

ドイツの断熱市場と日本の展望

2020年の改正省エネ基準適合義務化が迫り、また健康の観点からも住宅の断熱の重要性が取りざたされています。今回は、断熱先進国ドイツの事情についてお茶の水女子大学の田中辰明名誉教授に解説いただくとともに、(一社)日本断熱住宅技術協会で行われたドイツのエコ建築家ヴォルフガング・レーナート博士の講演の内容を収録し、ドイツで注目を集めている木質繊維断熱材による外断熱工法について紹介します。



お茶の水女子大学名誉教授・工学博士

田中辰明氏

1940年生まれ。1965年早稲田大学大学院理工学研究科修士課程修了、同年大林組技術研究所勤務。1971年ドイツ学術交流会奨学生としてベルリン工科大学ヘルマン・リーチェル研究所客員研究員、1979年「建築外皮構造の熱的評価に関する研究」で早稲田大学工学博士号取得、1993年お茶の水女子大学教授、2006年同名誉教授。2013年より(一社)日本断熱住宅技術協会理事長。(ホームページ：<http://tatsut.org>)

外壁工事の90%を占めるドイツの断熱市場

ドイツでは1976年、エネルギー危機をきっかけとして「省エネルギー法」が成立しました。省エネルギー法は断熱、暖房装置、暖房費用計算などに関する条例から構成され、これらの条例はその後何度も改正強化されています。ドイツでは、1989年にベルリンの壁が崩壊し東西ドイツが統一されました。旧東ドイツや旧東ベルリンでは、老朽化した建物や現在の法規に合致しない断熱性の建物が多く見られました。旧東ベルリンはベルリン市の中心部であることから多くの断熱改修が進められてきました。近年では、地球環境問題への意識の高まりから建物の断熱化による建築物の省エネ化に力を入れており、現在新築と改修を合わせた外壁工事面積の90%を占める断熱改修工事が

行われています。歴史的建造物を除くほぼすべての建物で外断熱工法が採用されており、断熱の強化や、断熱改修に対する政府の助成制度や低利融資制度も手厚く、普及を後押ししてくれています。さらに高い規制の下、年々断熱性能の向上が図られているのです。

ドイツの改修では外断熱工法が一般的です。外断熱工法のメリットは主に4つあります。第一に健康面として結露によるカビの発生、ダニの繁殖を防ぐことができます。第二に外気温や日射の影響が少なく、室温が安定し快適な住まいとなると同時に、ヒートショックの予防につながります。第三に蓄熱性能により暖冷房の効果が高く、長く持続することで省エネルギーにつながります。最後に外気温や気候から外壁を守り建物の長寿化が進みます。「健康・快適・省エネ・長寿」の、理想的な住空間を創り出すことができるのです。

ドイツで外断熱工法が一般化した背景の一つとして、欧州では歴史的に建物のカビを恐れる傾向が強いことがあげられます。内断熱工法では熱と一緒に移動している水蒸気により断熱材と躯体との間で内部結露が生じる可能性があり、それがカビ発生の原因となります。一方、外断熱工法では、外壁は建物躯体の室内側にあるため水蒸気は外壁を抜けて外側にスムーズに抜けていき結露は生じません。特に、欧州ではホルムアルデヒドや揮発性有機化合物によるシックハウス症候群も当然問題にされていますが、カビに対する恐れが根強く、旧約聖書に「家屋に生ずるカビ」の害が記述されているほどです。

約半数が「無断熱」住宅の日本

これに対して日本では、「夏を旨とすべし」と古来より高温多湿の夏にしるぎやすいことが優先されてきました。空調が発達してきた現在でもこの風潮は根強く、建物の断熱は十分に行われているとは言えません。日本では人が活動

する部屋のみを個別に暖めたり、コタツなどの部分的な暖房器具の使用などにより寒さをしのいでおり、欧米の建物全体を暖めるセントラルヒーティングの考え方とは対照的です。

