

しろあり

JAPAN TERMITE CONTROL ASSOCIATION

1

2006

No.143



<報 文>

床下環境の制御について

土 井 正

1. はじめに

1.1 床下環境を巡る消費者問題

悪質訪問販売等による消費者の被害が急増している。そのため、消費者基本法や特定商取引法の強化、改正などが行われている。点検商法とは「点検を口実に販売勧誘する商法」であり、「シロアリ被害」、「床下湿気」、「排水管の漏水」、「飲み水の点検」や「雨漏り」など住まいの維持管理にかかわる事柄を口実に、消費者の不安を惹起して次々と不要、過剰な工事施工や物品の設置販売を行うものである。これらの被害には「床下調湿材」に関わる事案が多いといわれている¹⁾。国民生活センターの発表によると、点検商法に関して、1997年度2,125件から2001年度7,384件と5年間で3.5倍に相談件数が急増し、その後も2003年度12,699件と引き続き増加している。

さらに、2005年になって認知症など適正な契約判断が難しい独居高齢者などをターゲットにした耐震補強などの悪質リフォームといわれる詐欺事件も顕在化し、大きな社会問題となり、ようやく関連省庁で対策に乗り出されることになった。

東京都消費者被害救済委員会の床下調湿剤等の契約に係る紛争案件報告書によると、取引様態の問題点として、調湿剤の大量取引の是非が指摘されている。一般市民は床下の調湿工事の必要性の判断や必要な経費などについては、ほとんど知識を有していない。悪質業者はこれに乗じた執拗な勧誘によって契約に至っていると判断されている。さらに、製造、販売メーカーのパンフレットに記載されて標準使用量の数倍から20倍程度の過剰販売が公序良俗に反するものと考えられている。また、これら問題事案のほとんどの場合、防湿シートを敷設せずに、大量の調湿剤が敷設されており、その結果、床下通風の阻害と湿気の滞留という弊害を生じている。

これらは個々の製品が悪質ということではなく、適材適所の使われ方がされていないことが問題を生

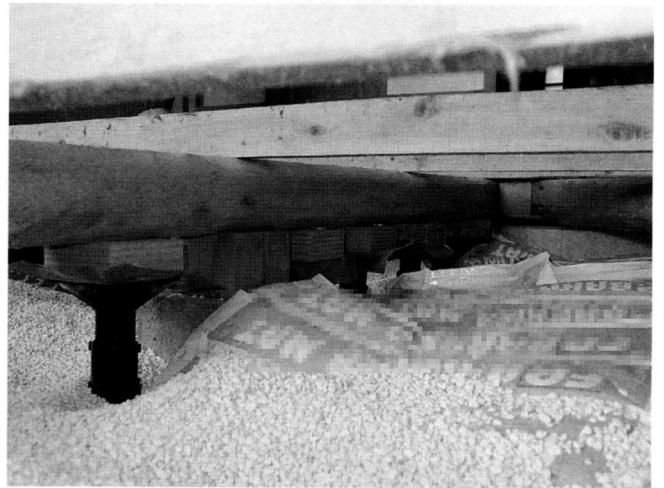


写真1 床下を埋め尽くした調湿材とプラスチック製床束（問題事案の一例）



写真2 調湿材・床下換気扇・耐震金物、悪質点検商法の3点セット（問題事案の一例）

んでいる（写真1，2）。

1.2 床下改善法としての調湿材および床下換気扇

（社）日本しろあり対策協会（以下、白対協）は床下環境の改善のために、床下調湿材および床下換気扇の登録制度を持っている。白対協の床下調湿材料登録業務取扱規定に基づく性能評価は、土壤に接する面の断湿を条件に定めている。また、この性能評価は防蟻・防腐を評価するものでないことを表記して

いる。したがって、白対協の登録製品については、防蟻効果をうたって販売することは認められていない。しかしながら、会員外の製造販売業者等は、防蟻効果をうたうものが多いことがハウジング雑誌等の広告記事から推察される。一方、床下換気扇については現時点で登録された商品は皆無である。

