しているであろう。そこで相当する化合物のうち、とりわけ優勢的な成分 (*C. glaucophylla* 気乾心材当たり0.19%) として化合物3の単離を行った。

一方、画分CY-E2は主に(-)-citronellal, guaiol, α -, β -, γ -eudesmol異性体, 化合物4を含んだ。画分CY-M6が guaiol と α -, β -, γ -eudesmol異性体の混合物であり、CY-E2よりも低い活性を示したことを考慮すると、CY-E2の残りの成分、すなわち(-)-citronellalあるいは化合物

4がCY-E2の活性を向上させている可能性が示唆される。そこでCY-E2をさらに分画して得た4つの画分について、イエシロアリ忌避活性試験に供し、原因成分のスクリーニングを行ったところ、主に(-)-citronellic acid, guaiol, α -, β -, γ -eudesmol および化合物4からなる画分に高い活性(82.2% SEM \pm 7.0)が認められた。そこで未同定の化合物4(*C. glaucophylla* 気乾心材当たり0.32%)の単離を試みた。

3.4 単離化合物の構造と抗イエシロアリ活性

3.4.1 化合物1および2の構造と殺蟻活性

化合物1および2は、guaianolide型の構造を有する含酸素セスキテルペンでcolumellarinおよびdihydrocolumellarinであると同定した。それぞれのNMRスペクトルは文献値と一致した^{13),14)}。

構造は図8に示したとおりである。

columellarinおよびdihydrocolumellarinを単独成分として10mgの添加量にてイエシロアリ殺蟻活性試験に供したところ、columellarinに親画分CY-M5を超える高い活性が認められた。一方、dihydrocolumellarinはCY-M5より低い活性を示したことから、columellarinが*C. glaucophylla*心材抽出物の殺蟻活性成分の1つであることが本研究により明らかとなった。Doimoらの報告によると、columellarinは*C. glaucophylla*心材抽出物のセスキテルペンラクトンの中で最も多く存在することが示されていることから¹⁷⁾、本成分の*C. glaucophylla*の抗イエシロアリ活性に対する寄与が大きいことが示唆された。両者

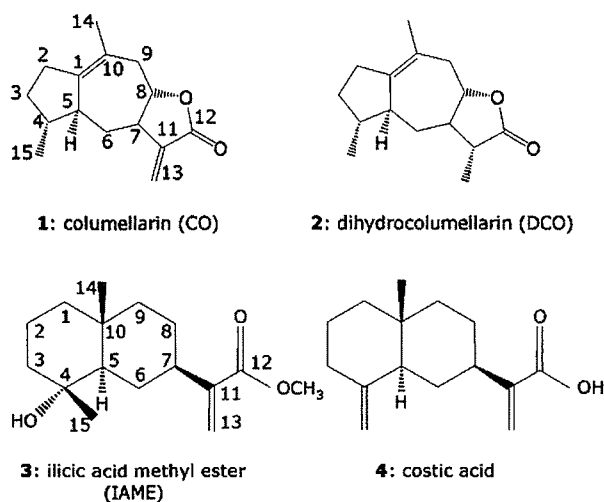


図8 サイプレス心材からはじめて単離された抗イエシロアリ活性物質

の化学構造による活性相関を考えた場合、両者ともguaianolide型のセスキテルペン γ -ラクトン構造を有しているが、columellarinがC-11位すなわち α 位に α -メチレン構造を有しているのに対し、dihydrocolumellarinは還元型の α -メチル構造となっている。 α -メチルに比べて立体構造的に平面性の高い α -メチレン- γ -ラクトン構造を有するセスキテルペンは、 α -メチル体と比較してヒト病原菌 *Microsporum cookei* Ajello, *Trichophyton mentagrophytes* (Robin) Blanchard, カビ毒産生・食品汚染菌 *Trichothecium roseum* (Pers.: Fr.), 作物病原菌 *Fusarium* sp. に対する抗菌活性, 細胞傷害性Tリンパ球に対する殺細胞活性²⁸⁾, および抗高脂血症活性²⁹⁾といった種々の生物・生理活性を持つことで知られている。これらは、本研究のcolumellarinおよびdihydrocolumellarinの構造活性相関とも一致する事実であった。

3.4.2 化合物3および4の構造と忌避活性

化合物3および化合物4はilicic acid methyl ester (IAME)とcostic acidであるとそれぞれ同定された。またそれらのNMRスペクトルは文献値と一致した^{30)~33)}。植物界における両化合物の分布としては、ほぼキク科植物中に存在しており、IAMEは、*Ambrosia ilicifolia* (Gray) Payne³⁰⁾, *Artemisia herba-alba* subsp. *valentina* Lam.³¹⁾, *Artemisia phaeolepis* Krasch.³⁴⁾, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray³⁵⁾から単離されている。costic acidは、*Costus root oil*³²⁾, *Eupatorium capillifolium* (Lam) Small³³⁾, *Artemisia hedinii* Ostenf.³⁶⁾から単離されている。*C. glaucophylla*心材中からの両化合物の単離は、本論文が初めての報告である。図9にIAMEおよびcostic acidに加えて、*C. glaucophylla*心材抽出物中に存在する6つの標準化合物についてイエシロアリ忌避活性試験に供した結果を示す。IAMEは既に貯蔵害虫である *Sitophilus granarius* (Linnaeus) の成虫, *Trogoderma granarium* Everts の幼虫, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val の幼虫および成虫に対する強力な摂食阻害薬として報告されている³⁷⁾。この化合物は、本試験においてイエシロアリに対して高い忌避活性(66.7% \pm 7.5 SEM)を示したが、その単独成分としての活性は、親画分CY-M4よりも低かった。costic acidは、別の貯蔵害虫 *Tribolium castaneum* (Herbst) の幼虫に対する強

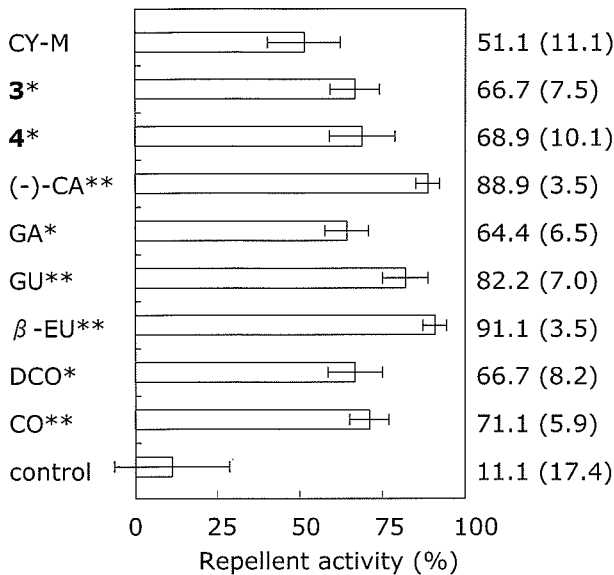


図9 単離化合物によるイエシロアリの二者選択忌避試験結果

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ (student-T検定による有意差判定)

(-)-CA: (-)-シトロネル酸, GA: ゲラニル酸, GU: グアイオール, β-EU: β-オイデスマール, DCO: ジヒドロコルメラリン, CO: コルメラリン

力な忌避活性, 頭部皮膜およびクチクラの欠損, 脚部および翅部の異常配置を含む様々な種類の奇形の誘発性が報告されている³⁸⁾。本試験において costic acid は, IAME, geranic acid, dihydrocolumellarin, columellarin と同等のイエシロアリ忌避活性を示した (68.9% ± 10.1 SEM)。一方, (-)-citronellic acid, guaiol, β-eudesmol は, より高い活性を単独成分として示した。

4. ま と め

ホワイトサイプレス心材の抗蟻活性に寄与する物質の探索のため, *C. glaucophylla* 心材抽出物とその HPLC 分画物を殺蟻活性および忌避活性試験に供した。殺蟻活性試験の結果, モノテルペン類, セスキテルペン類から構成される画分が高い死虫率を示した。その画分から 2 種のセスキテルペンラクトン dihydrocolumellarin および columellarin を単離同定し, それらの単独成分での同試験の結果, columellarin に高い殺蟻活性を持つことを明らかにした。しかしながら, 市販の防蟻・防腐剤 AAC と比較して低い活性であったことから, *C. glaucophylla* 心材抽出成分は忌避性を有すると予想した。そこで半円

濾紙を組み合わせた二者選択の忌避活性試験方法を考案し, *C. glaucophylla* 心材抽出物画分を試験に供した。その結果, 全てのテルペノイド画分にイエシロアリ職蟻に対して忌避活性が認められた。特に 2 つの画分に極めて高い忌避活性が認められ, それぞれの画分からセスキテルペンカルボン酸メチルエステルである ilicic acid methyl ester, およびセスキテルペンカルボン酸である costic acid を単離同定した。両化合物は本研究によって初めて *C. glaucophylla* 中から単離されたものであった。さらに両化合物は AAC を超える忌避活性を示し, ヒノキ材油に匹敵する活性を示した。2 種類の抗蟻活性試験結果を考慮すると, *C. glaucophylla* 心材抽出成分のシロアリに対する抗蟻活性は, 殺蟻性ではなく, むしろ忌避性に起因することが示唆され, 本研究が *C. glaucophylla* 材の高耐朽性材としての利用に関する有用な基礎資料となると考えられる。

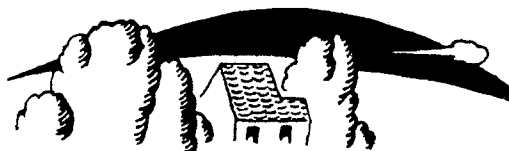
参 考 論 文

- 1) 遠矢良太郎 (1997): オーストラリアのサイプレス事情, 木材工業, 52, 259-263.
- 2) Smith, W.J., Kynaston, W.T., Cause, M.L. and J.G. Grimmett (1991): Building Timbers-Properties and recommendations for their use in Queensland, Technical pamphlet, Queensland Forest Service, Department of Primary Industries and Fisheries.
- 3) Baker, R.T. and J.G. Smith (1910) A research on the pines of Australia, Technical education series No. 16, Gullick WA, Govt, Printer, Sydney, pp. 60-66.
- 4) Dadswell, I.W. and H.E. Dadswell (1931): The relation between durability and the extractives of the cypress pines (*Callitris* spp.), J. Counc. Sci. Ind. Res., 4, 208-216.
- 5) Trikojus, V.M. and D.E. White (1932): The chemistry of the constituents of the wood-oil of the "Callitris" pines. Part I. The constitution of "callitrol". J. proc. R. Soc. New South Wales, 66, 284-299.
- 6) Oshima, M. (1923): White ants injurious to wooden structures and methods of preventing their ravages, Proceedings Pan-Pacific Science Congress, Australia, pp. 332-341.
- 7) Rudman, P. (1964): The causes of natural durability

- in timber Pt. XV A gas chromatographic investigation into the nature and radial variation of the heartwood extractives of cypress pine (*Callitris columellaris* F. Muell.), *Holzforschung*, 18, 116-120.
- 8) Rudman, P (1963) : The causes of natural durability in timber Pt. XIII Factors influencing the decay resistance of cypress pine (*Callitris columellaris* F. Muell.), *Holzforschung*, 17, 183-188.
 - 9) Rudman, P (1964) : The causes of natural durability in timber Pt. XIV Intra-specific variations in termite resistance of cypress pine (*Callitris columellaris* F. Muell.), *Holzforschung*, 18, 113-116.
 - 10) Rudman, P (1965) : The causes of natural durability in timber Pt. XVII The causes of decay and termite resistance in *Callitris columellaris* F. Muell., *Holzforschung*, 19, 52-57.
 - 11) French, J.R.J., Robinson, P.J., Yazaki, Y. and W.E. Hillis (1979) : Bioassays of extracts from white cypress pine (*Callitris columellaris* F. Muell.) against subterranean termites, *Holzforschung*, 33, 144-148.
 - 12) Yazaki, Y. (1983) : Volatility of extractive components in white cypress pine (*Callitris columellaris* F. Muell.), *Holzforschung*, 37, 231-235.
 - 13) Brecknell, D.J. and R.M. Carman (1978) : Callitrisin, columellarin and dihydrocolumellarin, new sesquiterpene lactones from the heartwood of *Callitris columellaris*, *Tetrahedron Letters*, 1, 73-76.
 - 14) Brecknell, D.J. and R.M. Carman (1979) : Novel sesquiterpene lactones from *Callitris columellaris* heartwood, *Aust. J. Chem.*, 32, 2455-2471.
 - 15) Oyedeji, A.O., Ekundayo, O, Sonwa, M.M., Fricke, C. and W.A. Konig (1998) : (-)-Eudesma-1,4 (15), 11-triene from the essential oil of *Callitris intratropica*, *Phytochemistry*, 48, 657-660.
 - 16) Doimo, L. (2001) : Azulenes, costols and γ -lactones from cypress-pines (*Callitris columellaris*, *C. glaucophylla* and *C. intratropica*) distilled oils and methanol extracts, *J. Essent. Oil Res.*, 13, 25-29.
 - 17) Doimo, L., Fletcher, R.J. and B.R. D'Arcy (1999) : Comparison in the γ -lactone content of oils and extracts from white cypress pine (*Callitris glaucophylla* Thompson & Johnson), *J. Essent. Oil Res.*, 11, 415-422.
 - 18) Evans, P.D., Creffield, J.W., Conroy, J.S.G., S.C. Barry (1997) : Natural durability and physical properties of particleboard composed of white cypress pine and radiata pine, *Forest Prod. J.*, 47, 87-94.
 - 19) Evans, P.D., Dimitriades, S., Cunningham, R.B. and C.F. Donnelly (2000) : Medium density fibreboard manufactured from blends of white cypress pine and non-durable wood species shows increased resistance to attack by the subterranean termite *Coptotermes lacteus*, *Holzforschung*, 54, 585-590.
 - 20) Ogunwande, I.A., Olawore, N.O., Kasali, A.A., W.A. Konig (2003) : Chemical composition of the leaf volatile oils of *Callitris intratropica* R.T. Baker & H.G. Smith from Nigeria, *Flavour Fragr. J.*, 18, 387-389.
 - 21) Seikel, M.K. and J.W. Rowe (1964) : Eudesmol isomers from *Cordia trichotoma* wood, *Phytochemistry*, 3, 27-32.
 - 22) McQuillin, F.J. and J.D. Parrack (1956) : The isomeric eudesmols and their association with carissone in *Eucaryptus macarthuri*, *J. Chem. Soc.*, 2973-2978.
 - 23) Bates, R.B. and E.K. Hendrickson (1962) : γ -Eudesmol from *Callitropsis araucarioides*, *Chem. Ind. (Lond)*, 1759-1760.
 - 24) Rudloff, E. (1962) : The isolation of guaiol and α -cadinol from the wood oil of *Neocallitropsis araucarioides*, *Chem. Ind. (Lond)*, 743-744.
 - 25) 姜 夏泳, 鮫島一彦, 高村憲男 (1994) : 高知県産広葉樹材の耐蟻性試験 (第4報) カゴノキ (*Litsea coreana* Leveille)材の殺蟻活性成分の単離と同定, *木材学会誌*, 40, 64-71.
 - 26) 金城一彦, 堂福康海, 屋我嗣良 (1988) : ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* Endl.) の殺蟻成分について, *木材学会誌*, 34, 451-455.
 - 27) Ohtani, Y. Hazama, M. and K. Sameshima (1996) : Crucial chemical factors for termiticidal activity of hinoki wood (*Chamaecyparis obtusa*)II. Variations in termiticidal activities among five individual samples of hinoki wood, *Mokuzai Gakkaishi*, 42, 1228-1233.
 - 28) Picman, A.K. (1984) : Antifungal activity of sesquiterpene lactones, *Biochem. Syst. Ecol.* 12, 13-18.
 - 29) Hall, I.H., Lee, K.H., Starnes, C.O., Muraoka, O. Sumida, Y. and T.G. Waddell (1980) : Antihyperlipidemic activity of sesquiterpene lactones and related compounds, *J. Pharm. Sci.*, 69, 694-697.

- 30) Herz, W., Chikamatsu, H. and L.R. Tether (1965) : Constituents of *Ambrosia ilicifolia* (Gray) Payne, J. Org. Chem., 31, 1632-1634.
- 31) Sanz, J.F., Castellano, G. and J.A. Marco (1990) : Sesquiterpene lactones from *Artemisia herba-alba*, Phytochemistry, 29, 541-545.
- 32) Bawdekar, A.S. and G.R. Kelkar (1965) : Terpenoids-LXVIII Structure and absolute configuration of costic acid - A new sesquiterpenic acid from costus root oil, Tetrahedron, 21, 1521-1528.
- 33) Rao, K.V. and F.M. Alvarez (1981) : Antibiotic principle of *Eupatorium capillifolium*, J. Nat. Prod., 44, 252-256.
- 34) Tan, R.X. and W.Z. Wang (1995) : A new eudesmanic acid from *Artemisia phaeolepis*, J. Nat. Prod., 58, 288-290.
- 35) Kuo, Y.H. and C.H. Chen (1997) : Diversifolol, a novel rearranged eudesmane sesquiterpene from the leaves of *Tithonia diversifolia*, Chem. Pharm. Bull., 45, 1223-1224.
- 36) Tan, R.X., Jia, Z.J., Yan, Z.Q. and C.H. Deng (1995) : New eudesmane acids from *Artemisia hedinii* Ostenf, Indian J. Chem., 34B, 565-568.
- 37) Daniewski, W.M., Kroszczyński, W. Bloszyk, E., Drozd, B. Nawrot, J., Rychlewska, U., Budesinsky, M. and M. Holub (1986) : Sesquiterpenoids from *Ditrichia ciscosa* (L.) GREUTER. Their structure and deterrent activity, Collect. Czech. Chem. C 51, 1710-1721.
- 38) Garcia, M., Sosa, M.E., Donadel, O.J., Giordano, O.S. and C.E. Tonn (2003) : Allelochemical effects of eudesmane and eremophilane sesquiterpenes on *Tribolium castaneum*, larvae, J. Chem. Ecol., 29, 175-187.

(1) 岐阜大学応用生物科学部
 (2) 日本製紙ケミカルズ(株)



中越沖地震における住宅の被害調査と生物劣化の報告

森 拓郎¹⁾・築瀬 佳之²⁾
村上 了¹⁾・香束 章博¹⁾

1. はじめに

2004年10月23日に新潟県のほぼ中央部に位置する川口町を震源としたマグニチュード6.8、震源深さ13kmの直下型地震が発生した。この地震は平成16年新潟県中越地震と名付けられた。本地震では川口町で震度7を記録し、68名の方が亡くなる大惨事であった。また、家屋の被害はひどく全半壊をあわせると1万6千棟に上り、山崩れや土砂崩れなども多数見られ、山古志村が取り残されたことなどは記憶に新しいだろう。その中越地方で3年という短い周期で、また大きな地震が発生した。この地震は、2007年7月16日10時13分に新潟県上中越沖(北緯37.3度、東経138.4度)で発生した。本震の震源の深さは約17km、マグニチュード6.8で、大きな余震(震度6弱)が1度起こっている。正式名は平成19年新潟県中越沖地震である。本震を含む余震を示したデータを図1に示す(気象庁より¹⁾)。本震における最大震度は新潟県長岡市、柏崎市、刈羽村、長野県飯綱町で震度6強、最大加速度は新潟県柏崎市西山町池浦で

1,018.9galであった。本震で建物の下敷きになって亡くなられた方が9名、その他の要因で亡くなられた方が5名となっている。この地域は地震の多い地域であり、過去にも大きな被害が報告されている。本報告は地震発生1週間後の柏崎市および刈羽村と、その周辺の社寺仏閣を調査したのである。

2. 建物被害の概況

調査を行った地区における地震による建物への被害概況を表1に示す。これらより、全壊で1,244棟にも上っており、大きな被害が出ていたことがわかる。ここで、非住宅とは公共施設、社寺、蔵、倉庫や車庫などを指す。被害の大きかった地区は限られており、震央からの距離、または地盤の関係などがあると思われる。柏崎市は最も被害が大きく、1,000棟を超える全壊の被害が報告されている。また、隣の刈羽村では166棟の全壊報告がある。実際の建物に対する全壊率はわからないが、筆者らの調査による傾向では、比較的古い家と重い屋根瓦の家に大き

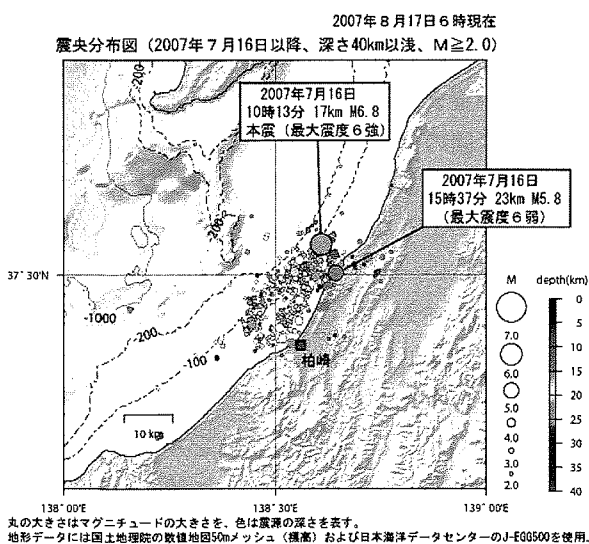


図1 震央分布図

表1 新潟県内の主な地区の被害概況 (H19.10.25現在)²⁾

市町村名	住 宅				非住宅
	全 壊	大規模半壊	半 壊	一部損壊	
長岡市	10	26	417	5,345	2,036
柏崎市	1,034	643	3,506	22,234	24,487
十日町市	1	0	14	177	113
燕 市	2	1	12	786	194
上越市	14	1	59	2,606	1,691
出雲崎町	17	16	112	1,382	278
刈羽村	166	136	305	650	2,214
そ の 他	0	1	4	886	212
合 計	1,244	824	4,429	34,066	31,225

な被害が見られていた。もちろん、それらの建物すべてが倒壊したわけではない。どの地区での地震でも見られることであるが、写真1に示すように棟瓦が落ちている家はたくさん見られ、特に古い民家が集中する地域では多く見られた。

ここで、古い住宅や重い屋根瓦を載せていた建物に大きな被害を及ぼした最も大きな原因である本地震の加速度応答スペクトルをその他の大きな被害のあった地震と並べて図2（防災科学技術研究所のデータを使用）に示す。図2より本地震のスペクトルはあまり大きくないが2秒付近に卓越している周期があり、固有周期の遅い建物に大きな被害を出した要因となっている。固有周期とは建物が固有に持っている堅さであり柔らかい建物ほどゆっくりとなる。現在の新しい木造住宅では、0.2秒から0.4秒と短くなっているが、古い木造住宅や重い屋根を持つ住宅であれば、この周期はもっと遅くなり、1秒以上になるものも多い。そのため、選択的にこれらの建物だけに被害を及ぼしたものと考えられる。ま



写真2 鉄骨造の建物の被害例（柏崎市内）

た、街中で見られた鉄骨造の建物の被害（写真2）の原因も同様であると考えられる。本地震は、地震の周期によって建物被害が大きく異なることを示した結果となった。近年研究の進んでいる日本列島の歪み集中帯についての報告では、中越地方や能登地方から神戸付近に向けて「新潟—神戸歪み集中帯」と呼ばれる歪みの集中があるとされている³⁾。そのため、これら地域では同様の周期の地震が起こる可能性が大いに考えられるため、被害軽減のための処置等を確立していく必要があると考える。また、振動台における住宅等の実大実験やさまざまな大学や研究機関、企業等で取り組まれている耐震に関する研究により、耐震診断法や耐震補強法などが確立されることが望まれる。

さて、今回のテーマである生物劣化について、特にシロアリおよび木材腐朽菌は地震時に木造建築物に対してどのような被害原因を作るかについて少し述べておきたい。どちらの場合でも言えることであるが、建物を支えるべく使われている材料自体の強度特性が大きく低減される。これは、普段暮らしている状況だけを考える場合には「床がきしむ」、「戸が閉まりにくくなる」などの被害を示すが、地震時のように建物を上に持ち上げる力が加わった場合は、建物重量以上の力で地面に押しつけられることになり建物自体が崩壊してしまうことになる。また、

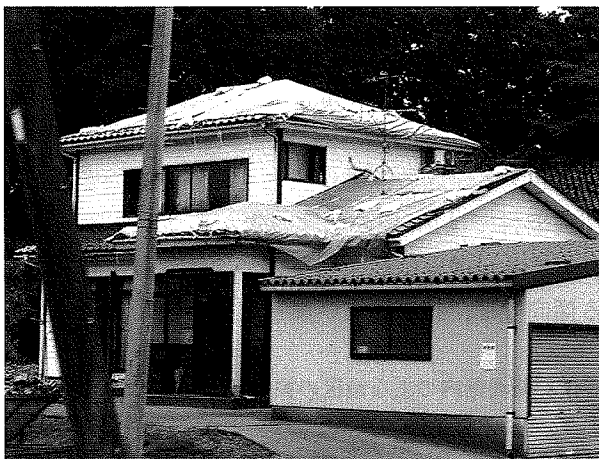


写真1 ブルーシートで屋根を覆う家

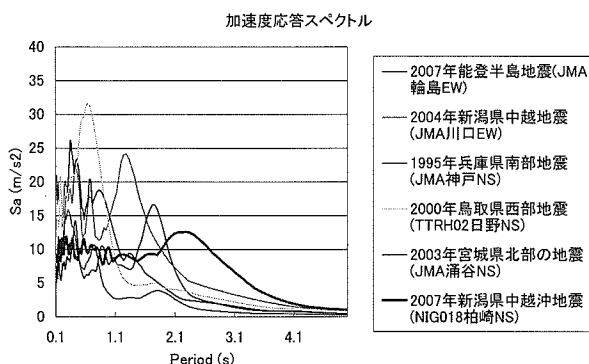


図2 加速度応答スペクトル



写真3 ほぞ部分が食害によりなくなってしまった梁

特に危険であるのが接合部における生物劣化である。一部分が生物劣化により大きく欠損することで、接合部が全く耐力を発揮できなくなるなどが考えられる。例えば、ほぞ差しの接合部を考えた場合、差し込まれたほぞは込み栓という材を打ち込むことによって、その接合部としての性能を発揮する。しかし、写真3のように、そのほぞ部分がシロアリによって食害を受けた場合は全く抵抗できずに引き抜けてしまい、部材が外れることによって建物崩壊をまねく結果となる。

実際の建物の耐震補強等に用いる書籍⁴⁾にも、その被害度は曖昧な表記がされており、今後、地震調査のみならず、一般住宅等における生物劣化調査等を行い、データの蓄積を測っていくことが重要であると考えられる。今回の調査においては、倒壊した家屋の柱の下部や土台材のほとんどで木材腐朽菌による被害が見られ、また一部ではヤマトシロアリによる食害が柱のみならず、梁や桁にまで見られたことなどから、これらの生物劣化はほとんど何も対策がされないままであったと考えられる。その一番の理由として、地震の前は、柱などの部材が壁で覆われ、外部から見えないからであり、地震対策として耐震診断と同時に劣化診断も合わせて行い、その評価方法を確立する必要があると考える。

3. 調査の行程および被害状況

7月22日 北陸自動車道柿崎インターから国道8号を北上し、柏崎市内を車乗より調査。また、国道116号を北上し、物部神社、多多神社の調査。

米山ICを過ぎたあたりから、ブルーシートによって屋根が覆われた家が目立ち始めた。アスファルトに亀裂が生じたり、盛り上がりたりしている道路が見られた(写真4)。また、傾いた電信柱も数多く見られた(写真5)。車庫や倉庫などの非住宅部分の倒壊が多く見られた(写真6)。



写真4 道路脇が崩れている様子



写真5 傾いた電信柱



写真6 倒壊している非住宅部分

二田物部神社（新潟県指定文化財）

1108年に遷座したと伝えられるが建物が同時期のものかはわからない。拝殿はほとんど変形していないが、拝殿と本殿を結ぶ建物の束石が大きくず

れたり倒れたりしていた（写真7）。また、本殿を取り囲む建物の土台が激しく腐朽しており、大きな変形が見られる部分があった（写真8）。一の鳥居の被害が激しく、礎石から完全に外れており、柱の

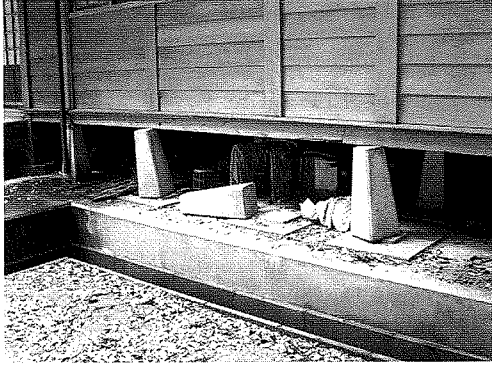


写真7 束石のずれおよび倒壊



写真8 建物の土台の腐れ

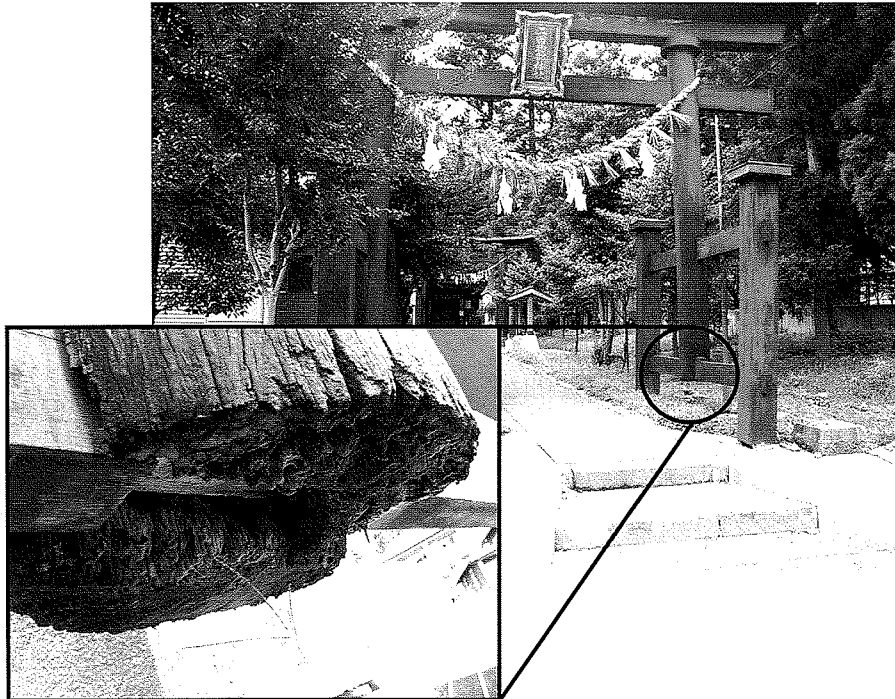


写真9 礎石から落ちている鳥居

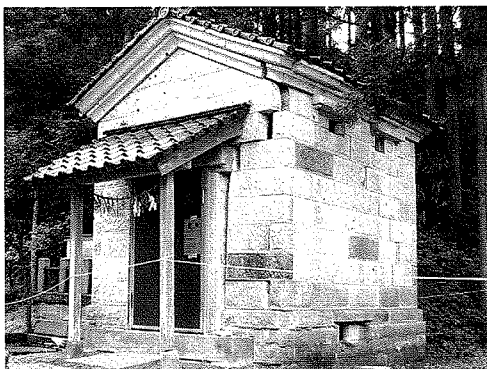


写真10 石の継ぎ目が剥がれている石造りの倉庫



写真11 完全に1階が崩壊した住宅と比較的新しい倉庫

下部には腐朽が見られ、柱内部は上部に向かって空洞化している部分も見られた(写真9)。燈籠や蔵などの石造のものはほとんどが激しい損傷を受けていた(写真10)。辺りの住宅についても、家屋の倒壊等が見られた(写真11)。

多多神社(国指定重要文化財)

建造物806年創立。本殿は、1519年に創立された。本殿には鍵がかかっており被害の確認ができなかった。拝殿は正面から見て手前側に全体的に傾いていた(写真12)。ほぞが抜けかけていた場所や、長押が落ちていた場所などがあった。床下を覗くと、根太を支える束の多くが礎石からずれている様子(写真13)が観察された。二の鳥居は木造で、特に足元



