

百年の家プロジェクト テクニカル定例会201903

第1講義 シロアリの生態と行動

2019.3.14(Thu.) エコールWOOD館

シロアリ講師・住まいの害虫防除 阪神ターミナルホ
代表 水谷 隆明

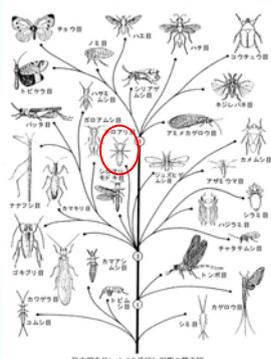
Presented by Hanshin Termites Laboratory

昆虫の仲間であるシロアリ



Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

昆虫の系統図とシロアリ



シロアリはゴキブリに近縁の原始的な昆虫です。

現時点では、単独で目を形成しています。

腐朽材を摂食するキゴキブリが近縁です。

これは、キゴキブリの後腸内に下等シロアリと同様、多数の原生動物が共生しており、セルロースの分解に寄与しているためと考えられています。

①翅が形成される。②翅の長は合わせができるようになる。③蛹を主に産み落とす。

Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

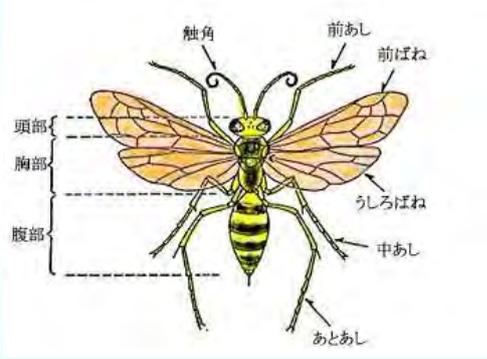
キゴキブリの特徴

- ▶ 下等シロアリと同様に腐朽材の中に生息している
- ▶ 後腸内に下等シロアリが保有しているのと同様の共生原生動物を保有している
- ▶ 雌雄の成虫ペアがその子供たちとともに、長期間にわたって家族を形成して生活している



Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

昆虫の体

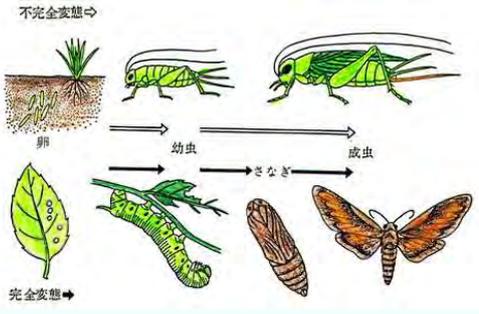


触角 前あし 前ばね
頭部 胸部 腹部
うしろばね 中あし あとあし

Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

完全変態と不完全変態

不完全変態⇨

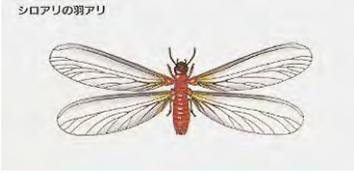


完全変態⇨

Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

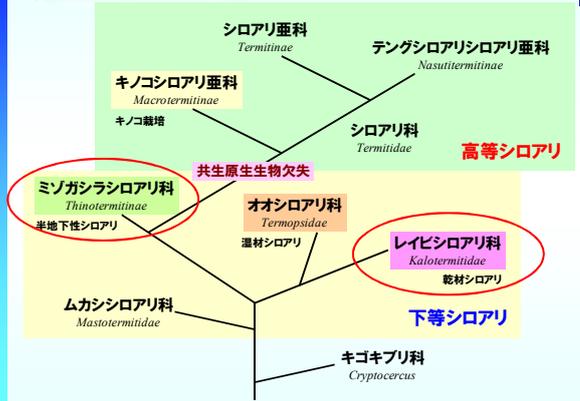
シロアリの分類

昆虫綱-ゴキブリ目-等翅類 (Isoptera) -シロアリ科
 キゴキブリ (*Cryptocercus punctulatus*) から進化



iso = 等しい ptera = 翅

シロアリの系統樹

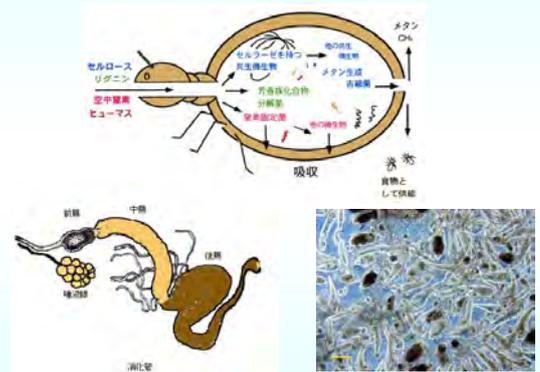


シロアリの食性



木 (植物遺体) を食べて生活している昆虫

シロアリのエネルギー化



餌としての判断



食性は
セルロース
ヘミセルロース

腸内原生動物により
ブドウ糖に分解され
栄養源としている

シロアリの生息場所



多くは地中で生活しています

生殖場所によるシロアリの区分

区分	種類及び代表種	
土壌性シロアリ	土生性シロアリ	シロアリ科キノコシロアリ亜科 ⇒ タイワンシロアリ等
	通常土中又は土の隙に生息する	シロアリ科テングシロアリ亜科の一部 ⇒ オーストラリアの塚生性種等
		シロアリ科シロアリ亜科の一部(土食い系) ⇒ ニトベシロアリ、ムシャシロアリ等
		シュウカクシロアリ科
土木生性シロアリ	多くのミノガシラシロアリ科 ⇒ イエシロアリ、ヤマトシロアリ等	
非土壌性シロアリ	土中、木材、樹木に生息する 概ね土壌と関係あり	シロアリ科テングシロアリ亜科の一部 ⇒ タカサゴシロアリ等
	木生性シロアリ	レイビシロアリ科(乾材/湿材) ⇒ アメリカカンザイシロアリ等
	土壌と関係せず樹木や木材中で生息する 乾材と湿材に分かれる	オオシロアリ科(乾材/湿材) ⇒ オオシロアリ等
	ミノガシラシロアリ科の一部(湿材)	

Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

13

シロアリの功罪

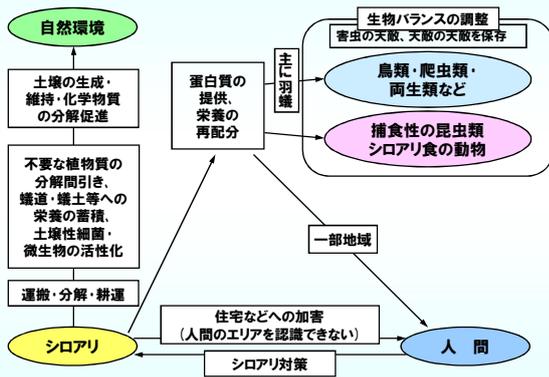


家屋へ侵入すると害虫、自然界では益虫

Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

14

生態系におけるシロアリの関連図



Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

15

シロアリの種類



ヤマトシロアリ



イエシロアリ



アメリカカンザイシロアリ

日本には13属生息、阪神間では3属

Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

16

日本のシロアリと家屋被害

生息区分	種類	種数	家屋への被害程度
非土壌性シロアリ	木生性	アメリカカンザイシロアリの仲間	3 ○
		ダイコクシロアリの仲間	1 ○
		アメリカオオシロアリの仲間	1 △
土壌性シロアリ	土木生性	ヤマトシロアリの仲間	7 ○
		イエシロアリの仲間	3 ◎
	土生性	タイワンシロアリの仲間	1 △

Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

17

ヤマトシロアリの生態

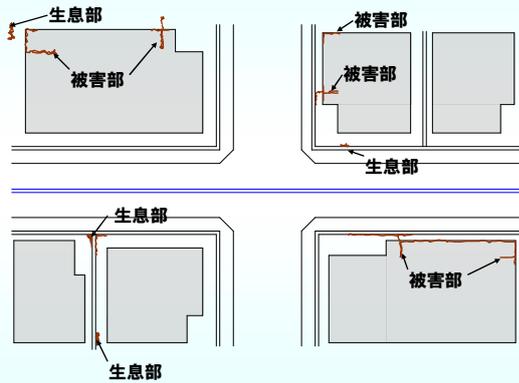


日本各地に生息するおとなしいシロアリ

Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

18

ヤマトシロアリの生息パターン



Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

19

イエシロアリの生態

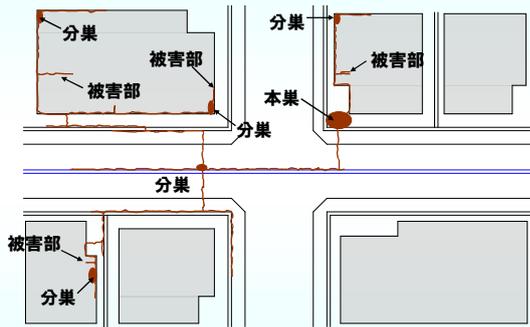


海岸沿いの温暖なところに住む凶暴なシロアリ

Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

20

イエシロアリの生息パターン



Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

21

アメリカカンザイシロアリの生態

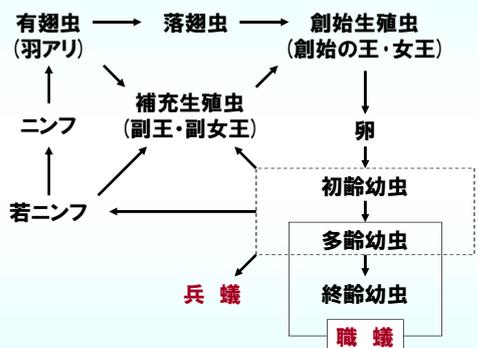


外来種のシロアリで既存のシロアリと生態が異なる

Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

22

シロアリの生活史



Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

23

シロアリの階級



羽アリ(有翅虫) alate

ニンフの最終脱皮による生殖能力を有する翅脈で種別同定が可能 正の走光性あり

落翅虫

羽アリが翅を落とし、営巣することで王と女王になる 負の走光性あり



Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

24

シロアリの階級



職蟻 worker

シロアリの集団の大多数
巣の構築、餌の採取、幼虫の
育成などを受け持つ

兵蟻 soldier

集団の10~20%
コロニーの防衛にあたる
種により防衛方法が異なる



シロアリの階級



ニンフ(擬蛹) nymph

羽アリの前段階の階級
背中に翅芽、翅鞘を持つ
眼(複眼)が確認される

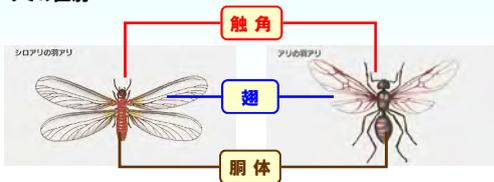
生殖虫 king・queen

補充生殖虫 reproductive



シロアリとアリの違い

羽アリでの区別



	シロアリ	アリ
触角	直線的で数珠状	L字型
翅	4枚とも同じ大きさ	前が大きく後が小さい
胴体	くびれない	くびれがある

シロアリの群飛行動



シロアリの特異的行動



シロアリの体色

蟻道という外骨格

シロアリの体色



外骨格が未発達 = 体表面が薄い皮膚となっている
⇒ 体表面から水分が蒸発し易い

構築する蟻道



外骨格としての役割

外骨格の種類

蟻道
蟻土
巣・塚
泥線
泥被
群飛孔

Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

31

集団的外骨格の種類と特徴

種類	状態	特徴
蟻道	高密度	おもに主要な活動域を密閉する。 内皮構造を持つことがある。
蟻土		
巣・塚	低密度	おもに主要な活動域を覆う。 ある程度の外気の流通がある。
泥線		
泥被	低密度	おもに主要な活動域を覆う。 ある程度の外気の流通がある。
群飛孔		

Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

32

蟻道の種類

泥線・泥被

低密度状態で、
活動域を覆う。
ある程度の
通気性を持つ。



蟻道・蟻土

高密度状態で、
活動域を密閉。
内皮構造を
持つものが
多い。



Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

33

蟻道の種類



蟻道は土中も続いている

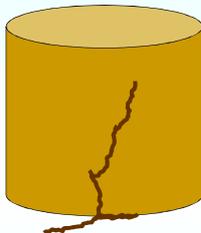


群飛孔が一時的な建築物

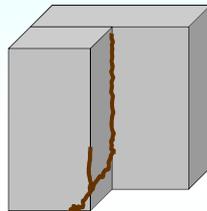
Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

