

しろあり

Termite Journal

2013 7
No.160



目次

報 文

- 木造建築物におけるシロアリ食害の非破壊検出のための
アコースティック・エミッションおよびガスモニタリング法の開発
..... 築 瀬 佳 之 … (1)
- R N A干渉技術を用いたシロアリ駆除の可能性 …………… 板 倉 修 司 … (7)
- 気密性能測定値で比較するトビイロケアリが侵入した
高气密高断熱家屋と非侵入家屋 …………… 青 山 達 哉 … (14)
- 静岡市蒲原東部コミュニティセンター
外周壁劣化点検報告書 …………… 矢 田 茂 樹 … (20)

解 説

- 京都議定書第二約束期間における木材の扱いについて … 恒 次 祐 子 … (32)

トピックス

- シロアリ界のゆるキャラ …………… 木 原 久美子 … (37)

表紙写真：秩父宮別邸（御殿場市指定文化財）
所在地：静岡県御殿場市東中田1506-26

木造草葺平屋建てで、元蔵相の男爵井上準之助の別荘だったものを宮家が購入し、秩父宮御別邸とされたものです。元々1723年（享保8年）に建築され、昭和2年に現在の御殿場市東中田に移築されました。平成24年4月6日中部地区しろあり対策協会にて、蟻害・腐朽検査を実施しています。
写真提供：山島真雄

CONTENTS

REPORTS

- Development of Acoustic Emission and Gas Monitoring Methods for
Nondestructive Detection of Termite Attack on Wooden Structures
..... Yoshiyuki YANASE ... (1)
- Possible Application of RNA Interference in Termite Control
..... Shuji ITAKURA ... (7)
- Effect of Infestation of *Lasius japonicus* Santschi against Insulation
Materials on Air-tight Performance of the Externally Insulated
Wooden Houses in Hokkaido Tatsuya AOYAMA ... (14)
- A Report on Deterioration Survey of Exterior Walls of
“ Shizuokashi Kanbara-tobu Community Center ” Shigeki YADA ... (20)

COMMENTARY

- The Treatment of Harvested Wood Products in the Second Commitment Period
..... Yuko TSUNETSUGU ... (32)

TOPICS

- Heartwarming Mascot-like Characters of Termite..... Kumiko KIHARA ... (37)

木造建築物におけるシロアリ食害の非破壊検出のための アコースティック・エミッションおよびガスモニタリング法の開発

京都大学大学院農学研究科 築瀬 佳之

1. はじめに

木造建築物を蟻害や腐朽から護り、その耐久性を向上するための方法として、これまで建築時や維持管理の場において、防蟻や防腐薬剤を用いる方法が開発され、一般化してきた。しかし近年では、これらの薬剤の人体や環境への影響に対する懸念から、薬剤を使用しない方法への転換が求められつつある。

化学薬剤などによる予防的手段に依存せず、長期にわたり木造建築物をシロアリの食害から護るためには、これを初期段階で発見し、早期に処置することが必要となる。しかしシロアリによる食害は、部材や壁等の構造体の内部で密かに進行し、目視検査では検出が困難であるため、その検出には非破壊的な手段が必要となる。

木材のシロアリ食害（職蟻の摂食活動による被害）を非破壊的に検出する手法は、比較的古くより検討され、既にいくつかの方法が提案されている。その内、シロアリの摂食活動に伴って発生する微弱な弾性波をアコースティック・エミッション（AE）として検出する手法は、初期段階の食害も検出できるが、多くの部材から構成される木造建築物に適用するためには、AEの効率的な検出法の開発が課題である。また、訓練された犬はシロアリコロニーから発生するにおいを精度よく判別できるが、犬の訓練には多大な費用と時間がかかるため、犬に代わるガス検出法の開発が強く望ま

れている。このような背景から、シロアリの摂食活動で発生するAEの木造建築部材における効率的な検出と、シロアリの代謝ガスの半導体式ガスセンサによる検出について検討した一連の研究を紹介する。

2. AEセンサとしてのポリフッ化ビニリデンフィルムの利用

従来使用されているAEセンサは、圧電素子ジルコン酸チタン酸鉛（以下PZTと略す。）を円筒形のケースで覆っているため、高さ22～40mm、直径8～12mmという大きさである。そのため取り付け位置が制限されること、また曲面などへの取り付けも困難になることから、このセンサに代わる新しいAEセンサの開発を試みる必要がある。そこで圧電性高分子ポリフッ化ビニリデン（以下PVDFと略す。）フィルムに着目し、そのAE検出特性について検討した。一軸延伸処理されたPVDFフィルムは厚さ40 μ mで非常に薄いため、曲面や隙間などにも取り付けることが可能である（写真1）。またカッターナイフなどを使って自由に形状を加工することができるため、取り付け位置の制限がAEセンサよりも小さくなる。PVDFフィルムのAEセンサとしての特性を明らかにするため、疑似AE（シャープペンシル芯の圧折）およびシロアリ食害活動をAE源としたときの信号出力を測定し、通常のPZTセンサと比較した。その結果、木材試料の繊維方向とAE波の伝搬

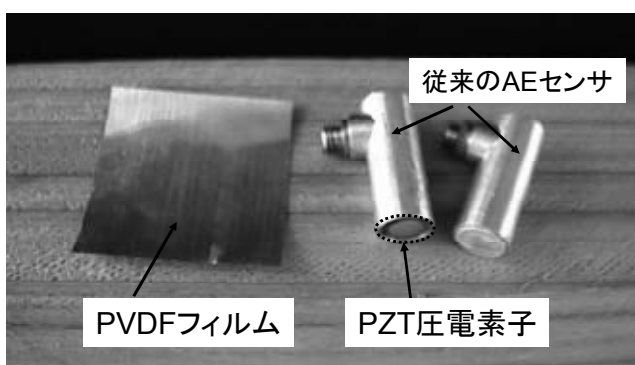


写真1 PVDFフィルムと従来型AEセンサ（PZT圧電素子）

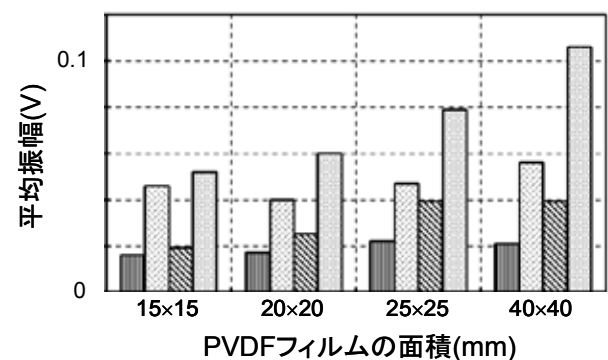


図1 PVDFフィルムの面積と検出疑似AEの平均振幅の関係

方向やフィルムの延伸方向を組み合わせた実験条件で、PVDFフィルム（40 μ m厚、15～40mm角）の検出感度は、PZTセンサよりも低いですが、面積が大きいほど高くなった（図1）。また検出感度を高めるために、PVDFフィルム（25mm角）を3枚積層して、イエシロアリ（*Coptotermes formosanus*）の食害AEの検出を試みた。その結果、イエシロアリを木材に封入してから3時間の累積AE事象数は、フィルムが単層の場合はPZTセンサの約1/12であるが、3枚積層の場合は約1/5になることがわかり、フィルムの大面積化と積層化によって、検出感度が高くなることが明らかになった（図2）。

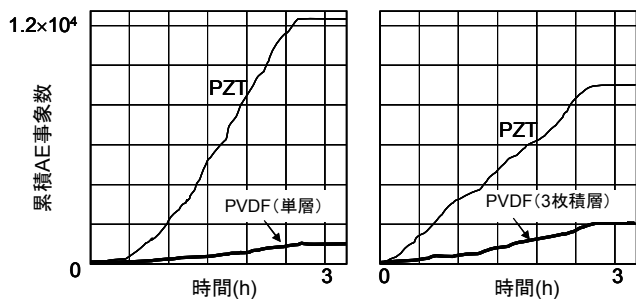


図2 PVDFとPZTで検出したシロアリ食害AEの累積事象数の時間変化

3. シロアリ食害によって発生するAE検出への鋼製ウェーブガイドの利用

木材中のAE波の減衰は非常に大きく、そのため伝搬距離が短くなり、1個のセンサでの監視領域は小さくなる。そこで、AE波がほとんど減衰することなく伝搬する金属材料を介することによって、より検出範囲が広がると考えられる。木造建築部材とAEセンサの音響的な接触面積の拡大を狙った鋼製プレート、および壁の内部にある木材部材とAEセンサの音響的な結合を狙った鋼製ニードルのウェーブガイドとしての特性を、疑似AEおよびシロアリ食害活動によるAEを用いて検討した。その結果、疑似AE信号の振幅は、プレートの厚さには影響されず、面積が大きいほど大きく、面積が30 \times 30 mm²以上ではAEセンサを直接木材に取り付けた場合（平均振幅4.42V）よりも大きくなった（図3）。プレートをを用いることによってAE波が増幅される効果はないことから、様々な振幅を含んだAE波を効率よく検出したと考えられる。またイエシロアリの食害活動を監視したときの累積AE事象数は、プレートを介した方が介さない場合よりも大きくなり、シロアリ食害AEの検出性能が向上することが明らかになった（図4）。

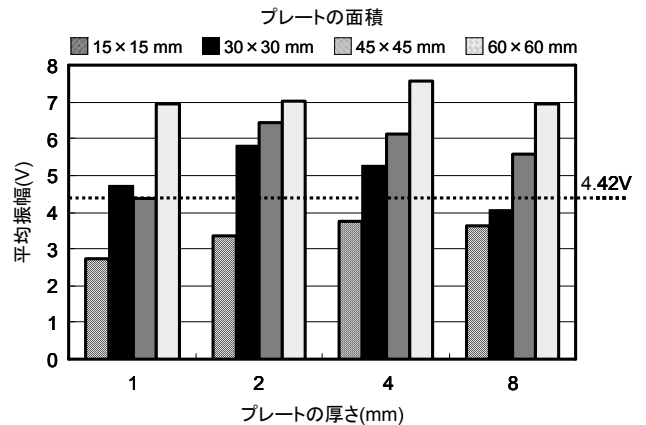


図3 プレートの厚さおよび面積と検出疑似AEの平均振幅の関係
4.42Vはプレートを介さなかった場合の平均振幅を示す。

一方、ニードル型ウェーブガイド（図5）を用いて、実際の木造住宅内のイエシロアリ食害を検出した。石膏ボードと壁紙によって壁内の部材が見えないため、また石膏ボード内ではAE波の減衰が大きく、伝搬しないため、壁表面からニードルを部材まで貫通することによって、部材内部の食害AEを検出することを試みた。その結果、壁内でのシロアリの食害活動を良好に検出できた。特に、5分間当たりのAE事象数が最も

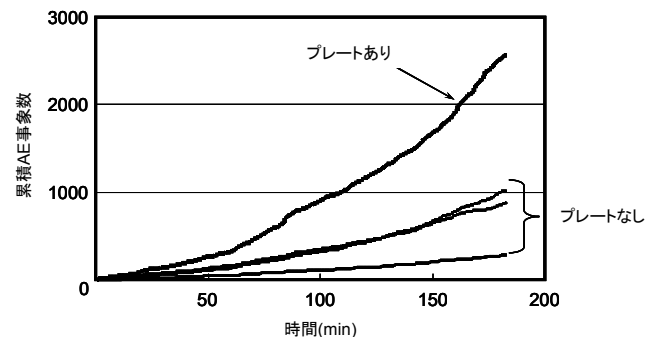


図4 プレートの有無によって検出したシロアリ食害AEの累積事象数の時間変化

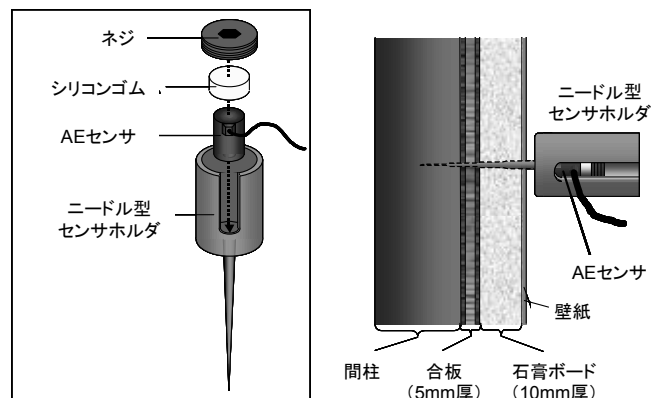


図5 ニードル型ウェーブガイドの構造（左）と壁面への取り付け状況（右）

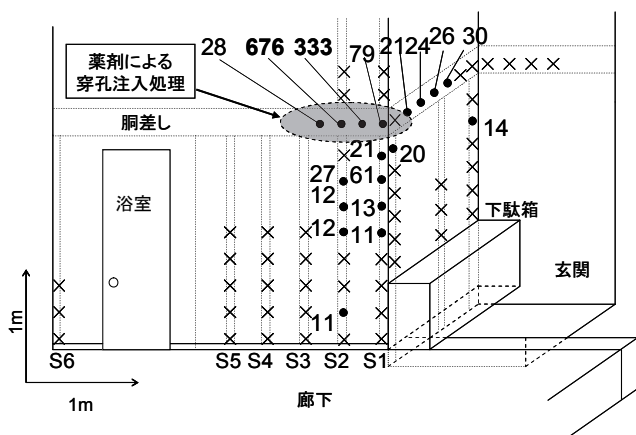


図6 壁パネル内の間柱と胴差での5分間当たりのAE事象発生率 ×はAEが検出されなかった測定点を、●はAEが検出された測定点を示し、そこでの数字は5分間当たりのAE事象発生率を示す。S1～6は間柱の番号を示す。

大きかった部分(図6)については、薬剤による穿孔注入処理を行い、再度AE計測を行った結果、AEは検出されず、シロアリは死滅したと判断した。

4. 半導体式ガスセンサを用いたシロアリから発生する代謝ガス検出

におい(分子量300以下の物質)、水素、メタンをそれぞれ選択的に検出する半導体式ガスセンサ(写真2)のシロアリ探知への利用可能性を検討するため、これらのセンサを用いてイエシロアリの頭数が異なる4グループ(職蟻と兵蟻の割合が10:1で、頭数が110~1100)を異なる食餌条件で容器内に封入したときの10時間後のガス濃度を測定した。各頭数や食餌条件における3種類のガスセンサで検出したガス濃度を図7に示す。においセンサは、密閉した容器内に封入したイエシロアリ100頭以上の集団について、シロアリから発生するにおい成分を検出したが、同時に容器内の木材のにおい成分の影響も受けた。メタンセンサは、オフセット電圧の影響で容器内が空の状態でも300ppmを示したが、シロアリの食害活性に応じて変化するメ

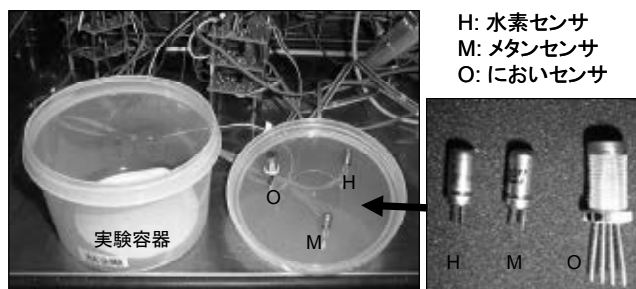


写真2 半導体式ガスセンサ(におい、水素、メタン選択性)

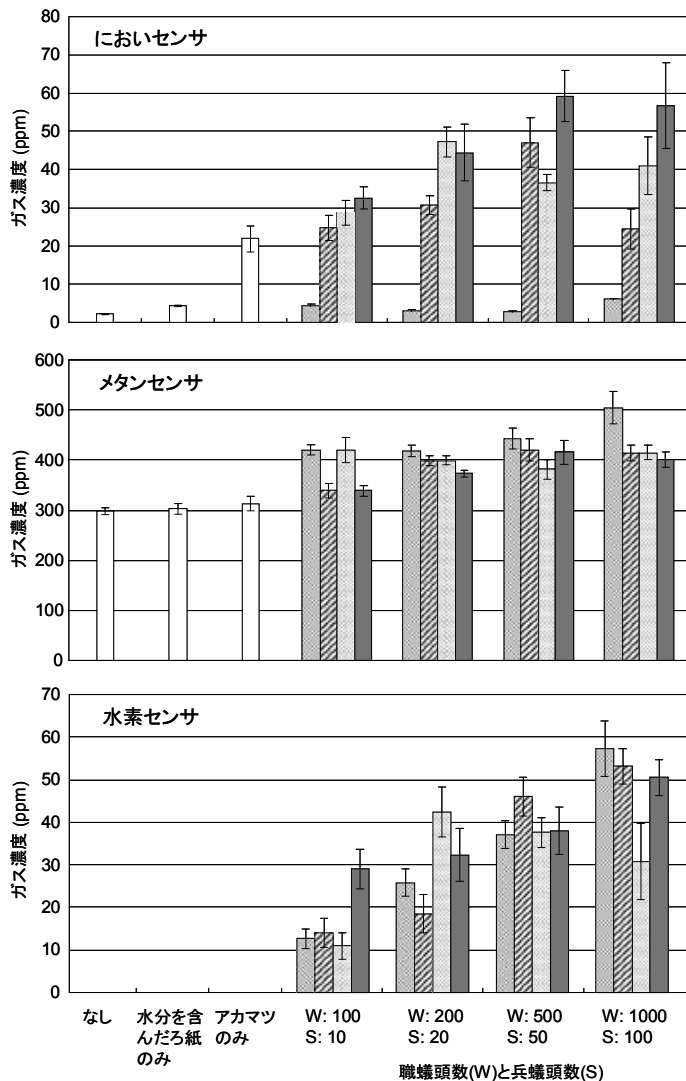


図7 イエシロアリの頭数および餌条件におけるガス濃度

タンを検出することができ、最大で約100 ppm程度の濃度上昇を示した。水素センサは、最大で50ppm程度の濃度を示したが、頭数の変化に対する濃度変化がメタンセンサより敏感であった。また水素は兵蟻からはほとんど検出されなかったことから、検出された水素は職蟻から発生しているものと判断された。シロアリが生息する土壌などにはメタンを発生する菌類も存在することから、シロアリ検出用のセンサとしてはメタンセンサよりも水素センサの方が適していると結論付けられた。

5. 半導体式ガスアナライザを用いたシロアリから発生する水素およびメタン濃度の評価

水素とメタンに対して高感度な半導体式ガスセンサが備わったガスアナライザ(写真3)を用いて、シロアリの摂食によって発生する水素とメタン濃度を定量

的に評価した。シロアリを封入した容器内の水素とメタンの濃度に及ぼすシロアリ頭数(22 ~ 550), 食餌(木材片の有無), 飼養温度(5 ~ 45° C), シロアリ種(イエシロアリ, ヤマトシロアリ (*Reticulitermes speratus*), アメリカカンザイシロアリ (*Incisitermes minor*), ネバダオオシロアリ (*Zootermopsis nevadensis*)) の影響を検討するため, 各種のシロアリグループを封入して1日経過した容器からガスサンプルを採取し, ガスアナライザを用いて濃度を測定した。

図8は, 餌としてアカマツ試料片を瓶内に入れた場合と入れなかった場合についての各構成頭数における水素およびメタン濃度を示す。シロアリの頭数が多くなるにつれて, 水素およびメタン濃度は大きくなっ



写真3 半導体式ガスアナライザ

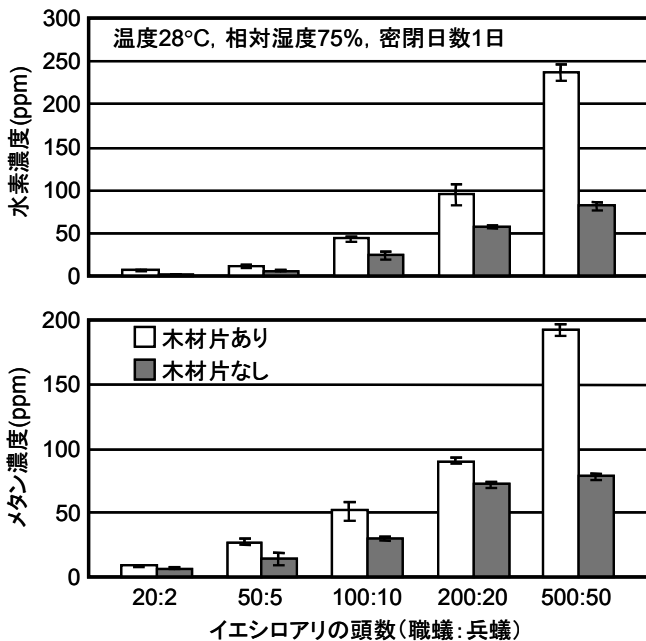


図8 イエシロアリの各構成頭数における水素およびメタン濃度

た。また, どの構成頭数においても, 餌として木片のある容器の方が, なしの容器よりも水素およびメタン濃度は高くなった。したがってイエシロアリの職蟻が木材を摂食することによってより多くの水素およびメタンが放出されることがわかった。

図9のように, 水素およびメタン濃度は, 容器内の温度が35° Cで最も高く, イエシロアリの活性が高いと考えられる。また15° Cと5° Cで濃度は最低となり, 目視からもシロアリの活性が低下していることが観察された。45° Cでは全てのイエシロアリが数時間で死滅したため, ガス濃度は低くなった。

図10は, 4種のシロアリにおける容器密閉後24時間の水素およびメタン濃度を示す。同じ頭数で比較する

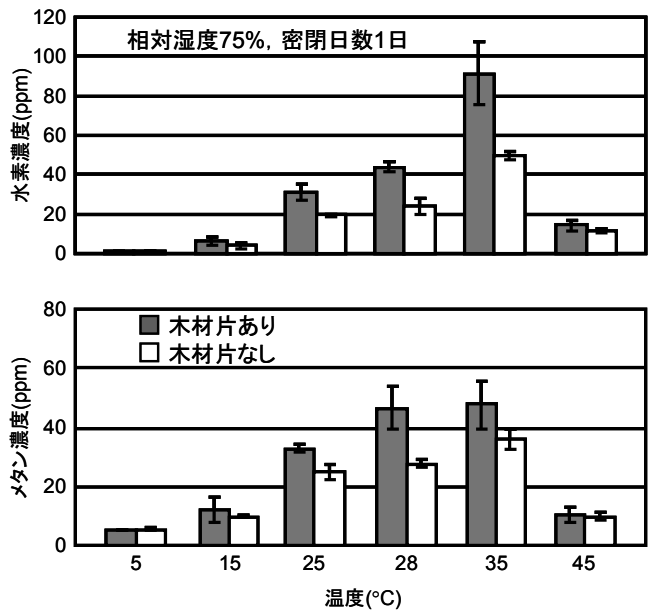


図9 イエシロアリの各温度条件における水素およびメタン濃度

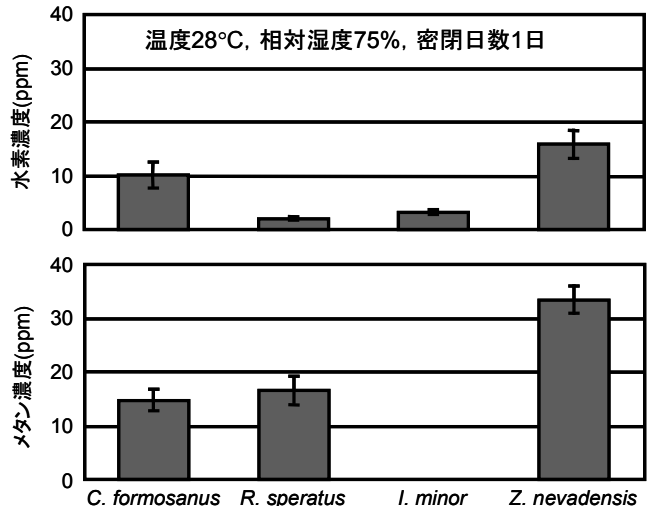


図10 4種のシロアリから発生する水素およびメタン濃度

と、一個体あたりの重量が最も大きいネバダオオシロアリから最も多く水素が検出され、一個体あたりの重量が最も小さいヤマトシロアリから検出される水素が最も少なかった。アメリカカンザイシロアリは、一個体あたりの重量はネバダオオシロアリの次に大きいですが、水素濃度はイエシロアリに比べて明らかに少なかった。メタンについても、水素濃度と同様にネバダオオシロアリから最も多く検出された。また、ヤマトシロアリからは、イエシロアリより高濃度のメタンが検出され、アメリカカンザイシロアリからはメタンは検出されなかった。土壌との接触がないアメリカカンザイシロアリは土壌中のメタン菌を体内に取り込む確率が低く、そのためにメタンが検出されなかったと考えられる。