写真12 正面側に傾いている拝殿



写真13 束と礎石の大きなずれ

が腐朽しており、土台から外れていた。また、柱には大きな割れが生じていた。

柏崎市を出て長岡に向かって山間部に入って以降、家屋への被害はほとんど見られなくなった。

7月23日 長岡から石井神社および柏崎市内の調査。 越路西小学校

築3年の大規模木造の小学校。ほとんど被害はなかった(写真14)。



写真14 ほとんど被害の見られなかった越路西小学校

石井神社：イワイジンジャ(新潟県指定文化財)

社殿は1046年に再建されており、何度か修理が加えられている。最初は茅葺きだったが、現在は茅の上にトタンが葺かれている。社殿が正面から見て右手前側へと傾いていた(写真15)。特に束や土台の腐朽が激しく、芯の部分は空洞化している部分が多かった(写真16)。束石の上に立つ束は、継いだ部分が腐り自由に動くものもあった。

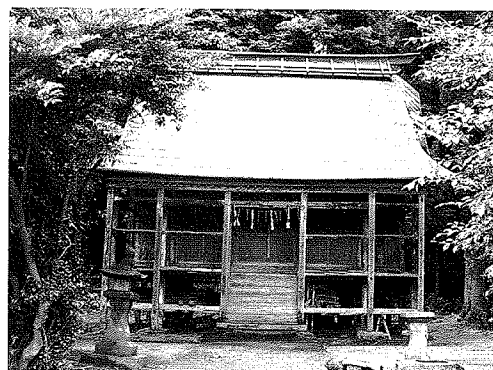


写真15 石井神社の正面(右へ少し傾いている)



写真16 土台付近の腐朽

柏崎市内中央部

中越地震や能登地震と同様に1階が崩壊している建物が目立った(写真17)。特に1階店舗のような建物(写真18)で、大きな開口を取っていることが影響しているような破壊が見られた。えんま通り沿いの店舗では、剥離した壁から見える柱等でいくつかシロアリの食害痕が発見された(写真19)。また、



写真19 商店街に面した正面の柱の蟻害



写真20 大きく傾く絵本館



写真17 1階が崩壊している住宅



写真21 食害の大きい柱と梁

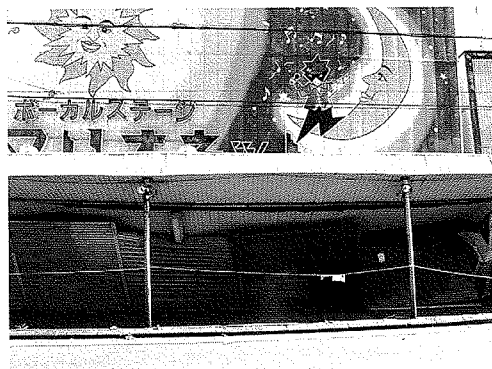


写真18 えんま通り沿いの1階が崩れている店舗

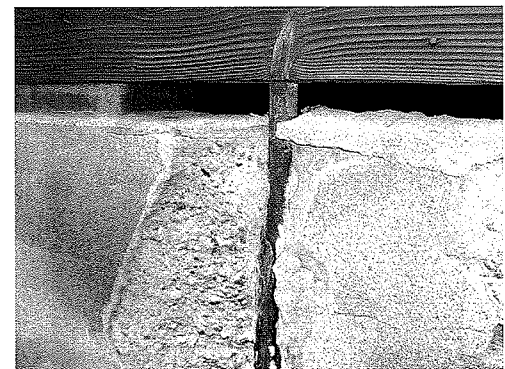


写真22 基礎の剥離によってむき出しになったアンカーボルト

絵本館では大きな損傷(写真20)や食害痕(写真21),基礎のコンクリートの割れなどが見られた(写真22)。加えて、街中にあるマツの切り株にはヤマトシロアリが生息していることが確認された(写真23)。これら、市内の倒壊している建物や大きな損傷を受けている建物のほぼ100%で褐色腐朽が見られ、約70%で蟻害が発見された。調査前に、腐朽の被害はある程度多いと推測していたが、ヤマトシロアリの被害が予想以上に発見されたことで、耐震補強をする前に、家屋のシロアリ被害調査と適切な防

除をする必要があると考える。また、その被害の大半は土台と基礎であったが、そのために基礎から踏み外してしまっている家屋等もあり、これらをうまく評価しなければ、建物安全性の確保は難しいと考える。また、建設中の木造住宅や近年建てられた住宅についてはほとんど被害が見られなかった(写真24, 25)。

7月24日 上越から大清水観音および西山地区、刈羽地区の調査。



写真23 市内で発見したヤマトシロアリ

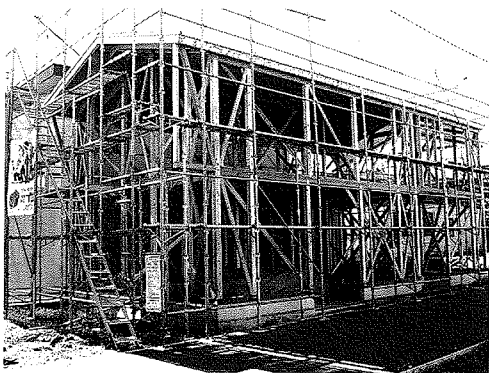


写真24 ほぼ無被害であった建設中の住宅



写真25 無被害の新築住宅

大泉寺（大清水観音堂）

国指定重要文化財の観音堂は1559年に再建された建物である。目立った損傷はなかったものの、東石

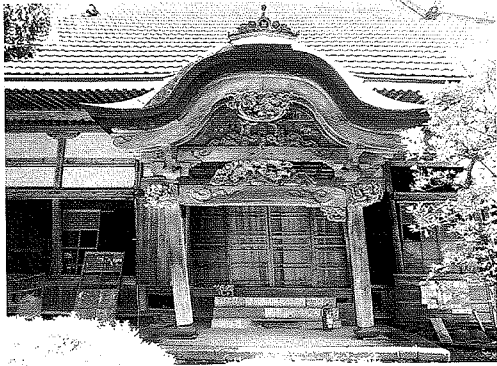


写真26 大きく傾いている本堂



写真27 柱材の腐朽



写真28 脚が折れて倒れかけている金剛力士像

と東との間にずれが生じていた。本堂（文化財指定なし）は最も被害が著しかった（写真26）。観音堂と比べ、床下の湿気が多く、周辺の柱の腐朽がかなり進行しており、シロアリあるいは他の木材穿孔昆虫による虫害も見られた（写真27）。市指定文化財の仁王門は、全体に大きくゆがんでおり、片方の金剛力士像が倒れていた（写真28）。

西山地区および刈羽村

これらの地区では、柏崎市内よりは被害が小さいものの建物の倒壊や瓦の被害等が見られた（写真29）。線路にも被害が見られた（写真30）。また昔から、民家の床下に冬の防雪用の資材等を入れる習慣があるが、現在その材は放置されたまま別の囲いをしているため、その材に腐朽や蟻害が見られるものがあった。これらは、生物劣化防止の面から考えると好ましいとは言えない。もっと良くないものとしては、資材を入れたままの状態でも床下を囲ってしまっているもので、風の通り等も少ないためシロアリなどにとっては格好の食害場所となっている。これらの部材管理についても検討が必要である。



写真29 倒壊している住宅

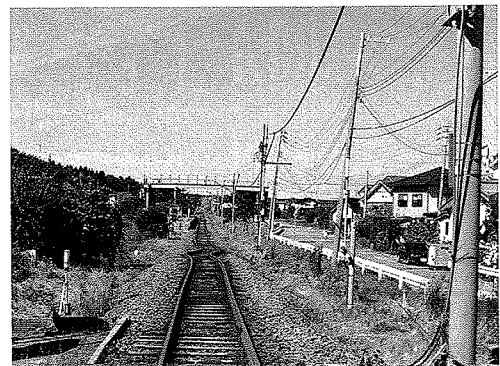


写真30 曲がっている線路

4. さいごに

今回の調査を終えて、前回と同様に住宅の耐震性能の重要性を実感した。また、既存の住宅については耐震診断および耐震補強の方法を向上させることで、より安全な住宅確保を目指すことの必要性を改めて痛感した。依然として、耐震補強や被害建物の補強方法などは確立されておらず、今後これらの研究が重要となる。加えて、シロアリや腐朽による被害により大きく耐力を低下させていたと思われる事例に多く出会った。木材腐朽については、ほとんどが土台や柱の下部に被害が集中していることから、床下環境の改善が必要であると考えられる。一方、シロアリの食害は床下の部材から、柱へ進行し、梁や桁などの部材にまで達しているものもあった。通常、柱などの部材は壁に覆われているため、シロアリの被害を発見することが難しい。そのため、半壊や一部損壊といった被害家屋でも、見えない壁内で現在でもシロアリの被害が進行している可能性も考えられる。今回の生物劣化調査は対象家屋が多かったため、全壊家屋を中心に、目視による調査のみで終わってしまったが、実際には半壊や一部損壊の家屋について計測機器などを用いることによって、より詳細に調査することが重要である。そして、耐震診断と生物劣化診断の結果をもとに、家屋の耐震補強を行っていく必要がある。その耐震補強を考える上で生物劣化による部材および接合部の残存耐力の評価方法の確立は大変重要と考えられ、これらの研

究を木質構造・材料の研究者と生物劣化の研究者また企業などが共同で行っていくことが不可欠であると考ええる。これらの研究が進むことによって安全、安心の町、家造りが進むことを願いつつ、本報告を終わりたい。

謝 辞

本報告に用いた調査は、京都大学生存圏研究所小松研究室の援助によって行ったものである。ここに感謝の意を表します。また、被災直後にもかかわらず、調査に訪ねたわれわれに暖かく接していただき、状況説明等をしてくださった被災地の皆さまに深く感謝いたします。一日も早い復興をお祈りします。

引用文献

- 1) 気象庁ホームページ：<http://www.seisvol.kishou.go.jp>
- 2) 新潟県報道資料：平成19年7月16日に発生した新潟県中越沖地震による被害報告について（第187報）
<http://bosai.pref.niigata.lg.jp/bosaiportal/0716jishin/>
- 3) 例えば、名古屋大学地震火山・防災研究センター：
<http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/>
- 4) 木造住宅の耐震診断と補強方法：監修 国土交通省住宅局建築指導課 発行 財団法人日本建築防災協会
(1) 京都大学生存圏研究所
(2) 京都大学大学院農学研究科

<研究トピックス>

ヤマトシロアリのカースト決定における遺伝的要因の影響

林 良信・宮田 仁・北出 理

1. はじめに

社会性昆虫の最大の特徴は、コロニーの構成個体が形態、行動が大きく異なるカーストに分化し、分業することである。シロアリ類では、これまで多くのカースト分化に関する研究が行われてきており、カーストは環境要因（フェロモンや栄養など）により決定されることが示されているが、遺伝的要因がカースト決定に影響するという証拠はなかった。

ヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus* が卵から孵化した後の発生経路は2齢幼虫の後にニンフの系列とワーカーの系列に分岐する。ニンフとワーカーは、コロニー創設者である一次生殖虫が死亡したときなどに、脱皮をしてそれぞれニンフ型・ワーカー型幼形生殖虫に分化する。

ヤマトシロアリでは、幼形生殖虫が単為生殖して生じた子がすべてニンフに分化し¹⁾、ニンフ・ワーカーの分化に遺伝的要因が関与していることが示唆された。さらに、最近われわれはヤマトシロアリのニンフ・ワーカーの分化に関して交配実験を行い、遺伝的要因が明確にカースト決定に影響することを発見した²⁾。本稿ではその研究について紹介する。

2. 方法

ヤマトシロアリのメス (f) とオス (m) のニンフ型・ワーカー型幼形生殖虫 (N, E) を用い、4通りの交配 (fNmN, n=7; fNmE, n=5; fEmN, n=7; fEmE, n=4) と単為生殖 (fN, n=4; fE, n=9) をさせた。生まれた卵は親から離して同一の飼育条件で育て、どのカーストに分化したか調べた。

3. 結果

fN, fEによる単為生殖で生じた子はほぼすべて (100%, 99%) がニンフに分化した (図2)。fNmNではメスワーカーとオスワーカーがほぼ1:1 [48.4±1.7% : 47.7±1.5% (mean±SEM)] で出現

し、ニンフはほとんどみられなかった。fNmEではメスニンフとオスワーカーがほぼ1:1 (45.9±1.6% : 50.2±1.4%) でみられた。fEmNではオスニンフ、メスワーカー、オスワーカーがほぼ1:1:1 (31.0±4.0% : 35.8±2.7% : 31.9±1.4%) でみられた。fEmEではニンフがワーカーより多かったが、メスニンフ、オスニンフ、メスワーカー、オスワーカーがほぼ1:1:1:1で出現した (33.0±5.8% : 29.7±5.2% : 19.8±4.5% : 17.4±4.1%)。

また、生殖虫が180日間の実験期間中に産んだ卵のうち、3齢まで成長したものの割合 (生存率) を調べた。fEの生存率は0.13±0.02 (mean±SEM) で、fN・fNmN・fNmE・fEmEと有意な差があった (0.38±0.09, 0.48±0.06, 0.48±0.06, 0.38±0.07; Turkey's HSD test, 0.05 significance level)。fEmNの子の生存率は0.30±0.06で他の交配ペア・単為生殖による子の生存率と有意な差はなかった。

4. 考察

子の飼育条件を同一にしたにもかかわらず、親のカーストと性の組合せによって子のカーストと性の割合は大きく異なっており (図1)、遺伝的要因が子のカースト決定に影響することがわかった。

本研究で得られた子のカースト比・性比は「X染色体上の1遺伝子座2対立遺伝子モデル (図2)」と合致する。このモデルにおいてfEの単為生殖で1/2, fEとmNの交配で1/4の個体が致死であり、実験で観察された子の生存率はモデルから予測される生存率と同じ傾向であった。

このモデルにより一次生殖虫の雌雄のペアの子はすべてワーカーとなり、一次生殖虫の死亡後はコロニー内に出現するワーカー型幼形生殖虫の繁殖により遺伝的なニンフも生まれると予測される (図2)。Matsuura *et al.*³⁾によるヤマトシロアリを用いた飼

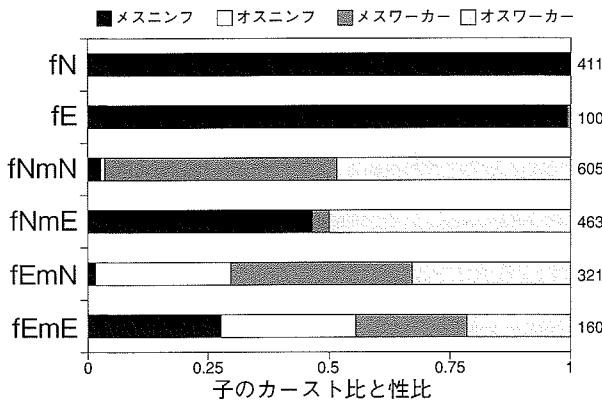


図1 メス (f)・オス(m) のニンプ型・ワーカー型幼形生殖虫 (N, E) の単為生殖, 交配による子の性とカーストの割合。得られた子の数は右に示す。

	X^BY ♂N	X^AY ♂E	単為生殖		
X^AX^A ♀N	X^AX^B ♀ワーカー	X^AY ♂ワーカー	X^AX^A ♀ニンプ	X^AY ♂ワーカー	X^AX^A ♀ニンプ
X^AX^B ♀E	X^BX^B ♀致死	X^BY ♂ニンプ	X^AX^A ♀ニンプ	X^BY ♂ニンプ	X^BX^A ♀ニンプ
X^AX^B ♀E	X^AX^B ♀ワーカー	X^AY ♂ワーカー	X^AX^B ♀ワーカー	X^AY ♂ワーカー	X^BX^B ♀致死

図2 ヤマトシロアリの1遺伝子2対立遺伝子によるカースト決定モデル。X染色体の1遺伝子座上の2対立遺伝子の組合せによりカーストが決定すると仮定する。メスでは対立遺伝子Aのホモ接合体 (X^AX^A) はニンプ, ヘテロ接合体 (X^AX^B) はワーカー, 対立遺伝子Bのホモ接合体 (X^BX^B) は致死とする。オスでは対立遺伝子Aをもつとワーカー, 対立遺伝子Bをもつとニンプになるとする。ヤマトシロアリの単為生殖ではホモ接合のメスが生じる。

育実験では, 一次生殖虫の雌雄のペアでコロニー創設をさせた場合ニンプは出現せず, 一次生殖虫のメス2個体の場合にはニンプも出現した。また *R. flavipes* における飼育実験では, 幼形生殖虫がいるコロニーでのみ多数のニンプがいた⁴⁾。

ヤマトシロアリでは, 遺伝的要因でワーカーの分化誘導を行うことで子の利己的な繁殖を効果的に抑制していると考えられる。遺伝的なワーカーは有翅虫にはならず, また幼形生殖虫に分化するのにニンプより時間がかかるため⁵⁾幼形生殖虫への分化も起こりにくい。親やワーカーによる監視行動やフェロモンのみによって子の利己的繁殖を抑制するよりも遺伝的要因による抑制のほうが, コロニーサイズが大きくなっても抑制が可能であり, またコロニーの労働効率が上昇すると考えられる。

引用文献

- 1) Hayashi Y., H. Miyata and O. Kitade (2006) : Parthenogenesis by neotenic reproductives of *Reticulitermes speratus* (Isoptera : Rhinotermitidae) from various regions in Japan, *Sociobiology*, 48, 849-860.
- 2) Hayashi Y., N. Lo, H. Miyata, and O. Kitade (2007) : Sex-linked genetic influence on caste determination in a termite, *Science*, 318, 985-987.
- 3) 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 Soc.*, 51, 325-332.
- 4) Long C. E., B. L. Thorne, and L. N. Breisch (2003) : Termite colony ontogeny : a long-term assessment of reproductive lifespan, caste ratios and colony size in *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae), *Bull. Entomol. Res.*, 93, 439-445.
- 5) Miyata, H., H. Furuichi and O. Kitade (2004) : Patterns of neotenic differentiation in a subterranean termite, *Reticulitermes speratus* (Isoptera : Rhinotermitidae), *Entomol. Sci.*, 7, 309-314.

(茨城大学理学部)

ヤマトシロアリの幼形生殖虫の分化と生殖虫による抑制

宮 田 仁

1. はじめに

ヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus* (Kolbe) は国内で最も広い分布域を持つシロアリであり、代表的な家屋害虫のひとつである。発達初期のコロニーで生殖を行う個体は、有翅虫に由来する一次生殖虫(王・女王)のみで、職蟻や兵蟻は繁殖に関与しない。しかし、死亡やコロニーの分断により王や女王がいなくなった場合、ニンフや職蟻の中から生殖能力を持つ個体が分化する。これらは幼形生殖虫と呼ばれ、王や女王に代わりコロニー内での生殖活動を担う。幼形生殖虫はコロニーに複数出現し、とくにメスではときに100個体を超え(宮田, 未発表)、コロニーの拡大と長期的維持を可能にすると考えられる。

生殖虫が過剰に分化すれば、コロニー内で適正な個体間の分業が行えなくなるため、分化の制御はシロアリの社会性の維持に重要な意味を持つ。一般に幼形生殖虫の分化は、コロニーに既存の生殖虫によりフェロモンを介して抑制される、と考えられている¹⁾。例えば Lüscher は *Kaloterms flavicollis* を用いた実験で、生殖虫分化の抑制物質が生殖虫の腹部より分泌され、栄養交換を通して他個体に伝えられることを示唆した²⁾。

私達はヤマトシロアリを使って飼育実験を行い、職蟻に由来するメス幼形生殖虫が新たな生殖虫の分化にどのような抑制効果を持つかを調べた。また、生殖虫と職蟻の接触を制限し、抑制効果がいかなる条件で機能するかについてもあわせて検証した。本稿では、これらの結果を報告する。

2. 材料と方法

アカマツ倒木に営巣していたヤマトシロアリ野外コロニーを採取し、実験に用いた。まず、コロニーから職蟻を多数取り出して飼育し、職蟻型の幼形生殖虫を分化させた。分化したメスの幼形生殖虫が成熟(腹部が肥大)した時点で、A. 職蟻のみ150個

体からなるコロニー(職蟻コロニー)、B. 職蟻150個体と成熟メス幼形生殖虫6個体からなるコロニー(生殖虫コロニー)を作成し、新たな生殖虫の分化を観察した。またA, Bと同じ構成のコロニーを1組として、次のような実験を行った:C. コロニー間に金網で2重の仕切りを設け、成熟メス生殖虫と職蟻の直接的な接触を行わせないようにする(仕切りコロニー)、D. 1日おきに個体を飼育容器間で入れ替え、職蟻に成熟した生殖虫が接触した巣材と間接的接触をもたせる(入替えコロニー)。これらの実験コロニーでは、職蟻だけからなる分画で分化する生殖虫を観察した。

各実験コロニーには、それぞれ8反復を用意した。飼育は5.9×4.6×2.3cmのスチロールケースで温度22℃、湿度80%、全暗条件で行った。餌はアカマツの木片約0.7gを与え、随時補充した。90日の飼育期間中、1日おきにメス生殖虫の個体数を調べ、30日毎にキャスト別に個体数を調査した。

3. 結 果

飼育期間終了時の、A~Dの実験コロニーの生存率は約40~70%であった。

実験開始から20日目以降、幼形生殖虫へ分化する個体は大きく増加した(図1)。生殖虫コロニーでは、

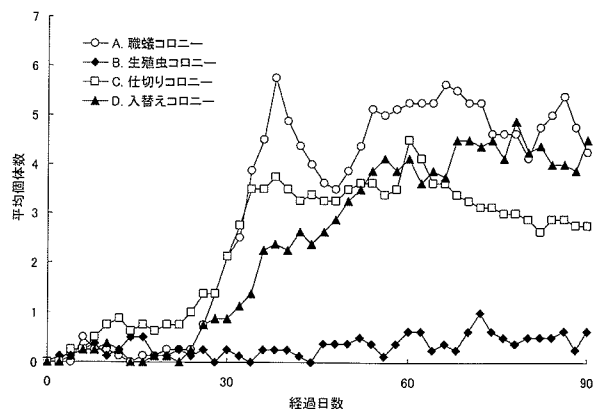


図1 実験期間中の新幼形生殖虫の平均個体数

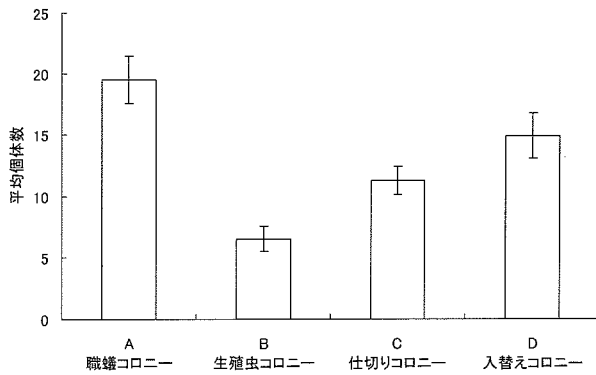


図2 幼形生殖虫ののべ出現数 (推定平均値±SE)

分化した新生殖虫数は他のコロニーに比べてきわだって少ないが、全く出現しないわけではなかった。また、全コロニーの全反復で、新たに分化した生殖虫の消失がみられ、これらは死亡したと考えられた。とくに生殖虫コロニーでは、新たに分化した生殖虫はすべて実験期間中に死亡した。実験終了時、生殖虫コロニーを除く実験コロニーでは、すべての反復で腹部が肥大した産卵可能な新生殖虫が1~6個体存在していた。

個体識別を行わなかったため、飼育期間中に分化した生殖虫ののべ個体数は正確に把握できなかった。ただし、新幼形生殖虫の個体数変動から、死亡と出現が同日に起こらなかった場合の、のべ出現数の最小推定値を計算できる(図2)。こののべ出現数の推定値は職蟻コロニーで最大であり、次いで入替えコロニー、仕切りコロニーの順で最も小さいのは生殖虫コロニーであった。生殖虫コロニーののべ出現数は他の3グループに比べ有意に低かったが(Tukey検定, $P < 0.01$), その他のグループ間で有意差はなかった。

飼育期間中、多数の職蟻が幼形生殖虫へかみつ়攻撃が複数回観察され、1例では幼形生殖虫も攻撃に加わった。攻撃を受けた生殖虫は新しく分化した個体であった。

4. 考 察

新生殖虫の分化の抑制は、既存の生殖虫との直接接触なしには十分に機能しないと考えられる(図1, 2)。生殖虫と金網ごしに隣接させた場合や、生殖虫のいた巣材との間接的接触がある場合、全く生殖虫がない場合に比べて、職蟻からの新生殖虫の出現数は少なくなったものの、明確な抑制効果は検出できなかった。*K. flavicollis*でも抑制には生殖虫との直接接触が必要であることが示唆されており²⁾, おそらく本種でもグルーミングや肛門食のような個体間の接触を通して抑制物質が受け渡されている可能性が考えられる。

職蟻由来の幼形生殖虫がすでにコロニーに存在しても新幼形生殖虫は出現し続ける(図2)ため、本種の幼形生殖虫による分化抑制は不完全であるといえる。これは幼形生殖虫がニフ由来であった場合にも同様である³⁾。しかし、十分に成熟した生殖虫の存在下で新たに分化した生殖虫は産卵に至らず死亡した。職蟻による生殖虫への攻撃は、新生殖虫を殺して排除する機能を果たしているのであろう。本種においては、生殖虫分化の不完全な化学的抑制を、直接攻撃による排除機構が補っているものと思われる。

引用文献

- 1) Bordereau C. (1985) : The role of pheromones in termite caste differentiation, In : *Cast differentiation in social insects*. (Watson, J.A.L., B.M. Okot-Kotber and C. Noirot eds.), Pergamon Press, Oxford, pp. 221-226.
- 2) Lüscher M. (1961) : Social control of polymorphism in termites, Symp. Roy. Ent. Soc., Lond. No.1, 57-67.
- 3) Miyata, H., H. Furuichi and O. Kitade (2004) : Patterns of neotenic differentiation in a subterranean termite, *Reticulitermes speratus* (Isoptera : Rhinotermitidae), Entomol. Sci., 7, 309-314.

(茨城大学理学部)

兵隊シロアリにおける神経改変

石川 由希・三浦 徹

1. はじめに

社会性昆虫の分業は、その高い組織性と複雑さでこれまで多くの人々を魅了してきた。今回取り上げるシロアリは家屋害虫として嫌われ者であるが、アリやハチとは独立に高度な社会性を獲得し、特殊化した兵隊を持つという点で生物学的に非常に興味深い研究材料である。彼らは繁殖カースト(王, 女王), 労働カースト(ワーカー), 防衛カースト(兵隊)を持ち、分業することによってコロニーの繁栄を維持している¹⁾。驚くべきことに、全く形の異なるこれらのカーストは、遺伝的にはほぼ同一である。つまり同じ女王から生み出された同じゲノム情報をもつ個体がコロニーの状態や季節性などの環境要因の入力で分化して、このような多彩なカーストが生み出されるのである。

シロアリのコロニーに天敵であるアリを1匹入れてみよう。ワーカーたちが逃げまどう中、兵隊は発達した大顎を用い、猛然と敵に立ち向かう。このカーストによる行動の違いは社会性昆虫の分業における

最も重要な基盤である。ではカーストごとの行動の違いはどのようにして生まれるのだろうか? 本稿ではシロアリの兵隊に注目し、その行動を支える神経基盤についての最新の研究成果を報告する。

2. 運動システムにおける神経改変

昆虫の中樞神経系は、体軸方向に連なった神経節が2本のコネクションによって連結した形から、はしご形神経系と呼ばれる(図1)。神経節はそれぞれ頭部に2個、胸部に3個(融合している場合もある)、腹部に複数ある。中でも頭部に存在する脳(食道下神経節)と食道下神経節は全身の統合に重要な機能を果たしている。

われわれは中枢神経系における何らかの改変が兵隊特有の行動を引き起こしているという作業仮説を立て、オオシロアリ *Hodotermopsis sjostedti* の兵隊とワーカーにおける中枢神経系の比較を行った。すると、脳のサイズには変化がなかったのに対し、兵隊の食道下神経節はワーカーよりも有意に大きいこと

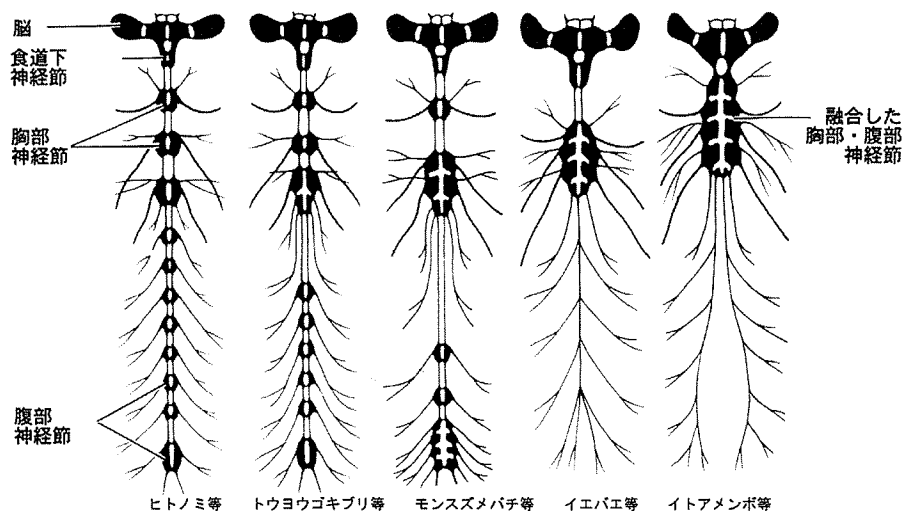


図1 さまざまな昆虫の神経系 (Gullan and Cranston(2005)²⁾を改変)

昆虫の中樞神経系ははしご形神経系と呼ばれる。

体軸方向に連なった神経系が2本の連合によってつながっている。

が判明した。食道下神経節は主に口器、下咽頭、頸の支配を行うことが知られている。兵隊はワーカーよりも大きく発達した大顎を持っていることから、食道下神経節の肥大化の背景には大顎運動ニューロン（大顎筋を支配する運動ニューロン）に関する変化が存在するのではないかと推測し、大顎運動ニューロンを染色し、観察した。すると兵隊の大顎運動ニューロンの細胞体はワーカーの約1.5倍に巨大化していた（図2）。ワーカーは2回の脱皮（前兵隊脱皮と兵隊脱皮）を経て兵隊に分化するが、さ

らなる解析により、ニューロンの巨大化は前兵隊脱皮より前、つまり外見的にはワーカーの段階で、すでに始まっていることがわかった。

ニューロンの巨大化は何を意味するのだろうか？兵隊とワーカーの頭の大きさを比べると、兵隊は非常に大きな頭部を持っていることに気付く。この頭部の大部分は大顎筋が占めており、この発達した筋肉を収縮させて大顎を咬み合わせることで、兵隊は外敵に強烈なダメージを与えることができる。この巨大な筋肉を収縮させるためには大量の神経伝達物

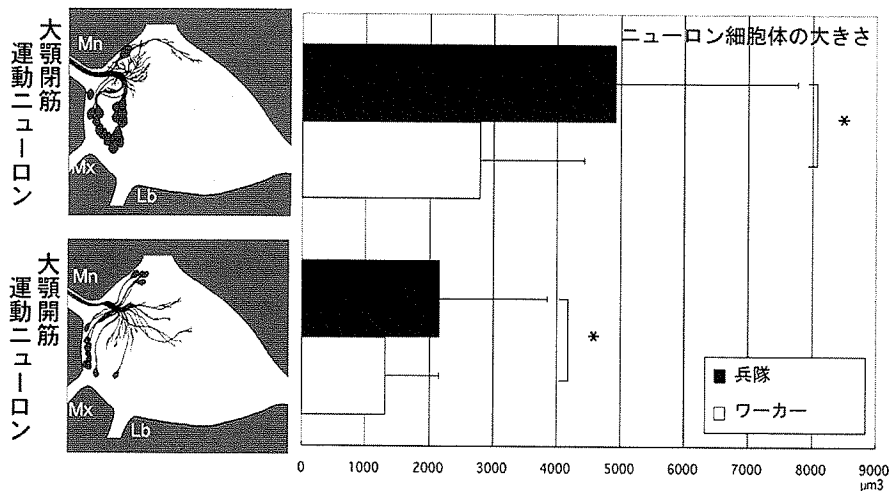


図2 逆行輸送染色による大顎運動ニューロンのサイズ計測
大顎運動ニューロンは閉筋性と開筋性に分けられる。
その両方において、兵隊の大顎運動ニューロンはワーカーの約1.5倍になっていた。

