

阪神・淡路大震災と 蟻害・腐朽による建物被害



阪神・淡路大震災の教訓

1995年1月17日、午前5時46分に発生した兵庫県南部地震(M7.2、阪神・淡路大震災)は直接死、関連死を含めて6,300名以上、木造家屋全半壊20万棟以上という甚大な被害をもたらしました。

ここでは、被害を拡大した要因の一つである木造住宅の腐朽や蟻害について見つめ直すことで次の災害に備えたいと思います。

地震の発生が夜明け前ということで死者の約90%は自宅で犠牲となり、その多くが崩れ落ちた梁や柱、床、家具などに胸や腹などを圧迫されたための窒息死といわれています。大破・倒壊に至った木造住宅のほとんどが在来軸組工法とよばれる住宅で、ツーバイフォーと呼ばれる枠組み壁工法や木質パネル工法などのプレファブ工法住宅の被害が少なかったことが際だった特徴といえます(vol.62参照)。これは、プレファブ住宅は構造面で在来工法に比べ非常に厳しい制約条件を課させられていること、軽量の屋根や躯体、築年数が比較的短いために蟻害(シロアリによる損傷)・腐朽による劣化(生物劣化)が少なかったことなどから建物被害が少なかったと考えられています。一方、在来工法住宅における耐震強度や耐久性など製品としての住宅の品質は、工務店や大工さんなどの個々の施工者の技量によって、大きなばらつきがあります。そのため、ほとんど被害を受けなかった住宅がある一方で、屋根や壁の重量を支えられない細い柱や梁、接合部の補強金物の不足、土台や柱などの蟻害・腐朽による断面欠損、耐力壁量の絶対的な不足、偏った耐力壁の配置など設計・施工、施工監理上の欠陥に加えて、住まい手の維持管理の努力不足などの要因が複合して、建物の倒壊だけでなく人的被害を拡大したといえます。

建築基準法施行以前の被害様態

建築基準法は建物が壊れても、最低限人命だけは守ることを制定の目的としています。今震災の直接の死者は、全壊10万棟に対して5,502人、全壊100棟あたり5.5人となっています。また、震度7の震災の帶に含まれる東灘区において、筆者らが調査した木造軸組工法709棟のうち322棟が全壊しており、その中で延べ54人が亡くなり、死者発生棟数

は35棟、100棟あたり16.8人と平均の三倍近い人命が失われています。また、全壊で主要構造部材に腐朽や蟻害のあった建物では約70%で死者が発生していますが、腐朽や蟻害のない全壊家屋の死者発生率は20%強に留まっています。構造部材の生物劣化や接合部の脱落によって一瞬のうちに瓦解し、生存空間が残らず、人的被害を拡大したと考えられています¹⁾。

福井地震(昭和23年)の大被害の後、昭和25年の建築基準法の施行によって地震被害のタイプが変化していることが図1からわかります。基準法施行後の十勝沖地震(昭和27年)以降は、建物の全壊被害が多くなっても死者数は100人程度(いずれも津波による死者がほとんど)で推移しており、最低限、人命を守るという建築基準法の目的は達成されてきました。しかしながら、図中▲印で示すように、今震災は建築基準法施行以前の被害の様子をみせました。

けを持つ軸組構造部材である木材について「老朽化」と一言で表現するのは適当ではありません。木材の「老化」とは材質の長期間における物理化学的な変化や乾燥収縮による接合部の緩みであって、「朽」とは腐朽菌による腐朽やシロアリ等の昆虫による食害すなわち生物劣化のことをいいます。木材の物理化学的な変化は紫外線や熱により促進されますが、唯一例外の火災を除いて、きわめてゆっくりと進み、とりわけ屋根や内外壁で被われる構造部材においてはほとんど無視し得るものです。例えば、法隆寺の柱などは鉋をかけられヒノキの香りが戻ってきます。一方、腐朽菌やシロアリによる生物劣化は「老化」に比べて著しく速く進み、また、強度低下も大きいものです。従って、「古く」でも「朽」(生物劣化)が生じていない木材は十分な材料強度を維持していて問題ではなく、接合部やボルトや金物の緩みが弱点となります。

腐朽・蟻害と木造住宅の被害

筆者らは、震災直後に北淡町野島地区および神戸市東灘区東部(深江、本庄、森南各町)において被害度と家屋属性の関係について在来工法住宅約1,000棟を調査しました。その結果、被害程度に最も高い相関性を有する家屋属性の相関係数は蟻害・腐朽の有無で0.62、次に相関の高いものは屋根葺材ですがその値は0.28と小さくなっています。このように屋根葺材や建物用途などの家屋属性の影響よりも、土台、柱、梁といった構造部材における腐朽や蟻害の有無が家屋被害度に大きく関与していたことが明らかになされました²⁾。

