

しろあり

TERMITE JOURNAL

7

2010

No.154



社団法人 日本しろあり対策協会

JAPAN TERMITE CONTROL ASSOCIATION

目次

<報文>

- 残留性有機汚染物質による環境汚染の動向……………田 辺 信 介…(1)
- 樹木の腐朽とシロアリの関与……………山本幸一・大村和香子…(8)
- 熱帯人工林におけるシロアリおよび木材腐朽菌類の多様性調査……………吉 村 剛…(13)
- ケニアの森林・植林育種事情調査とシロアリ採取記……………大 村 和香子…(21)
- 簡単な腐朽診断用具の作製と使用 木材表面の硬さを測る器具を作り、使ってみよう
……………福 田 清 春…(26)

<解説>

- 『長期優良住宅』が起こした大きな流れ……………原 島 和 広…(31)

<研究トピックス>

- イエシロアリにおける病原菌の水平伝搬……………清水 進・大谷俊次…(35)
- タカサゴシロアリによるセルロース消化について……………徳 田 岳…(37)
- オビスギ品種材のシロアリ抵抗性について……………雉子谷 佳 男…(40)
- シロアリはヒラヒラしたフィルムに蟻道を作らない
—フィルム型シロアリバリアーの効果と限界— ……藤 本 英 人…(42)

<協会からのインフォメーション>

- しろあり防除薬剤等認定一覧……………(45)
- 児玉純一氏国土交通大臣表彰受賞……………(52)

表紙写真：マレーシア・サバ州ケニンガウ近郊アカシア・ハイブリッド植林地の様子とインドネシア・パレンバン近郊アカシア・マンギウム植林地周辺放置林におけるシロアリ被害
(写真提供：吉村 剛 本文13～20ページ)

しろあり 第154号 平成22年7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	吉村 井
	〒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	石井 勝
	電話 03(3354)9891 FAX 03(3354)8277		山本 眞
	http://www.hakutaikyo.or.jp/		大村 和
印刷所	東京都中央区八丁堀4-4-1 株式会社 白橋印刷所		大金 嶽
振込先	りそな銀行新宿支店 普通預金 No.0111252		坂本 輝
			木本 正
			山吉 利
			山吉 弘
			山吉 敏
			山吉 邦
		事務局	山吉 博
			山吉 博

SHIROARI

(TERMITE JOURNAL)

No. 154, July 2010

Contents

[Reports]

- Temporal and spatial contamination of persistent organic pollutants in the environment
..... Shinsuke TANABE··· (1)
- Heart rot of trees and participation by termites·····Koichi YAMAMOTO, Wakako OHMURA··· (8)
- Evaluation of termite and fungi diversity in tropical plantation forests
..... Tsuyoshi YOSHIMURA··· (13)
- Survey on current situation of Kenyan forest and plantation & termite collection
..... Wakako OHMURA··· (21)
- A simple appliance for the detection of wood deterioration····· Kiyoharu FUKUDA··· (26)

[Lecture]

- On the “Superior Long-term House”·····Kazuhiro HARASHIMA··· (31)

[Research Topics]

- Horizontal transmission of entomopathogenic fungi in the termite,
Coptotermes formosanus Shiraki····· Susumu SHIMIZU, Shunji OTANI··· (35)
- On the cellulolytic system in the termite, *Nasutitermes takasagoensis*····· Gaku TOKUDA··· (37)
- Termite resistance of sapwood and heartwood of Obi-sugi cultivars (*Cryptomeria japonica*)
..... Yoshio KIJDANI··· (40)
- Termite will not construct any tubes on a pliable film
— The scope and limit of film-type termite-barrier system —·····Hideto FUJIMOTO··· (42)

- [Information from the Association]····· (45)

<報 文>

残留性有機汚染物質による環境汚染の動向

田 辺 信 介

1. はじめに

環境省が長年実施している「海洋環境モニタリング調査」の最近の報告¹⁾によると、わが国周辺海域にホットスポット（有害物質の特定汚染海域）が存在することが指摘されている。紀伊水道周辺海域では数千メートルの海底質から高濃度のPCBs（ポリ塩化ビフェニール）が検出され、1970年頃から近年まで継続的な負荷があったことを示す調査結果も得られている。さらに、紀伊・四国沖の廃棄物等海洋投入処分海域では底質から高濃度のブチルスズおよびフェニルスズ化合物が、また日本海西部の投入処分海域でも高濃度のブチルスズ化合物が検出されている。有害物質による海洋汚染は産業革命以来顕在化し、ホットスポットの存在や生物の大量へい死などその広域化と影響を示唆する事件が今なお世界の海域で発生している²⁾。

化学物質の中でヒトや生態系にとって厄介なものは、毒性が強く、生体内に容易に進入し、そこに長期間とどまる物質であろう。こうした性質を持つ化

学物質の代表に、PCBsやダイオキシン類（PCDDs, PCDFs）など残留性有機汚染物質（POPs：Persistent Organic Pollutants）と呼ばれる生物蓄積性の有害物質があり、20世紀中盤以降大きな社会的関心を集めてきた。国連環境計画（UNEP）は、2001年5月にスウェーデンのストックホルムで締約国会議を開催して長距離移動性や環境残留性の高いPOPsを対象に削減や廃絶に向けた国際条約「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POPs条約）」の締結を提案し、2004年5月17日に発効した。現在条約に登録されているPOPsは、アルドリノ、エンドリン、ヘプタクロル、ディルドリン、DDT、クロルデン、トキサフェン、マイレックス（殺虫剤）、PCBs、ヘキサクロロベンゼン（工業用材料）、PCDDs、PCDFs（非意図的生成物質）の12物質（群）で、これらの製造・使用・輸出入の規制、非意図的生成の削減、廃棄物の適正管理等が締約されている。かつてシロアリ駆除剤として多用されたクロルデンもPOPsの仲間として登録され、その生産と利用は国

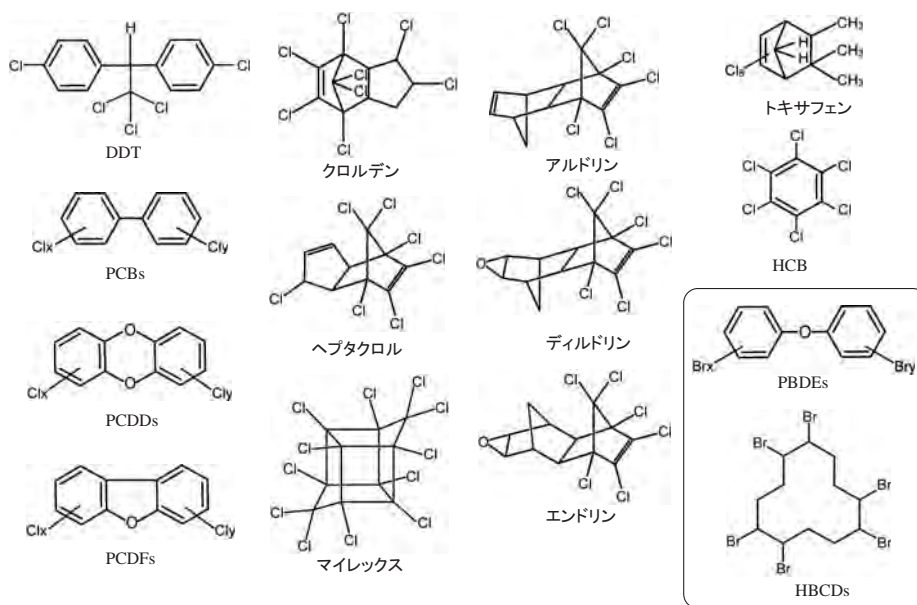


図1 POPsおよび代表的なPOPs候補物質の化学構造

際条約により厳しく規制されている。POPs条約については定期的な見直しが定められており、有機臭素系難燃剤のポリ臭素化ジフェニールエーテル (PBDEs) やヘキサブロモシクロドデカン (HBCDs) など9種類 (12物質) が条約の付属書に追加され POPs 候補物質としてリストアップされている。POPs およびその候補物質 (図1) は代表的な地球汚染物質であり、その防止対策の強化が国際レベルで求められている最も厄介な化学物質といえる。

本稿では、有機塩素化合物を中心とした既存の POPs および有機臭素系難燃剤等 POPs 候補物質による環境汚染の動向について、筆者らの研究グループにより得られた成果を概説する。

2. 瀬戸内海の汚染から地球規模の汚染へ

1960年～70年代は POPs による公害事件や深刻な環境汚染が世界各地で頻発し、先進諸国を中心にその生産と使用の規制が法制化された時代であった。また、汚染実態解明のための環境モニタリングが本

格的に開始され、人間活動や産業活動の活発な地域を中心に局所汚染の実態が次々と明らかにされた。瀬戸内海をモデルにした筆者らの研究³⁾により、PCBs や DDTs など分解されにくく脂溶性で粒子吸着性の高い POPs の汚染は、堆積物や生物で著しいことが明らかとなった。一方で、沿岸域における POPs の環境負荷量が意外に少ないことから、大気や水経路で長距離輸送され地球規模で拡散した可能性も示唆された。

1980年代になると先進国だけでなくアジアを中心に途上国の調査も実施し、DDT等農薬汚染の主な発生源は熱帯・亜熱帯の途上国にあること、一方 PCB など工業用材料として利用された化学物質の汚染源は先進工業国や旧社会主義国に存在することを、二枚貝のイガイ (図2) やヒトの母乳など生物を指標とした研究で明らかにした⁴⁾。こうした地域固有の発生源は渡り鳥の POPs 汚染にも反映され、先進国や旧社会主義国を渡りのルートとしている鳥類は PCBs の汚染レベルが高く、途上国を中継地や越冬地とする鳥種は DDTs など殺虫剤の汚染が顕在

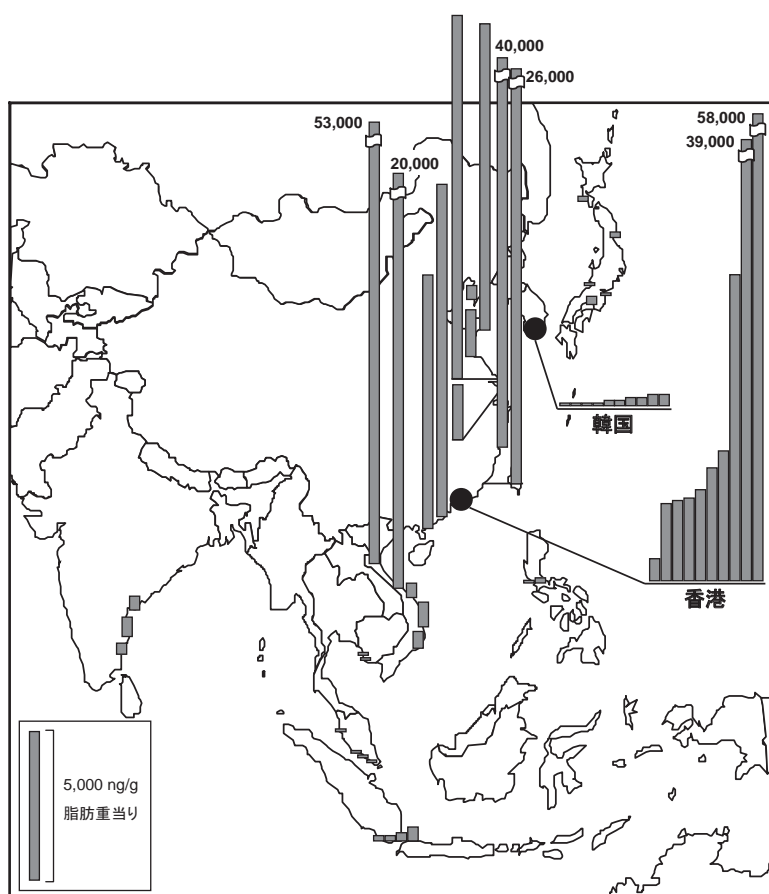
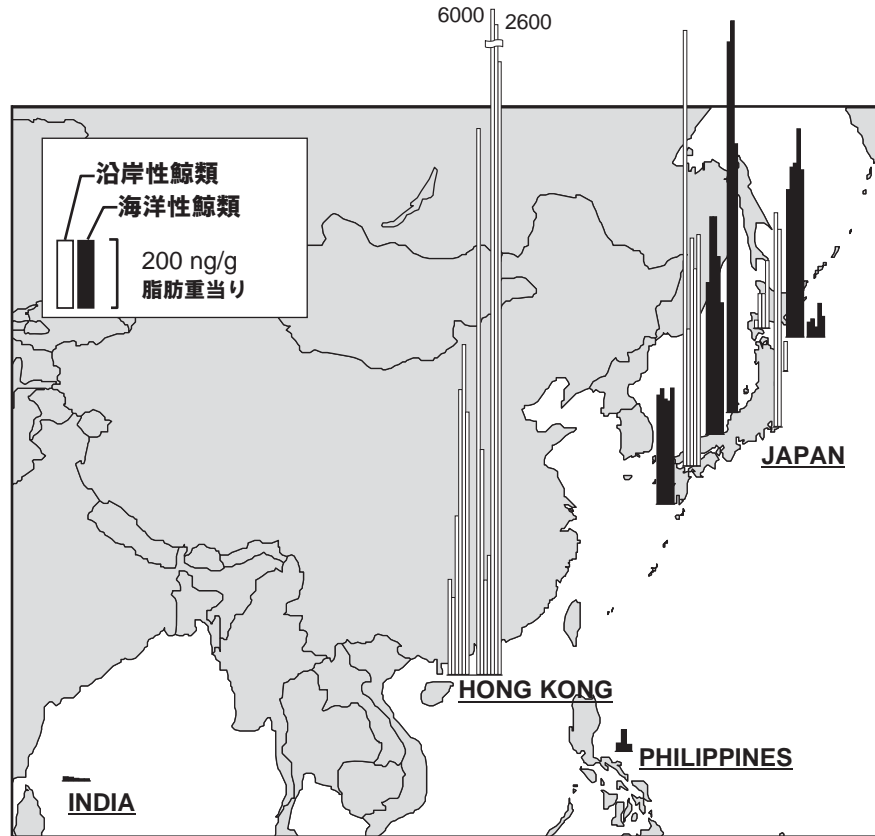


図2 二枚貝イガイから検出された殺虫剤DDT (代謝物を含む) の濃度分布



Kajiwara et al. (2006)

図3 アジア地域で採取した小型ハクジラ類のPBDEs蓄積濃度

化している⁵⁾。さらに、POPs候補物質として注目されている有機臭素系難燃剤PBDEs（ポリ臭素化ジフェニールエーテル）の汚染研究が最近になって始まり、この物質の大きな発生源は先進国だけでなく途上国にも存在しグローバルな汚染を引き起こしていることが魚介類や鯨類の分析で明らかとなった（鯨類の分析例を図3に示す⁶⁾）。

上述した発生源の調査に加え、地球規模での分布やゆくえに関する研究¹⁾も併せて実施し、POPsによる汚染は南極や北極を含む地球の隅々まで広がったこと、海洋とくに冷水域の海水はこの種の物質のたまり場として機能することなどを、大気、水、生物試料の分析結果より示唆した。また、深層水や深海生物の分析により、POPsの汚染は南極や北極などの遠隔地だけでなく、海洋の深層にまで到達したことを実証した。さらに、ダイオキシン類の広域汚染についても調査を実施し、PCBsは大気や水により輸送されやすい地球汚染型の物質であるが、PCDDsやPCDFsは局在性が強い地域汚染型の物質であることをカツオを生物指標にした研究で示

した。また、PCBsやDDTsと同様に、ダイオキシン類の汚染源も北半球に集中していることがアホウドリ試料の分析により明らかになった（図4）。さらに、アジア途上国の調査もすすめ、都市郊外に遍在するゴミ集積場にダイオキシン類の大きな発生源が存在することを、土壌やヒト母乳の分析により立証した。

このように多数のPOPsが多様な環境試料や生物試料から検出された事実は、化学分析の技術が急速に進歩したことに加え、この半世紀の間に化学物質の生産や利用が著しく増大し、その環境汚染も世界中に拡大したことを示している。また、気温の高い熱帯・亜熱帯地域で、今なお一部のPOPs系殺虫剤の利用が継続していることも要因としてあげられる。これまでの研究を通して、熱帯・亜熱帯地域における化学物質の無秩序な利用は地球規模の環境汚染を引き起こしやすいこと、海はこの種の物質の大きなたまり場として機能すること、とくに冷水域はPOPsの最終的な到達点となることなどが明らかとなった。すなわち、POPsの発生源と到達点は異なること、したがってその影響も予期せぬところで発

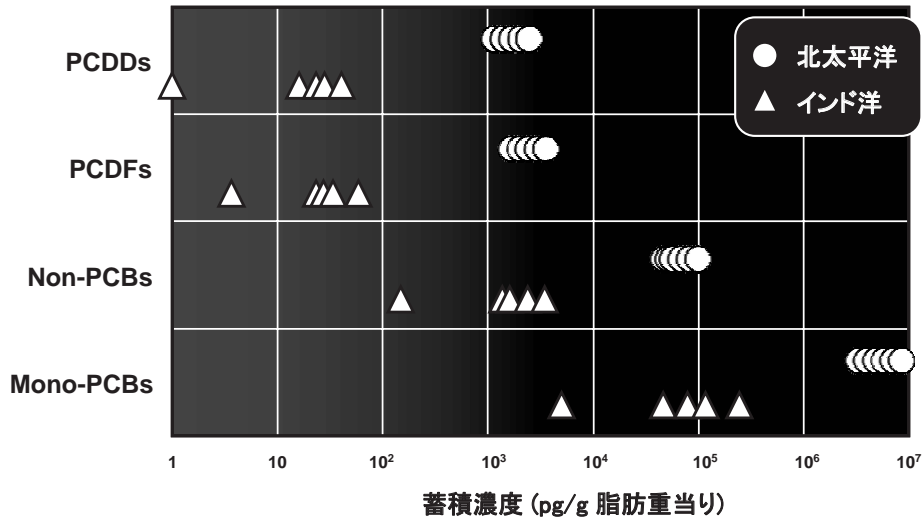


図4 北太平洋（北半球）およびインド洋（南半球）で採取したアホウドリのダイオキシン類蓄積濃度

生する可能性があること、POPsによる汚染は二酸化炭素による地球温暖化やフロンガスによるオゾン層破壊と同列の地球環境問題であることが結論される。

3. 海洋生態系の曝露リスク

POPsはヒトや多様な野生生物から検出されているが、海洋生態系の高次生物でみられる汚染レベルは異常に高い。例えば、西部北大平洋に分布するスジイルカは、海水の1千万倍以上の濃度でPCBsやDDTsを体内に濃縮している⁷⁾。スジイルカだけでなく海洋生態系の頂点にいる他のハクジラ類、海鳥

類などの野生生物もきわめて高い濃度でPOPsを体内に蓄積しており、陸上生物の蓄積パターンと明らかに異なる（PCBsの例を図5に示す⁸⁾）。この原因を究明するため、海棲哺乳動物を対象に多様な研究を展開したところ、体内にPOPsの大きな貯蔵庫（皮下脂肪）が存在すること、授乳によるPOPsの母子間移行量が多いこと、POPsを分解する酵素系が一部欠落していることなどが判明した。また、ダイオキシン類、PCBs、DDTsなどによる薬物代謝酵素の誘導、性ホルモンの阻害、免疫機能の攪乱など毒性影響を示唆する研究結果も得られ、海棲哺乳動物はPOPsのリスクが最も高い生物種、すなわちハイ

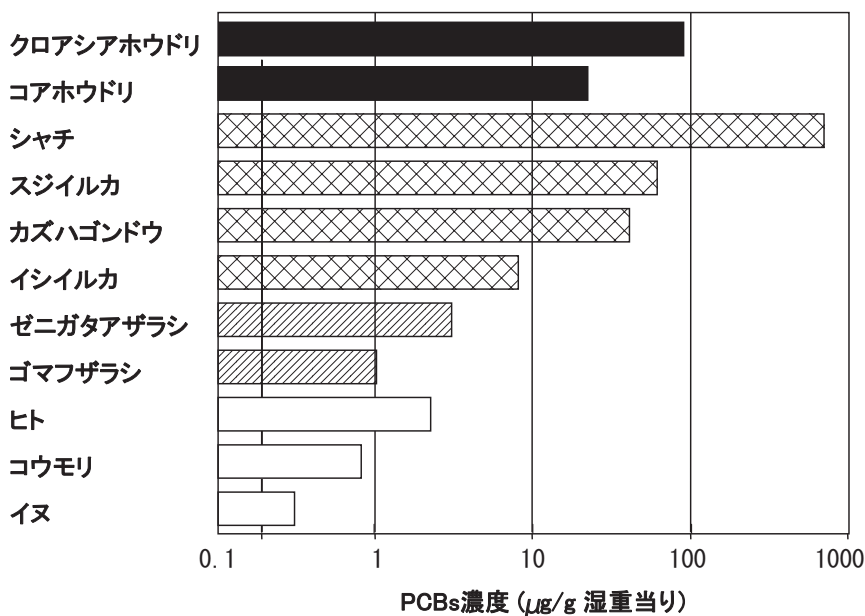


図5 日本の陸域および海域に棲息する高等動物のPCBs蓄積濃度



写真1 カズハゴンドウのストランディング(集団座礁)。
撮影：早野あずさ



写真3 愛媛大学の生物環境試料バンク (es-BANK)



写真2 イルカの尾ひれの奇形
(忍び寄る化学汚染のリスク?)



写真4 es-BANKの冷凍室(約400㎡, -25℃)

リスクアニマルであることが推察された。世界で頻発している海棲哺乳動物の集団座礁, ウイルス感染, 奇形などの異常(写真1, 2参照)と化学汚染の関連性を究明する研究が今後の重要課題であろう。

4. 汚染の推移と将来予測

愛媛大学沿岸環境科学研究センターの生物環境試料バンク(es-BANK)(写真3, 4参照)には, 過去半世紀にわたり世界各地から収集した約1,300種類, 11万点の生物試料・環境試料が冷凍保存されている⁹⁾。保有する試料の種類と数の膨大さ, 半世紀におよぶ採取期間と地球規模での広がりをもつ採取

地域等の点において, 当es-BANKは世界を凌駕する施設として評価され, ここに保管されているアザラシ, オットセイ, 鯨類などの試料を活用して, 地球規模での海洋汚染の広がりや過去の汚染の復元・将来予測, リスク評価などの研究が実施されている。これまでの研究により, 陸域のPOPs汚染は経年的に減少しているが, 外洋や南極など遠隔地の汚染はほとんど低減していないことが判明した¹⁰⁾。また, 日本沿岸で採取されたスジイルカの保存試料を用いて, 今なお使用が続いている有機臭素系難燃剤(PBDEsやHBCDs)汚染の経年変化を調べたところ, 1980年代以降濃度の横ばい状態がみられる既存のPOPs(PCBsやDDTs)と異なり, これらPOPs候補物質の汚染レベルは上昇傾向を示した(図6)¹¹⁾。こうした過去の汚染の復元は, 海洋生態系におけるPOPsおよびその候補物質の暴露と影響が今後しばらく続くことを暗示しており, モニタリング調査の

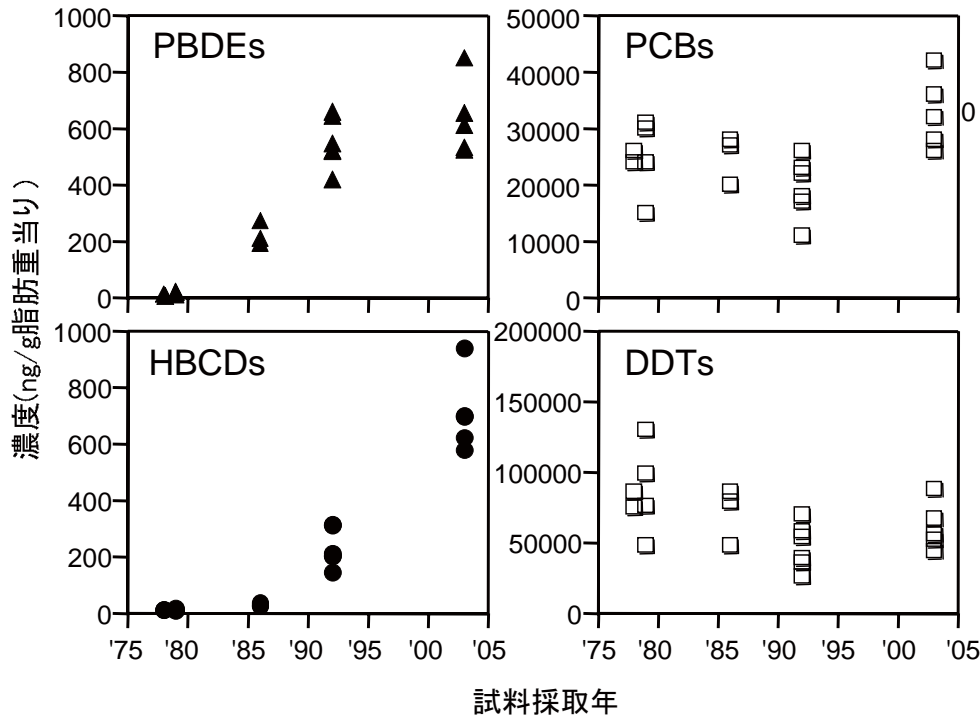


図6 日本沿岸のスジイルカから検出されたPOP_s (PCBs, DDT_s) およびPOP_s候補物質 (有機臭素系難燃剤: PBDE_s, HBCD_s) 濃度の経年変化

継続と効果的な低減対策が必要なことを示している。

5. 今後の課題

上述したように、野生の高等動物には、ヒトではみられない特異な汚染や生理機能があり、このことはヒト中心の環境観では生態系は守れないことを教えている。鯨や鳥のPOP_s汚染がヒトとは無縁であるとする考え方は、もはや地球環境時代に馴染まない。「野生生物でみられるPOP_sの汚染と影響は、ヒトへの警鐘である」、すなわち化学物質のリスクから生態系を守ることはヒトに対する安全性の確保にも繋がるという基本理念を育て、生態系本位の環境観を社会に定着させることが今後の大きな課題であろう。将来人間の健康に影響を及ぼす可能性がある問題として、海洋生物の汚染や異常を考える必要がある。

また、先進国だけでなく途上国でもPOP_s汚染は顕在化しており、今後さらに深刻化することが予想されるため、地球環境問題の重要課題と位置づけPOP_s条約を適切に履行するなど国際対応をすすめる必要がある。途上国のPOP_s問題を解決するには、先進国の国際協力や支援が不可欠であり、アジア地

域においてわが国の国際貢献が問われることはいうまでもない。

法的規制が整備されたため、クロルデンのような毒性の強いシロアリ駆除剤が今後登場する可能性は小さいが、現在流通している安全な薬剤であっても使い方を誤れば地球規模の汚染を誘発するばかりでなく、予期せぬ影響をヒト（作業労働者を含む）や野生生物にもたらす可能性がある。作業労働者はPOP_sの教訓に学び安心・安全な防除作業を実施する必要があるとともに、「予防原則」の理念を踏まえた新規駆除剤の開発と利用が薬剤メーカーやシロアリ防除業界に求められる。

引用文献

- 1) 環境省 (2009) : <http://www.env.go.jp/earth/kaiyo/monitoring.html>
- 2) 石 弘之 (2008) : 球環境「危機」報告, 有斐閣, 333pp.
- 3) 田辺信介・立川 涼 (1981) : 沿岸域および河口域における人工有機化合物の動態, 沿岸海洋研究ノート, 19(1), 9-19.
- 4) 磯部友彦・国末達也・田辺信介 (2009) : アジア—太平洋地域の化学汚染, 分子でよむ環境汚染, 鈴木

聡編著，東海大学出版会，2-37.