これまで、土屋²⁾や小幡^{3, 4)}らは試験住宅等の調湿材の敷設実験から、床下調湿材は無施工と比べて相対湿度を低下させる効果は認められるものの、それは防湿層の効果と、調湿材の断熱効果が寄与していると報告している。一方、いったん施工されると長期間にわたって敷設されることから、調湿性能の経年変化について検討しておく必要があるが、これらについてはほとんど報告されていない。以上のように、床下環境の改善のための調湿材や床下換気扇について、かならずしも有効な裏付資料がないのが実情である。

1.3 床下環境の改善が必要とされる背景

1.3.1 伝統的軸組構法から在来軸組構法へ

明治21 (1891) 年10月28日、M8.0というわが国内陸部で発生した地震では最大級の濃尾地震が発生し、建物全壊14万余、半壊8万余、死者7,273名の大災害となった。被災調査を行った震災予防調査会は、木造耐震家屋構造要項を作成し、木構造の耐震性に関する提案を行っている。この提案は、現在までの耐震構造の方向付けを行うものであった。

- ① 玉石や切り石に柱を立てる当時の伝統的軸組構法に対して、柱の足元をつなく根がらみや土台を配するなど基礎構造に注意する。
- ② 木材の切り欠きをできるだけ避ける。
- ③ 木材の接合部には鉄材すなわち金物を用いる。
- ④ 筋違いなどの斜材を用いて三角形の架構をつくる。
- ⑤ 床組には火打ち材を入れる。

これらは、地震などの外力には逆らわずに変形許容によって力を制する軟らかい構造から、力に抵抗し、変形を許さない固い構造、在来軸組構法への構造思想転換を図るもので、同時に、わが国の気候風土に適応してきた開放型住居から閉鎖型住居への転換をやがて導くことになる。とはいうものの、昭和25 (1950) 年の建築基準法、同施行令の制定までは

顕著なものではなかった。建築基準法は地震力などの水平力に対して壁で抵抗させる思想であり、地震力に対する必要壁量(壁率)や軸組みの種類、倍率が規定された。同時に建築基準法施行令第49条では構造耐力上主要な部分の防腐・防蟻措置、同第22条では床の防湿方法が規定され、耐久性に配慮することになった。

1.3.2 開放型住居から閉鎖型住居へ

わが国の気候風土は高温多湿の蒸暑気候であり、吉田兼好が徒然草にいうように、夏を旨とした建物が造られてきた。深い軒の出は直射日光を遮り、建物を雨から守ってきた。開放的間取りや建具は風通しがよく、蒸し暑さに対処してきた。開放的構造ゆえに住まい手は通風や換気を意識する必要はなかった。換気とは、室内外の空気の出入りの経路が明確で、その量も知ることができるものを意味する。

一方、通風や隙間風はその経路も量も不明確である。換気意識の必要のないわが国に、閉鎖的な建物が普及すれば換気不良による障害、ガス中毒や結露問題が発生するのは必然であった。

第二次大戦後、公営コンクリート造の集合住宅が導入されると、炭や練炭、ガスストーブなど暖房時のガス中毒・酸欠事故や、生活行為に伴って発生する水蒸気による結露問題が多発することになった。結露対策から断熱材の使用が普及し始め、1970年代の石油ショックへの対応や、その後の省エネ法(住宅に係るエネルギー使用の合理化に関する設計および施工の指針)の制定によって、木造戸建住宅にも断熱材が使用されるようになり、同時に高気密化(隙間風による熱負荷を軽減する必要がある)が進行することになった。そのため、換気に対する意識改革が戸建住宅の住まい手にも求められるようになったが、意識構造は依然として徒然草の時代と変わらないものであった。

加えて建築材料も木材、木質材料、畳、土壁などの吸放湿材料から、合成樹脂建材など非吸湿性の材料も使用されるようになり、結露に伴うカビ、ダニなどの発生からアレルギー疾患の発生につながっていくことになった。

床下環境も、布基礎の導入により床下換気が必要な状態になってきた。また、通気性、透湿性材料の畳などの床仕上げが、通気性、透湿性の悪いフローリングなどに変化してきている。加えて、交通事情