34

蟻道の構築の傾向



表面が丸く突出したものにや平面では
蟻道は割合不安定な伸び方をする



谷部に行き着くと形に沿って安定し
て伸びる
また、空気の流れの辺縁部（山部）に
伸びることもある
これは縦も横でも同じである

Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

35

真社会性昆虫

- (1) 複数の個体が共同して育児を行う
- (2) 二世以上世代以上の個体が共存している
- (3) 不妊カーストが存在する



Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

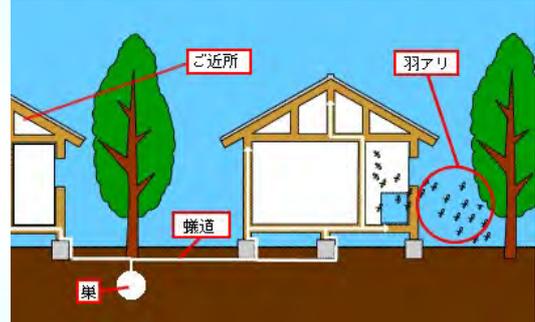
36

ヤマトシロアリの生息数



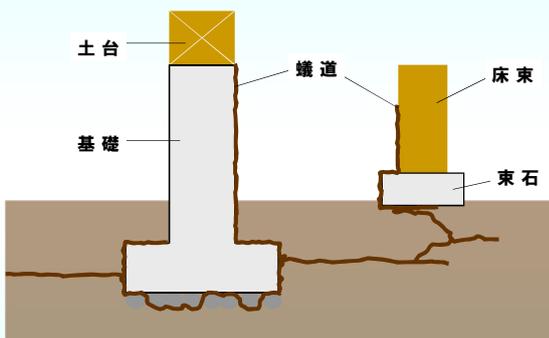
一集団5000匹前後が一般的、数万匹の場合もあり

シロアリが家屋へ侵入する理由

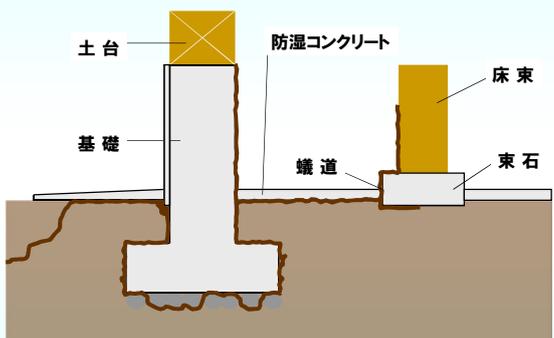


餌を求めて活動、家屋へ侵入するのは偶然

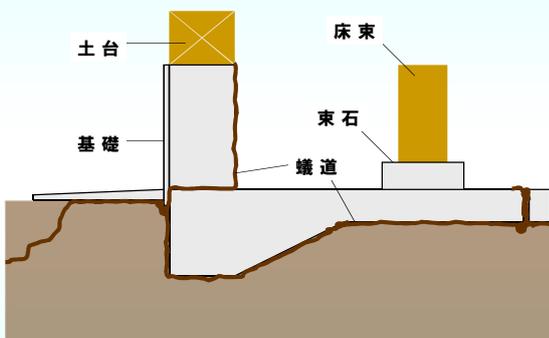
シロアリの侵入パターン(布基礎+土間)



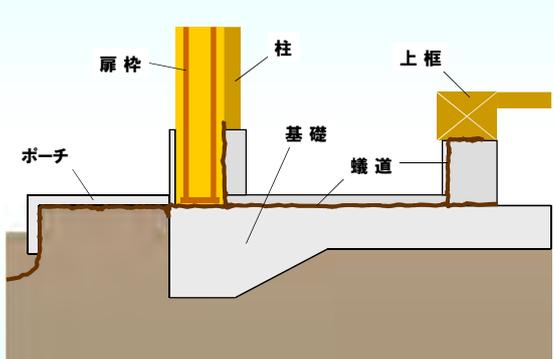
シロアリの侵入パターン(布基礎+防湿コンクリート)



シロアリの侵入パターン(ベタ基礎)



増加する玄関での被害



百年の家プロジェクト テクニカル定例会201903

第2講義 シロアリ防除の実務

2019.3.14(Thu.) エコールWOOD館

シロアリ防除・住まいの害虫防除 阪神ターミナルホ
代表 水谷 隆明

Presented by Hanshin Termites Laboratory

住まいを管理する理由

- ・**住まいの安全性確保**
自然災害と住まいの安全性
- ・**地球環境の保護**
スクラップアンドビルド ⇒ エネルギー、資源
材料の消費、大量の廃棄物
- ・**住文化の継承**
住まいは、使い続けられて(手入れが継続的に行われ)
存在することで継承される
- ・**成熟した社会の形成**
個々の住まいが街や都市を形成している
住まいは社会財

Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved 2

木材の劣化とは

- ・熱劣化 (熱分解、燃焼)
- ・気象劣化 (風化)
- ・化学薬品劣化 (酸、アルカリ)
- ・機械的劣化 (荷重、振動、磨耗)
- ・**生物劣化 (木材腐朽菌、シロアリ食害)**



Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved 3

シロアリ食害の恐怖

阪神大震災における 神戸市東灘区の倒壊家屋調査

1995年 大阪市立大・宮野助教 他



アリ害・腐食ありの家屋
全壊 93%
半壊 6%
軽微・無害 1%

アリ害・腐食なしの家屋
全壊 25%
半壊 23%
軽微・無害 52%

木材の腐朽・シロアリの発生を防ぐ事が地震対策につながります。

Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved 4

シロアリ対策の構成要素

巣の探知と駆除
すべてのシロアリ対策の基本

補助手段

- ・誘殺法
- ・毒餌法
- ・誘導、陽動、バリア
- ・予防措置その他

補助手段を主体にすると、無駄や過剰な措置を生み出す

Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved 5

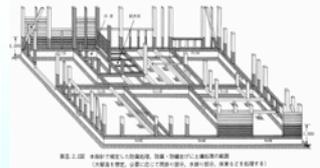
薬剤施工

建築基準法施行令第49条/外壁内部等の防蟻措置等

- ・構造耐力上主要な部分である柱、筋かい及び土台のうち、地面から1メートル以内の部分には、有効な防蟻措置を講ずるとともに、必要に応じて、しるありその他の虫による害を防ぐための措置を講じなければならない。

建築物の構造耐力上の安全確保に係る措置について
(平成7年5月31日住指発第176号) / (3) 防蟻処理

- ・しるありの被害により木造の建築物の柱、土台等の強度が不足することがないように、しるあり防除の徹底を図ること。なお、しるあり防除については、(社)日本しるあり対策協会による「木造建築物防蟻・防蟻・防虫処理対策技術指針・同解説版」を参考として、環境汚染の防止、作業上の安全確保等に配慮した施工工法を採用すること。



土壌処理 (面状) 3L/m²
(帯状) 5L/m²
木部処理 300ml/m²

Copyright (C) Hanshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved 6

劣化対策等級3の防腐防蟻処理

長期優良住宅認定基準

項目	チェック事項							
	通気構造					通気構造以外		
外壁工法	製材、集成材、構造用合板等					-		
樹種	耐久性区分 D1以外		耐久性区分 D1		左のうちヒノキ等		-	
薬剤処理	防腐防蟻処理 (現場処理)	防腐防蟻処理なし		-		-	K3相当以上 (工場処理)	左以外
部材の小径	-	13.5cm 以上	13.5cm 未満	12.0cm 以上	12.0cm 未満	-	-	-
適否	適	適	否	適	否	適	適	否

Copyright (C) HanShin Termite Laboratory 2019 All Rights Reserved

7

薬剤による防腐防蟻処理

① 有効な薬剤を塗布、加圧注入、浸漬、吹付、接着剤に混入したもの

現場処理の薬剤例

- JISK1570 (木材防腐剤) に適合するクレオソート油規格品又は (公社) 日本木材保存協会認定の防腐剤
- (公社) しろあり対策協会又は (公社) 日本木材保存協会の防腐防蟻剤

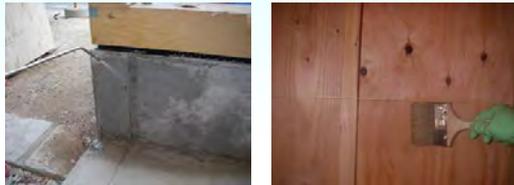
② 工場処理による防腐防蟻処理材

- JAS保存処理 (K1を除く) の規格に適合する保存処理材
- JISA9108 (土台用加圧式防腐処理木材) の規格に適合する保存処理材
- JISK1570に定める加圧注入用木材防腐剤又は (公社) 日本木材保存協会認定加圧式防腐処理を行った木材
- 認証木質建材 (AQマーク表示品) として認証された保存処理材

