

Termite Penetration of Construction Elements

建築材料へのシロアリの加害に関する研究

社団法人日本しろあり対策協会創立四十周年記念式典・第四十一回全国大会にて

J. Kenneth Grace

Professor of Entomology

University of Hawaii

3050 Maile Way, Room 310

Honolulu, Hawaii 96822

USA

J. ケネース・グレース

ハワイ大学昆虫学教授

1. はじめに

まず、私は社団法人日本しろあり対策協会に対して、この研究が多大な資金協力をいただいたことよって出来たことと社団法人日本しろあり対策協会の創立四十周年記念式典・第四十一回全国大会へご招待いただきこの席でその説明をする機会を与えていただいたことに対して心から感謝の意を表します。そして、多くの友人とご同輩の方々を含め協会役員を始め会員の皆様方が日本国民の快適環境のためにご尽力をされ、今日ここに社団法人日本しろあり対策協会の創立四十周年記念大会を開催されましたことにご祝辞を申し上げます。

さて、イエシロアリ *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae) は、日本の南西部に於いてもハワイに於いても重要な害虫であります。イエシロアリの日本の生息地が南部に限られているといえどもその生息地域を既に徐々に北の方へ広げている (Yamano 1987)、しかもイエシロアリは日本産のヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus* (Kolbe) より加害速度は速くしかも広範囲に建築物に被害を与える能力を備えています。

ハワイではイエシロアリがホノルルへ進入したのは1800年の後半です。その被害はハワイ州全体で1年間にシロアリ防除処理費用と被害の修復費用の合計は年間10000万ドル以上であります (Tamashiro 等1990)。

シロアリの被害を未然に防止するには的確な構造設計と建築は重要な事であり、クロルデンやアルドリンといった長期間持続効果のある土壌処理剤が使用禁止になりそしてシロアリ防除のために大量の殺虫剤を使用することに対し環境破壊の関心の高まる結果、シロアリの被害を受けにくい建築材料や

物理的な障壁の研究開発は更に重要になってきました。

消費者の環境に優しくそしてより持続性のあるシロアリ防除法としてハワイではバサルテックシロアリバリア (Basaltic Termite Barrier)、オーストラリアでは同様の商品のグランチガード (Granitgard) の開発に成功するに至りました (Tamashiro等1991)。

バサルテックとグランチガードの二つの商品は岩石を砕きあるサイズに選別した砂粒で地下営巣シロアリの建物への進入を防止するものです。

この砂粒の大きさ (サイズ) は、シロアリの大量でくわえて持ち運ぶには大きすぎ、しかも砂粒と砂粒の間の隙間が小さいのでシロアリは貫通し蟻道を作ることが出来ません。さらに、高品質なステンレス鋼網であるターミメッシュは物理的工法 (バリア) としてオーストラリアで開発され、オーストラリアとハワイで好評を得ています (Grace等1996、Lenz & Runko 1994、Yates等1997)。

土間コンクリートに割れ目があると土壌から地下営巣シロアリは建物へ進入してきます。Lenz等 (1997) はオーストラリア産のシロアリ *Coptotermes acinaciformis* が幅1.5mmの隙間を貫通する事が出来ると報告しています、又、Ewart等 (1991) は、イエシロアリ *C. formosanus* の成熟した職蟻が直径1.4 mmの小孔を貫通したことを観察した。従って、シロアリの進入を阻止する物理的工法 (バリア) のためには土間コンクリートに割れ目があるてはならないし、シロアリによって土間コンクリートが劣化 (デグラデーション) されてはなりません。そしてき裂 (cold joints) または土間コンクリートを貫通する配管の箇所には物理的工法或いは防蟻剤による土壌処理が別途必要であります。

現在の研究は三年前社団法人日本しろあり対策協会によって発足した琉球大学、京都大学とハワイ大学の三大学の研究者達の共同研究のプロジェクトであります。本研究は以下の課題に解答を得るために取り組んだものであります。

- (1) イエシロアリは機械的に穿孔あるいは分泌物によってコンクリートを劣化させ、そしてコンクリートに蟻道を造りその上に置いている木材に近づく事が出来るか。
- (2) イエシロアリは日本の建築様式に用いられているコンクリート布基礎や東石に蟻道を構築し、耐蟻性木材の床束や木土台の表面または内部を通してそれらの上に設置している餌材に近づく事が出来るか。

私は、ハワイにおける3年間の試験結果をここで報告します。

この試験は高橋旨象教授 (京都大学木質科学研究所)、麗我嗣良教授 (琉球大学)、友清重孝 (JTCA) の協力の成果であり、ハワイでの試験実施をする上での協力者はDr. J.R.Yates, Dr. J. W.Ang, R. J. Woodrow, Mr. Oshiro, Ms. C. Tomeの方々であります。