の悪化、廃棄物処理問題によって「大掃除」の習慣がなくなり、年に一度は住まい手の目に触れてきた床下空間はブラックボックス化してきている。

以上のようなことが、点検商法、悪質リフォーム業者が蔓延の原因ともなっている。

2. 床下の防湿方法

2.1 床下湿気の発生源

一般的に、床下湿気の出発源（発生源）は①土壌水分、②雨漏り、③給排水システムの漏水、④結露および⑤外部環境（例えば水田やため池などが近隣にあるような場所）があり、これらが単独あるいは複合して床下空間に水分を供給していると考えられる。床下湿気を防ぐためには、まず発生源の見極めが大切である。

床下湿気に対する対処方法は水分供給源によって異なる。地下水位が高いとか、建物周囲が田圃であるような湿潤土壌であれば、土壌断湿（ポリエチレンシートなどの床下防湿層、防湿コンクリートの敷設等）や発生源対策を行わない限り、無限に水分供給が行われることになる。雨漏り、漏水等についても、その補修を行わなければ、液状水分が断続的に継続して供給されることになり、同様の結果になる。

2.2 土壌水分の影響の排除

建築基準法施行令第22条は、最下階の居室の床が木造である場合における床の高さおよび防湿方法を定めている。それによると、

一 床の高さは、直下の地面からその床の上まで

45cm以上とすること。

二 外壁の床下部分には、壁の長さ5m以下ごとに、面積300cm²以上の換気孔を設け、これにねずみの侵入を防ぐための設備をすること。

とされている。例外として、床下をコンクリート、たたきその他これらに類する材料で覆う場合および当該最下階の居室の床の構造が、地面から発生する水蒸気によって腐食しないものとして、建設大臣の認定を受けたものである場合においては、この限りでないとしている。

これは、平成12（2000）年の改正によるもので、有効な防湿層が設けられていれば、実質的に床下空間を取らなくてもよいとするもので、腐朽やシロアリ被害など生物劣化を受けたときの、床下主要構造体の取替えなどに障害となる可能性がある。また、床下点検などの作業空間の確保についても不可能となり、耐久性の維持にはマイナス要因となる可能性が高い。

2.3 土台下スリット工法

阪神・淡路大震災以降、床下換気孔の構造的弱点や、布基礎隅各部の換気不良の改善のため、従来あったモルタルを盛ったネコ土台に代わって土台と基礎天端の間に硬質ゴム製や金属製のパッキン材を置いて、全面的に通気させようという土台下スリット工法が普及するようになってきている。布基礎開口部の構造的弱点や施工性も改善されるなどのメリットもあるが、建物内部の床下区画を点検等で移動することが困難になり、各区画毎の床下点検口の設置が望まれる。また、外周部のねずみの侵入阻止

