

## 環境食品応用化学科

## キーワード

食品安全、カビ毒、アフラトキシン、代謝経路、カビ毒生産菌検出法の開発、微生物、二次代謝産物、アフラトキシン汚染制御



教授 / 理学博士

矢部希見子

Kimiko Yabe

## 主な研究と特徴

## 「アフラトキシン生合成機構の解明」

カビは様々な有毒物質を生産する。穀物のかび毒汚染はヒトや動物の健康に悪影響を及ぼすだけでなく、経済的にも世界的に深刻な問題となっている。実際、世界で収穫される穀物の約4分の1がカビが原因で廃棄されていると言われている。これまで、300種類以上のカビ毒が報告されてきたが、世界において最も注目されているカビ毒がアフラトキシン（AF）である。AF生産カビは8種類のAF誘導体を生産するが、そのうち、アフラトキシンB<sub>1</sub>（AFB<sub>1</sub>）は自然界で最も強力な発がん性を有し、さらに強力な急性毒性も有している。これまでAF汚染穀物を摂食することでヒトの死亡事故も起こっている。AFは極めて安定な物質であるため、一旦穀物がAFで汚染されるとその無毒化は難しい。そのため、作物の生産段階又は収穫後に、AF生産カビが感染しないようにするか、またはAFを生産できないようになることが最も確実なAF汚染防御法と考えられている。そこで、矢部らは、AF生産カビがどのようにしてAFを生産しているか、その生合成機構の解明を目指した。まずは、AF生産菌及びAFを安全に扱うための手法を開発し、それを用いて詳細な代謝経路を研究した。その結果、acetyl CoAから、25以上の酵素反応を経て、AFが作られることが明らかにし（図1）、8種類のAFは反応途中で分岐を繰り返すことによって生産されること証明した。さらに、AF遺伝子クラスター中の機能未知の遺伝子について、遺伝子破壊株を作製し、各遺伝子の機能を明らかにした。

## 「カビ毒生産菌の検出法の開発と環境におけるカビ毒生産菌の生態」

穀物のAF汚染防御法を開発するためには、AF生産菌が環境中のどこにいて、どのようにして作物に感染し、どこでAFを生産するかを解明することが重要である。そのためには、AF生産菌を簡単に検出できることが必要であるが、従来の検出法では、高度精密機器を用いることが多い、農業従事者など多くの人が簡単に使えるような方法ではなかった。

そこで、矢部らは、AF生産菌を目で見て簡単に検出できる方法の開発に取り組んだ。AFは目に見えないが、AF中間体の多くは分子中にアントラキノン構造を有しているため、黄色や橙色の色をもつ。このアントラキノン構造はpHによって色調が変化する特徴があり、アンモニア処理で鮮やかな赤紫色に変化する。そこで、培地中にジクロルボスというAF酵素阻害剤を添加し、AF生産菌を培養すると菌糸中にAF中間体が蓄積して黄色のコロニーが形成される。その後、培養シャーレを逆さにして、シャーレの蓋にアンモニア水をたらすと中がアンモニア蒸気で充満されることでコロニーは鮮やかな赤紫色に変化する（図2）。この色調の変化を指標にAF生産菌を検出する方法をジクロルボスーアンモニア法（DV-AM法）と命名した。また、土壤などにはAF生産菌以外の多様な微生物も存在するため、他の微生物の中からAF生産菌を選択的に培養できる選択培地とDV-AM法を組み合わせて用いることで、様々な環境におけるAF生産菌の存在を目で見て、簡便かつ高感度に検出できるようになった。この方法は特別な機器も必要としないため、だれにでも使ってもらえる手法である。

## 今後の展望

AF生産菌選択培地を用いたDV-AM法を利用することにより、土壌など多様な環境試料中のAF生産菌を、簡便かつ正確に検出することが可能となった。これにより、AF生産菌がどのような環境に常在し、それがどのように変化しているかを解明することができる。

