

特別対談

小屋裏の湿気・結露対策。 換気の重要性について

2014年11月 セイホープロダクツ株式会社 業務本部にて

セイホープロダクツ株式会社
技術開発本部 係長
芳谷 忠治セイホープロダクツ株式会社
代表取締役 社長
大石 龍也福岡大学 工学部 建築学科
須貝 高 教授
東京大学建築学科博士課程修了
「九州住まいづくり研究会」主宰

参考資料：須貝研究室提供

日本の家屋における小屋裏の現状

大 石 セイホープロダクツでは、昭和五六年に日本で初めて床下換気システムを発売しましたが、その2年後には小屋裏換気システムを発売、以降モデルチェンジを経て、現在では新築の標準仕様として採用される例も出てきました。ただ30年を越える販促活動の中で、小屋裏換気といえば事業者にもエンドユーザーにも熱気対策としてのみ捉えられている印象があります。須貝先生は常々、小屋裏の熱気対策に加え「湿気対策」が重要であるということを啓蒙されておられます、今日はそれについて詳しくお聞かせいただければと考えております。

須 貝 まず夏場の小屋裏には二つの問題点があります。まず日本は台風という気候特性によって小屋裏の換気口を大きく取れませんでした。それもあって夏は日射の強さによって屋根の表面温度が70℃位になり、野地板の温度が60℃、小屋裏内の温度は55℃、小屋裏の天井側の温度も45℃位になってしまいます。(図1) そのため天井面には断熱材を敷きますが、断熱材の隙間から下階の寝室に熱が侵入し、暑くなってきて安眠できません。(図2～図4) ですから一つ目の問題点は「小屋裏の熱気によって日中、夜間に下室の温度の上昇があげられます。

図1 小屋裏内の夏の各部温度

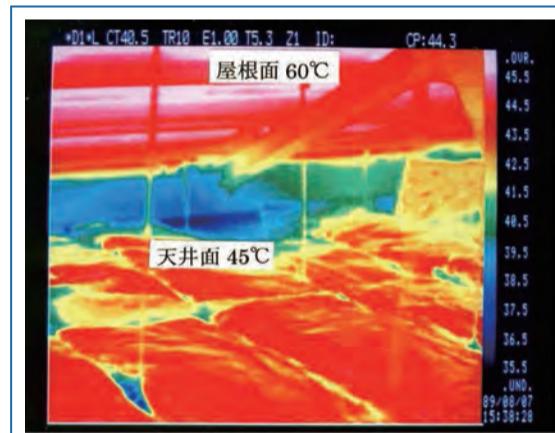


図3 2階隣室と断熱材の隙間から熱が侵入

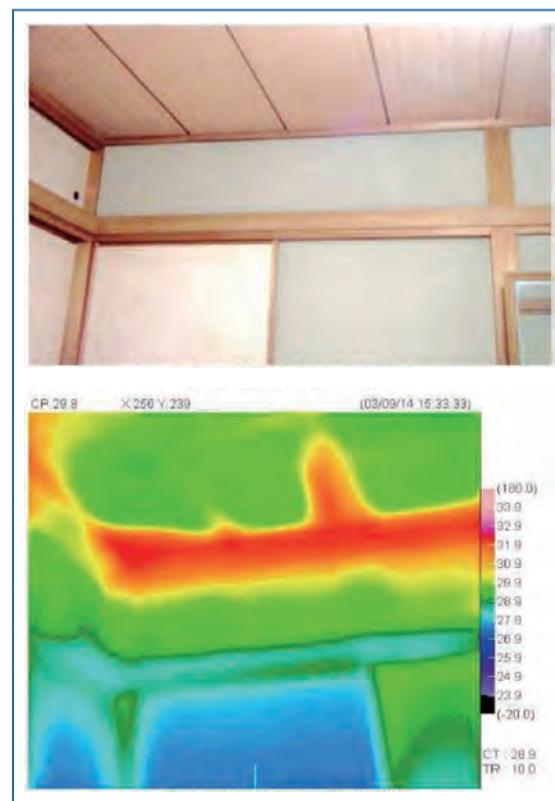
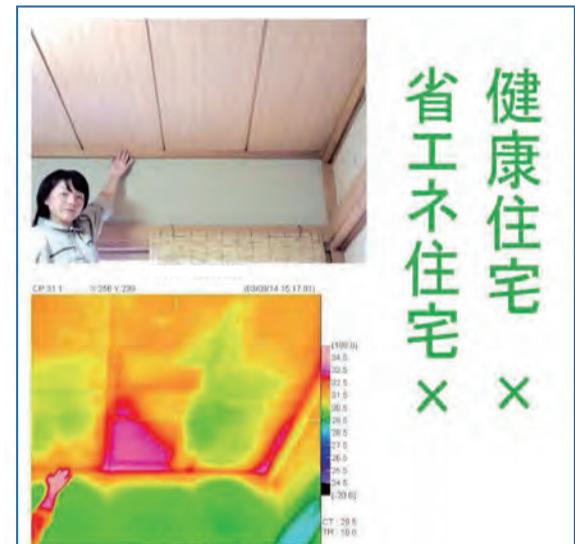
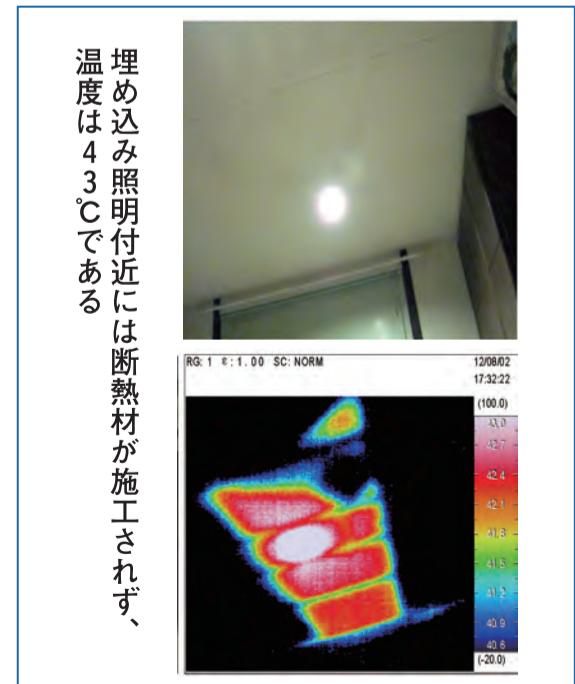