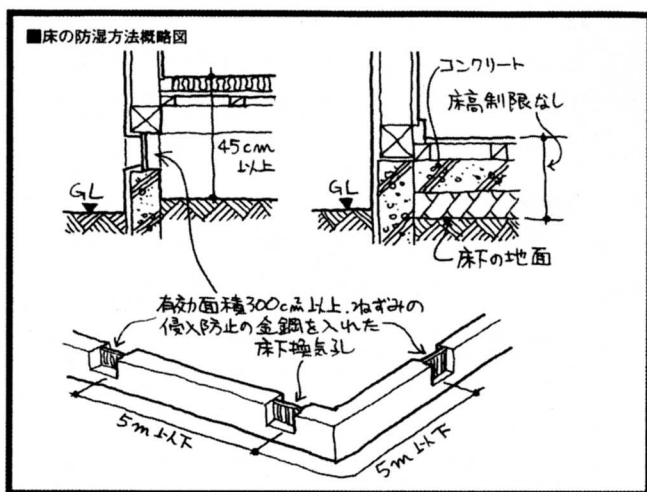


図1 床下の防湿方法の概念

（今すぐ使える [改正建築基準法] 完全版，建築知識法令シリーズ1，エクснаレッジ，P.20（2000）より）

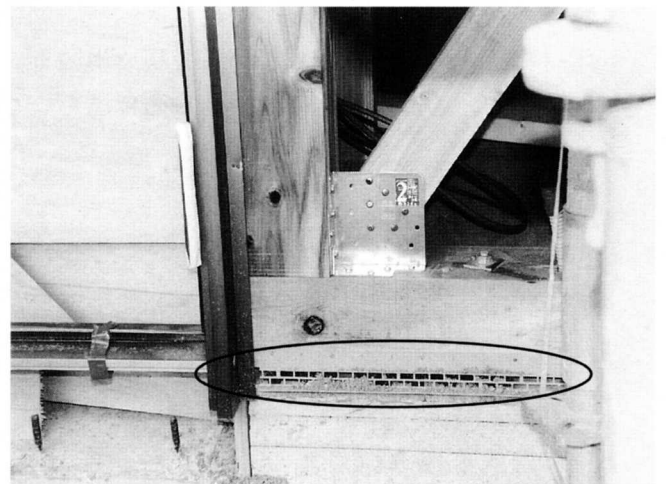


写真4 土台下スリット工法の外周部基礎まわりのねずみ阻止・防虫ネット

や防虫ネットの目詰まりが生じると有効開口面積が小さくなり、有効な換気が阻害されるため、メンテナンスに対する注意が必要である。特に、外装材の水切りが設置された場合はいっそうの注意が必要である。

3. 床下調湿材の性能評価について

筆者らは土壌処理用防蟻剤等の防蟻効力試験法に定める野外試験容器に準じた試験容器に、各種調湿材を敷設し鹿児島県吹上町しろあり屋外試験場に設置して、試験容器内の温湿度を数年以上にわたって測定している。一部結果を紹介して、床下調湿材を巡る諸問題の検討のための資料とする。

3.1 測定方法

図2に示すように、繊維強化セメント板に耐水塗装を行い、隅部の継ぎ目にはコーキング処理を行って水分の侵入を防止した試験容器内に、各種床下調湿材を敷設し、同内に設置した温湿度計（エスペック製RS-10）により、30分毎に温湿度を連続測定している。あわせて、調湿材上に接地させたアカマツ辺材のシロアリによる加害状況を調べた。試験容器は土壌処理用防蟻剤等の効力試験法に準拠し、容器の周囲に無処理杭を打ち込んでいる。なお、試験容器は一般的な住宅の床下構造を模して、建築基準法が定める床下換気口の有効面積の2倍、基礎長5mあたり600cm²に相当する隙間を確保して、上辺部を

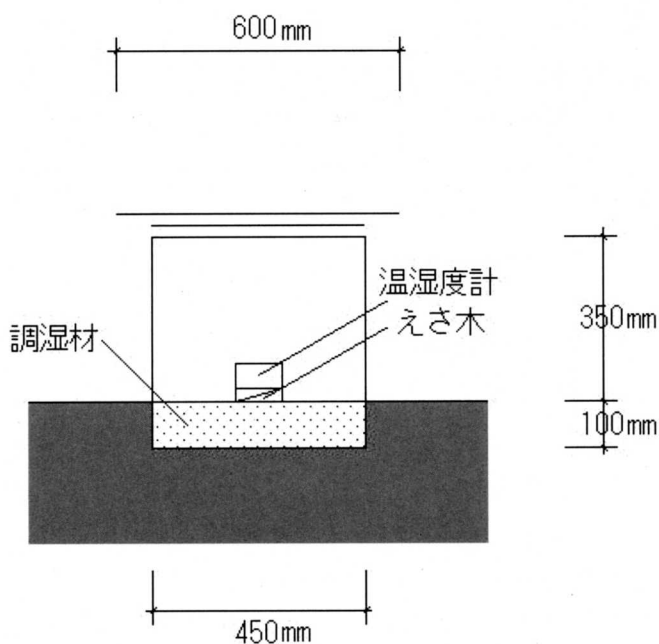


図2 試験容器概要
(調湿材敷設厚さは調湿材によって異なる)

全周囲開放した状態で蓋を設置した。これは、阪神・淡路大震災以後、施工例が急増している土台下スリット工法による全周換気方法を模したものである。さらに、直射日光による試験容器内の温度上昇をさけるため二重屋根構造とした。同地点に百葉箱を設置して、外気温湿度を同時測定している。

3.2 ゼオライトおよび木炭の比較

3.2.1 鉱物系調湿材

鉱物系調湿材にはゼオライトZeoliteおよびセピオライトSepioliteがよく知られている。ゼオライトは結晶中に微細孔をもつ、アルミノ珪酸塩の総称で産出地によってさまざまなものが知られている。日本名は沸石である。その名は沸騰する石を表すギリシャ語に由来する。微細孔内に水分子を吸脱着できることから調湿材料として使用される。この他、分子ふるい、イオン交換材料、触媒、有害物質の吸着剤など工業的に重要な物質である。