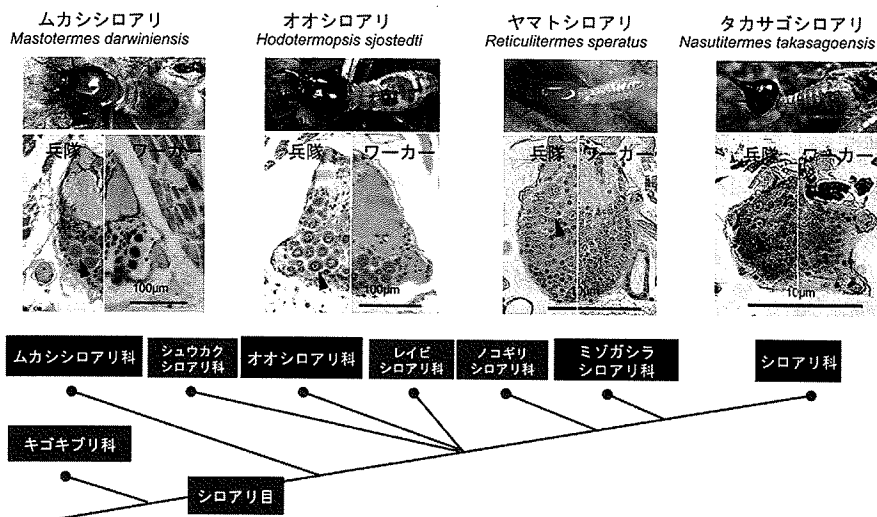


図3 シロアリ目におけるニューロンの巨大化の保存性
兵隊における大顎運動ニューロンの巨大化は、最も原始的なムカシシロアリ科から最も高等なシロアリ科まで広く保存されていた。

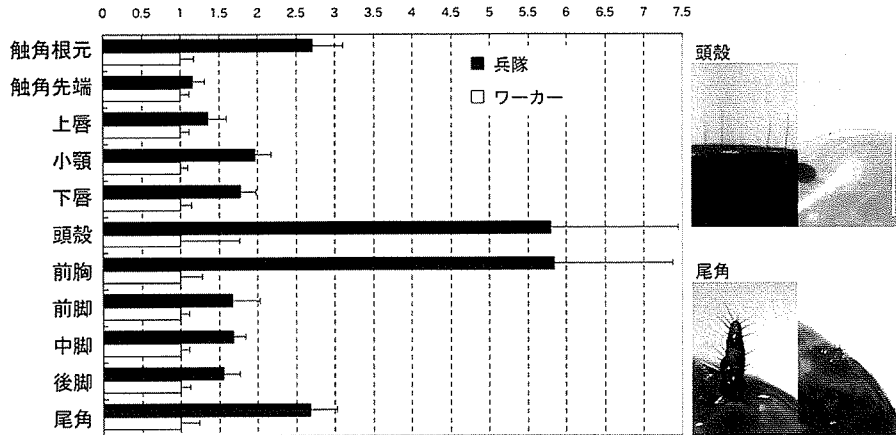


図4 兵隊シロアリにおける感覚毛の伸張
兵隊では機械受容感覚毛が伸張している。頭殻や前胸における伸長が顕著である一方、口器や肢などはそれほど違いがない。

質が必要である。運動ニューロンによる筋収縮には、ニューロン末端にあるシナプスからの神経伝達物質の放出が不可欠だからだ。ニューロンの巨大化の意味とはおそらく、兵隊の巨大な大顎筋を収縮するために、神経伝達物質を大量に合成し、大量に放出することであろう。ニューロンの巨大化は、兵隊の大きな武器である大顎を強く素早く咬み合わせることを可能にした、兵隊の防衛行動に欠かせない神経改変なのである。

さまざまなシロアリの中でもいくつかの種類の兵隊は大きな大顎を持たず、顎腺から毒液を噴射して敵を撃退することが知られている。面白いことに、このような毒液噴射型のタカサゴシロアリ *Nasutitermes takasagoensis* の兵隊でも巨大ニューロンは観察された(図4)。彼らは毒液噴射の際に大顎筋を収縮させている。攻撃様式は違えど、巨大化した大顎運動による大顎筋の収縮という共通した運動システムが兵隊の防衛行動を支えているのである。また、ムカシシロアリ *Mastotermes darwiniensis* やヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus* などの兵隊でも巨大ニューロンの存在は認められ、兵隊におけるニューロンの巨大化はシロアリ目全体で保存されていることがあきらかとなった(図3)。これらのことから、大顎運動ニューロンの巨大化はさまざまなタイプの防衛行動に共通した兵隊特異的の神経改変であり、兵隊カーストの進化と同時に獲得されたシロアリの分業を支える重要な神経基盤であると考えられる。

3. 感覚システムにおける神経改変

次に、防衛行動の出力部分に改変が起こっているならば、情報の入力部分にも改変があるのではないかと考え、感覚システムの解析も行った。すると、兵隊では全身の感覚毛がワーカーよりも長くなっているということが明らかになった³⁾(図4)。この伸長は全身で均一なものではなく、頭殻や前胸の感覚毛は約5倍に伸長しているのに対し、口器や肢では1.5倍ほどしか伸長していなかった。感覚毛の詳細な構造を観察してみると、匂いの検出を行う化学受容感覚毛の長さは変化していなかったのに対し、接触刺激を受容する機械受容感覚毛は兵隊で伸張していた。機械受容感覚毛の伸張は感度の上昇と直結する。このため、兵隊における感覚毛の伸張は、攻撃の威力というよりも外敵の侵入察知の感度を高めるという意味を持っていると考えられる。

コロニーでの防衛を担う兵隊は、ほとんど盲目であるにも関わらず、巣の崩壊や敵の侵入を察知し、パトロールや攻撃などの防衛行動を行う。目の見えない兵隊にとっては、接触刺激は貴重な情報源である。振動や空気の流れで巣の異常を察知した兵隊は巣の最外部に定位し、木の隙間から頭だけを出して防衛に当たる。敵が接近すると、頭を前に突き出すと同時に大顎で噛みついて攻撃する。この一連の防衛行動の中で、特に敵の位置や動向を察知するためにはたらいっているのが頭殻や

前胸などに存在する長い機械受容感覚毛なのであろう。シロアリと同じように、真社会性で、暗く閉じた環境である虫こぶの中に住むハクウンボクハナフシアブラムシ *Tuberaphis styraci* も、兵隊が長い感覚毛を持つことが知られている (Shibao, H. personal communication)。捕食性のアリやハチは獲物の探索や攻撃に情報量の多い視覚情報を用いる。これに対し、兵隊シロアリや兵隊アブラムシが接触刺激のみを用いる。これはおそらく彼らが植食性で獲物を捕まえる必要がないこと、そして身を守るため暗く硬い巣の中に住んでいることと関連があるのだろう。光の届かない環境で、ある程度決まった方向から受ける攻撃から効率的にコロニーを守るためには、視覚よりも接触刺激の感度を高めることが有効だったのかもしれない。

4. おわりに

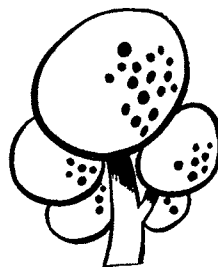
近年、分子生物学の導入により、社会性昆虫のカー

スト分化のメカニズムの詳細な解析が成されるようになった。本稿では組織レベルの神経改変を紹介したが、兵隊の防衛行動の背景にはさらにミクロな神経改変が存在しているはずである。今後分子生物学的手法を用いて解析を進めることで、兵隊がいかにして兵隊的な行動を獲得したのかを議論し、社会性昆虫における分業の基盤を明らかにしていきたい。

引用文献

- 1) 松本忠夫 (1983) : 社会性昆虫の生態, 培風館, 東京, 257pp.
- 2) Gullan, P. J. and P.S. Cranston (2005) : The Insects, Blackwell Publishing, Victoria, 505pp
- 3) Ishikawa *et al.* (2007) : Differences in mechano-sensory hairs among castes of the damp-wood termite *Hodotermopsis sjostedti* (Isoprera : Termopsidae), *Sociobiology*, 50, 895-906.

(北海道大学大学院地球環境科学研究院)



<文献の紹介>

土壌シロアリ *Reticulitermes flavipes* 職蟻間での
[¹⁴C]イミダクロプリドの摂取・伝播・代謝

M. Tomalski · L. Vargo

(ノースカロライナ州立大学昆虫学部)

(訳) 滝野 卓・佐々木英明

(バイエルクロップサイエンス(株))

Proceedings of the Fifth International
Conference of Urban Pests, 2005

要 約

プレミスの有効成分であるイミダクロプリドは遅効性で非忌避性の住宅・商業物件用のシロアリ防除剤である。職蟻は処理土壌に接触することによりイミダクロプリドを取り込みコロニー内の仲間に広くこの有効成分を伝播させる。しかしながら各個体中での有効成分の摂取のメカニズム・分布およびその代謝に関しては、この有効成分の仲間への伝播の仕方とともに、いまだ鮮明には解明されていない。われわれは、イミダクロプリドを50ppm処理した砂に48時間連続して放置した *R. flavipes* の職蟻体内には体表皮（クチクラ）に含まれていた約250pgの5倍から10倍の約1,750pgのイミダクロプリドが含まれていることを解明した。各種濃度で処理した職蟻には中毒症状が出現しそれとグルーミングした無処理の職蟻は有効濃度のイミダクロプリドを取り込んだ。兵蟻が巣の仲間とグルーミングすることは見られなかったし、イミダクロプリドを局所処理した職蟻から兵蟻は十分な有効濃度を摂取しなかった。局所処理されたイミダクロプリドは外皮表面では安定であることがこの実験条件下では見られたが、体内では11の代謝物ができこれらは親化合物よりも極性が高い。そのうち6代謝物の構造が解明でき、それらはolefin-IMI(主代謝物)、5-OH IMI, 4,5-di-OH IMI, desnitro olefin IMI, desnitro IMIと5-chloronicotinic acid (5-CNA)であった。これら代謝物で処理した砂に放置したシロアリを観察した結果、olefin-IMIと5-OH IMIが最も高い効果を職蟻に示したことがわかったが、イミダクロプリドの約10分の1の効果でしかなかった。この接触試験では他の代謝物は最高濃度の100ppmでも活性はなかった。シロアリは代謝物を基材上に排泄した。イミダクロプリドで処理した砂より取り除いたシロアリをある時間養生するとそれらの体内にolefin-IMI, 5-OH IMIおよび4,5-di-OH IMI が検出限界以下ではあるが存在し、残るはdesnitro IMI化合物と5-CNAのみであった。

Key Words : グルーミング, 非忌避性防蟻剤, 放射性標識化合物

1. はじめに

非忌避性で遅効性なおかつその防蟻剤がシロアリから無処理の仲間のシロアリへと伝播することが有効な薬剤といえる。シロアリが処理層に気づかず無力化するに十分な薬量を取り込むまで有効成分に接触させることが非忌避性の重要な点である。遅効性の有効成分はそれを取り込んだシロアリがある期間通常の行動をとれることにより巣の仲間に接触や食

物交換でその有効成分を伝播できることが特長である。

数種の試験で、イミダクロプリドは非忌避性で遅効性であり伝播性があることが実験室ではわかっている。2001年、ThorneとBreischは、無処理のシロアリはイミダクロプリド処理土壌を避けることも忌避することもなし、イミダクロプリドを取り込んだシロアリもその処理土壌に再侵入することを証明

した。さらに彼らは、イミダクロプリド処理砂上でシロアリが数日間生きており、そこから取り除くと回復することも観察した。彼らは、*R. virginicus*を用いた試験で無処理のシロアリが処理されたシロアリに接触すると伝播効果のため特有の中毒症状を示すことをみつけ、2003年 Shelton および Grace による *C. formosanus* を用いた研究でも同様な知見が得られた。2003年の Osbrink および Lax による興味ある知見は、イミダクロプリドを取り込んだ *C. formosanus* を処理地より46メートル離れた場所で見つけたということは、処理地からそれほど離れたところまでその職蟻が移動できるというイミダクロプリドの遅効性能あるいは処理地から離れた場所にいる無処理の職蟻にもその有効成分を運べるというイミダクロプリドの伝播力を示すものである。

上記の研究結果から、シロアリが処理土壤に接触した後そのシロアリおよび防蟻剤には実際に何が起きているのか、など種々の疑問が提起される。ここでは、シロアリがイミダクロプリド処理土壤に入った後その試験試料中のイミダクロプリドの取り込み・その巢の仲間への伝播・またその代謝物に関連したイミダクロプリドとシロアリの大きな相互作用について報告する。

2. 材料と方法

R. flavipes の職蟻をノースカロライナ州立大学内に設置したトラップより集めそのすべてを実験に用いた。トラップとして直径4インチ長さ12インチのPVCパイプを土壤表面より6インチ埋めそれぞれに直径3.5インチ長さ6インチのダンボール製の巻紙を2本ずつ入れる。シロアリを巻紙より取り出し、150×15mmのベトリ皿にいた直径125mmの2枚重ねの湿らせたWhatman #1濾紙上に放置し室温・暗室で保管。

処理砂からシロアリがどれだけのイミダクロプリドを摂取したかを分析するため、職蟻を50ppm (w) の [methylene-¹⁴C] イミダクロプリド (25.32m Ci per mmol ; 99.0 μCi per mg ; 化学純度および放射化学純度 > 99%) を含む12ウェルのマイクロタイタープレートに入れ砂上に放置。50ppm (w) 濃度調整は、250ppm [¹⁴C] イミダクロプリドの水溶液400 μLを1.6gの乾燥した60メッシュのプレイサンドに加えて行う。48時間室温で放置した後、砂より

18匹の生きているシロアリを取り出し、1匹ずつ1.5mLのマイクロ遠心分離チューブに入れる。各シロアリ個体の外皮のイミダクロプリド含有量を測るため、各個体を2×150 μLの95%エタノールで洗う。各洗浄液はそれぞれ7 mLのシンチレーションバイアルにいれて、各300 μLのエタノール洗浄液が入ったバイアル18本を作る。各シロアリ体内のイミダクロプリド量測定のために胴体をそれぞれ250 μLの組織溶解剤 (Solvable) を加えた7 mLのシンチレーションバイアルに入れる。体内の放射化合物を抽出するためには、各個体をピペットチップで細かく碎き、55°Cで最低12時間インキュベートする。各洗浄液および抽出液に4 mLのシンチレーションカクテル (Ultima Gold) を加え、20秒間渦状で攪拌。これらサンプルをシンチレーションカウンター (放射線計測器) に、約20分泡を消すため静置させてから、5分間カウントする。

どれ位の有効成分が処理シロアリ (ドナー) から無処理シロアリ (レシピエント) に伝播するかを見るために、ドナーに放射化合物を取り込ませるため上記のように50ppm [¹⁴C] のイミダクロプリド処理砂上に48時間放置する。そしてドナーとレシピエントの率が2 : 1, 4 : 1, 8 : 1になるようにして各区8頭のレシピエントを使い、各区にドナーを放つ。24時間後に体表皮および体内のラベル化合物を各レシピエント毎に分析する。

伝播の行動特性を見るため、500ppm [¹⁴C] イミダクロプリド (0.01%のナイルブルーA含有50%エタノール溶液) の200nLを用いて [¹⁴C] イミダクロプリド100ngをドナーの腹背部に局所処理した。処理液が乾燥しシロアリに症状が出たら、各8頭の仲間の兵蟻を入れた各6ウェルのマイクロタイタープレートのウェルに2頭のドナーを入れた。1時間後4頭の仲間の職蟻を加えた。兵蟻と職蟻の行動を数時間にわたり随時観察しビデオに録画した。そして24時間後、兵蟻と職蟻の体表皮および体内の放射化合物量を前述の方法で分析した。

シロアリ体内でのイミダクロプリドの代謝消長を [¹⁴C] イミダクロプリドを100ng局所処理し、10日間インキュベートすることで判定した。36頭の生きているシロアリを1本の1.5mLマイクロ遠心分離チューブに入れ、4×1 mLのアセトンで洗うことにより表皮 (クチクラ) 中のイミダクロプリドを除去した。

ラベルしたイミダクロプリドを抽出するために、まずシロアリに1.2mLの溶剤を加え、乳棒ですりつぶし、均一化しそれを15秒間超音波処理して、2分間12,000rpmで遠心分離した。その上澄を取りそれを7 mLのシンチレーションバイアルにいれ、さらにその沈殿を1.2mLの溶剤中で再攪拌した。この抽出手順では2×1.2 mLのアセトンと2×1.2mLのメタノールを使用した。上澄を合わせ、溶剤をゆるやかな窒素気流下でガラスビーズ浴で温めながら蒸発させた。残留物を95%エタノール200 μ Lに再溶解し8:1か9:1のクロロホルム:メタノール液で薄層シリカゲルプレート上(Whatman HPTLC 20×20cmシリカゲルプレート Fisher #05-713-323)でTLC分析した。放射能画分はTLCイメージングスキャナー(Bioscan)で検出した。代謝物の同定はHPLC-MS(Bayer CropScience, MO)で行った。

イミダクロプリド類縁代謝物のシロアリへの効力について、対象区に水を使い、それぞれ100, 50, 5, 0.5ppmのIMI, olefin-IMI, 5-OH IMI, 4,5-di-OH IMI, disnitro olefin IMI, あるいはdesnitro IMI(これら代謝物はBayer CropScienceより提供)を含む砂上にシロアリを放置して観察した。一化合物一濃度で各20頭のシロアリを使い、放置7日後の活動で評価した。

回復途上のシロアリが代謝物を排泄しているかどうかを見るため、50ppm(w)の ^{14}C イミダクロプリドを含む砂上にシロアリを連続48時間放置後、各3個の清潔なウェルに水分を含んだ濾紙を入れそこに各16頭ずつ移し、回復のため4日間放した。上記の方法でこれら48頭のシロアリからラベル化合物を抽出したが、ウェルと濾紙は3×500 μ Lの95%エタノールで洗った。サンプルを上記TLCで分析した。

データ解析: 各実験に使用したシロアリ数は図表上あるいは表題に示す。統計処理はJMP Release 5.0.1.2(SAS Institute, Inc.)で行った。

3. 結果

シロアリの職蟻を50ppm(w/w)の ^{14}C イミダクロプリドを含む砂上に48時間放置すると、かなりの量のラベル化合物を摂取することがわかった。これらのシロアリはイミダクロプリドの効力により、死亡はしないが、震え・歩行困難という中毒症状を示

した。この試料中の濃度で、シロアリは計2,000pgのイミダクロプリドを取り込んだが、そのうち80%である1,750pgが体内に、残り250pgが表皮に取り込まれた(図1)。

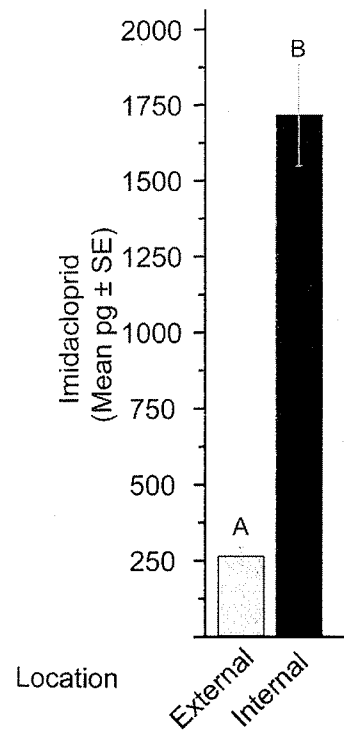


図1 50ppm(w/w)の ^{14}C イミダクロプリドを含む砂上に48時間放置後のイミダクロプリドの摂取量。同じ文字の平均値には有意差なし。 $\alpha=0.05$ 。

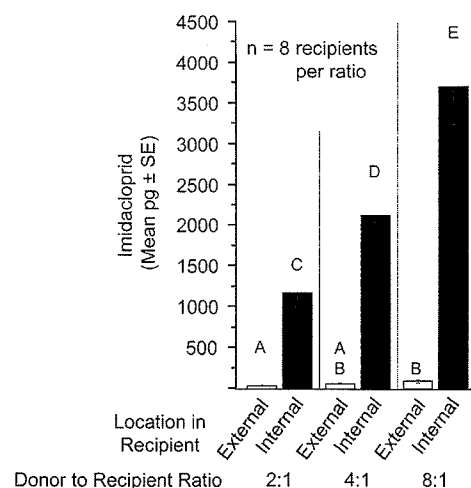


図2 図1の砂上に48時間放置されたシロアリをドナーとして、このドナーに24時間共生させた後のイミダクロプリドの摂取量。同じ文字の平均値には有意差なし。 $\alpha=0.05$ 。

各濃度で処理したシロアリに無処理シロアリを放すと、これら無処理シロアリは処理シロアリとグルーミングし合いイミダクロプリドの有効濃度を摂取し、イミダクロプリド摂取による特有の症状を示した。これらレシピエントはドナーの数が多いほど、より高い濃度のラベル化合物を取り込んだ。表皮上の濃度はドナーの数が増えるにつれ上がるが、すべての比率でラベル化合物はほとんど体内に取り込まれていた。レシピエントとドナーの率が1:2の場合レシピエントは1,200 pgのラベル化合物を摂取し、1:4の場合は約2倍の2,200pg, 1:8の場合では3,700pgのラベル化合物を摂取した(図2)。

兵蟻が巣の仲間とグルーミングしていることは観察されず、よって局所処理された職蟻からイミダクロプリドの有効濃度を取り込むことはなかった(図3)。

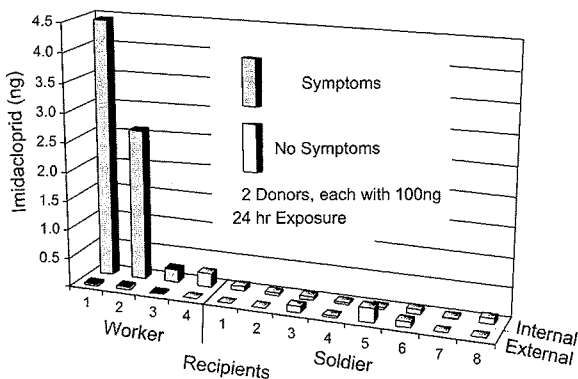


図3 100ngの¹⁴Cイミダクロプリドを局所処理した2頭の職蟻(ドナー)に職蟻4頭と兵蟻8頭のレシピエントを24時間接触させたときのイミダクロプリドの摂取量

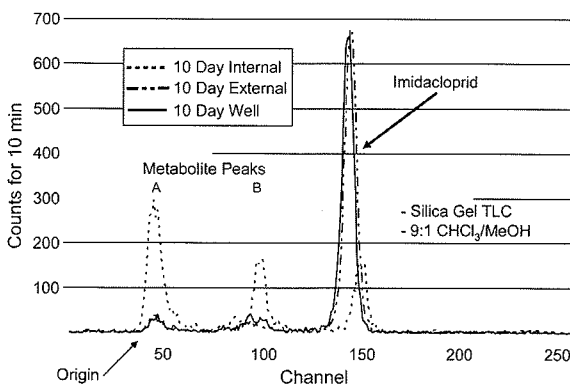


図4 100ngの¹⁴Cイミダクロプリドを *R. flavipes* の職蟻に局所処理後10日目の代謝

この実験条件下では、局所処理したイミダクロプリドは表皮上では安定であったが、体内で親化合物より極性の高いおよそ11の化合物に代謝された。そのうち6代謝物が同定された(極性の低いものから高い順に): olefin-IMI (主代謝物), 5-OH IMI, 4,5-di-OH IMI, desnitro olefin IMI, desnitro IMI そして5-chloronicotinic acid (図4)。

代謝物を処理した砂上にシロアリを放置したところ、olefin-IMIと5-OH IMIが職蟻に作用性があったが、イミダクロプリドの10分の1の活性であった。この試験方法によると、他の代謝物は最高濃度の100ppmでも活性がなかった(図5)。

シロアリは代謝物を試験試料上に排泄し、洗浄したウェルと濾紙には代謝物と同じ化合物のピークが見られた。イミダクロプリド処理砂上から取り出し

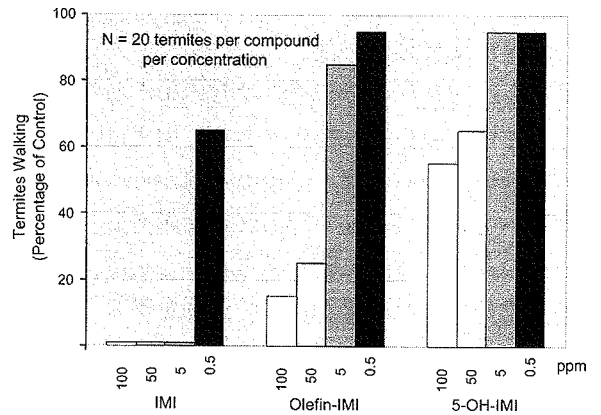


図5 処理砂上に *R. flavipes* の職蟻を7日間放置してイミダクロプリドの代謝物の活性をみた。4,5-OH IMI, desnitro olefin IMIおよび desnitro IMIは無処理区と変わらなかったため記入せず。

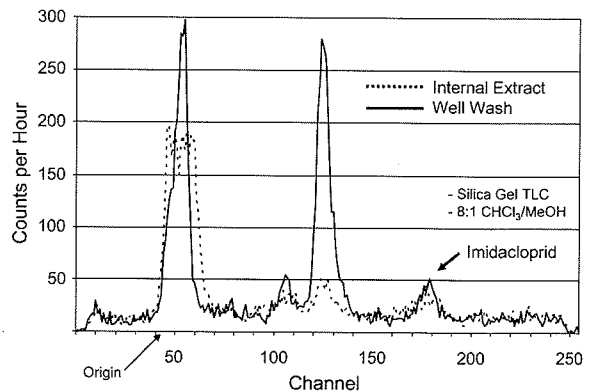


図6 *R. flavipes* の職蟻を50ppmの¹⁴Cイミダクロプリド処理砂上に2日間放置しその後4日間養生させた後の、イミダクロプリドの代謝および代謝物の排泄

一定期間養生させたシロアリのほとんどに desnitro IMI 化合物と 5-CAN がみられたが olefin-IMI と 5-OH IMI は極低レベルしか検出されなかった。

4. 考 察

防蟻有効成分がシロアリの通常行動中に取り込まれるプロセスこそが、建造物をその被害から確実に守るために始まる第一歩である。現在市販中の防蟻剤のうちいくつかは非忌避性で遅効性であり、この特異な性質によりシロアリが初期の衰弱症状を呈すに十分な時間この有効成分に触れ留まるのである。しかも、それらシロアリは取り込んだ有効成分を仲間にも伝達できる力を残しているのである。イミダクロプリドの最大投薬量 50ppm を処理した砂上にシロアリを放置することにより、彼らは一定期間でどれだけの有効成分を摂取できるのかを見ることができ。そして、有効成分がどの部位つまり外表皮なのか体内にあるのかを見ることにより、有効成分が仲間にも伝達されその伝達にはどのような行動がかかわっているのかをも推測できる。例えば、外皮に多く有効成分があれば、伝達は外皮からの有効成分をグルーミングによって行われると考える。もし有効成分の多くが体内に多く見られるならば、その伝達は食物交換または胃からの吐瀉物をグルーミングすることにより行われるのであろう。また、体内中のイミダクロプリドが代謝されてその代謝物が成分として土壤中に排泄されて巣の仲間がそれを摂取するのではないか。よって、われわれは非忌避性であり遅効性のイミダクロプリドがシロアリに取り込まれるメカニズムを解明するためのいくつかの初期的研究を実施した。

イミダクロプリドの最大投薬量で処理した砂に強制的にシロアリを接触させると、かなりの量のイミダクロプリドがシロアリの体内および表皮に取り込まれた。総摂取量のうち 80% が体内から分析されたということは、おそらくシロアリがトンネルを掘るときに土壌粒子を口で運ぶことによりほとんどは口から吸収するからであるが、表皮からもいくらかは吸収される。2 ng のイミダクロプリドが摂取されたシロアリには、かなりの症状が現れてグルーミングとか食物交換という目的を持った行動がとれなかった。

イミダクロプリドで処理された砂上に放置したシ

ロアリを無処理のシロアリに混ぜる実験では、無処理のシロアリにかなりの量のイミダクロプリドが検出されそのうち 90% 以上のラベル化合物は体内から検出された。このことは、レシピエントは表皮を、または口の周りについた胃の吐瀉物をグルーミングすることによりラベル化合物を吸収したことを示す。レシピエントが取りえたそれはドナーの体内にあったラベル化合物がほとんどであるので、多分それはドナーの口の周囲の液を吸収したのであろう。ドナーは、普通活発に吐き出したものを仲間と与えるという行動をとれなかったので、この交換はいわゆる食物交換とはいえない。

有効成分を局所処理したドナーを兵蟻と職蟻に混ぜ入れると、無処理の職蟻だけがドナーと兵蟻をグルーミングすることが観察された。これらの職蟻はラベル化合物のほとんどを体内に摂取して症状を現した。一方、兵蟻は仲間との接触はするがグルーミングはせず、ラベル化合物をほとんど取り込まず症状を現すことはなかった。局所処理されたイミダクロプリドは表皮上にあるので、この有効成分が伝播されるのは単純な接触によるかグルーミングによる。単純な接触においては、ドナーはラベル化合物をレシピエントの表皮上に残し、有効成分はレシピエントの表皮から吸収されるかグルーミングで体内に取り込まれる。兵蟻がグルーミングすることはないので、ラベル化合物が兵蟻の表皮・体内から検出されたということはドナーとの単純な接触によると考えられる。ドナーの表皮からの有効成分をグルーミングそれに続く吸収で取り込むということが、この実験期間中で得られた 2 頭の職蟻に多量のラベル化合物が検出されたことを唯一説明できることである。よって、グルーミングこそがシロアリからシロアリへ有効成分を伝播させる重要な行動であるといえる。

一旦体内にイミダクロプリドが取り込まれると、シロアリはそれをさまざまな化合物に代謝し、そのうち 6 化合物が同定された。主要な中間代謝物である olefin と 5-OH が 50ppm 以上で職蟻に急性毒性を示すが、親化合物の 10 分の 1 の活性であった。他の 3 種の化合物にはシロアリ活性はなかった。Chloronicotinic acid は試験しなかったがその極性から判断して活性はないものと思われる。

50ppm の [¹⁴C] イミダクロプリド処理砂上で 48 時間

生存したシロアリをクリーンな表面に移すと、ある時間がたてば刺激に反応するという通常の動きまでに回復するようである。これらのシロアリを分析すると、ほとんどの体内のラベル化合物は原点からあまり離れていない所に移動したひとつの幅広い極性のピークとして認められ、それは活性のない代謝物の混合物であった。これらのデータが示すことは、イミダクロプリドの主要最終代謝物の一つは chloronicotinic acid であろうがさらに確認する必要がある。

防蟻剤の性格である摂取のメカニズム・生体内変換および伝播の仕方を理解することが、シロアリを防除し建築物をその被害から守る能力を測るうえで重要なことである。われわれは、シロアリは処理砂からかなりの量のイミダクロプリドを摂取し、無処理の仲間のシロアリは処理したシロアリから有効成分をグルーミングにより取り込むことを示した。さらに、シロアリはイミダクロプリドを活性の低いあるいは活性のない化合物に代謝し基材上に排泄していることも示した。

処理区に接触させたシロアリを取り除き養生させるとイミダクロプリドによる中毒症状は回復するが、この回復はイミダクロプリドが代謝され排泄されて非活性化されるためと思われる。イミダクロプリドが摂取され代謝され、そしてシロアリに伝播するメカニズムを知ることはシロアリ—防蟻剤間の相互作用をコロニーレベルで説明するモデルを作り上

げ、そしてイミダクロプリドの防蟻剤としての力を高めるための基礎資料となる。

謝 辞

イミダクロプリドの代謝物の同定および代謝物標準品を提供していただいた W. Leimkuehler (Environmental Research, Bayer CropScience, Stilwell, KS) および [¹⁴C]イミダクロプリドを提供していただいた C. Beier (Bayer CropScience AG, Wuppertal, Germany) に感謝するとともに、Dr. Coby Schal および彼のラボグループの協力に感謝する。

参 考 文 献

- Osbrink, W.L.A. and A.R. Lax (2003) : Effect of imidacloprid tree treatments on the occurrence of Formosan Subterranean Termites, *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera : Rhinotermitidae), in independent monitors. J. Econ. Entomol., 96, 117-125.
- SAS Institute, Inc. 2003. JMP Release 5.0.1.2.
- Shelton, T.G. and J.K. Grace (2003) : Effects of exposure duration on transfer of nonrepellent termiticides among workers of *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera : Rhinotermitidae), J. Econ. Entomol., 96, 456-460.
- Thorne, B.L. and N.L. Breisch (2001) : Effects of sublethal exposure to imidacloprid on subsequent behavior of subterranean termite *Reticulitermes virginicus* (Isoptera : Rhinotermitidae), J. Econ. Entomol., 94, 492-498.