2. 供試材料・試験方法

3年前の1995年に三つの野外試験と一つの室内試験を計画しイエシロアリ (*Coptotermes formosanus*)

Shiraki) を使用してハワイで開始しました。

野外試験はホノルル市郊外のハワイ総合大学内の熱帯農業学院の教育・研究施設に属するパールシティ都市庭園センター (Pearl City Urban Garden Center) で開始しました。

染色・解放・再捕獲の方法 (Grace 1992, Grace等1995) を用いて二度に渡り試験場のシロアリのコロニーの大きさを測定した。この方法で得たデータに基づく分析によって、試験場には百万頭を超える活発なコロニーがあることが推測できた。室内試験はハワイ大学のモアナキャンパスにある昆虫学部のシロアリ実験室で行い、供試シロアリはシロアリ捕獲法 (トラッピングテクニック (Tamashiro 等 1973)) で野外で採取した元気の良いシロアリを用いました。

野外試験は下記の通りです。

テスト1: シロアリがコンクリートの「べた基礎」を貫通ししめった木材を加害する可能性 (木材からしみ出した化学物質がコンクリートスラブを貫通しシロアリの採餌活動を活発にすると言う仮説がある)。

テスト2: シロアリがコンクリートの「べた基礎」を貫通し乾燥した木材を加害する事の可能性。

テスト3: シロアリは布基礎や束石に蟻道を造り耐蟻性の木材の木土台や床束の表面に蟻道を造る或いはその木材を貫通し木土台と床束の上に置いている耐蟻性のない餌木に到達することの可能性。

室内試験は野外試験を補完するためのデザインで小さなテストユニットの中に置いた餌木にコンクリートを貫通して近づく事が出来るかというものです。全ての試験に使用した耐蟻性のない餌木は日本産の赤松 (*pinus densiflora*) を用いました。

2.1 シロアリのコンクリート貫通試験

シロアリがコンクリートを貫通して湿った日本産赤松へ近づく能力があるかを確認するために試験場で二つの具体的な試験ユニットを建設しました。それぞれのユニットは厚さ10cmのコンクリートスラブで周囲は96×96cm、コンクリートスラブの基部から45cmの高さで厚みが12cmの布基礎です。そして、厚さ10cmのコンクリートスラブは土壤に5cm埋設しました。

各々の試験ユニットは合板で囲い傾斜した屋根を設置し、そのユニットの中に赤松 (それぞれ105×105×200mm) を置きました。最初の1年目の屋根材は不透明なグラスファイバーでした。しかし、ユニットの中を暗くしてシロアリの活動を活発にするために、二年目にベニヤ板の屋根材に取り換えました。餌木は毎週蒸留水を散布し餌木からにじみ出るエキスのようなものが水を介してコンクリートスラブに染み込んでシロアリがコンクリートスラブを貫通し蟻道を造りやすいようにしました。

シロアリがコンクリートスラブを貫通して乾燥した木材を加害するかをテストするために、野外試験では厚さ10cmで土壤に5cm埋設した45×45cmの小さな3つの四角型のコンクリートスラブを設置しました。そして、試験木材の暴露を防ぐためにキャップ付きの短い長さのプラスチックパイプをそれぞれのスラブの上に取り付けその中に50×50×105mmの日本産の赤松を設置しました。

シロアリのコンクリートスラブ貫通能力の野外試験に加えて同様の室内試験を行いました。室内試験はプラスチックの容器に湿った珪素砂の中にダグラスファー (*Pseudotsuga menziesii*) の木片を埋設し、その上部に厚さ10cmの小さなコンクリートスラブを設置し(コンクリートはフィールドテストと同様に砂の中に5cm埋め込みました)、スラブの上にメトリックテープで確実に取り付けられた長さ15cm直径6cmのプラスチックパイプの中に50×50×105mmの日本産の赤松片を設置しました。

二つのプラスチックベトリ皿のそれぞれに、450頭の戦蟻と50頭の兵蟻からなる元気なイエシロアリ500頭を入れ、パラフィルムで覆い木材の近くの土の中に埋設しました。シロアリはパラフィルムの覆いを貫通して蟻道を造り埋め込んだダグラスファーの餌木を食べながらコンクリートスラブを探し求めます。この試験は水とシロア리를追加するために3年間の間に3回更新しました。

2.2 耐蟻性木材の床束と基礎の上の木土台のシロアリ加害

この野外試験は、イエシロアリがコンクリート製の布基礎壁あるいは東石に蟻道を構築する能力と耐蟻性・耐防腐性木材の木土台と床束の上に設置した日本産の赤松の木片を加害するためにその表面或いはその中を貫通する能力についての試験をするためにデザインされました。そのコンクリート製の布基礎と東石、木土台と床束は日本の住宅建築様式の一般的に使用している寸法を採用しました。