- 5) Kunisue, T. and S. Tanabe (2008) : Contamination status and toxicological implications of persistent toxic substances in avian species. *Journal of Disaster Science*, 3(3), 196-205.
- 6) 田辺信介 (2008) : 臭素系難燃剤による環境汚染 — PBDEsおよびHBCDs汚染の過去復元と将来予測 —, *科学*, 78(7), 747-753.
- 7) 田辺信介 (2001) : 海洋環境における内分泌攪乱物質問題の現状と課題 — 海棲哺乳動物の汚染と影響 —, *日本海水学会誌*, 55(4), 228-235.
- 8) 田辺信介 (2003) : 有機塩素化合物による海洋生物の汚染, *遺伝*, 57(2), 70-75.
- 9) Tanabe, S. (2006) : Environmental Specimen Bank in Ehime University (es-BANK), Japan for global monitoring. *Journal of Environmental Monitoring*, 8 (8), 782-790.
- 10) Tanabe, S. and T. B. Minh (2010) : Dioxins and organohalogen contaminants in the Asia Pacific region. *Ecotoxicology*, 19(3), 463-478.
- 11) Tanabe, S. (2008) : Temporal trends of brominated flame retardants in coastal waters of Japan and South China: Retrospective monitoring study using archived samples from es-Bank, Ehime University, Japan. *Marine Pollution Bulletin*, 57(6-12), 267-274.

(愛媛大学沿岸環境科学研究センター 教授)



<報 文>

樹木の腐朽とシロアリの関与

山本 幸一*・大村和香子**

1. はじめに

筆者の一人である山本は、1982年に森林総研に入ってから木材保存研究室で木材の腐朽や耐久性の研究をしてきた。その間、在外研究のチャンスを得て、マレーシア森林研究所、マレーシア理科大やベトナム森林科学研究所で、熱帯木材の耐久性や材質についての研究を行った。とくに、アカシアマンギウムやチークを対象として研究する中で、それらの心材腐朽に伴う空洞化に興味を持った。本報告では、この現象を紹介する。樹木の空洞化には、腐朽菌は勿論だがシロアリなども関与するため、シロアリが専門である大村に共著者となってもらった。木材の観点から話をするため、樹木の全体像をカバーできないことを勘弁願いたい。

2. 樹木の一部が腐る

木(本章では樹木を木と呼ぶ)は、幹や枝の一部が腐っても平気な顔をして生きているように見え、その姿に平伏する。反面、桜が「首の皮一枚」で生き、花を咲かせている姿は、怨念を発しているようにも見える(図1)。木は、人間から「すごい」と褒められても、「それは、人間とは違う成長の仕方をしているからですよ。大したことはありません。」と謙遜するに違いない。その違いを言うと、人間は大人になっても自分の体の中に年輪のような子供時代の痕跡を残さないが、木は年輪としてハッキリと過去の姿を残し、それに一步一步細胞を積み重ねることで大きく生長していることになる(図2)。木は、体を取り巻く細胞(図の濃い部分)が生きて分裂し新しい細胞を作りさえすれば、内側の細胞(図の薄い部分)は死んでしまっても、生長し続けることができる。一方、人間は、内臓などの内側の細胞も重要な機能を果たしており、その死は人間の死を意味する。

実際、木は「自分の体の内部が、自分が生きてい



図1 樹幹の腐朽が進んだソメイヨシノ
東北農業センターの桜並木

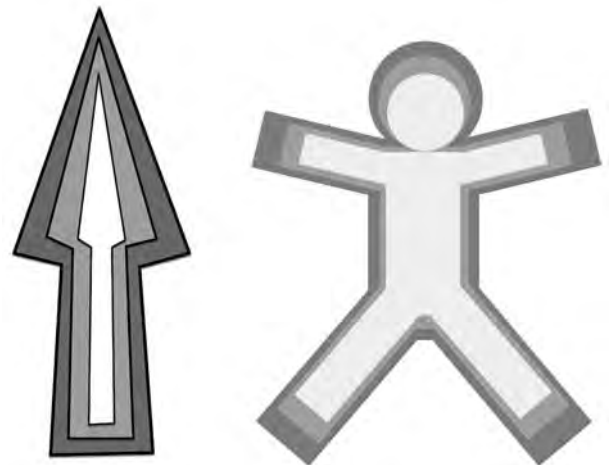


図2 樹木と人間の生長・成長の直感的な違い

る間に腐る（死ぬ）かも知れない」ということを、初めから折り込み済みのようだ。そのことは、次章で考えよう。

3. 自然界から攻撃される前に自ら一部の細胞に死んでもらう

私達が利用しているスギやヒノキのような高木と呼ばれる樹木は、自分の背丈を早く伸ばして太陽のエネルギーをいち早く獲得することに一生懸命なのだ。その結果、樹木は体を支える幹を中心に巨大化するが、生きるためのエネルギーを獲得する葉の集まり（光合成をする）は空間的に大きさが限られる。限られた量の葉で得られたエネルギーには限りがあり、葉と枝を支えてくれている巨大化した幹のすべてに栄養を配るわけには行かなくなる。

すなわち、樹木がある大きさ（或いは樹齢）に達した時、樹木全体の生存を考えると、幹の内側にまでエネルギーを配給するわけに行かず、内側部分はミイラのようにして封印することになる（図3）。このイメージは、「樹形のパイプモデル」¹⁾を引用すると理屈にあうかも知れない。幹の内部の「封印」

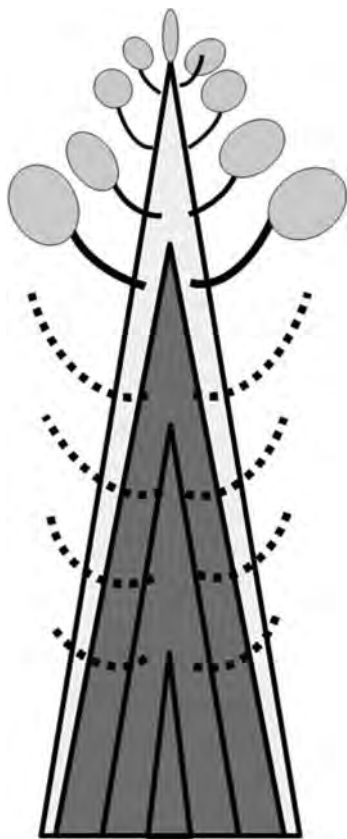


図3 樹木パイプモデルと樹木内部の死（心材化）

現象を「樹形のパイプモデル」に当てはめてみる。樹木（樹皮は簡便のため無視する）は、光合成をしてエネルギーを得る「葉」と、地中から水を吸い上げて「葉」に運ぶ「根」を繋ぐ「パイプ」（広葉樹では道管、針葉樹では仮導管という組織がパイプに当たる）が集合したものと考えられる。樹木の樹冠（枝葉の付いた樹幹の上部）をなす枝は光が当たらなくなると下部から枯れ上がり、樹齢とともに枝下高は高くなり、心材率が高くなることが測樹学的に示されている²⁾。すなわち、「葉」と枝が枯れ上がると、「根」との間を繋ぐ「パイプ」の機能は不要となり、その「パイプ」は幹の内部に取り残され「細胞の死」を迎えると考えられることができる。

ちなみに、この「パイプモデル」は、欧米ではダ・ヴィンチ・ルール（既に15世紀に、レオナルド・ダ・ヴィンチは、「1本の木で、その高さの各段階におけるすべての枝の太さを合わせたものは幹の太さに等しくなる」と言明）と呼ばれているようだ³⁾。

4. 樹木の「細胞の死」と生立木の腐朽

ここでは、上で述べた「細胞の死」と「封印」、および「生立木の腐朽」について考えよう。木材組織・材質の専門分野では、樹幹内部の「細胞の死」を心材化といい、その現象やメカニズムは重要な基礎研究テーマである。一方、樹病の専門分野では、「生立木の腐朽」は丸太の価値を著しく低下させることから、腐朽菌の同定や被害の防除など多くの仕事になされている。

心材化は、よくできた仕組みである。心材化とは、「あなた（使う必要のない細胞、或いは維持できなくなった細胞）には、引退（「細胞の死」）してもらいますが、あなたの姿は末永く維持させて頂くことをお約束します。」と言うような出来事と言えよう。樹幹内部の年輪状の細胞群は、毎年ある時期（生長期の後半である秋頃）に、微生物などに対して毒性を持った物質を、自らの細胞の中にまき散らし、自らを「封印」し、「細胞死」を迎える（図4）。すべての細胞が死んでしまった樹幹内部のこの部分を、心材と称する（図5）。

図5に示したように、辺材の内側は、スギなどでは白い輪（水分が少なくなるため）としてはっきりと見え、白線帯（移行材）と呼ばれ、その部分が翌年には濃色（毒性を持った物質の色と考えて良いだろ

う)に変化して心材となる。そこよりも内側は、昨年以前に死んだ箇所でありすべて心材である。辺材が濃色の心材に変化する過程では、心材成分と呼ばれる抗菌性や抗蟻性を有する物質が死ぬ直前の細胞で合成され、それが細胞自体にしみ込み、細胞は死を迎える。心材には辺材に存在しない抗菌性や抗蟻性物質があることは、心材の耐久性が高いことを意味する。木材を扱っている人間には、「心材は、辺材に比べて腐朽菌やシロアリに強い。」と言うことは、普通の知識であろう。しかし、それは生きた立木を伐採して作られた丸太杭や製材品に限っての話である。生きた立木では、心材の方が辺材より腐朽し易い。その理由について、山口氏は、①辺材は水分通導のため水分が多く無酸素状態で腐朽に不適、

②辺材には生きている細胞が多く菌に対する防御反応がある、③枝は樹幹内部に続いており、菌は心材に到達しやすい、④樹幹の中心部は古い細胞であり抗菌性物質の活性が低下していることを考えている⁴⁾。辺材と心材の大きな違いは、生きた細胞の有無であることから、最大の理由は②であると考えられる。なお、心材の腐朽は、「心材腐朽」あるいは「根株腐朽」と言われる。

5. チークやアカシアの心材腐朽

チーク (*Tectona grandis*) は、樹種名がブランド化されている代表的な有用樹種である。国際熱帯木材機関の統計からは、日本のチーク製材品の輸入価格は2,151~2,462ドル/立方メートルであり、同じ熱帯樹種であるラワン類の4~5倍であることが解る⁵⁾。木材製品では、色調や耐久性の観点から一般的には心材の方が辺材よりも価値を持つ。その代表はチーク材かも知れない。今や天然林チークは少なく、多くは人工林チークであろう。しかし人工林チークは、生立木の心材腐朽が問題の一つとなっている。チークの教科書によると、インド中西部のチーク萌芽林では50%が「心材腐朽」にかかり、根元から2~4mの高さまで被害を受けることが示されている⁶⁾。筆者の一人である山本は、マレーシア理科大学に長期滞在している際、Simatupang教授からこの話を聞かされ、チークの樹幹の中心部に心材腐朽に起因した空洞ができていた写真を幾つか見せられた(図6)。そして、「空洞ができるような急激な木材劣化は腐朽菌だけの力でなく、シロアリも関与している

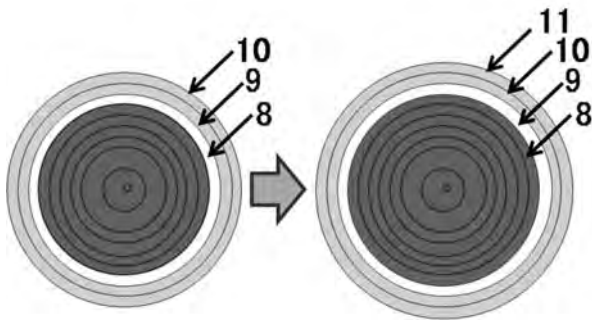


図4 心材化の模式図

左の円盤：7年輪目まではすでに心材に変化しており、8年輪目はこれから心材に変化する年輪で移行材(白線帯)と呼ばれる。最外層の年輪は10年である。
右の円盤：1年後には、8年輪目は心材化が完了し、9年輪目が移行材となっている。最外層には11年輪目が覆い被さっている。

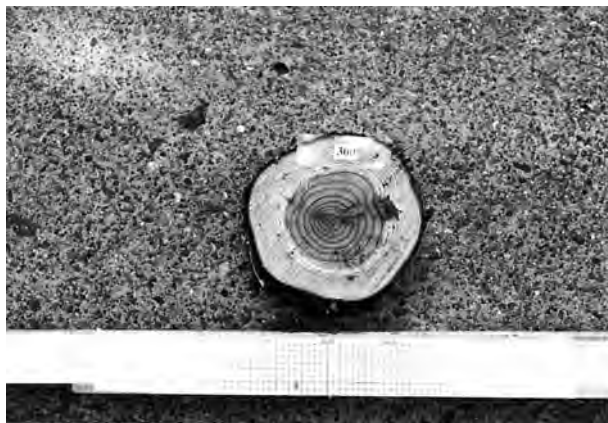


図5 スギの心材

心材を囲んで移行材がある。周囲に比べると含水率が低いことから白く際だって見える。

Heart rot often occurs in teak trees



Pre-removal of less durable parts by natural-bio-power

図6 チーク生立木の心材腐朽

直径80cmの樹幹の中心に空洞。樹幹の脇からは萌芽が多く発生。これらも心材腐朽菌に冒されると予測される。(写真提供 Simatupang 氏)

はずだ」等と木材研究者の何人かで話し合っていた。その点については、すでに樹病研究者からアカシアマンギウムの例が報告がされていた⁷⁾。

アカシアマンギウムでもチークと同様に、生立木の心材腐朽が重大な問題であり、半島マレーシアでは、植林対象樹種から外されたと聞いている。その判断の元となったと思われる報告書によると、2年生から7年生において、心材腐朽が発生している割合は49～98%であり、空洞化していた割合は0～17%（8年生の場合）であった⁸⁾。

先に引用した報告では⁷⁾、調査した6～9年生のアカシアマンギウム7地域195本の中で、2地域の8本にだけシロアリの被害が見られ、その内5本は激しい心材腐朽を伴っていたが、空洞化していたとの記載はない。7地域全体での心材腐朽を受けた木は87本であったことから、心材腐朽がシロアリ被害に移行した例は、この調査では少ないと言えよう。実際、アカシアマンギウムが集積された土場で、空洞化した丸太の比率は、これまで調査した半島マレーシア、サバ州、サラワク州、ベトナム、フィリピンに限れば⁹⁾、多く見積もっても数パーセント以下であった（図7）。筆者らは、木材の伐倒直後に心材腐朽部に生息しているシロアリを見たことはないが、土場において樹幹中心部から蟻道が延びているアカシア丸太を見た（図8）。心材腐朽がシロアリにより空洞化する現象は確からしいが、樹齢が10年以下の場合であれば、その頻度は東南アジア全体で見れば高くはないであろう。短いサイクルで収穫



図8 アカシアマンギウムの心材(髓)から延びる蟻道土場に、はい積みされていた丸太の髓から蟻道が延びていた。丸太の中の心材腐朽の箇所にはシロアリが危機を感じて丸太から抜け出したのかも知れない。



図7 アカシア丸太のはい積み

ベトナム・ハノイ市内の家具工場

材料はアカシアマンギウムが主体で、丸太は小径木が多い。心材が空洞化した丸太の比率は、ベトナムでは極めて低い。人間の頭の上に写った丸太に空洞が見られる。

が繰り返される熱帯早生樹であっても、今後は伐採時期を延長して大径材を収穫する施業も必要であると考えられるが、その際には、心材腐朽の進行と空洞化のリスクを押さえておく必要がある。

6. 心材腐朽の空洞化とシロアリ等の関与

スギやヒノキの立木の中心部が腐朽して空洞化している原因について、久林らはヤマトシロアリとウスバカミキリの加害によるものであることを示した¹⁰⁾。任意に選んだ間伐対象木14本のうち10本に心材腐朽の被害が見られ、10本中の6本にはフラス(虫糞や木屑)が見られ、10本中の8本には空洞化が見られた。空洞化する過程には、腐朽部がヤマトシロアリまたはウスバカミキリにより食害されて直接空洞化する場合、および腐朽部がウスバカミキリの食害によりフラスとなりフラスが消失して空洞化する二通りが示された。また、腐朽菌が木材成分を分解する過程で、さまざまな木材分解物や腐朽菌の代謝物が腐朽部に生じる。これらの物質の中には、シロア리를誘引する物もあることが知られている¹¹⁻¹³⁾。腐朽の進行により木材はやわらかくなり強度が低下する。それ以外にも耐久性に寄与する樹木成分が分解したり、腐朽した部分に水分が保持されたりして、総合的にシロアリの食害を促進することも考えられる。

木材を製材品として利用する場合は、腐朽はそもそも欠点であり、その箇所が昆虫によって食害さ

れ空洞となっても欠点が強化されることにはならないであろう（合板用の場合は大きな欠点となる）。ただし、木材を燃料として利用する場合は、バイオマス（木材としての量）の減少と言う大きな損害をもたらす。

森林生態系という広い視点で森林を見ると、樹木は枯死し、最終的には腐朽して土に還り¹⁴⁾、また樹木が生長するサイクルを繰り返す。シロアリは、樹木が健全であるときから（心材腐朽の空洞化などが含まれる）枯死して腐朽するまでのあらゆる段階で、樹木を営巣場所あるいは食物として利用し、このサイクルの円滑化に寄与している。この他、シロアリは、咀嚼や排せつにより腐朽を促進し、窒素の多い排泄物で土壌を肥沃化させ、自らが他者の餌となる等、生態系の維持に、さまざまな点で大きく貢献していることも認めなければならない¹⁵⁾。

引用文献

- 1) 城田徹央, 作田耕太郎 (2007) : 「樹形のパイプモデル」は「樹形」をどこまで説明できるだろうか? — スギとヒノキの場合 —, 生物科学, 54(3), 163-171.
- 2) 井原直幸 (1972) : 林木の心材の測樹学的研究, 九大演習林報告, No.461-129.
- 3) 新山 馨 (2010) : ガリバーと小人の国, みどりの東北, 5月号, 東北森林管理局 http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/koho/koho_si/index.html
- 4) 山口岳広 (2007) : 木材腐朽菌と立木の木材腐朽, グリーン・エージ, No.400 (4月号), 4-8.
- 5) International Tropical Timber Organization: Annual review and assessment of the world timber situation 2007.
- 6) Tewari, D. N. (1992) : A monograph of teak (*Tectona grandis* Linn. f.), p203, International Book Distributors, India.
- 7) Mahmud Sudin, S.S. Lee and Ahmad Hj. Harun (1993) : A survey of heart rot in some plantations of *Acacia mangium* in Sabah, J. of Tropical Forest Science, 6(1),

- 37-47.
- 8) Zakaria Ibrahim, Wan Razali Wan Mohd, Hashim Md. Nor and Lee Su See (1994) : The incidence of heart rot in *Acacia mangium* plantations in Peninsular Malaysia, Research Pamphlet, No. 114, Forest Research Institute Malaysia.
- 9) Yamamoto K., O. Sulaiman, C. Kitingan, L. W. Choon, and N. T. Nhan (2003) : Moisture distribution in stems of *Acacia mangium*, *A. auriculiformis*, and hybrid *Acacia* trees, JARQ, 37(3), 207-212.
- 10) 久林高市・河辺祐嗣 (1996) : ヒノキ根株心腐被害の特徴—ヤマトシロアリとウスバカミキリの関与—, 日林論, 107, 295-296.
- 11) Esenther, G. R., T. C. Allen, J. Casida, and R. D. Shenefelt (1961) : Termite attractant from fungus-infected wood, Science, 134, 50.
- 12) Matsumura, F., A. Tai, and H. C. Coppel (1969) : Termite trail-following substance, isolation and purification from *Reticulitermes virginicus* and fungus infected wood. J. Econ. Entomol., 62, 599-603.
- 13) Matsuo, H. and K. Nishimoto (1974) : Response of the termite, *Coptotermes formosanus* Shiraki to extract fractions from fungus-infected wood and fungus mycelium. Mat. u. Org, 9(3), 225-238.
- 14) 小野賢二 (2010) : 落葉が土壌有機物に変化する過程を「固体13C核磁気共鳴法」により解明, フォレストウインズ, No.40, 森林総合研究所東北支所 http://www.ffpri-thk.affrc.go.jp/exh/forest_winds/2010s/fw_040_01-02.html
- 15) 大村和香子 (2006) : 樹を使うシロアリの生活, 樹の中の虫の不思議な生活, “穿孔性昆虫研究への招待”, 柴田叡式・富樫一巳編, pp. 238-257, 東海大学出版会.

