

きのこ由来揮発性物質を利用した植物病害防除技術の開発

大崎 (岡) 久美子

国立大学法人鳥取大学農学部 〒680-8550 鳥取県鳥取市湖山町南4丁目101番地

Control of plant diseases by using volatile compounds from mushrooms

Kumiko Osaki-Oka

Faculty of Plant Pathology, Tottori University, 4-101 Koyama-Minami, Tottori, 680-8550, Japan

1. はじめに

自然界における微生物（菌類，細菌など）は抗菌物質を生産するなどして，他の微生物と競争・拮抗して生息している．微生物が生産する抗菌物質は，我々の生活の中で抗生物質として農薬や医薬品等で利用されている．また，抗菌物質の病害防除への利用について，これまでに多くの研究報告があるが，その殆どは非揮発性の物質である．一方，菌類が生産する揮発性抗菌物質に関する報告は，*Irpex lacteus*（ウスバタケ）の生産する揮発性物質がうどんこ病の発病を抑制するなど数例に過ぎず（小板橋，2006），農業資材として実用化されたものは殆どない．我々は，これまでに，菌類であるきのこ類が周囲に広く拡散する揮発性の抗菌物質を生産していることを明らかにし（Nishino *et al.*, 2013），きのこ類が産出する揮発性抗菌物質を植物病害防除に利用することを目的とした研究に取り組んできたので，その内容を以下に概説する．

2. 揮発性抗菌物質を生産するきのこ類の選抜

鳥取大学農学部附属菌類きのこ遺伝資源研究センターに保有されている多種多様なきのこ類の菌株から，植物病原糸状菌に対して抗菌活性を示す揮発性物質を産出するきのこ菌株を選抜した．選抜方法を図1に示す．まず，検定するきのこ菌株をシャーレ（直径9 cm）のポテトデキストロース寒天培地（PDA）上に接種し，25℃で培養して培地全面に菌糸を生育させた後に，菌糸体が上面にくるようにシャーレの上下を逆転させた．培養したきのこ菌糸体から放出される揮発性物質の植物病原糸状菌に対する抗菌活性を調べるために，扱いやすい植物病原糸状菌であるキャベツ黒すす病菌（*Alternaria brassicicola*）の胞子懸濁液（濃

度： 5×10^5 個/ml）を滴下したスライドガラスをきのこ菌糸体と接触しないようにシャーレの底に置き，シャーレをパラフィルムで密封し25℃で24時間培養した．培養後に胞子発芽率を算出し，無処理区の胞子発芽率と比較して胞子発芽を著しく阻害したきのこ菌株を選抜した．その結果，数種のきのこ類はキャベツ黒すす病菌の胞子発芽を顕著に抑制する揮発性物質を生産することが明らかとなり，それらの中から，食用きのこであるブナハリタケやブナシメジが生産する揮発性物質に着目し，物質の同定および各種植物病原糸状菌に対する効果について検討を行った．

3. ブナハリタケ由来揮発性抗菌物質：1-フェニル-3-ペンタノン

ブナハリタケは秋にブナの倒木上に発生がみられる食用きのこである．ブナハリタケ菌株（TUFC10099）を液体培地で振とう培養して得られた培養ろ液から有機溶媒抽出および各種クロマトグラフィーにより揮発性抗菌物質を精製した．精製した物質をNMRおよびMSにより解析した結果，本物質は既知の香気成分である1-フェニル-3-ペンタノン（PPと略す）（図2a）と同定された（Nishino *et al.* 2013）．次に，市販されているPPを入手し，PPの植物病原糸状菌に対する抗菌スペクトラムについて検討を行った．その結果，PPは供試した9種類の植物病原糸状菌（*Alternaria alternate* Japanese pear pathotype, *A. brassicicola*, *Bipolaris sorokiniana*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cucumerinum*, *Colletotrichum orbiculare*, *Corynespora cassiicola*, *Magnaporthe oryzae* および *Pasalora fulva*）の菌糸生育や胞子発芽を気中濃度5-10 ppm（w/v）で顕著に抑制した．PP処理により発芽が抑制された植物病原糸状菌の胞子は，PPを除去すると発芽を開始し，PPの抗菌作用は静菌的であ