Copyright (C) HanShin Termite Laboratory 2019 All Rights Reserved

8

新築予防処理



土壌処理

帯状散布: 基礎の内側や東石の周囲並びに配管等の立上り部分の土壌に対して、側壁から約20cmの幅で土壌処理剤を土壌の表面に散布する方法で、散布量は処理長1m当たり1L

面状散布: 土壌の表面に土壌処理剤を均一に散布する方法で、散布量は1m²当たり3L

木部処理

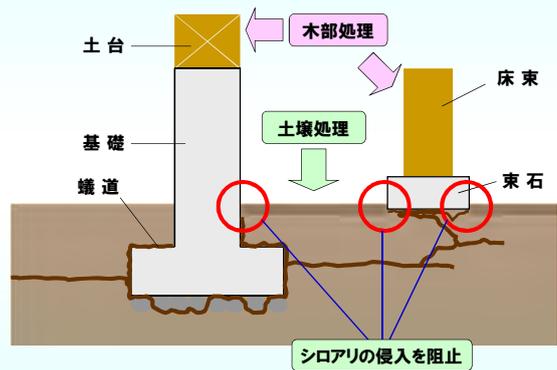
吹付処理: 木材の表面に木部処理剤をノズルで吹付ける方法で、処理量は1m²当たり300ml

塗布処理: 木材の表面に木部処理剤を刷毛等で塗布する方法で、散布量は1m²当たり300ml

Copyright (C) HanShin Termite Laboratory 2019 All Rights Reserved

9

薬剤処理の模式図

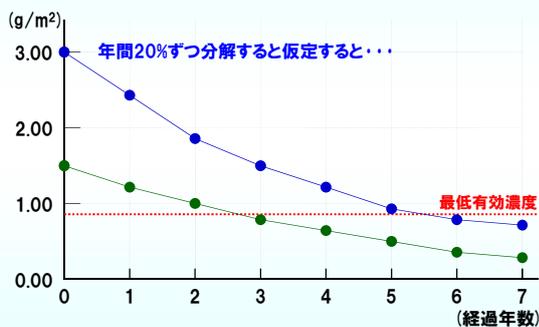


Copyright (C) HanShin Termite Laboratory 2019 All Rights Reserved

10

薬剤処理量の考え方

5年保証の考え方 - 薬剤残存率から推察する -



Copyright (C) HanShin Termite Laboratory 2019 All Rights Reserved

11

シロアリ防除の分類

シロアリ防除には状況に応じて分類される

新築予防	新築時に行う防腐防蟻処理
既築予防	既築保証切れ物件の (防腐) 防蟻処理
既築駆除	既築物件でのシロアリ駆除処理
既築防除	既築物件でのシロアリ駆除予防処理

Copyright (C) HanShin Termite Laboratory 2019 All Rights Reserved

12

既築予防処理



Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

13

駆除と予防の違い

駆除

- ・薬剤の特性を理解する(速効/遅効, 忌避/非忌避)
- ・シロアリの生息箇所へ薬剤を送り込むイメージ

予防

- ・薬剤の特性を理解する(速効/遅効, 忌避/非忌避)
- ・シロアリの侵入箇所へ薬剤を置くイメージ

Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

14

シロアリ駆除処理 (1)



Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

15

シロアリ駆除処理 (2)



Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

16

シロアリ駆除処理 (3)



Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

17

シロアリ駆除処理 (4)



Copyright (C) HanShin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

18

甚大なヤマトシロアリの被害



Copyright (C) Hamshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

19

ヤマトシロアリ女王のクローン



写真提供：オヤシロアリ技研

Copyright (C) Hamshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

20

安全に対する考え方 (1)

食塩や砂糖は安全か？

- 安全性に二分法はない
毒性がないから安全
毒性があるから危険
人畜無害で安全
- 全ての物質は有毒である

Copyright (C) Hamshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

21

安全に対する考え方 (2)