日本でも住宅の省エネルギー性能に関して1980年に基準が設けられて以後、3回にわたり強化されてきました。また2020年には住宅を含めたすべての建築物に対して省エネ基準への適合を義務化させる目標を掲げているものの、未だ住宅への義務化はされておられません。国土交通省では日本にある約5,000万個の住宅ストックのうち、現行の断熱性能を満たす住宅は5%であり、全体の95%は現行の断熱性能を下回っており、そのうち55%は無断熱としています。

また、最近では高齢化に伴い断熱の性能の低い住宅で起きる家庭内事故も問題視されています。その中心となるのは暖かい部屋から寒い部屋への移動による血圧の変化にともなうヒートショックです。このヒートショックによって心筋梗塞や脳いっ血といった循環器系の疾患を引き起こします。

こうした状況から、冬季には少ないエネルギーで十分に暖め、夏季には冷房の効果を向上させるために住宅や建築での断熱は必要と認知され始めています。2020年に向けて既存住宅の断熱改修の機運も高まりつつあります。こうしたなか、最近では従来のグラスウールや発泡系の断熱材に加えて木質系の断熱材も注目を集めております。

ベルリンの壁が崩壊したとき、西ドイツのヴァイツェッカー大統領は東ドイツの国民に「悪かったのは皆様東ドイツの国民ではなく、東ドイツの仕組み、制度だったのです」と話しかけました。東ドイツを日本に置き換えれば、日本に住宅の断熱が普及しなかった理由として「制度が悪かった」とも言えます。単に断熱技術だけでなく制度も学んでいくことで、日本に正しい知識・技術を普及していきたいと考えます。



エコ建築家・工学博士

ヴォルフガング・レーナート氏

1963年ドイツ・エスリングゲン生まれ。シュトゥットガルト大学建築学科卒業。複数の建築設計事務所等で修業を積んだのち、1996年京都大学建築学科に留学。1999年エスリングゲンで建築事務所「レーナート建築工房」を主宰、法制化以前よりエネルギーパスに関する研究および計算を行い、太陽熱利用住宅や太陽光発電住宅、地熱利用住宅などエコ建築設計を多く手がける。

高まる環境意識で外断熱工法が普及

1997年12月、京都市で開かれた第3回気候変動枠組条約締約国会議において、気候変動枠組条約に関する「京都議定書」が討議・採択されました。この議定書の目的は温室効果ガス排出の削減です。温室効果ガスの排出量削減のために、各国は建築についても考え方を変えてきました。

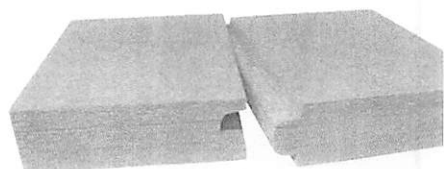
ドイツにおいては、「高効率」「持続可能」をキーワードにエネルギー効率の高い建築物の普及が図られてきました。エネルギー効率を高めるために住宅の断熱化が進められていますが、なかでも断熱効果が大きいとされているのが外断熱工法です。

外断熱工法は、構造躯体の外側をすっぱりと覆うように断熱層を設ける断熱工法です。ドイツにはミュンヘン断熱研究所という断熱技術専門の研究所があり、様々な研究が行われ多くの成果をあげています。なかでも、外壁に断熱材

を密着させる「湿式外断熱工法」という非常に優れた断熱工法も開発され、日本でも普及しつつあります。

断熱材として使われる素材には、ポリスチレンフォームやウレタンフォーム、グラスウールやセルローズファイバーなどいくつかの種類があり、それぞれ一長一短があります。このうち、ドイツでは近年木質繊維断熱材による断熱が注目を集めつつあります。木質繊維断熱材は、木材の破材や樹木の樹皮、木片などをチップ化して製造される自然素材断熱材です(図1)。

図1 木質繊維断熱材





木質繊維断熱材の施工の様子

ゆっくりとした「位相の遅れ」が夏の涼しさを表現

建築材料の物性値を表す指標として「熱伝導率」が最もよく使われます。熱伝導率は熱の伝わりやすさを表し、値が小さいほど断熱材としての性能が高いことを示します。木質繊維断熱材の熱伝導率は0.041で、優秀な断熱材と言われる高性能グラスウール(0.038)や発泡ウレタン(0.034)、セルロースファイバー(0.038)などと比べて遜色がありません。