一方、セピオライトは海泡石とよばれ、ゼオライト同様、微細多孔質の含水マグネシウムケイ酸塩である。産出地によって同時に産出する鉱物の違いがあり、色味が異なる。パイプ状の構造を持つことから、土壤水分を吸い上げる性質があり、飽水すると粘土状になる。比表面積はゼオライトよりは大きいといわれている。

調湿材としての敷設量は、ゼオライト、セピオライトともに20~30kg/坪が標準的なものである。

3.2.2 炭系調湿材

木炭も比表面積の大きな多孔質材料であるが、材種や焼成温度によってその特性には大きな差が生じる。焼成温度の低いくん炭や黒炭は燃料用途、高温焼成の白炭や竹炭が吸湿用途に使用されるようである。そのほかに、農業用土壌改良材として使用される。床下調湿材としての標準的な敷設量は鉱物系調湿材と同じ20~30kg/坪であるが、嵩比重が小さいため、その体積、敷設厚さは数倍以上になり床下空間の通気を阻害する可能性がある。

3.2.3 測定結果

1999年5月から1年間試験容器内に断湿層として、土壤面にポリエチレンシート（以下、ポリシート）を敷設したもの、上面不織布、下面がポリエチレンフィルムの袋にゼオライトあるいは木炭をパッケージしたもの（以下、ゼオライトマットおよび木炭マット）、ポリシートを敷設した上にバラのゼオ

床下全周換気を模した場合の調湿効果

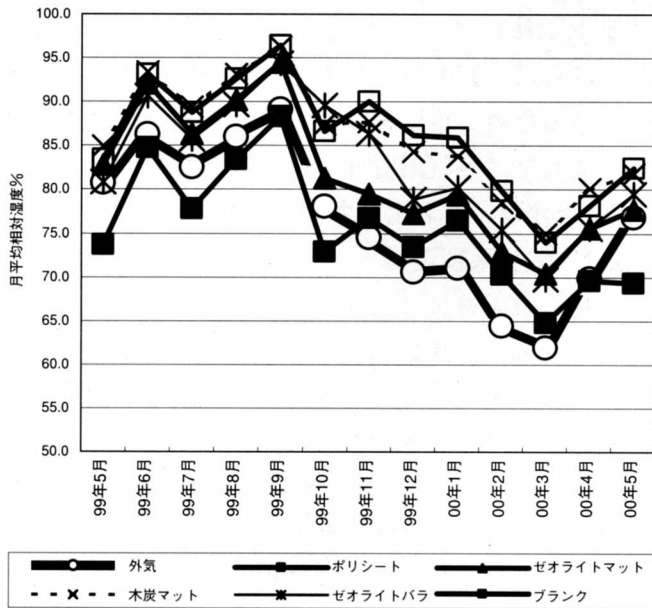


図3 ゼオライトおよび木炭による調湿効果の比較

ライトをパックと同重量敷設し(ゼオライトバラ), 対照区として裸地(blank)の温湿度を30分間毎に測定記録した。なお, 試験容器は床下全周換気を模したものである。また, 土壌面と調湿材表面との有意な温度差はなく, 本測定結果では, 後述の断熱効果による見かけ上の相対湿度の低下はないと考えられる。

図3に月平均湿度の年変化を示す。これによると冬期を除き, 外気湿度よりポリシートのほうが低く, その他の月は外気湿度がもっとも低いことがわかる。また, 土壌水分が自由に出入りしている裸地(対照区)がもっとも湿度が高く, 夏期は相対湿度90%以上の環境が維持されている。ゼオライトマットとゼオライトばらを比較すると, 総じて相対湿度はマットの方が低く, 月平均値で最大5%程度の差であった。測定に供した調湿材の中では, 木炭マットがもっとも吸湿効果が小さい。これは, 供試体(製品)が試験容器内寸より小さく, 土壌面が露出したことによると考えられる。このことから防湿層を設けずに調湿材を敷設した場合は, 調湿性能が低下することが推定される。