北淡町の家屋被害度と腐朽や蟻害の有無の関係は図2のようになります。腐朽や蟻害ある住宅の全壊が多いことが認められます。

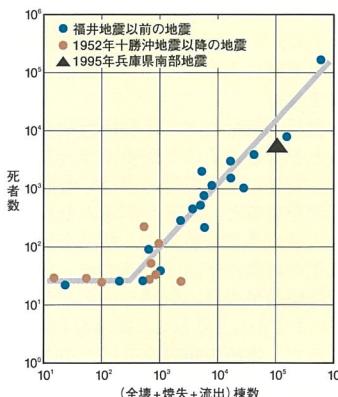


図1 地震災害における木造家屋被害数と死者数の関係(20名を越える死者を生じた地震)¹⁾

木造住宅の老朽化とは

震災直後からマスコミ報道を含め、「老朽化」した木造家屋の倒壊が多く指摘されました。「古い」ということは建築基準法施行前の住宅がイメージされます。そのため、煉瓦やブロック積みの弱い基礎、筋違いがない、当初平屋であった住宅に二階を載せる、柱や壁を抜いて増改築を行うなどといった構造的弱点を持っています。けれども、主要な耐力を受

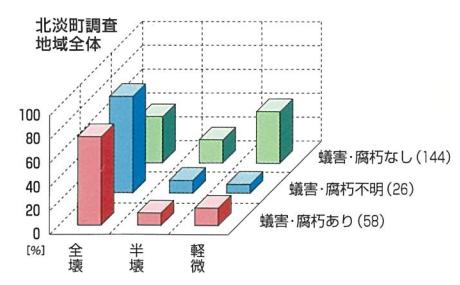


図2 家屋被害と腐朽・蟻害の関係

東灘区の調査結果から図3に示すように瓦葺き屋根と家屋被害の関係をみると、比較的軽量の引っ掛け棟瓦だけでなく、その重量故に倒壊の主因とされた土葺き瓦であっても腐朽や蟻害のない場合には、全壊の割合は軽微被害よりも少なく、構造体の腐朽や蟻害の影響の大きさが認められました。

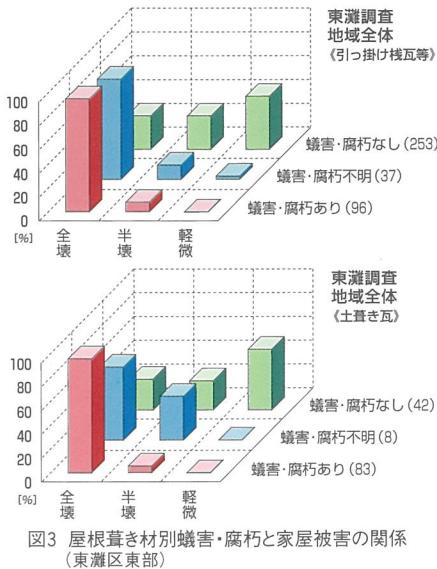


図3 屋根葺き材別蟻害・腐朽と家屋被害の関係（東灘区東部）

腐朽・蟻害の原因について

木材の腐朽（腐れ）は木材腐朽菌によって発生します。木材腐朽菌は担子菌類に分類されるものが多く、一般にキノコと呼ばれ、サルノコシカケ科のものが多くみられます。木材腐朽菌は相対湿度90%以上、木材含水率が30~60%でよく腐朽し、20%以下あるいは150%以上では腐朽しません。生育温度範囲は5~40°Cと比較的広く、酸素を必要とする好気性菌です。一方、等翅目の昆虫であるシロアリは女王アリを中心に戦蟻、兵蟻というアリ同様の社会構造を持っておりますが、膜翅目のアリとは無関係で、熱帯雨林原産であるゴキブリの近縁種です。そのため、高温多湿な状態を好み、一般には木材中に自由水が存在する繊維飽和点(F.S.P.:含水率約30%)以上の湿材を食害します。腐朽菌やシロアリが生育するには、

- ◆栄養源特に炭水化物（木材）
- ◆酸素（空気）
- ◆適度な温度（人間の快適域に近い）
- ◆水分（相対湿度90%以上、木材含水率30%以上）
- ◆生育に必要な空間