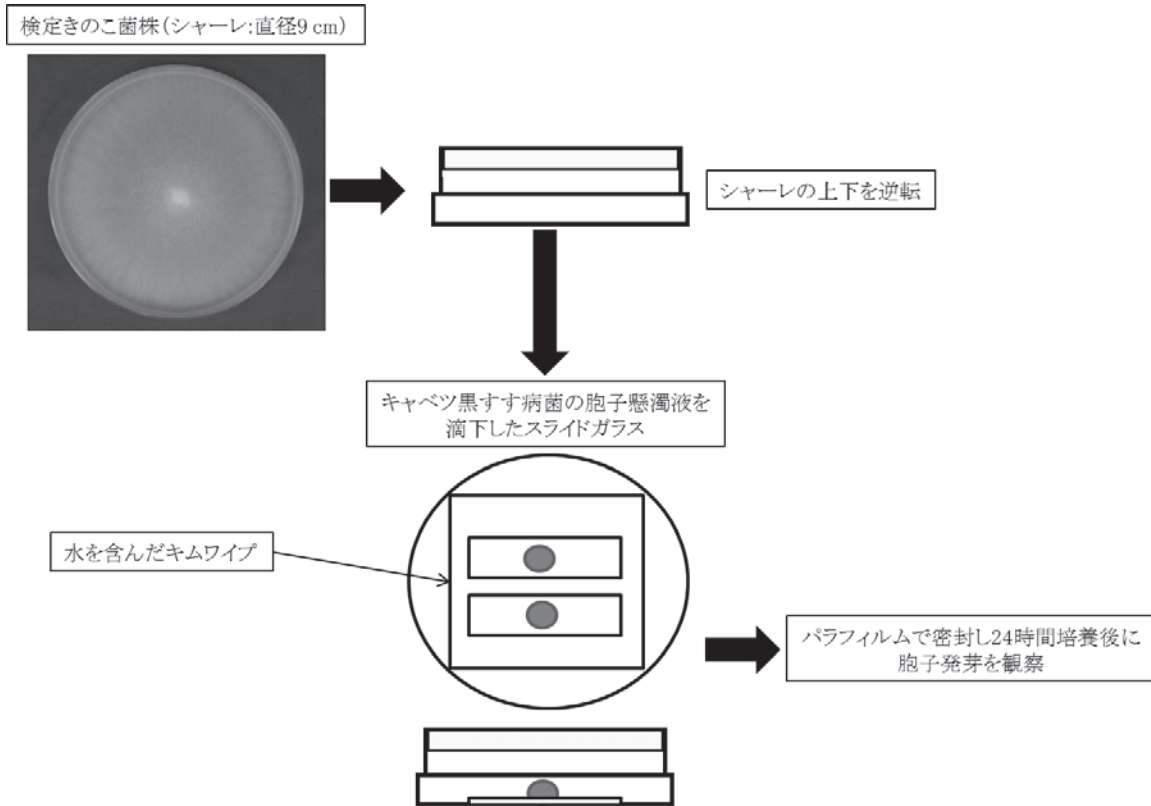


図1 きのこ類における揮発性抗菌物質生産の検定法

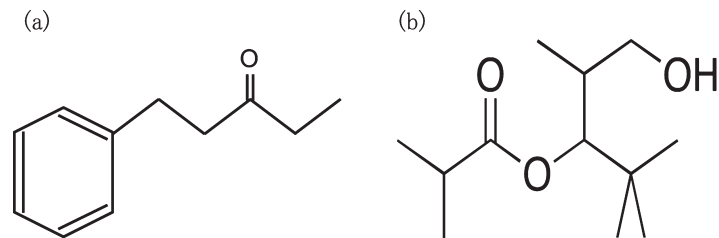


図2 ブナハリタケ (a) およびブナシメジ (b) が生産する揮発性抗菌物質の構造

a : 1-フェニル-3-ペンタノン

b : 1-tert-ブチル-2-メチル-1,3-プロパンジオール 1-イソブチラート

ることが示された。さらに、キャベツ葉にPPを気中濃度5-10 ppm (w/v) で処理すると、キャベツ黒すす病の発病を抑制し、トマト葉においても同様にPPを処理するとトマト褐色輪紋病の発病を抑制した。なお、処理した濃度ではキャベツおよびトマト葉への傷害は認められなかった (Oka *et al.* 2014)。

以上のことより、PPは植物病原糸状菌によって引き起こされる各種病害に対する防除資材となる可能性が示唆された。しかしながら、PPは独特な匂いを有

するため、資材化を進める際には脱臭方法などについて検討を行う必要があると考えている。

4. ブナシメジ由来揮発性抗菌物質：1-tert-ブチル-2-メチル-1,3-プロパンジオール 1-イソブチラート

ブナシメジは、国内で広く栽培されている食用きのこである。ブナシメジ菌株 (TUFCl1906) の培養液より揮発性抗菌物質を各種クロマトグラフィーで単離し、GC-MSで解析した結果、ブナシメジが生産す

る揮発性抗菌物質は、1-tert-ブチル-2-メチル-1,3-プロパンジオール 1-イソブチラートと同定された (図 2b)。本物質は既知であったが、抗菌作用については全く報告がない。ブナシメジが生産する揮発性物質の植物病原糸状菌の胞子発芽に対する活性を調査した。その結果、*A. brassicicola* 胞子の発芽を 100%抑制した一方、*A. alternate* Japanese pear pathotype, *Bipolaris sorokiniana*, *Corynespora cassiicola*, *Podosphaera xanthii* 胞子の発芽抑制率は 60%以下であった。したがって、ブナシメジ由来揮発性抗菌物質は供試した植物病原菌の中では *A. brassicicola* に対して顕著な抗菌作用を示すことが示唆された。なお、本抗菌作用も PP と同様に静菌的であった (Oka *et al.*, 2015)。