* (独)森林総合研究所東北支所
 ** (独)森林総合研究所 木材改質研究領域
 木材保存研究室

<報 文>

熱帯人工林におけるシロアリおよび木材腐朽菌類の多様性調査

吉 村 剛

1. 生物多様性と熱帯大規模人工林

シロアリはその存在量の多さから熱帯の森林を代表する昆虫である。熱帯に生息するシロアリはその食性から3つのグループに分類することができる。すなわち、①木材食シロアリ (wood-feeder), ②キノコ栽培シロアリ (fungus-grower), および③土壌食シロアリ (soil-feeder) である。前2者が森林の生態系における腐食連鎖, すなわち倒木, 枯枝, 落葉などの植物遺体 (リター) を出発点とする食物連鎖に直接関与するのに対して, 後者は土壌環境の改変に関わるエコシステムエンジニアとしての大きな役割を有している¹⁾。すなわち, これら3グループは熱帯の物質循環において異なった役割を有しており, 環境の攪乱に対しても異なった反応を示すと推定される。したがって, ある地域に生息するシロアリ相を標準的な方法で調査し, グループ分けすることによって環境の攪乱レベルを比較することが可能になると考えられるのである。例えば, 竹松らは, これまでに100m×2mのベルトトランセクトを用いたシロアリ相の調査をアジア熱帯域で実施してきた。その結果, 東南アジア熱帯林において伐採・山火事等による攪乱からの回復度合いと土壌食シロアリの多様性との間に明確な相関が認められている (竹松, 私信)。

ここで, 熱帯アジアにおける木質資源の将来を考えてみると, 天然林から人工林への大規模なシフトが進行しつつあると言える。特にマレーシアやインドネシアに代表される東南アジア熱帯多雨林においては, アカシアやユーカリなどの早生樹を用いた数十万ヘクタール規模の植林事業が活発に行われている。化石資源依存型社会から生物 (バイオマス) 資源依存型社会への移行を指向する上で, 環境の保全, つまり “生態系サービス”²⁾の維持と木質資源の持続的な供給をどのように調和させるのか, 人類の英知が試されているのである。

ここで必要になってくるのが, 熱帯における大規模一斉植林と生物多様性に関する空間的・時間的な考察であろう。

藤田は, インドネシア・スマトラ島におけるアカシア・マンギウム (*Acacia mangium*) 大規模人工林をフィールドとして鳥類相の調査を行い, 鳥類の多様性を維持するための植林地デザインについて以下のような提言を行っている³⁾。

- 大面積の状態の良い保全二次林を円に近いまとまった形で維持する。
- 河川沿いの小面積二次林をつなげ, 鳥類の移動ルートを確保する。
- 保全二次林や残存林は2 km以上離れていないことが望ましい。

上述したように, シロアリ相がその地域の環境攪乱レベルを反映するものであるとすれば, 鳥類の場合と同様, あるいはそれ以上に熱帯人工林の適切なデザインを構築する上でシロアリ相の調査が有用であると考えられるのである。

2. 植林木と昆虫類・菌類との相互作用

熱帯における植林木がシロアリによる被害を受けやすいことも良く知られている。例えば, アカシア・マンギウムの耐シロアリ性は低く, 立木および木材の状態でシロアリによって激しい被害を受ける。マレーシア理科大学のLee教授によれば, ペナン市マレーシア理科大学キャンパス内の植栽木のうち87.5%がシロアリによる被害を受けており (Lee, 私信), 植林地においても最大23%という *Coptotermes curvignathus* による被害率が報告されている⁴⁾。また, シロアリ被害は心材腐朽と共存していることも多く, 立木も木材も穿孔性昆虫による被害が多い。種の多様性評価による持続的維持・管理の提言とともに, 木材としての持続的利用を図るためには, 耐シロアリ性・耐虫性の改善は不可欠の課題

であり、その前提として、加害昆虫種の正確な調査による把握は不可欠な研究テーマである。

一方、アカシア・マンギウムがさまざまな自然環境において生育できる一つの理由は、窒素固定菌である *Bradyrhizobium* 属菌と共生しているからである⁵⁾。また、菌根菌との共生に関する報告もある。一方、アカシア・マンギウムは *Phellinus* 属などにより激しい心材腐朽を受けることが知られており⁶⁾、また *Ganoderma* 属による赤色根腐れ病は最大30%の枯損被害が報告されている⁷⁾。さらに、木材そのものも低い耐朽性しか示さない。興味深いことに、*A. auriculiformis* および *A. auriculiformis* とアカシア・マンギウムのハイブリッドには心材腐朽は発生しないとされている。例えば、アカシア・マンギウム林とハイブリッド林における菌類の詳細な調査を行い、両種の腐朽機構を分子レベルで解明することによって、共生力あるいは耐朽性を向上させた形質転換樹木の作出に関する基礎知見を供給できる可能性がある。

3. 本研究の目標

本報告では、筆者らの研究グループが2007年度から実施している熱帯大規模植林地におけるシロアリと木材腐朽菌類の野外調査の内容について紹介するが、まだ調査が進行中の課題であることから、結果については一部既発表のもの以外、別の機会に紹介させていただくことにしたい。なお、本調査については、2008年度からは日本学術振興会科学研究費補助金による研究助成を受けている。

本研究において明らかにしようとする具体的な内容は以下の通りである。

- 熱帯大規模人工林における種々のランドスケープ、すなわち荒廃地、種々の年齢の人工林および天然林（保全二次林）におけるシロアリ類の多様性
- 同じく種々のランドスケープにおける樹木関連病害菌類の多様性
- 主要劣化生物（シロアリ、菌類）に対する植林木材の抵抗性評価

得られたデータをもとに、造林地・保全林・生物的回廊（コリドー）などの空間的配置や伐採サイクルと病害虫リスクとの関係、そして植林木の生物劣化抵抗性について総合的な解析を行い、生物学的に

見てより適切な大規模植林地の維持・管理方法について提言を行うことが最終的な目標である。

本研究の特徴的な点は、シロアリ類や木材腐朽菌類など、これまでいわゆる生物多様性という観点からは殆ど評価されてこなかった害虫菌を調査対象として取り上げ、熱帯大規模人工林の持続的維持・管理方法について新しい観点からの提言を行う点である。

4. 調査方法と調査地

4.1 調査体制

本研究への日本人参加者は以下の8名である（五十音順）。

- 大村和香子（森林総合研究所）
- 竹松 葉子（山口大学農学部）
- 土居 修一（筑波大学生命環境科学研究科）
- 服部 武文（京都大学生存圏研究所）
- 本田 与一（京都大学生存圏研究所）
- 築瀬 佳之（京都大学大学院農学研究科）
- 山下 聡（京都大学地球環境学堂）
- 吉村 剛（京都大学生存圏研究所）

このうち、大村、竹松、築瀬、吉村がシロアリ担当、土居、服部、本田、山下が木材腐朽菌担当である。

海外における野外調査においては、現地の研究者との協力が不可欠である。本研究では、これまでに筆者といろいろな共同研究を行ってきた以下の3名の研究者に協力を仰ぎ、実際の調査においても多くの学生や若手研究者に参加していただいた。

- インドネシア科学院生物材料研究・開発ユニット：Sulaeman Yusuf 博士
- インドネシア・Tanjungpura大学森林学部：Yuliati Indrayani 博士
- マレーシア理科大学生物学部：Chow-Yang Lee 教授

また、日本側からのサポーターとして、山口大学から神原広平氏、三巻和晃氏、小矢野久美氏の3名、京都大学から池田あんず氏と菱沼卓也氏の2名、計5名の学生の方に協力していただいた。さらには、青年海外協力隊としてベトナム南部林業試験場に赴任中の川口聖真氏には、調査隊への参加だけでなく、勝手のわからない国での調査に関していろいろな面で本当にお世話になった。

4.2 調査方法

4.2.1 シロアリ相調査

シロアリ相の調査は 熱帯アジア域におけるシロアリ相の標準的調査方法として確立されている 2 m × 100 m のベルトトランセクト法によって行っている⁸⁾。まず 2 m × 100 m の調査区画を設定するが、調査地の環境を代表する区画を適切に選ぶことが大事である。これは、豊富な調査経験を有する竹松氏の眼力に負うところが大きい。このベルトトランセクトを 1 m × 5 m の小区画 40 に分割する (図 1)。この小区画について、1 人が 30 分で、倒木、朽木や倒木下の土壌、枯枝について、そこに存在するシロアリをすべて採集する。シロアリの塚や高さ 2 m までの樹上巣や蟻道などについても同様に採集を行う。したがって、1 人で調査を行った場合は 20 時間、4 人の場合は 5 時間、8 人の場合は 2 時間半の調査時間となる、熱帯での調査であるため体力の消耗も激しく、できれば最低 5 人以上欲しいところである。

以下に調査に当たっての重要なポイントを挙げておく。

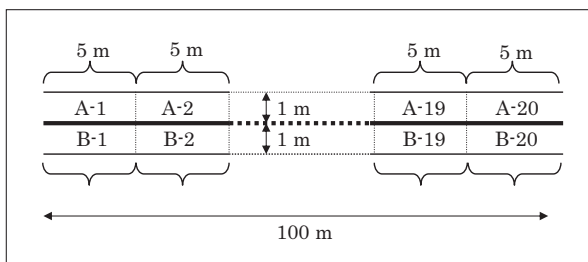


図 1 シロアリ相の調査方法 (ベルトトランセクト法)。1 m × 5 m の小区画 (図では A-1 ~ A-20 と B-1 ~ B-20 の 40 区画) を 1 人が 30 分で調査



写真 1 シロアリ調査の後に出現するトランセクト道。一番手前はマレーシア理科大学 Lee 教授

- 一つの小区画で同一種は重複して採集しない。
- 可能な限り複数個体の兵蟻を採取する。
- どの区画においても同じ方法で 30 分間の調査を行う。
- 土壌サンプルは 10 cm × 10 cm × 5 cm 深さの試料を 12ヶ所採取する。

その後、採集物を取りまとめ、各区画における種数を算出し、区画全体のデータを取りまとめるが、調査後にはいわゆるトランセクト道が出現する (写真 1)。

4.2.2 木材腐朽菌類調査

腐朽菌類の調査は、シロアリの場合とは異なり、2つの方法で行っている。

まず、定量的な評価については、シロアリ相の調査で設定した 100 m のラインに直交する形で幅 4 m、長さ 60 m のベルトトランセクトを 3 本引き、この区画内に存在する木材腐朽菌類の子実体 (いわゆるキノコ) をすべて採集する。

次に、その地域全体の種構成を評価する目的から、シロアリ用ベルトトランセクトと木材腐朽菌類用ベルトトランセクトをすべて含む 60 m × 100 m の区画内でランダムな子実体の採集を行う。

4.3 調査地

表 1 に現在までの調査地について、その概要をまとめて示す。また、写真 2 ~ 13 に調査地の様子を示す。

5. これまでの調査結果の概要

5.1 インドネシア・スマトラ島・パレンバン市郊外アカシア・マンギウム植林地

写真 2 に示すように、数十万ヘクタール規模の広大な植林地であり、車で走っても植林地がひたすら続く景色である。この植林地はパルプ原料用として 6 年のサイクルで伐採しているとのことであり、現在のところシロアリによる被害が問題とはなっていない。しかしながら、写真 14 に見られるように、植林地の周囲に残された放置林に生育したアカシアにはシロアリによる食害が見られたことから、潜在的な被害の可能性はあると思われた。残念ながら、本調査地について諸般の事情によって本調査を実施することができなかった。

表1 シロアリ相および木材腐朽菌類野外調査地のまとめ

調査時期	調査地	調査地の概要
2007年7月	インドネシア・スマトラ島・パレンバン市郊外	アカシア・マンギウム植林地予備調査(写真2, 3)
2007年11月	マレーシア・サバ州ケニンガウ市郊外	KM Hybrid Plantation (KHP) 社アカシア・ハイブリッド植林地(写真4)(植林前のチガヤ草原(写真5), 2年生林(写真6), 4年生林, 20年生放置林2ヶ所(写真7))
2008年8～9月	マレーシア・サバ州ケニンガウ市郊外	KHP社アカシア・ハイブリッド植林地(3年生林, 6年生林, 30年生放置林(写真8))
2009年2月	ベトナム・タンラップ(ビンフック省)	二次林及びアカシア植林地の予備調査
2009年8～9月	マレーシア・サバ州ケニンガウ市郊外	Bornion Timber 社保護林(写真9)およびKHP社アカシア・ハイブリッド植林地(3年生林, 6年生林(写真10), 18年生放置林)
2009年11月	ベトナム・カッチェン国立公園(ドンナイ省)・タンラップ(ビンフック省)	カッチェン国立公園(写真11)保護林(写真12)およびアカシア・マンギウム植林地(4年生林(写真13), 9年生林)



写真2 インドネシア・スマトラ島・パレンバン市郊外に位置する広大なアカシア・マンギウム植林地の様子



写真4 KHP社アカシア・ハイブリッド植林地の様子



写真3 インドネシア・スマトラ島・パレンバン市郊外アカシア・マンギウム植林地内の保護二次林



写真5 KHP社アカシア・ハイブリッド植林地における植林前のチガヤ草原調査地



写真6 KHP社アカシア・ハイブリッド植林地における
2年生林調査地



写真9 Bornion Timber社保護林調査地



写真7 KHP社アカシア・ハイブリッド植林地における
20年生放置林調査地



写真10 KHP社アカシア・ハイブリッド植林地6年生林
調査地



写真8 KHP社アカシア・ハイブリッド植林地における
30年生放置林調査地



写真11 カッティエン国立公園入り口の川。これを船で
渡って公園に入る。この写真は調査終了後の帰路



写真12 カッティエン国立公園保護林調査地



写真13 タンラップ・アカシア・マンギウム植林地4年生林調査地



写真14 パレンバン市郊外アカシア・マンギウム植林地周辺放置林におけるアカシア・マンギウムのシロアリ被害

5.2 マレーシア・サバ州ケニンガウ市郊外KM Hybrid Plantation (KHP) 社アカシア・ハイブリッド植林地およびBornion Timber 社保護林

本調査地はマレーシアボルネオ島サバ州の熱帯多雨林地域にあり、KM Hybrid Plantation (KHP) 社が用材生産を目指したアカシア・ハイブリッドの植林事業を行っている。ケニンガウ市は木材の集積地として木材関連の工場が多く稼働しており、現在でも天然林から切り出された木材を積んだトラックがひっきりなしに通行している(写真15)。これまでに計3回の調査を実施しており、KHP社植林地における調査結果の一部については報告済みである^{9)~12)}。以下、その内容について簡単にまとめておく。



写真15 ケニンガウ市の木材工場に向かうトラック

- 比較として用いたサラワク州Lambir Hills 国立公園のデータと比較して、アカシア・ハイブリッド林のシロアリ多様性は著しく低く、年数の経過によってもほとんど回復は認められない。特に土壌食シロアリグループの消失が顕著である。
- 一斉植林前の草原にはシロアリは全く認められず、アカシア植林後に最初に侵入してくるのは食材性のミゾガシラシロアリ科、特に *Schedorhinotermes* 属の種である。
- 木材腐朽菌類の種多様性は保護林よりも低く、林齢によらずほぼ一定であり、一斉植林後などの大きな攪乱からの回復には長期間、例えば50年以上が必要であると考えられる。

5.3 ベトナム・カッティエン国立公園保護林およびアカシア・マンギウム植林地

本調査地は、熱帯乾燥林地域にある。カッティエン国立公園はUNESCO「人間と生物圏(MAB)計画」による411番目の国際生態保護区である¹¹⁾。ベトナムはその森林の多くがベトナム戦争によって失われたため、本国立公園自体も孤立した7万ヘクタールほどの保護林となっている。海外からのエコー・ツアー客を積極的に誘致したいという意図から(写真16)、温水シャワー設備のあるコテージ風の立派な宿舎もあり(写真17)、また、夜には、ナイトサファリと称したアニマルウォッチングツアーも運行している。筆者らもこのナイトサファリに参加したが、シカとイノシシとあと1種類の小型の哺乳類を見ることができた。



写真16 カッティエン国立公園の管理棟。Eco Tourism という文字が見える。



写真17 カッティエン国立公園の宿舎内の様子。蚊帳は必需品



写真18 タンラップ植林地調査における食堂での朝食の様子。いろいろな種類のホ(フォー)があり、野菜を入れて食べる。

本調査地についてはまだ結果をまとめるまでにはいたっていないが、三巻氏も述べている通り、カッティエン国立公園の保護林では、土壌食シロアリとキノコ栽培シロアリが多く、一方、アカシア・マンギウム植林地ではキノコ栽培シロアリと木材食シロアリが多く採集された¹¹⁾。ちなみに、本誌No.152の表紙の写真は、本植林地の予備調査時に撮影したものである。また、木材腐朽菌類については、多雨地域の場合と同様、アカシア・マンギウム植林地において国立公園の場合よりも種多様性は低かった¹²⁾。

余談になるが、ベトナムの人達は朝食としてPho(フォー)を外食することが普通とすることで、植林地調査では日替わりでいろいろな種類のフォーを堪能することができた(写真18)。

6. さいごに

以上、筆者らの研究グループが現在行っている東南アジア熱帯地域におけるシロアリと木材腐朽菌類の多様性調査プロジェクトについて紹介した。今年度の調査で一応の取りまとめを行う予定であるが、来年度以降も継続的な調査を行いたいと考えている。本誌の読者で興味のある方の参加は、旅費をご自分でお出しただけの場合に限り大歓迎である。

生物学的健全度をスポイルしない形での熱帯大規模人工林の持続的経営は、人類の生存圏を将来の世代に引き継ぐために不可欠なものであり、本研究の成果が地球全体の将来に大きく関わるものであると確信している。

最後に、本調査を実施するに当たり、下記の機関にお世話になった。記して謝意を表す。なお。本研究は日本学術振興会科学研究費補助金による研究助成（No.20405031，平成20～22年度，研究代表者：吉村 剛）を受けて実施されているものである。

- マレーシア・サバ州政府
- マレーシア・サバ州森林局
- マレーシア・KM Hybrid Plantation SDN. BHD.
- マレーシア・Bornion Timber SDN. BHD.
- ベトナム・カッティエン国立公園（Cat Tien National Park）
- ベトナム・南部林業試験場（Forest Science Sub-Institute of South Vietnam）

引用文献

- 1) 陀安一郎（2000）：熱帯の生態系とシロアリの役割，“住まいとシロアリ”，今村祐嗣・角田邦夫・吉村剛編，海青社，103-114.
- 2) Millennium Ecosystem Assessment (2005)：“Ecosystem and Human Well-being Synthesis”，Island Press, Washington, DC.
- 3) 藤田素子（2010）：大規模プランテーションと生物多様性保全—ランドスケープ管理の可能性，“地球圏・生命圏・人間圏—持続的な生存基盤を求めて”，杉原 薫・川井秀一・河野泰之・田辺明生編著，京都大学出版会，233-250.
- 4) Kirton, L. G. (1999)：The pest status of the termite *Coptotermes curvignathus* in *Acacia mangium* plantations: incidence, mode of attack and inherent predisposing factors, *J. Trop. For. Sci.*, 11 (4), 822-831.
- 5) Weber, J., M. Ducouso, F. Y. Tham, S. Nourissier-

Mountou, A. Galiana, Y. Prin and S. K. Lee (2005)：Co-inoculation of *Acacia mangium* with *Glomus intraradices* and *Bradyrhizobium* sp. in aeroponic culture, *Biol. Fertil. Soils*, 41, 233-239.

- 6) Ito, S. and L. H. Nanis (1997)：Survey of heart rot on *Acacia mangium* in Sabah, Malaysia, *Japan Agricultural Research Quarterly*, 31, 65-71.
- 7) 山口和穂（2004）中部ジャワ州ウオノギリ郡の試験地におけるアカシアマンギウムの赤色根腐れ病の発生と拡大経過について，*海外林木育種技術情報* 1, 13, 9-11.
- 8) Jones, D. T. and P. Eggleton (2000)：Sampling termite assemblages in tropical forests：testing a rapid biodiversity assessment, *J. Appl. Ecol.*, 37, 191-203.
- 9) Takematsu, Y., T. Yoshimura, S. Yusuf, W. Ohmura, Y. Yanase and Y. Yoshida (2009) Temporal change in the species richness of termites on *Acacia* hybrid plantation, *Proceedings of the Sixth Conference of the Pacific-Rim Termite Research Group*, Kyoto, 2-3 March, 2009, 31-34.
- 10) 山下 聡・吉村 剛・佐藤大樹・服部 力（2009）：人為活動が多孔菌類群集に及ぼす影響—温帯，亜熱帯，熱帯間での比較—，第120回日本森林学会大会要旨集，2009年3月27日，京都，Pa2-37.
- 11) 三巻和晃（2010）：熱帯多雨林マレーシアと熱帯乾燥林ベトナムのシロアリ調査，*agreeable*, No.14, 6-7.
- 12) 山下 聡・服部 力・吉村 剛（2010）：東南アジア熱帯域における林業活動が多孔菌類の多様性に及ぼす影響，*日本生態学会第57回大会要旨集*，2010年3月28日，東京，P3-043.

（京都大学生存圏研究所）

<報 文>

ケニアの森林・植林育種事情調査とシロアリ採取記

大 村 和 香 子

1. はじめに

筆者は去る2009年8月1日～13日の約2週間、ケニアにおける森林・植林育種事情調査を行った。ナイロビまでは羽田から関西空港、ドバイを経ての約1日半の長旅であった。ケニアの首都ナイロビは南緯1度というほぼ赤道直下にもかかわらず標高が高いため、この時期は夏の軽井沢のような涼しさ、そして乾季であった。

2. ケニアのお国事情

今回、筆者はケニア森林研究所（以下、KEFRI）のスタッフと協力して調査を行った。ケニアは国土面積の約7割が乾燥～半乾燥地域である。そのような国土事情を背景に、KEFRIのスタッフは乾燥耐性のある樹種、特に土着の早生樹 *Melia volkensii*（以下、メリア）（写真1：乾季には水分蒸散を押さえるためか葉を落としている）という樹種を用いて積極的に植・育林を進めている。ケニアでは電力会社



写真1b メリアの実



写真2 ユーカリ



写真1a メリアの‘plus tree’

が電柱に使用するため、早生樹のユーカリ (*Eucalyptus camaldulensis*)（写真2：こちらは乾季でも葉はつけたまま、心なしか、葉はしんなりしている）を大々的に植林している。しかしユーカリが外来種であること、メリアが木材の密度が高く、高級家具等として高値で売買されること、そして耐蟻性に優れていることから、メリアに力を入れて植・育林を行っていきたいとのことである。実際、農家

にメリアの苗を配布して、枝振りのよい優良なクローン ‘plus-tree’ の育種選抜に協力してもらっている（注：plus-treeの選定・選抜は胸高直径や樹高といった成長形質，通直性などの樹形，病気や害虫に対する抵抗性等の観点から行われている。）

3. 西へ北へ サバンナのロングドライブ

とにかく最初の1週間は，長距離ドライブの嵐であった。ちなみに道路は部分的には舗装されている。

約4時間ドライブの果てにキトゥイ（図1）にあるKEFRIのキトゥイ支所に到着した。キトゥイ周辺ではメリアのplus-tree栽培農家2軒を訪問し，実を採取させていただいた。採取された実は，キトゥイ近郊のティバという町で発芽させ養苗しており，その後植林に供される。ティバではメリアとユーカリとが区画別に大々的に植林されており（写真3），周囲に落ちたメリアの実には放牧されているヤギの餌にもなっている。昼にヤギを食べたので，ちょっと心が痛んだ。ケニアでは，現地の方々と食事を共にすると，必ず毎食メイン料理はヤギ料理であった。ヤギ肉は活きがいいため，臭みが全くない上に，トマト味やロースト，塩・コショウなど異なる味付けで楽しむ，非常においしかった。

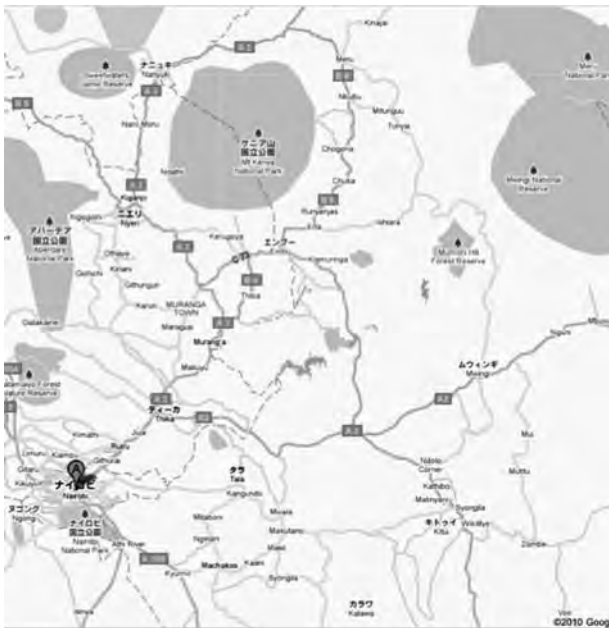


図1 ケニア国地図（Google map）



写真3 サバンナに広がる植林地

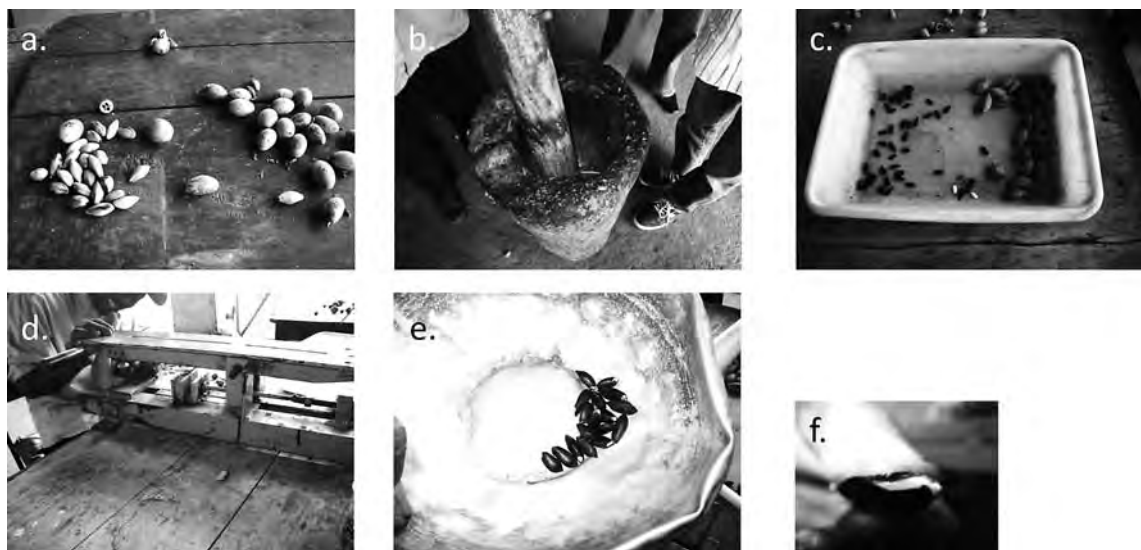


写真4 メリアの実から種を取り出すまで

a：実， b：白で突いて種を取り出す， c：取り出した殻付きの種（右側）， d：殻を割る， e：取り出した種， f：種の側面をナイフでカットし，発芽を助ける

さて、メリアの実から種を採取するのは多少面倒である(写真4)。

- (1) 実を臼と杵で砕く
- (2) 水洗後、1日間乾燥させる
- (3) ナタのような機械で割り種子を取り出す
- (4) 種子の先端部を切除し、1日間水に漬ける
- (5) 種子の両サイドにカミソリで切り込みを入れる