6. 強制換気におけるシロアリから発生する水素およびメタンの測定

密閉環境でのガス検出は、定性・定量的な計測が可能となる一方、酸欠によりシロアリの活性は3日程度で低下することが確認された。そこで、より自然な環境で長期的にガス計測を行うために、イエシロアリの職蟻200頭と兵蟻20頭を容器に封入し、エアポンプを用いて流量25ml/hで容器内を強制換気した。48時間ごとに餌のろ紙を与える（摂食時）、取り去る（非摂食時）操作を行い、非摂食-摂食のサイクルを連続して3回（12日間）繰り返した。その際、一定時間ごとにガスアナライザでガス濃度を測定した。図11は、220

頭のイエシロアリの3グループについて、12日間非摂食-摂食のサイクルを繰り返した時の水素濃度の変化を示す。イエシロアリについては換気することによって、ガスアナライザで検出するのに十分なメタンの濃度が得られなかった。水素については、ろ紙の投入後4時間程度で濃度が最大となり、12日間シロアリの活性が低下することなく、水素の測定が可能であった。

また、イエシロアリの摂食活動と水素発生の関係について検討するため、強制換気下において、水素の検出と摂食活動によって発生するAE検出を同時に行った。AEセンサを取り付けたオウシュウアカマツ (*Pinus sylvestris*) 試料片をイエシロアリの職蟻200頭と兵蟻20頭とともに容器に封入し、AEとガス計測を行った。その結果、図12のように、AE事象率がピーク値を示してから数時間後に水素濃度がピーク値を示す傾向が見られ、これは摂食活動（木材をかじる行動）によるAE発生と、腸内での木材消費から発生する水素の間に遅れが生じたためだと考えられる。

密閉環境下では容器内の温度を調整することは容易でも、湿度を調整することは困難であったが、強制換気によって、一定の湿度に調整した空気を容器内に送り込むことによって、容器内の湿度を調整することが可能となった。そこで、ガス濃度に及ぼす容器内の相対湿度の影響についても検討した。図13は、各相対湿度において、シロアリを封入してから24時間後の水素濃度を示す。なお、本実験では、室内飼育と野外生息コロニーのイエシロアリ、および野外生息コロニーのヤ

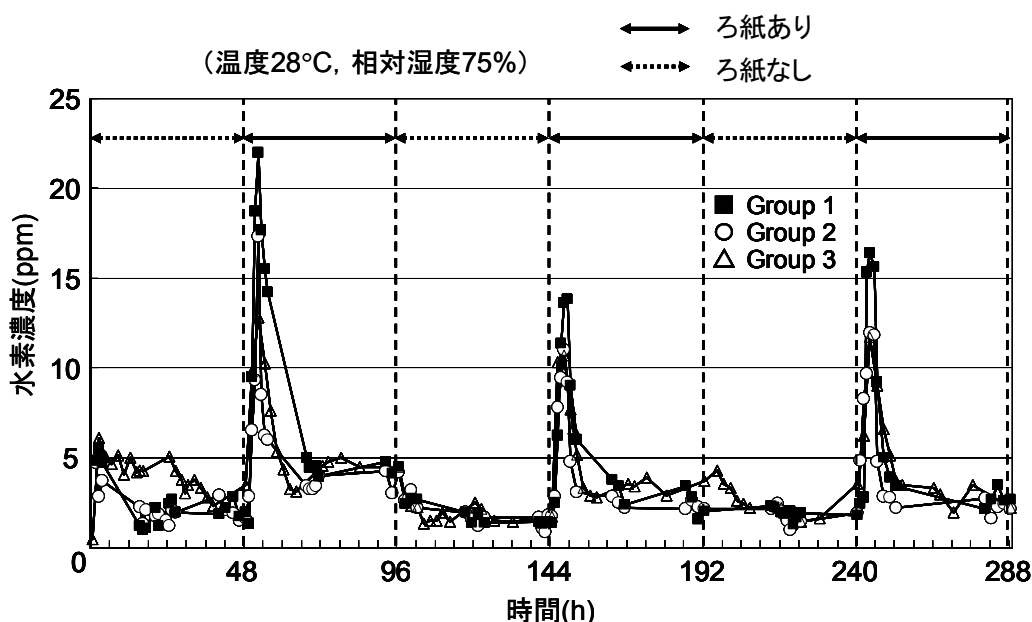


図11 イエシロアリの摂食時、非摂食時における水素濃度の時間変化

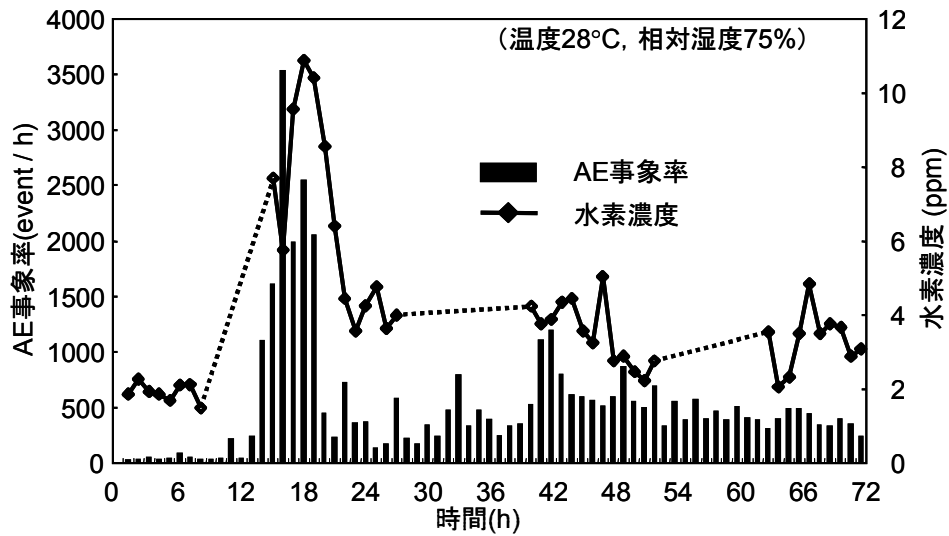


図12 イエシロアリの摂食活動によるAE発生と代謝による水素ガス発生との関係

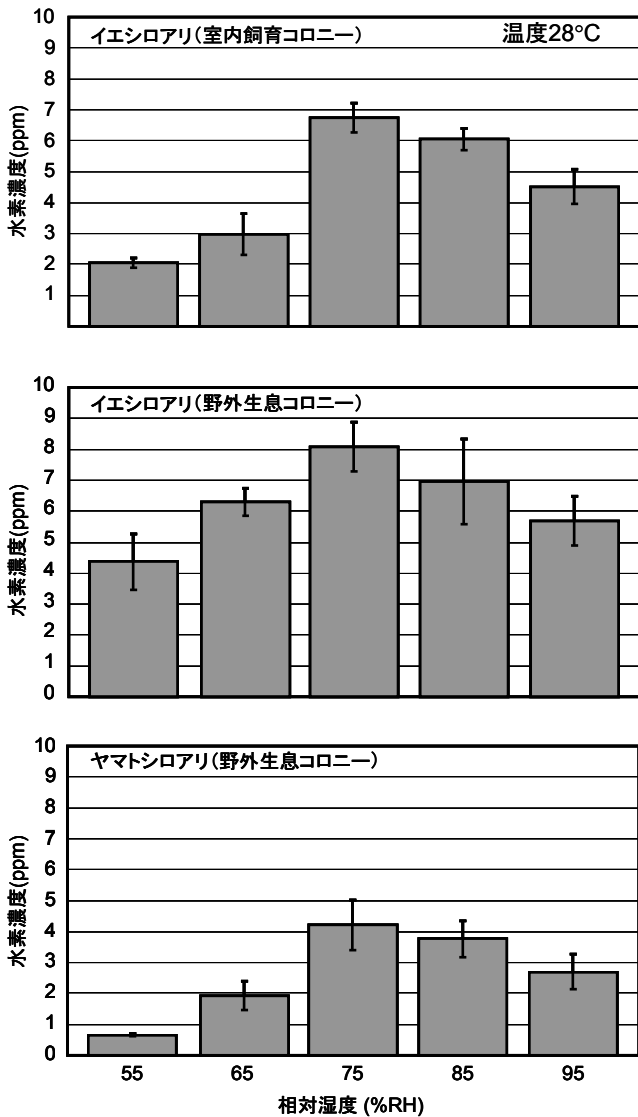


図13 各相対湿度におけるイエシロアリおよびヤマトシロアリから発生する水素濃度

マトシロアリを供試した。イエシロアリとヤマトシロアリについて、水素濃度は75%RHの時に最も高く、55%RHで最も低くなり、湿度によるシロアリの活性への影響が明らかとなった。またイエシロアリでは強制換気下ではメタンが検出できなかったが、ヤマトシロアリからはメタンが十分に検出でき、濃度は75%RHで最も高く、55%RHで最も低くなったことから水素濃度と同様の傾向が見られた。

強制換気下でも長期間のガス検出が可能であるという結果から、ある程度の換気が避けられないモニタリング・ステーションや木造建築物の壁内部においても、シロアリの侵入をガス計測によってモニタリングできることが示唆された。

7. おわりに

本研究によって、シロアリ食害の非破壊的な検出手法としてのAE検出については、これをより実用化に近づけるための知見を得ることができ、ガス検出についてはその可能性が明らかとなった。また本研究で用いた検出手法によって、シロアリなど木材加害昆虫の生態を非破壊的に評価する手法に関して新規な手段となりうることも明らかになった。

RNA干渉技術を用いたシロアリ駆除の可能性

近畿大学農学部応用生命化学科 板倉 修司

1. 動物細胞RNA干渉実験

動物細胞でのRNA干渉 (RNA interference) の事例が、1984年に初めて報告された¹⁾。この論文では、アンチセンスDNA鎖の転写産物 (mRNAの相補RNA) を発現させたマウス細胞で、標的遺伝子であるチミンキナーゼのmRNA転写量が4分の1に減少し、さらにこのmRNAの翻訳タンパク質量も減少することが示された。1998年に、遺伝学的研究に使われるモデル生物であるセンチウ²⁾ とキイロシヨウジョウバエ³⁾ でRNA干渉が観察され、さらにセンチウではRNA干渉の効果が子孫にまで伝搬することが報告された。1細胞あたり30個のRNA分子があれば遺伝子の発現が十分に抑制されること、また1本鎖RNAよりも2本鎖RNAを投与した方が高い抑制効果が得られることも報告された。これらの論文で、RNA干渉が遺伝子の発現を簡単に抑制できることが明らかになり、これ以降多くの生物でRNA干渉を利用した成果が報告された。RNA干渉は真核細胞あるいは真核生物に特異的な機構であり、外来ウイルスに対する防御機構として存在するとの仮説や、遺伝子発現制御への関与が示唆されている。

昆虫では、キイロシヨウジョウバエ³⁾、ミバエ⁴⁾、ネッタイシマカ⁵⁾ など双翅目、タバコスズメガ⁶⁾、アメリカタバコガ⁷⁾、マツマダラメイガ⁸⁾、ヨトウガ⁹⁾ など鱗翅目、ミツバチ¹⁰⁾ など膜翅目、コクヌストモドキ¹¹⁾、ネキリムシ¹²⁾、ナミテントウ¹³⁾、コロラドハムシ¹⁴⁾ など鞘翅目、モモアカアブラムシ¹⁵⁾、トビイロウンカ¹⁶⁾ など半翅目、コオロギ¹⁷⁾ など直翅目、ワモンゴキブリ¹⁸⁾、シロアリ^{19, 20)} など網翅目でRNA干渉による遺伝子発現の抑制が報告されている。

2. RNA干渉の応答機構

RNA干渉の応答機構には、内在性RNA干渉 (autonomous RNAi)、全身浸透RNA干渉 (systemic RNAi) および周囲RNA干渉 (environmental RNAi) の3種類が知られている²¹⁾。dsRNAを取り込んだ細

胞だけでなくその周囲の細胞にもRNA干渉抑制シグナルが伝達される機構が全身浸透RNA干渉、また腸や血体腔に接している細胞だけにRNA干渉抑制シグナルが取り込まれる機構が周囲RNA干渉に相当する。上述したセンチウのケースが全身浸透RNA干渉の例としてあげられる。シロアリなど昆虫での大部分の事例は周囲RNA干渉によるものと考えられる。もともと細胞に備わった機構が内在性RNA干渉である。

3. dsRNAの投与方法

内在性RNA干渉以外では、外部からRNAを投与する必要がある。上述したように1本鎖RNAよりも2本鎖RNAの抑制効果が高いため、RNA干渉実験では2本鎖RNA (double-stranded RNA : dsRNA) が投与される。投与方法には、対象の個体ごとにdsRNA水溶液をマイクロインジェクターなどで注入する注入 (microinjection) 法、dsRNAを添加した餌を食べさせる摂食 (feeding) 法、dsRNAを溶解した水溶液に対象生物を漬ける浸漬 (soaking) 法、ならびにdsRNA水溶液を対象生物にスプレーする散布 (spraying) 法が知られている。

4. dsRNAの調製方法

dsRNAを調製するには、T7 RNAポリメラーゼを利用した酵素合成法のほかに化学合成法が利用される。酵素合成法向けに、CUGA[®] *in vitro* Transcription Kit (ニッポン・ジーン(株)) や *in vitro* Transcription T7 Kit for siRNA Synthesis (タカラバイオ(株)) など試薬メーカーから様々なキットが発売されている。また、dsRNAの化学合成も、北海道システム・サイエンス(株)、ライフテクノロジー・ジャパン(株)など多くの会社が受注生産を行っている。ここにあげた酵素合成法と化学合成法は、研究室レベルで使用する場合には利用しやすい価格設定になっているが、昆虫の駆除を目的としたフィールドテストを行うには実用的な価格とはいえない。実用化を念頭に置くと、遺伝子組み換え技術の

利用が有望な候補としてあげられる。たとえば、dsRNA分解酵素であるRNase IIIを欠損させた大腸菌HT115 (DE3) 株とマルチクロニングサイトの両端にT7RNAポリメラーゼ認識配列をもつL4440プラスミド (<http://www.addgene.org/1654/>) を用いて、目的とするdsRNAを大量に発現させる手法が考えられる。IPTG (イソプロピル- β -チオガラクトピラノシド, Isopropyl β -thiogalactopyranoside) の誘導により、大腸菌HT115 (DE3) 株に組み込まれたL4440プラスミドの両方向からT7 RNAポリメラーゼがはたらき、あらかじめプラスミド中のマルチクロニングサイトに挿入した標的配列DNAのセンス鎖RNAとアンチセンス鎖RNAが同時に合成される。これらのセンス鎖RNAとアンチセンス鎖RNAは、宿主大腸菌の中でdsRNAとして存在する。ただし、これら大腸菌とプラスミドの商業的利用が可能かどうか、あるいは可能だとしてライセンス料が高額になるのではないかという懸念が残る。また、宿主大腸菌であるHT115 (DE3) 株の染色体にはT7 RNAポリメラーゼ遺伝子が組み込まれているので宿主大腸菌自体も遺伝子組み換え生物に相当する。当然ではあるが上述の標的配列DNAを挿入したプラスミドを組み込んだHT115 (DE3) 株 (dsRNA調製用) やDH5 α 株 (プラスミド増幅用) 大腸菌も遺伝子組み換え生物に相当する。遺伝子組み換え生物の取り扱い、日本国内では「遺伝子組み換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」(カルタヘナ法) により規制されており、環境中に放出するには非常に高いハードルを越えなければならず、現実的にはほぼ不可能に近いと思われる。このため、標的配列DNA挿入プラスミドを組み込んだ大腸菌を大量培養し、さらに標的とするdsRNAを誘導したのちに、物理的(熱、紫外線のような電磁波など)、化学的(酸、アルカリ、抗生物質など)あるいは生物学的(酵素、ファージなど)手法により宿主大腸菌を不活化し、環境中に安全に放出できる技術の開発が必要となる。

5. シロアリでのRNA干渉実験

5.1 短鎖RNAによるヤマトシロアリのヘキサメリン遺伝子の抑制²²⁾

幼若ホルモン結合タンパク質の1つであるヘキサメリンを標的とした21塩基長からなる短鎖二本鎖RNA (small interfering RNA; siRNA) を用いて、ヤマトシロアリ (*Reticulitermes speratus*) のヘキサメリン遺伝子



図1 ヤマトシロアリへのRNA注入

の発現抑制実験を行った。siRNA標的配列は、ヤマトシロアリのヘキサメリン遺伝子配列 (accession No. AB371986) をもとに、siRNA Target Designer Program (<http://www.promega.com/siRNA Designer/program/>) を用いて設計した。このsiRNA標的DNA配列 (2273 - 2291 nt, 5'-gaagtaagcaccatgtttc-3'の各19 ntの3'末端にttを付加した21 nt) をもつsiRNAを、*in vitro* Transcription T7 Kit for siRNA synthesis (タカラバイオ株) を用いて調製した。得られたsiRNA水溶液 (0.22 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$) を、Nanoject II Auto-Nanoliter Injector (Drummond Scientific Company, USA) を用いて、0.5 ng (2.3 nL) ずつシロアリの胸部側面に注入した (図1)。コントロールとして、職蟻あるいはニンフに同体積の超純水 (2.3 nL) を同様に注入した。注入処理を施した職蟻15頭あるいはニンフ15頭を、湿らせたろ紙を敷いたシャーレ (直径90mm) で、30日間飼育した。飼育期間中の死虫率と幼形生殖虫の出現状況を毎日観察した。また、RNAを注入した職蟻あるいはニンフを1, 2, 4, 8, 9日目に解剖し、トータルRNA抽出ならびにcDNA合成を行った。cDNAの定量のためのqRT-PCRには、Step One Plus[®] Real-Time PCR System (ライフテクノロジー・ジャパン株) およびGo Taq[®] 2-Step RT-qPCR System (プロメガ株) を用いた。対照遺伝子としてヤマトシロアリのNADH-デヒドロゲナーゼ (accession No. BQ788175) を用いた。

siRNA注入により、職蟻ではヘキサメリンの抑制が観察されたが、ニンフではヘキサメリン遺伝子の発現量が1日後に一旦減少した後に著しく増大した。このとき、ニンフからニンフ型幼形生殖虫への分化が促進された。ニンフにおいては、ヘキサメリン遺伝子発現量の増大とニンフ型幼形生殖虫への分化との関連が示

唆された。一方、職蟻から兵蟻あるいは職蟻型幼形生殖虫への分化は観察されなかった。ヤマトシロアリ近縁種の*R. flavipes*では、ヘキサメリンを抑制すると職蟻の兵蟻への分化促進が観察され、ヘキサメリンには職蟻を職蟻の形態に留まらせる働きがあると報告されている¹⁹⁾。*R. flavipes*では、長鎖dsRNAを注入しているので、dsRNAの鎖長がシロアリの分化に影響する可能性がある。

5.2 短鎖RNAと長鎖RNAのヘキサメリン遺伝子抑制効果の比較²³⁾

長鎖dsRNAあるいは長鎖dsRNAの分解により生じる種々の鎖長(15-25 bp)のsiRNAの混合物が、多くの昆虫でのRNA干渉研究で用いられている。長鎖dsRNAでは、標的以外のmRNAに作用することで引き起こされるオフターゲット効果が心配されるため、上述のヤマトシロアリのヘキサメリン遺伝子に特異的な単一のsiRNA(21 bp)を用いたRNA干渉実験を行ってきた。ここでは、シロアリにおける単一のsiRNAの有効性を評価するため、ヤマトシロアリのヘキサメリン遺伝子を標的とした3種類のsiRNA(21bp)と1種類の長鎖dsRNA(585 bp)を調製し、職蟻とニンフに注入し、その効果を比較した。

3種類のsiRNA標的配列は、上述の実験と同様にヤ

マトシロアリのヘキサメリン配列(accession No. AB371986)を基に、siRNA Target Designer Programを用いて設計した。siRNA標的DNA配列は、Rssi 1(330 - 348 nt) 5'-gttcgagctcttctatttc-3', Rssi 2(2107 - 2125 nt) 5'-gaaatgggttcagttatttc-3', Rssi 3(2273 - 2291 nt) 5'-gaagtaagcaccatgtttc-3'の各19 ntの3'末端にttを付加した21 ntからなる配列とした。なお、Rssi 3は上述の実験5.1で用いた配列と同一の配列である。これら3種類のsiRNAと1種類の長鎖dsRNA(585 bp, 635 - 1219 nt)を、*in vitro* Transcription T7 Kit for siRNA synthesisを用いて調製した。siRNAと長鎖dsRNAの各RNA水溶液(1.3 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$)を、Nanoject II Auto-Nanoliter Injectorを用いて、3.0 ng(2.3 nL)ずつシロアリの胸部側面に注入した。コントロールとして、職蟻あるいはニンフに同体積の超純水(2.3 nL)を同様に注入した。注入処理を施した職蟻30頭あるいはニンフ30頭を、湿らせたろ紙を敷いたシャーレ(直径90mm)で、16日間飼育した。この際、ニンフの給餌のため、注入処理をしたニンフ30頭と無処理の職蟻30頭を同じシャーレ内で飼育した。飼育期間中の死虫率と幼形生殖虫の出現状況を毎日観察した。また、RNAを注入した職蟻あるいはニンフを1, 2, 3, 5, 7日目に解剖し、トータルRNA抽出ならびにcDNA合成を行った。cDNAの定量

表1 ヤマトシロアリ職蟻に対する短鎖RNAと長鎖RNA注入の影響

siRNA or dsRNA	mRNA相対発現量*				
	(日)				
	1	2	3	5	7
短鎖RNA					
Rssi 1	0.071	0.001	0.158	2.345	25.812
Rssi 2	0.011	0.026	0.574	0.323	7.516
Rssi 3	0.029	0.006	0	4.257	1.717
長鎖RNA					
Rsds	0.022	0.006	0.203	2.266	1.963