の5つの条件が必要です。そのため腐朽菌やシロアリの生育を阻害するにはこれらの条件の一つでも欠くようにすればよいことになります。ところで木材はセルロースが主成分ですから栄養源そのものですし、細胞構造物で多孔質材料であるため、微少な空間をたくさん含んでいます。空気（酸素）や温度は我々人間にも不可欠であり環境から取り除いたり制御することは難しいものです。そのため、防腐剤などの薬剤処理によって栄養摂取を阻害するか、または直接的に殺虫殺菌を行うことが行われています。あるいは、唯一制御可能な湿度をコントロールすることで生育を阻害することになります。そのため、できるだけ木材を乾燥した状態で使うことが必要になってきます。木材は乾燥することで強くなり、湿潤乾燥による狂いも少なくなります。そのため、含水率20%以下（針葉樹の構造用材の含水率規格D20(JAS)）の木材を使うことが求められています。



腐朽や蟻害の予防

木材の腐朽やシロアリを防ぐには良く乾燥された耐久性のある樹種の心材を用いて、その乾燥状態を維持することで概ね達成されます。木造であっても断熱工法を採用する現在では、壁体内の内部結露の防止が重要になっています。そのため、室内からの壁体内への水分の供給を防ぐために高温高湿側（室内側）に防湿層を設置し、仮に透湿によって結露したとしても速やかに乾燥させるように外壁側に通気層をとる工法を採用することが多くなっています。これらの工法に加えて適切な防腐処理を施しておくことが、雨漏りなどを見逃したとしても腐朽などが起こりにくくなります。さらに、乾燥した木材を食べる乾材シロアリや自分たちで水分を運んで湿らして食害するイエシロアリが生息している場所では、最小限の薬剤によるバリアーの構築も忘れてはなりません。

化学製品過敏症などで木材防腐剤や土壤処理剤などを忌避することが多くなっていますが、安易に薬剤処理を避け乾燥工法や維持管理を怠ると、駆除や消毒のために居住状態で大量の薬剤を使用する結果を招き、薬害の発生の可能性が高くなります。最近では安全で防蟻効果の高い防蟻シートなども開発されていますから、それらの採用も有効です。

ところで、腐朽や蟻害を受けて消毒や駆除を行う場合、土台や柱などの断面欠損部の補強や部材の取り替えを行わない限り、失われた強度は回復できません。駆除や消毒だけで安心してきた住まい手は少なくありません。神戸でも震災被害を受けた住宅に、シロアリ駆除はしていたが補強や部材の取り替えを怠っていたものがありました。さらに、なぜ腐朽や蟻害を生じたのかその原因を解明して解決しておかないと、例えば雨漏りやその他の漏水などを止めない限り再発の可能性が高いといえます。

土台や主要な柱にはヒバやヒノキなどシロアリや腐朽に強い樹種が多く使われ、特に、関西では“ヒノキ信仰”とでもいえるほどその需要が多いものです。これらの耐久性樹種も辺材部分には耐久性がないことについては

あまり理解されていません（写真1）。一般にはヒノキは腐らない、シロアリにも強いと信じられており、そのため、建築基準法施行令第49条に定められている地面から1m以内の防腐措置については、基礎との接触面である土台の裏側にだけ防腐剤を塗る場合が多くみられます。東灘区の調査では、防腐防蟻措置の不備などの設計施工の問題、台所、浴室などの水廻りあるいは外壁モルタルの劣化、雨樋、バルコニー床などからの漏水などの防水不良といった施工や建物の維持管理上の問題が認められています。外壁モルタルの維持管理が不良なためにクラック部分から雨水が浸透し、木摺の腐朽が著しく、それが土台、柱脚部の蟻害や腐朽を招いているものが多くみられました（写真2）。また、雨樋や排水管の管理不良のため、軒部分からの漏水も著しく、軒桁や柱上部においてイエシロアリだけでなく本来土壤水分の供給を受けやすい土台廻りしか食害しない、ヤマトシロアリによる食害も認められています（写真3）。

これらは特に、水廻りが多く見られる文化住宅や2階にバルコニーやテラスのある住宅において顕著に現れています（写真4）。これら水廻りのメンテナンスの不備は木造住宅だけでなく、軽量鉄骨造アパートの2、3階部分の廊下のデッキプレートや鉄骨柱脚部の腐食として顕著にみられました。

参考文献

- 1) 宮野・村上・土井：1995年兵庫県南部地震による人的被害に関する検討、第14回日本自然災害学会学術講演会梗概集、24-25(1995)
- 2) 土井・宮野・北本・呂：木造家屋被害に対する構造部材の蟻害・腐朽による劣化の影響、日本建築学会近畿支部、1995年兵庫県南部地震－木造建物の被害－、125-143(1995)

著者：土井 正（どい ただし）／昭和28年大阪市に生まれる。大阪市立大学大学院生活科学研究科前期博士課程修了。学術博士。大阪市立大学生活科学部専任講師。生活環境制御学専攻。木造住宅の耐久性や木質環境の性能評価手法に関する研究を行い、健康で安全な住環境の策定を目指している。