つぎに種子から、以下の手順で養苗する。

- (6) 温室に種を撒き、5日間温室内で養苗
- (7) ポットに植え替え、1週間屋内で養苗
- (8) ポットを屋外に移し、2週間、養苗
- (9) 苗畑に移し、3ヶ月間、養苗

養苗の際には殺菌剤を投与していたが、幼苗であってもシロアリをはじめ害虫には強いので、殺虫剤は不要とのことであった。

キトゥイ周辺といっても、キトゥイ支所を拠点に半径50~60kmくらいの範囲を、メリアのplus-treeを探して走りまわったのである。栽培農家を探し出すのは一苦勞で、実際はGPSも役に立たない道なき道を行ったり来たりという状況であった。キトゥイ支所から南東方向に約60kmくらいのところにあるムタという町では、ここ1年まとまった雨が降っていない。そんな状況の中で、人々も木々もたくましく生きていたことに、非常に感動した(写真5~7)。さらに、インド洋側の海辺の町モンバサから、大量のラクダ(写真8)を引き連れて2ヶ月間旅をしてきたという子供たちに出会った。これからさらに買い主(精肉工場)のいるナイロビ近くまで歩き続け



写真6 推定樹齢300年(?)のパオバブ



写真7 ティカ近郊の農家にて。
Odontotermes属による蟻土



写真5 現地の子供たち。カメラを向けると、屈託なく笑ってダンスを踊ってくれた



写真8 売られてゆくラクダの群れ

るとのことで、キトゥイはちょうど中間地点のようだ。なおラクダは食用として中東に輸出されるそうである。

キトゥイ支所付属の宿舎に戻り、なんだかんだと汗だくになった体を洗おうとシャワー室へ。しかし乾季のため水が出ない、使えない。無論トイレも水を汲んできて使うはめになった。ケニアは国土面積の約7割が乾燥～半乾燥地域にもかかわらず、電源供給の約6割を水力発電に依存している。そのため、当然のように長時間停電する。停電の合間を縫って電気やかんでお湯を沸かして行水したが、キトゥイでの3日間は水と電気のありがたさが身にしみた滞在であった。なお、ナイロビのKEFRI事務所も使用可能なトイレは1つだけで、無論水は流れず、たいへんな状態であった。

キトゥイをあとにして、次はケニア山の麓のニエリ(図1)にあるKEFRIのニエリ支所に向かった。

ニエリは高地にあり、キツイと比較して降水量も多く、付近にはコーヒーや某D社のパイナップルのプランテーション農場が広がる。ニエリ支所はKEFRIの施設の中では最も多くの樹種の養苗を行い、種子の生産・供給拠点となっている(写真9, 10)。それでも水の安定供給は最重要課題であり、付近の農家を訪問した際には、農業用水となる河川を有している農家を使用人も多く大規模な農地、植林地を抱えていた。

キトゥイとは真逆の快適な2日間を過ごしたのち、ナイロビに戻ってきた。この1週間、言いようのない「物足りなさ」を感じていた。そう、シロアリと戯れていないのである。そこで、KEFRIのスタッフに「土曜日にシロアリ採取につきあってくれ方を紹介してほしい」と頼み、翌日、短時間ではあったが、シロアリ採取ツアーが実現した。

4. *Macrotermes* の女王 & 王を拝む

翌日、乾季がはじまったばかりということもあって、ナイロビはあいにくの雨模様であった。まずKEFRIの構内で立木表層に形成された蟻道から *Odontotermes* 属のシロアリを採取し、その後、Kenyatta大学の構内に移動して、*Amitermes* 属のシロアリや *Macrotermes* 属のシロアリを採取した。このようなウォーミングアップを経て、最後に *Macrotermes* 属のシロアリの塚掘りに挑戦した。場所はナイロビから西に40kmほどのティーカという町で、近くには電力会社が所有する広大なユーカリ植林地が広がっている。「公道の脇だから掘ってもいい」という案内人を信じ、鍬で塚を崩していく(のを私



写真9 KEFRIのニエリ支所にて、スタッフと



写真10 ニエリ支所構内の苗畑



写真11 *Macrotermes* 塚掘り



写真12 *Macrotermes* 塚内の菌園



写真13 *Macrotermes* 塚内の王台

は応援)。崩していったのは*Macrotermes* 属のシロアリの比較的若い塚で (写真11), 高さはまだ1 m程度であった。ほどなく菌園 (写真12) が見えたが, なかなか女王が見つからず, 細かい作業が続いた。最終的に女王2頭, 王1頭を捕獲し, 塚の再生を祈ってツアー終了となった (写真13)。

翌週KEFRIとMoUを締結した。これにより, ケニア内で採取したサンプルの持ち出し手続きが簡略化でき, 帰国前日に当方はシロアリサンプルの, 育種関係の研究者はメリアの果実および種子の手続きを済ませ, 難なく税関をクリアして帰国となった。採取したシロアリは現在山口大学の竹松葉子准教授のもとで種同定待ちの状態で, *Macrotermes* 属のシ

ロアリの女王と王だけは, 私の手元で保管させていただいている。

5. おわりに

今回の調査やMoUの締結の目的は, ケニアとの2国間のプロジェクト形成の準備であった。残念ながらプロジェクトは不採択であったが, すべてが貴重な体験であった。特に雨がほとんど降らないような気候の中で, 水を確保して生き続ける人々, 乾燥耐性のある木々, そしてシロアリたちに感服した渡航であった。

(森林総合研究所)

<報 文>

簡単な腐朽診断用具の作製と使用 木材表面の硬さを測る器具を作り、使ってみよう

福 田 清 春

1. はじめに

木造住宅を長持ちさせるコツは、日ごろまめに点検し、劣化の進行を防ぐことであろう。この点検、つまり劣化診断に役立つ用具として、例えば穿孔スラスト式測定器、釘打ち込み深さ測定器、ピロジン、軟X線などが紹介されている。しかし、これらのほとんどは価格が高いたくなく、住宅の床下や小屋裏のような狭い空間で使用することは困難である。したがって、劣化診断を行う場合、現状では目視・触診・打音という方法がとられる。これらの方法は、見て触って叩いてみて異常な状態の有無を判別するもので、多くの経験が必要になる。そこで、誰でもが使える簡単かつ安価な劣化、特に腐朽診断具の出現が待たれている。

ところで、錐やマイナスドライバーで突き刺し、その際の突き刺し易さを調べるのが触診であるが、これは木材の硬度（硬さ）を調べているのである。そこで、木材表面の硬さを調べることで腐朽の有無が判別できるような診断具を考えた。既存の木材硬度計は鋼球を押し付けて様子を見るものであるが、これはそのまま使用できないことから、デュロメーター型の硬度計の利用を考えた。デュロメーターはゴムやプラスチックなどの硬度測定用具として市販されているものである。また、だいぶ前からダイヤルゲージとバネを用いた簡易デュロメーターの作製法がインターネットで公開されている。ここで紹介する腐朽診断具は後で詳述するが、木材へ侵入させる針先の長さを除いて、このネット公開の簡易デュロメーターとほとんど同じものである。したがって製作法の詳細は、<http://muku2.dip.jp/ayashi/ijiri/z1003/z1003.html> (2010.4.23現在確認)を参考にして欲しい。なお、googleでダイヤルゲージ、デュロメーター、自作のキーワードを入れる

と kodokei の見出しが現れるので、これをクリックすると良い。

2. デュロメーター型簡易劣化診断用具の作製、使用法

必要な材料と作製の過程を写真1～3に示す。ダイヤルゲージ先端のねじ（測定子の部分）をはずし、これにバネをゲージ外筒下（ステムの部分）でとまるように配置し、バネを縮めながらワッシャーとナットおよびネジで固定した。そしてアルミの円柱管をネジ先端が3mmほど出るように長さを調整して、ホットメルト接着剤でゲージ外筒に固定した。

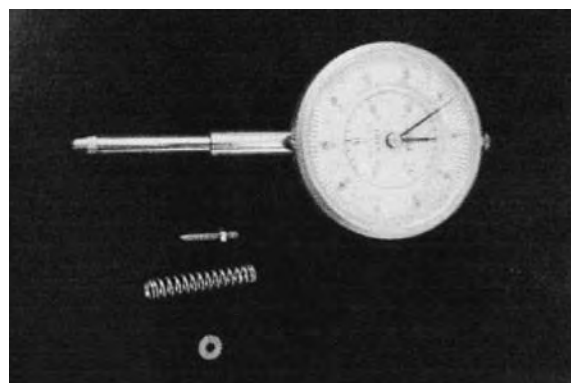


写真1 診断具作製に必要な材料

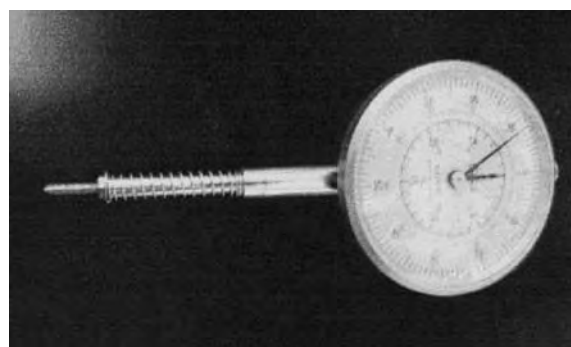


写真2 完成一步手前の診断具



写真3 完成した診断具

ネジの先端5mmほどを針状にヤスリで研磨し尖らせた。その際、針先が直径1mm程度の半円形となるように整えた。

これで、腐朽診断具の完成である。なお、繰り返しになるが、作製法の詳細は前述のウェブページに懇切丁寧に記載されており、ぜひ参考にしたい。

この診断具を木材に適用するには、診断具を測定する木材の表面に直角にあて、診断具先端に3mmほど露出する針が木材中へ侵入するように押し込む。もし、腐朽し表面が弱くなっていれば、測定値は0mmへと近づくであろう。その際の針の侵入深さは3mmへと近づく。一方、もし腐朽しておらず硬度が落ちていなければ、測定値は3mmに近づき、針の侵入深さは浅くなるであろう。腐朽診断具はこのようにして使用する。

ここでは、ここではバネ定数0.45Nm（バネ弱）と3.31Nm（バネ強）の2つの簡易デュロメーター型腐朽診断器について報告する。バネ定数とはバネを延び縮める際に必要となる力の大小と思うことにしよう。つまり、バネ定数が大きい腐朽診断具は、より強い力で木材表面に針を押し付けて使用することになり、バネ定数の小さい方の診断具では、より弱い力で針先を木材へ押し込むことになる。

3. 未腐朽材への適用

2つの診断具の有用性を検討するために、まず鉄板に適用してみた。これは極めて硬く、試料への針のめり込みが全くない場合の情報を得るためである。測定は各20回行った。結果は、バネ弱の診断具で 3.02 ± 0.01 （測定値のバラツキを示す標準偏差）mm、バネ強の診断具で 2.92 ± 0.03 （±後の数値は標準偏差）mmのゲージ測定値を示した。つまり、針が全く試料にめり込まない場合、バネ弱と強の診

断具は、ともにアルミの外筒から突き出た約3mmほど引っ込み、その分メーターが動くことになる。測定に際しての、誤差（データのバラツキ）はきわめて小さいものであった。

鉄より柔らかい試料の場合、試料面には診断具の針先がバネの力によってめり込むように働く。したがって、この診断具を用いれば、表面から3mm程度の深さまでの木材の硬度を測定できるとともに、この硬度が腐朽の進行に伴い低下する程度を測定できる可能性がある。

次に、木材には辺材と心材（シタラとアカミ）、早材と晩材（年輪内で色の薄い部分と濃い部分）の別があり、それぞれ硬度が異なることが考えられる。つまり、製作した診断具を実際に使用する場合、例えば診断具の針先を晩材部へ突き刺した後に早材部を突き刺すと、早材は柔らかいので、腐朽していると誤って判断してしまう可能性がある。そこで、診断具を健全な木材のさまざまな部位に用いて、部位間の違いに関する情報を得ることを試みた。結果を図1～6に示す。

未腐朽スギ材の各部分への適用を試みた。測定は、各部位に対して50回行った平均値を示している。まず、スギ材について見ると、バネ弱の診断具では早材と晩材間に差が認められ、晩材の方が硬いという

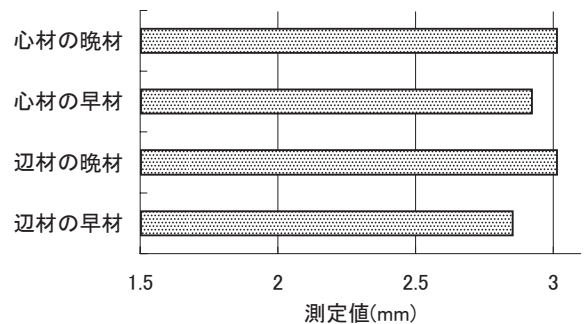


図1 バネ弱診断具による未腐朽スギ材の測定

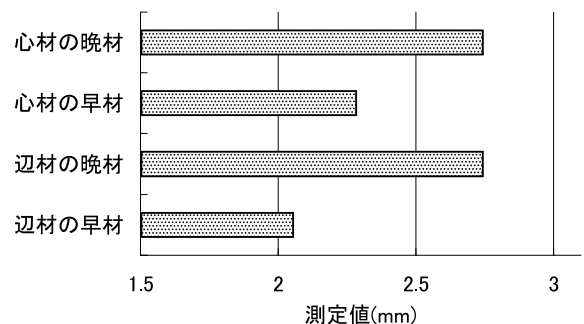


図2 バネ強診断具による未腐朽スギ材の測定

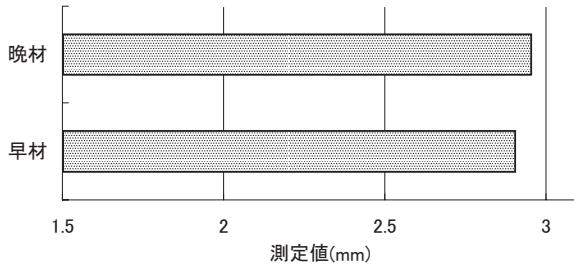


図3 バネ弱診断具による未腐朽ヒノキ心材の測定

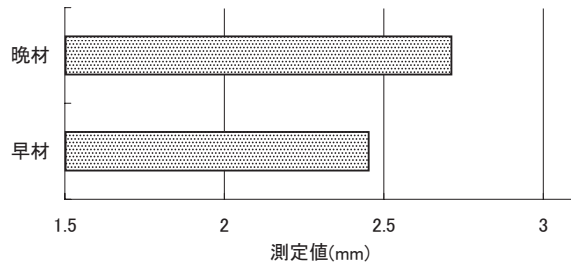


図4 バネ強診断具による未腐朽ヒノキ心材の測定

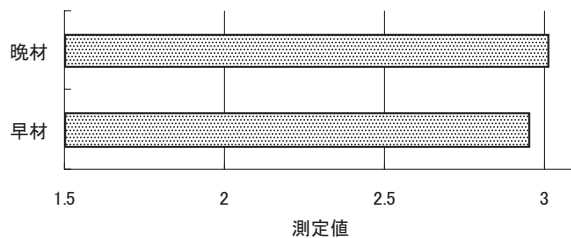


図5 バネ強診断具による未腐朽ベイマツ心材の測定

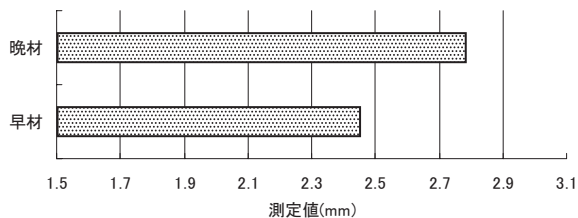


図6 バネ強診断具による未腐朽ベイマツ心材の測定

結果となった。しかし、辺材と心材間にはほとんど硬さの違いはない。一方、バネ強の診断具では、バネ弱の診断具と同様な結果が得られたが、同じ早材でも辺材よりは心材の方が硬いという結果も得られた。

次のヒノキ心材とベイマツ心材の未腐朽材に対して診断具を使用してみた。バネ弱の診断具の場合、早・晩材間で差は見られなかったが、バネ強を用いると、両材共に明らかに晩材の方が早材よりも硬いという当たり前の結果となった。

これらの結果から未腐朽材の場合、バネ強の診断具の方が硬度の違いをよりはっきりと測定できる反面、腐朽材への適用を考えると、診断具の針を刺す部位が異なると、つまり腐朽していなくても早材部

分へ針を指した後で晩材に針を指した場合、早材部を腐朽していると誤って判断してしまう可能性があることが分かった。測定に際しては、まず早材部を対象にすべきである。

4. モデル腐朽材における測定

実験室で腐朽させたスギ材に対して、診断具を用いた測定結果を図7～10に示す。腐朽方法は、JIS K1570-2004に従って行った。腐朽材はスギ材を褐色腐朽菌オオズラタケで腐朽させ、腐朽前後のスギ材の質量(重さ)の差から算出して求めた質量減少率を腐朽の尺度とした。なお、腐朽材特に質量減少率10%未満の軽度腐朽材では、腐朽がスギ材試験片に均一に生じているのではないことから、測定はなるべく変色している早材部分で行った。実験結果を見ると、バネ弱と強の診断具ともに、質量減少率10%

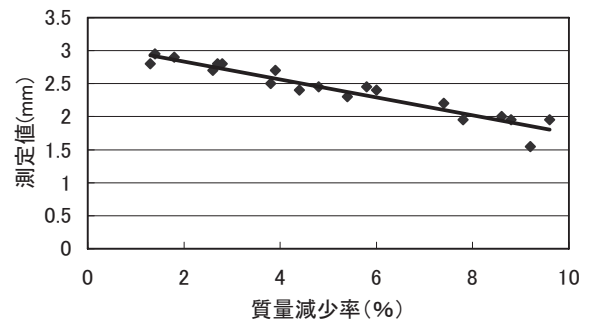


図7 バネ弱診断具による軽度腐朽スギ材の測定

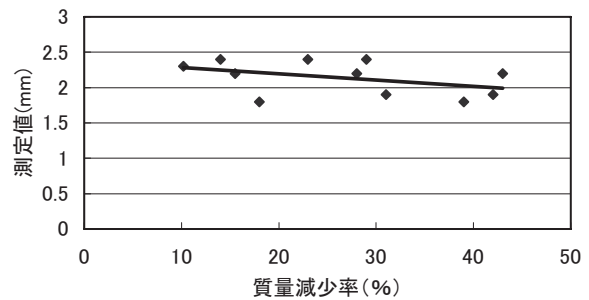


図8 バネ弱診断具による腐朽の進んだスギ材の測定

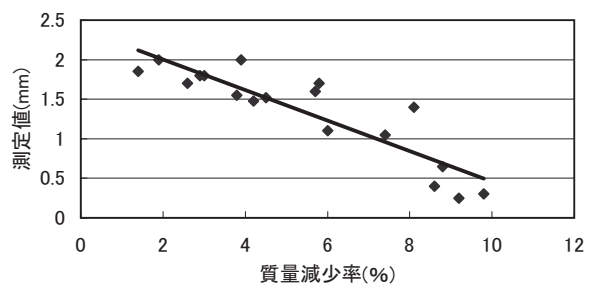


図9 バネ強診断具による軽度腐朽スギ材の測定

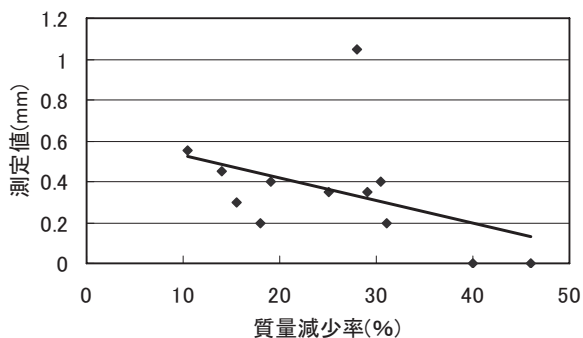


図10 バネ強診断具による腐朽が進んだスギ材の測定

未満の腐朽材では、測定値と質量減少率間に強い負の相関関係が認められた。しかし、質量減少率10%以上の腐朽度では、相関関係は認め難い。これは、質量減少10%以上のスギ材では、表面の硬度はかなり損なわれていることを示している。従って、バネ弱・強診断具ともに軽度腐朽を判別できる可能性があるといえるが、軽度の腐朽の判別には差が大きく出る分バネ強の診断具が優れている。

5. 実際に腐朽した建築材料への応用

解体された住宅から得た木材に対して、作製した診断具を使用してみた。試験に用いた木材の例を写真4～7に示す。測定に際して、健全と思われる部分の早材と腐朽が疑われる部分2箇所診断具の針を刺して、測定値の平均を調べた。

写真4の場合、健全と思われる部分に対して、バネ弱の診断具の場合、測定値は2.92mmとなり、バネ強の場合、2.21mmであった。一方、変色して腐朽が疑われる部分については、バネ弱で2.78mm、バネ強で1.73mmであった。この結果および測定値のバラツキから判断すると、バネ弱の診断具よりバネ強の診断具の方が腐朽の検出には優れていると思われる。



写真4 診断具を適用した実際に腐朽している木材
A：健全と思われる部分
B：変色しており腐朽が疑われる部分

写真5の場合、健全と思われるB部分の測定値はバネ弱で2.88mm、バネ強で2.32mmであった。腐朽が疑われるA部分では、バネ弱で2.82mm、バネ強で2.26mmであった。この結果は、測定値のバラツキを考えると、A部分の硬度がB部分の硬度と大差なく、つまりA部は腐朽していない可能性が大きいと判断できよう。



写真5 診断具を適用した実際に腐朽している木材
A：変色しており腐朽が疑われる部分
B：健全と思われる部分

写真6の場合、健全と思われるA部分の測定値は



写真6 診断具を適用した実際に腐朽している木材
A：健全と思われる部分
B、C：変色しており腐朽が疑われる部分

バネ弱で2.92mm，バネ強で2.33mmであった。変色し腐朽が疑われる部分Bの測定値はバネ弱で2.44mm，バネ強で1.47mmであり，同じく腐朽が疑われるC部分ではバネ弱で2.03mm，バネ強で1.66mmであった。この結果は，BとC部は明らかに腐朽していることを示している。



写真7 診断具を適用した実際に腐朽している木材
A：変色しており腐朽が疑われる部分
B：健全と思われる部分

写真Cの場合，釘周りに出来た黒い変色部分Aでの測定値はバネ弱で2.78mm，バネ強で2.51mmであった。健全と思われる部分Bではバネ弱で2.83mm，バネ強で2.62mmであった。従って，この釘周りの黒変部は，腐朽していないと判断できよう。

6. おわりに

ここでは，実際の腐朽判別に対して4例だけを，それも比較的明瞭な結果を生じたもののみ示したが，簡単な用具で腐朽の有無，あるいは腐朽の程度を判定する可能性が示されたと判断している。なお，突き刺す部分の針先の長さを調節することで，より深い部分を対象に診断することも可能となろう。いずれにせよ，ここで紹介した診断具は，まだ改良しなければならない点が多々あるが，簡単な用具で作れる硬度計とその利用について，白対協会員の皆様に関心を持っていただければと思い原稿を作成した。

実際に作り，使用することがあれば，使用に際しての改良点などの意見を寄せていただければ幸いです。

(東京農工大学農学府)

<解説>

『長期優良住宅』が起こした大きな流れ

原 島 和 広

1. 背景

昨年、新築住宅着工が42年ぶりに100万戸を大幅に下回り45年ぶり80万戸を切るという低水準になった。高度経済成長期に開発建設された大型分譲住宅なども空家が目立つというような社会現象も起きている。

平成18年に施行された住生活基本法は、量的住宅政策から質的住宅政策へと政策の方向転換を図るものであった。

今後経済の大幅な成長が望めない中で、従来のような新築を中心とした戸建住宅市場は大きく変わり、既存住宅の増改築やメンテナンスを中心とした市場へと構造がシフトしていくと思われる。

そのような中、長期優良住宅法が施行された。

2. 長期優良住宅法（長期優良住宅の普及の促進に関する法律）

長期にわたり良好な状態で使用するための措置が講じられた優良な住宅【長期優良住宅】の普及を促進することで、環境の負荷の低減を図りつつ、良質な住宅ストックを将来世代に継承することでより豊かでやさしい暮らしへの転換を図る目的で『長期優良住宅の普及の促進に関する法律』（以下、長期優良住宅法と呼ぶ）が定められ、平成20年12月に交付され、平成21年6月4日に施行された。