*水注入コントロールに対する相対発現量。

表2 ヤマトシロアリニンフに対する短鎖RNAと長鎖RNA注入の影響

siRNA or dsRNA	mRNA相対発現量*				
	(日)				
	1	2	3	5	7
短鎖RNA					
Rssi 3	1.165	0.824	0.480	0.052	0.021
長鎖RNA					
Rsds	0.040	0.232	0.071	0.047	41.278

*水注入コントロールに対する相対発現量。

のためのqRT-PCRには、Step One Plus[®] Real-Time PCR SystemおよびGo Taq[®] 2-Step RT-qPCR Systemを用いた。対照遺伝子としてNADH-デヒドロゲナーゼを用いた。

siRNA (Rssi 1, Rssi 2, Rssi 3) と長鎖dsRNAは、注入後1～3日間、職蟻におけるヘキサメリン遺伝子の発現を効率よく抑制した。注入後5日目からヘキサメリン遺伝子発現量の増加傾向が認められ、7日目には約2～26倍の発現量になった(表1)。ニフでは、siRNA (Rssi 3) は注入後2～7日間、ヘキサメリン遺伝子の発現を抑制した。長鎖dsRNAは、注入後1～5日間効率的に発現を抑制したが、7日目には発現量が約41倍に増加した(表2)。シロアリ1頭あたり3.0 ngのsiRNAあるいは長鎖dsRNAを注入した際に、各siRNAと長鎖dsRNAはヤマトシロアリ職蟻とニフにおけるヘキサメリン遺伝子の発現を効果的に抑制した。

この様に、シロアリでsiRNAならびに長鎖dsRNAがともに有効であることが示されたので、ヘキサメリン以外の遺伝子、例えばクチクラ合成に関与する遺伝子を標的としたsiRNAあるいは長鎖dsRNAを投与することで、シロアリを駆除することが可能ではないかと推測される。調製したRNAを環境中に放出した際に、(生物多様性保全の観点から)他の生物に影響しない化学合成法でRNAを合成するのであれば、長鎖RNAよりもsiRNAの方が技術的にもコスト的にも有利である。具体的には、500塩基長にも及ぶRNAを化学的手法により合成しようとする、合成の途中でRNA中に現れる相補的な配列が組み合わさることで部分的に2本鎖の領域が生じるため合成が阻害され、効率的なRNA合成ができなくなる。このような理由から、シロアリ駆除にはsiRNAの利用が有望であると考えられる。

5.3 イエシロアリ共生原生動物に対する短鎖RNAの影響²⁴⁾

ここでは、イエシロアリ (*Coptotermes formosanus*) の後腸内に生息する3種類の共生原生動物 *Pseudotrichonympha grassii*, *Holomastigotoides mirabile*と *Spirotrichonympha leidy*のエンドグルカナーゼ(順に、PgEG, HmEG, SIEGと略す)を標的としたsiRNAを設計・調製した。これら3種類のsiRNA水溶液を添加したろ紙を宿主であるイエシロアリに摂食させることで、共生原生動物のエンドグルカナーゼの発現を抑制すると、原生動物ならびに宿主イエシロアリにどのような影響が表れるか検討した。

DDBJ (DNA data bank of Japan, <http://www.ddbj.nig.ac.jp>) で公開されている既存配列 (PgEG; accession No. AB071001, HmEG; accession No. AB071011, SIEG; accession No. AB189037) をもとに、siRNA Target Designer Programを用いてsiRNAを設計した。具体的なsiRNAの標的DNA配列は、PgEG (333 - 351 nt) 5'-gctgtctacacggtgac-3', HmEG (265 - 283 nt) 5'-ggtgggttcgcgagtgtac-3'およびSIEG (231 - 249 nt) 5'-gagcctgacggaggatatac-3'の各19 ntの3'末端にttを付加した21 ntからなる配列とした。また、昆虫や原生動物の遺伝子と相同性のないDNAオリゴヌクレオチドの配列を元に合成したsiRNA (UCS 1-3) をコントロールとして用いた。

siRNAによる遺伝子の発現抑制は、宿主シロアリによるsiRNA添加ろ紙の摂食を通して行った。30頭のイエシロアリ職蟻を、100 μ LのsiRNA溶液 (125 ng/ μ L) を添加した直径20 mmのろ紙を設置した直径90 mmのシャーレで飼育した。共生原生動物のエンドグルカナーゼを標的としたsiRNA (PgEG, HmEG, SIEG) を用いた試験の飼育期間は3週間、無関係配列のコントロールsiRNA (UCS 1-3) を用いた場合の飼育期間は2週間とした。またブランク試験として超純水を添加したろ紙による飼育も行った。シロアリの死体を毎日除去しシロアリの死虫率を記録した。試験開始後の1週間、毎日2頭ずつのシロアリをピンセットで解剖し後腸を引出した。スライドガラス上で後腸を引裂き、共生原生動物を0.5 mLの生理食塩水に穏やかに分散させた。直ちに白色光下でEclipse 80i light

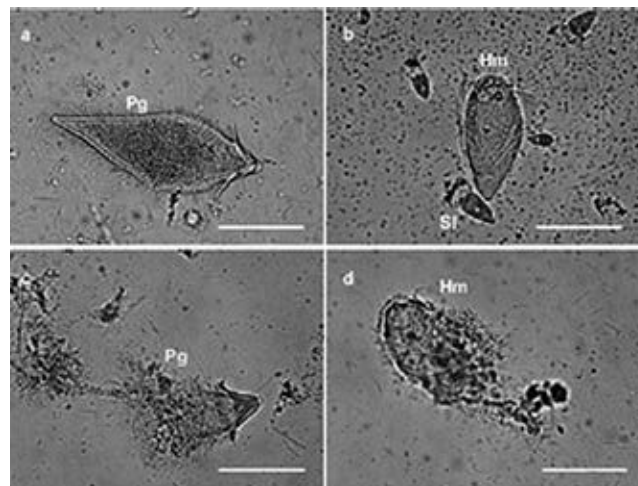


図2 siRNA投与イエシロアリ後腸内の原生動物
a, b: siRNA未投与, c: PgEG siRNA投与, d: HmEG siRNA投与。Pg, *P. grassii*; Hm, *H. mirabile*; Sl, *S. leidy*; Bar, 100 μ m。

microscope (株ニコン) で原生生物を観察し、DS-5MC CCD camera, DS-U1 controllerおよびACT-2U program (株ニコン) を用いて画像を記録・保存した。

3種類の共生原生生物の中で、PgEG siRNAあるいはHmEG siRNAを添加したろ紙を摂食した職蟻の後腸から取出した*P. grassii*と*H. mirabile*の細胞の崩壊が、シロアリの飼育開始数日後に観察された(図2)。*P. grassii*の崩壊はシロアリの飼育開始2日後から観察され、1週間後まで継続した。同様に、*H. mirabile*の崩壊も3日後に始まり、1週間後まで続いた。一方、SIEG siRNAを添加したろ紙で飼育したシロアリでは、このような原生生物の崩壊は観察されず、*S. leidyii*は健全な状態で生存していた。コントロール配列のsiRNA (UCS 1-3) あるいは超純水を添加したろ紙で飼育したシロアリでは、3種類の原生生物はすべて健全な状態で生存していた。

HmEG siRNA添加ろ紙を摂食した職蟻の死虫率が約1週間後から急激に上昇し、3週間後には約70%に達した。PgEG siRNA添加ろ紙で飼育した職蟻の死虫率も、1週間後から徐々に増加した。しかし、SIEG siRNA添加ろ紙による飼育ではシロアリの死虫率はほとんど上昇しなかった。また、コントロールsiRNA添加ろ紙で飼育した場合の死虫率は、超純水を添加したろ紙での死虫率とほぼ同じであった。このように、共生原生生物のエンドグルカナーゼを標的としたsiRNAは2種類の共生原生生物*P. grassii*と*H. mirabile*に破壊的な影響を及ぼした。これらの原生生物は、宿主シロアリの腸内に取り込まれたsiRNA添加ろ紙の断片を、エンドサイトーシスにより自らの細胞内に運び込んだものと考えられる。共生原生生物を除去すると宿主シロアリの寿命が短くなること²⁵⁾、また共生原生生物が宿主イエシロアリの生存に重要であること²⁶⁾が報告されている。共生原生生物を標的としたsiRNAによる宿主シロアリのコントロールが、新規なシロアリ駆除法となる可能性が見出された。

6. 植食生昆虫に対するRNA干渉

木材を食害するシロアリには適用できない技術であるが、生きている植物にhairpin RNA (hpRNA) を発現させ、害虫を防除する事例も報告されている。この場合、hpRNAは植物内で1本鎖RNAとして合成されたのちに、自身の相補的な配列によりdsRNAとなるように設計されていて、Dicer (dsRNAやpre-micro RNAをsiRNAへ切断するRNaseIIIに属するエンドリ

ボヌクレアーゼ) の作用でsiRNAへと切断される。DicerによるhpRNAの切断は、植物内で起こる場合と植物を摂食した昆虫の体内で起こる場合があり、昆虫のDicerで切断された方が標的となる遺伝子の抑制効果が高い²¹⁾。例としては、ネキリムシを対象としたトウモロコシでのhpRNAの発現¹²⁾、アメリカタバコガを対象としたコットンでの発現⁷⁾、タバコスズメガを対象とした野生タバコでの発現⁶⁾、トビイロウンカを対象としたイネでの発現¹⁶⁾、モモアカアブラムシを対象としたベンサミアナタバコとシロイヌナズナでの発現¹⁵⁾があげられる。

7. dsRNAを用いたフィールド試験

最後に、RNA干渉による駆除技術が実用化の一步手前まで進行しているRemebeeの事例を紹介する(<http://www.beeologics.com/products/remeebee/>)。Remebeeはミツバチに病原性を示すウイルスを駆除するためにRNA干渉技術を応用している。具体的には、蜂群崩壊症候群を引き起こす原因の1つであるイスラエル急性麻痺ウイルス (Israeli Acute Paralysis Virus Disease, IAPV) に対するdsRNAを糖蜜と混合し摂食法でミツバチに投与することで、IAPVからミツバチのコロニーを保護する商品である²⁷⁾。Remebeeに対して、アメリカ食品医薬品局 (Food and Drug Administration, FDA) による認証プロセスがすでに開始されている。また、フロリダ州、ペンシルベニア州、イスラエルで実施した野外試験により、FDAが米国における広域臨床試験の実施を認可するのに十分な結果が得られており、米国の主要な養蜂家の参加のもと臨床試験が進行中である。IAPVに加えて、Kashmir bee virus (KBV)、black queen cell virus (BQCV)、deformed wing virus (DWV) などにも有効なRemebeeProも開発され、研究室環境下で有効性の評価が開始されている (<http://www.beeologics.com/products/remeebeepro/>)。

引用文献

- 1) Jonathan G., J. G. Izant, H. Weintraub (1984) : Inhibition of thymidine kinase gene expression by anti-sense RNA: A molecular approach to genetic analysis, *Cell*, 36, 1007–1015.
- 2) Fire. A., S. Xu, M. K. Montgomery, S. A. Kostas, S. E. Driver, C. C. Mello (1998) : Potent and specific genetic interference by double-stranded RNA in *Caenorhabditis elegans*, *Nature*, 391, 806-811.
- 3) Kennerdell, J. R., R. W. Carthew (1998) : Use of dsRNA-mediated genetic interference to demonstrate that frizzled and frizzled 2 act in the wingless pathway, *Cell*, 95, 1017–1026.
- 4) Li, X., M. Zhang, H. Zhang (2011) : RNA interference of four genes in adult *Bactrocera dorsalis* by feeding their dsRNAs, *PLoS ONE*, 6, e17788.
- 5) Pridgeon, J. W., L. Zhao, J. J. Becnel, D. A. Strickman, G. G. Clark, K. J. Linthicum (2008) : Topically applied AaeIAP1 double-stranded RNA kills female adults of *Aedes aegypti*, *J. Med. Entomol.*, 45, 414e420.
- 6) Kumar, P., S. S. Pandit, I. T. Baldwin (2012) : Tobacco rattle virus vector: a rapid and transient means of silencing *Manduca sexta* genes by plant mediated RNA interference., *PLoS ONE*, 7, e31347.
- 7) Mao, Y. B., W. J. Cai, J. W. Wang, G. J. Hong, X. Y. Tao, L. J. Wang, Y. P. Huang, X. Y. Chen (2007) : Silencing a cotton bollworm P450 monooxygenase gene by plant-mediated RNAi impairs larval tolerance of gossypol, *Nat. Biotechnol.*, 25, 1307e1313.
- 8) Wang, Y., H. Zhang, H. Li, X. Miao (2011) : Second-generation sequencing supply an effective way to screen RNAi targets in large scale for potential application in pest insect control, *PLoS ONE*, 6, e18644.
- 9) Tian, H., H. Peng, Q. Yao, H. Chen, Q. Xie, B. Tang, W. Zhang (2009) : Developmental control of a lepidopteran pest *Spodoptera exigua* by ingestion of bacteria expressing dsRNA of a non-midgut gene, *PLoS ONE*, 4, e6225.
- 10) Jarosch A., R. F. Moritz (2011) : Systemic RNA-interference in the honeybee *Apis mellifera*: tissue dependent uptake of fluorescent siRNA after intra-abdominal application observed by laser-scanning microscopy, *J. Insect Physiol.*, 57, 851-857.
- 11) Bucher, G., J. Scholten, M. Klingler (2012) : Parental RNAi in *Tribolium* (Coleoptera) , *Current Biol.*, 12, R85-R86.
- 12) Baum, J. A., T. Bogaert, W. Clinton, G. R. Heck, P. Feldmann, O. Ilagan, S. Johnson, G. Plaetinck, T. Munyikwa, M. Pleau, T. Vaughn, J. Roberts (2007) : Control of coleopteran insect pests through RNA interference, *Nat. Biotechnol.*, 25, 1322e1326.
- 13) Kuwayama H, T. Yaginuma, O. Yamashita, T. Niimi (2006) : Germ-line transformation and RNAi of the ladybird beetle, *Harmonia axyridis*, *Insect Mol. Biol.*, 15, 507-512.
- 14) Zhu, F., J. Xu, R. Palli, J. Ferguson, S. R. Palli (2011) : Ingested RNA interference for managing the populations of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, *Pest Manag. Sci.*, 67, 175e182.
- 15) Pitino, M., A. D. Coleman, M. E. Maffei, C. J. Ridout, S. A. Hogenhout (2011) : Silencing of aphid genes by dsRNA feeding from plants, *PLoS ONE*, 6, e25709.
- 16) Zha, W., X. Peng, R. Chen, B. Du, L. Zhu, G. He (2011) : Knockdown of midgut genes by dsRNA-transgenic plant-mediated RNA interference in the hemipteran insect *Nilaparvata lugens*, *PLoS ONE*, 6, e20504.
- 17) Moriyama, Y., T. Sakamoto, S. G. Karpova, A. Matsumoto, S. Noji, K. Tomioka (2008) : RNA interference of the clock gene period disrupts circadian rhythms in the cricket *Gryllus bimaculatus*, *J. Biol. Rhythms*, 23, 308-318.
- 18) Hrycaj, S., J. Chesebro, A. Popadić (2010) : Functional analysis of *Scr* during embryonic and post-embryonic development in the cockroach, *Periplaneta americana*, *Developmental Biol.*, 341, 324–334.
- 19) Zhou, X., F. M. Oi, M. E. Scharf (2006) : Social exploitation of hexamerin: RNAi reveals a major

- caste-regulatory factor in termites, PNAS, 103, 4499-4504.
- 20) Zhou X, M. M. Wheeler, F. M. Oi, M. E. Scharf (2008) : RNA interference in the termite *Reticulitermes flavipes* through ingestion of double-stranded RNA, Insect Biochem. Mol. Biol., 38, 805-815.
- 21) Gu, G., D. C. Knipple (2013) : Recent advances in RNA interference research in insects: Implications for future insect pest management strategies, Crop Protection, 45, 36-40.
- 22) Nambu, Y., H. Tanaka, A. Enoki, S. Itakura (2010): RNA interference in the termite *Reticulitermes speratus*: Silencing of the hexamerin gene using a single 21 nucleotide small interfering RNA-promoted differentiation of nymph to nymphoid, Sociobiol., 55, 527-546.
- 23) 板倉修司・辰馬佐保・寺西俊博・橋詰草・金田美優・田中裕美 (2012) : ヤマトシロアリにおけるRNA干渉 : siRNAと長鎖dsRNAのヘキサメリン遺伝子抑制効果の比較, 環動昆, 23, 151-156.
- 24) Itakura, S., S. Murayama, Y. Kamata, H. Tanaka, A. Enoki (2009) : RNA interference in symbiotic protists of the termite *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae) through ingestion of siRNA by the host termite, Sociobiol., 54, 77-87.
- 25) Cleveland, L. R. (1924) : The physiological & symbiotic relationship between the intestinal protozoa of termites and their host, with special reference to *Reticulitermes flavipes* Kollar, Biol. Bull., 46, 178-227.
- 26) Yoshimura, T. (1996) : Studies on the parasitic organisms of the termite, *Coptotermes formosanus* Shiraki, Jpn. J. Environ. Entomol. Zool., 8, 48-59.
- 27) Hunter, W., J. Ellis, D. vanEngelsdorp, J. Hayes, D. Westervelt, E. Glick, M. Williams, I. Sela, E. Maori, J. Pettis, D. Cox-Foster, N. Paldi (2010) : Large-scale field application of RNAi technology reducing Israeli acute paralysis virus disease in honey bees (*Apis mellifera*, Hymenoptera: Apidae) , PLOS Pathog., 6, e1001160.

気密性能測定値で比較するトビイロケアリが侵入した高気密高断熱家屋と非侵入家屋

株式会社 青山プリザーブ 青山 達哉



写真1 トビイロケアリ職蟻と幼虫

1. 北海道のトビイロケアリ

トビイロケアリ（写真1）は以前の学名が*Lasius niger*とされていて欧州にも広く分布して家屋侵入する種であったが、*L. japonicus* Santschiとなった現在、わが国では北海道からトカラ列島まで分布し、平野部から山地の草地から林内で普通に見られる種で、土中や朽木中に営巣するとされている¹⁾。しかし、都市でも珍しくはない種で、札幌市保健所2005年のアリ相談件数は91件、そのほとんどが6月から8月に集中していた²⁾。この期間はトビイロケアリのスオーム時期であり、札幌におけるヤマトシロアリ*Reticulitermes speratus* (Kolbe)のスオームと一時期重なり、その上外壁基礎面にシロアリ蟻道に似た土莖（写真2）がしばしば見られるために、市民が家屋被害への懸念を抱くことがある。特に20年以上経過した木造家屋は水周りや外壁劣化部分に掘削された木部が散見される³⁾ことから、過去にシロアリに匹敵する被害を及ぼすとの報告があったが、これは観察情報不足によるミスであって、本種に健全木を掘削する能力は無く、柔軟な腐朽部分に坑道を掘るか、シロアリ被害跡を乗っ取るだけである⁴⁾。トビイロケアリは樹木や草に寄生するアブラムシから甘露を採餌する（写真3）ことから、家屋侵入は単な

る甘味を求めて⁵⁾とする記載があるが、青山らは⁶⁾北海道で見られた多くの事例は家屋そのものに侵入要因があるとの考えから、防除した家屋調査資料をまとめた。その結果、トビイロケアリは築後20年以上経過した家屋の腐朽木材に営巣するが、一方では新築経過5年以内にも多くの家屋侵入がある。築後間もない家屋への侵入要因に劣化との関連は無いとし、トビイロケアリの家屋侵入が気密と断熱性能向上の為の構造と資材が関わっていると推定した。



写真2 トビイロケアリの土莖



写真3 樹上でアブラムシから甘露を採餌

2. 北海道の高気密高断熱住宅と本調査の必要性

北海道は高断熱高気密建築の普及において日本をリードしていると言われて⁷⁾。断熱と気密性能を向上させるためにさまざまな構法、技術そして建材があるが、それらの建築精度を精査する手段はほぼ統一されていて、必要に応じて完工時に後述する方法で気密性能測定（写真4）が行われている。高断熱高気密建築の目的は空気と熱移動の遮断だが、気密が非常に高いことから建築依頼主からアリの侵入さえも拒むかのような誤解が生じることがある。まれに建築主のごく一部から「隙間があるからアリ類が侵入する」、即ち建築精度が低い、いわゆる手抜き工事があるのではとの主張まで発展した場合、建築業者にとっては思わぬトラブルになりかねない。残念ながら、今のところ

アリの家屋内侵入と気密性能との因果関係について説明された資料は見当たらない。本稿ではアリが侵入した外側断熱木造家屋の気密性能測定によって得られた値が、侵入しなかった家屋との間で違いがみられるかを比較検討したものである。あらかじめ申し上げておくが、調査に協力頂いた建築メーカーは建築主とのかかるトラブルは一切無い。むしろ無いからこそ調査・測定値の公開にご協力頂けたとご理解頂きたい。

3. 気密性能測定方法

3.1 調査した家屋の構造

測定した家屋は外側断熱木造家屋と呼称され、その概要は木質フレームに木質パネルを密着させた外側を、透湿抵抗の高いフィルムで家屋全体を覆い、更に断熱パネルを連続的に張ることで気密性と断熱性を高めた構造であった。コンクリート打設の床下は半地下居住空間あるいは配管スペースになっていて室内環境に同調している（図1）が、いずれも床下には外気を取り入れる換気口は無い（床下換気口が無い外基礎は近年の北海道における一般的な建築傾向である）。木質フレームはエンジニアリングウッド、木質パネルの片面に構造用合板が用いられ、これらの接合で組み合わされた躯体外側を覆う気密フィルムに高分子ポリフィルム（厚さ0.5mm）を、断熱材に高密度押出発泡ポリスチレン（厚さ50mm）が使用された。次いで通気層とサイディングの外装仕上げで、壁の厚みの合計は240mmであった。ドアと窓はすべて木製サッシで、



写真4 気密測定1

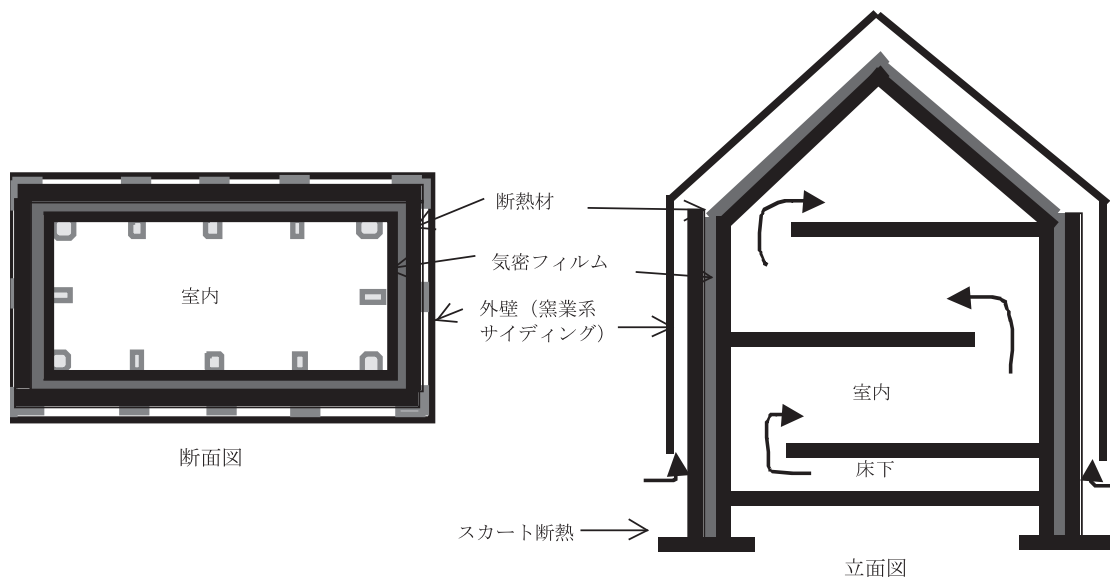


図1 調査家屋の構造図

枠とは種々のガスケットで密着されて気密化されていた。調査した家屋はすべて同一の建築メーカーの工場生産によるもので合計446棟であった。このうち、トビイロケアリが侵入して防除した家屋は25棟で、これらを侵入家屋とし、防除しなかった家屋は421棟でこれらを非侵入家屋として取り扱った。