危険度 = 毒性の強さ × 曝露量

Risk = Hazard × Exposure

Hazard対策 : 低毒性、低濃度
Exposure対策 : 低濃度、低揮散量

Copyright (C) Hamshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

22

考え方の相違

消費者の考え方

- 農薬は危険なもので、全て発癌性があると考えられている。
- 無農薬 = 安全神話は健在である。

疫学専門家の考え方

- 農薬は過剰な安全性評価で成り立っている。
- アクリルアミド(食品変性物)の発癌性は極めて高い。

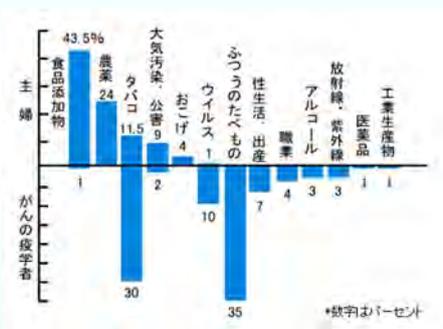
シロアリ薬剤と農薬は使用量が異なる
シロアリ剤は農薬の300倍も使用している

Copyright (C) Hamshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

23

癌に対する知識

がんの原因として考えている要因



Copyright (C) Hamshin Termites Laboratory 2019 All Rights Reserved

24

安全に対する考え方 (3)

物質	含まれる物質、用途	ラット、マウス LD50 (mg/kg)	薬剤の毒性は？
天然毒薬	ボツリヌス毒薬	食中毒原因菌生成毒	0.00000032
	破傷風毒薬	破傷風細菌生成毒	0.0000017
	バトリキシン	サング毒	0.00005
	テトロトキシシン	フグ毒	0.0085
	アマニチン	キノコ毒	0.3
	コブラ毒	ヘビ毒	0.5
	アフラトキシシン	カビ毒 (ラット)	7
	ニコチン	タバコ	24
	デオキシニバレノール	カビ毒	♂70 ♀49.4
	医薬品	ジギタリス	強心剤
コルヒチン		消炎剤	1.7
インドメタシン		消炎剤	12
モルヒネ		鎮痛剤	120-250
アスピリン		解熱剤	400
食品	カプサイシン	トウガラシ	60-70
	カフェイン	コーヒー、茶	174-192
	ソラニン	ジャガイモ(毒成分)	450
	ビタミンC	野菜、果物	11,900
	食塩	調味料	3,000-3,500

○ LD50とは？
マウスまたはラットに、投与量を変えて化学物質を食べさせ、半数の動物が死ぬ量を求めます。
この数値を半数致死量(LD50:50% Lethal Dose)といい、体重1kg当たりの量(mg)で表されます(LD50 ○Omg/kg)。LD50の値が小さいほど、毒性が強くなります。

癌に対する知識

国際がん研究機関 (IARC) 「ヒトに対する発がんリスク評価」

Group	発癌性リスク
Group1	発癌性がある 107因子:アフラトキシシン、アスベスト、ホルムアルデヒド、アルコール飲料、受動喫煙を含む喫煙、X線照射、太陽光曝露、加工肉、木工粉塵など
Group2A	発癌性がおそらくある 59因子:アクリルアミド、テトラクロロエチレン、クレオソート、ディーゼルエンジンの排ガス、紫外線、美容や理容に従事、シフト勤務など
Group2B	発癌性があるかもしれない 267因子:アセトアルデヒド、フェノール、シダ植物、コーヒー、カーボンブラック、パラジクロロベンゼン、携帯電話、大工・建具作業に従事など
Group3	発癌性が分類できない 508因子:クマリン、ホリエチレン、塩酸、過酸化水素、グラスウール、水銀、蛍光灯、ゼオライト、コーヒー、マテ茶、茶など

シロアリ新築予防の方法

薬剤による予防対策

- 協会仕様書に準じた処理法
- 建物構造とシロアリ生態に応じた処理法

薬剤に頼らない対策

- 構造打ち合わせと定期的な点検管理

家屋構造の変化

	被害や蟻道が露出	被害や蟻道が密閉	被害や蟻道が露出
浴室	母屋から分離	家屋内の土間	ユニット
トイレ	母屋から分離 床構造	家屋内の土間	床構造
洗面室	屋外 水屋	家屋内の土間	床構造
玄関	材木や土が露出	コンクリートで密閉 ポーチ構造	

近年の家屋建築における問題点

- ・生物(人も含め)、自然との関わりが考慮されていない
- ・建築に関わる人々に生き物との関係での知見がない(生き物との関わりは家屋の本質的側面)
- ・売るための多機能が優先(再生古民家も含めて)(伝統的な住まい方の原則性を奪う)
- ・設計上のアンバランスは誰も責任を取らない