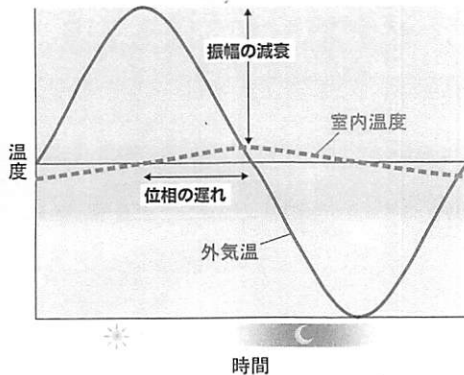
一方で断熱材には、熱の伝導を妨げる機能のほかに「蓄熱する」という機能があります。十分な断熱性と蓄熱性を持った断熱材を適切に施工した住宅では、冬季に暖かいだけでなく、夏季に涼しいという効果を得ることができます。断熱が不十分な屋根の場合は室内に莫大な熱のよどみが生じます。逆に冬季には、室内の温かさを保つために熱を遮断しなければいけません。

そこで私は、夏季の断熱性について調べるため実験住宅において様々なタイプの断熱材を用いた屋根の比較試験を行いました。その結果、木質繊維断熱材で断熱された屋根構造では、ほかの断熱材を用いた場合よりも室内が涼しく保たれ、ロックウールの場合と比べ7℃の差が見られました。

このような違いを生み出したのは、木質繊維断熱材の持つ熱容量の大きさと、熱容量の大きさは「位相の遅れ」と呼ばれる現象として現れ

ます。位相の遅れとは、昼間の日射により屋根が吸収した熱が断熱材に蓄えられ、室内への熱の移動が遅れるという現象です(図2)。

図2 位相の遅れと振幅の減衰のイメージ



ロックウールでは5.9時間の位相の遅れが生じたのに対し、木質繊維断熱材では11.7時間の位相の遅れがありました。位相の遅れは10~12時間程度が理想とされます。昼の間に屋根や壁のなかの断熱材に蓄えられた熱は、直接室内に達することなく夜になってようやく外気に向かって放出されるような働きが期待されるのです。

蓄熱性に貢献する素材の性能としては「容積比熱」という指標が用いられます。容積比熱は、一定の体積当たりに蓄えられる熱の大きさを表します。木質繊維断熱材の容積比熱は32.0で、グラスウール(2.1)やポリスチレンフォーム(2.9)などに比べて格段に大きな熱を蓄えられることが分かります。

蓄熱性の大きな断熱材は、夏季の遮熱に貢献するだけでなく、暖房によって供給された室内の熱を多く蓄えることができるため、冬季にも暖かさを持続することができます。日射量や外気温度は一日を周期として変動していますが、十分な蓄熱性のある断熱材により断熱化された住宅では、外気温に比べて室内温度の変化の幅が抑制される「振幅の減衰」が生じます。木質繊維断熱材は、多くの熱を吸収することにより、冬季も夏季も室内温度を比較的一定に保つことができ、快適な室内環境を実現するのです。

健康と環境に優しい木質断熱材の人気上昇

木質繊維断熱材はさらに、遮音性能や結露の防止、気密性の保持に優れています。また、木質繊維断熱材では、木質繊維を接着する際に人工的な接着剤は一切使用せず、木がもともと持っているリグニンを使用しています。このため断熱材が揮発性有機化合物(VOCs)を排出することはなく、シックハウス症候群など健康に与える影響は少ないと考えられます。

木材は健康だけでなく地球環境にも優しい建材です。多くの建築資材は、製造段階で多量の二酸化炭素を放出するほか、解体時には産業廃棄物となり環境に負荷を与えてしまいます。これに対し、木材の主な製造段階は森林のなかで樹木として成長しており、温室効果ガスである二酸化炭素を吸収し炭素として固定しています。また、廃棄される場合も木材はバイオマスエネルギーとして再利用することが可能です。