我々がパール市野外試験場に建設した四個の「家」型のテストユニットはそれぞれ外周が96×96cm寸法で厚さ12cm高さ45cmのコンクリートを打った布基礎で、その基礎は5cm地面に埋めています(従って基礎の地面高は40cmです)。このコンクリート製の布基礎の上に、我々はそれぞれが105×105×200mmの12個の小さな木土台の耐蟻性の試験木片を設置しました。そして、それぞれの木土台の上に105×105×200mmの日本産の赤松の木片を乗せました。

各々の「家」の内側の土壤に六個のコンクリート製の高さ10cmの床束を設置し、各々の東石は5cm土壤に埋め込みました(土壤の上は5cm出ています)。各々のコンクリート製床束に幅105mm、長さ50cmの床束を取り付けました。各々の床束の上に105×105×105mm角の赤松片を設置しました。最後に、各々の4つのテストユニットはコンクリート貫通試験の同じ大きさのテストユニットと同じく外壁を無処理の合板で周囲を囲み、傾斜をつけた不透明なグラスファイバー屋根で覆いました。

これらの試験建造物の中に設置する床束と木土台は二種類の耐蟻性木材と三種類のシロアリに弱い木材を用いました。耐蟻性木材は心材を[H]、芯持ち辺材を[S]と分類し、更にその木材の生産県毎に分類しました。然し、耐蟻性のない日本産杉材だけは[H]と[S]の区分だけで産地の指定はありませんでした。

試験に用いた耐蟻性木材は次の通りです：

- (1) 日本産ヒノキ材 (*Chamaecypris obtusa*) は[H]と[S]として分類され、長野県産の本曾ヒノキは[a]、奈良県産の吉野ヒノキは[b]そして宮崎県産(特別の名称はない)のヒノキは[c]とラベルしました。
- (2) 青森産のヒバ材 (*Thujaopsis dolabrata*) は(特別の名称はない) [H]と[S]として分類しました。

感受性の高いあるいはコントロールに用いる木材は次の通りです：

- (1) 日本杉 (*Cryptomeria japonica*) は[H]と[S]として分類しました。
- (2) ダグラスファー (*Pseudotsuga menziesii*)
- (3) ウェスタンヘムロック (*Tsuga heterophylla*)

床束と木土台の上部に乗せる感受性の高い或いは餌材は日本産の赤松 (*Pinus densiflora*) でした。四個のテストユニットのそれぞれに12種の試験木材の何れかを含ませました(四個の木土台の累計は木材の種類之二倍)そして、床束の試験は同じ試験を二度行っています。

3. 結果とディスカッション

過去3年間で野外と室内で行った試験で、シロアリが供試木材に蟻道を構築し加害するかどうかの活動状況を定期的に点検しました。シロアリは試験現場に設置しているトラップ (Tamashiro等1973) によって試験開始前と同じく非常に活動的であるけれども、試験用のテストユニットを建設したときに地面を掘ったりコンクリートを打設したことによって、シロアリの活動が最初の1年間は明らかに低下しました。最初の6ヶ月以内にシロアリは布基礎の内側の角に高さ15cmの蟻道を造りましたが、しかしその蟻道を放棄したようです。また一方では、試験ユニットの周囲を囲っている外壁の合板はシロアリが猛烈に加害し定期的な修理が必要でした。

試験用の建造物の内側でシロアリの活動をより活発にするために、グラスファイバーの屋根材を試験開始後約1年間経過した時点で内部を暗くするために合板の屋根材に取り替えました。そして更に、今度はシロアリの活動を活発にさせるために「餌木」として試験ユニット内の土壌表面にダグラスファー (Douglas-fir) の小さい木材片を設置しました。この結果、土壌表面に設置した木材にシロアリをす速く加害させる事に成功しました。

試験を開始して1年半経過した時に、シロアリは、二個の東石の側面に蟻道を造り二個の床束の足下まで登り上がったことが確認されました。これら床束の一つは耐蟻性のないダグラスファーであります。他の床束は芯持ち刃材で[S]の長野県産のヒノキでありました。この時点では、シロアリが床束の上に置いている赤松の木材片にまだ届いてはいませんでした。

試験を開始して三年経過後すべての木土台と床束の徹底的な調査を行いました。この時、木曾ヒノキ [S]の床束は床束それ自身が加害されたけれどもその上部に置いている赤松への加害はありませんでした。一方、ダグラスファーの床束の上部に置いている赤松の木片は著しい被害を受けていました。これらの二個の床束の他に更にヒバ材の二つの床束へのシロアリの加害が観察されました。一個は心材 [H]、他のものは芯持ち刃材 [S]です。しかし、シロアリが芯持ち刃材 [S]の上部に置いている赤松には到達していませんでした。ヒバ材の心材 [H]の床束の上部に置いている赤松にはシロアリが到達し著しい被害がありました。

