

MVOC 成分の検知によって実用化を目指す 非破壊・非接触での木材腐朽診断

総務省が発表した「平成30年 住宅・土地統計調査」によると、日本国内の戸建て住宅は90%以上が木造。この木造住宅の倒壊につながりかねない「見えざる危機」が、木材腐朽です。都産技研では、微生物の代謝に伴って生じ、臭気を伴う「MVOC（揮発性有機化合物）」に着目し、非破壊・非接触で木材腐朽を診断する手法を模索しています。バイオ応用技術グループの小沼 ルミ 主任研究員に研究内容を聞きました。

- 既存のMVOC 研究例
- ・ マツタケを筆頭とする香り成分を分析する研究
- ・ 殺虫剤などに応用される昆虫誘引のための研究
- ・ 食品や室内で微生物汚染を検出するための研究ほか



写真1
木材腐朽培養の様子
(20×20×20 mmの木片)

強度・耐震性を著しく損なう 木造建築物の木材腐朽

木造建築物は、木にキノコやカビが生えてしまうと木が腐り、木材構造が分解されて強度が落ちてしまいます。これが「腐朽」と呼ばれる状態で、安全のためには定期的な腐朽診断が必要です。ところが、木造家屋の重さを支える木材の多くは床下や壁の中に隠れているため、腐朽診断をしたくても、目視で確認することができません。平常時には多少の腐朽でも倒壊しませんが、大地震発生時には倒壊の危険が高まります。実際に、国内で発生した大地震によって倒壊した木造住宅の調査では、多くのケースで腐朽が確認されています。

腐朽が進んだ木材（質量減少率:10%）の強度を測定すると、曲げ強さや引張り強さ、衝撃強さなどでおおむね50%前後の減少が見られます。的確に診断を行い、腐朽が初期症状であれば薬剤の塗布によって拡大防止につながるため、早期診断と検知が有効です。

現在は床下に潜って、木材の変色や水濡れを確認する視診や、尖った器具を打ち込んで木の硬さを測る触診、叩いて音で確かめる打診のほか、応力波や電磁波（X線CT）を用いた非破壊診断も行われています。ただし、木材自体は非破壊でも、壁紙を剥がして測定機器を木材に接触させる必要があります。結局は木材以外の部分を破壊しないと診断できないため、一般の木造住宅で行うことは非現

実的といえます。だからこそ、非破壊かつ非接触の診断手法が必要なのです。

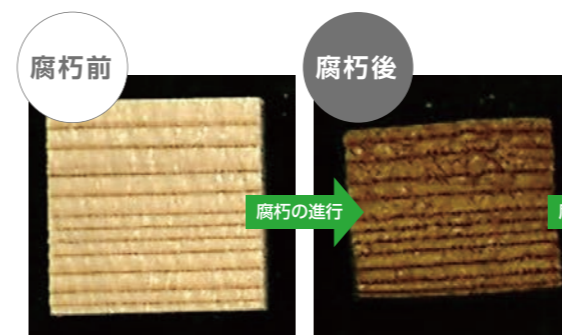
臭気(MVOC)から木材腐朽菌の種類と成長段階が推定できる可能性

新たな診断手法に挑んだ着想の原点は、私が都産技研に入職して以来、継続して室内環境における微生物および木材から放散されるMVOC（揮発性有機化合物）に関する試験・研究を行っていたことです。MVOCの試験・研究結果を活かして目視での確認が困難な場所で起きる木材腐朽を、壁の内部で滞留する臭気によって診断できないかと考えました。この手法を確立できれば、一般の木造住宅はもちろんのこと、木造文化財の診断や保護などにも応用できると考えたのです。

実験に用いたのは、主に褐色腐朽菌オオウズラタケと、白色腐朽菌カワラタケという2種類のキノコ。これらをブナとスギの2種類の木材で観察しました(写真1)。

使用した実験装置は、加熱脱着ガスクロマトグラフ質量分析およびヘッドスペース固相マイクロ抽出ガスクロマトグラフ質量分析を行う「GC-MS」と、プロトン移動反応質量分析を行う「PTR-MS」の2種類。いずれも都産技研の保有装置です。

ブナの腐朽が2週間から16週間と進行するにつれ、オオウズラタケが38種類、カワラタケは22種類のMVOCが放散されることが

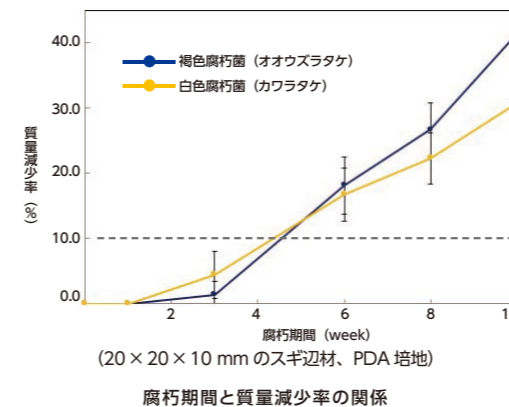


大地震発生時の倒壊リスクが増大
国内で発生した大震災後に行われた調査では、倒壊した木造家屋の多くで木材腐朽が進行していた。(画像はイメージです)



判明しました。キノコの種類によっても臭気成分は異なり、臭気の強度を示すヒートマップ図を作成したところ、成分ごとの濃度の違いも明らかになりました。

さらに、木材の重量が減少したタイミングと、木材の腐朽が始まり臭気が増えたタイミングが一致。こうして、臭気の種類と濃度によって、どのような腐朽菌がどの程度の成長段階であるかということ、そして木材腐朽の進行状況を推定できる可能性が見出されたのです。



■ 使用した設備と分析方法

[GC-MS]
加熱脱着ガスクロマトグラフ質量分析
ヘッドスペース固相マイクロ抽出ガスクロマトグラフ質量分析

[PTR-MS]
プロトン移動反応質量分析

腐朽診断には実際の住宅での 実証実験が不可欠

MVOCによる腐朽診断を実用化させるための難題は、放散される臭気の濃度の薄さ、弱さです。実験室レベルでは臭気を数値化することができ、腐朽の有無を判定できる可能性は確かとなりましたが、実際の住宅での腐朽診断はまた次の段階です。とはいえ、今回得られた知見は、今後MVOCによる腐朽診断を実現する上で大きな一歩といえます。

また、腐朽と同様に木が分解してしまう原因として、木材をエサにするシロアリの存在が挙げられます。そこで、特定のMVOC成分によってシロアリが木材に引き寄せられたり、逆に忌避したりするケースもあるのではないかと考え、腐朽とシロアリの行動の相関関係を探る研究も進めています。

いずれの研究も、今後は木材劣化診断士や蟻害・腐朽検査士といった専門家や、腐朽の防止処理を行う企業、リフォーム関連企業などの連携が不可欠だと考えています。実際の木造住宅では、腐朽菌以外の多種多様な物質から発生する臭気が混ざり合っています。その中で、腐朽菌によるMVOCを高い精度で選別して診断する手法の開発に、今後も励みたいと思います。



バイオ応用技術グループ
主任研究員
小沼 ルミ

お問い合わせ
バイオ応用技術グループ
(本部)
TEL 03-5530-2671

本研究は、都産技研基盤研究のほか、JSPS 科研費 25850126 および JP16K07819 の助成により実施されました。