3. 長期優良住宅先導的モデル事業

『長期優良住宅先導的モデル事業』（以下、モデル事業と呼ぶ）として始まった補助金事業も平成20年度、平成21年度合計4回の募集を終え、平成21年度第2回までの募集で合計201件のモデル事業が採択を受けた。

昨年まで私が所属していた(株)日本木造住宅産業協会（以下木住協）も平成20年度第2回、平成21年度1回と採択を受けた。

長期優良住宅が『200年住宅』と呼ばれていた当初より、木住協では、熊建夫専務理事掛け声のもとモデル事業に参加すべく話し合いを続け、平成20年度4月より住友林業株式会社より磯崎芳之部長を超長期住宅担当部長として迎え、モデル事業採択に向けスタートした。

木住協会員企業でモデル事業に賛同し参加していただけた企業を募り、プロジェクトを立ち上げ、平成20年度第1回募集より取り組んだ。残念ながら平成20年度第1回採択は逃したものの、その後第2回募集『木住協 ながい木の家モデル 地震に強い設（しつらい）の家』、平成21年第1回募集『木住協 ながい木の家モデル 地域に根ざす装いの家』と採択を受け、プロジェクト参加企業でモデル事業の住宅が建設された。平成21年度は会員企業の採択をサポートもすることができた。

4. 住宅の長寿命化のなかで、考えるべきこと

長期優良住宅は、この2年の間に業界の隅々まで浸透したとみて良いと思う。

これは国をあげての政策です。公庫仕様なき後、CASBEE、性能表示制度と生まれたが、それらの要素を一部包含しつつ国の掲げる住宅の在るべき姿の指標となり得たのではないかと思う。

これについて白対協はどのように携っていくのか、また、会員企業の主体性に任せるのか、サポートに回るのか、住宅の長寿命化という考え方への変換が行われた中で何もしないというわけにはいかない。黙っていても今後、各方面から要求が上がってくると思われる。白対協は、この中で自分たちはどのように役割を担っていくべきなのか早急に考えを提示し、体制をとっていかねばいけないと思う。

5. 住宅履歴情報

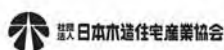
長期優良住宅の要件にも含まれる住宅履歴情報の

2008.12

超長期住宅先導的モデル事業

「木住協ながい木の家モデル」テキスト

—地震に強い設(しつらい)の家—

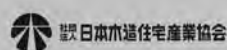


2009.05

平成21年度 第1回長期優良住宅先導的モデル事業

「木住協ながい木の家モデル」テキスト

—地域に根ざす装いの家—



資料一 1 出典元：社団法人日本木造住宅産業協会発行「モデル事業仕様書」表紙

整備については、長期優良住宅法が施行する前の平成19年より、「住宅履歴情報整備検討委員会」（委員長：野城智也東京大学教授）において、学識経験者および住宅の供給・維持管理・流通等に関する多様な関係者の参画により、住宅履歴情報に必要となる情報項目や共通ルールのあり方、普及方策等の検討が進められている。

木住協はこのベターリビング事務局の平成20年度・平成21年度と住宅履歴情報整備検討委員会に2名、1名と派遣した。私は情報項目検討部会の委員として平成20年度参加し、共通項目の辞書づくりや住宅履歴情報として取り上げる項目の選定などを行った。

この部会に参加して感じたことは、住宅履歴情報をすでにビジネスモデルに組み込み、一定以上の成果を上げている企業がある反面、片やまったく白紙とは言わないまでもビジネスには組み込めていない企業がある。この制度の利用にあたりスタートラインの位置が各企業間で、すでに大きな隔りがあると感じた。

住宅履歴情報整備検討委員会の19年からの取り組

みにより、指針となる方向性も模索され、1つの住宅履歴情報の有り方が示されたと思う。住宅履歴情報の考え方については、維持管理流通システム部門でモデル事業の採択を受けたもの、また、オープンになっている資料もある。

今まで活かしきれていない企業の方には早期に体制を整備し、独自に開発、または既出の資料を参考にされてビジネスの幅を広げるべく取り組んでいただきたいと思う。

6. 住宅履歴情報の中で“定期メンテナンス”がキーワードとなる

住宅履歴情報として定期メンテナンスの記録を情報として蓄積することにもなっている。

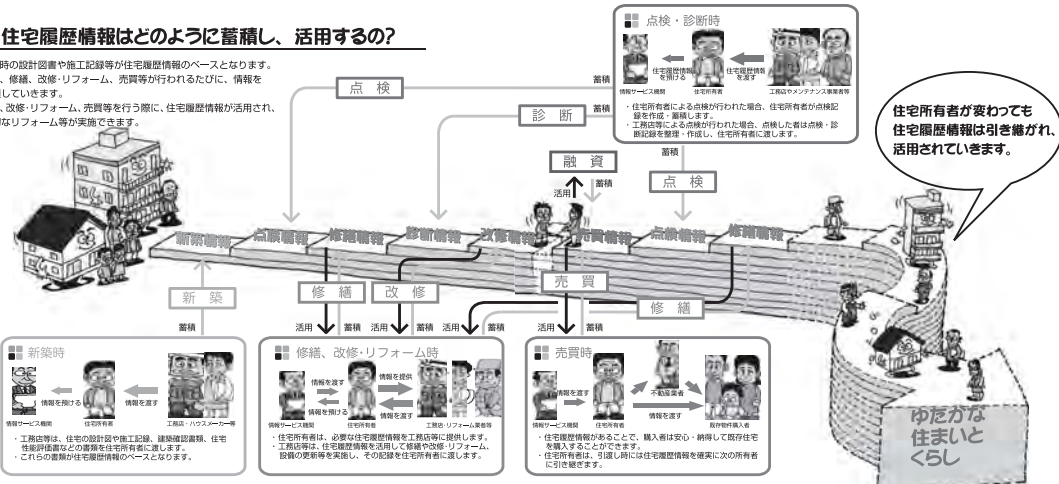
長期優良住宅維持管理の中で、メンテナンス時期の推奨期間が表示される部分があるが、一般にオープンになっている資料や企業の資料を見ると、防蟻処理については、単純にメンテナンスを5年毎と書いてある場合があり、こちらで、働きかけをした訳でもなく、5年というスパンで「防蟻処理をしましょう」と書いてある。

■ どうすれば住宅履歴情報を活用できるの？



7. 住宅履歴情報はどのように蓄積し、活用するの？

- ・新築時の設計図書や施工記録等が住宅履歴情報のベースとなります。
- ・点検、修繕、改修・リフォーム、売買等が行われるたびに、情報を蓄積していきます。
- ・修繕、改修・リフォーム、売買等を行う際に、住宅履歴情報が活用され、適切なリフォーム等が実施できます。



■ 住宅所有者

- ・住宅履歴情報の蓄積、活用を行う主体。
- ・住宅を維持管理し、住宅履歴情報を蓄積し、情報活用者に情報を提供します。
- ・住宅と住宅履歴情報をつなぐと次の所有者に引き継ぐことが求められます。

■ 情報サービス機関

- ・住宅所有者が行う住宅履歴情報の蓄積・活用を支援するサービス機関。
- ・住宅所有者の依頼に基づき住宅履歴情報を適切に蓄積・活用できる仕組みを構築し、住宅所有者にかかわる情報を保存・管理して与える機能も役割です。
- ・住宅履歴情報が世代を超えて継承されていくことをサポートします。(今後サービスが開始される予定です。)

■ 情報をつくる人

- ・工務店・ハウスメーカー、設計事務所、住宅所有者、リフォーム事業者、メンテナンス事業者等、住宅の履歴情報をつくる者。
- ・自らの責任において情報を正確につくり、住宅所有者に確実に渡すことが求められます。

■ 情報を活用する人

- ・住宅所有者、設計事務所、工務店・ハウスメーカー、リフォーム事業者、メンテナンス事業者、既存住宅購入者など住宅履歴情報を活用する者。
- ・個人情報保護の観点に配慮し、維持管理や既存住宅売買時の場面に適切に住宅履歴情報を活用することが求められます。

みんなで住宅履歴情報の蓄積・活用をしていきましょう！

資料一 2 出典元：住宅履歴情報整備検討委員会事務局発行「いえるてパンフレット」P6-P7

最近、住宅メーカーや、一部中小工務店を含め、この期間年数に疑問を持ちはじめた企業がすでにあるようである。

例えば10年に延ばしたり、それ以上期間を延ばそうという動きがある。白対協はここに一定の根拠をもって見解を示すべきではないだろうか。早急に進める必要がある。

7. 改正省エネ法施行（エネルギーの使用の合理化に関する法律改正）

省エネ法が新たにトップランナー基準を盛り込まれ平成20年5月改正になり、平成21年4月1日に施行された。また、平成22年度は住宅版のエコポイント制度が導入され、省エネ性能アップに加速度がつく。

改正省エネ法は、一次エネルギー消費量を指標とした基準を取り入れているために断熱性能のアップだけでは要件を満たすことは厳しくなった。暖冷房設備、換気設備そして新しいエネルギー供給設備を含めた算出方法において判断される。そのため、断熱性能アップのみには留まらず新しいエネルギー供給設備に注目が集まっている。

家づくりの基本です
省エネ住宅すすめよう
快適でありながら経済的

EARTH
SAVE
ENERGY

資料一 3 出典元：社団法人住宅生産団体連合会発行「省エネ住宅すすめよう」

業界としては全体の需要が冷え込む中、省エネに着目した住宅のシェアが一気に増える可能性もある。競争に勝ち残ることを考えれば今後はトップランナー企業に限らず新しいエネルギー供給設備が備わった住宅供給が、新築改築問わずともに求められると思われる。

8. 改正省エネ法について考えること

かねてからの検討事項である外断熱工法における防蟻処理対策について、また断熱の性能アップによる防蟻に及ぼすだろう影響を調査継続・検証し、白対協として見解を示す必要があると考える。

9. ビジネスチャンスとしての、長期優良住宅制度

白対協会員企業の皆さんは長期優良住宅と注目を浴びる前から、自社が手がけた防蟻処理工事については情報管理をされているだろうし、そのシステム

もある程度確立されたものもあるだろうと思われる。このたびの長期優良住宅制度により、積極策を打つ良い機会に恵まれたと考えている。

この機会に、住宅メーカー・工務店、特に中小工務店に積極的に働きかけ、住宅の長寿命化のためのメンテナンスシステムに組み込んでもらう、または、自社の持つシステムを利用してもらうことを考えてはいかがであろうか。

自社独自で管理されている物件に関しては、これを機会にトータル的なメンテナンスの提案を手がける、防蟻以外の部分については他の業種企業と組んでも良いと思う。あらゆる住宅関連企業が、これを大きなビジネスチャンスと捕らえ、すでに行動または実績をあげている。会員企業の皆様には、この機会に遅れをとることなく臨機応変に考え新しいビジネスモデルを作り上げることを期待したい。

(ポラス株)



<研究トピックス>

イエシロアリにおける病原菌の水平伝搬

清水 進・大谷 俊次

1. はじめに

昆虫病原性糸状菌は多くの害虫の微生物的防除に用いられている^{1),2)}。しかし、イエシロアリを含む社会性昆虫では研究室レベルで有効性が示唆されているにも拘わらず、野外においてはその効果が低減する。これらの理由としてグルーミングあるいは他の社会性行動（糸状菌分生子の忌避および糸状菌で死亡した個体の埋葬）あるいは免疫物質の関与などが考えられている³⁾。

イエシロアリは個体密度が高いことから、病原菌の水平伝搬が高率に起こると考えられるが、ネストメイトのグルーミングによる病原菌の除去などがあり、複雑で不明の点が多い⁴⁾。天敵糸状菌によるシロアリ類の防除をさらに発展させるためには、コロニー内の病原体の動態を明確にする必要があるが、個体間の水平伝搬の定量的な評価は行われていない。そこで、シロアリ集団内での昆虫病原性糸状菌の水平伝搬について詳細な調査を行った。

2. 方 法

2.1 黒きょう病菌 (*Metarhizium anisopliae*) T 8 株の病原性

$1.0 \times 10^2 \sim 1.0 \times 10^7 / \text{ml}$ の分生子懸濁液を血球計算盤により作成し、ポテトデキストロース寒天 (PDA) 培地に接種しコロニー数より colony forming units (CFUs/ml) を算出した。各種濃度の分生子液を職蟻15頭に接種し、氷上で5頭の消化管を引き抜き（消化管内に取り込まれた分生子を除外するため）、その後ホモジナイザーによって摩砕し、0.05% Tween 20水溶液に懸濁した。シロアリ摩砕液を1~100倍希釈してクロラムフェニコール加用 (0.1g/l) PDA 培地上で25°C, 2日間培養した。培地上に現れたコロニー数から、1頭当たりの体表に付着していた分生子数 (CFUs/頭) を算出した。残りの10頭を24穴マイクロプレートで単独飼育した。

25°Cで7日間飼育し、毎日死亡率を測定した。得られた体表付着分生子数と死亡率から、プロビット法により両菌株のイエシロアリへの半数致死量 (LD₅₀) と90%致死量 (LD₉₀) を算出した。

2.2 イエシロアリ個体間における水平伝搬

M. anisopliae T 8 株とイエシロアリ職蟻を用いて、接種個体から非接種個体への分生子の水平伝播の定量実験を行った。 $1.0 \times 10^8 / \text{ml}$ に調整した分生子懸濁液で職蟻を処理し、処理個体と非処理個体をさまざまな比率で混合飼育を行った (10:0, 5:5, 3:7 および 1:9)。接種直後、3, 6, 12 および 24 時間後に、処理個体と非処理個体を3頭ずつ取り出し、前述の方法で体表付着分生子数 (CFUs/頭) を算出した。

3. 結 果

3.1 *M. anisopliae* T 8 株の病原性

イエシロアリ職蟻を単独飼育した場合の半数致死量 (LD₅₀ 値) (CFUs/頭) は 5.8 であり、90% 致死量 (LD₉₀ 値) (CFUs/頭) は 8.1×10^1 で、数個~数十個の分生子の付着によりシロアリを致死させることが明らかになった (表1)。なお、集団飼育した場合にはイエシロアリの抵抗力は約100倍増強される⁴⁾。

表1 *M. anisopliae* T 8 株のイエシロアリに対する病原性

LD ₅₀ 値 (CFUs/頭)	LD ₉₀ 値 (CFUs/頭)
5.8	8.1×10^1

3.2 イエシロアリ個体間における水平伝搬

全頭接種区 (図1, A) において付着分生子数は24時間後に約100分の1に減少した。しかし、菌が体内に侵入する24時間後でも、 10^2 個以上の分生子が付着しており、数日後に全頭が死亡した。

接種個体5頭:非接種個体5頭の区 (図1, B) において、接種個体での付着分生子数の減少と、水

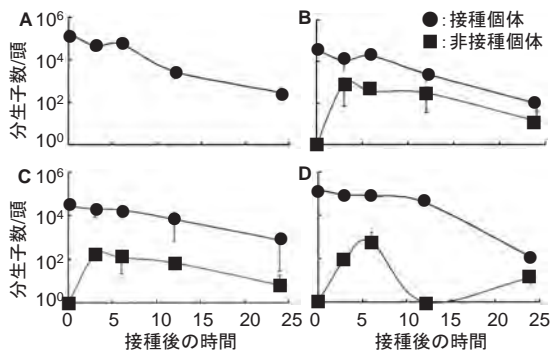


図1 イエシロアリ体表における *M. anisopliae* T8 分生子の付着
分生子接種個体と非接種個体の混合飼育比率：A (10 : 0), B (5 : 5), C (3 : 7), D (1 : 9)

平伝播による非接種個体への付着が確認された。非接種個体の付着量はおよそ3時間後に最大となり、その後減少していった。しかし、24時間後でも、両者には致死量を上回る分生子が付着しており（表1；図1，B），5日目で接種個体と非接種個体の両者とも全滅した。3：7区では、5：5区と同様の傾向が認められたものの、非接種個体への水平伝播量は5：5区を下回っていた（図1，C）。5日以内に接種個体3頭が全滅し7日後には非接種個体7頭も全滅した。

1：9区においても、非接種個体への水平伝播量は6時間で最大を迎えたが、12時間後には0個まで減少した。7日後における非接種個体の死亡率は2割であった。しかし、水平伝播量の最大時に（混合飼育3～6時後）、非接種個体を化学的処理（低濃度イミダクロプリド処理）または物理的処理（単独飼育）により社会性行動を抑制した場合、1：9区においても非接種個体のすべてが死亡した。

4. 考 察

相互グルーミングはネストメイトの体表付着分生子の除去と同時に分生子の水平伝播に関与している。水平伝播による非接種個体への分生子の蔓延は、接種個体の比率に依存し1：9区では全個体を感染

させることができなかったが、全区に共通して3～6時間で伝播量が最大値となった。集団飼育では絶滅しない飼育比率の区（接種：非接種＝1：9）に、致死量に満たない6 ppmのイミダクロプリドを投与することで集団は絶滅した。シロアリ用イミダクロプリド製剤であるハチクサン水和顆粒（Bayer Crop Science）のメーカー推奨適性使用濃度が0.1%（1,000ppm）であることから、この防除方法は化学殺虫剤の削減に寄与できることを示している。しかし、さまざまな役割を担う多数の個体から形成され、まるで一つの個体であるかのように振る舞う生物の集団であるシロアリのコロニーを考慮した場合、本研究はシャーレ内の実験であり、抗菌物質を含んだ唾液や排泄物などで作られた巣材や他のカストや野外のさまざまな影響を考慮していない。今後さらに個体数を増やした実験や野外コロニーにより近い条件での実験を行うことで、シロアリの行動、微生物的防除資材および化学農薬の相乗効果を誘導する効率的な防除法が確立されることを期待したい。

引用文献

- 1) Zimmermann, G (2007) : Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brogniartii*, *Biocontrol Science and Technology*, 17, 553-596.
- 2) Zimmermann, G (2007) : Review on safety of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*, *Biocontrol Science and Technology*, 17, 879-920.
- 3) Rath, C. A. (2000) : The use of entomopathogenic fungi for control of termite, *Biocontrol Science and Technology*, 10, 563-581.
- 4) Yanagawa, A. and Shimizu, S. (2005) : Defense strategy of the termite, *Copototermes foudmosanus* Shiraki to entomopathogenic fungi, *Jpn. J. Environ. Entomol. Zool.*, 16, 17-22.

(九州大学大学院農学研究院)

<研究トピックス>

タカサゴシロアリによるセルロース消化について

徳 田 岳

1. はじめに

シロアリによるセルロース消化の仕組みは、シロアリ研究者が追求してきた大きな命題のひとつである。研究者のみならずシロアリ駆除を生業とする方々にも、どうしてこれほどまでにシロアリが木材を分解できるのかという問題に興味をお持ちの方が多いだろう。シロアリが腸内原生生物との共生関係を築くことによってセルロースを消化しているという事象は比較的良好に知られているが、現存するシロアリの70%以上はこのような共生原生生物を腸内に持ち合わせていない、いわゆる「高等シロアリ」である。これらのシロアリの中にはすでに木材を主食とすることをやめてしまった種も多いが、原生生物の力を借りずに木材を分解している種も少なからず存在している。国内のシロアリでは、八重山諸島に分布するタカサゴシロアリがこの食材性高等シロアリにあたる。

本稿ではタカサゴシロアリによるセルロース消化の仕組みについて、私たちのこれまでの研究を概説する。

2. 消化管内におけるセルロース分解酵素の分布

木材の主成分は植物の二次細胞壁に由来しており、セルロース、ヘミセルロース、リグニンが知られている。このうちセルロースは木材の40~50%を占める成分であり、グルコース（ぶどう糖）を構成単糖としている。したがって、セルロースはシロアリの主な栄養源になっていると考えられる。タカサゴシロアリの唾液腺と消化管抽出物についてセルロース分解活性を測定したところ、唾液腺に約65%のβ-グルコシダーゼ（セルロース分解によって生じたセロビオースやセロオリゴ糖をグルコースに分解する酵素）活性が存在し、中腸に約90%のセルラーゼ（セルロースを分解する酵素）活性と20%程度のβ-グルコシダーゼ活性が存在していた¹⁾。一般に

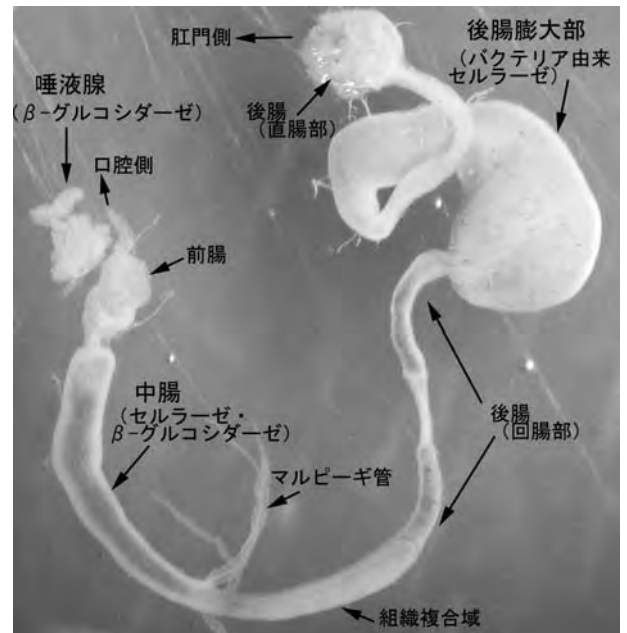


図1 タカサゴシロアリの消化管。前腸は木片を細かく咀嚼する器官である。組織複合域（中腸組織と後腸組織の複合域。詳しい機能はよくわかっていない）には特定の種類のバクテリアのみが分布し¹²⁾、後腸膨大部には多様なバクテリアと古細菌が共生している。消化管の詳細な構造については、Tokuda *et al.* (2001) を参照していただきたい¹³⁾。

下等シロアリでは共生微生物が分布する後腸にも強いセルラーゼ活性が存在しているが^{2), 3)}、タカサゴシロアリの後腸にはセルラーゼ活性がほとんど検出されなかった。このことから、タカサゴシロアリのセルロース消化の場は中腸であることが予測された（図1）。

3. セルラーゼの分子生物学

では、タカサゴシロアリが持つセルラーゼはどのようなものだろうか？タカサゴシロアリのセルラーゼを精製して調べた結果、カルボキシメチルセルロースに対する比活性は酵素1mgあたり1,200ユニットと既知のセルラーゼと比べても際立って高い

ものであった¹⁾。pHの変化に対しても比較的広い範囲 (pH 5 ~ 9) で安定した分解活性を示しており、温度上昇に対しても約60℃まで安定していた¹⁾。遺伝子解析の結果、セルラーゼ遺伝子は核ゲノムに約11kbにわたってコードされており、9個のイントロンによって分断されていた⁴⁾。mRNAは約1.7kbであり、448アミノ酸をコードしていた⁴⁾。結晶構造解析の結果、タカサゴシロアリのセルラーゼが球形のタンパク質で、セルロース鎖とランダムに反応する溝状の構造を持つことが明らかとなった⁵⁾。このセルラーゼは糖質加水分解酵素ファミリー9に分類されるものであり、現在では多くの無脊椎動物が同じファミリーのセルラーゼをもつことが明らかになっている^{6),7)}。分子系統解析などの結果から、タカサゴシロアリのセルラーゼは微生物などから水平伝搬によって得られたものではなく、無脊椎動物の進化に沿って受け継がれてきたものであろうと考えられている⁷⁾。もうひとつの β -グルコシダーゼは生物に普遍的に分布する酵素であり、やはりこの酵素もタカサゴシロアリ自身が生産している⁸⁾。したがって、タカサゴシロアリはセルロース分解に必要な酵素を全て自分自身で生産していると考えられる。

4. 共生微生物由来のセルラーゼ

さて、ではタカサゴシロアリはすべてのセルロース分解を自分自身の消化酵素だけで行っているのだろうか？タカサゴシロアリの後腸には膨大な数の原核生物が分布するにも関わらず、長い間セルラーゼ活性が検出されなかった。しかし、最近の私たちの研究によって、さまざまな大きさのセルラーゼが後腸にも存在していることが初めて明らかになった⁹⁾ (図1)。その後、欧米の研究者たちは近縁のシロアリを用いて後腸のメタゲノム解析を行い、多くのセルラーゼ遺伝子を共生バクテリアから検出している¹⁰⁾。タカサゴシロアリでは結晶セルロースを基質とした場合、後腸に中腸の60%ほどの分解活性が認められる。しかしながら β -グルコシダーゼ活性はほとんど後腸から検出されない⁸⁾。ここでは微生物のセルラーゼによってセルロースがある程度分解を受けた後、生じたセロオリゴ糖は加リン酸分解酵素などの働きによってさらに分解されていくことが予想される⁸⁾。

5. おわりに

タカサゴシロアリは餌となるセルロースを中腸で分泌する自分自身の消化酵素によって分解し、呼吸基質量に相当する糖を得ているようだ²⁾。また、後腸の微生物も残りのセルロース分解に関与し、おそらく微生物自身の代謝に必要なエネルギーを得ているのだろう。しかし、シロアリによるセルロース分解の仕組みの理解はまだ十分ではない¹¹⁾。私たちは今後さらに消化管内容物の解析などを通じて、詳細な消化のメカニズムに迫ってみたいと考えている。

6. 謝辞

本研究の一部は生研センター基礎研究推進事業ならびに日本学術振興会科学研究費補助金 (No.20380037, 22658018) の支援により行われました。

引用文献

- 1) Tokuda, G., H. Watanabe, T. Matsumoto and H. Noda (1997) : Cellulose digestion in the wood-eating higher termite, *Nasutitermes takasagoensis* (Shiraki) : distribution of cellulases and properties of endo- β -1,4-glucanase, *Zool. Sci.*, 14, 83-93.
- 2) Tokuda, G., N. Lo and H. Watanabe (2005) : Marked variations in patterns of cellulase activity against crystalline- vs. carboxymethyl-cellulose in the digestive systems of diverse, wood-feeding termites, *Physiol. Entomol.*, 30, 372-380.
- 3) Tokuda, G., *et al.* (2004) : Major alteration of the expression site of endogenous cellulases in members of an apical termite lineage, *Mol. Ecol.*, 13, 3219-3228.
- 4) Tokuda, G., *et al.* (1999) : Metazoan cellulase genes from termites: intron/exon structures and sites of expression, *Biochim. Biophys. Acta*, 1447, 146-159.
- 5) Khademi, S., L.A. Guarino, H. Watanabe, G. Tokuda and E.F. Meyer (2002) : Structure of an endoglucanase from termite, *Nasutitermes takasagoensis*, *Acta Cryst. D*, 58, 635-659.
- 6) Watanabe, H. and G. Tokuda (2001) : Animal cellulases, *Cell. Mol. Life Sci.*, 58, 1167-1178.
- 7) Watanabe, H. and G. Tokuda (2010) : Cellulolytic systems in insects, *Annu. Rev. Entomol.*, 55, 609-632.
- 8) Tokuda, G., M. Miyagi, H. Makiya, H. Watanabe and

- G. Arakawa (2009) : Digestive β -glucosidases from the wood-feeding higher termite, *Nasutitermes takasagoensis* : intestinal distribution, molecular characterization, and alteration in sites of expression, *Insect Biochem. Mol. Biol.*, 39, 931-937.
- 9) Tokuda, G. and H. Watanabe (2007) : Hidden cellulases in termites : revision of an old hypothesis, *Biol. Lett.* 3, 336-339.
- 10) Warnecke, F., *et al.* (2007) : Metagenomic and functional analysis of hindgut microbiota of a wood-feeding higher termite, *Nature*, 450, 560-565.
- 11) Tokuda, G., H. Watanabe and N. Lo (2007) : Does correlation of cellulase gene expression and cellulolytic activity in the gut of termite suggest synergistic collaboration of cellulases? *Gene*, 401, 131-134.
- 12) Tokuda, G., I. Yamaoka and H. Noda (2000) : Localization of symbiotic clostridia in the mixed segment of the termite *Nasutitermes takasagoensis* (Shiraki), *Appl. Environ. Microbiol.*, 66, 2199-2207.
- 13) Tokuda, G., T. Nakamura, R. Murakami and I. Yamaoka (2001) : Morphology of the digestive system in the wood-feeding termite *Nasutitermes takasagoensis* (Shiraki) [Isoptera: Termitidae], *Zool. Sci.*, 18, 869-877.