3.2 測定の方法

建築完成時の気密性能と同時に建築精度を見る尺度の1つとしての気密測定で得られた相当隙間面積はその数値の公正性を期する策として社外測定がある。それには筆者が保有する(財)建築環境省エネルギー機構公認気密測定士の資格が必要となる。446棟はすべて筆者の測定によるものであった。

気密測定機器は、コーナー札幌製KNS-5000C(写真5,



写真5 気密測定2



写真6 気密測定3

6)を用いた。測定は減圧法、即ち室内空気を屋外へ排出することによる排风量と家屋内外の差圧などが、自動的に測定がおこなわれ記録された。内外圧力差は10から50パスカルの範囲内で、5回測定の平均値を算出した。気密性能は、相当隙間面積(C値)、すなわち、床面積1㎡あたりの建物外皮隙間量 cm^3 で表われ、数値が小さいほど気密性能が高いことを示す。

以下にその計算式を示した⁸⁾。

$$C = aA / S$$

C (cm^3/m^2):相当隙間面積, aA (cm^3):総相当隙間面積, S (m^2):実質延床面積。

調査に協力頂いた建築メーカーの社内基準C値は $1.0\text{cm}^3/\text{m}^2$ 以下で、建築主への引渡し時には筆者が測定値を記した報告書を提示された。参考までに、札幌市が推奨する次世代住宅の相当隙間面積(C値)基準は暖房機不要(人間が発する熱と窓から入る太陽熱だけで冬が過ごせる)のトップランナーレベルが $0.5\text{cm}^3/\text{m}^2$ 以下、ハイレベル、スタンダードレベルとベーシックレベル、ミニマムレベルが0.7, 1.0, 2.0のそれぞれ cm^3/m^2 以下となっていて、C値に断熱材の質と厚みから算出した熱損失係数を加えて申請すると、それぞれのレベルに見合った助成金が支給される⁹⁾制度がある。

3.3 測定した地域、測定日と期間

気密性能測定を実施した地域は、札幌市全区(36%)と周辺都市(64%:千歳市, 恵庭市, 北広島市, 江別市, 石狩市)であった。

測定期間は2001年1月から2007年12月までの約7年間であった。測定は建築工事完了後で、おおむね1週間以内の引き渡し直前におこなった。したがって、測定時点では当然ながらアリ侵入はまだ無かった。

4. 測定結果

4.1 侵入家屋の建築後経過月数

アリの防除した時点の家屋建築後経過月数を図2に示し、侵入家屋25件すべてが1年以内であった。そのうち3カ月以内が19件(76%), 6カ月以内が22件(88%)で、築後かなり早い時期にアリが侵入したことがうかがえた。これらの侵入家屋は筆者がすべて防除処理を施した。アリの種類はすべてトビイロケアリであった。

4.2 気密測定結果

侵入家屋と非侵入家屋との相当隙間面積C値のヒス

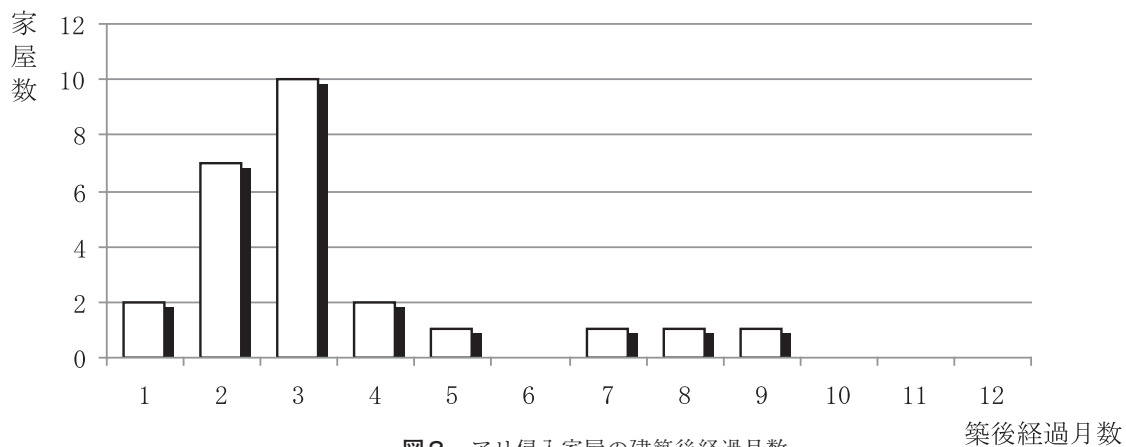


図2 アリ侵入家屋の建築後経過月数

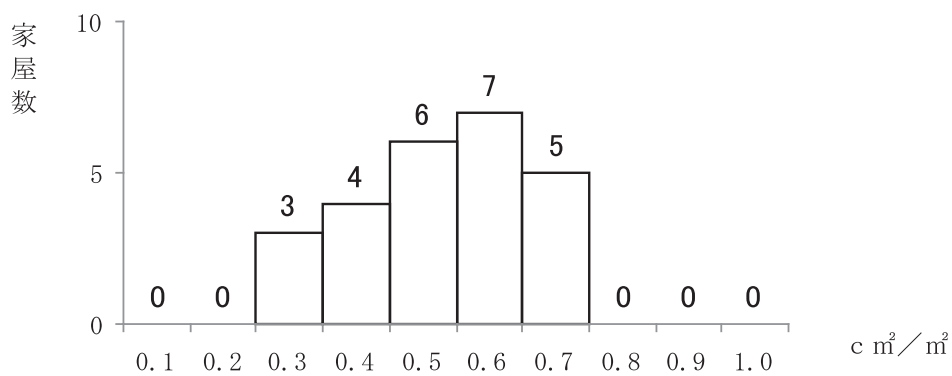


図3 侵入家屋の相当隙間面積 (C値)

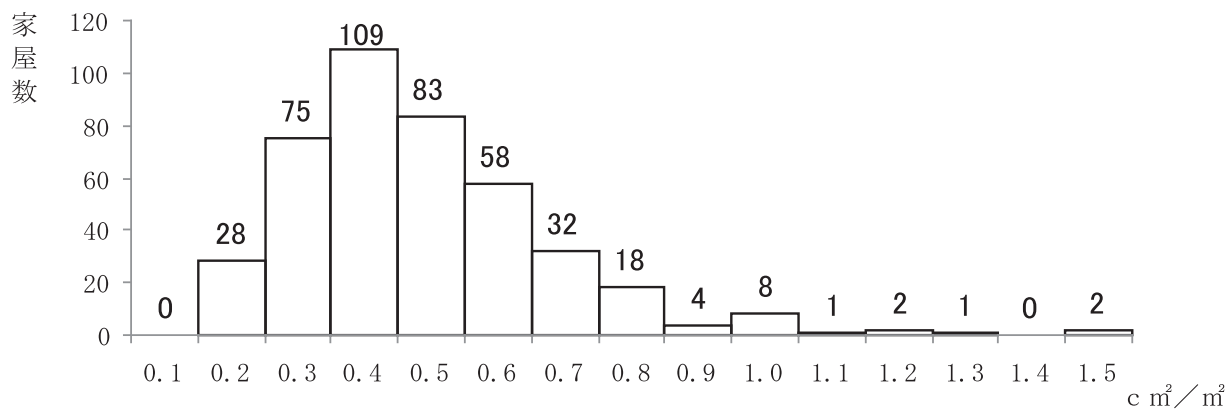


図4 非侵入家屋の相当隙間面積 (C値)

表1 侵入家屋と非侵入家屋の相当隙間面積の比較

項目	相当隙間面積 (C値)	
	侵入家屋	非侵入家屋
最小	0.25 c m ² /m ²	0.13 c m ² /m ²
最大	0.66	1.49
平均	0.48	0.44
標準偏差	0.13	0.20

トグラムを図3と図4に、双方の比較を表1に示した。侵入家屋の相当隙間面積 (cm²/m²) の最小値は0.25, 最大値0.66, 平均値0.48, 標準偏差0.13であった。他方の非侵入家屋では, 最小値0.13, 最大値1.49, 平均値0.44, 標準偏差0.20であった。両者はともに気密性能次世代住宅評価基準スタンダードレベルとして制定された1.0 cm²/m²以下を十分に満たす高気密家屋であったことが判明した。しかも侵入家屋25件のうち13件が札幌市の基準である暖房無用のトップレベルに該当する超高気密家屋であったことが驚きに値する。

これら得られた相当隙間面積の値を χ^2 検定で比較したところ, 侵入家屋と非侵入家屋では有意な違いはみられなかった ($\chi^2=68.5$, $df=79$, $p=0.79$)。以上のことから, 今回の気密性能値を調査した外側断熱木造家屋へのトビイロケアリの侵入は, 侵入しなかった家屋より気密性能が劣るとは言い難いことが明らかとなった。この結果が近年の北海道の木造建築にすべて当てはまるかどうかは今後の課題であるが, そもそもごく一部の建築主がアリが出るから隙間が多い家屋を建てたとするクレームそのものが何の裏付けも無いことであるし, 本調査の範囲内で見える限り, その懸念は払拭された感があるように思われた。

5. トビイロケアリの建材選好性での侵入原因考察

林ら³⁾ はアリの出現は20年以上経過した家屋の劣化兆候の1つであるとした。調査地が札幌市内なのでアリの種類はトビイロケアリであったと思われる。青山ら⁶⁾ のトビイロケアリ防除家屋72件の調査によると築後年数21年以上が27.8%で, そのほとんどに劣化兆候

が見られたので, 林ら³⁾ の報告を裏付けた。しかし, 最多は30.5%の築後5年以内で, しかもそのほとんどは築後1年以内であった。これらの違いは前者の外壁はモルタルで断熱材が不十分なのに対して, 後者の壁はサイディングで十分な断熱され, その56%に外基礎断熱が施されているなどの高気密高断熱化が進んだ構造であった。そこで, 青山¹⁰⁾ は建材に対するトビイロケアリの選好性を実験したところ, トドマツ材の新材3.6%, 古材55.0%, ナミダタケ腐朽材1.3%の結果を得て, 意外にも腐朽材へ好んで家屋侵入するのではなく, 木材が古くなることがトビイロケアリ侵入要因の1つとなり, 新材には好んで近寄らないことが判明した。防除家屋の断熱材を掘削する現場が散見され, また, 英国において住宅に侵入する生物に関するガイドブック¹¹⁾ には *L. niger* が建物の隙間から侵入して断熱材に営巣すると記載されていることから, 選好性実験に断熱材用いたところ, ウレタン26.2%, ポリスチレン33.3%, グラスウール12.0%の結果が得られ, 発砲断熱材への選好性が高い傾向にあった。したがって, 築後20年以上の木造家屋は木材の古材化, 築後間もない家屋は断熱材に侵入要因があると考えられた。これを防ぐには断熱材の接合部に隙間を作らないように, テーピングなどの処置が有効と考えられた。築後新しい家屋にトビイロケアリが侵入して, もし放置しておいたならば, 写真9のような発砲断熱材に坑道を掘削されて, 断熱効果が減少するのではなろうかと思う。食害するわけではないが, 粒子にして多量に搬出し, 捨てられるので早めの防除処置を薦めたい。



写真7 モルタル壁下地材の腐朽部分に営巣



写真8 外基礎の断熱材に営巣 (ドライバーで掘削)

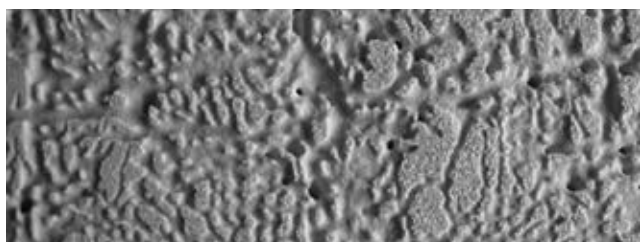


写真9 坑道を掘削された発砲断熱材

6. まとめ

札幌市と周辺都市内の高断熱高気密構造である外側断熱木造家屋446棟のうちトビイロケアリが侵入して防除した家屋は25棟すべて建築後経過1年以内であった。侵入要因が気密化工事に由来するのか、進入しなかった家屋との間で相当隙間面積測定値の比較をおこなった。相当隙間面積測定値においては、侵入家屋と非侵入家屋との間で差は見られず、気密性能次世代評価基準を充分クリアする高気密家屋であった。

今回の調査によって家屋侵入要因が建物の気密性能に由来しないことが示唆された。また、1年以内に防除家屋侵入があったことから断熱材の存在が侵入要因の1つと考えられた。

引用文献

- 1) 日本産アリ類データベースグループ (2004): “日本産アリ類全種図鑑”, 学習研究社, p.75.
- 2) 札幌市保健福祉局保健所 (2006): 住まいの衛生 (1) 市民相談, 札幌市保健所事業概要平成17年度版, pp.65-68, 札幌市.
- 3) 林勝郎・南慎一・西川忠 (1985): 腐朽劣化防止構法の研究 (その8) 既存住宅の劣化度と劣化要因調査 - 約20年経過建物の場合, 昭和60年度調査研究報告書, 11-14, 北海道立寒地建築研究所.
- 4) 青山修三 (2011): 北海道におけるトビイロケアリ *Lasius japonicus* Santschi の生態とその防除. 北海道における家屋害虫の生態と防除に関する研究, pp.72-91. 青山修三, 札幌
- 5) 東正雄 (1987): トビイロケアリ, “原色ペストコントロール図説第I”, (社) 日本ペストコントロール協会, pp.31.
- 6) 青山修三・青山達哉・間瀬信継 (2008): 札幌市および周辺都市でトビイロケアリの防除依頼があった家屋の構造. 築年数ならびに侵入要因, ペストロジー, 23(1), 7-9.
- 7) 西代明子・米元研 (2012): 「北方型住宅」で省エネ生活, Only Oneの家づくり, 7, 235-236.
- 8) 札幌市都市局 (2012): “札幌版次世代住宅基準技術解説書”, 札幌市都市局住宅課・建築企画課, 97pp.
- 9) 札幌市都市局 (2012): “平成24年度札幌版次世代住宅住宅の省エネ化をすすめます”, 札幌市都市局市街地整備部住宅課, 4pp.
- 10) 青山修三 (2009): 木造断熱家屋に用いられる数種建材に対するトビイロケアリ, *Lasius japonicus* Santschi の選好性. ペストロジー, 24(1), 19-21.
- 11) Mourier, H., O.Winding (1977): "Collins Guide to Wild Life In House and Home." William. Collins. Sons, pp.30.

静岡市 蒲原東部コミュニティセンター 外周壁劣化点検報告書

横浜国立大学名誉教授 矢田 茂樹

1. 施設概要と点検目的

静岡市蒲原東部コミュニティセンター（所在地：静岡市清水区蒲原）は、平成5年2月に竣工した大型湾曲集成材（樹種：カラマツ）製の建物である（写真1）。この建物は構造部材が「表わし」になっていて、湾曲集成材の美しい木組みによる木造空間は、地域住民の憩いの場・癒しの場として親しまれている。

この建物は背の高い壁面（最大：10.5m）を持ち、軒や庇の出がほとんど皆無いため、外周壁の木部は常に日光や風雨に曝されている。さらに、水切り等の雨仕舞が不完全であること、185年の時間経過で防水シールに劣化を生じていること等の理由で、外壁面を流下する雨水は、しばしば室内へ漏水するとともに基礎部の木部を湿潤化している。したがって、この建物の外周壁はシロアリ食害や腐朽被害が発生しやすい環境下にある。

平成23年10月及び11月に実施されたシロアリ点検の結果によれば、この建物には「腐朽とヤマトシロア

リによる蟻害が発生。発生箇所は主に基礎周辺部であるが、東壁面の一部では1階と2階の境界部にある積層梁まで被害が拡大」と報告されている。このため、被害が建物の構造強度にどの程度の影響を与えているかを判断するために、定量的な劣化診断の必要性が生じた。

そこで今回の点検は、外周壁基部にある柱の全数について定量的な劣化診断を行うとともに、東と北の外周壁については1階と2階の境界部にある積層梁の劣化診断を実施することとした。すなわち、今回の点検目的は、構造上重要な部位の劣化点検を実施することによって、当該建物の今後の使用の可否に関わる判断材料を得ることと、維持管理（補修を含む）に関わる指針を得ることである。

注）建物の小屋組みも重要箇所であるが、高所作業車等が必要で時間も要するため、今回は点検対象としていない。



写真1 建物の外観（湾曲集成材が優雅な曲線美を醸し出している）



2. 点検作業日と建物の状況

点検作業日は平成23年12月12日（月）であった。すでに、東海地方は冬の乾燥期に入っており、当日も晴天であった。したがって、建物の木部は乾燥していた。

敷地は東西の幅が狭いため、建物は南側を除き敷地

いっぱい南北に長く配置されていた。隣接地は工場の駐車場・資材置き場になっていて日当たりはおおむね良好であった。地面の多くはアスファルト舗装されていたが、一部には植え込み等を含む土壌面が存在した。建物の東側と北側の犬走りは砂利を敷いた土壌面

であった。

建物の外壁は、前述のように構造部材が「表わし」で使われていて軒の出がなかった。高い壁面を持つホールに庇などは存在しなかった。ただし、北壁面のメインフレームは板金で部分的に被覆されていた（写真2）。柱の基部は金具固定され、地上約50cmの高さまでコンクリート巻きされていた。コンクリート巻きされた柱脚部に水抜き孔等の排水機構は設けられていないと推定された。屋内の床下土壌はコンクリートで被覆されていた。ただし、コンクリートの亀裂や収縮による隙間が発生しており、シロアリが通過可能なルートが形成されていた。建物内側の壁面（とくにホール南面）には、顕著な漏水痕が認められた。

したがって、当該建物は「雨仕舞い」に関して重大な課題を抱えていると推定された。



写真2 北側外周壁のメインフレーム（板金被覆）

3. 点検技術者等

主技術者：矢田 茂樹（横浜国立大学名誉教授、農学博士、専門：木材工学）

点検作業を統括するとともに、レジストグラフ診断の実務を担当した。

副技術者：岡田浩二、磯 和孝、柴田良学

（株）吉田製油所、木材劣化診断士

目視・打診等の一次診断及びピロディンによる二次診断を担当した。

副技術者：齊藤 潔（齊藤木材工業（株）、一級建築士、木材劣化診断士）

レジストグラフ診断の支援及び記録を担当した。

支援者：宇佐美正仁、深澤麻希（静岡市生活文化局文化スポーツ部、スポーツ振興課）
設計図面の用意、点検箇所の確認、脚立の用意等、点検作業の支援を担当した。

4. 点検箇所

設計図面をもとに点検箇所を設定し、番号付けを行った（図1）。外周壁の柱の基部は全て点検対象になっている。番号付けに関して、アルファベットのA（一部の箇所ではB）は西壁面、Eは東壁面、数字の1は北壁面、数字の12は南壁面を示している。A Bのようにアルファベットが二文字書いてある箇所は、AとBの間にある管柱を指している。

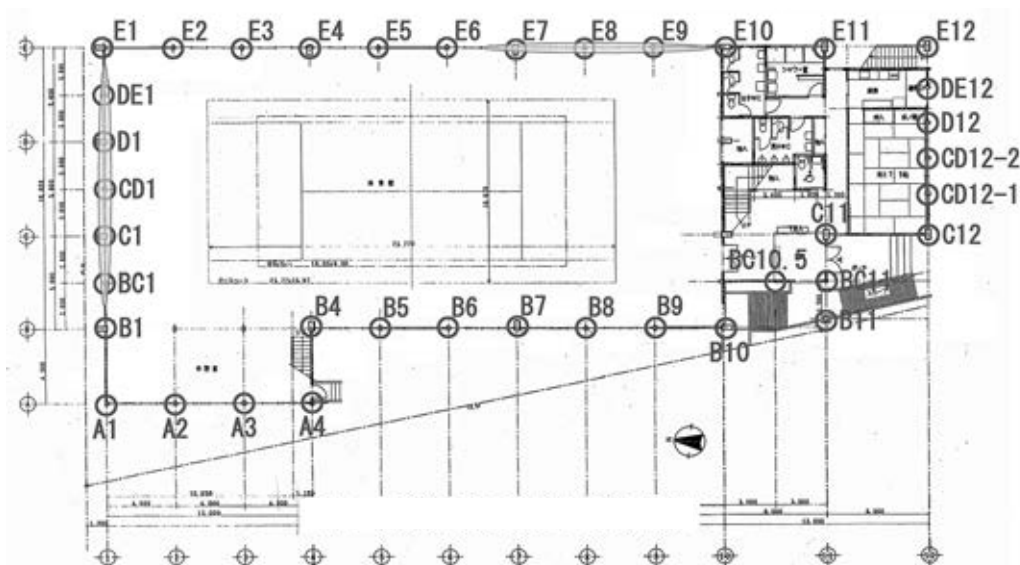


図1 点検箇所の設定と番号付け

一階と二階の境界部にある積層梁（厚さ15cm，幅60cmのカラマツ集成材の3枚重ね）については、E6～E10及びE1～B1を点検対象とした。これらは事前情報及び当日の一次診断により、詳細点検の必要性が高いと見込まれた箇所である。作業は主に屋外から実施したが、一部の箇所は室内側・床下側からも実施した。以上の点検箇所の設定によって、腐朽や蟻害など生物劣化の危険性の高い部位はほぼ網羅できたと考えられる。

5. 点検の内容及び方法

この報告書では、建物に悪影響を与える包括的事象（排水溝の詰まり，土間コンの亀裂などを含む）に対しては「点検」という用語を用い，部材劣化に直接的に関わる限定的事象に対しては「診断」という用語を用いる。

5.1 一次診断

1) 視診：目視によって建物の変形や傾き，集成材の接着剥離や干割れ，腐朽や蟻害の兆候，接合部のズレや間隙，接合金具の錆，基礎コンクリートの亀裂の有無等を観察した。

2) 触診と打診：手の届く範囲の木部は，手指で押し変形の有無を確認するとともに，テストハンマーによる打診を実施した。道具は写真3に示した。

5.2 二次診断（機器を用いた定量的な点検）

1) 衝撃的な貫入に対する抵抗値を用いた診断

（通称：ピロディン診断）

直径約3mmの鋼製ピンを一定の衝撃力で木材に打ち込み，貫入深さを測定する診断技術である。木材が劣化すると強度が低下するので，劣化レベルが増すにつれ貫入値が大きくなる。すなわち，貫入値は木材表層部の残存強度を知る目安になる。