<研究発表会>

既存住宅における腐朽・カビ対策

吉 元 敏 郎

1. 既存住宅における湿気と腐朽・カビ対策の重要性

国土交通省は既存（中古）住宅市場の活性化支援策として「住宅履歴書」の制度づくりを2008年度に着手し、信頼性が高いと認められる履歴書のある住宅には減税措置を適用する方針をたてている。今後のストック活用型社会において、既存住宅の適切な維持管理やリフォームにおける蟻害・腐朽検査は最も重要な検査であり、(社)日本しろあり対策協会は平成19年11月より蟻害・腐朽検査証の発行制度をスタートさせる。

昔の日本の住いは夏場の快適性を確保するために風通し第一に建築されていたが、空調設備の発達した現代の住宅は気密性・断熱性に優れる反面、床下の湿気が多く、腐朽・カビ、ダニなど不快害虫の発生が多くなる傾向が見られる。特に梅雨から夏場を経て秋雨の季節までは床下空気の湿度が高くなる。特に床下の中央部は空気が滞留し、換気口に近い周辺部分より湿度が高くなる傾向にある。これらの湿気は木材腐朽やカビの発生を促し、シロアリ被害の遠因となる。同協会関東支部による床下実態調査によると、床下で発生した蟻害・腐朽被害の半数以上が腐朽であり、今後シロアリ被害よりも湿気による木部の腐朽やカビなどがより重要になると考えられる。

住宅の所有者にとって蟻害や腐朽は床下などの見えない空間で密やかに発生し、特にその初期状態はわかりにくい。とりわけ湿気については、それが室内であれば居住者が体感できるので空調や換気による対策をとりやすいが、木材腐朽の原因となる床下の湿気については放置される傾向にある。従って適切な検査と維持管理に基づく対策が必要になる。

本発表では、今後重要になる腐朽やカビ対策について、現状と展望を報告する。

2. 木材腐朽とカビの発生原因

木材腐朽は、菌類（真菌のうちの主に担子菌類）によって木材の組織が分解し、木材の重量や強度が低下する現象である。腐朽発生のもとになる菌類の胞子は床下など気中に浮遊していたり、土壌中に存在しているといわれており、これが木材に付着し、適当な温度と水分の条件が整えば、いつでも発芽し菌糸を成長させ木材を分解し始める。温度についてはわが国では気候によらずいずれかの担子菌類が生長できる。水分については木材中に菌類の成長に必要な結露水分が発生し始める状態（含水率約30%以上）になると菌の成長が促される。

すなわち床下や壁内の空間には、菌類と木材は常に存在するので、木部が湿気を十分に含めば温度による多少の差はあっても腐朽はおき得る。

床下や壁内の木部を湿らせる水分については、以下のように分類できると考えられる。

① 床下や基礎周囲の土壌からの水分

床下や基礎周囲の土壌が湿っているとその水分が基礎を介して木部に浸潤したり、一旦湿気となった後再び木部を湿らせる。床下からの水分蒸発量は5～10リットル/㎡・時といわれており、この量は60㎡の住宅で1日7～14リットルの水分蒸発に相当する。雨仕舞の悪い屋根や壁から浸潤してくる水分もこれに含まれる。

② 温度境界での結露水分

床下空間や壁内の湿った空気が、その空気の温度よりも低い物に接すると結露が生じ、木部を湿らせる。束石の足元、金具の周囲、断熱材が仕込まれた壁や床の周囲、窓サッシなど金属製設備の周囲、配管周囲などで見られる結露水分。

③ 外気に含まれる水分

床下換気口から床下に吸入される水分は必ずしも乾燥していない。季節や環境によっては床下空気よりも湿度が高いこともあり、これが床下に呼び込ま

れると木部を湿らせる場合がある。

④ 漏水などによる水分

配管の不具合や排水不良による土壌や木部が濡れ。これらの不具合は地盤の沈下などと関連していることがある。

後述するが、住宅の維持管理上、湿気対策を講じる場合には、湿気の原因をできる限り明らかにする必要がある。そのためには適切な診断を実施しなければならない。ちなみに真菌には、担子菌類（木材を腐朽し、成長の過程で子実体（きのこ）を生やす）以外に、木材にも発生するが腐朽を起さない菌類（カビ）もある。蟻害・腐朽検査の現場で、簡便かつ正確にこれらを区別することは難しい。現況検査のレベルでは、いずれかの菌糸などの兆候が見られれば木材腐朽がおき得る環境にあると判定するに留まらざるを得ない状況にある。

3. 既存住宅の腐朽・カビ対策の事例

腐朽は菌（孢子）、木材（養分）、温度と水分の4条件が揃えば発生する。腐朽対策としてはこれらのうちどれかをコントロールすればよいことになるが、実際には木材を薬剤処理などによって非栄養化するか、水分管理すなわち湿気を除去し乾燥することが、対策となる。

3.1 防腐・防カビ剤の散布

新築住宅の場合は防腐剤を加圧注入した土台などを用いることになるが、既存住宅では、床下などに防腐や防カビ剤を散布・吹き付け処理することになる。しかしこれに対応した薬剤は多くはない上、処理の効果を実際の床下部材について検証した十分なデータがほとんどないのが現状である。またVOC対策が施された薬剤であっても「化学薬剤の散布」そのものが嫌がられる場合がある。床下には多種類の菌類が繁殖しうる環境にあるため幅広い抗菌スペクトルの薬剤が開発されることが望まれる。

3.2 床下換気

腐朽対策で最も根本的と言われるのが水分管理で、その中で床下や壁内の通気や換気を確保し、湿った空気が滞留しないようにする方法が典型的な対策例である。換気口を設けたり、基礎パッキンを入れる工法は自然換気を確保する比較的安価でパッシブな方法と言えるが、基礎の配置や環境によっては床下中央部、隅部、水周りなどでの湿気の滞留が起き

やすく十分な換気ができない場合が多い。

よりアクティブに換気するために換気扇を換気口にとりつけ、連続あるいはタイマー運転して換気を促す方法がよくとられる。しかしこの場合でも換気は十分ではなく、特に床下中央部に滞留する湿気を除去しきれない。これに対応するために床下中央部の湿気をファンで吸気し、ダクトで基礎外に排気するタイプの床下換気システムが開発されている（図1）。

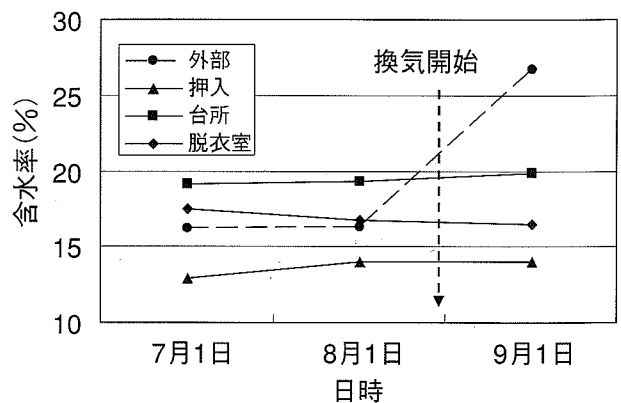


図1 床下換気システム導入前後の木材含水率の変化 (財建材試験センター調べ)

3.3 床下調湿材

水分を吸着する材料を床下に設置し、土壌から蒸発する水分を除去する方法もよく用いられる。天然鉱物質や炭などミクロな空隙構造を持つ材料がこれに適している（図2）。本研究ではこれらのうち焼成したゼオライト粒子をいれたマット（約45cm角で厚さは数センチ）を用いている。ゼオライトの主成分はケイ酸とアルミナであるがアスベストは含まず、家畜飼料にも用いられている安全な材料である（表1）。さらに木炭よりも水分吸着性能に優れており（図3）、ホルムアルデヒドやアンモニア等の除去効果もある（表2）。



図2 電子顕微鏡でみたゼオライトの微細構造

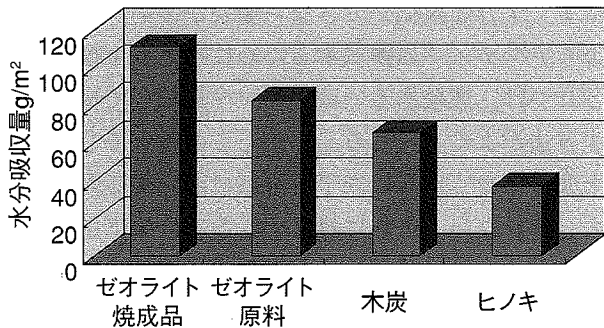


図3 吸放湿試験結果
(山形大学研究成果を元に制作)

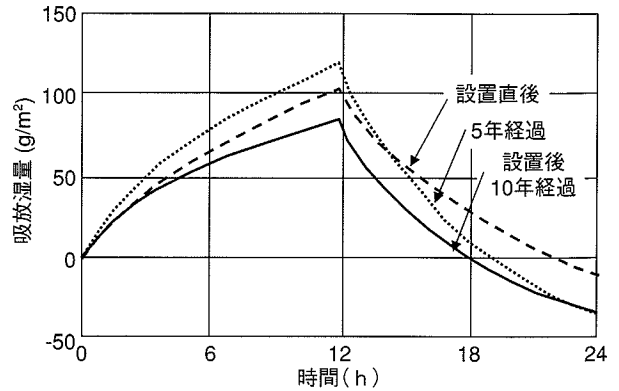


図5 マットの設置後年数による吸放湿性能の変化
製品：ナギストンマット，(財)日本建材センター調べ

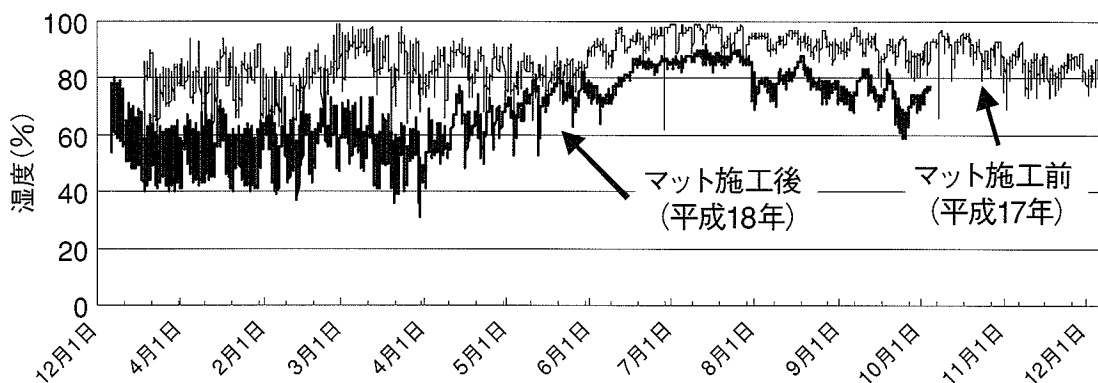


図4 床下調整湿マットの湿度抑制効果 (埼玉県Y氏邸)
使用製品：ナギストンマット

表1 ゼオライトの成分例
(財)日本肥糧検定協会調べ

成分	重量比 (%)
ケイ酸 (SiO ₂)	72.0
酸化アルミニウム	9.0
水分	5.4
カリウム	3.2
酸化ナトリウム	2.0
酸化鉄	1.3
その他	7.1

表2 ゼオライトの各種ガス除去効果

ガス成分	除去率 (%)
アンモニア	97.0以上
硫化水素	82.6
トリメチルアミン	92.3以上
ホルムアルデヒド*	97.0以上
トルエン*	56.0

マットは床下土壤に敷設するとそれだけで土壤からの水分を遮断する効果が見られるが、床下空気中の湿気を十分吸着するためにはマット内の粒子と床下空気が十分接触することが望ましい。そこで通気性の高い不織布製の袋にいれた小型のマットを根太や大引きなどから吊り下げの方法も採用している。実際の住宅（5件）でマットの効果を2年間に渡っ

て連続的に検証した結果、床下高が低く湿気の溜まりやすい住宅の場合、冬場で最大30%、夏場で10%程度の湿度抑制効果が確認できた（図4）。また設置後10年経ったものについて吸湿性能を確認したが、ゼオライト粒子の劣化や吸湿性能の低下はなかった（図5）。

床下の湿度が85%以下になればカビや腐朽は発生しないと言われているがこれを検証するデータはまだ十分ではない。今後、床下調湿材や換気システムについて、湿度抑制効果や腐朽・カビの発生抑制効

果を実験および調査によって検証していきたいと考えている。

床下湿気対策が難しいのは、湿気の発生位置がわかりにくい場合が多いからともいえる。しかし原因に応じて適切な手段を講じないと、効果が上がらない。また土壌や環境によっては、現状の対策では効果が上がらない場合もある。

4. 今後の課題

既存住宅では、環境、構造、材料や劣化状態に応じた維持管理の対策が求められる。特に腐朽やカビについては、床下や壁内での湿気の状態の把握や原因解明をおざなりにすると適切な効果が得られない。その一方で、床下環境の評価と改善策の効果に関する実際的なデータが不足しているのが現状である。今後、現場での実証データを取りながら様々な対策を検討していきたい。

(ナギ産業株)

24時間完全監視型防除「シロアリ検知通報システム」について

愛称：テルテルみはりくん

(特許出願中 特願2006-355078)

有 富 榮 一 郎

1. はじめに

昨今、環境への配慮は、地球規模で行われておりこの業界に身を置くわれわれにとっても、決して他人事ではない。

当社も企業として、CSR（企業の社会的責任）活動に積極的に取り組み、環境に優しく、人に優しいシロアリ防除施工の開発に着手した。

今回、当システムも実用化段階となり、現在までの取り組みについて報告する。

2. 「シロアリ検知通報システム」の概略

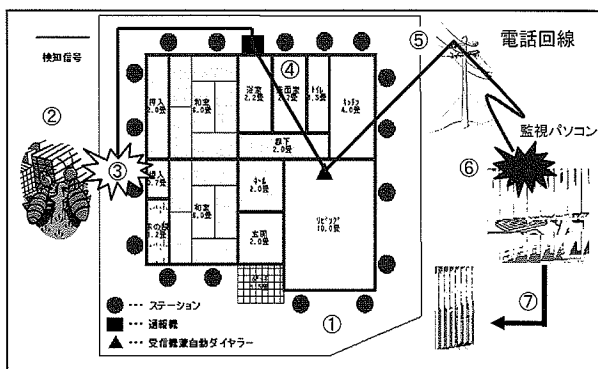


図1 シロアリ検知通報システムの全体図

- ① ステーションの設置（検知信号送信機能付）
- ② シロアリの食害発生
- ③ シロアリの食害検知および検知信号の通報
- ④ 検知信号の受信および送信（通報機→受信機）
- ⑤ 電話回線を経由して検知信号の送信
- ⑥ 監視パソコンで食害発生を検知
- ⑦ 点検指示および点検と対策の実施

3. 「シロアリ検知通報システム」の考案背景

3.1 業界としての取り組み

《環境への配慮》

現在主流となっている防除工法は、床下・基礎際への大量な薬剤の散布によるバリアー工法であるが最近では、薬剤の使用を最小限に止めたレスケミカルな防除としてベイト工法も多くなっている。

しかし、現時点においてもわれわれの業界を取り巻く周囲から“環境への配慮”の要求は更に強くなっており、最早個々の業者レベルではなく、業界として取り組むべき問題となっている。

検知通報システムでは、既存のベイト工法から更に環境に配慮したシステムとして、薬剤を一切使用しないノンケミカルな完全監視型防除を確立する。

■環境への配慮が必要な背景

① 環境汚染への配慮

人体、土壌への安全性が認められる薬剤であっても、多年に亘るサイクル施工等での影響については絶対的な安全性を保障することは難しく、脱薬剤への取り組みは必然的なことである。

② 建築工法・技術の向上によるシロアリ被害率低下

建築においては軽量鉄骨住宅やユニットバス等の普及、防蟻においては新築予防の普及等により、シロアリの被害に遭う建物が減少している。

③顧客や発注業者からの要望・要求

薬剤による環境への影響を懸念する声は、日々増しており、その要望・要求に応える業界体力が必要である。

3.2 施工業者としての取り組み

《コストの削減》

現在のベイト工法によるモニタリングにおいては

年間6～7回の点検が必要であり、必ずしも効率的な点検が行われているとは言えない。極端ではあるが、非効率な点検に人件費が発生しているとも考えられる。

コストの削減は、企業活動として重要な利益源であり、社会情勢厳しい業界内においては、決して無視できない取り組み課題となっている。

検知通報システムでは、点検は必要な時に、迅速に行うことを徹底し、効率的な点検により従来発生していた非効率な人件費を抑制する。

このコスト削減は、われわれ施工業者サイドのみではなく、顧客サイドに立ち施工費のコストダウンを実現することもできる。

3.3 顧客満足度向上への取り組み

《顧客と一体になった安全・安心のシステム作り》

現在のベイト工法によるモニタリングにおいてはシロアリの検知タイミングは、年間6～7回の点検時に限られ、シロアリからの建物の安全、顧客の安心は、スポット的なものになっている。

検知通報システムでは、シロアリ被害を信号化することで電話通信網を経由し、シロアリの検知タイミングは、365日24時間可能となる。

建物の安全も、顧客の安心も、365日24時間となり、顧客とわれわれ施工業者は常に一体となる。

「ベイト工法」と「シロアリ検知通報システム」の相違点

項目	ベイト工法	シロアリ検知通報システム
点検タイミング	6～7回/年	365日24時間
シロアリ検知タイミング	点検時	365日24時間
点検方法	全てのステーション	食害ステーションのみ
顧客のシロアリ認知	点検者からの報告	受信機での確認
管理物件	駆除物件がメイン	新築・既設サイクル物件でも可

4. 「シロアリ検知通報システム」の特徴

これらの背景から考案された検知通報システムは以下の特徴を備えた防除システムであると言える。

◆環境へ配慮した防除工法

薬剤を使用しないノンケミカルな完全監視型防除

◆効率的な点検システムによるモニタリング

効率的な点検による人件費の抑制

◆顧客と一体になった点検システム

建物の安全・顧客の安心は365日24時間

5. 「シロアリ検知通報システム」のモニター

5.1 薬剤メーカーでの実験

開始日	平成19年2月(11月末現在継続中)
場所	屋内実験室および屋外試験場
内容	イエシロアリ・ヤマトシロアリによる検知用ステーションの侵食度の実験
その他	検知用餌木の実験開発中

5.2 モニターの概要

設置日	平成19年6月1日
場所	北九州市八幡西区(Y邸) ※イエシロアリ地区
建物	某住宅メーカー軽量鉄骨
築年数	築20年
敷地面積	約230㎡
1階延床面積	約70㎡
ステーション	建物外周へ9個設置
その他	飼い犬(屋外) 固定サイクル予防実施物件

5.3 施工現場の状況



写真1 検知通報システムの施工を行ったY邸

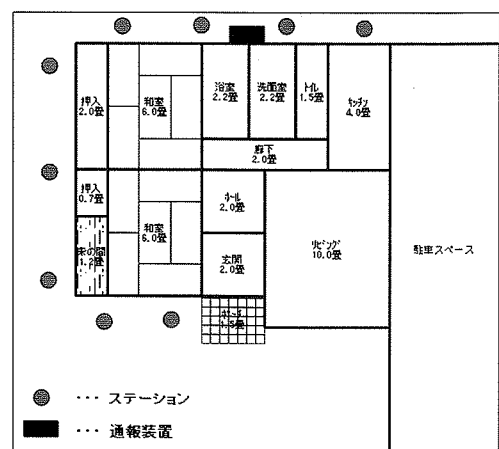


図2 Y邸の平面見取図とステーションの設置場所

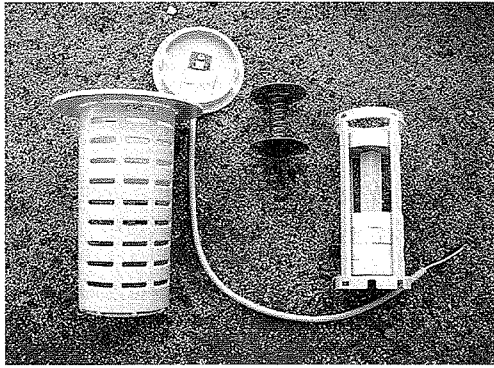


写真2 検知信号送信機能付ステーション

(左) ステーション本体と検知スイッチを備えたフタ
 (中央) 検知スイッチ押下用パネ (本体と餌木の間にセット)
 (右) 餌木部分 (素材はアメリカ産マツ)

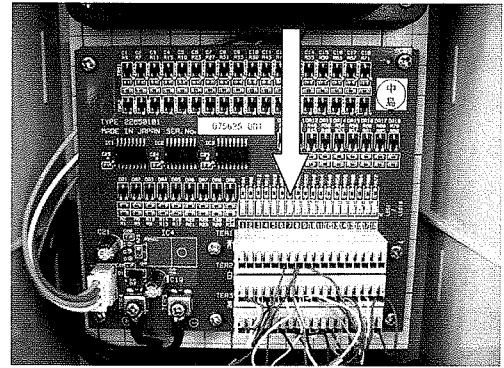


写真5 通報機内の基盤 (拡大)

食害が発生したステーションからの検知信号を受けて該当のステーション番号のランプが点灯している状態 (矢印部分)

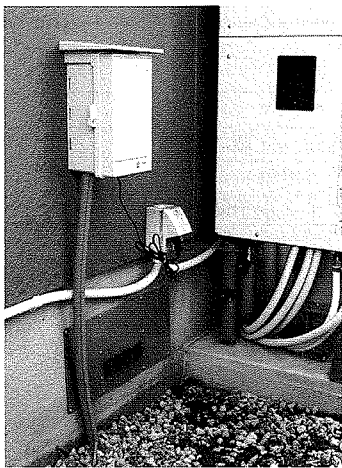


写真3 建物の外壁に設置された通報機

各ステーションからの配線をすべて左記通報機へ接続する

接続は最大18ステーションまで可能
 ※増設が必要な場合は基盤追加により対応も可能

ステーションからの検知信号を、受信機兼自動ダイヤラーへ送信する

電源は家庭用100V

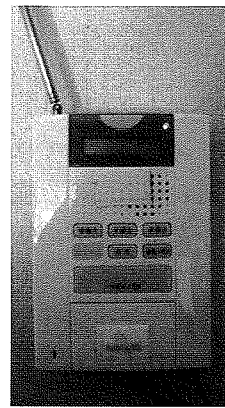


写真6 (上) (拡大)

上部ランプの点灯
 検知信号を受信した状態

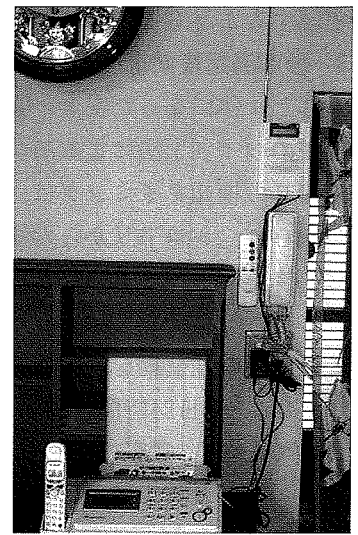


写真7 (右) 建物内に設置された受信機兼自動ダイヤ

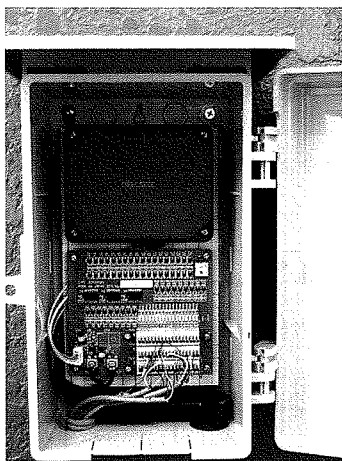


写真4 通報機の内部構成

(左上部)
 ◆送信機
 基盤経由の検知信号を建物内に設置した受信機兼自動ダイヤラーへ送信する

(左下部)
 ◆基盤および変圧器
 ステーションにて検知した信号を、制御して送信機へ送信する

主電圧 (100V) を変圧器で5Vへ変換ステーションからの検知信号は5V

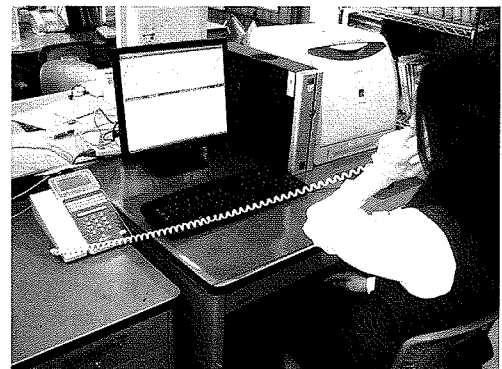


写真8 監視パソコンでのシロアリ検知と点検指示

5.4 モニターの状況

発生した事象と原因および対策

平成19年7月末現在

No	分類	事象	原因	対策
①	設置	ステーションからの配線が通報機に届かない	配線の必要長さの見積り不足	余裕のある配線見積り
②	設置	通報機への配線の差し込みで線が折れる	通報機の差込口が狭い	強度のある配線へ変更
③	設置	設置リセット後も受信機の検知ランプが点滅	受信機リセット操作のミス	操作手順の確認
④	環境	埋設したステーションが犬に掘り起こされる	犬の習性	無線化の検討
⑤	監視	検知情報が監視パソコンに表示されない	想定していない信号データの受信	監視ソフトの修正
⑥	その他	梅雨時期の大雨、台風4号による影響	システムに支障を与える事象の発生はなし	

6. 「シロアリ検知通報システム」の管理・分析ツール

監視センターに保有する管理データベース群を活用することで、①シロアリ発生分布状況、②シロアリ発生履歴状況等、さまざまなデータ分析やデータ抽出が可能となり、有効な営業情報として戦略的な営業展開に役立たせることができる。

■検知通報システムで保有する管理データベース群

- ・顧客データベース(顧客の基本情報・監視履歴)
- ・地図データベース(営業エリア内外の地図情報)

7. 実用化に向けて対応した(すべき)課題

7.1 社内的な対応事項

- ① 設置試験(モニター)によるシステムの安定化
 - ・ステーションの検知精度(信頼性)の向上
 - ・検知信号の通信経路の安定性の確保
通報装置、受信機兼自動ダイヤラー、電話回線
 - ・モニターで発生した問題点の対策
- ② システム全体の運用関連マニュアル類の作成
 - ・運用マニュアル(システム全体の運用手順書)
 - ・施工マニュアル(施工に関わる工事仕様書)
- ③ 監視運営体制の確立
 - ・現実的な365日24時間監視の体制
夜間、休日に検知した場合の対応等
 - ・運用マニュアルに沿ったシステム全体の運用訓練
- ④ 施工技術の標準化
 - ・施工マニュアルに沿った施工訓練
通報/受信装置関連の設置・設定等
- ⑤ 施工費用(販売価格)の設定
 - ・顧客の興味を引く施工費用の設定
シロアリ検知後のアフターフォローを含めた価格

- ・営業展開し易い価格の設定

7.2 社外的な対応事項

- ① 開発関連企業との責任範囲の明確化
 - ・通報/受信装置関連の機器障害等への対応体制
- ② 保証体制の確立
 - ・保険適用の対象条件、免責事項等の確定
- ③ 指定施工店としての関連取引先への対応
 - ・システムの事前説明および承認取得等
- ④ 特許取得への対応
 - ・平成18年12月特許申請済

8. おわりに

「シロアリ検知通報システム」は、業界として近い将来に必ず正面から考えなければならない「環境への配慮」を最重要課題として、広く求められるシステムに発展すべく実用化の第一歩を踏み出した。

ターゲットとしては、ノンケミカルな防除を必要とする顧客を始め、さまざまな環境での展開が考えられる。

◆幼児・老人の生活環境

保育所、幼稚園、老人介護施設等

◆固定サイクル物件

多年に亘る薬剤散布による予防施工からの脱皮

◆駆除工事後の監視

シロアリの再侵入を事前阻止

◆遠隔地の物件監視

点検に手間が掛かる遠距離、離島等の物件の監視

現在(平成19年11月)、薬剤メーカーおよび大学の研究機関の協力を得て、多種多様な環境での実用が可能となるようシステムの更なるレベルアップを図っている。

(株)新栄アリックス

札幌産ヤマトシロアリの耐寒性 — 各地産及びトビイロケアリとの比較 —

青山 修 三

1. はじめに

現在北海道の最北家屋被害地は北緯43度50分の留萌市であり、最北生息地は北緯44度22分の名寄市である¹⁾。これらはそのままわが国の最北地とすることが出来る。Blakiston が明治初期に函館近郊でシロアリ採集してから留萌市での被害家屋発見までに経過した年数は実に130年である。これはシロアリが北上したとする一部の見方があるが、筆者は大いに疑問視をしている。北海道において確認されてきたシロアリ生息地は面の広がりは見せず、不規則な点としてのわずかな拡大に過ぎない。北海道に生息するヤマトシロアリの耐寒性についてまず知りたいところである。また生息分布の面の広がりを困難にしていると思われるシロアリ同様腐朽木に営巣するトビイロケアリとの比較もしなければならない。

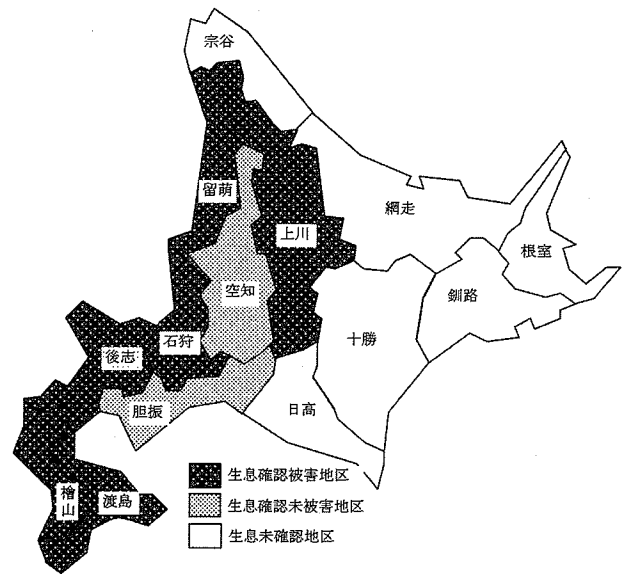


図1 北海道のシロアリ推定生息分布図 (2004年)