(琉球大学熱帯生物圏研究センター)



<研究トピックス>

オビスギ品種材のシロアリ抵抗性について

雉子谷 佳 男

1. はじめに

建築材料として、スギ材利用を促進するためには、その木材材質が重要となり、木材材質の変動およびその原因を明らかにすることが不可欠である。筆者らは、これまで、南九州地域で生育するオビスギ品種材を対象に、組織構造的な材質指標および力学的性質の変動およびその原因について、研究を行ってきた^{1)~3)}。加えて、スギ材の用途をさらに拡大するためには、とくに屋外での利用促進を進める必要がある。したがって、耐久性およびその変動が重要となる。木材の耐久性は薬剤処理によって高めることができるものの、近年、耐久性に優れた木材を環境に負荷をかけない方法で供給することが求められている。スギなど主要国産材の耐朽・耐蟻性が、個体間差、地域差、遺伝的相違などと関連して評価されるべきである⁴⁾と指摘されており、まず、本来スギ材が持つ耐久性について、その変動を明らかにする必要がある。しかし、スギ品種材の耐蟻性についての研究は少なく、基礎データの蓄積が望まれる。

オビスギ品種群は、飢肥林業で育成されたスギ品種群であり、かつて、飢肥林業は弁甲材生産で隆盛を極めた。この飢肥林業での弁甲材生産は、植栽密度1,000本/ha以下の疎植であり、育林施業に特徴があった。その木材材質は、曲げやすいわりに強度があり、耐久性に優れ、弁甲材として高い評価を得ていたようである。オビスギ品種材(ヒダリマキ、タノアカ)は、精油成分が多いことが報告されており⁵⁾、その耐蟻性が期待される。

また、抽出成分について、抽出成分の種類や含有量についての研究は多数あるものの、抽出成分の組織内分布についての研究例は少なく、木材の耐久性を考える上で、抽出成分の組織内分布について知見を得ることも重要である。

本稿では、オビスギ品種材のシロアリ抵抗性、抽出成分の組織内分布および心材形成への植栽密度の

影響について、われわれの最近の研究を紹介する。

2. 方 法

2.1 オビスギ品種材のシロアリ抵抗性

宮崎県北郷町に設定された「オビスギ品種別展示林」(17品種, 33年生)に生育するスギ人工造林木を供試木とした。オビスギ15品種のほかに、対照スギ品種としてヤブクグリとクモトオシの2品種、計17品種の林木を用いた(同一林分で生育)。胸高部付近から円板を採取し、心材部および辺材部から、ブロック試験片を作成し、シロアリ摂食試験を行った。飼育期間中に死虫数を測定し、実験開始前に投入したシロアリ頭数に対する死虫率(%)を求めた。加えて、実験開始前後の気乾重量から、重量減少量(g)を算出した。

2.2 抽出成分の組織内分布

品種不明のスギ材とマツ材を使用して、簡易プレパラートを作成し、アルゴンレーザーおよびヘリウムネオンレーザーを装備した共焦点レーザー顕微鏡(Leica TCS-SP)を用いて、対物レンズ40倍(oil)で観察し、自家蛍光による抽出成分の観察が可能であるかを検討した。2.1で用いたスギ品種材のブロック試験片について、抽出成分の組織内分布を観察した。

2.3 植栽密度の心材形成への影響

試験林は宮崎県北郷町坂谷国有林に設定されたスギの円形植栽密度試験林を用いた。この試験林のスギ品種はオビスギ品種群の1つ、トサアカであった。円形の中心に近い同心円上の植栽は密植で、外側に向かって段階的に疎植になる。初期植栽密度がD(4,823本/ha), E(3,349本/ha), G(1,615本/ha), H(1,122本/ha), J(541本/ha)の各区分から一本ずつ合計5本の試験木を用いた。基本的な木材材質に加えて、心材幅と心材年輪数を測定した。

3. 結 果

精油成分が多いとされるオビスギ品種材の心材および辺材でのシロアリ抵抗性は、他地域スギ品種材にくらべて優れているとは言えないことがわかった。有意差は認められなかったものの、品種によってシロアリ抵抗性に異なる傾向が認められた。アルゴンレーザーとヘリウムネオンレーザーを装備した共焦点レーザー顕微鏡で、2つの抽出成分の組織内分布を自家蛍光で観察することができた。抽出成分の組織内分布とシロアリ抵抗性との間には、密接な関係があり、とくに、ヘリウムネオンレーザーで観察される抽出成分が細胞壁中に多量に存在するほど、シロアリ抵抗性が向上すると考えられた。

心材形成への植栽密度の影響を調べたところ、図1のような結果が得られた。疎植になると心材の幅

および心材の年輪数が増大することから、心材化の速度が早くなると考えた。結果として、541本/haの植栽密度で生育したトサアカは心材が極めて多い樹幹となった。現在は、抽出成分(フェルギノール)の含有量への植栽密度の影響を調べているところである。

4. 考 察

オビスギ品種材は、かつて弁甲材として、曲げやすさと耐久性から高い評価を得ていた。しかし、前述の結果から、同一林分内で生育した他地域のスギ品種材に比べて、オビスギ品種材の耐久性が優れているとは言えず、オビスギ品種材の耐久性が遺伝的に優れているとは言えないようである。一方、トサアカで植栽密度を疎植にすると、心材形成が促進されることがわかった。飢肥林業の弁甲材生産は、1,000本/ha以下の疎植であったことから推測すると、植栽密度の影響を受けやすい品種を選び、心材生産に重点を置いた林業であったのかもしれない。

また、共焦点レーザー顕微鏡では、組織の光学的な断層像が観察できるため、抽出成分が細胞の内こうに存在するのか、細胞壁中まで浸透して存在しているのかを判別することができた。スギが本来もつ耐久性をさらに増大するためには、どのような木材生産方法が最適なのか、今後、基礎データをもとに探ってきたい。

引用文献

- 1) 雉子谷佳男・北原龍士 (2003)：南九州産スギ材の材質Ⅱ—オビスギ品種材の材質特性—, 材料, 52(4), 336-340.
- 2) 雉子谷佳男・北原龍士 (2005)：スギ実大材曲げ性能への木材材質指標の影響, 材料, 54(4), 377-380.
- 3) 雉子谷佳男・北原龍士 (2009)：オビスギ品種における木材材質の高さ方向の変動, 木材学会誌, 55(4), 198-206.
- 4) 土居修一 (2005)：木材保存に関する技術開発・研究の現状と課題, 木材学会誌, 51(1), 52-54.
- 5) 長濱静男・田崎正人 (1993)：スギ材油のテルペノイド成分—オビスギの特異性について—, 木材学会誌, 39(9), 1077-1083.

(宮崎大学農学部 准教授)

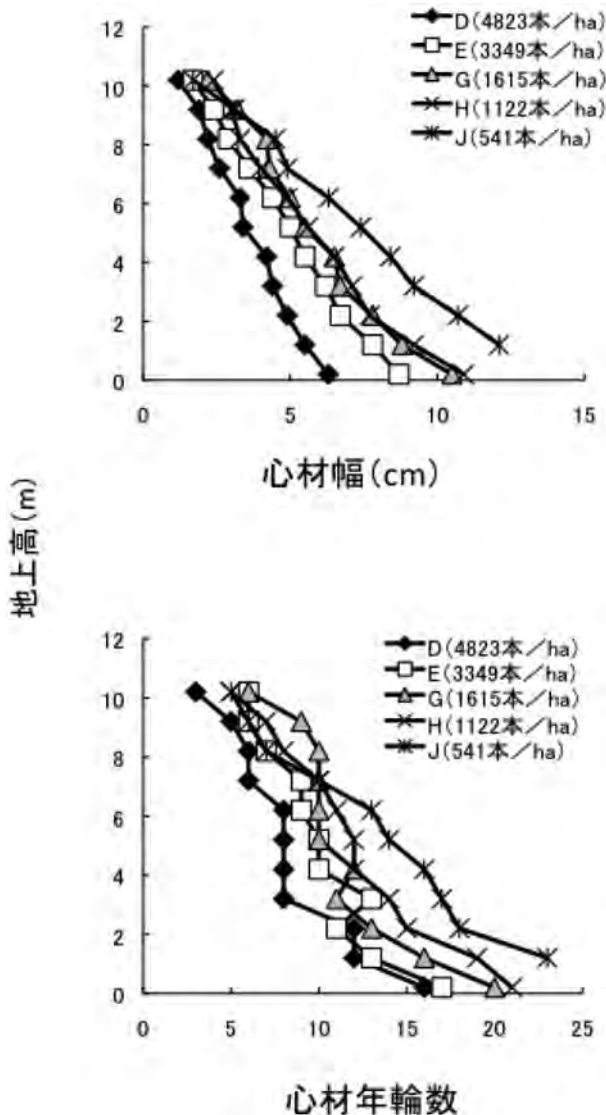


図1 心材形成への植栽密度の影響

<研究トピックス>

シロアリはヒラヒラしたフィルムに蟻道を作らない —フィルム型シロアリバリアーの効果と限界—

藤 本 英 人

1. はじめに

日本において、現在のところ、シロアリ被害の大部分はイエシロアリやヤマトシロアリなどの土壌性シロアリによって引き起こされている。土壌性シロアリは地中に営巣し、地面から建築物に蟻道を作って侵入する場合がほとんどである。このことはすなわち、地面と基礎や土台の間に効果的なシロアリバリアーを設けることができればシロアリ被害を阻止または大幅に減少できる可能性を示している。この目的で、金属板を用いたアリ返し、目の細かいステンレスメッシュや粒径をそろえた砂粒などが研究開発、あるいは実用化されている。これらは、物理的にシロアリの侵入を防いでいることから、物理的防除方法と呼ばれているが、高度な技術が要求されたり、コストがかかるなどの問題点がある。

我々は、化学的防除、物理的防除に続く第3の防除技術、すなわち生物的（生理的）防除の可能性について検討を続けている。その中で、シロアリの興味深い生理・本能を見つけた。それはシロアリはヒラヒラしたフィルムなど、強度の期待できないものには蟻道を作らないという性質である。この生理・本能を元に、ヒラヒラしたフィルムを用いたシロアリバリアーの開発を試みた。

このように簡単なフィルムでシロアリの被害を防止できるなら、駆除薬剤に起因する健康被害や環境に対する影響を完全に取り去った、低コストのシロアリ防除が可能になる。また、建築物の解体時にも何ら問題を生じない。さらに、シロアリも環境の重要な一員であるとの認識の元に、床下にシロアリがいても家屋を食害しなければ存在を許そうという、シロアリとの共存を目指した防除システムが構築できる可能性があることから、この原理に基づく防除技術を開発することは重要であると考えた。

なお、本報告は平成17年度～平成19年度科学研究費補助金（課題番号：17658080，萌芽研究）の成果の概要である。また、本報告では実験の詳細についてはふれずに、結果の概要のみを記すので、興味を持たれた方は引用文献を参照して頂きたい^{1)~3)}。

2. 発見の経緯

着想の原点はアサガオの蔓である。アサガオの蔓はピンと張った糸には巻き付くが、垂らしただけの、ブラブラした糸には巻き付かない。シロアリに関しても、強度が期待できない場合は蟻道をのばさない可能性があるのではないかと考えた。そこで、幅10cmの帯状に切ったフィルムを上端がヒラヒラした状態でステンレス製イエシロアリ飼育箱の内面に、水平方向に一周させるように貼り付けた。その結果、下からあがってきたイエシロアリの蟻道はヒラヒラしている部分に到達するとそれ以上蟻道をのばさずに、横方向に転向した（図1）。ここで興味深いのは、



図1 水平に貼付したフィルムで蟻道が阻止されている様子

注：両面テープ固定部には蟻道が作られているが、ヒラヒラしている部分には蟻道をのばそうとしない

両面テープで固定している部分には蟻道を構築していることである。すなわち、シロアリはこの材質のプラスチックに蟻道を「物理的に作る能力がある」が、ヒラヒラしている部分には「生理的に作りたくない」ように見受けられる。

3. 効果の確認

基礎に見立てたレンガと餌木の上にフィルム（ナイロン12製、30 μ m厚）を挟み込んで、そのバリアーとしての効果を検証した。ここで、ナイロン12を用いたのは、オーストラリアの地下埋設電線で、食害を受けない材料として実績のある材料だからである。同時に実験したのは、ポリエチレンフィルム、アクリル板、ナイロン12を貼り付けたアルミ板である。図2にその途中経過の写真を示す。アクリル板は端部に回り込まれて餌木への侵入を許したことから、効果がないと判断した。ポリエチレンフィルムは中央付近を食い破られて餌木への侵入を許してしまったが、これは材質の問題であると判断した。また、ナイロン12を貼り付けたアルミ板も侵入を許してしまった。これは、前述のようにシロアリがこの材質のプラスチックに蟻道を作る能力を有していることを示している。それに対して、ヒラヒラした状態のナイロン12フィルムは実験終了時（2年半後）までバリアーとして十分な効果があることが判明した。すなわち、バリアーとして重要な点は材質ではなく、ヒラヒラしていることであると判断した。



図2 種々の材質のフィルムおよび板のサンドイッチ型バリアーとしての効果の比較
 左上：アクリル樹脂板 右上：ナイロンフィルム貼付アルミ板
 左下：ポリエチレンフィルム 右下：ナイロン12フィルム

4. 限界

原理的にはヒラヒラしたフィルムでシロアリバリアーを作るとは可能であり、実験室レベルでは十分な効果が実証された。しかし、実際の新築・既築家屋への適用はかなりの困難を伴うことが明らかになった。

まず、基礎にフィルムを水平に張り巡らす方法（水平貼付型）についてである。この場合、入り隅の、接着力の弱い部分で接着層から突破されることが明らかになった（図3）。実際の家屋では出隅、入り隅はもちろん、基礎部分にはコンクリートパネルの継ぎ目や気泡など接着力が弱くなる部分が非常に多い。このような部分からシロアリの侵入を許す可能性が高い。また、1枚の帯状フィルムで作る場合、入り隅部分でフィルムが折り曲げられることになるが、図4に見られるように、しわの部分や折り目部分で齧られて穴が開く可能性が高い。

次に、基礎と土台の間にフィルムを挟み込む方法についてである。帯状フィルムは出隅や入り隅など、



図3 入り隅接着層からの蟻道侵入の様子

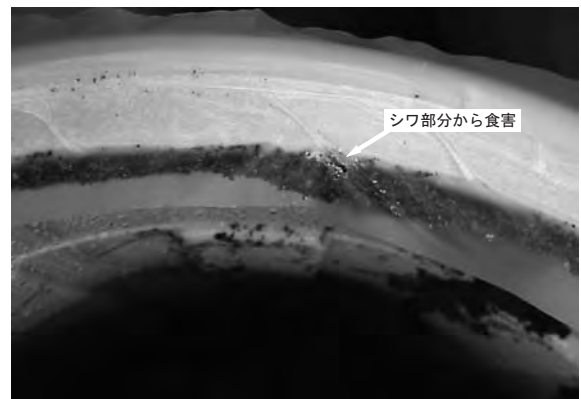


図4 フィルムのシワからの侵入

角の部分で必ず重なり合う部分が生じる（図5）。小さな試験体で、重なり合ったときにフィルムがシロアリの食害を受けるかどうか検証した。また、基礎からはみ出し幅が5mm程度と小さい場合と1cm以上にした場合の食害の受け方について検証した。その結果、はみ出し幅が大きくて、端部にシロアリの歯がかからない状態であれば食害を受けることはないが、はみ出し幅が小さい場合や重なりがある場合はその部分から、硬いナイロン12といえども、食害を受けることが明らかになった（図6）。前述のように、実際の家屋にこのフィルム型バリアーを設置するには必ず重なりが生じるので、この部分をどうするかが重要である。なお、このフィルム端を接着剤を用いて接着しても、熱で溶着しても、必ずシロアリの歯がかかる部分が生じるので、この部分から食害を受けることは避けられない。この点を解決しない限り、実際の建物への適用は難しいと思われる。

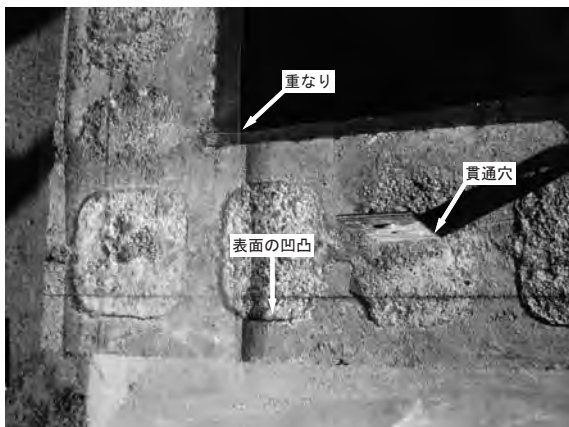


図5 実大基礎へのフィルムバリアーの設置状況



図6 フィルムはみだし幅を変えた場合および重なりを作った場合のフィルム食害状況
 左：はみだし幅1cm，食害なし
 中：はみだし幅5mm，端部から食害
 右：中央部で重なり，重なり部から食害

5. 今後の展開

今後、このフィルム型のバリアーをどのように展開するのが良いであろうか。ひとつの方向として、フィルム材質の検討がある。しわや傷のできにくい材料で、たとえ端部にシロアリの歯がかかるような状態でも食害を受けないような材料をフィルムの素材として採用することである。かなり高価にはなるが、このような材料の選択がフィルムタイプバリアーの実用化の道である。

次の方向として、毒エサへの誘導が考えられる。図1に示したように、地中からのびてきた蟻道がフィルムのヒラヒラした部分で横方向に転換させられているが、この延長上に毒エサを仕掛ける方法である。建築物の解体時にはフィルムと毒エサを回収すれば、環境への影響を最小限に減らすことが可能になる。ただし、この方法は我々の初期の目的であるシロアリとの共存、すなわち、「床下にシロアリがいても家屋を食害しなければその存在を許す」、を目指したコンセプトとは異なるものであり、できれば避けて通りたい道である。

シロアリがヒラヒラしたフィルムに蟻道をのばさないことを発見したときは、シロアリに勝ったと思ったが、その後の検討でやはりシロアリには勝てないと思うようになった。シロアリは本当にタフであることを実感した。

引用文献

- 1) 藤本英人・岩崎新二・落合克紀 (2003)：環境及び健康に配慮したシロアリ防除技術(1)，第53回日本木材学会大会研究発表要旨集，福岡，422.
- 2) H. Fujimoto (2004)：A New type barrier for subterranean termites using pliable plastic film, the 3rd International Symposium on Surfacing and Finishing of Wood, November 24-26, Kyoto.
- 3) 藤本英人 (2008)：シロアリの本能・生理を利用した環境配慮型防蟻技術の開発，平成17～19年度科学研究費補助金（萌芽研究）研究成果報告書。
 （宮崎県木材利用技術センター 材料開発部長）

<協会からのインフォメーション>

しろあり防除薬剤等認定一覧

(土壌処理剤)