今回，用いた機種はピロディン6J（スイス，proceq社製）である（写真3）。カラマツ集成材の場合，劣化していない健全材の貫入深さは12～16（まれに18）mmであるので，それより大きな値を示せば「劣化している」と判断した。ただし，測定範囲は表面から最大40mmであり，それより深い位置の診断はできない。今回の診断では，柱の基部付近（コンクリートベースから上方約3cm）を中心にデータを採取した。

2) 穿孔抵抗値を用いた木材内部の劣化診断

（通称：レジストグラフ診断）

穿孔抵抗式診断は，細い錐で木材に孔をあけながら内部に進行し，刃先に発生するトルクをモニターする



写真3 診断に使用した機器

診断法であり，強度が低下している部分の位置，劣化レベル，劣化範囲を知ることができる。使用機器は，ドイツIML社のレジストグラフF300である（写真3）。なお，測定結果を示す図面は，X軸方向に表面からの深さ（距離），進行方向は右から左，上向きにY軸方向に穿孔抵抗値が表示されるようになっている。X軸の目盛は1マスが1cmに相当する。

診断作業は，原則としてコンクリート基礎に近い柱脚部を屋外から屋内に向けて実施した。今回の建物の集成材はカラマツを用いており，年輪構造にもとづく密度差が穿孔抵抗値に直ちに反映されるので，抵抗値曲線は健全な木材であっても上下に大きくばらつく。しかし，腐朽・蟻害を生じると穿孔抵抗値がゼロに近づくので曲線はベースライン付近を走行することになる。したがって，ベースライン付近を走行する部位は「劣化部」と見做した。そして，（劣化部の距離）／（測定距離）×100を計算し，これを欠損率とした。欠損率をもとに劣化レベルは，次のように設定した。

- ・ 欠損率が3%未満の時：劣化レベルは「ほぼ健全」
- ・ 欠損率が3%以上10%未満の時：劣化レベルは「小」
- ・ 欠損率が10%以上20%未満の時：劣化レベルは「中」
- ・ 欠損率が20%以上50%未満の時：劣化レベルは「大」
- ・ 欠損率が50%以上の時：劣化レベルは「甚大」

ピロディン診断及びレジストグラフ診断を行うと、木材に直径3mm程度の孔があくので、診断後は全ての孔に油溶性防腐・防蟻剤を噴霧した。

6. 点検結果及び考察

6.1 一次診断の結果

1) 建物の変形や傾き

目視で点検した範囲内では建物に変形や傾きは認められなかった。後述するように東及び北の外周壁には顕著な腐朽・蟻害が認められたが、建物の鉛直性は現在も維持されていた。小屋組みに関して、ホール中央部にある湾曲集成材の突き当たり部（棟の部分）は長年の使用によって垂下の兆候が認められた（根拠：突き当たっている集成材の下部がやや開き加減）が、異常と見做せるレベルではなかった。構造部材に異常な変形や折損も認められなかった。

2) 接合部のズレや間隙の有無

メインフレームの脚部はプレート金具を介して基礎に固定されているが、異常を示す箇所は発見されなかった。他の通し柱、管柱も同様であった。もちろん、部材の脱落もなかった。ただし、北側外周壁に存在する「筋交い」には、若干のがたつきが認められた。

3) 集成材の接着剥離や干割れ：全般的に集成材表層部に微小な縦割れ（干割れ）が認められた。しかし、集成材の接着剥離はほとんど認められなかった。

4) 腐朽の痕跡や蟻道の有無

①柱の基部：柱の基部には、しばしば腐朽・蟻害の痕跡が認められた（写真4）。外周壁にある全ての柱の観察結果は、ピロディン診断結果と併せて表1に示した。それによると、調査した外周壁の柱38本のうち健

表1 外周壁柱脚部の一次診断及びピロディン診断の結果

柱番号	視診の結果	ピロディン貫入値(mm)	備考
A1	腐朽	16 18 40	
A2	健全		
A3	健全		
A4	腐朽	16 36 14 18	写真5を参照
B4	蟻害	18 16	
B5	健全		
B6	健全		
B7	腐朽の兆候	13 15	横の土台が劣化
B8	腐朽、蟻害	18 26	横の土台が劣化
B9	健全		
B10	健全		
B11	腐朽	30 30 34	
BC10.5	腐朽		写真6を参照
BC11	健全		
C11	健全		
C12	腐朽の兆候	14 22 21 16	
CD12-1	健全		
CD12-2	健全		
D12	健全		
DE12	健全		
E12	腐朽	18 20 20 18	
E11	腐朽	26 26 16 18	
E10	腐朽、蟻害	15 32 30	
E9	蟻害	19 16 17	
E8	蟻害	36 25 19 18	横の土台が劣化
E7	腐朽	18 18 20	
E6	健全		
E5	腐朽、蟻害	32 26 12 14	
E4	腐朽、蟻害	20 16 26	
E3	腐朽	16 38 32 36	
E2	健全		
E1	腐朽	23 30 40 28	小さな甲虫が存在
DE1	腐朽	19 22 20	
D1	腐朽、蟻害	40 40 40 40	
CD1	腐朽、蟻害	16 40 40 40	
C1	腐朽、蟻害	24 12	
BC1	健全		
B1	腐朽	18 40 40	



写真4 E8の柱脚部の腐朽と蟻害



写真5 A4の柱脚部（局所的に劣化）



写真6 BC10.5の地際部（宙吊り状態）



写真7 E9室内側の壁面の様子
(激しい漏水痕と蟻土が存在)



写真8 E8積層梁の劣化
(表層部の一部脱落)



写真9 E8積層梁の上部にある管柱
(ここにも腐朽と蟻害が発生)

全と判断された柱は15本(約40%)であり、それ以外の柱(約60%)には腐朽または蟻害、腐朽及び蟻害の痕跡が認められた。

全体的な傾向としては、西及び南の外周壁の柱は健全なものが多く、東及び北の外周壁の柱は劣化したものが多かった。外周壁の柱のうち60%に何らかの劣化が認められたという事実は、重く受け止めるべきであろう。なお、E9について1階の内壁面を観察したところ、激しい漏水痕とともに板壁の隙間に蟻土が発見された。したがって、この壁内でシロアリが活動していることは明白である(写真7)。

②積層梁：今回の診断は、東側と北側の積層梁について視診及び打診によって実施した。その結果、東側のE8では腐朽及び蟻害によって木部表面の部分的な剥離・脱落が観察された(写真8)。さらに、その上部にある管柱にも腐朽・蟻害の発生が認められた(写真9)。E9の積層梁にも、E8と同様の劣化が観察された。

北側の積層梁については視診では異常箇所を発見できなかった。しかし、打診の結果、CD1において空洞音が発生し、劣化の兆候を示した(この部位は、後でレジストグラフ診断を実施)。それ以外の箇所では、被害の兆候が認められなかった。



写真10 E2柱脚部の床下
(漏水により鉄柱が腐食)



写真11 E8柱脚部の屋外
(コンクリートに亀裂)

5) 金具の錆: 柱脚部はボックス金具に収納されているが、この金具には錆が発生していた。その様子は床下から観察したときにははっきりと確認できる(写真10)。一部の箇所では、錆の発生による膨張圧で周囲コンクリートが剥離していた。屋外から観察したときには、金具がコンクリートで完全に覆われているので錆の様子は確認できなかったが、E8は被覆コンクリートに亀裂が発生していた(写真11)。現場の状況からみて、錆の発生原因は結露ではなく漏水によるものと推定された。

6.2 ピロディンによる二次診断の結果

柱の基部のピロディン診断の結果はすでに表1に示してある。前述のように、全38本の柱のうち15本は健全であったので、それらは数値表示を省略した。ピロディン値は、表層部の強度的な劣化レベルを示す指標であり、数値が大きいほど強度劣化が著しい(つまり、残存強度が小さい)ことを示している。

実際の測定結果を見ると、同じ柱の基部であっても位置によって数値は大きくばらついていた。このことは、設置後18.5年が経過した現段階において表層部劣化は均一ではなく局所的に発生していることを示唆する。データの中に40mmという値があるが、これは鋼製ピンが貫入限界に達し、劣化が比較的深部まで進行したことを示す。全体を概観すると、D1, CD1, B1, A1(いずれも北側外周壁の柱)に貫入値40mmを示す箇所が存在したが、それ以外の柱ではそのような箇所

はなく「軽度の劣化」に留まっていた。

以上、外周壁の柱のうち約60%の柱の基部に腐朽・蟻害の兆候が認められたが、ピロディンによる表層部診断の結果、北の外周壁にある4本の柱を除き「比較的軽度の局所的劣化」に留まっていると判断された。

6.3 レジストグラフによる二次診断の結果

レジストグラフ診断は1回の測定に約5分の時間を必要とする。したがって、一次診断及びピロディン診断で異常の認められた箇所を優先的に診断した。

1) 西側外周壁:

柱の基部の診断結果を図2に示した。A4の内部に幅2cm程度の劣化部、B10の内部に幅4.5cm程度の劣化部が検出されたが、それ以外はほぼ健全であった。これらの柱は奥行きが30cmあるので、断面欠損率は最大でも15%と見積もられた。したがって、西側の柱の劣化レベルは「ほぼ健全～中」に留まっていると判断された。

注) BC10.5柱は、既述のように地際部に激しい腐朽を生じているが、これは造作柱(構造上は重要ではない柱)であるので、レジストグラフ診断を省略した。

2) 南側外周壁

柱の基部の診断結果を図3に示した。これらのチャートを見ると劣化は表層部に僅かに認められるだけで、内部はほぼ健全であった。

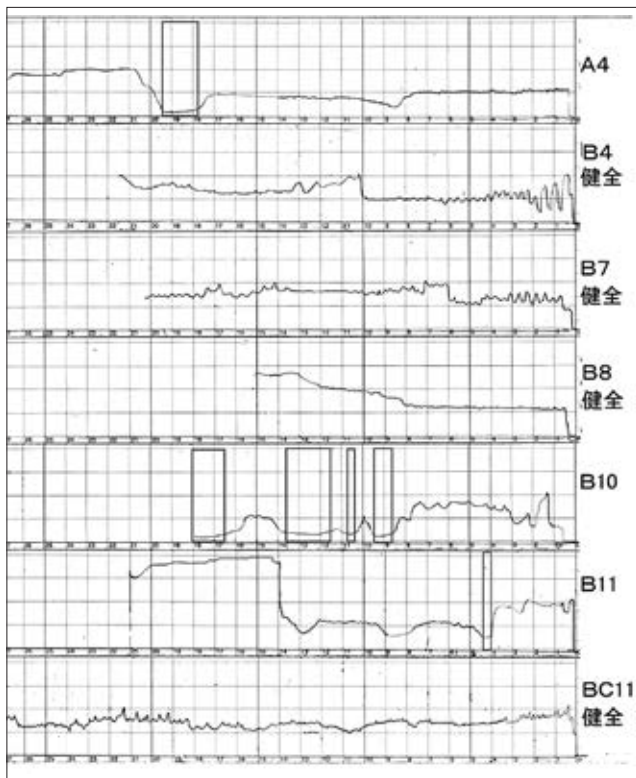


図2 西側外周壁の診断結果
(□枠が劣化部)

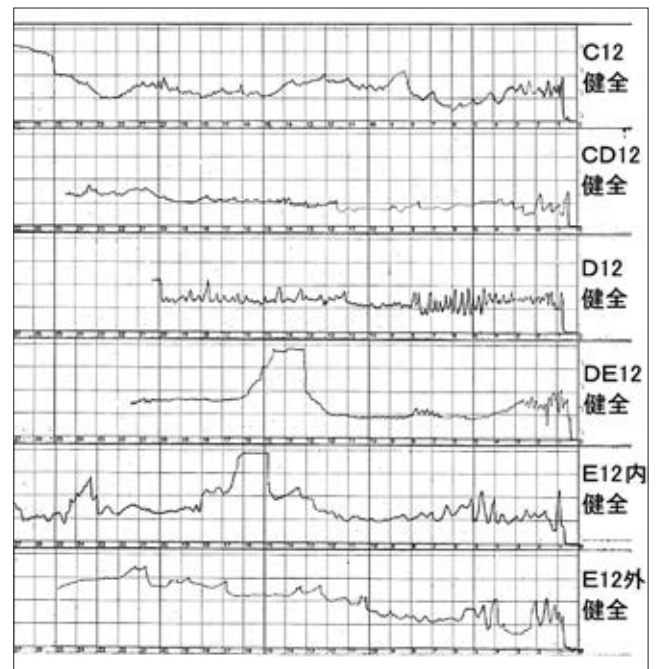


図3 南側外周壁の診断結果

3) 東側外周壁

この外周壁では、劣化は柱の基部だけに留まらず、1階と2階の境界にある積層梁にまで及んでいた。これらのレジストグラフ診断結果を図4に示した。図面右側の番号のうち、積層梁等の注積のないものは、柱脚部を指している。

①**通し柱の基部**：通し柱については、E4の内部に幅2cm、E7の内部に幅3cmの劣化部が存在した。劣化位置はコンクリート上に敷設された土台と突き当たっている場所であった(写真4を参照)。すなわち、柱と土台との境界部に雨水が侵入して滞留し、このような局部的劣化を起こしたと推定された。ただし、通し柱の奥行き(厚さ)は60cmあること、さらには柱幅の中央部でレジストグラフ診断を行うと劣化の兆候が認められなかったことから、柱の基部の劣化レベルは「小」と判断された。

②**管柱の基部**：管柱については、E5において幅2.5cm、E8において幅3cm、E1において幅2cmの劣化部が検出された。それ以外の柱は表層部に1cm未満の劣化部が存在しただけであった。これらの管柱は奥行き(厚さ)が30cmあるので、断面欠損率は最大でも10%未満と見積もられた。したがって、東側の管柱の劣化レベ

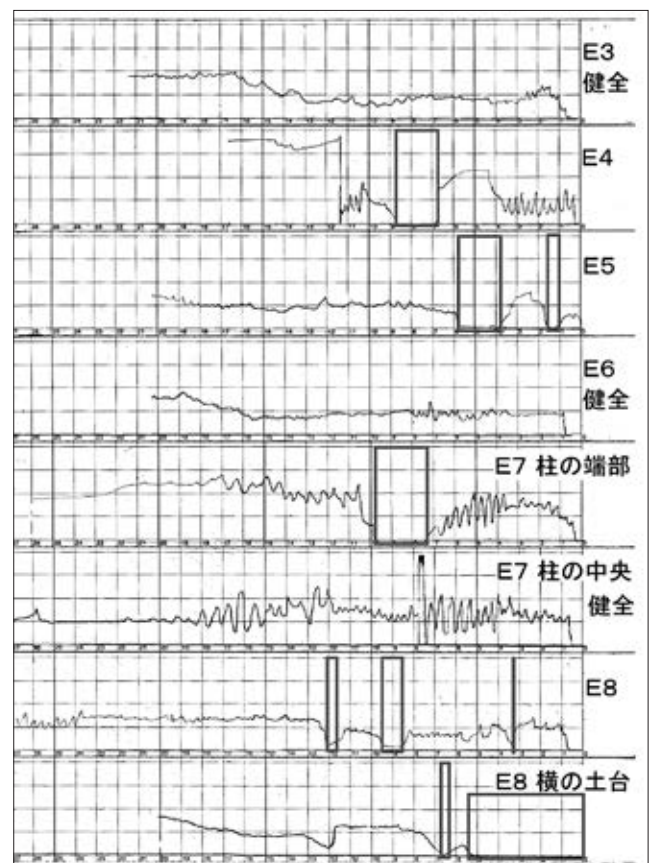


図4-1 東側外周壁の診断結果
(□枠が劣化部)

ルは「ほぼ健全～小」と判断された。

上記の結果は、コンクリート上端から上方約5cmの位置を屋外から測定したものである。柱の下端は、コンクリートの中に埋め込まれていて屋外からは計測できなかった。一方、屋内の床下では屋外側よりも約20cm下部まで木材が露出していたので、床下点検口に近いE9について床下側から診断を行った。その結果を見ると、奥行き11cmの位置から20cmの位置まで、幅10cmにわたって劣化の兆候が認められた。すなわち、外部から測定したときよりも内部の床下から測定したときの方が劣化レベルが高くなっている。その原因は、柱の下端に近い位置の方が雨水が滞留しやすいからであろう。

③積層梁：これは、厚さ15cmの集成材を3枚積み重ねて構成されている（梁の厚さ：合計45cm，幅：60cm）。事前の調査報告及び今回の一次診断結果によると、E8及びE9の管柱付近の梁に顕著な劣化が認められているので、この付近を重点的に診断した（写真8を参照）。写真から明白なように、上部の管柱と梁との交差部には「水切り」が設置されておらず、上部の管柱から流れ下る雨水は水平の梁材に導かれる構造になっていた。これは、雨仕舞いの観点から極めて不都合である。当然の帰結として、この交差部の診断結果は激しい劣化を示した。例えば、E8の場合、積層梁の中層を屋外側から測定したところ、測定限界である深さ28cmまで完全に強度を消失していた。一方、同一部材を屋内側から計測すると、測定限界である深さ28cmまで健全であった。梁の幅は60cmなので、積層梁の中層は、断面欠損率が約50%に達し、劣化レベルは「甚大」と判断された。E9では、梁を構成するの3層の部材の全てを屋外側から診断した。その結果、表層部に僅かな（卵の殻のような）健全部を残して、それより内部は深さ15cm（上層）、17.5cm（中層）、18.5cm（下層）まで、完全に強度を消失していた（図5）。E9の積層梁の断面欠損率は約28%であり、劣化レベルは「大」と判断された。

E8とE9は隣り合った交差部であり、梁の劣化はさらに水平方向に広がっている可能性がある。そこで、E9とE10の中間（E9から水平方向に2m離れた位置）を診断したところ、劣化の兆候は認められなかった。すなわち、劣化はここまで波及していない。

以上、東側外周壁の積層梁は、管柱との交差部を中心に局所的に激しい劣化を生じていることが判明した。

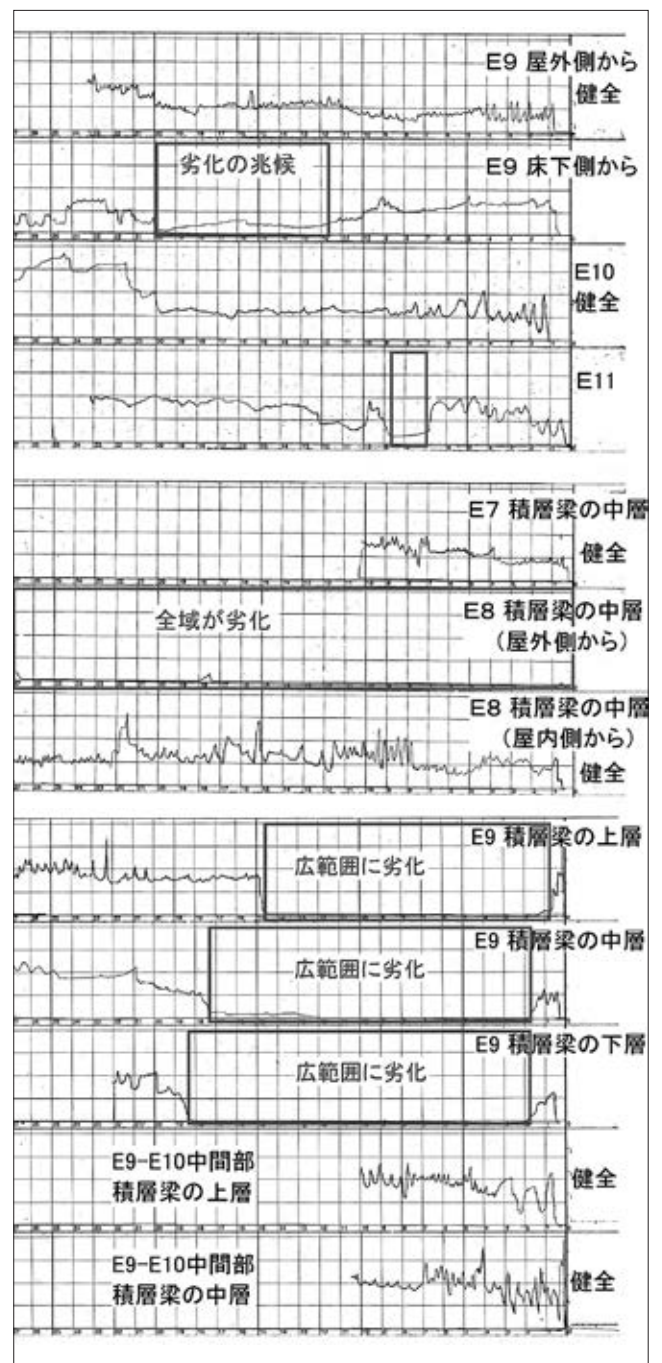


図4-2 東側外周壁の診断結果
（□枠が劣化部）

4) 北側外周壁

レジストグラフ診断結果を図6に示した。なお、この壁面では屋外に筋交いが取り付けであったので、その足元についても診断した。また、体育館のメインフレーム（B1、C1、D1、E1）は外側に板金製の防水カバーが取り付けであったので、板金のない側面から診断した。それ以外は、屋外から屋内に向けて診断した。なお、D1については屋内側から屋外側に向け

た診断も実施した。

①メインフレーム及び管柱の基部：診断結果を見ると一部の管柱（BC 1, DE 1）を除き,劣化を生じていた。メインフレームであるA 1, C 1及びE 1は内部に幅2cm程度の欠損部が存在するだけなので劣化レベルは「小」と判断されたが, B 1, D 1については屋外に露出した木部に「大～甚大」な劣化を生じていた。D 1では, 取り付けられた筋交いも強度を完全に消失していた。すなわち, この部分の筋交いは機能を果たしていない。屋外に幅広の筋交いが取り付けられたことで, これを斜めに流れ下った雨水がメインフレームに侵入して滞留し, 激しい生物劣化を引き起こしたと推定された。これも, 雨仕舞いの観点から, 極めて不都合な事態である。

最も劣化の激しいD 1について, 屋外露出部の劣化がどれくらいの高さまで広がっているかを確認するため, ①筋交いの上方5cm（コンクリート基礎から高さ32cm）, ②筋交いの上方30cm（コンクリート基礎から高さ58cm）, ③筋交いの上方40cm（コンクリート基礎から高さ68cm）, の3箇所について診断したところ, 激

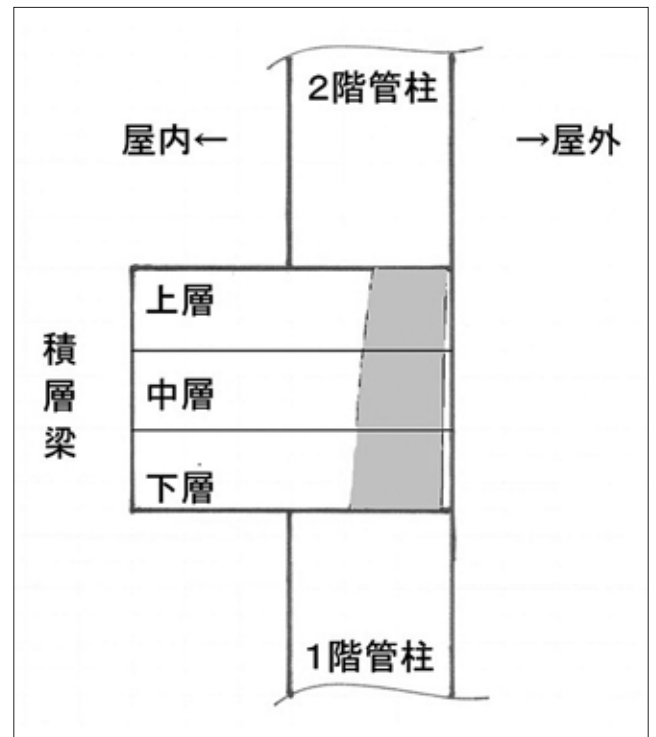


図5 積層梁の断面欠損の模試図
(外壁の縦断面)