新築時での工夫の例

- ・玄関、勝手口ポーチの家屋本体からの分離
- ・玄関周辺の構造的な単純化
- ・扉枠下部の木材を使用しない
- ・上り框の工夫
- ・基礎外周の化粧モルタルの廃止
- ・コンクリート製犬走りの分離又は廃止
- ・点検、メンテ可能な床下、天井裏、ウッドデッキ
- ・家屋内にコンクリート土間を設けない
- ・各種配管類の基礎貫通部での工夫

シロアリの侵入経路をどこかで必ず露出させる
⇒ 侵入の阻止ではなく、侵入されてもよい構造もシロアリ対策の一つ

物理的対策の例



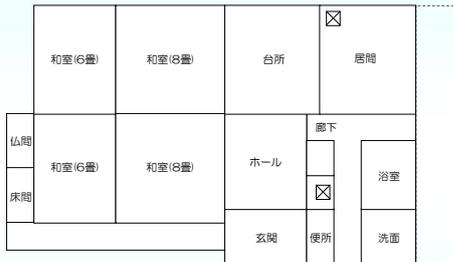
物理的対策は、シロアリの生態を熟知していないと、効果不足となるため注意が必要です。

薬剤に頼らないシロアリ対策

- 床下高さと動線
 - 点検できる構造が必須で、早期発見によるシロアリ対策は薬剤処理が不要です
- 配管周辺
 - 隙間が出来ることを念頭に置くことが重要
 - 断熱材からの侵入に注意しなければなりません
- 玄関周辺
 - ベタ基礎と一体打ちが原則
 - 玄関扉枠を地中から離す工夫が必要
- 基礎外周と犬走り
 - 化粧モルタルと犬走りは可能なら避けるべき
 - 犬走り下の土壌はシロアリの住処であることを理解すべし

1～3年に一度の点検で早期発見・早期対応が可能

薬剤部分使用と点検を組み合わせたシロアリ対策



滋賀県長浜市 / 管理物件

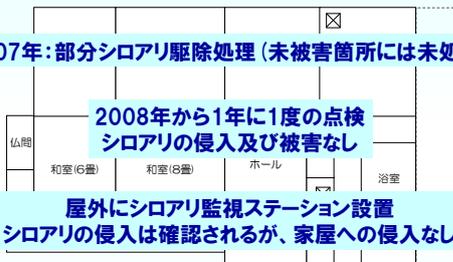
被害部位



滋賀県長浜市 / 管理物件

薬剤部分使用と点検を組み合わせたシロアリ対策

2007年：部分シロアリ駆除処理（未被害箇所には未処理）



屋外にシロアリ監視ステーション設置
シロアリの侵入は確認されるが、家屋への侵入なし



リフォーム時の注意点

- 床下のメンテナンスを防げない
 - ・床下人通（通気）口、配管、床束等
- 基礎構造を複雑にしない
 - ・増設基礎との接点
 - ・不要な化粧モルタル、床下通気口網撤去
 - ・耐震措置による基礎の複雑化はそれなりの覚悟が必要
- 不要な土間を残さない、無暗にコンクリート土間を作らない
- ハウスビルダーの不得手な設計は避ける
- 多くの生物への対応

シロアリ被害と瑕疵判例(1)

原告側主張
建築引渡の段階で、建築基準法令が要求する防蟻工事を実施していなかったことは瑕疵に当たる。

東京地裁 平成14年3月13日判決

建築基準法施工令によれば、柱、筋かい及び土台のうち、地面から1メートル以内の部分は、防腐・防蟻処理を講じなければならないのであるから、本件建物の土台等の地面から1メートルの範囲について防腐・防蟻処理がなされていることは瑕疵に当たる。
防腐・防蟻処理の費用が認められる。

シロアリ被害と瑕疵判例(2)

原告側主張
リフォーム工事の際、防蟻工事が実施されなかったことが瑕疵に当たる。

東京地裁 平成16年4月14日判決

改修前に存在した床下を土間コンクリートが打設されたことにより防蟻工事は未実施となったことは、シロアリ被害の予防対策が不十分であり瑕疵に当たる。
瑕疵の補修として土間コンクリートを撤去し、土中にも防腐防蟻処理を施し、床下の再工事が必要。

注意する必要がある家屋害虫

被害が甚大となる外来種 **アフリカヒラタキクイムシ**



参考

- 阪神ターミトラボ ウェブサイト
<http://shiroari-labo.com/>
- シロアリ調査隊 ブログ
<http://shiroari.txt-nifty.com/>