2. 北海道のシロアリ推定分布図

1977年森によってわが国のシロアリ最北限が上砂川町 (1978) と決定されて23年が経過した後、青山、村上は2001年と2002年に旭川市内でシロアリ被害家屋3例を確認して、同市内にシロアリが定着している確証を得たのである。旭川市の年平均気温6.7℃と建物に対する凍結深度80cmであるなら、同じような数値である隣接する地方にもシロアリは居るであろうと考え、本格的な調査の必要性を感じ、石狩、胆振、日高、空知、留萌、宗谷地方の史跡調査を実施した。その結果2004年に胆振地方室蘭市での生息確認と、2005年には留萌市内で被害家屋を発見して、北海道のシロアリ推定分布図(図1)を作成した²⁻⁴⁾。生息分布を行政区である支庁別に、生息未確認地区、生息確認未被害地区、生息確認被害地区の3区分とした。大きく見ると、北海道を南北に大雪山系と日高山脈で二分し、その南北線から日高地方を除

く西側が生息分布域であった。日高地方の年平均気温7.8℃、凍結深度50~60cmならシロアリは充分生息の可能性は残っている。また、札幌市から旭川市を結ぶ空知地方は、かつて産炭地振興による人口増加などで隆盛を誇った地域で木造建築物のシロアリ被害が予想された地域であったが、被害発見は未だ無い。

3. ヤマトシロアリの耐寒性

3.1 各地産との温度反応比較^{5,6)}

札幌産ヤマトシロアリ職蟻の温度反応を3種類の実験により他地域産のコロニーと比較した。二重の試験管の温度を20℃から徐々に-4℃まで低下させる温度下降に伴う反応行動を比較した結果(図2)、産地が南から北へ行くに従って活発行動を示す温度範囲が下降する傾向が見られた。しかしながら緩慢、停止、仮死の温度反応には明瞭な南北産地の傾斜的

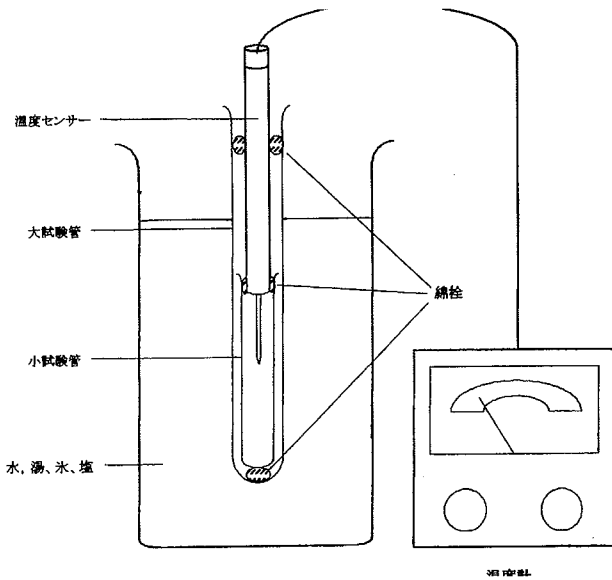


図2 ヤマトシロアリとトビイロケアリ温度反応実験装置

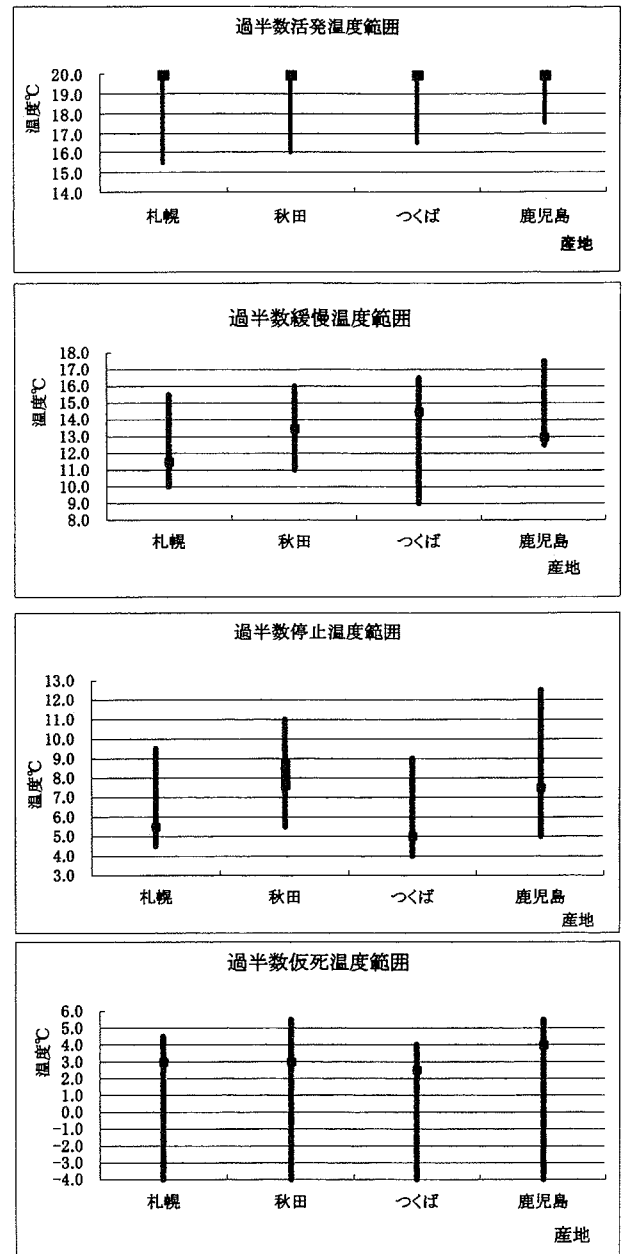
表1 温度下降実験における仮死10時間後の蘇生率

産地	反復数	供試頭数	平均蘇生数	標準偏差	平均蘇生率 (%)
札幌	10	5	4.2	1.13	84
秋田	10	5	0.8	1.61	16
つくば	10	5	2.3	2.11	46
鹿児島	10	5	1.0	0.94	20

温度低下は見られなかった(図3)。温度下降終了後10時間後の平均蘇生率は札幌産84%, 秋田産16%, つくば産46%, 鹿児島産20%であった(表1)。広口瓶を用いての越冬期間中の死亡率を比較した結果, 越冬期間中の死亡率は札幌産が最も低い54.7%で, 秋田産が93.3%, 鹿児島産は100%であった(図4)。シャーレ内カラマツ蒸煮材の食害による早春季採餌量比較をした結果, 実験期間中の最低温度が3.5℃最高温度が11.0℃であった5週間のカラマツ蒸煮材への食害は札幌産(生存率86.8%)が最も大きく, 秋田産(生存率55.6%)は軽微, 鹿児島産(生存率6.8%)では認められなかった(表2)。したがって札幌産ヤマトシロアリは秋田, つくば, 鹿児島の各地産と比較して耐寒性において違いがあると考えられた。

3.2 トビイロケアリとの行動温度範囲比較

ステンレスバット上に作られた傾斜温度と二重の試験管を20℃から-4℃まで徐々に冷やす(図2)ことで札幌産ヤマトシロアリとトビイロケアリの温度反応比較を試みた。その結果, 春季はトビイロケ



— 供試虫の過半数が反応した温度帯 ■ 最多頭数反応温度
図3 産地別ヤマトシロアリ過半数反応温度範囲

アリがヤマトシロアリより行動温度範囲が広く, 反対に秋季はヤマトシロアリの方がトビイロケアリより行動温度範囲が広い(図5)。春季のヤマトシロアリが示した活発行動は9.5℃までの範囲だが, 緩慢行動と停止は明瞭ではなかった, 一方トビイロケアリの活発行動は12.0℃までだが緩慢行動は4.0℃までの範囲であった(図6)。仮死10時間後の蘇生率はヤマトシロアリで春季が100%, 秋季では80%であったが, トビイロケアリでは春季がわずかに17.1%で秋季は0%であった(表3)。春季のトビイロケアリの行動温度範囲が広いことは, ヤマトシ

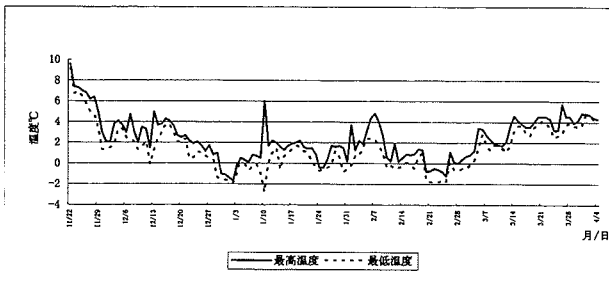
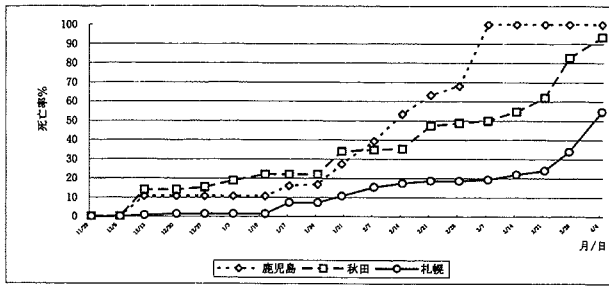


図4 各地産ヤマトシロアリ越冬中の累積死亡率と最高最低温度の推移

表2 低温条件下における各産地ヤマトシロアリの食害度と生存率の比較

産地	反復数	各観察日における平均食害度					生存率 (%)*	
		4/11	4/18	4/25	5/2	5/8	平均	標準偏差
札幌	5	0	0	8	22	34	86.8	6.06
秋田	5	0	0	0	8	14	55.6	42.84
鹿児島	5	0	0	0	0	0	6.8	6.38
最低～最高温度	(℃)**	—	3.5～8.0	6.5～8.0	7.0～11.0	9.0～11.0		

* : 試験終了時
** : 各観察日間に記録した値

表3 仮死10時間後の蘇生状況

実験時期	反復数	供試頭数	平均蘇生数	標準偏差	平均蘇生率 (%)
春季シロアリ	7	5	5.0	0.00	100
春季アリ	7	5	0.8	1.46	17.1
秋季シロアリ	7	5	4.0	1.29	80.0
秋季アリ	7	5	0.0	0.00	0

*シロアリはヤマトシロアリ, アリはトビイロケアリ

ロアリは営巣していた食跡から移動して地中で越冬している間にそこを奪われやすいのではないかと考えられた。

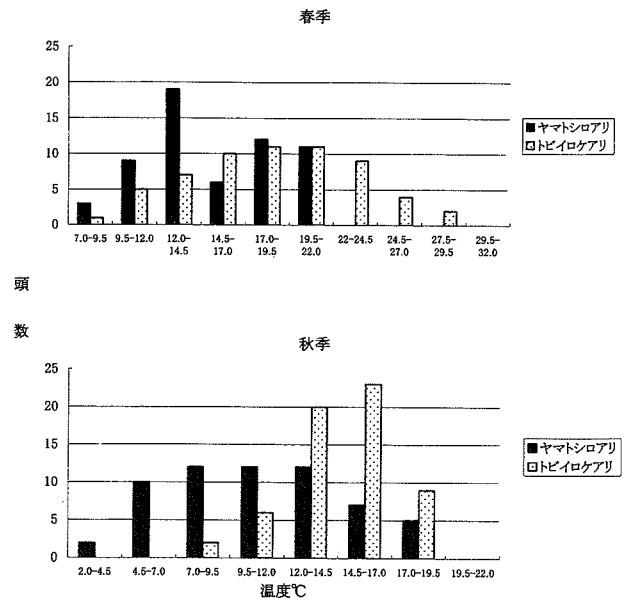


図5 ヤマトシロアリとトビイロケアリの選択温度範囲
反復数6回, 合計供試虫数60頭

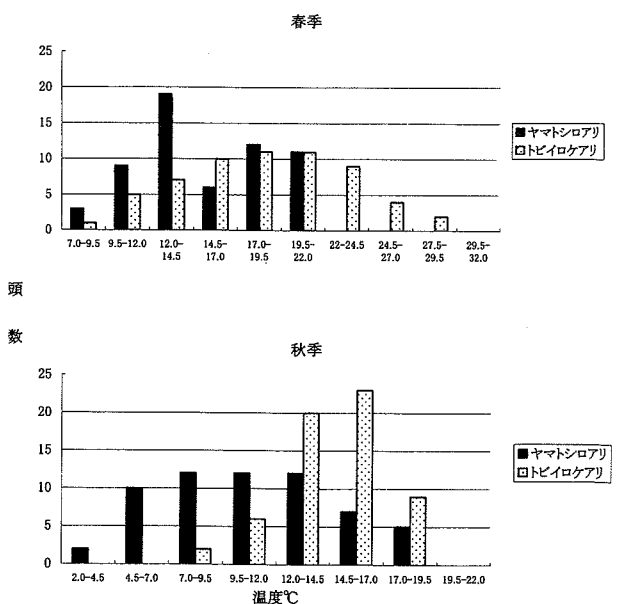


図6 ヤマトシロアリとトビイロケアリ
過半数行動温度範囲

表4 実験終了時における死亡率と虫体不明率の比較

	反復数	死亡率			虫体不明率		
		平均死亡数	標準偏差	死亡率%	平均不明数	標準偏差	不明率%
シロアリ給餌区	5	12.4	12.2	37.66	17.0	7.5	34.0
シロアリ無給餌区	5	11.2	21.7	26.2	7.2	4.3	14.4
トビロケアリ区	5	25.2	25.0	50.4	0.0	0.0	0.0

表5 集合様式に対するヤマトシロアリとトビロケアリの死亡率

	集合型		中間分散型	
	N	死亡率%	N	死亡率%
シロアリ給餌区	0	—	5	24.2
シロアリ無給餌区	4	3.0	1	100
トビロケアリ区	2	0.0	3	83.3

3.3 トビロケアリとの越冬の死亡率比較

水で湿らせたバーミキュライトを敷いたペトリ皿へ、札幌産ヤマトシロアリまたはトビロケアリの職蟻50頭を放ち、約4ヶ月間冬季低温条件下の死亡虫数を記録した⁷⁾。実験期間中0℃以下の低温日数が22日であった1月にトビロケアリとヤマトシロアリ無給餌区の死亡頭数が増加した。実験終了時の死亡率はトビロケアリが最高で50.4%、そしてヤマトシロアリ給餌（ペーパータオル）区は37.6%、無給餌区が26.2%の順であった。虫体不明率はヤマトシロアリ給餌区が最も多くて34.0%であったが、トビロケアリは0%であった（表4）。しかし集合様式別に死亡率をみると（表5）、ヤマトシロアリの集合型は給餌区が0例で、無給餌区の死亡率がわずか3%であったが、中間分散型では死亡率は給餌区が24.2%であったのに対し、無給餌区では100%で高かった。一方トビロケアリについてみると、ヤマトシロアリと同様に中間分散型において越冬中の死亡率が83.3%で高い値であった。これは②の低温下での少数個体による実験の仮死後の低い蘇生率（高死亡率）に匹敵した。これに対し集合型では1

個体の死亡個体も観察されなかった。実際の野外では、恐らくトビロケアリの大多数の個体が冬を越すと考えられ、春季行動適温範囲の広さから、早期に多くの個体が活動することは、ヤマトシロアリの春季営巣にとって充分脅威となるものと思われる。

引用文献

- 1) 青山修三（2005）：わが国最北端にせまる北海道のシロアリ生息分布，木材保存，31(4)：152-161.
- 2) 青山修三，村上竜仁（2003）：北海道におけるヤマトシロアリ生息北限の新知見，ペストロジー学会誌，18(1)，59-63.
- 3) 青山修三，村上竜仁（2004）：北海道におけるヤマトシロアリ生息調査記録，ペストロジー学会誌，19(1)，25-29.
- 4) 青山修三，村上竜仁（2005）：北海道におけるヤマトシロアリ生息調査記録第2報 留萌市で発見したシロアリ家屋被害，日本ペストロジー学会誌，20(1)：33-35.
- 5) 青山修三（2006）：札幌産ヤマトシロアリの低温環境における行動第1報低温反応の各地産との比較，日本ペストロジー学会誌，21(1)：21-25.
- 6) 青山修三（2006）：札幌産ヤマトシロアリの低温環境における行動第2報トビロケアリとの比較，日本ペストロジー学会誌，21(1)：27-30.
- 7) 青山修三（2007）：札幌産ヤマトシロアリの低温環境における行動第3報冬季条件下におけるトビロケアリの死亡率とヤマトシロアリとの比較，日本ペストロジー学会誌投稿中

(株)青山プリザーブ

東北・北海道におけるベイト工法によるシロアリ防除の現状

伊藤 豊・菅野 誠吉
末永 隆行・坊 孝太郎

1. はじめに

東北及び北海道に生息している地下生息性シロアリはヤマトシロアリであり、防除の対象もほぼヤマトシロアリに限られる。東北及び北海道の年間平均気温は13.1℃(福島)～9.4℃(函館)で、東京の16.5℃に比べ3.4～7.1℃、鹿児島島の18.9℃に比べ5.8～9.5℃低くなっている。また、冬季は雪に覆われる地域が多く、軒下の残雪等の状況を考えると年間平均気温差以上にシロアリにとっては過酷な条件となっていると思われる。本報告では、東北・北海道地区におけるベイト工法によるシロアリ防除の実態について紹介する。

2. 東北・北海道におけるベイト工法施工の概況

東北・北海道におけるベイト工法の本格的導入(営業開始)は平成10年3月からである。ベイト工法を実施している施工業者は推定8社(うち非会員1社)で、対象種は全てヤマトシロアリである。そのうちこれまでの累計施工件数が多いと思われる4社のデータをもとに報告する。

施工件数：1,495件

(平成10年3月～平成19年7月31日)

管理件数：1,143件(平成19年7月31日現在)

契約継続率：76.5%(60～90%)

総施工件数に占める駆除施工の割合：

89%(80～100%)

※11%が予防施工

3. ベイト工法による管理の流れ

ベイト工法は薬剤処理施工と異なり、①ステーション設置⇒②モニタリング⇒③ベйтиング⇒④モニタリングの継続という長期間にわたる管理が必要である。原則として薬剤散布を行わないので即効性はないが、環境汚染や人間への影響を心配する必

要がほとんどない。また、ステーション設置のための穴あけ以外の工事は原則として必要ないため、対象建造物に対しては非破壊施工ということになる。

モニタリングは原則としてステーション設置後毎月1回行うが、東北・北海道地域は冬季間雪に覆われる地域が多いため、降雪後はステーションを開けてみるができないことが多く、また、冬季間はシロアリ活性が落ちると考え、各社とも冬場のモニタリングは基本的に行っていない。

4. 駆除効果について

ベイト工法ではモニタリングデバイスへの食いつき(ヒット)が防除のスタートとなるが、中にはなかなかヒットしない物件もある。ステーション設置からヒットまでの最短月数は1ヶ月(各社共通)、最長月数は24ヶ月(8～24ヶ月)平均月数は2.5ヶ月(1.5～3ヶ月)となっている。

ヒット率を左右する要素としてシロアリ活性の他に、ステーションの設置場所やモニタリングテクニックなどがある。ベイト工法導入直後は各社とも試行錯誤の時期があったが、現在はより効率のかつ効果的な防除が行われているものと思われる。

ベイト工法では基本的にコロニーを根絶するが、薬剤処理のような残効性がないため、一つのコロニー根絶後に他のコロニーからの侵入を受ける可能性がある。定期的なモニタリングによってそれらの新たな侵入を察知し駆除し続けるため、いわゆる再発によるクレームということは原則的にない。したがって、厳密な意味での駆除率または再発率を見出すことはできない。

総施工件数のうち何らかの理由で管理契約の継続をしなかった件数が353件であった。この数を施工件数で割ると23.5%となる。ベイト工法は初期の段階でシロアリを駆除するが、その後は新たなシロア

りの侵入から家を守り続けるという管理システムであるため、23.5%のお客様が管理契約の継続を望まなかったということになる。

管理契約の継続を望まなかった理由に、駆除がうまくいかなかったからという理由はほとんどなく、むしろ初期の駆除が完了し、その後長期間にわたり次の侵入が見られないため、管理契約を中断するという理由が最も多いようだ。契約を継続した場合に支払うべき料金に対する躊躇もあるものと思われる。さらに、23.5%のなかには、引越し、改築、その他駆除効果や料金とは全く関係のない理由によるものも相当数含まれている。

管理契約の継続率を高めるためには、駆除効果等の技術的側面以外の要素も重要といえる。

〈施工例①〉

■一般住宅（秋田市） 築25年

■シロアリの被害状況

施工2年前から玄関および勝手口から羽アリの発



建物外観

生が続いていた。床下にシロアリの生息が確認されたが、被害はそれほど進んでいなかった。

■管理状況（平成18年6月～平成19年8月）

外周52.5m 年7回（4～10月）点検

設置ステーション：24本

設置後1回目の点検で7箇所にて活動を確認、その後、最大16箇所でシロアリの活動があり、約1年間で大量のベイトリングにより活動を停止させる。

〈施工例②〉

■一般住宅（仙台市）築18年

■ベイト工法導入の背景

アレルギーを持つ家族がいるため薬剤を散布しない方法に関心を持っていた。

敷地内のシロアリを全て駆除することができるため。

■管理状況（平成14年9月～現在一時休止中）

シロアリの生息がないため1年様子を見るとのこと

設置ステーション：19本

ヒットしたステーション：累計5本



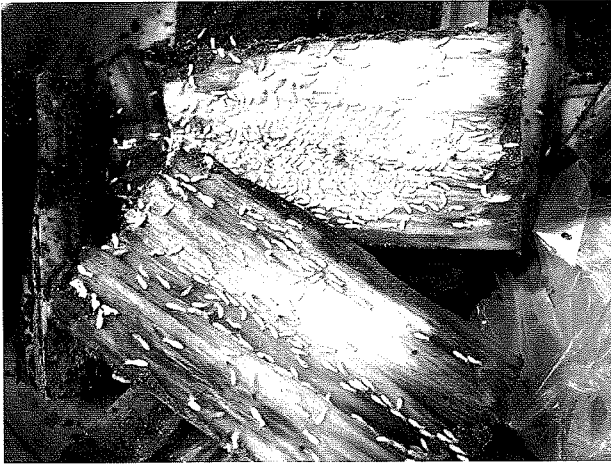
ステーション設置状況



デバイスへの喫食1



デバイスへの喫食2



デバイスへの喫食3



建物周辺の廃材

ベイトイングにより駆除が完了したステーション
：5本

〈施工例③〉

■幼稚園（福島市）築25年

■導入の背景

平成17年5月に、事務所及び遊戯室にシロアリの羽アリが確認された。

調査依頼を受けた2社で提案が行われ結果、安全重視の観点からベイト工法が選択された。

■管理状況（平成17年5月～現在継続中）

設置ステーション：32本

モニタリング回数：年5回

ヒットしたステーション：3本

駆除が完了したステーション：3箇所

5. ベイト工法を選択する施主の傾向

ベイト工法を選択する施主の傾向について各社へのアンケート調査の結果、下記のとおりとなった。
（回答の多かった順）

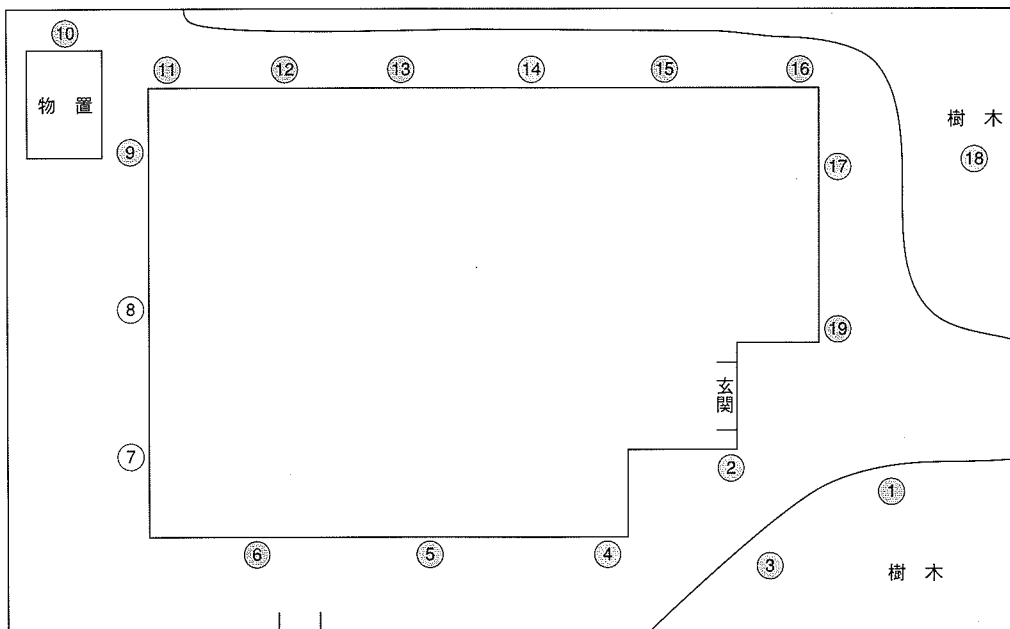
施主の傾向：① 薬剤散布を嫌う。

② 薬剤散布ができない。

③ アレルギー体質を持っている。

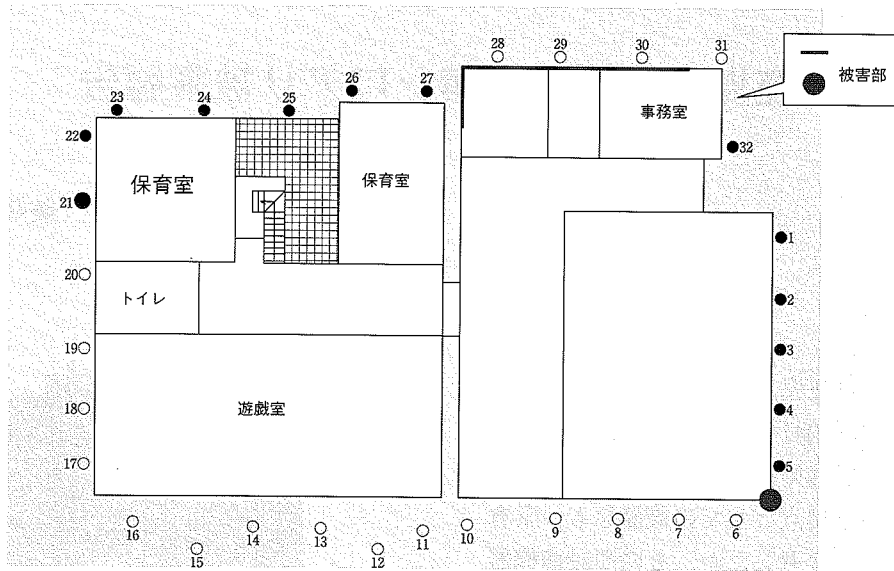
④ 不特定多数の人が出入りする。

⑤ 安全と安心感を重視する。



Ⓝ：ステーション(土壌)

Ⓝ：ステーション(コンクリート)



- ⑥ 駆除の過程を確認できて安心。
- ⑦ 巣を根絶することを理解している。
- ⑧ 建物にキズを付けたくない。

6. ヤマトシロアリをベイト工法で防除する際の注意点

各社技術担当者へのアンケート調査の結果下記の回答があった。

- ① ベイティングの際、刺激を与えないようにする。
- ② 防除に長期間を要することを施主に理解していただく。
- ③ 長期間の管理契約であるため、駆除過程の説明と報告書(モニタリング報告書, 年間報告書)が重要となる。

7. ま と め

寒冷地である東北・北海道地域においてもシロアリは活発に活動し、住宅等に被害を与えている。刺激に敏感なヤマトシロアリはベイト工法での駆除は難しいと思われがちだが、東北及び北海道の一部でも十分に駆除が成り立ち、お客様にも概ね満足していただいている。

今回の調査に協力いただいた4社は全てPCO業務の比率が高い会社であり、継続的管理業務が重要と

なるベイト工法の理解と導入は比較的容易であったと思われる。また、再契約への移行については各社のPCO的顧客管理ノウハウが活かされているものと思われる。

地方では住宅面積や敷地面積が大きいため、加害しているシロアリコロニーと敷地とのズレが少ないことも都会の住宅密集地に比べ、ベイト工法が理解されやすい要因かと思う。

寒冷地においては高断熱住宅の割合が多く、いろいろな断熱工法が用いられる中で、シロアリに加害されやすく、薬剤処理がしにくい建築工法が普及する傾向がある。そのような場面でもベイト工法は対応できるため、今後も寒冷地におけるベイト工法はより普及するものと思われる。

今回は薬剤施工に関する調査を行っていないが、東北・北海道においてベイト工法が薬剤処理工法を数量的に上回っていないと推測できる。

自然豊かで、農作物の供給地でもある東北・北海道においてはベイト工法に限らず、より環境と健康へ配慮した工法の普及が望まれる。

(株)ダイナミック・サニート
 (株)協和エムザー
 三和商事(株)
 西武消毒(株)

鹿児島県産業会館シロアリ被害報告

西村 兼美・廣瀬 博宣

1. はじめに

鹿児島県産業会館は鹿児島県の産業振興のシンボルの象徴建物とし、昭和41年に建設された。建物は商工会議所を初め諸団体の中枢として使用されており、中小企業等の中核拠点としての機能をもつ県有建物である。築40年を経過したが、その間設備機器の機能向上・開口部の新設・内部空間の変更・バリアフリー対策等の営繕工事が行われ、現在も有効活用されている。このような状況の中、平成12・13年には、同会館執務空間において、シロアリ被害、羽アリの大量発生が確認された。平成14年その対応を、鹿児島県住宅センター、鹿児島県建築設計監理事業協同組合、日本しろあり対策協会鹿児島県支所の3機関が協議、全館のシロアリ被害・生息調査を行った。鹿児島県建築設計監理事業協同組合はその結果を、被害状況と今後の対策として報告書にまとめ、鹿児島県に報告した。報告に基づき、平成14年9月より翌年3月まで同会館のシロアリ駆除予防工事、建物修復改善工事が行われた。社団法人日本しろあり対策協会鹿児島県支所および鹿児島県しろあり事業協同組合は、被害調査に協力、シロアリ駆除予防工事を実施したのでその内容を報告する。

2. 概 況

2.1 建物概況（地勢・建物構成）

建物の住所

鹿児島市名山町

地勢の特長

東に鹿児島湾、東よりの風、旧家が多い

建物の概要

鉄筋コンクリート造・地下1階地上7階建

高さ33m・延床面積6,740㎡、昭和42年完成

建物の特長

コンクリート打放し仕上げとプレキャスト板の外壁二重構造。建物中心部を共用空間のコアとし、外



写真1 建物外観

部周りに執務室を配している。1・2階にコミュニティ性の空間を創出し、3階以上をオフィス空間としている。

2.2 建物経過状況（白蟻の実態）

建物完成以来40年の間に、建物維持としていくつかの補修・改善工事が行われた。平成5年に行われた2階大会議室の事務室改造工事では、会議室ステージ木造床組にシロアリの食害・生息が確認され、改造工事と併せ2階のシロアリ防除対策が行われた。その後、平成12年、2階・3階で羽アリの大量発生と3階に被害痕跡が確認された。又2階屋根の防水工事の際、下地撤去を行ったところ、防水押さえコンクリートと木毛板の間やパラペット（屋上周囲立ち上がり部）目地間に大量のシロアリが確認され、応急の駆除を実施、屋上防水工事が行われた。



写真2 建物被害部2・3階外観

平成13年6・7月に再び、2階3階の東側事務室で羽アリ発生、シロアリ生息が確認された。

3. 白蟻被害調査

3.1 調査目的

- 建物完成後の本格的な調査の実施
- 頻繁に見られるシロアリ生息範囲と営巣の発見
- 被害により建物使用に対する影響
- 営巣と建物構造（下地材）の関連解明
- 再発生防止に対する、防蟻対策の立案

3.2 調査方法

3.2.1 一般調査

全館全室目視・聞き取り調査
天井点検口廻りの天井裏目視調査

3.2.2 詳細調査

一般調査の結果で疑わしき部分について詳細調査
天井裏・壁裏の内部の目視と生息虫の探索

3.3 調査内容

被害部の確認、蟻道・蟻土の確認、生息虫の確認、被害範囲の推定、生息範囲の推定

3.4 調査状況

調査は鹿児島県支所青壮年部会員が行った。

3.4.1 一般調査

平成14年9月3・4日（延べ14人）

青壮年部会員2人1組の計3組と統括1名により、建物全室について、部屋責任者への聞き取り、床・壁・天井を目視・打診調査した。天井点検口部は上半身を天井裏に入れ、調査した。屋根、テラス、建物外周についても調査を行った。調査結果はチェックシートに記入した。