日本では長い間、木材は燃えやすいという理由で公共建築物をはじめとする大型建築物などへの使用に制限がかけられていたようですが、この認識は誤っています。木材は、表面から燃やしても簡単には燃えず、芯材は保護されます。むしろ、耐火性があるとして日本で使用が推奨されているアルミニウムの方が火には弱いのです。ドイツでは、CLTによる8階建ての木造住宅も出現しています。木材は、使用すること自体で地球環境への負荷を軽減することにつながります。

快適な室内環境を実現する住宅の断熱化には、これまで一般的に使われてきた「熱伝導率」や「熱抵抗」だけでなく、「位相の遅れ」や「振幅の減衰」といった概念と断熱材の特性を理解することが欠かせなくなっています。

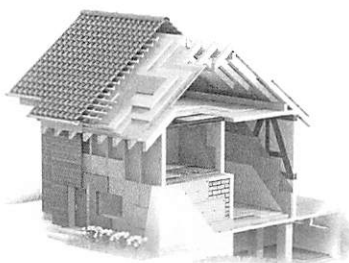
ドイツでは近年、冬季の寒さだけでなく異常気象の発生などによる夏季における高齢者の熱中症が増加しており、夏の暑さの軽減が課題となっています。木質繊維断熱材により健康被害を軽減させることも期待されます。断熱材の一つの選択肢として、日本においても健康、快適、環境に優しい木質繊維断熱材が普及することを期待しています。

pavatex パヴァテックスジャパン(株)

健康と環境にやさしい木質繊維断熱製品を提供

パヴァテックスジャパン(株)は、スイスの木質繊維断熱材メーカーであるパヴァテックスSA社の製品を日本国内に供給しています。パヴァテックス製品は、モミヤトウヒなどの針葉樹の端材や樹皮、木片などを再利用してつくられる自然素材断熱材で、屋根や外壁に施工することができます。

パヴァテックス製品は、低い熱伝導率と隙間のない施工システムにより冬の快適な温かさを実現するだけでなく、大きな蓄熱性能により夏の日射熱を吸収し、日中を通して涼しく快適な室内環境を実現します。



パヴァテックス社の断熱製品イメージ(屋根・外壁・床)

また、高い密度と多孔質の構造により優れた遮音性能が静かな室内空間を実現するほか、火災の際には表面の炭化により延焼を防ぐという高い耐火性能を持っています。多孔質構造は、優れた透湿性能を誇ると同時に、適切な施工により高い気密性を両立させることができます。

自然素材であるパヴァテックス製品は、有害物質を放出しないため健康にやさしいだけでなく、木の持つ炭素固定機能により環境にもやさしい断熱材です。



パヴァテックス製品の8つのメリット

お問い合わせは、パヴァテックスジャパン(株) (TEL. 045-505-5034, FAX. 045-505-5724) まで。

一般社団法人 日本断熱住宅技術協会

最新の断熱工法の研究・開発・普及を推進

(一社)日本断熱住宅技術協会は、住宅を中心とした建築物の機能・性能の向上のため、省エネルギー対策や温熱環境対策に必要な断熱材や断熱工法の利用促進、社会への情報提供を目的として2013年に設立されました。

具体的な活動としては、木造一戸建住宅からRC造の共同住宅における高断熱施工の合理化や改修工事のためのガイドブックの作成のほか、省エネ基準に則した断熱材や断熱工法の研究・開発を行っています。

また、建築や環境、健康に関する各種イベントへの出展をはじめ、住宅事業者や一般向けセミナーの開催などを通じて様々な断熱工法の普及・啓発を行っています。

当協会は設計事務所や建設・施工会社をはじめ、建材メーカーやマンション販売会社など様々な事業者で構成され、現在の会員数は33団体です。随時会員を募集しています。

お問い合わせは、(一社)日本断熱住宅技術協会 事務局 (Tel. 045-501-5084 Mail: nichidan@ndjk.info) まで