図2 2階天井部の断熱材の隙間から熱気が侵入



健康住宅 ×

図4 2階洋室の天井表面の熱画像 (S邸)



埋め込み照明付近には断熱材が施工されず、
温度は43°Cである

大 石 確かに当社テストハウスの実験においても、それに近い結果が出ていますね。

須 貝 もうひとつの問題点は、小屋裏の温度が日中高くなり、小屋裏内の材料が放湿します。そして日没後には高湿状態になってきます。近年では東西南北の壁内の外側に設けている通気層から壁内の湿気が入ってきて小屋裏が蒸れてきます。(図5)そのため小屋裏内の構造体が腐朽し、強度が弱まつてくる恐れがあります。これは非常に大問題です。例えば風の強い日には屋根材が吹き飛ばされたり、強い台風があれば、小屋裏が吹き飛ばされることもあります。最近ですと太陽光パネルの設置が盛んですが、屋根と同じ角度に設置されている場合パネルが太陽光を吸熱することによって、その下部の小屋裏の温度が低下し湿気がその箇所に集中します。結果的には冬型結露と同じ理屈^{*}で構造体を腐朽させることができますので注意が必要です。

大 石 夏場であっても構造材の放湿や例えば太陽光パネル設置が原因で、小屋裏内に変化が生じてくるなど、安心はできないということですね。

図5 外壁内通気構法

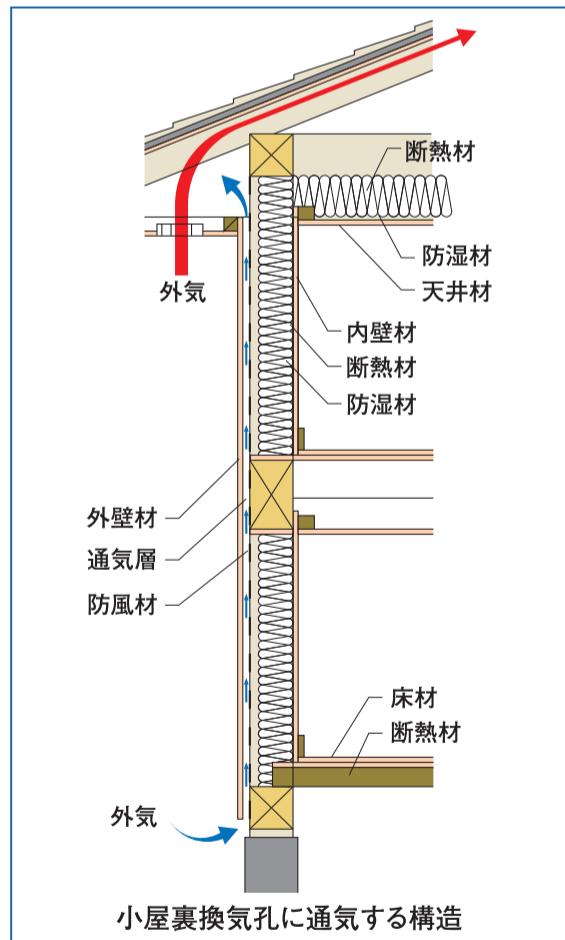


図6 木材の含水率

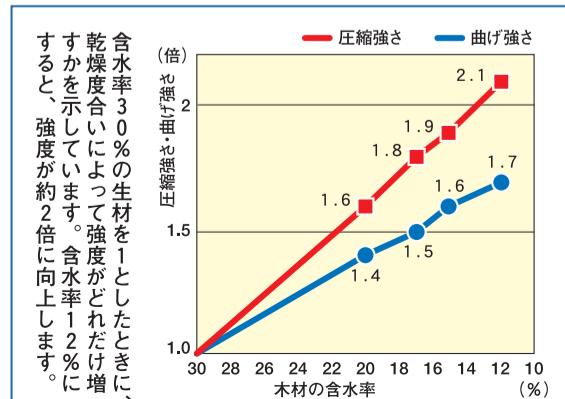