3.4.2 詳細調査

平成14年9月7日（3人）

一般調査により、疑わしき部分（2・3階東側の

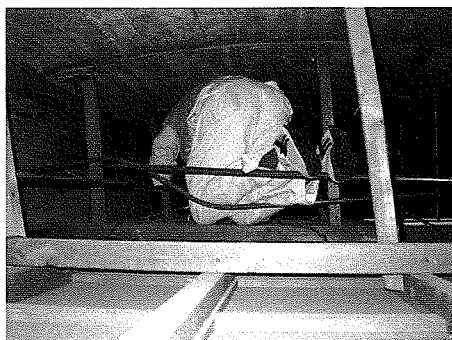


写真3 3階天井内部調査

部屋)について大工による開口、会員による内部調査を行った。

4. 調査結果

4.1 一般調査

- ① 2階天井・壁に食害跡・蟻道跡が診られた。
- ② 3階間仕切り壁・床コーナー・天井コーナーに蟻道及び食害跡が診られた。

4.2 詳細調査

- ① 3階間仕切り壁下地内と空調機配管廻りでシロアリの生息を確認した。生息虫は兵蟻の特長よりイエシロアリと同定した。
- ② 2階天井木下地でイエシロアリ生息を確認した。
- ③ 2階支援センター室壁・天井の木下地は著しく食害されていた。



写真4 2階天井イエシロアリ兵蟻出現状況

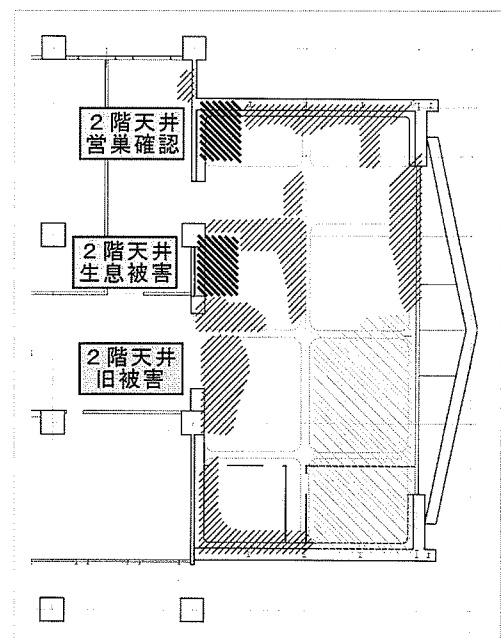


図1 産業会館2階シロアリ被害生息図

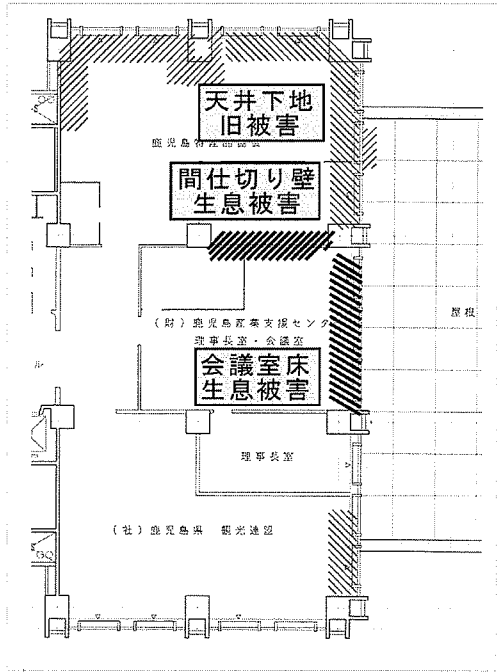


図2 産業会館3階シロアリ被害生息図

- ④ 2階天井木毛板被害部に白蟻営巣らしき部分を確認した（兵蟻の出現状況から推定）。
- ⑤ 2・3階の被害分布を図1・図2に示す。

4.3 追加調査

営巣箇所と推定された3階屋上パラペットをコア抜きし、防水と再点検を兼ねた掃除口を設けた。掃除口にファイバースコープを挿入し、パラペット内部の調査を行った。

- ① パラペットは、初期パラペットにブロックが追加された2重構造であった。
- ② 2重構造の空間部分をファイバースコープで調査し、イエシロアリの営巣を確認した。

5. 建物被害状況と被害経路

建物の被害状況と侵入経路を以下に示す。

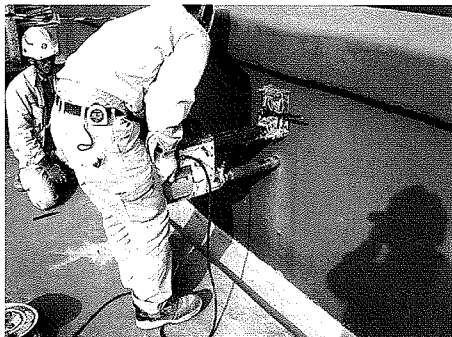


写真5 3階屋上パラペットコア抜き

5.1 営業部

修復工事の際行なった、屋上パラペット追加調査で、イエシロアリ営巣は3箇所見つかった。

生息営巣：1箇所 死滅旧営巣：2箇所

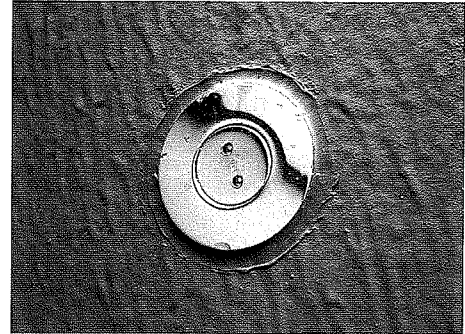


写真6 点検用掃除口設置

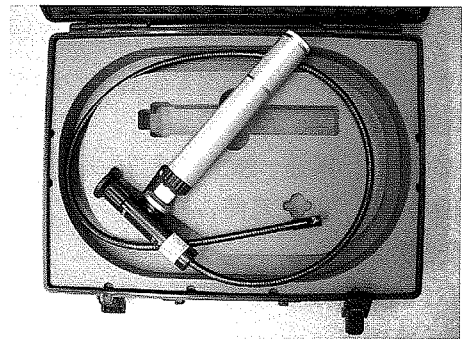


写真7 ファイバースコープ

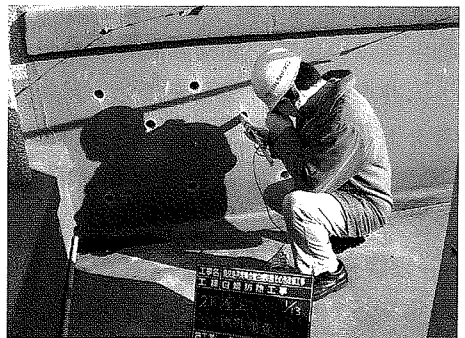


写真8 3階屋上パラペット内部調査状況

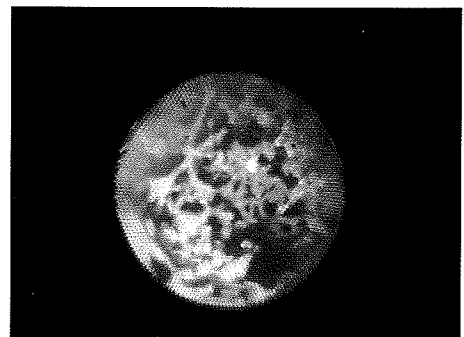


写真9 パラペット内部イエシロアリ営巣



写真10 3階屋上イエシロアリ営巣位置

5.2 天井木毛板侵入経路と被害状況

屋上パラペット営巣から2階天井木毛板へシロアリが侵入した経路と木毛板の被害状況を以下に示す。

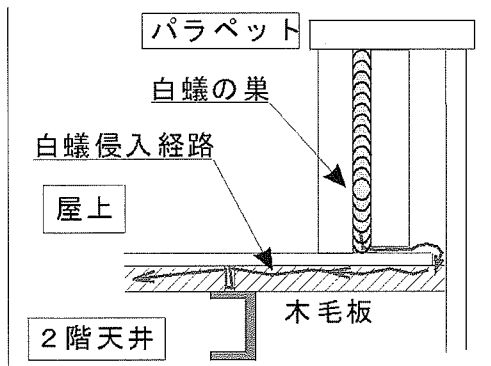


図3 2階天井木毛板侵入経路

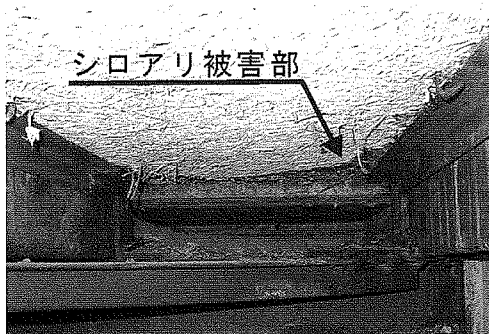


写真11 2階天井木毛板シロアリ被害状況



写真12 2階天井木毛板シロアリ被害拡大

5.3 天井木下地侵入経路と被害状況

屋上パラペット営巣から2階天井木下地へ、シロアリが侵入した経路と2階天井木下地被害状況を以下に示す。

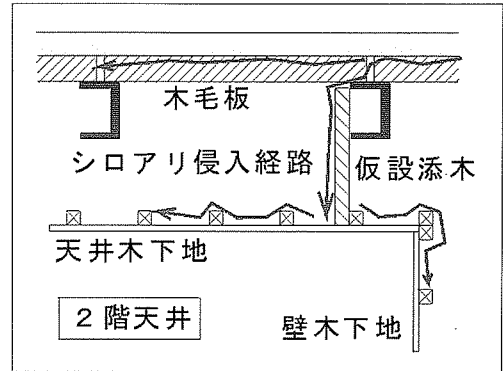


図4 2階天井木下地侵入経路



写真13 天井木下地シロアリ被害

5.4 3階床侵入経路と被害状況

屋上パラペット営巣から3階本館床へシロアリが侵入した経路と3階本館床被害状況を以下に示す。

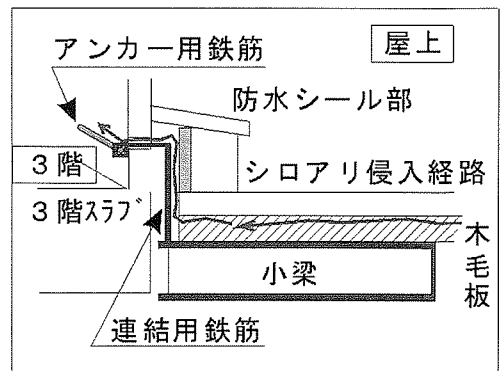


図5 3階床シロアリ侵入経路



写真14 3階床シロアリ侵入部

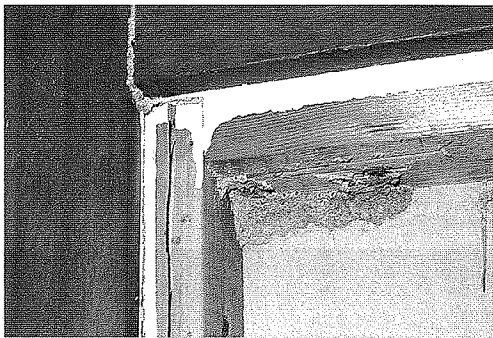


写真15 3階間仕切りシロアリ被害

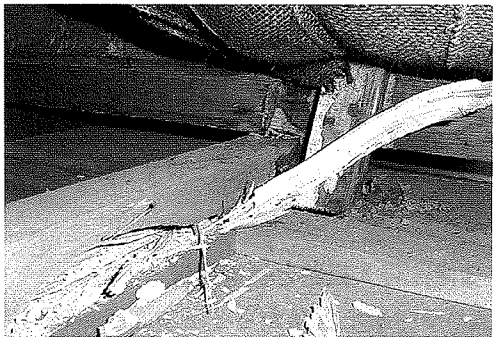


写真16 3階天井木下地シロアリ被害

6. 駆除及び予防工事の提案

鹿児島県しろあり事業協同組合は、被害調査結果と産業会館構造を考慮し、鹿児島県建築設計監理事業協同組合に、シロアリ駆除方法と予防方法を提案した。

6.1 駆除工事提案

ベイト工法提案

営巣は3階屋上パラペットと推定され、内部を確認するため、パラペット開口を検討したが、大がかりな工事となるため、断念した。パラペットを開口せず、営巣を確実に駆除する方法として、ベイト工法による営巣駆除を提案した。

6.2 予防工事提案

薬剤による予防処理提案

産業会館周囲はイエシロアリ生息の多い地域で、生息白蟻の駆除を行っても、駆除後羽アリが飛来し、再度営巣、建物への加害が予想される。又、産業会館は外壁が複雑に交叉しており、閉鎖空間が多く、羽アリの生息し易い構造である。産業会館白蟻被害修復工事に併せて、羽アリ営巣防止と、加害防止として、薬剤による予防処理を提案した。

施工箇所はパラペット内部、天井木毛板、2階天井木下地、2階壁木下地、3階天井外周部木下地、3階間仕切り壁、3階床外周部とした。

7. 駆除予防工事

工事提案に基づき、平成14年9月からベイト剤による駆除工事を施工した。平成15年1月からは改修工事の一環として、防蟻工事を施工した。

施工の状況を以下に示す。

7.1 ベイト剤による駆除工事

目的：2階、3階に生息するイエシロアリの壊滅

施工：ベイト剤（ビストリフルロン）の投与

平成14年9月 ベイトボックス設置

ベイト剤投与

平成15年1月 ボックス撤去（巣壊滅）

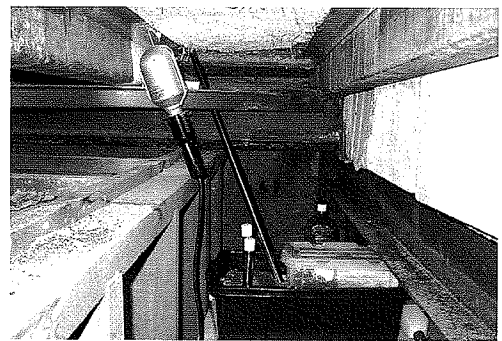


写真17 ベイトボックス設置状況

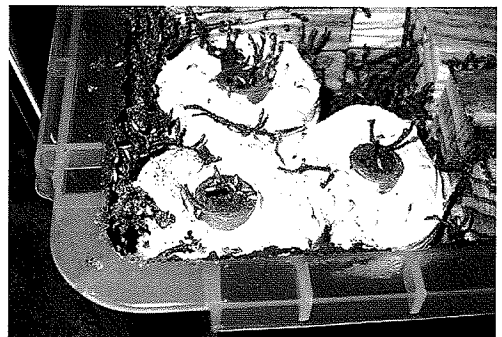


写真18 ベイト剤食害状況



写真19 営巣より逃避した兵蟻の集団（末期）

7.2 パラペット内部の防除工事

目的：パラペット内部の残存個体の壊滅

パラペット内部での営巣防止

施工：パラペット内部へ炭酸ガス製剤空間噴霧

パラペット内部へMCパウダー残留散布



写真20 パラペット内部へ炭酸ガス製剤噴霧

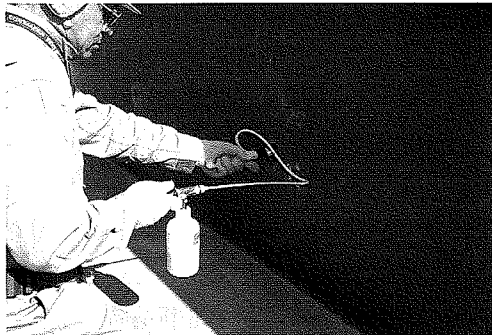


写真21 パラペット内部へMCパウダー残留散布

7.3 2階天井解体修復工事

2階天井は木下地の被害が大きく、天井崩落の恐れがあるため、解体し、吊りボルトによる吊り天井に変更した。工事は、2階事務所に仮設の天井を設け、毎週土日に、仮設天井上部で修復工事を行った。仮設天井の下では、事業所の通常業務が営まれた。

工事：平成15年1月～2月

7.4 2階天井木毛板防蟻処理

2階天井は天井加重の軽量化として、木毛板を構造躯体とし、養生モルタルのみで、天井スラブが省略された構造となっている。木毛板は構造躯体であり、木毛板のシロアリ被害は、建物強度の劣化に繋がるため避けなければならない。

目的：木毛板の防蟻処理

施工：室内空気汚染対策に配慮し、飽和蒸気圧の低いクロチアニジン製剤による天井木下地への注入と吹付処理

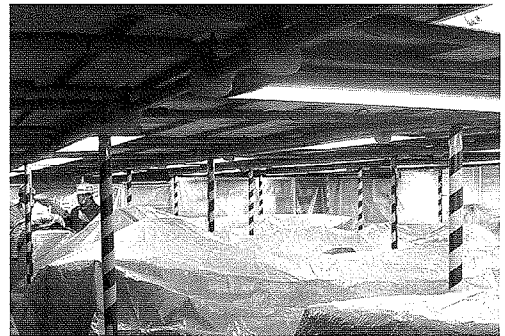


写真22 2階事務所仮設天井

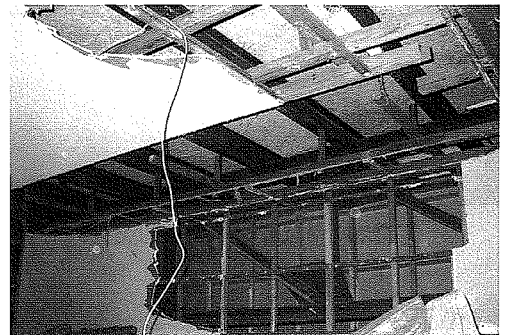


写真23 2階天井解体

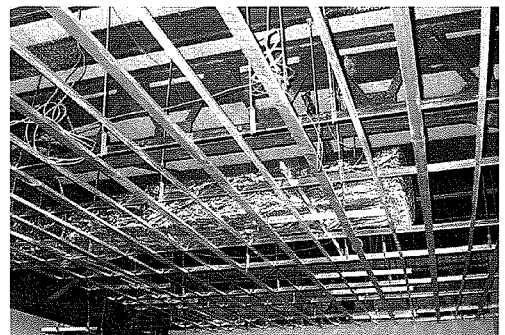


写真24 2階天井軽鉄工事

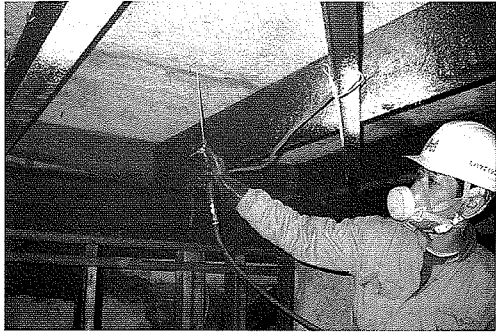


写真25 2階天井木毛板薬剤注入



写真27 2階天井木毛板薬剤注入

7.5 3階床侵入部薬剤処理

イエシロアリは、3階床に設けられた増設用アンカー鉄筋の穴より侵入、壁、天井に被害を与えていた。本館へのシロアリ侵入を阻止するため、3階床取り合い部を薬剤処理した。

目的：本館3階への侵入防止

施工：本館3階床取合への吹付処理



写真26 3階床取合部吹付処理

7.6 3階天井外周木下地薬剤処理

イエシロアリは3階床より外壁隙間を介し、天井木下地を加害していた。天井木下地への侵入を防止するため、天井外周木下地への薬剤処理を行った。

目的：3階天井への侵入防止

施工：天井外周木下地への吹付処理

8. 提 言

鹿児島県産業会館では、イエシロアリ被害が多発し、二千万円を超える駆除修復費用が発生した。屋上パラベットの二重構造、パラベット内部の木下地、屋上床軽量化としての木毛板、屋上下部の天井

木下地、防水層の劣化破断、雨水枡の接合不良、クーラー室外機排水などの複合により、イエシロアリ営巣が多発した。イエシロアリの多い地域では、パラベット、木毛板を有する建物で、同様の被害が懸念される。その対策を提言する。

パラベット営巣防止対策

- ① パラベット内部の木下地廃止
- ② パラベット構造材としてのブロック廃止
- ③ 雨水枡、防水層、排水管取付部の点検補修
- ④ クーラー室外機ドレン配管の設置
- ⑤ 防水層の定期点検、雨漏りの早期対応

9. ま と め

産業会館は面積も広く構造も複雑で、被害調査、防除工事提案、防除工事实施と半年を要した。防除工事後、5年を経過したが、その間シロアリ発生の連絡は受けていない。生息営巣は壊滅し、再営巣防止は持続されている。本工事期間中ご指導ご協力戴いた、財団法人鹿児島県住宅・建築総合センター児島保久氏、鹿児島県建築設計監理事業協同組合大角成人氏に厚く感謝申し上げます。イエシロアリの被害は、木造・鉄筋の区別無く発生している。イエシロアリ地域では、鉄筋の建物でも新築時の予防工事として土壌処理が重要である。被害が発生した場合、徹底した調査と確実な駆除が求められる。今回の報告が、大型構造物のイエシロアリ対策として参考になれば幸いである。

(社)日本しろあり対策協会鹿児島県支所)

アメリカカンザイシロアリの被害多発 地域における住民の意識調査

橋本 実樹・田中 勇史・田所 侑子
田口 正訓・江口 信隆

1. はじめに

本文は、東京都中野区若宮地区において被害が増加しているアメリカカンザイシロアリに関する住民アンケート調査の報告である。

アメリカカンザイシロアリはアメリカ西海岸を原産とし、アメリカから輸入された家具などについていた個体が日本の家屋内で増加し、分布を広げたと考えられている。在来種であるヤマトシロアリやイエシロアリとは生態が異なり、乾燥した木材の中に生息し、天井裏や柱など広範囲の建材を内側から食害していくので、見た目では被害の発見が出来ず、手遅れになってしまうケースが多い。コロニーも分散していることが多く、完全駆除が困難な種とされ、日本での被害も増加しつつある。

2. 背景

当社は、本社が東京都練馬区にあるが、当社から車で20分程と近い場所にある東京都中野区若宮地区においてアメリカカンザイシロアリの被害が出てい

る(写真1, 2, 3)。特に若宮1丁目および3丁目付近では、アメリカカンザイシロアリの被害が多発しており、カンザイシロアリの被害実態や分布を把握する必要がある。このまま放置しておくと、被



写真2 路上に落ちているアメリカカンザイシロアリの糞。若宮地区では路上のあちこちに糞が落ちている



写真1 若宮地区の景観



写真3 若宮地区での被害写真

害地域がじわじわと拡大していくとともに、住民の引越しなどにもない他地域に飛び火する危険性もある。そこで地域住民への注意喚起と、情報収集をする必要があると思い、今回の調査に至った。

3. 方法

対象地である中野区若宮地区内にて、特に被害が多発している場所を軸として、400×400mのプロットを設定し、その内側と周辺部のエリアに分けた(図1)。プロットを設けた理由は、プロット内側と外側ではカンザイシロアリについての認知度や目撃率に違いが見受けられるのではないかという予想を証明したかったからである。

調査方法はアンケート形式とし、地区内の住宅を訪問し、被害実態の聞き取り調査を実施した。

聞き取り調査の内容は

1. 家の中で柱、天井などから木くずが落ちていることがありますか。
2. 実際に羽蟻を見たことがありますか。
3. アメリカカンザイシロアリについて耳にしたことはありますか？

の三項目であり、質問に対して住民が「ある」「なし」で回答していく。

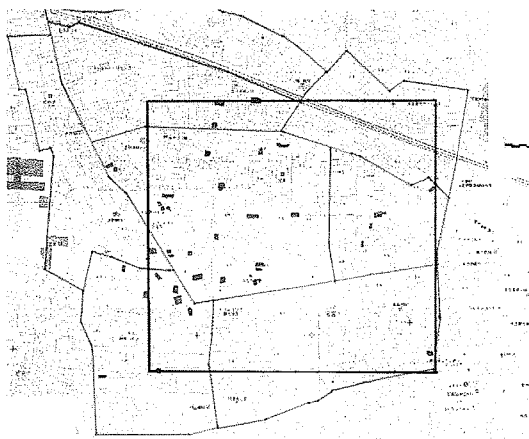


図1 若宮地区の地図とプロット

1の項目に関しては、アメリカカンザイシロアリが出す砂粒状の糞が、木くずと酷似しており、生息の証拠となることから、アンケート項目に入れた。

調査に伺った邸宅には、回答の有無に関わらず、必ず注意喚起のチラシを配り、出来る限り住民にカンザイシロアリについて知ってもらうようにした。

調査は2007年4月27日(金)と、5月1日(月)に行なった。

4. 結果

4.1 在宅率

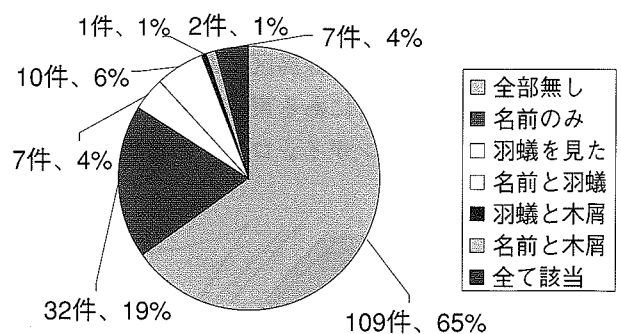
訪問件数の総数は603件で住民の在宅率は58%であり、あとの42%の方は留守であった。

4.2 回答率

在宅されていた方々のうち、実際にアンケートに協力して下さった方々は48%であり、結果168件の回答が得られた(表1)。

4.3 回答の内約

内約は、回答者の65%が全部該当なし、19%が名前のみ聞いたことがある、4%が羽蟻を見た、6%で名前を知っていて羽蟻を見たことがある、1%が名前を知っていて木くずを見たことがある、同じく1%で羽蟻と木くずを見たことがある、4%が全ての項目に該当するという結果になった(グラフ1)。



グラフ1 回答の内約

表1 アンケート結果

地区	耳にしたことがある (知っている)		羽蟻を見たことがある		木くずを見たことがある	
	ある	なし	ある	なし	ある	なし
プロット内	ある	38	ある	18	ある	9
	なし	58	なし	78	なし	87
プロット外	ある	13	ある	7	ある	1
	なし	59	なし	65	なし	71

4.4 プロット内とプロット外での結果

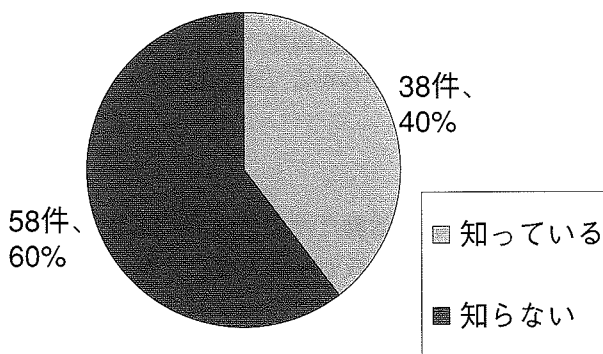
プロット内とプロット外では、認知度、羽蟻と木くずの目撃率で差が表れた。認知度では、プロット内は住民の40%がカンザイシロアリを認知していたのに対し(グラフ2)、プロット外での認知率は18%であった(グラフ3)。羽蟻の目撃率では、プロット内は住民の19%が目撃していたが(グラフ4)、プロット外での目撃率は7%であった。(グラフ5)。木くずの目撃率では、プロット内は住民の9%が目撃していたのに対し(グラフ6)、プロット外では

1%(一世帯)しか目撃していなかった(グラフ7)。

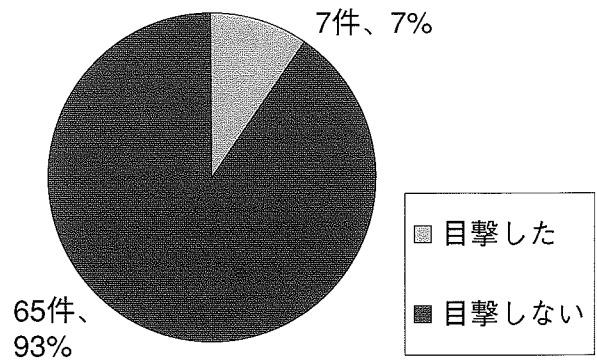
プロット内では、近所から聞いてカンザイシロアリを知った方が多く、プロット外ではテレビでカンザイシロアリを知った方が多かった。

5. 考 察

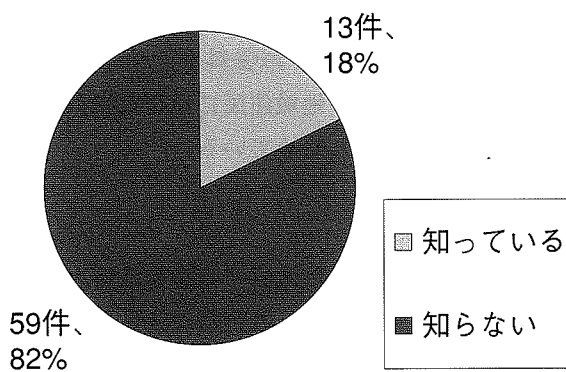
調査結果を地図に書き込むと、西武新宿線の線路を境に、北側には被害が及んでいないことがわかった。これは、飛翔能力が低いことが原因ではないかと思われる。今後、生息域が一気に広がる可能性は



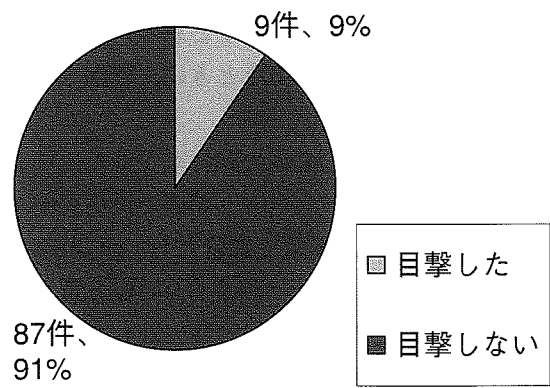
グラフ2 カンザイ認知率 (プロット内)



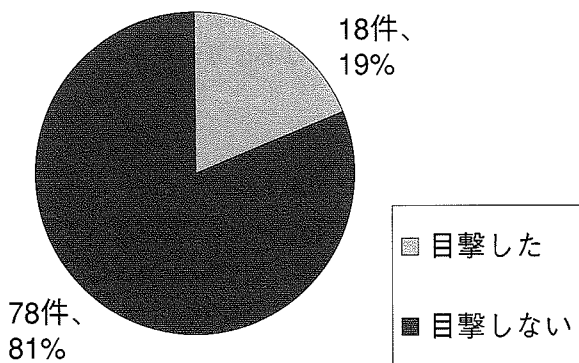
グラフ5 羽蟻の目撃率 (プロット外)



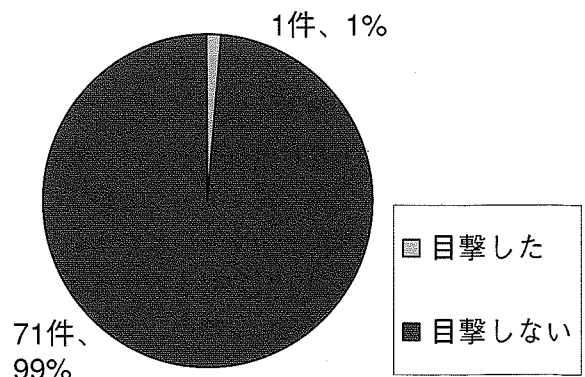
グラフ3 カンザイ認知率 (プロット外)



グラフ6 木くずの目撃率 (プロット内)



グラフ4 羽蟻の目撃率 (プロット内)



グラフ7 木くずの目撃率 (プロット外)