以上のことより、本物質は臭いも少ないことから、キャベツ黒すす病に対する防除資材として利用することを考えている。

5. ブナシメジ廃菌床より放出される揮発性抗菌物質による病害防除

食用きのこのブナシメジは菌床栽培が行われているが、きのこを収穫後の菌床 (廃菌床) はゴミとして大量に廃棄されている。菌糸が充満している廃菌床からも揮発性抗菌物質が多く放出していることが予想されることより、廃菌床の有効利用を目的に、廃菌床を利用した植物病害防除効果について検討を行った。図 3a に示すように密閉できる透明容器にブナシメジ廃菌床とキャベツ黒すす病菌を接種したキャベツ苗を一緒に入れて生育させることにより、廃菌床の処理を行った。一方、対照区として黒すす病菌を接種したキャベツ苗のみを同様の容器内に入れた。接種 48 時間後にキャベツ葉における病斑を観察した結果、対照区と比較して、廃菌床処理により病斑の発生が顕著に抑制されることが明らかとなった (図 3b)。現在、きのこ由来の揮発性抗菌物質を用いた植物病害防除と廃菌床のリサイクルという一石二鳥の技術の実用化を目指し、研究を行っている。

6. おわりに

農作物の病害防除は病原菌を直接殺す化学合成農薬 (殺菌剤) に大きく依存している。しかしながら、殺菌剤は健康や環境への影響が懸念されることより、より安全で安心な病害防除資材の開発が求められている。きのこ類、特に食用きのこが生産する揮発性物質は、健康への被害が少ないことが予想され、しかも、

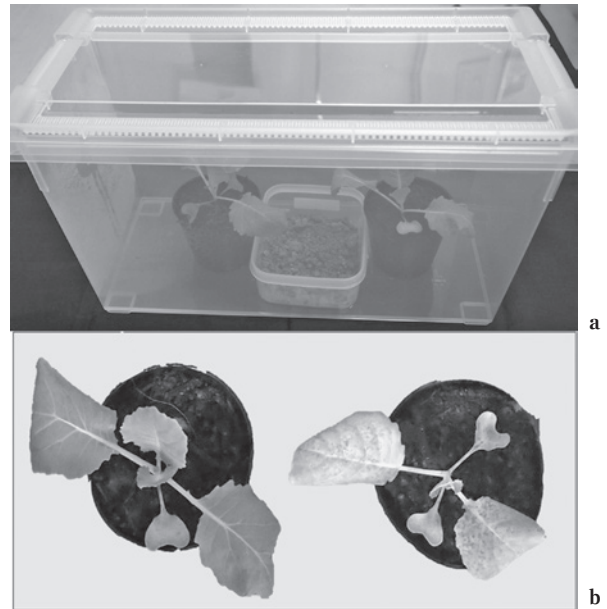


図 3 ブナシメジ廃菌床処理によるキャベツ黒すす病の防除効果

a : 密閉容器内での廃菌床処理方法

b : 廃菌床処理 (左) および無処理 (右) のキャベツ苗における黒すす病の発生

閉鎖室内で隔々まで行き渡って抗菌活性を示し、通気によって容易に消失することなどから、安全・安心な病害防除資材として農作物の施設栽培、貯蔵倉庫や出荷コンテナなど室内で利用できる可能性が高いと思われる。

謝 辞

本研究に使用したきのこ類の菌株は鳥取大学農学部附属菌類きのこ遺伝資源研究センターより分譲頂いた。なお、本研究を行うにあたり、鳥取大学農学部名誉教授 尾谷 浩先生にご指導を頂いた。ここに記して厚くお礼申し上げます。

文 献

- 小板橋基夫 2006. 揮発性抗菌物質生産糸状菌 *Irpex lacteus* による地上部病害の生物防除. 植物防疫 **161** : 515-521.
- Oka, K., Shimomura, N., Maekawa, N., Nakagiri, A., Otani, H. 2014. Antifungal activity of 1-phenyl-3-pentanone produced by *Mycoleptodonoides aitchisonii* against plant-pathogenic fungi. Mushroom Sci. Biotech. **22**: 95-100.
- Oka, K., Ishihara, A., Sakaguchi, N., Nishino, S.,

Parada, R.Y., Nakagiri, A. Otani, H. 2015. Antifungal activity of volatile compounds produced by an edible mushroom *Hypsizygus marmoreus* against phytopathogenic fungi. J. Phytopathol. **163**: 987-996.

Nishino, S., Parada, R.Y., Ichiyanagi, T., Maekawa, N.,

Shimomura, N. Otani, H. 2013. 1-Phenyl-3-pentanone, a volatile compound from the edible mushroom *Mycoleptodonoides aitchisonii* active against some phytopathogenic fungi. J. Phytopathol. **161**: 515-521.