写真1 小屋裏の断熱材の間や屋根面にカビ



滴（結露）になるのです。初秋は雨が多く、初夏も梅雨季があり、湿度も高くなっています。木材は呼吸（吸放湿）しますが、放湿する力より吸湿する力が弱いため結露になりやすいのです。そのなかで一番恐いのは腐朽菌の発生です。木材の含水率が上昇し、25%から腐朽菌が生育し、さらに30%を超えると増殖を始めます。この腐朽菌は木材そのものを腐らせ、強度を大きく弱らせるためもっとも怖いものです。(図6)

カビの生育は・増殖はもう少し低い湿度で発生します。カビは木材の中には入ってこないので強度には影響しません。(図7)ただ、カビが発生するということは腐朽菌が発生する危険性もあり、注意が必要ですね。(写真1)



木材の強度を蝕む 「腐朽菌」がいちばん怖い

芳 谷 冬期(12月～2月)と初夏(6月頃)、初秋(9月頃)の多湿時ではどちらの方が結露の発生が多くみられますか？またカビ・腐朽菌の発生はどうでしょうか？

須 貝 結露発生の多い順でいくと冬期>初秋>初夏ではないでしょうか。冬は温度が低いのでその温度では含みきれない水蒸気が水

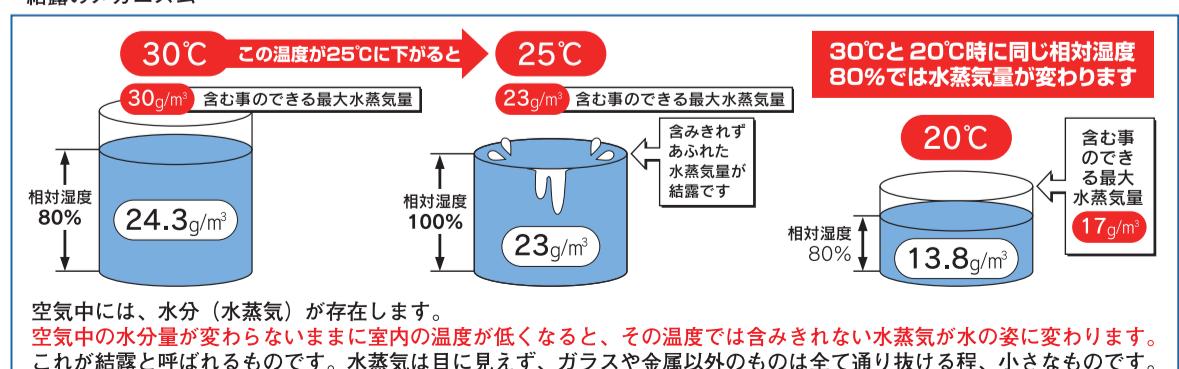
芳 谷 小屋裏に結露が発生するような住宅は、居室内でもその兆しがわかる「何か」がありますか？

須 貝 水滴やカビなどで天井面にシミが発生したり、黒ずんできたりすることがあります。天井面に断熱材などが敷いてあると分かりにくいかもしないので、やはり定期的な点検が必要でしょうね。