野外と室内試験を行っているシロアリがコンクリートスラブを貫通して湿潤木材と乾燥木材へ到達する可能性の有無に関しては、三年間のこの試験の間にコンクリートの貫通は観察されませんでした。しかしながら、シロアリが老化や劣化或いは低品質コンクリートを貫通そして又配管箇所の間隙やコンクリートの大きなスラブに時の経過で発生する亀裂をシロアリが通る可能性があることは確かです。

屋我教授の観察によると「シロアリはある厚さの品質の良いコンクリートを貫いたことがある」と承りました。この可能性を明らかにするために、我々はJTCAのサポートで追加試験を既に開始しています。そして当然の事ながら今後もハワイ大学としてオリジナルの試験も継続して行っています。

4. 結 論

1. 土壌表面を水平に慣らして、コンクリートを打設する等の建設作業は、その建物の周辺でシロアリの活動を数ヶ月間抑圧する。
2. この試験はコンクリート製の床束にシロアリが蟻道を構築し日本産ヒノキ材とヒバ木材の床束を加害する事を実証しました。
3. この試験はヒバ木材の床束の内部を貫通し、床束の上に設置した日本産赤松木片を加害する事を実証しました。
4. 今までのところ、コンクリートスラブの上の湿ったあるいは乾燥した木材のいずれの場合でも、シロアリは高品質でひび割れが認められないコンクリートを貫かなかつた。これらの観察は継続して行っており、より薄い厚さのコンクリートへのシロアリ貫通を試験するために、新しい方法の試験を開始しました。

5. 引用文献

- Ewart, D.M., M. Tamashiro, J.K. Grace and R.H. Ebesu. 1991. Minimum foraging aperture and particle barriers for excluding the Formosan subterranean termite. Unpublished poster presentation, Annual Meeting of the Entomological Society of America, Reno, Nevada, USA.
- Grace, J.K. 1992. Termite distribution, colony size, and potential for damage. Pp. 67-76 in Proceedings of the National Conference on Urban Entomology (W.H. Robinson, ed.), College Park, Maryland, 23-26 February 1992.
- Grace, J.K., J.R. Yates, and C.H.M. Tome. 1995. Modification of a commercial bait station to collect large numbers of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). *Sociobiology* 26 : 259-268.
- Grace, J.K., J.R. Yates III, C.H.M. Tome and R.J. Oshiro. 1996. Termite-resistant construction: use of a stainless steel mesh to exclude *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Sociobiology* 28 : 365-372.
- Lenz, M. and S. Runko. 1994. Protection of buildings, other structures and materials in ground contact from attack by subterranean termites (Isoptera)

- with a physical barrier—a fine mesh of high grade stainless steel. *Sociobiology* 24 : 1-16.
- Lenz, M. B. Schafer, S. Runko and L. Glossop. 1997. The concrete slab as part of a termite barrier system: response of Australian subterranean termites to cracks of different width in concrete. *Sociobiology* 30 : 103-118.
- Mori, H. 1987. The Formosan subterranean termite in Japan : its distribution, damage, and current and potential control measures. Pp. 23-26
in *Biology and Control of the Formosan Subterranean Termite* (M. Tamashiro and N.-Y. Su, editors). College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii. Research Extension Series 083.
- Tamashiro, M.; J.K. Fujii, and P.Y. Lai. 1973. A simple method to observe, trap and prepare large numbers of subterranean termites for laboratory and field experiments. *Environmental Entomology* 2: 721-722.
- Tamashiro, M., J.R. Yates, R.T. Yamamoto, and R.H. Ebesu. 1990. The integrated management of the Formosan subterranean termite in Hawaii. Pp. 77-84 in *Pest Control into the 90s: Problems and Challenges* (P.K.S. Lam and D.K. O' Toole, editors). Applied Science Dept., City Polytechnic of Hong Kong.
- Tamashiro, M., J.R. Yates, R.T. Yamamoto and R. H. Ebesu. 1991. Tunnelling behavior of the Formosan subterranean termite and basalt barriers. *Sociobiology* 19: 163-170.
- Yamano, K. 1987. Physical control of the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus* Shiraki. Pp. 43-47 in *Biology and Control of the Formosan Subterranean Termite* (M. Tamashiro and N.-Y. Su, editors). College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii. Research Extension Series 083.
- Yates, J.R. III, J.K. Grace and M. Tamashiro: 1997. The Formosan subterranean termite: a review of new management methods in Hawaii.
Proceedings of 1997 FAOPMA Convention (J. Chan, ed.). Hong Kong Pest Control Association. Pp. 59-68.

第41回全国大会シンポジウム

(社)日本しろあり対策協会

平成10年11月13日(金)

於 京王プラザホテル