本来、AF生産菌は熱帯、亜熱帯地域の土壤に常在すると言われてきた。そのため、わが国では、沖縄などの黒糖を除いて国産農作物でAF汚染が報告されたことはほとんどなかった。しかし、これまでAF生産菌は関東地域などの圃場でも検出されてきており、その由来は不明である。日本は穀物の大輸入国であり、いろいろなルートを通じて様々な穀物が国内に入ってきている。AF生産菌が輸入穀物を通じて国内に入ってきた可能性もあるが、詳細は未だ不明である。

今後は、DV-AM法を用いて国産農作物や輸入農作物等の汚染状況、さらに、全国の土壤や植物等のAF生産菌の分布や動態を調べることで、AF生産菌の実態を解明する予定である。これにより、今後予想される地球温暖化においても、国産農作物のAF汚染を未然に防ぐことが可能になり、また諸外国におけるAF汚染対策にも貢献できると期待される。

## 学歴

お茶の水女子大学 理学部 生物学科、東京大学大学院 理学系研究科 生物化学専攻 修士課程、東京大学大学院 理学系研究科 生物化学専攻 博士課程、筑波大学医学部 研究生

## 経歴

東京大学医科学研究所助手、農林水産省家畜衛生試験場主任研究官、農林水産省食品総合研究所室長、農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）本部総合企画調整室研究管理役、農研機構食品総合研究所領域長、福井工業大学教授、日本マイコトキシン学会奨励賞、日本菌学会平塚賞

## 相談・講演・共同研究に応じられるテーマ

農業におけるカビ毒汚染の問題、食品安全にかかわるカビ毒生産菌の検出と代謝、食品危害要因に関する検出技術及び生化学的研究に関する共同研究

## メールアドレス

yabek@fukui-ut.ac.jp

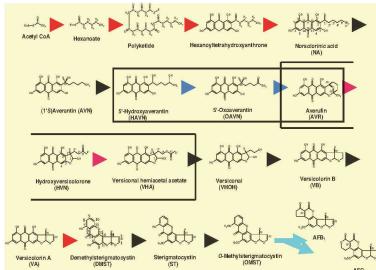


図1. アフラトキシン生産経路の概要



図2. ジクロルボスーアンモニア法（DV-AM法）  
アフラトキシン（AF）は目に見えない。通常の培地ではAF生産菌を目で検出することはできない（左写真）。DV-AM法では、3種類のAF生産菌が赤紫色となり、AF非生産菌（左下）は赤くならず容易に区別できる（左写真）。

## 所属学会

日本マイコトキシン学会（1988年～現在まで）  
日本農芸化学会（1990年～現在まで）  
日本生化学会（1978年～現在まで）  
日本菌学会（2018年～現在まで）  
日本生物工学会（2015年～現在まで）  
American Society for Microbiology（1988年～2014年）

## 主要論文・著書

- Ichinomiya, M.; Fukushima-Sakuno, E.; Kawamoto, A.; Nakagawa, H.; Hatabayashi, H.; Nakajima, H.; Yabe, K. "Inhibition of aflatoxin production by citrinin and non-enzymatic formation of a novel citrinin-kojic acid adduct" *J. Fungi* 2023, 9, 29-46.  
K. Yabe, H. Ozaki, T. Maruyama, K. Hayashi, Y. Matto, M. Ishizaka, T. Makita, S.-y. Noma, K. Fujiwara, and M. Kushiro. "Improvement of the Culture Medium for the Dichlorvos-Ammonia (DV-AM) Method to Selectively Detect Aflatoxigenic Fungi in Soil" *Toxins* 2018, 10, 519-532  
K. Yabe, H. Tadayoshi, A. iChat, Y. Zheng, M. Kushiro. "Development of the dichlorvos-ammonia (DV-AM) method for the visual detection of aflatoxigenic fungi" *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2015, 99, 10681-10694