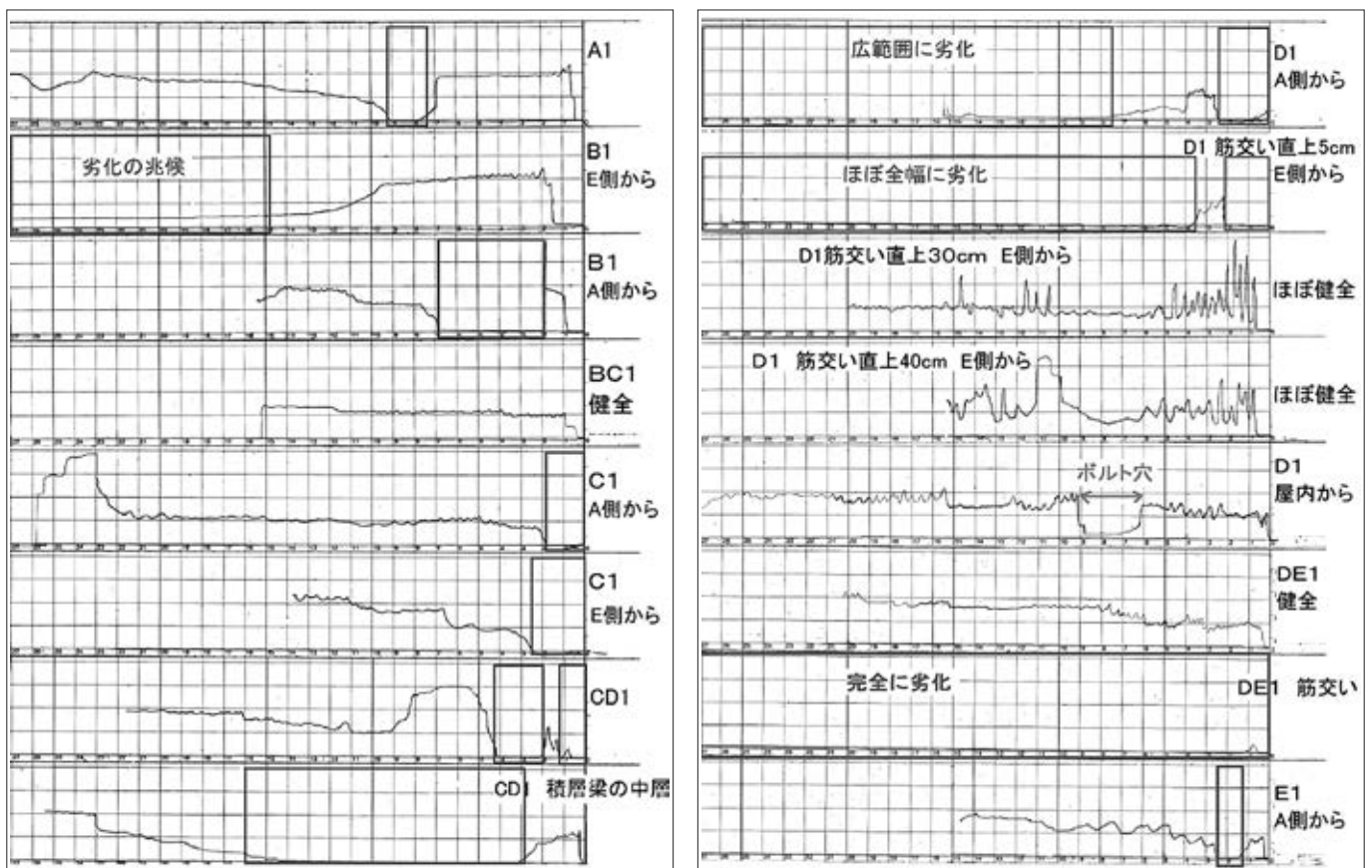


図6 北側外周壁の診断結果（□枠が劣化部）
(板金カバーのあるメインフレームは側面から測定)



写真12 D1のメインフレームと筋交いの交差点部
(防水不良により雨水侵入)

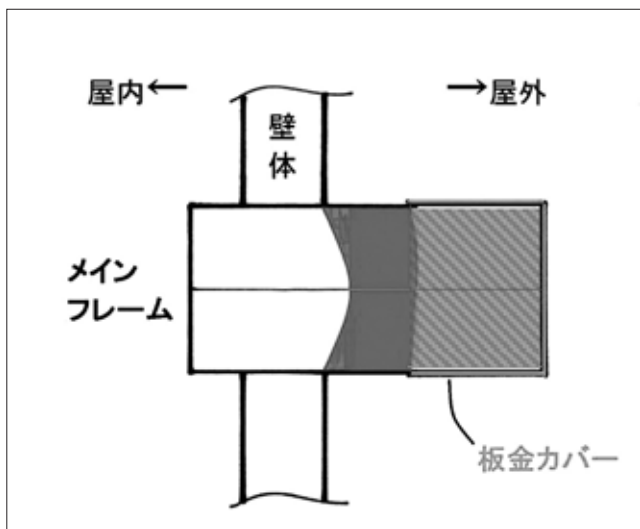


図7 D1基部の断面欠損の模試図
(外壁の水平断面)



写真13 CD1積層梁の劣化位置 (○)
(外見からは劣化が分からない)

しい劣化を生じていたのは①だけで、②及び③はほぼ健全であった。すなわち、劣化は筋交いととの交差点付近において、局部的に激甚な形で発生していた。なお、メインフレームの最外部約25cmは板金で覆われているため計測不能であった。しかし、板金と筋交いととの境界部の防水シールが不完全であること(写真12)、及び筋交いがメインフレームに差し込まれていることから、板金で被覆された木部も劣化を生じていると推定された。メインフレームは、基部で奥行きが約65cmもある大断面集成材である。そのうち、屋外側に出ているのは約40cmで、25cmは屋内側にある。そこで、屋内側の床上において屋外側に向けて診断したところ、最大測定深さ28cmまで健全であった。すなわち、劣化しているのは屋外側だけであって、屋内側は劣化していないと判断された。

以上、D1の診断結果を模試図で示すと図7のようになる。断面欠損率は、板金による被覆部分をどう評価するかによって大きく変化する。もし、被覆部分が健全と仮定すれば断面欠損率は約18%となり、被覆部分が完全に劣化していると仮定すれば、約57%となる。実態としては、この中間的な値になると推定され、劣化レベルは「大～甚大」と考えるのが妥当であろう。②積層梁：診断結果を見ると、CD1の管柱付近で激しい劣化を生じていた(写真13)。具体的には、打音診断で劣化を生じていると指摘された積層梁の中層を診断したところ、表層部2cmは健全であったが、それより奥が深さ約17cmまで完全に劣化していた。部材の奥行きは60cmなので、この部位の断面欠損率は約25%となり、劣化レベルは「大」と判断された。なお、類似構造をもつDE1とBC1の積層梁には、顕著な劣化はなかった。

6.4 点検結果のまとめ

今回の建物の外周壁の点検結果をまとめると、次のようになる。

- ①建物の外観に顕著な変形や傾きは認められなかった。接合部もズレていなかった。
- ②外周壁の内壁面や床下に激しい漏水痕が認められた(漏水は、現在も継続中)。さらに、E9付近では、内壁面に漏水痕のみならず蟻土(シロアリの痕跡)が認められた。
- ③一次診断により柱脚部を全数調査したところ、健全な柱が約40%、腐朽・蟻害の兆候を示す柱が約60%

であった。被害は東側と北側の外周壁において顕著で、一部の箇所では劣化は基礎だけに留まらず1階と2階の境界部にある積層梁まで（E 8は、さらに上部の管柱まで）拡大していた。蟻害と腐朽は現在も継続中と判断された。

- ④ピロディンによる二次診断の結果、屋外に露出した木部の表層部は極めて不均一に劣化していた。土台との密着部・干割れ・ボルト穴付近で劣化が大きく、それ以外の部位では劣化が小であった。
- ⑤レジストグラフによって柱脚部を内部診断した結果、西及び南の外周壁の柱の劣化レベルは「ほぼ健全～小」であった。東側の外周壁にある通し柱・管柱の脚部は屋外側から診断したとき、劣化レベルは「ほぼ健全～小」であったが、E 9について

床下から診断したところ広範囲に劣化の兆候が認められた。コンクリートに埋め込まれた柱脚部の下端は劣化が大きくなっている可能性がある。北側の外周壁には、屋外に幅広の筋交いが取り付けられていて、流れ下る雨水が柱脚部に導かれる構造になっていた。このことも関与して、他の壁面よりも激しい劣化を生じていた。とくに、D 1は甚大な劣化を生じていた。

- ⑥東と北の外周壁について積層梁をレジストグラフ診断した結果、E 8、E 9及びC D 1（いずれも上下に管柱が存在する箇所）において甚大な劣化が生じていた。この原因は、上部の管柱を流れ下る雨水が積層梁に侵入して滞留するためと推定された。

以上、劣化は主に東及び北側の外周壁に発生していたので、その概要を図6に示した。

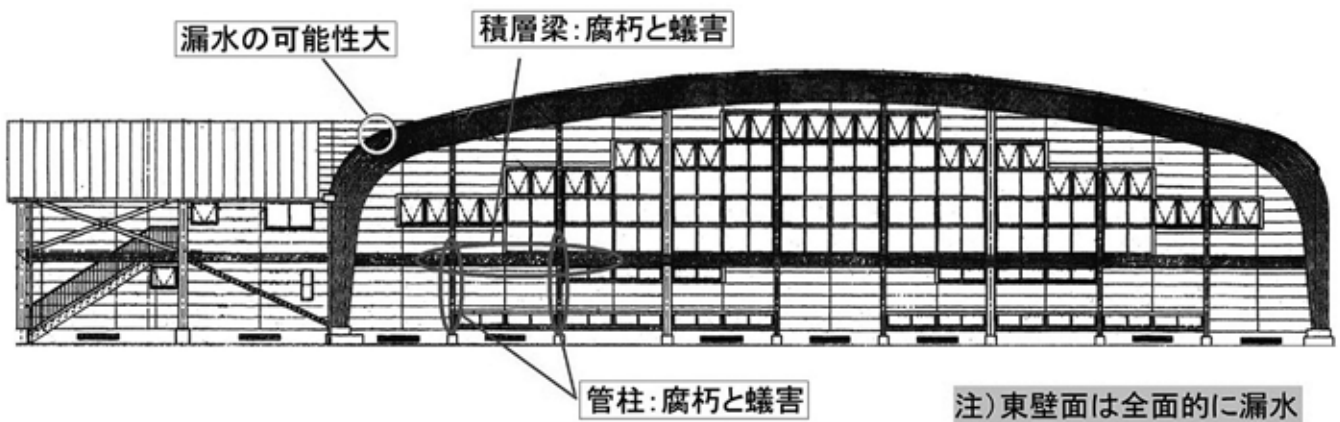
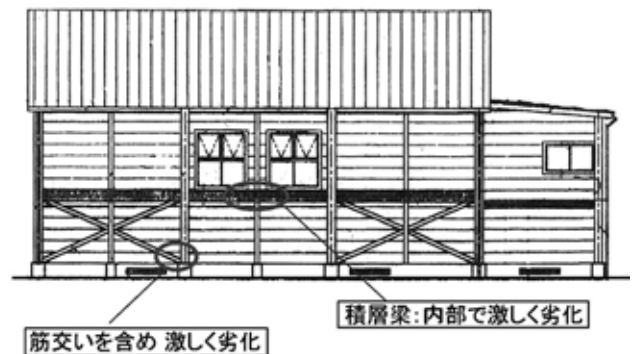


図6 劣化の激しい箇所とその内容



以上、局所的には構造部材の断面欠損率が50%を越えるほどの劣化を生じた箇所が存在したが、建物全体はまだ一体性を維持していて傾き・変形・沈み込み等は発生しておらず、接合部のズレや部材の脱落も発生していなかった。したがって、この建物の現状は全体的にみると直ちに「使用禁止の処置を取る」ほどの劣化は生じていないと推察された。ただし、壁面からの漏水が日常的に発生していて腐朽・蟻害が現在も進行形であることから、なるべく早急に補修・補強することをお薦めする。

注) 建物の使用の可否は、法律上、構造設計計算書との照合及び今回の診断結果に基づく再計算を経て建築士によって判断されるべき事柄である。したがって、今回の資料をもとに建築士に相談することをお薦めする。

7. 今後の維持管理（補修含む）に関わる助言

以上の点検結果を踏まえて、今後の維持管理（補修等）への助言を下記に示す。

1) シロアリの駆除

この建物にはシロアリが蔓延している。被害は、床下のみならず壁面を上部に向けて拡大中であるので、**緊急に駆除する必要がある**。ヤマトシロアリは大集団でコロニーを形成する社会性昆虫であるので、女王アリを含めて根絶することが重要であろう。

2) 補修・補強

この建物の今後の耐用年数をどこに設定するか（10年後？ 20年後？ 30年後？）によって対応する補修内容・補修範囲が異なる（当然、補修経費も異なる）。シロアリ駆除がされたことを前提に、大まかな補修・補強例を以下に示す。

注) これは、あくまで参考例として提示するものであって、補修方法を拘束するものではない。

①10年程度の耐用年数を想定する場合

劣化の激しい箇所について、建築士と協議のうえ必要な補修（部分的な部材交換など）及び補強（新たな補強部材の取付など）を行う。漏水については、応急処置で対応する。

そして、外周壁は撥水性の高い含浸型塗料で再塗装する。

②20年程度の耐用年数を想定する場合

前述の①に加え、本格的な漏水対策を実施する。例えば、窓の上への庇の取付け、窓枠周りの止水、柱の板金被覆（界面に空気通過層を設けること）、柱脚部への雨水侵入防止処置などである。なお、この建物は大きな建物（ホール）に小さな建物（公民館）が直角に付加されていて屋根構造が複雑になっている。この箇所の排水対策・漏水対策も実施する。

③30年程度の耐用年数を想定する場合

現在の建物は軒の出が皆無なので、長期耐用を実現するためには上記①及び②の処置に加えて、軒の出を確保するための屋根の改修工事が不可欠である。さらに東面は軒高が高いので、1階上部に庇等の取付けが必要である。

3) 定期的な点検

建物の形状変化や傾き、室内への漏水状況、接合部の変状等は、目視で簡単に点検できる。したがって、今後は半年に1回程度の頻度で点検し、その結果を記録しておくことをお薦めする。また、シロアリ被害は駆除したとしても2、3年後に再発することがあるので数年毎（長くても5年毎）に専門家による点検をお薦めする。

以上

8. 謝辞

この報文は、公共建築物について管理者からの依頼を受けて実施した劣化点検の報告書である。掲載を許可いただいた関係者に謝意を表する。

京都議定書第二約束期間における木材の扱いについて

(独) 森林総合研究所 構造利用研究領域 恒次 祐子

1. はじめに

2013年より京都議定書の第二約束期間が始まった。第一約束期間に引き続き森林吸収に期待が寄せられるとともに、第二約束期間からは木材中に貯蔵されている炭素に由来する吸収・排出量も報告の対象となり、木材利用による温暖化防止効果が国際的なルールに基づいて評価されることとなった。

筆者は昨年より第二約束期間の報告ルールに基づいて具体的に木材利用による炭素の吸収・排出量を計算するためのガイダンスを作る仕事に参加している。報告ルールは気候変動枠組条約・京都議定書締約国会議(COP/CMP)という場で決められ決議文(Decision)にまとめられているが、これは法律文のようなもので実際にどのようなデータを使ってどのように報告値を計算すればよいかということは書かれていない。ルールを具現化する仕事は科学者の集団である「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」と呼ばれる組織がCOP/CMPの依頼を受けて担当しており、筆者はこのIPCCのワーキンググループの一員として活動している。

本稿ではまず木材のどのような機能が報告の対象となるかについて簡単にまとめる。次に第一約束期間における木材の取り扱いについて触れ、第一約束期間当時に行った我が国の木材利用によりどのぐらいの吸収量が見込めるかという研究成果についても紹介する。続いてCOP/CMPで決定された第二約束期間の木材の取り扱いに関するルールのポイントを決議文の抄訳とともに紹介し、最後に吸収量確保のための方策について考察したい。

2. 木材利用による温暖化防止効果とこれまでの取り扱い

2.1 3種類の温暖化防止効果

木材には「炭素貯蔵効果」「省エネルギー効果」「化石燃料代替効果」という3種類の温暖化防止効果があると考えられている。まず「炭素貯蔵効果」は、樹木が吸収した二酸化炭素を木材が炭素の形で貯蔵してい

ることを指したものである。この炭素は木材が使用されている限り(燃やしたり腐ったりしない限り)は大気に戻されることはない。木造住宅や机、紙といった形で炭素を地上に留めておくことができ、例えば去年より木造住宅が1戸純増した場合、その1戸分の住宅に貯蔵されている炭素の量だけ大気中から削減したとみなすことができる。

「省エネルギー効果」は一般的に木材を加工する際に要するエネルギーが他材料に比較して少ないことから、加工過程におけるエネルギー使用に由来する排出量が少ないという効果を指す。例えば建築物を建てるために必要な資材に起因する二酸化炭素排出量を同じ平米数で比較すると、木造は鉄筋コンクリート造などの他の構法よりも少ないとの報告がある¹⁾。「木材で作ることができるものは木材で作る」ことが他材料で同じものを作るよりも排出削減につながる。最後に「化石燃料代替効果」は木材がいわゆる「カーボンニュートラル」であることに起因する効果である。大切に使用した木材を最後に廃棄する際にはエネルギー源として使うことで化石燃料の使用量を削減することができ、その分排出削減となる。

2.2 炭素貯蔵効果のこれまでの取り扱い

前述の3種類の温暖化防止効果のうち、第二約束期間に新たに「伐採木材製品」として報告の対象とされたのは「炭素貯蔵効果」である。省エネルギー効果と化石燃料代替効果はそれぞれ化石燃料使用量の削減という形で、すでに貢献は(木材利用の効果であると明確に目に見える形ではないものの)評価されていたといえる。一方炭素貯蔵効果については、第一約束期間中は炭素収支の計算枠の中では考慮しないということになっていた。森林が伐採された時点で伐採量分を排出と計上する、いわゆる即時排出という扱いである。その理由のひとつは輸入(輸出)された木材中に貯蔵されている炭素を誰のものにするかという議論に決着がつかなかったことであると聞いている。各国は削減

目標を掲げていることもあり、どうしても自国の削減量確保のために不利にならないようなルールを定めたいと考える。海を越えて貿易される木材中の炭素が、その木材を産出した輸出国のものになるか、それともその木材を一定期間利用する輸入国のものになるかで計算は大きく異なる。この議論が収束しなかったため、第一約束期間中は暫定的に木材を即時排出として取り扱い、第二約束期間に向けて検討を続けることとなったようである。

ルール上は木材中の炭素は報告しなくてよいこととなったが、このルールの決定を受けてIPCCが2006年に出したガイドライン²⁾では、木材炭素を計算する手法として次期以降の約束期間に向けて以下の3つの考え方が提案された(図1)。

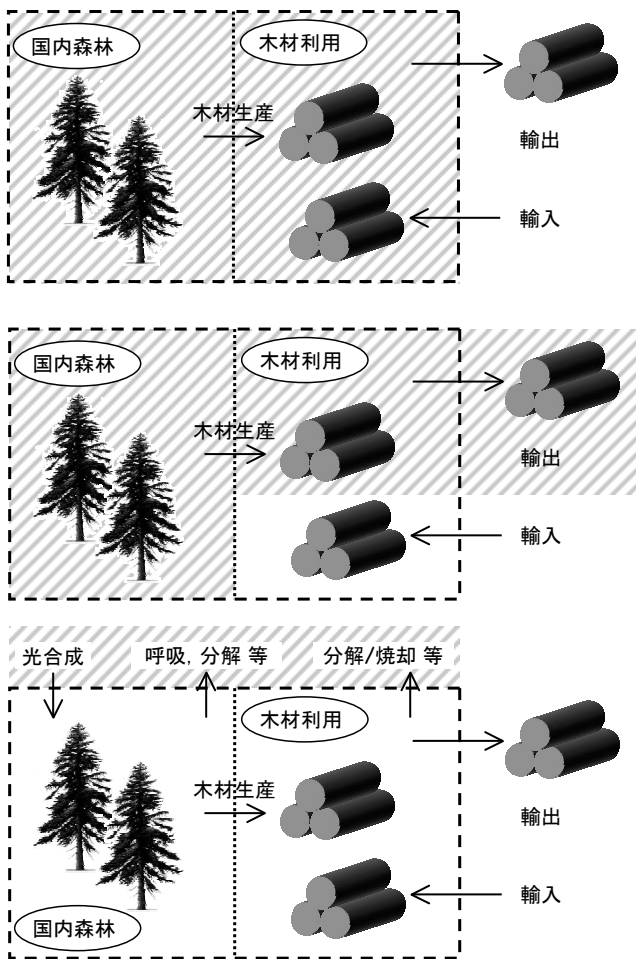


図1 各手法における計上対象
 上：蓄積変化法（国内にある国産材・輸入材を計上），
 中：生産法（国内外にある国産材を計上），
 下：大気フロー法（大気とのやり取りを計上）
 - - - - : 国境, □ : 計上対象

【蓄積変化法（ストックチェンジアプローチ）】国内にある木材の増減を計算し、増えたら吸収、減ったら排出とする。国内にある全木材を対象とするため、輸入された木材中の炭素は輸入国が自国の計算に含めることになる。

【生産法（プロダクションアプローチ）】国内にある自国の森林から産出された木材および自国の森林から産出されて輸出された木材の増減を計算し、増えたら吸収、減ったら排出とする。輸入された木材中の炭素は輸出国が自国の計算に含めることになる。

【大気フロー法（アトモスフェリックフローアプローチ）】大気とのやり取りを計算する。国内で使用している木材が廃棄され、燃されたり腐朽したりした場合に、その分だけ排出となる。

この3つの手法と第一約束期間に採用された暫定法（デフォルトアプローチ、木材は報告の対象としないという方法）をベースとして第二約束期間に向けてどの手法を統一ルールとするかという検討が長年行われ、その結果として生産法に近い手法が採択された。これについては後述の3.1項で詳細を述べる。

2.3 IPCC2006年ガイドラインに基づく試算

まだ第二約束期間のルールが検討中であった当時、どの手法が採択されても迅速に我が国の木材利用による炭素収支を計算できる方法を確立することが求められていた。また第二約束期間に向けて、どのぐらいの炭素吸収を見込むことができるかという予測も必要とされていた。このような背景から（独）森林総合研究所は農林水産技術会議プロジェクト「森林・林業・木材産業分野における温暖化防止機能の計測・評価手法の開発」「地球温暖化が農林水産業に及ぼす影響評価と緩和及び適応技術の開発」や、環境省プロジェクト「京都議定書吸収源としての森林機能評価に関する研究」などを推進し、IPCCが提案する3つの手法により炭素収支を計算できるモデルを開発した³⁾。