図7 小屋裏内のカビと腐朽菌の違いとは

	カビ菌	腐朽菌（腐れ）
栄養素	木の表面のほこり、木材表面のデンプン・タンパク質を栄養源としている。	木材（セルロースなど）を栄養源としている。
与える影響	木材中には侵入しない。 人体に対して影響を与えるが、天井面の隙間から室内に流入することもあるので、被害を受けることもある。	腐朽菌は木材全体に繁殖する。
木材の耐久性強度	木材の主成分（セルロース・リグニンなど）を分解する力はないので、強度に影響は与えない。	木材の強度を大きく落とす。
防止対策	湿気がたまらないような小屋裏内の強制的換気をする。	湿気がたまらないような小屋裏内の強制的換気をする。
温度	生育域：20～30℃ 増殖域：25℃前後	生育域：4～45℃ 増殖域：24～36℃
湿度	生育域：80～85% 増殖域：85% [数値は種々出ているが、この値くらい。]	生育域：85%～ 増殖域：90%～
含水率	—	生育域：25% 増殖域：30% [数値は種々出ているが、この値くらい。]

* 結露のメカニズム





■当社テストハウスを視察チェックする須貝教授

小屋裏のカビ発生について

大石 耐震補強工事の際、小屋裏の断熱材を剥がしたとき一面にカビが生えていたという話をよく聞くのですが、実際にこういうことは起こりやすいのでしょうか。

須貝 小屋裏内の断熱材の間には隙間があります。小屋裏は日中高温になり、木材などから放湿されますが、その後夜間に屋根が冷やされ、断熱材も冷やされ結露が発生するとカビが繁殖するということが多々あります。

大石 このような事象（小屋裏のカビ）はそこに住んでいる人にとって影響ありますか？

写真2 雨漏りと間違えやすい小屋裏の結露



須貝 天井面の気密性は低いので隙間から室内にカビが入ってくることもあります。気管支炎、アレルギー性鼻炎、喘息などの健康被害を受けることもあります。特に小さなお子さんやお年寄りなどは注意されたほうがいいと思います。

小屋裏の防湿対策は難しい

芳谷 小屋裏結露の発生原因で建物の構造（工法）に起因するものと、立地条件（寒冷・酷暑）に起因するものではどちらが多いのでしょうか。

須貝 立地（気候）条件が大きく影響します。たとえば寒冷な地域ではすぐに結露が発生するが、外気温度が低いため腐朽菌はそれほど増殖しません。ただ気候条件が原因といえども結露と雨漏りは区別がつきにくいため、(写真2) 事業者対ユーザー間とのトラブルになることも考えられます。一方酷暑では結露はしなくとも木の含水率が高くなり腐朽菌が生育し増殖しやすくなりますので要注意です。

芳谷 小屋裏の結露は断熱や気流止めが完璧ならば発生しないのですか？

須貝 小屋裏の防湿対策は極めて難しいものです。水蒸気は極めて小さなものの（体積では蒸気は水の約1/1700）です。また小屋裏には湿気を吸収する木材もあるため結露や湿気はどうしても発生すると思います。

芳谷 最近採用が増えている現場発泡ウレタン系などの吹付断熱材などは結露に対してどうですか？

須貝 発泡ウレタン断熱材は多少透湿します。にもかかわらず吹き付けられた合板は透湿性が低いわけです。ですから湿気の多い小屋裏、壁内では断熱材と合板との接触面が多湿になつたり、結露になったりと合板の含水率が高くなることが心配です。そのため、小屋裏は強制的に換気をすることが大切です。

■施設視察風景



小屋裏を強制換気することが大切

大石 須貝先生はこれまでいろんな住宅の研究・調査をされてますが、ご自身の経験上結露に強い家というのはどういう家だとお考えでしょうか。

須貝 日本は高温多湿の気候風土、それに台風・地震なども含めて考えると小屋裏の防湿対策は重要なですが、実際の住宅はそれが出来ていない。特に自然換気するだけで諸問題を解決するのは難しいといえます。できれば小屋裏を強制的に換気が望ましい。その理由は、小屋裏に外気を入れて小屋裏の温度を低下させる熱気対策としてはもちろんですが、もっと大切なのは小屋裏内の湿気を外に放出し腐朽菌の発生を防止させることです。併せて小屋裏内の木材の含水率も低下して、木材の強度を一層強くする。結果として台風や地震、或いは雪国では屋根への積雪などにも強い、健康で長持ちする家になります。

■台風の被害



■地震の被害



■積雪の被害



大石 小屋裏を強制的に換気することは夏季の熱気対策のみならず、1年を通じた小屋裏の湿気対策が重要な鍵なのですね。

須貝 そうですね。私は住まいに対する意識を変えるために地場工務店さんとタイアップして、数多くのユーザーセミナーを開催しています。小屋裏や床下などは普段目にしない部分なので事業者やユーザーさんの関心は薄いのかもしれません、我々はこういう大切なことを正しく伝えていくことが重要なのだと思います。

大石 大変参考になりました。本日はありがとうございました。これからもご活躍を期待しております。