平成22年7月16日現在

認定No.	商品名	希釈倍率	主成分の組成	会社名
3285	ケミホルツターマイト TM-720	水20倍	BDCP、オクタクロジプロピルエーテル、界面活性剤(アニオン及びノニオン系)、合成炭化水素	オーシカケミテック(株)
3305	メロフェン乳剤	水40倍	エトフェンブロックス、オクタクロジプロピルエーテル、乳化剤(アニオン・ノニオン系)、脂肪族系溶剤	三井化学アグロ(株)
3307	メロフェン乳剤「AC」	水40倍	エトフェンブロックス、オクタクロジプロピルエーテル、乳化剤(アニオン・ノニオン系)、脂肪族系溶剤	三井化学アグロ(株)
3311	ケミホルツメロフェン乳剤	水40倍	エトフェンブロックス、オクタクロジプロピルエーテル、界面活性剤(アニオン及びノニオン系)、石油鎖状系溶剤	オーシカケミテック(株)
3332	ホルサー乳剤	水40倍	ベルメトリン、MGK264、アニオン・ノニオン系界面活性剤、石油鎖状系溶剤	住友化学(株)
3334	ホルサー乳剤「ES」	水40倍	ベルメトリン、MGK264、アニオン・ノニオン系界面活性剤、石油鎖状系溶剤	住化エンビロサイエンス(株)
3337	フマキラーホルサー乳剤	水40倍	ベルメトリン、MGK264、アニオン・ノニオン系界面活性剤、石油鎖状系溶剤	フマキラー(株)
3340	金鳥シロネン乳剤S	水30倍	シラフルオフェン、オクタクロジプロピルエーテル、アニオン・ノニオン系界面活性剤、石油鎖状系溶剤	大日本除蟲菊(株)
3341	ケミホルツトップエース乳剤	水30倍	シラフルオフェン、オクタクロジプロピルエーテル、ノニオン系界面活性剤、石油鎖状系溶剤	オーシカケミテック(株)
3342	トップエース乳剤「ES」	水30倍	シラフルオフェン、オクタクロジプロピルエーテル、ノニオン系界面活性剤、石油鎖状系溶剤	住化エンビロサイエンス(株)
3345	マレニットトップエース乳剤	水30倍	シラフルオフェン、オクタクロジプロピルエーテル、乳化剤(アニオン・ノニオン系)、石油鎖状系溶剤	日本マレニット(株)
3346	バクトップMC	水20倍	フェノブカルブ、ポリエチレン系樹脂(カプセル皮膜)、天然系分散剤、無機系増粘剤、チアソリン系防腐剤(安定化剤)、エステル系溶剤、精製水	住友化学(株)
3348	フマキラーバクトップMC	水20倍	フェノブカルブ、ポリエチレン系樹脂(カプセル皮膜)、天然系分散剤、無機系増粘剤、チアソリン系防腐剤(安定化剤)、エステル系溶剤、精製水	フマキラー(株)
3349	バクトップMC「ES」	水20倍	フェノブカルブ、ポリエチレン系樹脂(カプセル皮膜)、天然系分散剤、無機系増粘剤、チアソリン系防腐剤(安定化剤)、エステル系溶剤、精製水	住化エンビロサイエンス(株)
3350	コダマバクトップMC	水20倍	フェノブカルブ、ポリエチレン系樹脂(カプセル皮膜)、天然系分散剤、無機系増粘剤、チアソリン系防腐剤(安定化剤)、エステル系溶剤、精製水	児玉化学工業(株)
3352	ケミプロシロネン乳剤S	水30倍	シラフルオフェン、オクタクロジプロピルエーテル、アニオン・ノニオン系界面活性剤、石油鎖状系溶剤	ケミプロ化成(株)
3355	コシイシロネン乳剤S	水30倍	シラフルオフェン、オクタクロジプロピルエーテル、アニオン・ノニオン系界面活性剤、石油鎖状系溶剤	(株)コシイプレザービング
3359	ハチクサンFL	水200倍	イミダクロプリド、凍結防止剤(プロピレングリコール)、アニオン・ノニオン系界面活性剤、水	バイエルクロップサイエンス(株)
3360	アリピレス乳剤	水100倍	ビフェントリン、アニオン・ノニオン系界面活性剤、高沸点芳香族系溶剤、グリコールエーテル系溶剤	エフエムシー・ケミカルズ(株)
3361	ニチノーアリピレス乳剤	水100倍	ビフェントリン、アニオン・ノニオン系界面活性剤、高沸点芳香族系溶剤、グリコールエーテル系溶剤	日本農薬(株)
3362	ケミホルツアリピレス乳剤	水100倍	ビフェントリン、アニオン・ノニオン系界面活性剤、高沸点芳香族系溶剤、グリコールエーテル系溶剤	オーシカケミテック(株)
3363	コシイアリピレス乳剤	水100倍	ビフェントリン、アニオン・ノニオン系界面活性剤、高沸点芳香族系溶剤、グリコールエーテル系溶剤	(株)コシイプレザービング
3364	ケミプロアリピレス乳剤	水100倍	ビフェントリン、アニオン・ノニオン系界面活性剤、高沸点芳香族系溶剤、グリコールエーテル系溶剤	ケミプロ化成(株)
3366	サンヨーアリピレス乳剤	水100倍	ビフェントリン、アニオン・ノニオン系界面活性剤、高沸点芳香族系溶剤、グリコールエーテル系溶剤	(株)ザイエンス
3367	モクボーアリピレス乳剤	水100倍	ビフェントリン、乳化剤(アニオン・ノニオン系界面活性剤)、高沸点芳香族系溶剤、グリコールエーテル系溶剤	大日本木材防腐(株)
3369	アリピレス乳剤「ES」	水100倍	ビフェントリン、アニオン・ノニオン系界面活性剤、高沸点芳香族系溶剤、グリコールエーテル系溶剤	住化エンビロサイエンス(株)
3370	ホルサーEW	水40倍	ベルメトリン、MGK264、非イオン系界面活性剤、精製水	住友化学(株)
3375	フマキラーホルサーEW	水40倍	ベルメトリン、MGK264、非イオン系界面活性剤、精製水	フマキラー(株)
3378	明治メロフェン乳剤	水40倍	エトフェンブロックス、オクタクロジプロピルエーテル、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、石油鎖状系溶剤	アリストライフサイエンスアグリマート(株)
3389	エコロフェン乳剤	水75倍	エトフェンブロックス、界面活性剤(アニオン・ノニオン混合)、芳香族系溶剤(ジイソプロピルナフタリン)	三井化学アグロ(株)
3390	サンヨーエコロフェン乳剤	水75倍	エトフェンブロックス、界面活性剤(アニオン・ノニオン混合)、芳香族系溶剤(ジイソプロピルナフタリン)	(株)ザイエンス
3391	フマキラーエコロフェン乳剤	水75倍	エトフェンブロックス、界面活性剤(アニオン・ノニオン混合)、芳香族系溶剤(ジイソプロピルナフタリン)	フマキラー(株)
3393	ピレス乳剤250	水250倍	ビフェントリン、ノニオン・アニオン界面活性剤、高沸点芳香族系溶剤、石油鎖状系溶剤	ケミプロ化成(株)
3394	白アリスーパートップエース乳剤	水30倍	シラフルオフェン、オクタクロジプロピルエーテル、ノニオン系界面活性剤、石油インバラ系溶剤	(株)吉田製油所

3396	アリビレスNB乳剤「ES」	水100倍	ビフェントリン、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、溶剤(芳香族系・グリコールエーテル系)、水(精製水)	住化エンビロサイエンス(株)
3397	アリビレスME	水100倍	ビフェントリン、アニオン・ノニオン系界面活性剤、高沸点芳香族溶剤、着色剤(食用色素)、水(精製水)	エフエムシー・ケミカルズ(株)
3398	ニチノーアリビレスME	水100倍	ビフェントリン、アニオン・ノニオン系界面活性剤、高沸点芳香族溶剤、着色剤(食用色素)、水(精製水)	日本農薬(株)
3399	アリデン乳剤-E	水40倍	エトフェンブロックス、IBTE、アニオン系界面活性剤、脂肪族系溶剤	三井化学アグロ(株)
3408	サイゴ-乳剤「ES」	水50倍	ベルメトリン、界面活性剤(アニオン・ノニオン系混合)、天然香料、石油系溶剤(芳香族系、飽和炭化水素系)	住化エンビロサイエンス(株)
3409	アリビレスME2	水40倍	ビフェントリン、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、高沸点芳香族系溶剤、グリコール系溶剤、着色剤(食用色素)、苦味催吐剤、水	エフエムシー・ケミカルズ(株)
3410	ニチノーアリビレスME2	水40倍	ビフェントリン、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、高沸点芳香族系溶剤、グリコール系溶剤、着色剤(食用色素)、苦味催吐剤、水	日本農薬(株)
3411	ドルガードS粒剤	原粒	ビフェントリン、ノニオン・アニオン系界面活性剤、芳香族溶剤、鉱物質粒基剤	日本農薬(株)
3412	コシイシロネン乳剤A	水100倍	シラフルオフェン、アニオン系及びノニオン系界面活性剤、長鎖グリコール系溶剤、水	(株)コシイプレザービング
3416	フマキラーシロアリ乳剤PM	水50倍	ベルメトリン、アニオン系及びノニオン系界面活性剤、天然香料、芳香族系及び飽和炭化水素系溶剤	フマキラー(株)
3418	ララップMC	水100倍	d・d-T-シフェントリン、膜物質(ポリウレタン系樹脂)、増粘剤(有機および無機系)、防腐剤(チアソリン系)、精製水	住友化学(株)
3419	ケミホルツララップMC	水100倍	d・d-T-シフェントリン、膜物質(ポリウレタン系樹脂)、増粘剤(有機および無機系)、防腐剤(チアソリン系)、精製水	オーシカケミテック(株)
3421	ララップMC「AC」	水100倍	d・d-T-シフェントリン、膜物質(ポリウレタン系樹脂)、増粘剤(有機および無機系)、防腐剤(チアソリン系)、精製水	三井化学アグロ(株)
3423	フマキラーララップMC	水100倍	d・d-T-シフェントリン、膜物質(ポリウレタン系樹脂)、増粘剤(有機および無機系)、防腐剤(チアソリン系)、精製水	フマキラー(株)
3424	コダマララップMC	水100倍	d・d-T-シフェントリン、膜物質(ポリウレタン系樹脂)、増粘剤(有機および無機系)、防腐剤(チアソリン系)、精製水	児玉化学工業(株)
3425	ララップMC「ES」	水100倍	d・d-T-シフェントリン、膜物質(ポリウレタン系樹脂)、増粘剤(有機および無機系)、防腐剤(チアソリン系)、精製水	住化エンビロサイエンス(株)
3427	アリビレスFL	水150倍	ビフェントリン、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、増粘剤(天然ガム類)、凍結防止剤(グリコール系)、消泡剤(シリコン系)、水	エフエムシー・ケミカルズ(株)
3438	トラッカーEW「ES」	水100倍	トラロメトリン、芳香族系溶剤、アニオン及びノニオン系界面活性剤、ノニオン系界面活性剤、凍結防止剤(プロピレングリコール)、酸化防止剤(BHT)、香料、精製水	住化エンビロサイエンス(株)
3446	ピレス粒剤	原粒	ビフェントリン、溶剤(石油系炭化水素)、着色剤、天然鉱物質(天然小粒軽石)	ケミプロ化成(株)
3447	ターミダン粒剤	原粒	ビフェントリン、溶剤(石油系炭化水素)、着色剤、天然鉱物質(天然小粒軽石)	エフエムシー・ケミカルズ(株)
3449	グレネードMC	水125倍	フィプロニル、ブラトレリン、天然多糖類(増粘剤)、エステル系溶剤、尿素系溶剤(カプセル皮膜)、その他(防腐剤等)、精製水	バイエルクロップサイエンス(株)
3451	住友グレネードMC	水125倍	フィプロニル、ブラトレリン、天然多糖類(増粘剤)、エステル系溶剤、尿素系溶剤(カプセル皮膜)、その他(防腐剤等)、精製水	住友化学(株)
3452	フマキラーグレネードMC	水125倍	フィプロニル、ブラトレリン、天然多糖類(増粘剤)、エステル系溶剤、尿素系溶剤(カプセル皮膜)、その他(防腐剤等)、精製水	フマキラー・トータルシステム(株)
3453	コダマグレネードMC	水125倍	フィプロニル、ブラトレリン、天然多糖類(増粘剤)、エステル系溶剤、尿素系溶剤(カプセル皮膜)、その他(防腐剤等)、精製水	児玉化学工業(株)
3454	ニチノーグレネードMC	水125倍	フィプロニル、ブラトレリン、天然多糖類(増粘剤)、エステル系溶剤、尿素系溶剤(カプセル皮膜)、その他(防腐剤等)、精製水	日本農薬(株)
3456	グレネードMC「AC」	水125倍	フィプロニル、ブラトレリン、天然多糖類(増粘剤)、エステル系溶剤、尿素系溶剤(カプセル皮膜)、その他(防腐剤等)、精製水	三井化学アグロ(株)
3457	グレネードMC「ES」	水125倍	フィプロニル、ブラトレリン、天然多糖類(増粘剤)、エステル系溶剤、尿素系溶剤(カプセル皮膜)、その他(防腐剤等)、精製水	住化エンビロサイエンス(株)
3458	ケミホルツグレネードMC	水125倍	フィプロニル、ブラトレリン、天然多糖類(増粘剤)、エステル系溶剤、尿素系溶剤(カプセル皮膜)、その他(防腐剤等)、精製水	オーシカケミテック(株)
3459	コシイグレネードMC	水125倍	フィプロニル、ブラトレリン、天然多糖類(増粘剤)、エステル系溶剤、尿素系溶剤(カプセル皮膜)、その他(防腐剤等)、精製水	(株)コシイプレザービング
3460	キシラモンMC	水50倍	クロチアニジン、カプセル皮膜(合成樹脂)、アルコール系分散剤、天然系増粘剤、溶剤(グリコール系及び高沸点炭化水素)、精製水	日本エンバイロケミカルズ(株)
3462	フマキラーシロアリ粒剤PM	原粒	ベルメトリン、展着剤(界面活性剤、石油系樹脂)、石油系溶剤(低臭芳香族系)、緑色染料(アジノフタロシアニン系)、多孔質天然鉱物(硬質軽石)	フマキラー(株)
3463	パラタック粒剤	原粒	ベルメトリン、展着剤(界面活性剤、石油系樹脂)、石油系溶剤(低臭芳香族系)、緑色染料(アジノフタロシアニン系)、多孔質天然鉱物(硬質軽石)	児玉化学工業(株)
3464	サイゴ-粒剤「ES」	原粒	ベルメトリン、展着剤(界面活性剤、石油系樹脂)、石油系溶剤(低臭芳香族系)、緑色染料(アジノフタロシアニン系)、多孔質天然鉱物(硬質軽石)	住化エンビロサイエンス(株)
3470	ステルスSC	水200倍	クロチアニジン、凍結防止剤(グリコール系)、増粘剤(天然系)、分散剤等(アニオン系ノニオン系界面活性剤、水)	BASFジャパン(株)
3471	金鳥シロネン乳剤A	水100倍	シラフルオフェン、ノニオン系界面活性剤、グリコールエーテル、水	大日本除虫菊(株)
3475	ミケブロック	水100倍	クロチアニジン、アニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤、鉱物質、有機塩類、食用青色色素、天然物系増量剤	三井化学アグロ(株)
3476	天然ピレトリンMC「ES」	水100倍	ピレトリン(防蟻成分)、不活性抽出物、カプセル皮膜、分散剤(天然植物樹脂類)、増粘剤(天然高分子類・天然鉱物類)、安定化剤(チアソリン系防腐剤)、エステル系溶剤、精製水	住化エンビロサイエンス(株)

3477	タケロックMC50E	水50倍	クロチアニジン、カプセル皮膜(合成樹脂)、アルコール系分散剤、天然系増粘剤、グリコール系溶剤、高沸点芳香族溶剤、精製水	日本エンバイロケミカルズ(株)
3478	オブティガードLT	水250倍	チアマトキサム、アニオン系界面活性剤、ポリビニル系結合剤、天然系増量剤(植物系及び鉱物系)	シンジェンタジャパン(株)
3479	ケミプロ オブティガードLT	水250倍	チアマトキサム、アニオン系界面活性剤、ポリビニル系結合剤、天然系増量剤(植物系及び鉱物系)	ケミプロ化成(株)
3480	ケミホルツ オブティガードLT	水250倍	チアマトキサム、アニオン系界面活性剤、ポリビニル系結合剤、天然系増量剤(植物系及び鉱物系)	オーシカケミテック(株)
3482	オブティガードLT 「ES」	水250倍	チアマトキサム、アニオン系界面活性剤、ポリビニル系結合剤、天然系増量剤(植物系及び鉱物系)	住化エンビロサイエンス(株)
3483	サンヨー オブティガードLT	水250倍	チアマトキサム、アニオン系界面活性剤、ポリビニル系結合剤、天然系増量剤(植物系及び鉱物系)	(株)サイエンス
3484	モクボー オブティガードLT	水250倍	チアマトキサム、アニオン系界面活性剤、ポリビニル系結合剤、天然系増量剤(植物系及び鉱物系)	大日本木材防腐(株)
3485	キクトップMC	水200倍	プラレトリン、カプセル皮膜、分散剤(水溶性高分子)、増粘剤(天然物)、安定化剤(イソチアゾリン系防腐剤)、エステル系溶剤、精製水	住化エンビロサイエンス(株)
3486	アジェンダSC	水300倍	ファイブロニル、分散剤(天然物系・アニオン系)、消泡剤(ポリマー系)、保存剤(イソチアゾリン系及びクエン酸)、界面活性剤(アルコール系・アニオン系)、増量剤(ゴム系)、水	バイエルクロップサイエンス(株)
3488	オブティガードSS	水200倍	チアマトキサム、グリコール系溶剤、安定化剤(フラン系)、展着・固着剤(アクリル樹脂系)、界面活性剤(アニオン系)、無機系スライムコントロール剤、水	シンジェンタジャパン(株)
3489	ザモックス	水200倍	チアマトキサム、グリコール系溶剤、安定化剤(フラン系)、展着・固着剤(アクリル系樹脂)、界面活性剤(アニオン系)、無機系スライムコントロール剤、水	ケミプロ化成(株)
3490	オブティガード粒剤	原粒	チアマトキサム、着色剤、天然鉱物	シンジェンタジャパン(株)
3491	ケミプロ オブティガード粒剤	原粒	チアマトキサム、着色剤、天然鉱物	ケミプロ化成(株)
3492	ケミホルツ オブティガード粒剤	原粒	チアマトキサム、着色剤、天然鉱物	オーシカケミテック(株)
3494	オブティガードZT	水200倍	チアマトキサム、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、凍結防止剤(グリコール系)、消泡剤(シリコン系)、増粘剤(天然「植物」系)、防ばい剤(イソチアゾリン系)、pH調整剤(弱酸性水)、水	シンジェンタジャパン(株)
3495	ケミプロ オブティガードZT	水200倍	チアマトキサム、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、凍結防止剤(グリコール系)、消泡剤(シリコン系)、増粘剤(天然「植物」系)、防ばい剤(イソチアゾリン系)、pH調整剤(弱酸性水)、水	ケミプロ化成(株)
3496	ケミホルツ オブティガードZT	水200倍	チアマトキサム、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、凍結防止剤(グリコール系)、消泡剤(シリコン系)、増粘剤(天然「植物」系)、防ばい剤(イソチアゾリン系)、pH調整剤(弱酸性水)、水	オーシカケミテック(株)
3497	オブティガードZT 「ES」	水200倍	チアマトキサム、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、凍結防止剤(グリコール系)、消泡剤(シリコン系)、増粘剤(天然「植物」系)、防ばい剤(イソチアゾリン系)、pH調整剤(弱酸性水)、水	住化エンビロサイエンス(株)
3498	タケロックMCブロック	原粒	クロチアニジン、無機系鉱物(マイクロカプセル原料含む)	日本エンバイロケミカルズ(株)
3499	デュボンアペリオン	水100倍	インドキサカルブ(主成分)、主成分の光学異性体、粘度調節剤(シリカ)、大豆系増量剤、ノニオン系界面活性剤、アニオン系界面活性剤	デュボン(株)
3500	アペリオン「AC」	水100倍	インドキサカルブ(主成分)、主成分の光学異性体、粘度調節剤(シリカ)、大豆系増量剤、ノニオン系界面活性剤、アニオン系界面活性剤	三井化学アグロ(株)
3501	アペリオン「ES」	水100倍	インドキサカルブ(主成分)、主成分の光学異性体、粘度調節剤(シリカ)、大豆系増量剤、ノニオン系界面活性剤、アニオン系界面活性剤	住化エンビロサイエンス(株)
3505	ハチクサン水和顆粒	水700倍	イミダクロプリド、リグニンスルホン酸塩	バイエルクロップサイエンス(株)
3507	ミケブロック	水100倍	ジノテフラン、アニオン系界面活性剤、鉱物質、食用青色色素、天然物系増量剤	三井化学アグロ(株)
3508	ケミプロアリピレスFL	水150倍	ピフェントリン、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、増粘剤(天然ガム類)、凍結防止剤(グリコール系)、消泡剤(シリコン系)、水	ケミプロ化成(株)
3509	アジェンダMC	水100倍	ファイブロニル、エステル系溶剤、水溶性高分子分散剤、膜原料・増粘剤、精製水	バイエルクロップサイエンス(株)
3510	アジェンダMC-S	水100倍	ファイブロニル、エステル系溶剤、水溶性高分子分散剤、膜原料・増粘剤、精製水	住友化学(株)
3511	ハチクサンMC	水150倍	イミダクロプリド(防蟻成分)、ポリウレア系高分子(MC膜質)、高分子系分散剤、天然系増粘剤、エステル系溶剤、炭化水素系溶剤、チアゾリン系防腐剤(安定化剤)、水	バイエルクロップサイエンス(株)
3512	タケロックMC50 スーパー	水50倍	クロチアニジン、カプセル皮膜(合成樹脂)、水溶性高分子分散剤、グリコール系溶剤、天然物系増粘剤、高沸点芳香族溶剤、精製水	日本エンバイロケミカルズ(株)
3513	TMカウンター	水800倍	イミダクロプリド原体(純度98%以上)、リグニンスルホン酸ナトリウム、ラウリル硫酸ナトリウム、乳糖(ラクトース、モノハイドレート)	日本化薬(株)
3514	シロネン乳剤F	水100倍	シラフルオフェン、アニオン・ノニオン系界面活性剤、プロモントリアルコール、アセチレン系消泡剤、グリコール系溶剤、テルペノイド系溶剤、水	大日本除虫菊(株)
3515	ケミプロシロネン乳剤F	水100倍	シラフルオフェン、アニオン・ノニオン系界面活性剤、プロモントリアルコール、アセチレン系消泡剤、グリコール系溶剤、テルペノイド系溶剤、水	ケミプロ化成(株)
3516	ミケブロック70WP	水350倍	ジノテフラン、界面活性剤(アニオン系界面活性剤)、賦形剤	三井化学アグロ(株)
3517	クロスガードSC	水40倍	メタフルミジン、アセタミプリド、アニオン・ノニオン系界面活性剤(含グリコール系溶剤)、グリコール系溶剤、無機系増粘剤、消泡剤(シリコン系)、防腐剤(銀系[銀アミノ酸錯体])、水	日本農薬(株)

3518	アルトリセット	水100倍	クロラントラニブロール、分散剤(フェノール系)、沈降防止剤、消泡剤(シリコン系)、消泡剤、乳化剤、界面活性剤(ノニオン系及びアニオン系)、乳化安定剤(グリコール系)、保護コロイド(ピロリドン系)、グリコール系溶剤、増粘剤、増粘剤(天然系増粘剤)防汚剤、水(イオン交換水)	デュボン(株)
------	---------	-------	---	---------

(予防駆除剤)

認定No.	商品名	稀釈倍率	主成分の組成	会社名
7096	コダマカレート油剤	原液	ベルメリン、オクタクロジプロピルエーテル、サンプラス、特殊溶剤(グリコール系溶剤)、石油鎖状系溶剤	児玉化学工業(株)
7097	ケミホルツカレート油剤	原液	ベルメリン、オクタクロジプロピルエーテル、サンプラス、特殊溶剤(グリコール系溶剤)、石油鎖状系溶剤	オーシカケミテック(株)
7098	カレート油剤	原液	ベルメリン、オクタクロジプロピルエーテル、サンプラス、特殊溶剤(グリコール系溶剤)、石油鎖状系溶剤	住友化学(株)
7122	メトロフェン油剤	原液	エトフェンブロックス、オクタクロジプロピルエーテル、サンプラス、SS-50(特殊溶剤)、高沸点芳香族系溶剤	三井化学アグロ(株)
7124	メトロフェン油剤「AC」	原液	エトフェンブロックス、オクタクロジプロピルエーテル、サンプラス、SS-50(特殊溶剤)、高沸点芳香族系溶剤	三井化学アグロ(株)
7125	コシイシロネン油剤	原液	シラフルオフェン、サンプラス、オクタクロジプロピルエーテル、SS-50(グリコール系溶剤)、石油鎖状系溶剤	(株)コシイプレザービング
7134	ケミホルツメトロフェン油剤	原液	エトフェンブロックス、オクタクロジプロピルエーテル、サンプラス、アルキレングリコール系溶剤、石油鎖状系溶剤	オーシカケミテック(株)
7136	ケミホルツヘキサイドH油剤	原液	BDPCP、オクタクロジプロピルエーテル、サンプラス、アルキレングリコール系溶剤、石油鎖状系溶剤	オーシカケミテック(株)
7142	アリダンヘキサイドH乳剤	水9倍	BDPCP、オクタクロジプロピルエーテル、サンプラス、特殊溶剤(S-50)、アニオン・ノニオン系界面活性剤、高級アルコール系溶剤	フクビ化学工業(株)本社
7147	ケミホルツトップエース油剤	原液	シラフルオフェン、オクタクロジプロピルエーテル、サンプラス、特殊溶剤(SS-50)、ノニオン系界面活性剤、石油鎖状系溶剤	オーシカケミテック(株)
7150	ホルサー油剤	原液	ベルメリン、IPBC、MGK264(共力剤)、グリコール系石油鎖状系溶剤	住友化学(株)
7154	フマキラーホルサー油剤	原液	ベルメリン、IPBC、MGK264(共力剤)、グリコール系石油鎖状系溶剤	フマキラー(株)
7155	ホルサー油剤「ES」	原液	ベルメリン、IPBC、MGK264(共力剤)、グリコール系石油鎖状系溶剤	住化エンビロサイエンス(株)
7157	アリピレス油剤	原液	ビフェントリン、IPBC、グリコール系溶剤、石油鎖状系溶剤	エフエムシー・ケミカルズ(株)
7159	ニチノーアリピレス油剤	原液	ビフェントリン、IPBC、グリコール系溶剤、石油鎖状系溶剤	日本農薬(株)
7160	ケミプロアリピレス油剤	原液	ビフェントリン、IPBC、グリコール系溶剤、石油鎖状系溶剤	ケミプロ化成(株)
7161	ケミホルツアリピレス油剤	原液	ビフェントリン、IPBC、グリコール系溶剤、石油鎖状系溶剤	オーシカケミテック(株)
7162	コシイアリピレス油剤	原液	ビフェントリン、IPBC、グリコール系溶剤、石油鎖状系溶剤	(株)コシイプレザービング
7164	アリピレス油剤「ES」	原液	ビフェントリン、IPBC、グリコール系溶剤、石油鎖状系溶剤	住化エンビロサイエンス(株)
7165	サンヨーアリピレス油剤	原液	ビフェントリン、IPBC、グリコール系溶剤、石油鎖状系溶剤	(株)ザイエンス
7166	モクボーアリピレス油剤	原液	ビフェントリン、IPBC、グリコール系溶剤、石油鎖状系溶剤	大日本木材防腐(株)
7169	ケミホルツヘキサイドH乳剤	水10倍	BDPCP、オクタクロジプロピルエーテル、サンプラス、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、特殊溶剤(アルキレン・グリコールエーテル系)、石油鎖状系溶剤	オーシカケミテック(株)
7175	明治メトロフェン油剤	原液	エトフェンブロックス、オクタクロジプロピルエーテル、サンプラス、アルキレングリコール系溶剤、石油鎖状系溶剤	アリスタライフサイエンスアグリマート(株)
7189	フマキラーエコロフェン油剤	原液	エトフェンブロックス、IPBC、特殊溶剤(ノニルフェノール)、石油系溶剤	フマキラー(株)
7197	フマキラーエコロフェンW	水10倍	エトフェンブロックス、IPBC、水性アルキッド樹脂、非イオン系界面活性剤、グリコール系溶剤、水	フマキラー(株)
7199	エコロフェンW	水10倍	エトフェンブロックス、IPBC、水性アルキッド樹脂、非イオン系界面活性剤、グリコール系溶剤、水	三井化学アグロ(株)
7201	ハチクサン20WE/AC	水20倍	イミダクロプリド、シプロコナゾール、アニオン・ノニオン系界面活性剤、アルキッド樹脂系固着安定剤、グリコール系溶剤、高沸点芳香族石油系溶剤	バイエルクロップサイエンス(株)
7202	ハチクサン20WE/TC	水20倍	イミダクロプリド、シプロコナゾール、アルキッド樹脂系固着安定剤、アニオン・ノニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤、高沸点芳香族系溶剤	ケミプロ化成(株)
7203	ピレス30WE	水30倍	ビフェントリン、シプロコナゾール、アニオン・ノニオン系界面活性剤、アルキッド樹脂系固着安定剤、グリコール系溶剤、高沸点芳香族系溶剤	ケミプロ化成(株)
7204	アリピレス30WE	水30倍	ビフェントリン、シプロコナゾール、アニオン・ノニオン系界面活性剤、アルキッド樹脂系固着安定剤、グリコール系溶剤、高沸点芳香族系溶剤	エフエムシー・ケミカルズ(株)
7206	フマキラーエコロフェン油剤A	原液	エトフェンブロックス、IPBC、固着剤(アルキッド樹脂系)、脂肪族系石油溶剤	フマキラー(株)
7207	エコロフェン油剤IP	原液	エトフェンブロックス、IPBC、シリコン変性アルキッド樹脂、石油系溶剤(脂肪族炭化水素)	三井化学アグロ(株)
7211	ピレス油剤	原液	ビフェントリン、シプロコナゾール、アルキッド樹脂系固着安定剤、石油鎖状系溶剤、高沸点芳香族系溶剤	ケミプロ化成(株)
7215	アリデン油剤-E	原液	エトフェンブロックス、IBTE、シプロコナゾール、脂肪族系溶剤	三井化学アグロ(株)
7216	アリデン乳剤-EC	水20倍	エトフェンブロックス、IBTE、シプロコナゾール、アニオン・ノニオン系界面活性剤、脂肪族系溶剤	三井化学アグロ(株)
7217	アリデン乳剤-ES	水20倍	エトフェンブロックス、IBTE、サンプラス、アニオン・ノニオン系界面活性剤、脂肪族系溶剤	三井化学アグロ(株)

