

土壌に生息するカビのニオイ分析

竹内 孝江

理学部 化学生物環境学科 化学コース 准教授

カビは身近な生物の一つです。カビの一部は、チーズなど食品加工へ応用され、研究も進んでいます。しかし土壌に生息しているカビはこれまで利用されることも少なく、あまり研究されていません。土壌に生息するカビは、古墳壁画などの文化財に損傷を与えることから、私たちは研究を進めています。カビが繁殖して文化財に損傷を与え、目視できる状態になった時はすでに数十万個もの胞子が形成されている状態です。その状態よりも前の段階で検出できないかと考え、ニオイによる検出を試みました（図1）



図1. GC-MSによるカビのニオイ分析

大気中の物質検出については、大気汚染については簡易に行われています。ppmレベルの濃度でありセンサーなどが利用されています。一方、ニオイ物質はppbあるいはpptレベルの濃度であり、定性・定量分析には、濃縮などの高度な計測技術が必要です。古墳近辺や奈良女子大学内の土壌から採取されたカビ数種を培養し、胞子の発芽、菌糸の伸長、胞子形成の各段階で発散するニオイ物質の定性・定量分析を行いました。研究対象としたカビは、*Penicillium paneum* (KT-138), *Fusarium solani* (NBRC31093株), *Aspergillus fumigatus* (KT-176株, IFM40822株)および *Aspergillus nidulans* (FGSC4株)です。それぞれ、貧栄養型 Czapek-Dox 寒天培地を用いてバイアル瓶の中で培養し、放散されたニオイ成分を採取しました。これをイオンモビリティ分析計 (IMS) やガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS) により、定性・定量分析を行いました。

アルコール、アルデヒド、ケトン、セスキテルペン、エーテル、芳香族化合物など、27種の微生物由来揮発性有機化合物 (MVOC) がこれらの4種のカビから検出されました。このうち、アルコール、アルデヒド、ケトンは、すべてのカビに共通であり、基本的なニオイ

物質です。セスキテルペンの代謝はカビ種に特徴的です。*A. fumigatus* から trans-および cis- β -Bergamotene と β -Bisabolene が代謝され、*A. nidulans* から α -Farnesene が代謝され、*P. paneum* から β -Caryophyllene が代謝されることが分かりました。したがって、カビが放散するニオイのうち、セスキテルペンの定性分析によりカビ種が同定できることが分かりました。また、セスキテルペンの経時変化を測定したところ、孢子形成期に多く放散され、そのほかの時期では少ないことが分かりました。セスキテルペンの定量分析により、孢子形成が推定できることを発見しました。

カビから放散される気体を収集して質量分析法を用いて分析し、分子の質量からセスキテルペンであることを決定しました。セスキテルペンは $C_{15}H_{24}$ の分子式であらわされる一連の生体活性物質で、多くの構造があります。質量からでは、どのセスキテルペンなのか分かりません。そのため、私たちは分子の形・直径を測定するイオンモビリティ分析法を利用することで、検出されたセスキテルペンがどの化合物なのかを判別することができました。上記の4種のセスキテルペンの分子構造を示します。

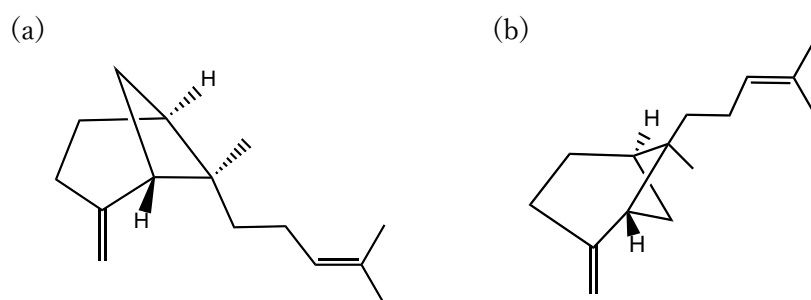


図2 trans- β -Bergamotene (a)および cis- β -Bergamotene (b)

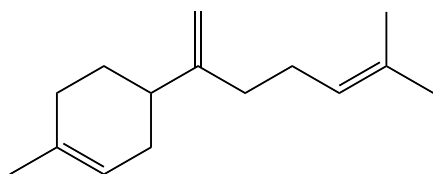


図3 β -Bisabolene

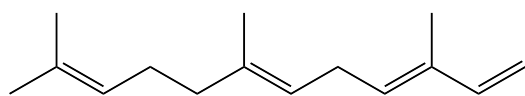


図4 α -Farnesene

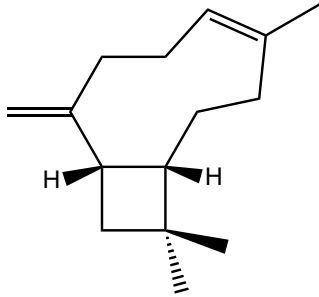


図5 β -Caryophyllene

このように、土壌に生息するカビは、生育の各段階で、異なる種類の化学物質を放散していること、その種類と濃度を計測することで、カビの種類、生育段階を推定できることが分かりました。推定するための計算プログラムを開発し、一般公開しています。

<http://mvocfinder.nara-wu.ac.jp/> (図6)

現在は、カビのニオイ発生のメカニズムの研究に取り組んでいます。



図6. 私たちが開発したカビのニオイの GCMS および IMS スペクトルデータベース「MVOC Finder」のロゴ