わが国で使用される木材はそのほとんど（60～70%）が建築向けに利用されており、続いて家具、梱包材、土木向けなどが多い。また紙も報告上木製品の一種であり、非常に多くの量が社会利用されている。このうち製品寿命の長い建築および家具、製品寿命は短いものの量が膨大である紙の3部門を木材利用モデルの対象とした。

求めたいのは木製品のストック量（社会で利用されている存在量）とその毎年の変化量である。ストック

量が去年に比較して増えていけばその分だけ吸収、減っていればその分だけ排出とする。しかし木製品のストックに関する統計はほとんどないため、IPCCガイドラインにもあるように毎年の投入量と廃棄量からストックを推計する方法を取ることにした。つまりある年の1月1日に住宅が10戸あったとして、12月31日までに5戸建てて(投入量)3戸解体したら(廃棄量)、翌年1月1日には住宅は12戸となる。したがってストック量の変化は $12 - 10 = 2$ 戸となり、2戸分の住宅に貯蔵されている炭素量を大気中から吸収したと計算することができる。ただし実際は建築物、家具、紙について毎年の投入量はある程度統計を用いて把握できるものの、廃棄量の把握は難しい。そこで本モデルは投入量の統計のみを用い、建築物、家具、紙に投入された木製品がある関数に従い投入された翌年から年々減っていくという構造を取っている。例えばN年年始に存在している木材のストック量を求めるには、計算の開始年(本モデルでは1950年)に投入したものでN年にまだ残っている量+1951年に投入したものでN年に残っている量+・・・(N-1)年に投入したものでN年に残っている量を計算することになる(図2)。

また本モデルでは1950年から2006年までは実勢値(統計からの計算値)とし、2007年以降は2つのシナリ

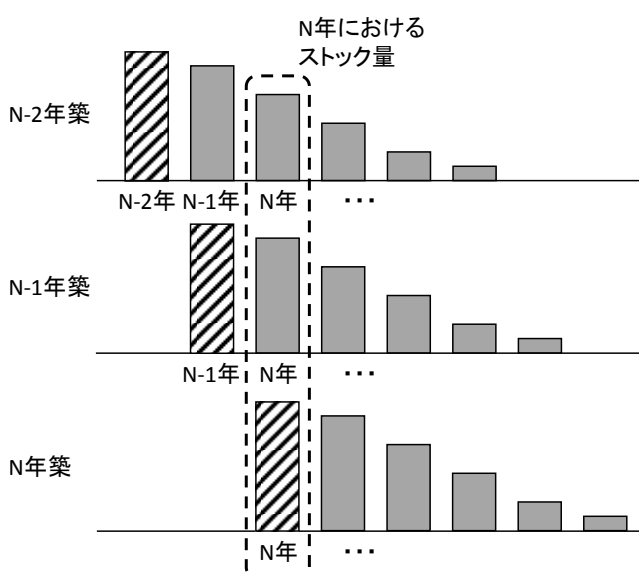


図2 木材ストック量の求め方(建築を例とした概念図)
建築着工面積が統計から得られれば(斜線部分)、その後は建てられた建築物がある関数に従って減少していくと仮定することによりストック量を求めることができる。

オに沿って木材利用の状況が推移していくと仮定して比較を行っている。シナリオ1は木材利用が2006年までと同じように2050年まで続いていくというものである。具体的には毎年の建築着工面積のうち35%が木造建築物であり、家具生産量のうちの35%が木製家具であるとした。これに対してシナリオ2は2050年までに木材利用を振興していくというものである。シナリオ1では建築着工中の木造率、家具製造中の木製率を35%で一定としたが、シナリオ2ではその数値を2050年に70%に達するよう徐々に上昇させた。

計算の結果を図3に示す。まずIPCCが提案した3つの手法(2.2項参照)のどれを使うかにより計算結果が大きく異なることが明らかとなった(図3上)。特に大気フロー法で計算した際に排出が大きくなっているのは、この手法では輸入した木材が吸収とみなされず排出だけが計上される仕組みになっているためである。木材輸入国である日本は大気フロー法が採択された場合は大きな排出量を負うことになってしまうといえる。また、木材利用の状況が現状のまま続いていくとすると(シナリオ1)、どの手法が採られてもあまり大きな吸収は見込めないことも明らかとなった。これは主に今後建築の着工量が減るなどして木材利用が減少することが予想される一方、着工量の多かった

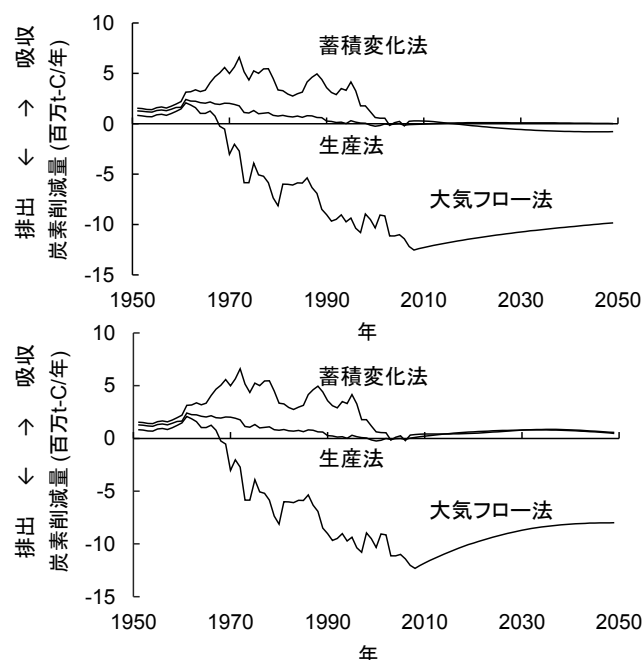


図3 各手法を用いて計算した吸収・排出量
上:シナリオ1(木材利用が現状のまま続いた場合),
下:シナリオ2(木材利用を振興した場合)
2006年以前は統計値からの推計、2007年以降はシナリオに沿った予測

頃に建てられた建築物の多くが寿命を迎えて廃棄されていくためである。それに対して木材利用を振興していくと（図3下、シナリオ2）、蓄積変化法、生産法では吸収量を得ることができ、大気フロー法でも排出量が改善される効果があることが分かる。今後人口の減少とともに木材利用も全体として減少傾向となっていく可能性があるが、積極的に木材を活用することが吸収量の確保のために重要であるといえる。

3. 第二約束期間における木材製品中の炭素の取り扱い

3.1 ダーバン合意

2011年の11月末～12月に南アフリカのダーバンで行われた国連気候変動枠組条約第17回締約国会議／京都議定書7回締約国会合（COP17/CMP7）において第二約束期間を2013年から開始すること、またその第二約束期間中に木材製品中に貯蔵されている炭素を各国からの吸収量・排出量の報告値に含めることが合意・決議された。決議文は全てインターネットから5か国語で参照可能であり、森林や木材に関する決議文は2/CMP.7という文章番号がついている⁴⁾。以下決議文2/CMP.7より木材製品に関する部分を紹介する（決議文の抄訳は筆者、意識している部分もある）。

まず「第二約束期間以前に伐採された伐採木材製品（Harvested Wood Products：気候変動枠組条約や京都議定書の関係では木材製品はこのように呼ばれている）に由来する第二約束期間中の排出は計上されなくてはならない」ことが宣言されている。木材関係者には画期的な決定であり、当時「ついに決まったんだ！」と思ったのを覚えている。次に大きな決定であるといえるのが「議定書締約国は第3条3項ならびに4項の下で報告されている森林から伐出された伐採木材製品を計上する。輸入された伐採木材製品は輸入国が計上してはならない」という部分である。京都議定書第3条3項、4項の下で報告されている森林というのは簡単に言うと国内にあって人の手が入っている森林のことである。つまりこの部分はIPCC2006年ガイドラインに示された3手法のうち各国が国産材のみを計上の対象とする「生産法」に近い手法が採択されたこと、かつ人の手によって適切に管理されている森林から伐出された木材のみ計上して良いということを示している。これにより森林と木材を切り離して考えるのではなく、一体のものとして温暖化対策を進める重要性が強調されているように個人的に感じている。

またこの決議文は具体的な数値や計算方法が挙げら

れているのが特徴で「紙は半減期5年、木質パネルは半減期25年、製材は半減期35年として一次減衰関数を用いて計算する」と書かれている部分がある。また「透明かつ検証可能なデータを持つ国の場合は前述の半減期を国独自の値に置き換えることができる。また紙、木質パネル、製材について（半減期を使わない）国独自のの方法を使って計算することもできる」とも書かれている。重要なのはここで「伐採木材製品＝製材、木質パネル、紙」との定義がなされたことであり、この製品カテゴリーに入らない木材製品は計上してはいけないことになる。これらの製品について、製造された年から単調に減少していくという仮定を置いて計算をするということが書かれているが、これは各国とも廃棄量が得られる統計があまり整備されていないので廃棄量は関数を使って計算で求める推計値を使うということである（2.3参照）。この関数はすでに2006年のガイドラインに登場しており、図4に示すように関数が描く曲線の形は半減期（投入された量が徐々に廃棄されていき、初期の量の半分になるまでにかかる時間）で決まる。例えば紙の場合には製造されて利用に投入された年から5年間で残存率が50%となるように急激に減少していく形となる。

このように一次製品ごとに半減期が定められていることで多くの国がこの決定にしたがって計算ができるという長所がある反面、推計の精度はあまり期待できないといえる。例えば同じ製材でも用途によって寿命は異なるだろうし、国によっても例えば建築物に使われた製材の寿命は大きく異なるであろう。それを一律に半減期35年として計算するので、この方法では非常に大雑把な推計値しか得ることができない。そこで、もし信頼に足る自国独自のデータがあれば半減期を置

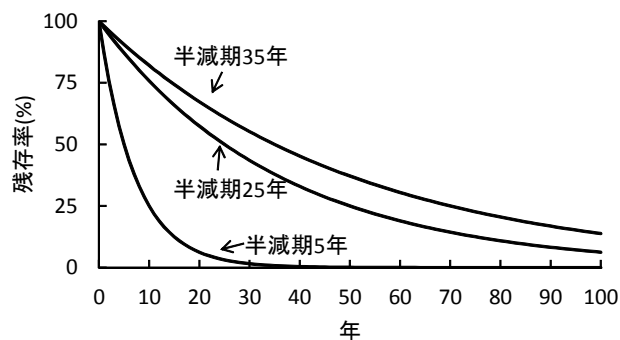


図4 廃棄量（残存量）を求めるための関数が描く曲線
半減期が決まれば曲線の形が決まるような関数が
IPCC2006年ガイドラインにて提案されており、第二約束
期間も引き続き使用されると考えられる。

き換えること、計算方法自体を自国の事情に合ったより精緻なものとするのが許されている。

これらに加えて森林減少につながるような伐採に由来する木材製品や、エネルギー利用に回る木材、埋立地に埋めた木材製品に貯蔵されている炭素は伐採時または埋立時に排出がなされたものとする、つまりプラスの効果を計上しないことが定められている。

3.2 IPCCにおける対応

このような決定を受けてIPCCでは既存の「グッドプラクティスガイダンス（日本語では良好手法指針と言われる）」の一部を改訂しており、伐採木材製品中の炭素量を計算する方法も新たに追加されることとなっている。例えば決議文では「伐採木材製品＝製材、木質パネル、紙」との定義がなされたが、ではどのようなものが「製材」の範疇に入るのかということから、国産材の割合をどのように計算すればよいのか、国独自法の例としてどのようなものがあるかなど、各国が報告をするための手引きとなる内容が盛り込まれる予定である。この改訂作業に伴い昨年から今年にかけて4回の会議が行われ、筆者も伐採木材製品の章の執筆グループに参加しているところである（図5）。改訂されたグッドプラクティスガイダンスがIPCCの総会で採択されると、いよいよそれに従って各国の報告が始まる予定である。

4. おわりに

ダーバンで合意された木材製品の計上手法は、本稿2.2で述べた「生産法」に近いものである。我が国が第二約束期間中（2013年～2020年）に報告する値は、木材利用の状況が現状のまま続くとすると図3上のシナリオ1・生産法に近い値になると予測される。つまり吸収はほとんど見込むことができない可能性も考えられる。吸収量は毎年の投入量と廃棄量の差で決まるので、短期的には国産材で建築物や家具などの木材製品をたくさん作る（投入量を増やす）こと、また現在使用中である国産材で作られた製品を捨てない（廃棄量を減らす）ことが吸収量増加につながることになる。投入量を増やすには木材の用途拡大も方策のひとつであろう。例えば土木分野への利用などが今後期待されているところである。

一方で、国産材の利用量増加は森林の伐採量増加、つまり国内の森林からの排出量の増加につながることは忘れてはならない点である。日本の場合、伐採量が



図5 伐採木材製品（HWP）執筆者会合の様子
（2013年3月7日 平石尹彦氏撮影）

森林の成長量を超えることは当分はなさそうであるが、どのぐらいの国産材を利用していくことが森林吸収を担保しつつ木材利用による吸収効果を最大限に活用できるかという観点から、森林と木材とを一体のものとして温暖化対策に取り組むべきである。今後新ルールに沿ったシミュレーションなどを進めるなどして、森林と木材の機能が十分に発揮される活用のあり方を探っていきたいと考えている。

引用文献

- 1) 漆崎昇・水野稔・下田吉之・酒井寛二（2001）：産業連関表を利用した建築業の環境負荷推定，日本建築学会計画系論文集，549，75-82.
- 2) Eggleston H.S., L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe. (eds) (2006) : 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, IGES, Japan.
- 3) Tsunetsugu Y., M. Tonosaki (2010) : Quantitative estimation of carbon removal effects due to wood utilization up to 2050 in Japan: effects from carbon storage and substitution of fossil fuels by harvested wood products, J. Wood Sci., 56, 339-344.
- 4) Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol: Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol on its seventh session, held in Durban from 28 November to 11 December 2011, <http://unfccc.int/resource/docs/2011/cmp7/eng/10a01.pdf>

シロアリ界のゆるキャラ

東京工業大学大学院生命理工学研究科・理化学研究所 木原 久美子

きもかわ系ゆるキャラ「しろありん」。じめじめとした暗いところに住む害虫のイメージとは裏腹に、真っ白で触り心地のよい爽やかボディに、なにかを思い出させるピンクの口がついたマスコットだ (図1)。

このご時世、みんなの人気を得られるかどうかは、視覚的なインパクトにかかっていると言ってもいいだろう。一度見ただけで記憶に残るキャラクターの効果は絶大だ。かわいらしさ全開の正統派マスコットではなく、気持ち悪さが愛嬌となるマスコットが、人の心をむずむずさせる。「しろありん」は、大仏と鹿が合体した「せんとくん」にも引けを取らない、適度なきもかわ度に仕上がりに、人はみな思わず反応してしまうというわけだ (図2)。



図1 きもかわ系ゆるキャラ「しろありん」
手足が合計6本あるゆるキャラは珍しい。
ポージングすればグラビアアイドル並みにかわいらしい。



図2 ゆるキャラ効果にあつまる人々
シロアリにまつわる研究の話を、シロアリの観察や紙芝居・クイズを交えて行った。イベント実施日；2013年5月4日、イベント実施場所；浦添大公園（沖縄県）。

「しろありん」は、シロアリなどに関する研究成果を広く一般へアピールするためのマスコットとして誕生した。筆者は一般向けの科学イベントを行うことが多く、たびたび「しろありん」をイベントへ呼んでいる。果たして、ゆるキャラ効果はどれほどのものだろうか。そこで具体的に検証してみた。図3は、ある科学イベントでの「しろありん」の登退場と来客数の時間変化を表したものだ。「しろありん」の登場とともに来客数が増え、「しろありん」が退場しても会場には客が滞在していることがわかる。実際、「しろありん」に引かれて会場入りした客が、「しろありん」退場後にそのままイベントに参加して、研究の話に没頭するケースも多く見られた。疑り深い読者のために言っておくが、彼らは決して気持ち悪さに腰を抜かして動けなくなったのではない。

ゆるキャラの誕生や育成には、子育てと同じように、熱意と経済力が必要だ。「しろありん」の誕生も、研究者とのシロアリ談義に盛りあがった理化学研究所の事務方の発案と熱意によるものであった。財政事情が厳しい中で生まれた「しろありん」は、球場で活躍するような“高級”マスコットと比べると段違いの格安生産品である。

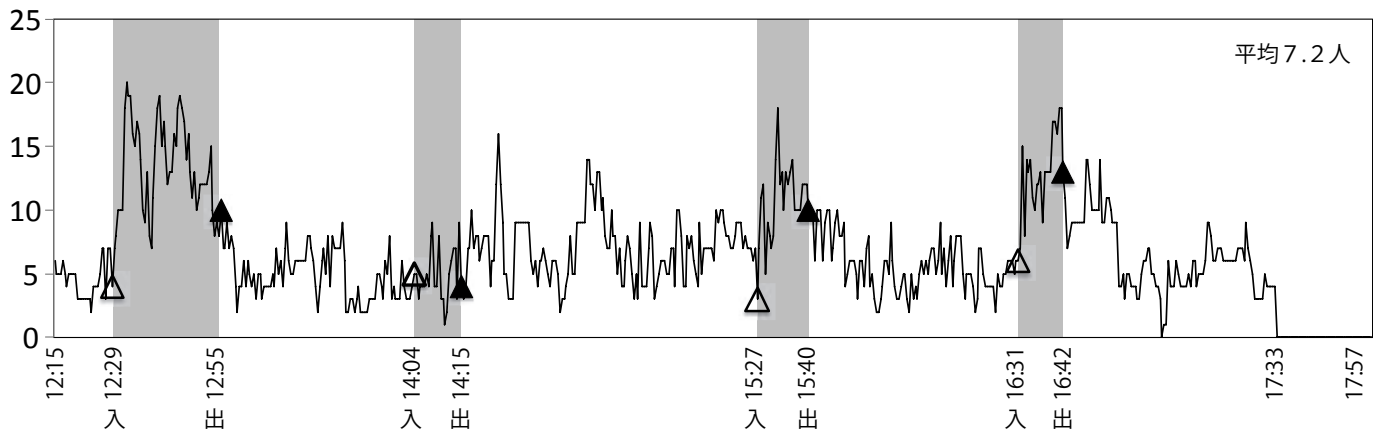


図3 イベント来場者の時系列度数分布

シロアリに関する研究紹介・シロアリ観察・クイズなどを用意したイベント会場全体を見渡せる場所で30秒ごとにタイムラプス定点撮影した写真からイベント参加者数をカウントした。縦軸が人数、横軸は時刻。「しろありん」は、「入」で登場し、「出」で退場している。イベント実施日；2013年4月7日、実施場所；沖縄こどもの国（沖縄県）。

これまで数々の営業活動を果敢にこなしてきた「しろありん」は、今ではすっかり満身創痍だ。“会いにいけるアイドル”しながら、握手会と化した会場では、「しろありん」の存在を信じる子供たちや疑う子供たちのたくさんの手足にもみくちゃにされている。現実の「しろありん」は、口に木を押しつけられても文句一つ言わず、額から滝のように流れる汗が目にしみるのに耐え、ただひたすら「しろありん」であることに徹する某さんの涙ぐましい努力のたまものであることを付け加えておく。

なお、「しろありん」は、理化学研究所のマスコットで、科学広報活動に限定して活躍しているそうである。貸し出しも行っているとのことだが、ガイドラインに沿った使用が求められることに注意が必要だ。

「しろありん」はなにしろ巨大だ。ゆえに、全国を駆け巡るのが難しい。そこで、軍手シロアリ（図4）や、小型シロアリ人形とお腹の中のシロアリ腸内微生物（図5、図6）といった各種マスコットを新たな小型ゆるキャラとして誕生させた。軍手シロアリは動かせる上に携帯性が抜群で、森の奥深くへも海中へも連れて行ける。小型シロアリ人形と微生物の組み合わせについては、販売元を聞かれることもあるほどだ。彼ら

が登場する映画や漫画なども制作し、小型ゆるキャラの全国的活躍をプロデュースしている。



図4 軍手シロアリ

何処へでも持参でき、自在に動かせるので表情も豊か。小さいが故に出来る事を、うまく組み合わせて動画を制作するのに最適なマスコットである。制作に必要な物品をまとめてキット化し、イベント参加者と一緒にこれを制作するコーナーはいつも人気である。もちろん顔は自由に作れるが、「しろありん」風にしてみたらインパクトがある仕上がりに。

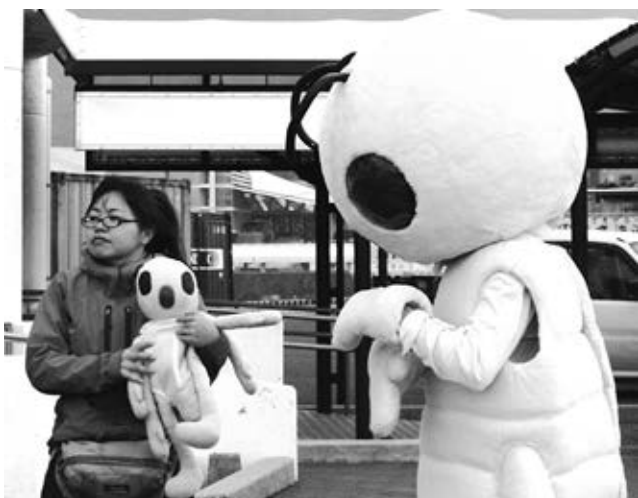


図5 小型シロアリ人形

「しろありん」の巨大さに泣き出す子供も、自分と同じサイズの人形には心を開く。「しろありん」と同じように、手触りなめらかな質感で抱き心地は抜群。大人からも子供からも好感度が高い。手足や触角は針金入りのフルクラッチで、自由な角度に曲げ伸ばしできる。

さて、昨今、シロアリの駆除防除をめぐる、過剰な代金をせしめる悪徳業者もはびこっていると聞く。本誌を手に取りこの記事を読んでおられる業者の皆様が悪徳であることは決してないと思うが、シロアリ駆除業界のイメージアップのために、新たな“ゆるキャラ”を利用してみてはどうだろうか。筆者にお任せ下さい。格安にて相談に乗らせて頂きます。



図6 ^{ニンファ}妖精さん達

小型シロアリ人形のお腹のチャックを開けると、中に入っている手のひらサイズの^{ニンファ}妖精さん達。オオシロアリ腸内の原生物である、トリコニンファ（上）、ピロソニンファ（左）、ディネニンファ（中央）、ユーコモニンファ（右）、をイメージしている。針金入りだったり特殊素材を使っているので、髪型を自由に変えたり出来る。人によりお気に入りの好みは分かれるようだ。イベントではこどもの手に渡るとまず返してもらえないため、扱いは要注意である。

※ゆるキャラの活躍は下記のWEBページでご覧頂ける。話のネタにいかがでしょうか。

みんなでモリモリサイエンス

<http://ourscience.net/morimori>

しろあり防除薬剤等認定一覧

平成25年7月16日現在

(土壌処理剤)