7218	サンヨー エコロフェン油剤C	原液	エトフェンブロックス、シプロコナゾール、固着剤(アルキッド樹脂系)、脂肪族系石油系溶剤	(株)ザイエンス
7219	サンヨー エコロフェンCW	水30倍	エトフェンブロックス、シプロコナゾール、固着剤(アルキッド樹脂系)、ノニオン系界面活性剤、高沸点芳香族系溶剤	(株)ザイエンス
7226	エコロフェン油剤	原液	エトフェンブロックス、シプロコナゾール、固着剤(アルキッド樹脂系)、石油脂肪系溶剤	三井化学アグロ(株)
7227	エコロフェンCW	水30倍	エトフェンブロックス、シプロコナゾール、固着剤(アルキッド樹脂系)、ノニオン系界面活性剤、高沸点芳香族系溶剤	三井化学アグロ(株)
7229	コシイシロネン油剤A	原液	シラフルオフェン、IPBC、グリコール系溶剤(安定・固着剤)、石油鎖状系溶剤	(株)コシイブレザービング
7236	コシイアリピレス 20W乳剤	水20倍	ピフェントリン、IPBC、テブコナゾール、アニオン・ノニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤、水	(株)コシイブレザービング
7241	フマキラー エコロフェン油剤C	原液	エトフェンブロックス、シプロコナゾール、固着剤(アルキッド樹脂系)、脂肪族系石油系溶剤	フマキラー(株)
7242	フマキラー エコロフェンCW	水30倍	エトフェンブロックス、シプロコナゾール、固着剤(アルキッド樹脂系)、ノニオン系界面活性剤、高沸点芳香族系溶剤	フマキラー(株)
7245	白アリパンチNS	原液	エトフェンブロックス、IBTE、シプロコナゾール、脂肪族系溶剤	泉商事(株)
7246	ハチクサンSL	水20倍	イミダクロプリド、シプロコナゾール、イソチアゾリン、アクリル系モノマー安定・固着剤、アルコール系および窒素含有系溶剤、ノニオン系界面活性剤	バイエルクロップサイエンス(株)
7247	JCハチクサンSL	水20倍	イミダクロプリド、シプロコナゾール、イソチアゾリン、アクリル系モノマー安定・固着剤、アルコール系および窒素含有系溶剤、ノニオン系界面活性剤	日本カーリット(株)
7250	アリゾールCS	原液	シラフルオフェン、シプロコナゾール、高級脂肪酸エステル系石油樹脂、溶剤(グリコール系・石油系)	大日本木材防腐(株)
7253	白アリスーパー21	原液	シラフルオフェン、シプロコナゾール、安定剤・固着剤(高級脂肪酸エステル系石油樹脂)、グリコール系溶剤・鎖状石油系溶剤	(株)吉田製油所
7254	金鳥シロネン油剤C	原液	シラフルオフェン、シプロコナゾール、安定剤・固着剤(高級脂肪酸エステル系石油樹脂)、グリコール系溶剤・鎖状石油系溶剤	大日本除蟲菊(株)
7259	ケミホルツ トップエース油剤P	原液	シラフルオフェン、IPBC、安定化剤・固着剤(高級脂肪酸エステル系アクリル樹脂)、グリコール系溶剤・脂肪族炭化水素系溶剤	オーシカケミテック(株)
7260	金鳥シロネン油剤P	原液	シラフルオフェン、IPBC、安定化剤・固着剤(高級脂肪酸エステル系アクリル樹脂)、グリコール系溶剤・脂肪族炭化水素系溶剤	大日本除蟲菊(株)
7261	マレニットトップエース 油剤C	原液	シラフルオフェン、シプロコナゾール、高級脂肪酸エステル系アクリル樹脂、グリコール系溶剤・石油系溶剤	日本マレニット(株)
7262	エバーウッド乳剤 PC30W	水30倍	バルメトリン、シプロコナゾール、アルキッド樹脂(固着剤)、ノニオン系界面活性剤(乳化剤)、グリコール系溶剤(溶剤1)、アルコール系溶剤(溶剤2)	住化エンビロサイエンス(株)
7265	ケミプロ シロネン油剤C	原液	シラフルオフェン、シプロコナゾール、安定剤・固着剤(高級脂肪酸エステル・石油系樹脂)、グリコール系溶剤、脂肪族炭化水素系溶剤	ケミプロ化成(株)
7267	白アリバイオサイド	原液	エトフェンブロックス、IPBC、固着剤(アルキッド樹脂系)、脂肪族系石油系溶剤	(株)吉田製油所
7268	エクスマン 木部処理乳剤C	水30倍	バルメトリン、シプロコナゾール、固着剤(アルキッド系樹脂)、乳化剤(ノニオン系界面活性剤)、溶剤(グリコール系)、溶剤(アルコール系)	住友化学(株)
7270	水性キシラモン3W	水3倍	クロチアニジン、プロピコナゾール、IPBC、ノニオン系界面活性剤、植物性油脂、溶剤(グリコール系高沸点炭化水素及び高沸点アルコール)	日本エンバイロケミカルズ(株)
7271	キシラモントラッド	原液	クロチアニジン、プロピコナゾール、テブコナゾール、固着剤(合成樹脂)、溶剤(グリコール系及び高沸点炭化水素系)	日本エンバイロケミカルズ(株)
7273	トラッカー50EW-A	水50倍	トラロトリンMUP(トラロトリンとして2.5%)、シプロコナゾール(防腐剤)、アクリル系樹脂エマルジョン(固着剤)、ノニオン系界面活性剤(分散剤)、香料、精製水	住化エンビロサイエンス(株)
7274	アリンコス油剤C	原液	シラフルオフェン、シプロコナゾール、高級脂肪酸エステル系石油樹脂、グリコール系溶剤、石油系溶剤	泉商事(株)
7276	アクアアリゾール	水18倍	トラロトリン、シプロコナゾール、カチオン系界面活性剤、ノニオン系界面活性剤、ソルフィット(溶剤)、水	大日本木材防腐(株)
7277	水性白アリスーパー	水18倍	トラロトリン、シプロコナゾール、カチオン系界面活性剤、ノニオン系界面活性剤、ソルフィット(溶剤)、水	(株)吉田製油所
7279	コシマックスBF20乳剤	水20倍	ピフェントリン、テブコナゾール、プロピコナゾール、ノニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤A、グリコール系溶剤B、水	(株)コシイブレザービング
7280	アリピレス木部乳剤20	水20倍	ピフェントリン、テブコナゾール、IPBC、ノニオン・アニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤、水	エフエムシー・ケミカルズ(株)
7281	ニチノーアリピレス 木部乳剤20	水20倍	ピフェントリン、テブコナゾール、IPBC、ノニオン・アニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤、水	日本農薬(株)
7283	アリピレス木部乳剤20 「ES」	水20倍	ピフェントリン、テブコナゾール、IPBC、ノニオン・アニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤、水	住化エンビロサイエンス(株)
7285	ケミホルツアリピレス 木部乳剤20	水20倍	ピフェントリン、テブコナゾール、IPBC、ノニオン・アニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤、水	オーシカケミテック(株)
7287	オブティガード20EC	水20倍	チアメキサム、シプロコナゾール、チアベンダゾール、アニオン・ノニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤	シンジェンタジャパン(株)
7288	ケミプロ オブティガード20EC	水20倍	チアメキサム、シプロコナゾール、チアベンダゾール、アニオン・ノニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤	ケミプロ化成(株)
7289	ケミホルツ オブティガード20EC	水20倍	チアメキサム、シプロコナゾール、チアベンダゾール、アニオン・ノニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤	オーシカケミテック(株)
7291	オブティガード 20EC「ES」	水20倍	チアメキサム、シプロコナゾール、チアベンダゾール、アニオン・ノニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤	住化エンビロサイエンス(株)

7292	サンヨー オブティガード20EC	水20倍	チアマトキサム、シプロコナゾール、チアベンダゾール、アニオン・ノニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤	(株)ゼイエンス
7293	モクボー オブティガード20EC	水20倍	チアマトキサム、シプロコナゾール、チアベンダゾール、アニオン・ノニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤	大日本木材防腐(株)
7296	木部用天然ピレトリン MC「ES」	水20倍	ピレトリン(防蟻成分)、ヘキサコナゾール(防腐成分)、不活性抽出物(シロバナムシヨケギク)、カプセル皮膜(ポリウレタン系樹脂)、分散剤、増粘剤(天然系/無機系増粘剤)、安定化剤(チアゾリン系防腐剤)、エステル系溶剤、精製水	住化エンビロサイエンス(株)
7297	ミケブロック乳剤 (木部処理用)「AC」	水50倍	ジノテフラン、F-69、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、石油環状系溶剤、脂肪族系溶剤、	三井化学アグロ(株)
7298	ミケブロック乳剤 (木部処理用)	水50倍	ジノテフラン、F-69、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、石油環状系溶剤、脂肪族系溶剤、	三井化学アグロ(株)
7299	AGMミケブロック 乳剤(木部処理用)	水50倍	ジノテフラン、F-69、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、石油環状系溶剤、脂肪族系溶剤、	アリストライフサイエンス アグリマート(株)
7301	白アリミケブロック (木部処理用)	水50倍	ジノテフラン、F-69、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、石油環状系溶剤、脂肪族系溶剤、	(株)吉田製油所
7302	ラロール乳剤「ES」	水20倍	ジノテフラン(防蟻成分)、ヘキサコナゾール(防腐成分)、芳香族溶剤(溶剤1)、グリコール系溶剤(溶剤2)、含窒素環状溶剤(溶剤3)、精製水(溶剤4)、エステル系化合物(固着剤)、ノニオン系界面活性剤(乳化剤)	住化エンビロサイエンス(株)
7303	ララップMC-A 木部処理剤「ES」	水50倍	d・d-T-シフェトリンマイクロカプセル(ララップマイクロカプセル)、シプロコナゾール、アクリル系樹脂エマルジョン(固着剤)、ノニオン系界面活性剤(分散剤)、香料、精製水	住化エンビロサイエンス(株)
7304	ララップMC 木部処理剤	水50倍	d・d-T-シフェトリンマイクロカプセル(ララップマイクロカプセル)、シプロコナゾール、アクリル系樹脂エマルジョン(固着剤)、ノニオン系界面活性剤(分散剤)、香料、精製水	住友化学(株)
7305	アリピレス20WSE	水20倍	ピフェントリン、ヘキサコナゾール、高沸点芳香族系溶剤、アニオン・ノニオン系界面活性剤、増粘剤、水	エフエムシー・ケミカルズ(株)
7306	ニチノー アリピレス20WSE	水20倍	ピフェントリン、ヘキサコナゾール、高沸点芳香族系溶剤、アニオン・ノニオン系界面活性剤、増粘剤、水	日本農薬(株)
7308	木部用キクトップMC	水20倍	ピレトリン、ヘキサコナゾール、カプセル被膜(ポリウレタン系樹脂)、分散剤(水溶性高分子)、増粘剤(天然系増粘剤)、安定化剤(チアゾリン系防腐剤)、精製水	住化エンビロサイエンス(株)
7309	シロネン 木部用水性乳剤	水20倍	防蟻成分シラフルオフェン、防腐成分シプロコナゾール、防黴成分IF-NR、乳化剤アニオン・ノニオン系グリコール系溶剤、安定化剤・固着剤アクリル系樹脂、消泡剤・鉱油系消泡剤、溶剤水	大日本除虫菊(株)
7310	ケミプロシロネン 木部用水性乳剤	水20倍	防蟻成分シラフルオフェン、防腐成分シプロコナゾール、防黴成分IF-NR、乳化剤アニオン・ノニオン系グリコール系溶剤、安定化剤・固着剤アクリル系樹脂、消泡剤・鉱油系消泡剤、溶剤水	ケミプロ化成(株)
7312	FTSララップMC 木部処理剤	水50倍	d・d-T-シフェトリンマイクロカプセル(ララップマイクロカプセル)、シプロコナゾール、アクリル系樹脂エマルジョン(固着剤)、ノニオン系界面活性剤(分散剤)、香料、精製水	フマキラー・トータルシステム(株)
7313	タケロックSP20W	水20倍	クロチアニジンマイクロカプセル、IPBC、プロピコナゾール、ノニオン系界面活性剤、アクリルシリコン系水性樹脂、ポリアクリル酸系増粘剤、精製水	日本エンバイロケミカルズ(株)
7314	アクアアリゾールTC	水18倍	(防蟻成分)チアマトキサム、(防腐成分)シプロコナゾール、(防腐成分)IPBC、乳化剤(カチオン及びノニオン系界面活性剤、(溶剤)グリコール系溶剤、水	大日本木材防腐(株)
7315	ザモックス20WE	水20倍	(防蟻成分)チアマトキサム、(防腐成分)シプロコナゾール、(防腐成分)IPBC、(展着剤)アクリル系樹脂系展着・固着剤、(分散剤)非イオン界面活性剤、鉱物油系消泡剤、グリコール系溶剤	シンジェンタジャパン(株)
7316	ケミプロ ザモックス20WE	水20倍	(防蟻成分)チアマトキサム、(防腐成分)シプロコナゾール、(防腐成分)IPBC、(展着剤)アクリル系樹脂系展着・固着剤、(分散剤)非イオン界面活性剤、鉱物油系消泡剤、グリコール系溶剤	ケミプロ化成(株)
7317	エバーウッド乳剤 HP30	水30倍	(防蟻成分)ペルメトリン、(防腐成分)ヘキサコナゾール、(溶剤1)グリコール系、(溶剤2)グリコール系、(溶剤3)含窒素環状溶剤、(乳化剤)ノニオン系界面活性剤	住化エンビロサイエンス(株)
7318	ハチクサンME	水20倍	イミダクロプリド、シプロコナゾール、IF-NR、アニオン・ノニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤、水	バイエルクロップサイエンス(株)
7319	ハチクサンME/cp	水20倍	イミダクロプリド、シプロコナゾール、IF-NR、アニオン・ノニオン系界面活性剤、グリコール系溶剤、水	ケミプロ化成(株)
7320	水性白アリスーパーEx	水18倍	(防蟻成分)チアマトキサム、(防腐成分)シプロコナゾール、(防腐成分)IPBC、(乳化剤)カチオン及びノニオン系界面活性剤、(溶剤)グリコール系溶剤、水	(株)吉田製油所

防蟻材料および施工認定一覧

認定No.	工法名	商品名	含有する成分	会社名
第7号	発泡施工法	アリピレスME・アリピレスME2	ビフェントリン	日本農薬(株)
第8号	発泡施工法	メロフェン乳剤	エトフェンブロックス	三井化学アグロ(株)
第13号	土壌表面シート敷設工法	アリダンSV工法II	シラフルオフェン	フクビ化学工業(株)
第14号	土壌表面シート敷設工法	アリダンSV-C工法II	シラフルオフェン	フクビ化学工業(株)
第15号	土壌表面シート敷設・ コンクリート打設工法	ターミダンシート	ビフェントリン	エフエムシー・ケミカルズ(株)
第16号	土壌表面シート敷設工法	ターミダンシート「ES」	ビフェントリン	住化エンビロサイエンス(株)
第17号	土壌表面シート敷設工法	コシイ ターミダンシート	ビフェントリン	(株)コシイブレザービング
第20号	土壌表面皮膜形成工法	新クリーンバリヤ	イミダクロプリド、クロルフェナピル	(株)日本衛生センター
第21号	土壌表面シート敷設・ コンクリート打設工法	ターミダンシートL	ビフェントリン	エフエムシー・ケミカルズ(株)

乾材シロアリ用駆除薬剤登録一覧

登録No.	商品名	希釈倍率	主成分の組成	会社名
第1号	アリピレスFL	水150倍	ビフェントリン、界面活性剤(ノニオン・アニオン系)、増粘剤(天然ガム類)、凍結防止剤(グリコール系)、消泡剤(シリコン系)、水	エフエムシー・ケミカルズ(株)
第2号	ハチクサンFL	水200倍	イミダクロプリド、凍結防止剤(プロピレングリコール)、アニオン・ノニオン系界面活性剤、水	バイエルクロップサイエンス(株)
第3号	ステルスSC	水200倍	クロルフェナピル、凍結防止剤(グリコール系)、増粘剤(天然系)、水、分散剤等(アニオン系ノニオン系界面活性剤)	BASFジャパン(株)
第4号	ミケブロック	水100倍	ジノテフラン、アニオン系界面活性剤、鉍物質、食用青色系色素、天然物系増量剤	三井化学アグロ(株)
第5号	ミケブロック乳剤 (木部処理用)	水50倍	ジノテフラン、F-69、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、石油環状系溶剤、脂肪族系溶剤	三井化学アグロ(株)
第6号	オブティガードZT	水200倍	チアムキサム、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、凍結防止剤(グリコール系)、消泡剤(シリコン系)、増粘剤(天然[植物]系)、防ばい剤(イソチアゾリン系)、pH調整剤(弱酸性水)、水	シンジェンタジャパン(株)
第7号	白アリミケブロック (木部処理用)	水50倍	ジノテフラン、F-69、界面活性剤(アニオン・ノニオン系)、石油環状系溶剤、脂肪族系溶剤	(株)吉田製油所
第8号	タケロックMC50 スーパード	水50倍	クロチアニジン、カプセル皮膜(合成樹脂)、水溶性高分子分散剤、グリコール系溶剤、天然物系増粘剤、高沸点芳香族溶剤、精製水	日本エンバイロケミカルズ(株)
第9号	タケロックSP20W	水20倍	クロチアニジンのマイクロカプセル、IPBC、プロピコナゾール、ノニオン系界面活性剤、アクリルシリコン系水性樹脂、ボリアクリル酸系増粘剤、精製水	日本エンバイロケミカルズ(株)
第10号	キンラモントラッド	原液	クロチアニジン、プロピコナゾール、テブコナゾール、固着剤(合成樹脂)、溶剤(グリコール系及び高沸点炭化水素系)	日本エンバイロケミカルズ(株)

床下調湿材料登録一覧

登録No.	商品名	製品の形状	標準使用量	会社名
第1号	ヘルスグレイ	稚内珪藻頁岩不織布・防湿シート袋詰	12袋/3.3㎡	オーシカケミテック(株)
第4号	オパールライト	稚内珪藻頁岩粒状20kg袋入り	23.1kg/3.3㎡/施工厚10mm以上	オーシカケミテック(株)
第5号	グレートバリヤ	天然鉱石ゼオライト粒状10kg袋入り	39.6kg/3.3㎡/施工厚15mm	(株)日本衛生センター
第9号	ニチノストーン	天然鉱石ゼオライト粒状10kg袋入り	33kg/3.3㎡/施工厚15mm	日本農薬(株)
第10号	セピトール(マット)	天然鉱物セピオライト不織布・防湿シート袋詰	14~16袋/3.3㎡	紅大貿易(株)
第11号	セピトール(バック)	天然鉱物セピオライト粒状10kg袋入り	20~30kg/3.3㎡/施工厚15mm	紅大貿易(株)
第12号	オパールライトMT	稚内珪藻頁岩不織布・防湿シート袋詰	12袋/3.3㎡	オーシカケミテック(株)

物理的工法登録一覧

登録No.	商品名	製品の形状	使用方法	会社名
第1号	防蟻床束	金属製の床束	床束として用いる	エース消毒(株)

ベイト工法登録一覧

登録No.	商品名	製品の形状	対象とするシロアリの種類	会社名
第1号	エクステラ	維持管理型シロアリ防除システム	ヤマトシロアリ・イエシロアリ	エンシステックス・ジャパン(有)
第2号	ファーストライン	維持管理型シロアリ防除システム	ヤマトシロアリ・イエシロアリ	エフエムシー・ケミカルズ(株)
第3号	サブステック	維持管理型シロアリ防除システム	ヤマトシロアリ・イエシロアリ	住化エンビロサイエンス(株)
第4号	バイオスAS	維持管理型シロアリ防除システム	ヤマトシロアリ・イエシロアリ	ジオファーム(株)
第5号	スミケア	維持管理型シロアリ防除システム	ヤマトシロアリ・イエシロアリ	住友化学(株)
第6号	セントリコン・システム (リクルートII)	維持管理型シロアリ防除システム	ヤマトシロアリ・イエシロアリ	ダウ・ケミカル日本(株)
第7号	サブステックミニ	維持管理型シロアリ防除システム	ヤマトシロアリ・イエシロアリ	住化エンビロサイエンス(株)
第8号	C&Fベイトシステム	維持管理型シロアリ防除システム	ヤマトシロアリ・イエシロアリ	(株)バックアップ

<協会からのインフォメーション>

見玉純一氏国土交通大臣表彰受賞



このたび本協会副会長，合資会社宮崎病虫害防除コンサルタント代表社員見玉純一氏は，多年建築物管理業に精励するとともに関係団体の役員として業界の発展に寄与したご功績により，平成22年建設事業関係功労者表彰において国土交通大臣表彰の栄に浴されました。

皆様とともにお祝い申し上げます。



．．．出版のご案内．．．

社団法人 日本しろあり対策協会発行物一覧

図 書 名	価格(税込)	会員価格	送 料
シロアリと防除対策	3,150円	—	350円
しろあり及び腐朽防除施工の基礎知識 (防除施工士受験用テキスト・2010年版)	2,500円	—	350円
試験問題集 (2010年版)	3,500円	—	350円
防虫・防腐用語事典 (改訂版)	1,500円	1,000円	350円
防除施工標準仕様書	300円	—	350円
しろあり防除施工における安全管理基準	500円	—	350円
機関誌「しろあり」(年2回発行)	1,000円	—	350円
情報誌「agreeable」(年4回発行)	500円	—	350円
会員名簿 (22年版)	3,500円	2,500円	350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	—	350円
会員のみ頒布			
しろあり防除(予防・駆除)薬剤の安全性	2,000円	—	350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	—	350円
蟻害・腐朽検査員のみ頒布			
現場調査補助写真集	2,500円	—	350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	—	350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)