3.3 相対湿度について

相対湿度とは, ある温度の空気中に含まれている水蒸気の量が, その温度で含むうる最大の水蒸気量に対する百分率で示される。

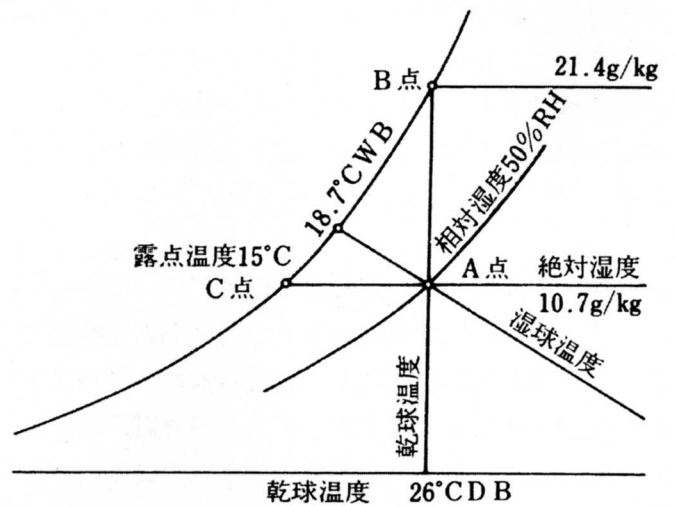


図4 湿り空気線図

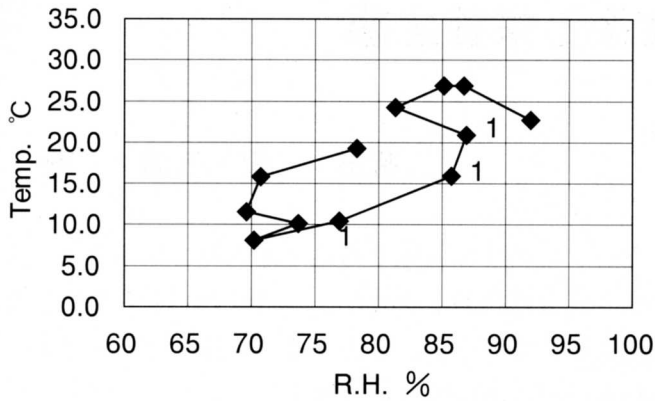
(中央工学校編, 建築講座 計画課程・建築設備, P.91 (1991)より)

図4は湿り空気線図にAという状態の空気を表したもので, この空気は乾球温度が26°C, 湿球温度18.7°C, 相対湿度50%, 絶対湿度10.7g/kg, 露天温度(C点)15°Cであることを示している。この26°Cの空気はもっと水分を含むことができ, その限界はB点で21.4g/kgである。この点では相対湿度100%, 乾球温度, 湿球温度ともに26°C絶対湿度21.4g/kgとなる。乾球温度15°Cの空気は最大10.7g/kgの水分しか含むことができない。空気中に含み得る水分の量は温度によってことなる。これを飽和水蒸気量(圧)という。これ以上の水分は水蒸気の状態では存在できなくて水滴となって析出する。これがA点の露点温度(C点)である。これから, 床下空気中の水蒸気量は変化しなくとも, 調湿材表面の温度が, その下の土壌の表面温度より高くなるだけで, 相対湿度は低下することになる。例えば, 気温15°C, 相対湿度80%の床下空気が, 16°Cになると水分量は変化せずとも相対湿度は見かけ上, 75%に低下することになる。

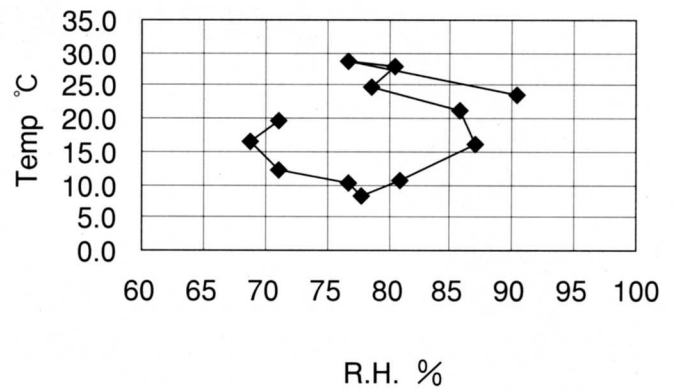
3.4 防湿層の効果

図5に2000年6月からの1年間の測定結果から, 外気, 自然換気で防湿層(ポリエチレンシート)のみ設置したもの, 対照区として裸地(土壌)で自然換気のもの, 換気のないものについて示す。外気の年間相対湿度変動は, 90数%から70%の範囲である。それに対して, 換気のない裸地の場合は, ほぼ10%程度外気より高い相対湿度になっている。また, 自然換気の場合は, 外気の相対湿度より5%高くなり,