認定No.	製品名	希釈倍率	有効成分及びその他の成分	会社名
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、溶剤、乳化剤	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、溶剤、乳化剤	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、溶剤、界面活性剤	オーシカケミテック(株)
3332	ホルサー乳剤	水40倍	ペルメトリン、MGK264、溶剤、界面活性剤	住友化学(株)
3334	ホルサー乳剤「ES」	水40倍	ペルメトリン、MGK264、溶剤、界面活性剤	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	ペルメトリン、MGK264、溶剤、界面活性剤	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、溶剤、界面活性剤	大日本除虫菊(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、溶剤、界面活性剤	オーシカケミテック(株)
3346	バクトップMC	水20倍	フェノブカルブ、精製水、溶剤 その他	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、精製水、溶剤 その他	フマキラー(株)
3349	バクトップMC「ES」	水20倍	フェノブカルブ、精製水、溶剤 その他	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、精製水、溶剤 その他	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、溶剤、界面活性剤	ケミプロ化成(株)
3359	ハチクサンFL	水200倍	イミダクロプド、水、溶剤 その他	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、溶剤、乳化剤	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、溶剤、乳化剤	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、溶剤、乳化剤	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、溶剤、乳化剤	(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、溶剤、乳化剤	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、溶剤、乳化剤	(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、溶剤、乳化剤	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、溶剤、乳化剤	住化エンビロサイエンス(株)
3370	ホルサーEW	水40倍	ペルメトリン、MGK-264、精製水、界面活性剤	住友化学(株)
3375	フマキラーホルサーEW	水40倍	ペルメトリン、MGK-264、精製水、界面活性剤	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、溶剤、界面活性剤	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、溶剤、界面活性剤	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、溶剤、界面活性剤	(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、溶剤、界面活性剤	フマキラー(株)
3393	ピレス乳剤250	水250倍	ビフェントリン、溶剤、界面活性剤	ケミプロ化成(株)
3396	アリピレスNB乳剤「ES」	水100倍	ビフェントリン、溶剤、界面活性剤 その他	住化エンビロサイエンス(株)
3397	アリピレスME	水100倍	ビフェントリン、水、界面活性剤 その他	エフエムシー・ケミカルズ(株)
3398	ニチノーアリピレスME	水100倍	ビフェントリン、水、界面活性剤 その他	日本農薬(株)
3408	サイゴー乳剤「ES」	水50倍	ペルメトリン、溶剤、界面活性剤 その他	住化エンビロサイエンス(株)
3409	アリピレスME2	水40倍	ビフェントリン、水、溶剤 その他	エフエムシー・ケミカルズ(株)
3410	ニチノーアリピレスME2	水40倍	ビフェントリン、水、溶剤 その他	日本農薬(株)
3411	ドルガードS粒剤	原粒	ビフェントリン、鉱物質粒基剤、溶剤 その他	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、水、溶剤 その他	(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	ペルメトリン、溶剤、界面活性剤 その他	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、精製水、増粘剤 その他	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、精製水、増粘剤 その他	オーシカケミテック(株)

認定No.	製品名	希釈倍率	有効成分及びその他の成分	会社名
3423	フマキラーララップMC	水100倍	d・d-T-シフェノリン、精製水、増粘剤 その他	フマキラー(株)
3424	コダマララップMC	水100倍	d・d-T-シフェノリン、精製水、増粘剤 その他	児玉化学工業(株)
3425	ララップMC「ES」	水100倍	d・d-T-シフェノリン、精製水、増粘剤 その他	住化エンビロサイエンス(株)
3427	アリピレスFL	水150倍	ピフェントリン、水、界面活性剤 その他	エフエムシー・ケミカルズ(株)
3438	トラッカーEW「ES」	水100倍	トラロメリン、精製水、凍結防止剤 その他	住化エンビロサイエンス(株)
3446	ピレス粒剤	原粒	ピフェントリン、天然鉱物質、溶剤 その他	ケミプロ化成(株)
3447	ターミダン粒剤	原粒	ピフェントリン、天然鉱物質、溶剤 その他	エフエムシー・ケミカルズ(株)
3451	住友グレネードMC	水125倍	フィプロニル、ブラレトリン、精製水、溶剤 その他	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、ブラレトリン、精製水、溶剤 その他	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、ブラレトリン、精製水、溶剤 その他	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、ブラレトリン、精製水、溶剤 その他	日本農薬(株)
3457	グレネードMC「ES」	水125倍	フィプロニル、ブラレトリン、精製水、溶剤 その他	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、ブラレトリン、精製水、溶剤 その他	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、ブラレトリン、精製水、溶剤 その他	(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、精製水、溶剤 その他	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	ペルメリン、多孔質天然鉱物、溶剤 その他	フマキラー(株)
3463	バラタック粒剤	原粒	ペルメリン、多孔質天然鉱物、溶剤 その他	児玉化学工業(株)
3464	サイゴ-粒剤「ES」	原粒	ペルメリン、多孔質天然鉱物、溶剤 その他	住化エンビロサイエンス(株)
3470	ステルスSC	水200倍	クロルフェナビル、水、界面活性剤 その他	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、水、グリコールエーテル その他	大日本除虫菊(株)
3475	ミケブロック「AC」	水100倍	ジノテフラン、増量剤、界面活性剤 その他	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、精製水、不活性抽出物 その他	住化エンビロサイエンス(株)
3478	オブティガードLT	水250倍	チアマトキサム、天然系増量剤、界面活性剤 その他	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、天然系増量剤、界面活性剤 その他	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、天然系増量剤、界面活性剤 その他	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、天然系増量剤、界面活性剤 その他	住化エンビロサイエンス(株)
3484	モクボー オブティガードLT	水250倍	チアマトキサム、天然系増量剤、界面活性剤 その他	大日本木材防霉(株)
3485	キクトップMC	水200倍	ブラレトリン、精製水、溶剤 その他	住化エンビロサイエンス(株)
3486	アジェンダSC	水300倍	フィプロニル、水、消泡剤 その他	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、水、溶剤 その他	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、水、溶剤 その他	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、天然鉱物、着色剤	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、天然鉱物、着色剤	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、天然鉱物、着色剤	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、水、凍結防止剤 その他	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、水、凍結防止剤 その他	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、水、凍結防止剤 その他	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、水、凍結防止剤 その他	住化エンビロサイエンス(株)

認定No.	製品名	希釈倍率	有効成分及びその他の成分	会社名
3498	タケロックMCブロック	原粒	クロチアニジン、無機系鋳物	日本エンバイロケミカルズ(株)
3499	デュボンアベリオン	水100倍	インドキサカルブ、増量剤、界面活性剤 その他	デュボン(株)
3500	アベリオン「AC」	水100倍	インドキサカルブ、増量剤、界面活性剤 その他	三井化学アグロ(株)
3501	アベリオン「ES」	水100倍	インドキサカルブ、増量剤、界面活性剤 その他	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、増量剤、界面活性剤 その他	三井化学アグロ(株)
3508	ケミプロアリアピレスFL	水150倍	ピフェントリン、水、凍結防止剤	ケミプロ化成(株)
3509	アジェンダMC	水100倍	フィプロニル、精製水、溶剤 その他	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	フィプロニル、精製水、溶剤 その他	住友化学(株)
3511	ハチクサンMC	水150倍	イミダクロプリド、水、溶剤 その他	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、精製水、溶剤 その他	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、分散剤、湿潤剤 その他	日本化薬(株)
3514	シロネン乳剤F	水100倍	シラフルオフェン、水、界面活性剤 その他	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、水、界面活性剤 その他	ケミプロ化成(株)
3516	ECOSE350	水350倍	ジノテフラン、界面活性剤、賦形剤	環境機器(株)
3517	クロスガードSC	水40倍	メタフルミゾン、アセタミプリド、水、溶剤 その他	日本農薬(株)
3518	アルトリセット	水100倍	クロラントラニプリロール、水、溶剤 その他	シンジェンタジャパン(株)
3519	モクボーオブティガード ZT	水200倍	チアトキサム、水、凍結防止剤 その他	大日本木材防腐(株)
3520	ミケブロック70WP	水350倍	ジノテフラン、界面活性剤、賦形剤	三井化学アグロ(株)

(予防駆除剤)

認定No.	製品名	稀釈倍率	有効成分及びその他の成分	会社名
7096	コダマカレート油剤	原液	ペルメリン、オクタクロジプロピルエーテル、サンプラス、溶剤	児玉化学工業(株)
7097	ケミホルツ カレート油剤	原液	ペルメリン、オクタクロジプロピルエーテル、サンプラス、溶剤	オーシカケミテック(株)
7098	カレート油剤	原液	ペルメリン、オクタクロジプロピルエーテル、サンプラス、溶剤	住友化学(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、溶剤	(株)コシイブレザービング
7134	ケミホルツ メトロフエン油剤	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、溶剤	オーシカケミテック(株)
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、溶剤、界面活性剤	オーシカケミテック(株)
7150	ホルサー油剤	原液	ペルメリン、IPBC、MGK264、溶剤	住友化学(株)
7154	フマキラー ホルサー油剤	原液	ペルメリン、IPBC、MGK264、溶剤	フマキラー(株)
7155	ホルサー油剤「ES」	原液	ペルメリン、IPBC、MGK264、溶剤	住化エンビロサイエンス(株)
7159	ニチノーアリピレス油剤	原液	ビフェントリン、IPBC、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、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、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、溶剤	(株)コシイブレザービング
7164	アリピレス油剤「ES」	原液	ビフェントリン、IPBC、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、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、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	BDCP、オクタクロジプロピルエーテル、サンプラス、界面活性剤、溶剤	オーシカケミテック(株)
7175	明治メトロフエン油剤	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、溶剤	アリストライフサイエンス アグリマート(株)
7189	フマキラー エコロフエン油剤	原液	エトフェンブロックス、IPBC、溶剤	フマキラー(株)
7199	エコロフエンW	水10倍	エトフェンブロックス、IPBC、溶剤、界面活性剤 その他	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、溶剤、固着安定剤 その他	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、溶剤、固着安定剤 その他	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、溶剤、固着安定剤 その他	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、溶剤、固着安定剤 その他	エフエムシー・ケミカルズ(株)
7206	フマキラー エコロフエン油剤A	原液	エトフェンブロックス、IPBC、溶剤、固着剤 その他	フマキラー(株)
7207	エコロフエン油剤IP	原液	エトフェンブロックス、IPBC、溶剤、シリコン変性アルキッド樹脂 その他	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、溶剤、固着安定剤	ケミプロ化成(株)
7218	サンヨー エコロフエン油剤C	原液	エトフェンブロックス、シプロコナゾール、溶剤、固着剤 その他	(株)ザイエンス
7219	サンヨー エコロフエンCW	水30倍	エトフェンブロックス、シプロコナゾール、溶剤、固着剤 その他	(株)ザイエンス
7226	エコロフエン油剤	原液	エトフェンブロックス、シプロコナゾール、溶剤、固着剤 その他	三井化学アグロ(株)
7227	エコロフエンCW	水30倍	エトフェンブロックス、シプロコナゾール、溶剤、固着剤 その他	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、溶剤、安定・固着剤	(株)コシイブレザービング
7241	フマキラー エコロフエン油剤C	原液	エトフェンブロックス、シプロコナゾール、溶剤、固着剤	フマキラー(株)
7242	フマキラー エコロフエンCW	水30倍	エトフェンブロックス、シプロコナゾール、溶剤、固着剤 その他	フマキラー(株)

認定No.	製品名	稀釈倍率	有効成分及びその他の成分	会社名
7245	白アリパンチNS	原液	エトフェンプロックス、IBTE、シプロコナゾール、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、界面活性剤、溶剤 その他	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、界面活性剤、溶剤 その他	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、溶剤、安定・固着剤	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、溶剤、安定・固着剤	(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、溶剤、安定・固着剤	大日本除虫菊(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、溶剤、安定・固着剤	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、溶剤、安定・固着剤	大日本除虫菊(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、溶剤、安定・固着剤	日本マレニット(株)
7262	エバーウッド乳剤 PC30W	水30倍	ベルメトリン、シプロコナゾール、固着剤、溶剤 その他	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、溶剤、安定・固着剤	ケミプロ化成(株)
7267	白アリバイオサイド	原液	エトフェンプロックス、IPBC、溶剤、固着剤	(株)吉田製油所
7268	エクスマン 木部処理乳剤C	水30倍	ベルメトリン、シプロコナゾール、溶剤、固着剤 その他	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、溶剤、界面活性剤 その他	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、溶剤、固着剤	日本エンバイロケミカルズ(株)
7273	トラッカー50EW-A	水50倍	トラロメトリン、シプロコナゾール、固着剤、精製水 その他	住化エンビロサイエンス(株)
7274	アリンコS油剤C	原液	シラフルオフェン、シプロコナゾール、溶剤、安定・固着剤	泉商事(株)
7276	アクアアリゾール	水18倍	トラロメトリン、シプロコナゾール、水、溶剤 その他	大日本木材防腐(株)
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、溶剤、水 その他	(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、溶剤、水 その他	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、溶剤、水 その他	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、溶剤、水 その他	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、溶剤、水 その他	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、溶剤、界面活性剤	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、溶剤、界面活性剤	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、溶剤、界面活性剤	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、溶剤、界面活性剤	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	チアメキサム、シプロコナゾール、チアベンダゾール、溶剤、界面活性剤	(株)ザイエンス
7293	モクボー 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、溶剤、界面活性剤	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、ヘキサコナゾール、精製水、分散剤 その他	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、溶剤、界面活性剤	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、溶剤、界面活性剤	三井化学アグロ(株)

認定No.	製品名	希釈倍率	有効成分及びその他の成分	会社名
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、溶剤、界面活性剤	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、溶剤、界面活性剤	(株)吉田製油所
7302	ラロール乳剤「ES」	水20倍	ジノテフラン、ヘキサコナゾール、溶剤、界面活性剤 その他	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-シフェノリン、シプロコナゾール、精製水、固着剤 その他	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、水、界面活性剤 その他	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、水、界面活性剤 その他	日本農薬(株)
7308	木部用キクトップMC	水20倍	ブラレトリン、ヘキサコナゾール、精製水、分散剤 その他	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	シラフルオフェン、シプロコナゾール、IF-NR、水、安定剤・固着剤 その他	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	シラフルオフェン、シプロコナゾール、IF-NR、水、安定剤・固着剤 その他	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-シフェノリン、シプロコナゾール、精製水、固着剤 その他	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、IPBC、プロピコナゾール、精製水、アクリルシリコン系水性樹脂 その他	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	チアマトキサム、シプロコナゾール、IPBC、水、溶剤 その他	大日本木材防腐(株)
7315	ザモックス20WE	水20倍	チアマトキサム、シプロコナゾール、IPBC、溶剤、展着剤 その他	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	チアマトキサム、シプロコナゾール、IPBC、溶剤、展着剤 その他	ケミプロ化成(株)
7317	エバーウッド乳剤 HP30	水30倍	ベルメトリン、ヘキサコナゾール、界面活性剤、溶剤 その他	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、溶剤、界面活性剤	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、溶剤、界面活性剤	ケミプロ化成(株)
7320	水性白アリスーパーEx	水18倍	チアマトキサム、シプロコナゾール、IPBC、水、溶剤 その他	(株)吉田製油所
7321	エバーウッド乳剤 PH20W	水20倍	ベルメトリン、ヘキサコナゾール、IPBC、溶剤、界面活性剤 その他	住化エンビロサイエンス(株)
7322	タケロック8W乳剤	水8倍	クロチアニジン、IPBC、プロピコナゾール、テブコナゾール、溶剤、界面活性剤	日本エンバイロケミカルズ(株)

乾材シロアリ用駆除薬剤登録一覧

登録No.	製品名	希釈倍率	有効成分及びその他の成分	会社名
第1号	アリピレスFL	水150倍	ピフェントリン、水、界面活性剤 その他	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、水、溶剤 その他	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、水、界面活性剤 その他	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、増量剤、界面活性剤 その他	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、溶剤、界面活性剤	三井化学アグロ(株)
第6号	オプティガードZT	水200倍	チアマトキサム、水、凍結防止剤 その他	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、溶剤、界面活性剤	(株)吉田製油所
第8号	タケロックMC50 スーパー	水50倍	クロチアニジン、精製水、溶剤 その他	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、IPBC、プロピコナゾール、精製水、アクリルシリコン系水性樹脂 その他	日本エンバイロケミカルズ(株)
第10号	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、溶剤、固着剤	日本エンバイロケミカルズ(株)

防蟻材料および施工登録一覧

登録No.	工法名	製品名	有効成分	会社名
第7号	発泡施工法		ピフェントリン	日本農薬(株)
第8号	発泡施工法		ジノテフラン	三井化学アグロ(株)
第13号	土壌表面シート敷設工法	アリダグ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	アリダグ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	ターミダグシート	ピフェントリン	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	ターミダグシート「ES」	ピフェントリン	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 ターミダグシート	ピフェントリン	(株)コシイプレザービング
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	ターミダグシートL	ピフェントリン	エフエムシー・ケミカルズ(株)

ベイト工法登録一覧

登録No.	製品名	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
第9号	セントリコン・システム (リクルートIV)	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)

「しろあり」投稿規程

1. 本誌への投稿は本協会会員に限る。ただし、広報委員会が寄稿を依頼した場合はこの限りではない。また、会員以外の共著者を含むことは差し支えない。
2. 原稿は他誌に未投稿のものに限る。ただし、著者が版元より許可を得た上で一部に既発表の内容を含むことができる。
3. 原稿の種類は、報文、解説、研究トピックス、その他とし、いずれも内容は建築物のシロアリ被害および腐朽の防止ならびに木材の長期利用と環境の保全に貢献するものとする。
 - ・報文は実験、試験あるいは調査に関する内容を含み、有用性が求められる。
 - ・解説は規格、法律、その他特定の事項をわかり易く説明したものとする。
 - ・研究トピックスは著者らの最近の研究成果についてまとめて紹介したものとする。
 - ・その他の原稿は、各種委員会報告、協会からのインフォメーション、研究発表会報告、新刊紹介などとして分類する。
4. 原稿は本誌執筆要領に従うこととする。なお、広報委員会より原稿の修正を求めることがある。
5. 投稿原稿が本協会に到着した日を受付日とする。原稿の採否は広報委員会において決定する。なお、字句等の訂正を広報委員会で行うことがある。
6. 投稿原稿は、原則として電子情報（電子メール添付あるいは送付）として提出する。
7. 掲載した原稿は原則として返却しない。
8. 著作権は公益社団法人日本しろあり対策協会に属する。
9. 原稿には規定の原稿料を進呈する。
10. 別刷を希望する場合にはPDFにて頒布する。
11. 投稿及び編集に関する連絡は下記宛とする。

〒160-0022 東京都新宿区新宿1-12-12 オスカカテリーナ4F
公益社団法人 日本しろあり対策協会
電話 03 (3354) 9891 FAX 03 (3354) 8277

12. 原稿送り状には、原稿発送日・著者名（日本語及びローマ字）・所属・題名（日本語及び英文）・原稿枚数・原稿の種類・別刷り希望の有無・連絡先を記載する。

「しろあり」執筆要領

1. 原稿は、ワードプロセッサ打ち、平仮名交じり横書き楷書とし、新仮名使いによるものとする。ワードプロセッサでは、和文の場合はA4版1ページあたり10.5ポイント程度で40字×28行とする。手書きの場合は問い合わせること。
2. 原稿には和文で著者名、所属、連絡先及び題名を付する。著者名及び題名については英文を併記する。
3. 動植物、微生物などの和文、欧語の音訳には片仮名を用いる。（例：イエシロアリ、ヒラタキクイムシ、カワラタケ、アカマツ）
4. 数字の記載には算用数字を用いる。範囲は次のようにして示す（例：20～30℃、ただし英文中では20–30℃）。文中に分数を示すときには、次のようにする（例：1/2）。成句と概数を示す場合は漢数字を使う。ただし、数字の前に、「約」、「およそ」などがつくときや、数字の後に「未満」、「以上」などがつくときには算用数字にする（例：約10m、およそ50枚、10円未満、50以上）。
5. 単位は原則として、SI単位を使う。
6. 図、表、写真は1件ごとに別紙とし、本文原稿欄外に挿入箇所を朱記する。図と表の重複はさける。図の番号（例：図1）、標題、注などは図の下方に記入する。
7. 図はコンピュータで作製した図をプリントアウトしたものとする。用紙はA4版以内とし、縮小されることを考えたデザインにする。
8. 表はなるべく簡潔にし、表題は表の上方に、注などは下方に記入する。
9. 写真は鮮明なものとし、写真下方に写真番号（例：写真1）、標題、注などを記入する。
10. 引用文献は本文引用箇所の肩に1) や2, 3) もしくは7–9) などのように文献番号を付け、本文末に一括して引用順に記載する。また、著者は共著者を含めて全員を記載し、雑誌名は慣例にしたがって略記する。
11. インターネットのウェブページの引用がある場合は、原則として本文中に引用先を記載する。

（論文誌、学会要旨）

- （例1）大村和香子・片岡 厚・木口 実（2009）：イエシロアリの走光性に及ぼす波長の影響、環動昆、20（4）、185-190.
- （例2）土居修一・小岩俊行・堀沢 栄・吉村 剛（2012）：木造建築物床下の換気と木材腐朽菌の侵入、しろあり、158,1–7.
- （例3）Su, N.-Y., V. Chew, G.S. Wheeler, R. H. Scheffrahn（1997）：Comparison of tunneling responses into insecticide-treated soil by field population and laboratory groups of subterranean termites（Isoptera: Rhinotermitidae）, J. Econ. Entomol., 90, 503-509.
- （例4）Osbrink, W.L.A., W.D. Woodson, A. R. Lax（1999）：Population of Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus*（Isoptera: Rhinotermitidae） established in living urban trees in New Orleans, Louisiana, U.S.A., Proc. 3rd International Conference on Urban Pests, Czech Republic, Grafické závody Hronov, pp. 341-345.

（単行本）

- （例5）森本 桂（2000）：シロアリ，“シロアリと防除対策”、(社)日本しろあり対策協会編, pp.1-126. もしくは(社)日本しろあり対策協会編（2000），“シロアリと防除対策”。
- （例6）James F.A.T., R. H. Leuthold（2000）：Behavior and ecology of foraging in termites, In “Termites: Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology” Eds. by T. Abe, D.E. Bignell and M. Higashi, Kluwer Academic Publishers, pp.141–168.

（報告書）

- （例7）(財)日本住宅木材技術材からのVOC証明・表示研センター（2008）：「木質建究会」報告書, 平成20年8月1日.

（特許）

- （例8）白蟻花子（1993）：特開平05–12345.
- （例9）Termite, C.F.（2010）：US PAT., 1234.

（ウェブページ）

- （例10）気象庁ホームページ：<http://www.seisvol.kishou.go.jp>

※本誌に掲載されている原稿は、筆者の個人の責任において執筆いただいております。
したがって、意見にわたる部分は本会の見解と異なる場合があることをお断りいたします。

しろあり 第160号 平成25年7月16日発行

発行者 吉村 剛

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

印刷所 東京都千代田区一ツ橋1丁目1番1号 株式会社マイナビサポート

振込先 りそな銀行新宿支店 普通預金 No.0111252

広報委員会

委員長	吉村 剛
副委員長	大嶽 讓治
〃	山島 雄成
〃	山辺 利正
委員	土井 香子
〃	大村 正道
〃	木本 和也
〃	太司 猛志
〃	中村 健太郎
〃	藤井 功
〃	増田 佳之章
〃	築野 弘
〃	吉野 仁
事務局	秋山 志