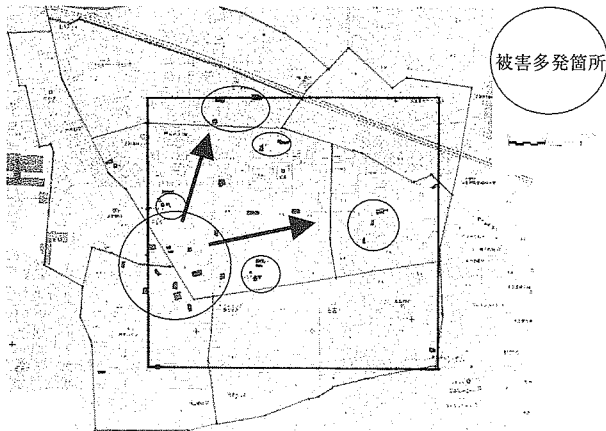


図2 カンザイシロアリの被害分布図。被害が北東に広がっている傾向にある（赤く塗りつぶされた箇所が被害のあった邸宅）

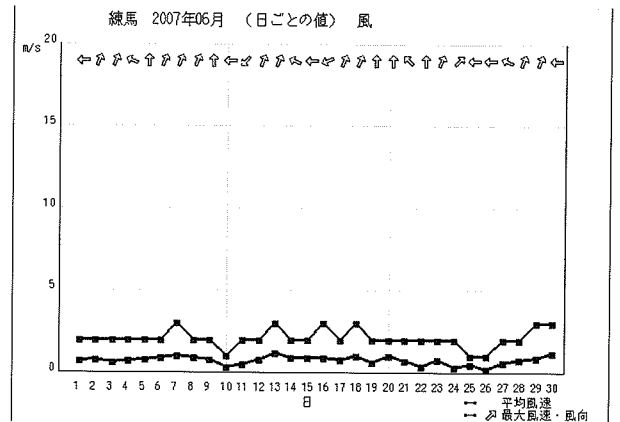


図3 2007年6月の東京都練馬区の風向きと強さ。若宮地区のデータではないが、現場に近い練馬区において、有翅虫の発生時期である6月は南西の風向きが多いことがわかる（気象庁ホームページより引用）。

低い。継続調査による監視が必要であろう。

また、全体として被害が北東に広がっている傾向にある（図2，3）。これは、関東地方では夏に南西の風が吹きやすく、その風に乗って、有翅虫が北東に飛行して分布を拡大しているのではないかと考えられる。有翅虫の発生時期が6月から9月にかけてであり、有力な説ではないかと思われるが、仮説なので、実際に有翅虫が出たときに、風向きと風力を測定する必要がある。

課題としては、住民全体の回答率が低く、いきなり邸宅に訪問してのアンケート調査では住民が不信感を抱いてしまう（訪問販売業者として誤認される）という点があった。また、調査日がGWと重なったため、留守の方も多く、調査時期に関しても検討の余地があると思われる。

6. 結 論

やはり、カンザイシロアリの被害を食い止めるには、住民への定期的な呼びかけを強化し、住民全員がカンザイシロアリの被害の実態や恐ろしさを知ることが出来るようにしなければならない。被害に遭われた一部の住民の意識が高くても、まわりの住民の意識が低いと一斉駆除が出来ないということに問題がある。カンザイシロアリに対する住民の認知度も一般の地域に比べれば高いものの、十分とはいえない。

また、行政への情報提供も必要である。業者だけ

による調査・駆除活動だけでは限界があり、最終的には住民・業者・行政が一丸となって駆除していかなければアメリカカンザイシロアリの根絶は難しいと思われる。

テレビ放映の影響もあってか、平成19年8月末現在で中野区では二つの動きが始まっている。

一つは区の建築行政において、住宅の解体時にアメリカカンザイシロアリの資料を渡すことになった。二つ目は保健所が地域住民に対する情報提供のための説明会を企画し始めている。

7. おわりに

今回の調査は、当社新人研修の総合演習として行なわれました。投稿者の5名全員が入社1年目の新人社員です。まだまだ勉強不足で、調査結果やまとめ方等においてわかりにくい点が多々ございますが、その点につきましてはご容赦をお願いいたします。今回の調査にご協力して下さった若宮地区の皆様および関係者の方々には心よりお礼を申し上げます。

参考文献・引用ホームページ

乾材シロアリ対策特別委員会（2006）：乾材シロアリとその防除対策に関する報告書，しろあり，No.147，11-17。
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>（2007年8月28日）

（関東白蟻防除㈱）

<委員会からの報告>

研究発表会についてのアンケート調査報告

土 井 正

第2回研究発表会は、平成19年11月9日第50回全国大会において開催された。広報・普及委員会では今後の研究発表会の発展のために当日参加いただいた皆様にアンケート調査を行い、93名の方から貴重なご意見をいただいた。

まず、研究発表会の実施について、前回よりも12ポイントアップし87%がよかったと評価され(図1)、今後とも継続して実施してほしいとのご意見をいただいた。

開催時期については、86%が全国大会と同時開催となっている(図2)。また、開催場所についてもほぼ同様の回答になっている(図3)。

登録施工業者会員の活性化の一環として研究発表会を設けるとの趣旨から、発表者は原則として登録施工業者会員としたが、前回のアンケートでは、「今

回と同じ」43%に対して、「誰でも発表できるように」という回答が49%となったが、今回は逆転し「今回と同じ」が16ポイント上回った(図4)。

発表時間、質疑時間については、70%前後が今回の15分発表、5分の質疑応答でよいという回答であったが、短いとする回答も30%前後あり、具体的には発表、質疑併せて30分程度という意見が寄せられた(図5、6)。大会での開催という制約のなかで、発表件数との兼ね合いもあるが、概ね20~30分の間で調整するのがよいのではないかと考えている。

また、研究発表会についての自由意見として次表のような意見が寄せられた。広報・普及委員会では貴重なご意見を参考に今後引き続き検討させていただきたい。ご協力ありがとうございました。

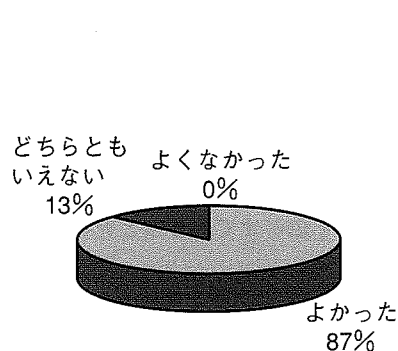


図1 今回の研究発表会の評価

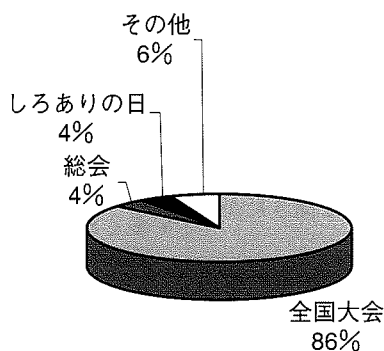


図2 開催時期について

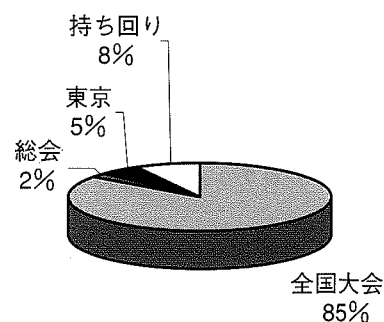


図3 開催場所

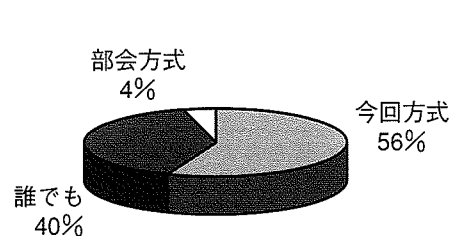


図4 開催方式

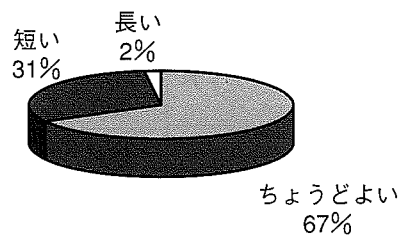


図5 発表時間

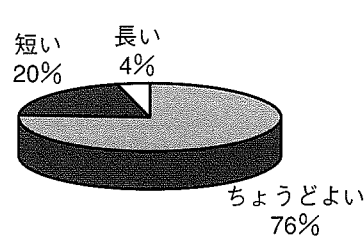


図6 質疑時間

研究発表会に対する意見	その他の自由意見
・事例報告をもっと多く発表してほしい	・今回初参加のため、次回も参加勉強したいです
・当社は薬剤処理を主に施工していますが、ベイト工法による駆除施工の良さが勉強になりました。今後の駆除に参考にしたいと思います	・現場重点、薬剤メーカーが後にいるような発表は駄目、換気扇、調湿剤の発表は控えた方がよい。あくまでシロアリ中心にやるべきである
・実のある研究発表は素晴らしかった	・単なる懇親の場でない全国大会の運営 ご苦労さまでした
・思いつきで年期の経っていない発表	・発表数を減らして、その分時間を長くした方がよい
・多種多様で今回の研究発表は参考になりました	・研究発表時動画など使われたほうが良いと思った
・地域でのシロアリ防除方法が聞けて良かった	・発表者及び所属企業の防除に対する姿勢に敬服、今後一日では発表ができなくなるくらいの研究事例が集まればと思う
・タイムリーな話題が多く参考になりました、是非続けて下さい	・大変勉強になった
・中途半端な時間で終わってしまった。各自の持ち時間を多くして発表数を減らすこと	・大変勉強になりありがとうございました
・現場の話が聞けて良かった	・できれば最新の工法、薬剤の情報も展示以外でやって欲しい
・発表事例が多すぎ、1件あたりの持ち時間が少ないのでは、説明する方も聞く方も消化不良になるのでは	・是非継続してください
・会員以外にも聴講を呼びかければ、会員のしろあり防除に対する熱意を一般の人にも理解いただけるのではないかと	・発表内容によって時間を調整した方がよい
・業者による営業のようなものは不必要かと思う	・通常の報告は丁度いい時間だが、特にこれだと思う案件はもっと時間を取ってもいいのでは、例えば、その現場の一部始終をビデオ撮影をして欲しい
・現場サイドからの報告事例が多く、しかも多岐にわたり、シロアリの種類も多く良かった	・発表と質疑時間が同じでないほうが良いと思う。発表時間20分、質問5分とか。区別した方が分かり易いと思いました
・レアな被害例を知ることによって、今後の調査・防除の幅が広がった。今迄原因の分からなかったものの原因が洞察ができる	・全体的に短い
・初めて参加させていただきまして、シロアリのさまざまな被害事例を知ることができたので大変勉強になった	・研究発表の時間が少ない。できるならば表彰式を一人一人ではなく代表者のみの表彰として、時間短縮をすれば良いと思う
・具体例、施工方法等参考になった。特に腐朽・カビ対策は大変興味を持って聞くことができました	・質問の内容について、発表者の揚げ足をとるような内容はやめさせた方がよいのでは
・各地の各違った状況下での施工事例	・これからは薬剤使用よりも、ベイト工法が主流になってくるのではないかと思います。今回の発表で「シロアリ検知通報システム」施主さんとともに駆除を行う良い方法ではないかと思います。研究を重ね良い物にして頂きたいことと参考となりました。
・時間を区切った発表が良かった	・多くの会員に研究会のことを知らせて、もっと充実させて下さい
・良かったと思うがもっと聞きたい内容もあった	・発表者の努力に感激する。今後のご活躍を期待している
・具体的な金額も一緒にしてもらいたい	・素人なので良く分からないのですが、質疑応答がくどく感じられるのがあった
・ベイト工法についていろいろな報告があり良かった。ヤマトシロアリの耐薬性については最後まで話を聞いたかった	・同一問題について継続追求する必要があるものは継続されると良い
・多くの事例があったので良かった。一つ一つの事例報告の時間が短かったのもう少し詳しく聞ければ良かった	・是非継続して欲しい
・通常の薬剤処理ができないときの対処法、薬剤処理ベイト工法の併用	・従業員を連れてくれば良かった。今までで一番良い全国大会でした
・クルーザーのシロアリ被害報告が非常に良かった（驚きがありました）イエシロアリの被害のすごさをあらためて教えられました	・積極的な質問がされていた、皆さんよく勉強している。研究発表は参考になった。発表数は5人くらいとして発表時間に余裕を取ってはどうかと思う。または発表時間の確認を行う
・桟橋やクルーザーの被害については知らなかったのが良かった	・研究成果は事前にスクリーニングする必要があるそうです
・知らなかった点を勉強できました	
・内容に応じて時間を調整すべき	
・イエシロアリの事例発表が良かった	
・すべての発表がとても参考になりました	
・勉強になることが多い	

<ul style="list-style-type: none"> • 専門的な話を聞いた
<ul style="list-style-type: none"> • 15分で発表を打切るとの事前通告が良かった。座長の運営がスムーズで良かった
<ul style="list-style-type: none"> • 調査に関してはよりデータが必要であると思う。施工事例以外にも、もっと生態・薬剤効果などの実験結果を聞いてみたい
<ul style="list-style-type: none"> • ベイト工法の実例が明確で良かった
<ul style="list-style-type: none"> • 浮き桟橋、クルーザーなど興味深い発表があった
<ul style="list-style-type: none"> • 報告が調査の時期が長く非常に詳しく説明がなされた。時間の関係で説明不足と調査不足が目立ったと思う
<ul style="list-style-type: none"> • 多くの地区での例ですので新情報とか、未経験部分の内容もあり参考になりました
<ul style="list-style-type: none"> • いろいろ勉強になる部分があって良かった
<ul style="list-style-type: none"> • 時間内に発表が終わらなかつたり、飛び飛びの部分があったりした
<ul style="list-style-type: none"> • 具体的な内容で調査から施工まで、解りやすく参考になりました。但し、どうしてなったか原因、どこから侵入して来たのかをもう少し具体的に説明が欲しかった
<ul style="list-style-type: none"> • 今回の発表大変に参考になり良かった。次回を楽しみにしています
<ul style="list-style-type: none"> • 北海道のシロアリ被害の認められる地区、いままでと違うことが良くわかった
<ul style="list-style-type: none"> • 発表事例によってはもっと時間的な余裕が欲しいものもあったので、発表件数を少なくするか、あるいは内容による時間枠に差があって良いのでは
<ul style="list-style-type: none"> • ベイト工法の説明がためになった。これからは薬剤を使用しない方法を取った方がいいのかなと感じた
<ul style="list-style-type: none"> • 一つ一つの発表時間が短すぎる
<ul style="list-style-type: none"> • 事例について詳しくて良かった
<ul style="list-style-type: none"> • かなり具体的な事例を紹介していた
<ul style="list-style-type: none"> • アメリカカンザイシロアリの研究
<ul style="list-style-type: none"> • 東北・北海道のベイト工法、廣瀬産業さんは素晴らしい、参考になった。来年もやって欲しい
<ul style="list-style-type: none"> • 発表事例が多かったこと
<ul style="list-style-type: none"> • 時間内にまとまらなかったのでは
<ul style="list-style-type: none"> • 24時間完全監視型防除、環境にやさしい、幼児に・老人にもやさしいことは今後の対策としては大変良いことと思う。コストが問題である
<ul style="list-style-type: none"> • すべて興味を持てた発表であった
<ul style="list-style-type: none"> • いろいろな研究がバランス良く発表されていました。吉元様の研究は、もっと掘り下げられた研究が、別に過去に纏められています
<ul style="list-style-type: none"> • 自分が経験していない事例が多くて情報だけでも聞かせてもらって良かった
<ul style="list-style-type: none"> • 全体的に良かった。細部までのデータ発表があればもっと良かった

(広報・普及委員会研究発表会WG)

<履 歴 書>

株式会社アイキ 創立30周年特別記念講演より

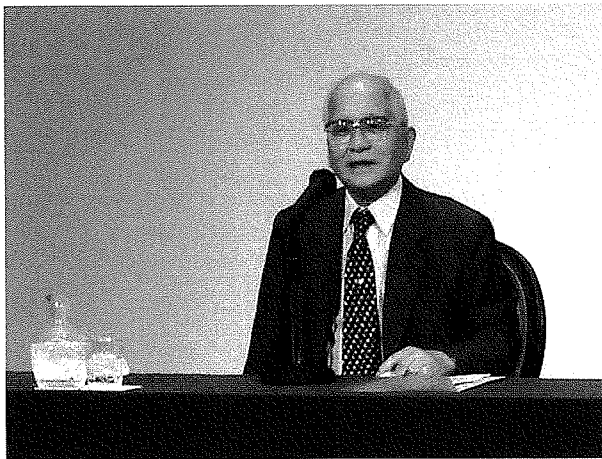
90歳の我が人生

田 中 英 次 郎

みなさん、こんにちは。私が会長の田中でございます。

今年の夏は、滅多にないような暑い日が続きましたが、皆さん、外で働いておられる方は、どんなにか辛いことが多かったと思います。本当に、ご苦労様でございました。

この度、会社の30周年記念にあわせまして、私の90歳のお祝いをして頂くということで、本当にありがたく感謝申し上げます。まあ、「ついでに何か一言しゃべって」という話でございませけれども、何も、皆さんに自慢してお聞かせするような話はありません。



おだやかな語り口はとても90歳とは思えません

ですから、本当はお断りしたんですけども、実は、80歳の時に、非常に賑やかにお祝いしてもらいましたので、もう、それで結構だと言って辞退したんですが、日本人は、この90歳は「卒寿」と言ってお祝いをするという習慣があるそうでございますので、じゃあまあ、遠慮なくお受けするかということで、お受けした次第でございます。

皆さんが知らないことという、まあ、私の若い頃、例えば、戦地に行った経験とか、戦後どういう風に、日本の国民がひどい目にあったとか、それから、会社がどういう風な環境で誕生して現在に至るとのかということが、全く知らない方もおられますので、ちょっとそういうことを、しゃべりたいと思っています。

私は1917年…大正6年10月4日。今日生まれましたので、ちょうど今年で満90歳になります。90歳とはどんな顔かと言ったら、こういう顔でございますので（笑）覚えて下さい。

私が生まれました当時の日本というのは、もう、もの凄いひどい目にあったという状態でございます。第一次の世界大戦が、翌年の大正7年に終結しました。ドイツに対して、世界中の国が宣戦布告して、戦争がそこで終わったわけですが、日本は連合軍の一員でございましたので、戦争にはほとんど参加しない、戦争に使われる弾薬とか船とか、あらゆる戦争の物資を作るばかりで、作りさえすれば売れる、どんどん作りさえすれば、なんぼでも買ってもらえるということで、やってきたもんですから、国中が、好景気で浮き立ってしょうがなかったわけですね。それで、戦争中の間は良かったんですが、それが終わった途端に、今まで作ってた製品は誰も買ってくれるわけじゃない。貯蔵したる資材は全然必要ないということになりまして、銀行なんかも全部つぶれてしまう。会社もどんどんつぶれるってことで、大不況になったわけですね。大好況が大不況に転換したわけでございますが、そういうことが、日本人は、あんまり、今まで経験しなかったんですね。戦争が終わったらどうなるんだっていうようなことを考えずに、どんどんやってきたという、そこに報いが来たというわけでございますけれども…そ

のために、日本がいつべんに貧乏になっちゃった。ちょうどその前後4～5年の間、日本は米を作る農業国だったのですが、米が不作だったんです。それが4～5年続いたんですね。いわゆる、米の不作といいますと、干ばつで田んぼがカラカラに渴いて、稲の苗も植えられない、秋まだ実がみのらないうちに霜が降りてしまう、いわゆる冷害というような状態が続きましたので、東北の農家でも米がなくて、国民が非常に苦労したんです。そういう時に、米穀商とか、米を扱う商社が米の買い占めをやったんですね。買い占めをやって売り惜しみをする。そういうことで、米の値段がいつべんに倍ぐらいになっちゃったんです。それを怒った富山県のおばさん連中ですが、300人くらいの方が役所に行って、米の値段を下げてくれと言うことを陳情しに行ったんです。ところが、役所がそんなもの取り合うわけないものですから、玄関で突っぱねとったんですが、それが騒動の発端でございますね。それが新聞などで報道されますと、日本国中にそれが広がりますね、いわゆる「米騒動」というのが起こったんですよ。米騒動というのは、ずっと何百年かさかのぼると、何回かありましたんですが、その時の米騒動というのは、ちょっと規模が大きかった。いわゆる三十何県に亘りお米屋さんが全部襲われまして、それで倉を叩き破って米を引っ張り出して、そこら辺の道路にばらまく。それを奪い合って逃げるといようなことで、それを取り鎮めようとした警察やお役所が火を放たれて、全国にそれが広がっちゃった。政府もそれを黙って見とるわけじゃなくて、米をようやく放出しようということをしたわけですが、そういうことが、もう後手後手に回っちゃって、ついには軍隊が出動して、内閣が総辞職したというような事態になりました。

私は、父の関係で現在の韓国ソウル（当時の朝鮮京城）で生まれました。

生まれた時は非常に体が痩せて、いわゆる「飯も食わしてもらえてないのか」といような、栄養失調の状態で生まれてきたんです。親が心配しまして、病院に連れて行ったら、「この子は、20歳までは生きませんよ」と言われました。20歳まで生きないヤツが90歳まで生きとるからおかしいのでございますけども、それよりも、「この子は先天性の心臓弁膜症だ」と言われましてね、「それが、もう一生涯直

りませんから」と言われて、母親はガックリしちゃったんです。

心臓弁膜症というのは、私も大きくなってからも聞いたんですが、医者が「あ、それはもう永久に治りませんよ」って言いましたでね。それなのに、この4～5年前にも、医者に「どうなってるんですか」って聞いたんですがね、そしたら、「心臓弁膜症なんて全然ないですよ」って言うから、「一生涯治らんって言ったのに、どっちが本当なんですか」って言ったら、「さあ～」って言って首を傾げるだけなんです。医学というのは、ちょっとまだ分からん所がたくさんあるんです。

だから、私は、非常にコンプレックスを感じて育ったわけですが、それがまあ、それに反撥して体を鍛えたのが良かったのか、自然に体質が変わったのか、中学校を卒業する頃にはもう「なんだ、お前らより俺の方が速いじゃないか」って笑ってやるようになったんです。それでも、競技部なんかに入れない…入れないというより、入れてもらえないもんですから、その時に音楽部に入ったんです。

音楽部というのは、私の先輩、13年先輩になりますけども、皆さんご承知の音楽家の古賀政男という方が、私の学校の先輩でございましたので、その人に憧れてバイオリンをちょっと習ったんです。バイオリンとかギターとか楽器があった音楽部ですねえ。それに入って半年するかせんかの内に、学校の方から「このたび、音楽部を廃止する」と言った。「なんでだ」と言ったら、「軍からの命令だ」というわけで、そんなことまで軍が干渉するようになったわけですが、音楽部というのが廃止されて「軍隊ラッパを習え」と言うわけです。「軍隊ラッパ」というのは皆さん吹かれたことないと思いますけど、ものすごい肺活量を使う楽器だものですから、「ブー」と鳴らすだけでも大変な楽器なんですよ。普通の管楽器よりも、遙かに音を出すのが大変。そういうものを無理矢理習わされた、強制的に習わされたんですが、それも最後には全曲をマスターしましてね。軍事教練の時、いつも、部隊が行進する時は、ラッパを吹く人が、一番先頭に立って行きますが、その先頭に立って行ったことを覚えております。

それで、昭和12年、徴兵検査がありまして、豊橋で徴兵検査を受けました。眼鏡をかけると、その頃は、「甲」にはならない…、甲種合格というのが、

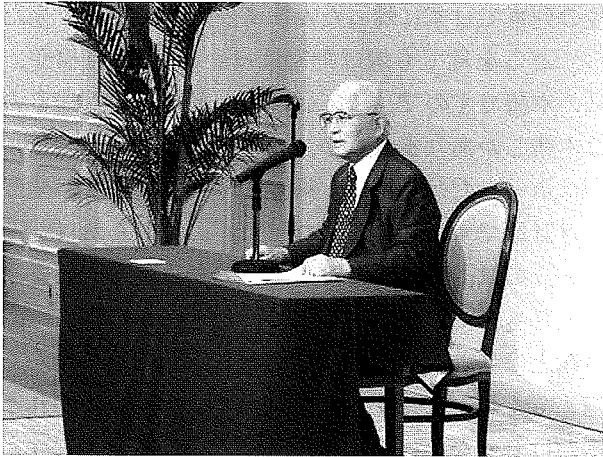
軍隊では兵隊に入るんで、その時は「第一乙」それから「第二乙」というのがありますが、「第一乙」、私は眼鏡をかけておりますんで、近視で「第一乙」になった。それで、その頃の人は、みんな軍隊の時代だものですから、「甲」の人はもう、「万歳！」って言って帰って行くんですが、本当は、腹立ってしようがなかったと思うんですが、私もその「第一乙」だから「あーやれやれ、助かったわ」と思って喜んでうちに帰りましたら、3ヶ月後に赤紙の召集令状が来ました。それで、召集令状が来たら、もう、普通の軍隊に入るのと変わりません。それから、戦争が段々逼迫してきて、6ヶ月間の訓練を受けただけで北支に出征したんですね。その時に「心臓弁膜症だからひっかかるんじゃないかな」と思ったんですが、軍医はちょっと首傾げたんですが、「はい、OKだ」と言うわけで、もうその頃から、軍隊の兵隊の人員が不足しがちになっていったことです。それで、北支の戦線に行きました。それから4年間、北支に転戦することになったわけです。その間…まあ戦争のことをしゃべるのはあんまり嬉しくないんですけど、というのは、『戦争』というのはですね、人と人が殺し合いをする…自分が相手を殺さなきゃ自分が殺されるというわけですから、こっちも死に物狂いになってやるということで、本当は、それほど残酷なくならない話はないんです。戦争をやるために、人がたくさん亡くなってゆく、全く戦争に関係のない、責任のない人がたくさん死んでいくということはね、こんな哀しいことはないですよ。



特別記念講演
熱心に聞き入る皆様（お客様と社員）

今でこそ、皆さんが、「戦争をしてはいけない」とかね、「軍隊に招集するということは以ての外だ」なんて言ったりしますが、その当時はもう無条件に軍隊に引っ張られて行った。私たちも、そういう気持ちでございましたし、北支へ出征する時は「万歳」、「万歳」の旗に送られて行ったわけです。その当時はまだ、戦争に負けるというのを全然経験していないんですが、日本は、勝つ、戦えば勝つと言うことでした。郷里の方の報道でも、「ドコドコ、ナニナニ城を占領した」「ナニナニの戦争に勝った」とか言って、「万歳」「万歳」しとった時代でございますけれども、当時、中国は、圧倒的に日本より戦時能力が落ちとったもんですから、日本軍と戦争するには、もう、全然、日本軍には歯が立たない。例えば「航空権がない」…というのは、飛行機を持っておるんですけども、日本軍を爆撃するだけの飛行機は持ってなかったもんですから、そういう所の地上戦というのは、全く一方的ですね。ただ、敵は戦闘をやれば、どんどんドンドン逃げていって、行けども行けども、向こうは逃げていってだけです。中国というのはもの凄く広いですね。行けども行けども広い荒野。草1本、木1本ない広野が続いている。その内に、一面の麦畑や高粱畑こうりやんばたけにぶつかる。何十里行っても民家が1軒も見えないのに、誰が耕しているのかと不思議に思うのですが、1年に、春種を蒔いて、秋刈り取ることを、何処からかの農民がやっていたんですね。作物が大きくなると、その中に逃げ込む。その内に、山西省さんせいしやうに追いつめたんですが、山西省はほとんど峨々たる山ばかりで、その岩山の中に壕を掘って抵抗してくる。それでいつまでも対峙していても、こんなことじゃ、ちががあかんからって、飛行隊の方へ頼みますと、飛行機が飛んでくる。飛んできて、上から爆撃すりゃええんじゃないかと思うんですけど、爆撃すると、敵も味方も、壕がひつついとるもんですからね、どっちが敵で、どっちが日本軍かというのが分からないんですよ。敵もなかなか頭のいいヤツがおって、日本の旗をたくさん持とって、一生懸命それを振ってるんです。振ってるもんだから、飛行機の上から見た操縦士は、「あれ日本軍だな」、それで、振とらん方が敵だなんて思ってそこへ落とすと、そっちが実際は日本軍だったってということがありましてね。そういう、「敵もさる者」というのか、非常にそうい

うことを考えとったんです。それから、これじゃいかんというんで、野戦重砲隊に頼みますと、さっき言ったように、壕と壕とがひつついとるもんですから、私の頭の上を30センチくらいの、こんな大きな砲弾が、「ブーン！」っと音立てて飛んでいくんですがね、あんまり近すぎて、ちょっと着弾点を間違えると、日本軍の頭の上に落ちて来るといようなことで、日本軍にもだいぶ死傷者が出ました。



戦争中の話は、どうしても熱が入ってしまいます

一番困るのは、水が山の中にはない。樹木がないので川もない。水がなければご飯も炊けないし、乾パンってというようなのは持っ取りますけども、口がカラカラに渴いちゃって、もう、乾パンなんていうのは、嚙んで口の中に入れてたて、水がなければ喉を通って行かないです。それから一番大事なのは、軍馬がやっぱりおるわけですけど、軍馬に水を1日やらんとひっくり返っちゃう。馬ってやつはねえ、一度倒れたら、二度と起きないですね。一度倒れたらもう死んじゃうわけですから、騎兵隊の連中なんかは、自分達が水飲むよりもさきに馬に飲ますというのが、一大原則で、それは絶対に守りましたですね。

将校の人は敵がどういう風に移動するか分からんもんですから、しょっちゅう眼鏡をこう持って、壕の上に顔を出して、こうやって覗いとる。壕からちょっと顔をだすと「パン！」と、弾がすぐ飛んでくるんですね。それだから、将校の犠牲者が非常に多かった。私も将校だったら、もう今、生きとらんだろうと思いますけども…。

それと、機関銃手、機関銃やる兵隊は、壕の上に

体乗り出してから打たないかんもんですから、一番さきに狙われる。それに、相手は…、日本軍にはなかったですけど、向こうには狙撃兵というやつがおりましてね、狙撃兵ってやつは、もう、相手を狙撃するために特別に訓練を受けとりますから、もの凄く、射撃が上手なんですね。そういうのは、日本軍では、そういう訓練はなかったです。だから、壕の上に、鉄兜をちょっと置いときますと、そこへ、「パン！パン！パン！」と、あつという間に、五つくらい弾が突き抜ける、というようなことで、もの凄く正確な射撃でしたね、向こうは。終わりには、風上から催涙弾を撃って、敵を追い払いました。

そういうようなことで、まあ、今からずっと話をしておりますとね、戦争というのは、もうそりゃ、戦争ごっこで面白かったんじゃないかと、思われるか分かりませんが、とんでもない。私の…戦争中に、立っるといのか、したりなんかしりますが、右と左の人が、「パン！パン！」って弾受けて、やられて…、私だけが助かるというようなことがあったんですが、そういう時は、もう、さっきまで仲良くしゃべったり、いろんなことをやっとったやつが、今はもう、死んでる。私は一晩中、泣いとしても、泣ききれんぐらいの仲の良い友達もおりましたし、まあ、そりゃ戦友は全部、仲が良いわけですけど、そういうことで、最初戦争に行った時と、帰った時の比べたら、ほとんど顔ぶれが替わっておりました。ただ、私は、非常にラッキーだったといのか、何十万発、弾が飛んできても一つも当たらん、かすり傷もしなかった。

一番最後の年に、病気になりました。それは、現地にある風土病で『アメーバ赤痢』というのがある。まあ、日本にもないわけじゃないんですけども、ほとんど聞いたことありませんよね。『アメーバ赤痢』というのがあって、それにかかったんです。下痢して、下痢して…一日中下痢するんですわ。血便が出ちゃう。それでも、私は野戦病院にも入らずに、ずーっと血便を出しながら、戦争をやっ取りました。

まあ、戦争の話をしとると、一日中話しとつても終わりませんけども…。

最後に、私たちは、地図で見ればよく分かりますが、中国の一番奥、の手前ですけど、山西省の一番西の南の所まで、敵を追い詰めました。そこは、黄土高原を南下して東に折れた黄河…いわゆる真っ

黄な水が流れている大黄河が流れてるんですね。その黄河まで敵を追い詰めたら、敵は、もう、逃げ場を失っちゃって、その崖からダーっと川の中へ入って…それで、もちろん武器やら何やら、全部放り出して、ほっぴり出して逃げていくんですが。黄河は、その場所は、対岸まで約800mから900mぐらいあるんですよ。しかも急流で、流れがきついです。きついもんだから、全部、銃やら何やら捨ててから行くんだけど、やっぱり、急流の中にはまって溺れていく人が大半でしたですね。1,000人以上の兵隊がいたと思いますが、向こうへ行き着いた人が何人おったでしょうか…。