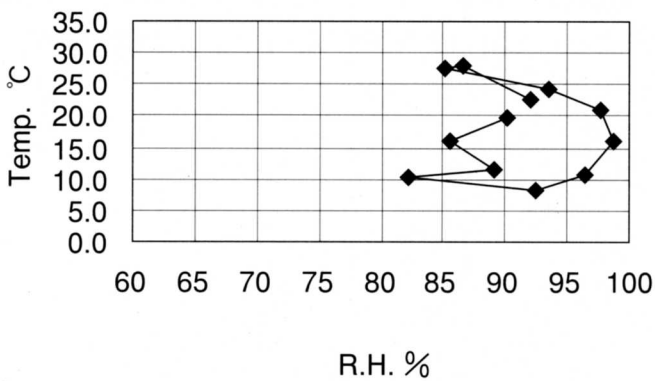
外気 '00.06-'01.05



ポリエチレンシート '00.06-'01.05



対照 換気無し '00.06-'01.05



対照 自然換気 '00.06-'01.05

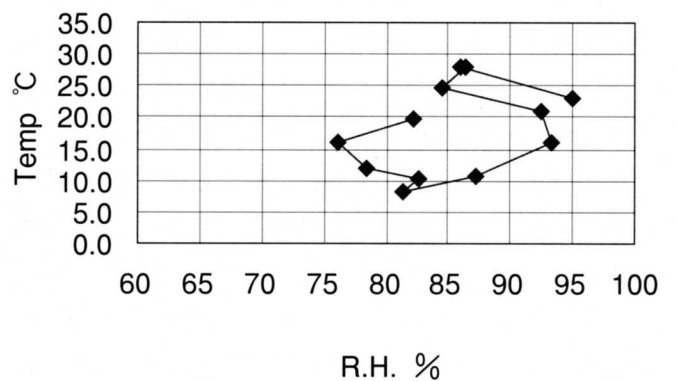


図5 防湿層の効果

ポリエチレンシートの防湿層の場合は、ほぼ外気と等しくなっている。このように、換気が良好であれば、防湿層を設置するだけで土壌水分の影響を排除でき、床下環境の改善が行われることになる。

ただし、防蟻という観点からは土壌処理を施していないため、簡単に防湿層が穿孔被害され、床下環境の改善機能を喪失した試験容器も認められた。

4. おわりに

シロアリ野外試験場に設置した試験容器内に床下調湿材を敷設し、試験容器内の温湿度について長期間連続測定した。測定結果から、調湿材の種類に関わらず、腐朽菌の活動を抑制できる程度には床下環境の改善が期待できることが推察される。しかしながら、それらは、土壌断湿が前提であり、防湿層・調湿材・換気が総合的に一つの床下改善システムとして機能していると考えべきで、調湿材だけで床下の湿度環境が改善されるものではない。

一方、シロアリ活性度の高い場合、調湿材の裏側

では活発な活動が認められ、ときには防湿層を食害穿孔して、調湿材表面への侵攻が行われた。床下点検商法等で防蟻効果やシロアリの忌避を謳っていることに対しては注意を喚起することが必要である。

引用文献

- 1) 土井 正 (2003) : 木造住宅における床下点検商法に関する調査研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), 1119-1120.
- 2) 土屋喬雄 (1998) : 調湿材による床下湿度環境の改善について, しろあり, No.113, 2-12.
- 3) 小幡大介 (2002) : 床下防湿工法と効果比較実験(1), 同一条件の実物住宅における各種床下防湿工法下の温度・湿度測定と測定値の比較による効果要因の分析と考察, しろあり, No.129, 23-29.
- 4) 小幡大介 (2002) : 床下防湿工法と効果比較実験(2) 分析結果の要因についての理由, しろあり, No.129, 30-31.

(大阪市立大学大学院)