その対岸に『^{かんこくかん}函谷関』という、日本の童謡でも有名な場所があるんですが、そこへ行けば、もう『西安』という、その当時の首都の一番近いところです。

そういう、戦争経験を終えて、私は日本に帰ったんです。日本に師団凱旋したんですが、戦争に勝って師団凱旋したんじゃないくて、一応、それから、翌年『大東亜戦争』が始まった。昭和16年ですな。ですから、その15年に帰った時には「やっと、戦争が終わって帰ったのかなあ」と思って帰ってんですが、大間違いで、翌年、私と同僚の人は皆、再度招集受けまして、ガダルカナル島とかニューギニアとか、そういう所へ送られまして、ほとんどの人が戦死、全滅しております。私だけが、ちょうどその当時に、ソビエト、いわゆるロシアに対して、戦争するかも分からんということで、やっぱり人員を、ある程度用意しとったわけですね。その中に入っとったもんですから、それが、結局、ロシアとの戦争がなかったもんですから、私はそこに行かずに、終戦までおりました。

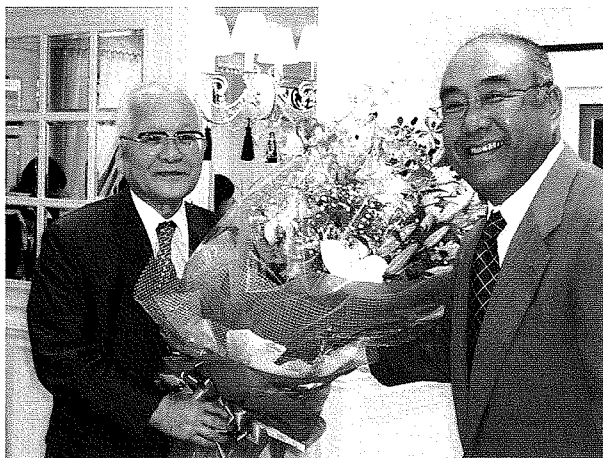
考えてみると、本当に運が良かったと、思わざるを得ないんですよ。

終戦直後は、皆さん、知った人も、全然経験のない人もおられると思いますけども、戦争に負けた国民ほど、哀れなものはありません。特に私たちは、さきほど言いましたように、朝鮮で育ったりなんかしとったもんですから、朝鮮から帰る時は、お金を千円くれると言うんですね。それから、荷物は、両手に持つだけ、それだけで終わりです。あとは、一切切、全部捨ててきました。私の…、朝鮮には、家も土地もありましたんですが、全部それを捨てて日本に帰ってきたわけですね。ちょうど、私はその

時、鉄道局に勤めておったもんですから、残留邦人の、本国へ…日本に帰る輸送を一生懸命やりました。特に、北鮮やら満州から、命からがら逃げて来る人たちがおりましたので、それに飯を食わせたり、下駄を履かせたり…いわゆる、下駄を履かせたりというよりも、裸足で帰ってくるんですよ、みんな。そういう人たちに、靴を履かせたりして、日本に帰してやったんですが。それで、私は、もうこれで…、引き揚げの「これで終了だ」という最後の列車で日本に帰ったんです。日本に帰って来たら、どこを見ても焼け野原ばかり…。豊橋が、私の本籍ですので、一応はまあ、どうしても帰るのは本籍しかありませんが、豊橋の駅に着いた時は、駅はホームだけ。家は1軒も建ってないです。全部焼け野原です。帰りましたが、おじさんお婆さんというのは、私も会ったことも見たこともないような人だもんですから、それで、まあ向こうは、一応戸籍上は名前があるもんですから、私たちが暖かく迎えてくれたんです。家を構えて、用意してくれとるわけじゃないので、私たちは、鶏小屋を1軒与えてもらいまして、そこで、家族全部住みました。豊橋は、有名な名古屋コーチンの本場でございますので、その当時も、もうアメリカなんかにはコーチンの卵を輸出しておったぐらいですから、鶏小屋と言っても、瓦屋根が葺いてある。それで、壁はガラス戸が貼ってある、というようなことで、普通の家とあんまりかわらない。ただ、床がないだけで、そこに床を貼って上敷を敷けば、あまり普通の家と変わらんような状態のそこへ収容されたんです。一番困ったのは、職がないことです。今言ったように、豊橋が焼け野原になつとるもんですから、職がありません。どうしたらいいかと思っておったんですが、豊橋におったんじゃ、「もうこれではいつまでも、就職ができないぞ」ということで、名古屋に出ました。

『名古屋に出た』というのは、私が、朝鮮から帰る時にですね、大抵の人がみんな「早く日本へ帰らんと、仕事というのは、皆、さきに帰った人が取っちゃうぞ」と言うわけで、「早く帰らな、帰ったもん勝ちだ」と言うわけで、皆、職場放棄して、帰っちゃったんですが、その時、課長に呼ばれて、「お前、帰って仕事のあてがあるか」って言うから、「いや、全然ありません」って言ったら、「俺が帰ったら、職を探してやるから、少し、ここで辛抱しとらんか

…しとってくれ」って言われるんで、「はい、分かりました」って、最後までおったんですが、その人が、やっぱり、約束を守ってくれて、名古屋で職を与えてくれました。それが、電力会社に電柱、それから、国鉄に枕木を納めるという会社でございましてね。その会社に、私は約31年ばかりおったわけです。その会社は、ご承知のように、電柱はコンクリートに代わる、枕木もコンクリートに代わるというような状態で、また別会社を興して、新しく始めたわけです。私、両方の工場長をやりましたけど、木とコンクリートと全く異質のもので、非常に苦労しました。



卒寿のお祝いに花束のプレゼント

その当時、住宅の新築やなんかが、非常に盛大にやっておりました。発注が非常に多かったんです。それに伴う、しろありの防除というのは、その頃、ほとんど姿を現さなかったんです。1・2軒、そういう会社が出てきて、「しろありの仕事なんてのがあるんだな」ってなことを考えとったんですが、それを、「これは面白いんじゃないか」っていうんで、私も会社で、しろありの薬剤の工場作って、それから、しろあり工事の方も手がけました。それを2～3年やって定年になったんですが、辞めた時に、辞めて何やるかっていうあてがなかったもんですから、とりあえず、しろありの工事をいっぺんやってみようか、というわけで、その時に、今の社長と日比野さんが入ってくれましたので、3人でその会社を始めたのが、今の会社のスタートでございまして。それが昭和52年でございまして、30年前のことでございまして。



記念式典にて社員と会食
いい笑顔です

それが、まあ、たまたま、しろあり工事がブームを呼びましてねえ、受注もかなり、それからドンドンどんどん増えて来たんです。それまでは、しろありの被害なんて問題は、あまり関心のなかった人たちが、非常に関心を持つようになってくれて、それで、ブームってのは…ブームって言うてもおかしいですけど、そういうことが生じて、それで、発注もあるし、会社の方も、順調に経過しまして、今日に至って、これで30年を迎えたっていうことでございまして。

まあ、いろいろとまだ話したいことありますけど、もう時間だそうでございまして、この辺で止めますが、聞き苦しいところがあったことは、一つお詫び申し上げます、これで終わりに致します。ありがとうございました。



40分の講演もあっという間に終わってしまいました

(株)アイキ 取締役会長)

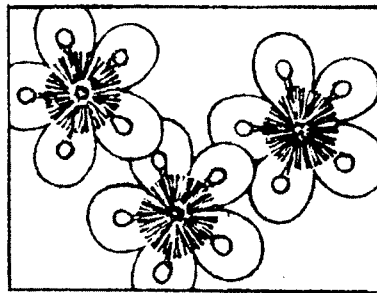
<協会からのインフォメーション>

永田光弘先生国土交通大臣表彰受賞



このたび本協会元理事・(株)永田シロアリ研究所代表取締役永田光弘先生は、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19回住宅月間功労者表彰において国土交通大臣表彰を受賞されました。

皆様とともにお祝い申し上げます。



改正建築基準法施行に伴う混乱の緩和措置について

広報・普及委員会

耐震偽装事件の教訓を踏まえて建築物の安全・安心の確保のために平成19年6月20日に改正建築基準法が施行され、耐震性を検証する構造計算書の再審査制度など確認制度の厳格化が行われた。構造計算の再審査を行う適合性判定機関、適合性判定員が指定され、高さが20mを超える鉄筋コンクリート造、高さが13m又は軒の高さが9mを超える木造建築物などが構造計算適合性判定の対象となっている。この判定員は東京都と大阪府に6割近くが偏在するようなことから、判定作業の遅れや審査項目の増加による書類不備による再提出などが重なって、新築着工戸数の大幅減少を招くことになった。本来、構造安全性に関わる工事途中の計画変更などについて再

審査し、構造安全性を強く担保するのが改正の目的であったにもかかわらず、軽微な変更事項についても厳格に適用したことが混乱の原因であった。この影響は単に建築業者だけにとどまらず、建築関連業種全般に及んでいる。急激な着工減がGDPを大きく引き下げると予測されるにいたって、国土交通省は平成19年11月14日、建築基準法施行規則を一部改正し、申請書類の一部省略、軽微な変更の弾力的運用などを明確にして、事態の解決をはかることとなった。このたび、実務者向けにわかりやすいリーフレット「新しい建築確認手続きの要点」第2版が発行された。広報普及委員会では会員各位に資するよう、ここに掲載することになった。



第2版（平成19年11月14日発行）

実務者向けのわかりやすい

新しい建築確認手続きの要点

「認定書の写しの取り扱い」

「軽微な変更の取り扱い」

が改正され、新しくなりました

本年6月20日に、建築確認・検査の厳格化を柱とする改正建築基準法が施行されました。一昨年末に発覚した耐震偽装事件の教訓を踏まえ、建築物の安全・安心の確保を目的とするものです。

改正法では、構造計算適合性判定制度の導入、確認審査等に関する指針の制定及びそれに基づく審査の実施等により、建築確認手続きが大きく変わりました。

このリーフレットは、新しい建築確認手続きの要点について、設計者、施工者、デベロッパーなど主に事業者の皆様が読まれることを念頭に、わかりやすく説明したものです。

この第2版は、平成19年11月14日の建築基準法施行規則の一部改正を受けて、改訂を行ったものです。

国土交通省

【ポイント1 申請図書の訂正について】

新しい建築確認手続きでは、記載内容の整合性のとれた申請図書の提出を求め、これまでより申請図書の訂正に厳しくのぞむことになりました。後で差し替えればよいとして十分に図面や計算書をチェックしないまま提出するなど、残念ながら、ずさんな申請図書が少なくなかったためです。

とはいうものの、建築士が通常の注意を払って設計した場合でも、いわゆるヒューマンエラーは起こるものです。その点を考慮し、新しい建築確認手続きにおいても、軽微な不備がある場合の補正、不明確な点がある場合の追加説明書の提出が認められるようになっていきます。

以下に、申請図書の訂正に関してポイントとなるところを説明します。

1. 軽微な不備がある場合の補正が認められる例、不明確な点がある場合の追加説明書の提出が認められる例について、次ページに掲載します。
一部の建築関係者の間で、単純な誤字・脱字しか申請図書の修正が認められないという話が伝わっていると聞きますが、補正や追加説明書の提出が認められる範囲は、もっと広いものです。
2. 申請図書の補正の仕方ですが、上書き修正や正しい図面の差し込みなど、審査経過が残るかたちで行うことになっており、間違った図面を抜き取って正しい図面に入れかえる、いわゆる差し替えによる方法はとらないことになっています。
3. 建築主事や指定確認検査機関（以下「建築主事等」といいます。）が、補正や追加説明書の提出を求めるときは、小出しにするのではなく、ひととおり審査した上でまとめて指示すべきとされています。
補正や追加説明書の提出の指示は文書通知によることになっていますが、審査の円滑化のために、文書通知の前に建築主事等が申請者側に電話等で説明等を求めることはもちろん差し支えありません。
4. 建築基準関係規定の審査に関係しない部分（例えば、郵便番号、住所等）での誤記、記載漏れ等については、文書通知によらずに、適宜訂正印による補正を行うことになっています。
施行規則で「付近見取図」と定められているのに対し申請図書では「案内図」と記されていたために補正を求められた例も報告されておりますが、このような審査上支障のないものについては、あえて補正を求める必要はないところですし、仮に整理の都合等で補正を求めるにしても、適宜訂正印による補正で済ませべきものです。
いずれにしても、建築主事等に対して、申請者側に無用の負担を強いることのないよう要請しているところです。

【参考：補正が認められる例】

軽微な不備がある場合の補正が認められる例としては、下記のような場合が挙げられます（もちろん、これら以外のものでも、類似のものは補正が認められることになります。）。

- (1) 確認申請書、建築計画概要書及び構造計算概要書に記載すべき事項について、設計図書等から申請者が本来記載しようとした事項が容易に推測される程度の単純な誤記、記載漏れ等がある場合

① 確認申請書・建築計画概要書

- (例) ・地名地番の表示
・特定工程の有無
・床面積の記入
・建築物の棟数の記入
・確認申請書と建築計画概要書の記載内容の齟齬

② 構造計算概要書

- (例) ・記入が不要と判断される項目について、その旨の分かる理由の記入
・建築物の概要欄への延べ面積の記入
・プログラムのバージョン番号

- (2) 図面上建物の形状に変更がなく、明らかに建築基準関係規定に適合している場合で、単純な誤記、記載漏れ等がある場合

- (例) ・縮尺、立面図・断面図の方位の記入
・敷地面積、床面積計算等に係る求積計算と求積図との齟齬
・敷地境界線の寸法や外壁の後退距離の表示
・土地の高低及び延焼のおそれのある部分の表示
・図面間における通り芯などの符号
・鋼材の J I S 番号で該当のないものの表示

- (3) 審査側が独自に決めている取り扱い基準と申請内容が異なる場合

- (例) ・開放廊下、ピロティ等の取り扱いの相違

【参考：追加説明書の提出が認められる例】

不明確な点がある場合の追加説明書の提出が認められる例としては、下記のような場合が挙げられます（もちろん、これら以外のものでも、類似のものは追加説明書の提出が認められることになります。）。

- (例) ・壁、床等の断面の構造、材料の種別、寸法の明示が一部不明確であり、申請図書の他の部分を参照しても不明確な場合
・敷地内通路の有効幅員の明示
・構造計算書のワーニングメッセージに対する設計者の所見
・モデル化の判断における追加検討（複数のモデル化の検討） 等

【ポイント2 申請図書の記載の仕方について】

改正法の施行に伴い、申請図書の種類、各図書に明示すべき事項（審査上必要な記載事項）等が見直されました。

この見直しは、建築基準関係規定に係る審査を適確に実施するために行われたものですが、新しく定められた図書もあり、また、明示すべき事項の追加もあって、申請図書が質的に充実する一方、その分量が増加することになりました。

以下に、申請図書の記載の仕方に関してポイントとなることを説明します。

1. 申請図書の記載の仕方については、建築基準関係規定への適合を審査するのに差し支えない範囲で、以下に示す例のように、ある程度柔軟に取り扱ってよいことになっています。
 - ① 施行規則において各図書に明示すべき事項が定められていますが、他の図書に明示することによって、本来の図書に明示しないで済ませることができます。
 - ② 具体的な数値や図の代わりに、建築基準関係規定に適合することが明らかである旨を表した簡便な記載によることも可能です。（例：前面道路幅員30m、適用距離25mのため道路斜線制限に適合 等）
 - ③ 例えば、各階平面図について、意匠や各種設備等の各階平面図を適宜別葉で提出しても差し支えありません。
2. 設備機器等については、確認申請時に具体的な品番が決まっていないケースが多いと聞きますが、その場合には、一定の仕様範囲（寸法、材料、性能等）を示した標準的な図面あるいは一以上の採用候補機種の図面を添付し、当該設備機器等又は当該設備機器等と同等以上の設備機器等を用いることを明示して下さい。なお、完了検査時等には、採用した具体の機種を説明していただきます。
3. 構造計算に関し、構造計算概要書等の新しい図書が定められましたが、鉄筋コンクリート造、鉄骨造、木造それぞれの構造計算概要書の記載例が作成されていますので、（財）建築行政情報センターのホームページ（<http://www.icba.or.jp/>）にアクセスし、参考にして下さい。
4. 指定確認検査機関から特定行政庁への報告に用いる、いわゆるチェックリストについては、確認申請者からの提出図書として位置付けられているものではありませんので、申請者の意志に反して指定確認検査機関への提出を義務付けられるものではありません。

【ポイント3 認定書の写しの取り扱いについて】

今般、国土交通大臣の認定を受けた工法、部材、材料等を使用する場合には、原則として、認定書の写しの添付が必要なこと、その場合、おもて紙のみならず別添図書の写しも添付が必要なことを明確にしました。

認定書の写しの添付を求めるのは、その工法、部材、材料等が、計画している建築物に採用可能なものであること、適用される建築基準関係規定に適合すること等をチェックする必要があるためです。

以下に、認定書の写しの取り扱いに関してポイントとなる箇所を説明します。

1. 建築基準法施行規則の一部改正(平成19年11月14日)により、確認申請時の認定書の写しの提出については、建築主事等が求める場合に限られることとなりました。

写しの提出を必要としない認定書については、審査機関のホームページや窓口等において認定番号リスト等が公表されることになっていますので、申請に当たって、事前相談時等によく確認して下さい。

2. なお、認定書の写しの提出を求められる場合、別添図書の写しについては、すべてのページを提出する必要はなく、認定を受けた仕様が記載されたページを適宜選択して提出すればよいことになっています。

例えば、耐火構造等(外壁、防火設備、屋根・軒裏など)の認定を受けている構造方法についていえば、断面の構造、材料の種別及び寸法等が示されたページの写しで足ります。また、その写しをもって、当該耐火構造等の構造詳細図に替えてよいことになっています。

3. ホルムアルデヒド発散建築材料や防火材料については、確認申請時に具体的な使用材料が決まっていないケースが多いと聞きますが、その場合には、使用材料の種別(例えば、F☆☆☆☆、不燃材料など)を示せばよく、認定書の写しの添付は不要です。なお、完了検査時等には、採用した具体の使用材料を説明していただきます。

4. 鉄骨製作工場に係る認定書の写しについても、確認申請時にはどの鉄骨製作工場に発注するか決まっていないケースが多いため、その取り扱いに関して質問が多いところです。

鉄骨製作工場が決まっていない場合には、構造耐力上主要な部分である接合部並びに継手及び仕口の構造詳細図に鉄骨の溶接部を書き込むことにより、認定書の写しの添付は不要です。後に鉄骨製作工場が決まった段階で認定書の写しを提出していただき、それに基づき中間検査等が行われることとなります。

*下線部は、第2版で追加された部分です。

【ポイント4 構造計算適合性判定について】

構造計算適合性判定制度（いわゆるピアチェック）は、通常の確認審査では見破ることが困難な耐震偽装があったこと、高度な構造計算の法適合審査においては専門的な工学的判断が必要とされること等から導入されたものです。

構造計算適合性判定を行うのは、都道府県知事又は指定構造計算適合性判定機関（以下、「指定構造計算適合性判定機関等」といいます。）です。

以下に、構造計算適合性判定に関してポイントとなることを説明します。

1. 構造計算適合性判定の対象となる建築物は、いわゆるルート2以上の構造計算を行う建築物です（ルート1でも大臣認定プログラムを使うと判定の対象となります）。
高さが20mを超える鉄筋コンクリート造、地階を除く階数が4以上の鉄骨造、高さが13m又は軒の高さが9mを超える木造等が代表例ですが、耐力壁や柱の水平断面積の少ない鉄筋コンクリート造やスパンが大きい鉄骨造など、比較的小規模な建築物であってもルート2以上の構造計算が適用され、対象となる場合があります。
2. 構造計算適合性判定についても、あくまでも建築基準関係規定に適合するか否かの観点から判定が行われるものです。
したがって、建築物の構造関係技術基準解説書等で「・・・が望ましい」等の表現で示されている事項など、構造設計に係る推奨事項の採用を指導するようなことは適切でなく、そのことを指定構造計算適合性判定機関等に通知しているところです。
3. 建築確認の審査と同様に、構造計算適合性判定についても、事前相談を実施してほしいとの要望が寄せられています。
このため、どこで構造計算適合性判定を受けるかについて建築主事等が承知している場合には、指定構造計算適合性判定機関等においても、不適合箇所の指摘を含め事前相談にきめ細かく対応するよう要請しているところです。
4. 構造計算適合性判定に係る正式な文書通知は建築主事等を経由して行うこととされていますが、審査の円滑化を図るため、それ以外に適宜、構造計算適合性判定員が直接申請者側に説明等を求めることは差し支えありません。

【参考：構造計算プログラムについて】

新しい大臣認定プログラムについては、改ざん防止機能等が装備され、審査期間の短縮と手数料の軽減が行われます。現在、複数のプログラムメーカーが性能評価の審査中あるいは準備審査中であり、国土交通省としても的確かつ迅速な審査を働きかけています（平成19年10月22日現在）。

旧大臣認定プログラムも引き続き使用可能であり、構造関係技術基準の見直しへの対応など活用にあたっての注意点を明らかにし、その活用促進を図っているところです。

【ポイント5 計画変更の取り扱いについて】

建築確認を受けた後に、建築主の要望により、あるいは施工上の都合等により、計画変更を行うことはよくあることです。

計画変更を行う場合、従前より、原則として、それが建築基準関係規定に適合するかどうかについて、当該変更箇所の工事に入る前に建築主事等のチェックを受けなければならないとされています。この計画変更の確認手続きが適切に行われなかった場合には、法令に適合しないまま工事が進められていくおそれがあります。

ただし、工事に対する影響に配慮し、一定の「軽微な変更」については、計画変更の確認手続きを要しないこととされているほか、運用上の工夫等も行われています。

以下に、計画変更の取り扱いに関しポイントとなることを説明します。

1. 計画変更の確認手続きが不要な「軽微な変更」については、施行規則第3条の2に規定されています。

そもそも当該建築計画に適用される建築基準関係規定に関係のない計画変更は、確認手続きを要しません。図面に記載された内容に変更があった場合、建築主事等がすべからず計画変更の確認手続きを求めていることがあると聞きます。具体的な話として、戸建て住宅に付属する塀に設けた戸の位置を変更しようとしたところ、計画変更の確認手続きを求められたケースが報告されていますが、このような建築基準関係規定に関係のない図面上の変更については、確認手続きは必要ありません。

2. 建築基準法施行規則の一部改正(平成19年11月14日)により、間仕切りや開口部の変更であって構造安全性、防火・避難性能が低下することのないもの等については、計画変更の確認手続きが不要な「軽微な変更」として扱い、計画変更に係る確認申請は必要ないこととされました。

この構造安全性、防火・避難性能が低下することのないもの等の運用については、軽微な変更の趣旨が建築確認手続に要する建築主の負担軽減にあること等を踏まえ、弾力的に取り扱うこととしています。

3. 軽微な変更については、中間検査や完了検査の申請時に、変更の内容を説明することとなりますが、検査を円滑に実施するため、検査前の適当な時期に、建築主事等に対しあらかじめ説明しておくことも考えられます。

4. 軽微な変更の弾力的な取り扱いや、以下の「あらかじめの検討」の的確な活用により、工事着工後の計画変更への対応も一定範囲内で柔軟にできることとなります。

* 下線部は、第2版で追加された部分です。

5. 施工の関係上やむを得ず発生する可能性の高い変更事項について、それへの対応を当初の確認申請時の図書においてあらかじめ検討しておくことにより、計画変更の確認手続きを行わないで済ますことができます。

この「あらかじめの検討」の例として、以下の事例が（財）建築行政情報センターのホームページ (<http://www.icba.or.jp/>) に掲載されていますので、参考にして下さい（「構造審査・検査の運用解説」第4章第2）。

- ・ くい芯ずれを考慮した検討
- ・ くいの長さの変更を見込んだ検討
- ・ 小ばりの位置の変更を見込んだ大ばりの検討
- ・ 大きさの変更を見込んだスラブの検討
- ・ はり貫通孔の大きさと位置の変更を見込んだ検討
- ・ 壁開口の位置の変更を見込んだ検討
- ・ スラブの開口及び段差の変更を見込んだ検討

6. また、「あらかじめの検討」としては、上記に類するものとして、建築物の計画上、建築主等の意向により発生が見込まれる変更事項への対応方法があらかじめ検討されている場合があります。

例えば、分譲共同住宅について、一定の間取り変更が生じても、構造耐力上、防火・避難上、採光上等支障がないことがあらかじめ確かめられている場合が考えられます。

また、従前から、分譲住宅の供給に当たって住宅等の間取り等に選択性を持たせた販売方法に即した建築確認手続として、いわゆる「メニュー方式」への対応があり、その活用も考えられます。

「あらかじめの検討」により計画変更の確認手続きを行わないで済ます方法については、様々なケースへの応用が可能なものです。

7. 計画変更の確認手続きが必要な場合においても、簡易な計画変更に対して特別に短い審査期間を設定するなどの方法により手続きを迅速に行うよう、建築主事等や指定構造計算適合性判定機関等に要請しているところです。もちろん、大臣認定に係る変更手続きにおいても迅速な処理に配慮します。

8. 構造計算適合性判定の対象建築物に係る計画変更であっても、変更内容が構造耐力に関係しない場合には確認手続きのみでよく、再度の構造計算適合性判定は不要です。

* 下線部は、第2版で追加された部分です。

【参考：新しい建築確認手続きに関する情報提供等について】

国土交通省では、日本建築行政会議（※）等と協力して、新しい建築確認手続きに関する様々な情報を（財）建築行政情報センターのホームページに掲載し、申請側・審査側双方の実務者等に提供しています。また、同センターでは、実務者等に対する電話相談窓口も開設しています。

実務者等に対する情報提供や相談については、さらに地域レベルできめ細かく実施していくことが求められています。このため、都道府県に説明会の開催、相談窓口の設置等を要請しているほか、地域からの求めに応じ研修会等にアドバイザーを派遣する体制を整備しています。

（※）日本建築行政会議：特定行政庁、指定確認検査機関及び指定構造計算適合性判定機関を構成員とする団体です。

（財）建築行政情報センターによる情報提供・相談

○ インターネットによる情報提供

- ・ 改正建築基準法に係る質疑・応答（Q&A）

設計や審査の実務者から寄せられた質問を逐次整理し、回答をQ&A方式で掲載しています。

- ・ 確認審査・検査、構造計算適合性判定に関する運用解説（審査マニュアル）
- ・ 構造計算概要書の記載事例（木造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造）
- ・ 確認申請書の作成事例（戸建て木造住宅）
- ・ 改正建築基準法「質問箱」

改正建築基準法の運用に関する質問をホームページ上で受け付けています。

- ・ 改正建築基準法「苦情箱」

確認審査等に関する苦情を匿名でも受け付け、対象の審査機関に対しては、国土交通省や都道府県を通じて苦情内容を通知するとともに、必要に応じて助言等を行います。

（財）建築行政情報センターのホームページ <http://www.icba.or.jp/>

○ 電話相談室の開設

- ・ 設計・施工・審査の実務者から電話による質問や相談を受け付けます。

電話番号： 03-5206-6135

受付時間： 【午前】 10:00～12:00

【午後】 13:00～18:00

※土日・祝日を除く。

【参考：建築関係中小企業の資金繰りを支援するための金融上の措置について】

大工・工務店や建築資材関連業者など建築関連の中小企業への資金繰りなどの経済的影響が懸念されることから、10月9日より、政府系中小企業金融機関によるセーフティネット貸付及び既往債務の返済条件の緩和等の措置が講じられています。

1. 特別相談窓口の設置

政府系中小企業金融機関（中小企業金融公庫、国民生活金融公庫、商工組合中央金庫、沖縄振興開発金融公庫）、信用保証協会、主要商工会議所、商工会連合会及び各経済産業局に特別相談窓口を設置し、中小企業者に対する経営上の相談を受け付ける。

2. セーフティネット貸付（経営環境変化対応資金）の適用

影響を受ける中小企業者については、政府系中小企業金融機関において、セーフティネット貸付（経営環境変化対応資金）が利用可能。

融資条件（H19.11.9現在）

	中小企業金融公庫	国民生活金融公庫	商工組合中央金庫
融資限度	4.8億円に倍増	4,800万円	4.8億円
融資利率	基準利率（5年以内2.25%）	基準利率（5年以内、2.40%）	基準利率（5年以内、2.25%）
融資期間	7年以内	7年以内	7年以内
元金返済据置期間	2年以内に延長	2年以内に延長	2年以内
その他	無担保・担保不足の場合でも融資可能（金利上乘せ）		担保不足の場合でも融資可能（金利上乘せ）

※上記の表のゴシック部分は一般貸付と比較したセーフティネット貸付の特例です。

3. 既往債務の返済条件緩和の対応

政府系中小企業金融機関において、返済猶予等既往債務の条件変更について、関連中小企業者の実情に応じて対応する。

【融資に関するお問い合わせ先】

中小企業金融公庫 <http://www.jasme.go.jp/jpn/bussiness/a400.html>
商工組合中央金庫 <http://www.shokochukin.go.jp/tempo/index.html>
国民生活金融公庫 <http://www.kokukin.go.jp/tenpo/index.html>
沖縄振興開発金融公庫 <http://www.okinawakouko.go.jp/index.html>

10月16日には、民間金融機関による金融の円滑化を図るため、金融庁に要請を行い、全国銀行協会等の各金融関係団体に対し、関係中小企業向けの資金の円滑な供給への配慮について周知徹底いただいたところです。

【参考：建築主に対する国土交通省からのお知らせ文】

建築主の皆様へ

～6月20日から建築確認・検査の手続きが変わりました～

一昨年11月に発覚した構造計算書偽装事件のような問題を二度と起こさないよう、昨年の通常国会において、「建築確認・検査の厳格化」を大きな柱とする建築基準法等の一部改正が行われ、去る6月20日から施行されています。

建築確認・検査は、建築物の安全を確保するための重要な手続きで、直接には、設計者や工事施工者の方々が対応されるものと思われませんが、これらの手続きが円滑に行われるためには、建築主の皆様のご理解が必要不可欠です。

1. 建築確認・検査の厳格化の概要

(1) 構造計算適合性判定制度の導入

高度な構造計算を行う建築物（一般的には一定の高さ以上等の建築物が対象になりますが、比較的小規模な建築物でも対象になる場合があります。）については、第三者機関による構造審査（ピアチェック）が義務付けられました。

(2) 審査期間の延長

構造計算適合性判定制度の導入等に伴い、建築確認の審査期間が延長されました。（21日間→35日間、ただし、詳細な構造審査を要する場合には最大で70日間）

(3) 指針に基づく厳格な審査の実施

従来、設計者のチェックが不十分な設計図書であっても、審査段階での補正が幅広く認められてきましたが、軽微な不備を除き、設計図書に法令に適合しない箇所や不整合な箇所がある場合には、再申請を求めるとしました。また、設計内容の変更を行う場合には、軽微な変更を除き、当該部分の工事前に計画変更の確認を受けなければなりません。このことを徹底することとしました。

なお、建築確認・検査の手数料は、特定行政庁（自治体）や指定確認検査機関（民間）がそれぞれ定めるものですが、これらの安全確保を図るための措置に伴い、所要の見直しが行われています。

2. 建築主の皆様へのお願い

(1) 設計条件や要求事項について、設計者と事前に綿密に打合せを行い、意匠・構造・設備の整合性のとれた設計図書により確認申請を行って下さい。

(2) 設計図書の作成や確認申請の手続き（構造計算適合性判定の対象となる場合には、その手続きも含まれます。）に必要な期間を考慮して、できるだけ余裕のあるスケジュールを設定して下さい。

(3) 設計内容の変更を行う場合は、軽微な変更を除き、計画変更の確認の手続きが必要となりますので、当初の建築確認申請の段階で設計内容を十分に詰めておくとともに、設計内容の変更を検討する場合は、工事のスケジュールへの影響について十分に留意して下さい。

．．．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・2008年版)	2,500円	—	290円
試験問題集 (2008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
しろあり防除 (予防・駆除) 薬剤の安全性	2,000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 (19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			
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
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

※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)