

令和3年3月16日  
愛媛大学

## 世界初！麦類赤かび病菌感染のリアルタイム解析システムを開発 ～プラントアクティベーターであるNMNの作用機構解明に向けて～

愛媛大学大学院農学研究科食料生産学専攻の八丈野孝准教授、名古屋大学大学院生命農学研究科応用生命科学科の木村真准教授、金沢大学学際科学実験センターの西内巧准教授らの研究グループは、**麦類赤かび病菌の感染プロセスをリアルタイムに解析する手法を世界で初めて開発**し、プラントアクティベーター（抵抗性誘導剤）であるニコチンアミドモノヌクレオチド（nicotinamide mononucleotide, NMN）が感染初期の細胞侵入に対する抵抗性を強化することを明らかにしました。

赤かび病菌が麦類に感染すると、収量の低下にとどまらず嘔吐や下痢などを引き起こすカビ毒を産生するため、世界的に深刻な問題となっています。そのため、減農薬を補うと期待されるプラントアクティベーターとして、NMNに赤かび病抵抗性を誘導する効果があることに着目して研究が行われました。赤かび病菌の感染様式が複雑でその作用機構を解析するのが困難だったためバイオイメージング技術を駆使し、世界で初めてとなる赤かび病菌感染のリアルタイム解析システムを確立しました。このシステムを用いて、NMNが感染初期段階を抑制するような作用を持つことを明らかにしました。この成果により、NMNあるいはその代謝物がどのような作用機構を持つのかを解明するための、標的タンパク質の同定等の条件最適化が可能となりました。

この研究成果は、令和3年3月7日に国際学術誌「International Journal of Molecular Sciences」にオンライン掲載されました。また、本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」、JSPS 科学研究費助成事業基盤研究（B）及び基盤研究（C）の支援を受けて行われました。

つきましては、是非ご取材くださいますようお願いいたします。

### 記

掲載誌：International Journal of Molecular Sciences

題名：Nicotinamide mononucleotide potentiates resistance to biotrophic invasion of fungal pathogens in barley

著者：Kana Ueda, Yuichi Nakajima, Hiroshi Inoue, Kappei Kobayashi, Takumi Nishiuchi,  
Makoto Kimura, Takashi Yaeno

#### 本件に関する問い合わせ先

愛媛大学大学院農学研究科食料生産学専攻植物病理学研究室  
准教授 八丈野 孝

TEL: 089-946-9813

Mail: yaeno@agr.ehime-u.ac.jp

※ 送付資料3枚（本紙を含む）

## <研究成果>

愛媛大学大学院農学研究科食料生産学専攻の八丈野孝 准教授、名古屋大学大学院生命農学研究科応用生命科学科の木村真 准教授、金沢大学学際科学実験センターの西内巧 准教授らの研究グループは、人体や家畜に対するカビ毒を産生する麦類赤かび病菌の感染プロセスをリアルタイムに解析する手法を世界で初めて開発し、プラントアクティベーター（抵抗性誘導剤）であるニコチンアミドモノヌクレオチド（nicotinamide mononucleotide, NMN）が感染初期の細胞侵入に対する抵抗性を強化することを明らかにしました。

## <成果内容>

麦類赤かび病菌がオオムギやコムギの穂に感染すると、収量の低下にとどまらず嘔吐や下痢などを引き起こすカビ毒（デオキシニバレノール）を産生するため、世界的に深刻な問題となっています。防除対策として殺菌剤が使われていますが、処理の方法や時期の選定が難しいことに加えて多用により殺菌剤耐性菌が出現するという問題が生じています。多用による残留農薬が人体や家畜の健康を不安にさせるだけでなく持続可能な農業を妨げる大きな要因となってしまうため、減農薬を補う効果が期待されるプラントアクティベーターとして、NMN に赤かび病抵抗性を誘導する効果があることに着目して研究が行われました。NMN はヒトに対する老化抑制効果があるとしてサプリメントとしてすでに販売されている安全な天然化合物です。麦類における NMN 処理の作用機構を明らかにする必要がありますが、赤かび病菌の感染様式が複雑であるため解析が困難でした。そこで新たに赤かび病菌の感染様式解析系の開発に取り組み、バイオイメージング技術も駆使して世界で初めてとなるリアルタイム解析システムを確立しました。GFP（緑色蛍光タンパク質）を発現させた赤かび病菌と単一層に調整した表皮細胞を用いて感染プロセスを長期間タイムラプス撮影し、さらに、立体的に伸展する菌糸のすべてに焦点が合うようにマルチZスタック撮影することで、全自動で一連の感染プロセスを動画として撮影可能なシステムとなっています（図1）。このシステムを用いて、NMN が感染初期段階、特に付着器様構造と呼ばれる侵入に関わる形態の形成を阻害するような作用を持つことを明らかにしました（図2）。この成果により、NMN あるいはその代謝物がどのような作用機構を持つのかを解明するための、標的タンパク質の同定等の条件最適化が可能となりました。

## <展望>

これまで赤かび病菌の感染ステージは大きく3つに分けられていましたが、断続的な観察によるものであったため、各ステージの詳細については不明でした。本研究により、主に感染初期の菌糸の伸ばし方や侵入のための構造の形成の過程を動画で観察することができるようになり、これまで観察できていなかった感染様式が明らかとなりました。蛍光顕微鏡の機能（高倍率化や3次元解析）をさらに上げれば、より解像度の高い解析技術に向上させることが期待できます。また、NMN あるいは、さらに効果が高いと期待して解析中の代謝物（ニコチンアミド）の作用機構を分子レベルで解明するために、変動する宿主タンパク質のプロテオミクス解析を感染初期段階にフォーカスして行うことができるようになりました。

今後、作用機構が解明され、減農薬を補うようなプラントアクティベーターとしての開発が期待されます。

<参考図>

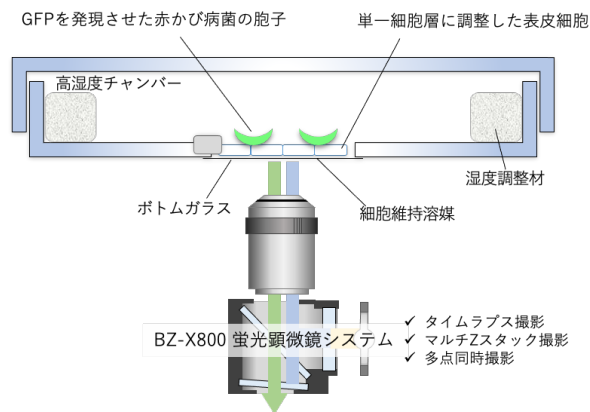


図1. 赤かび病菌のリアルタイム感染プロセス解析システム

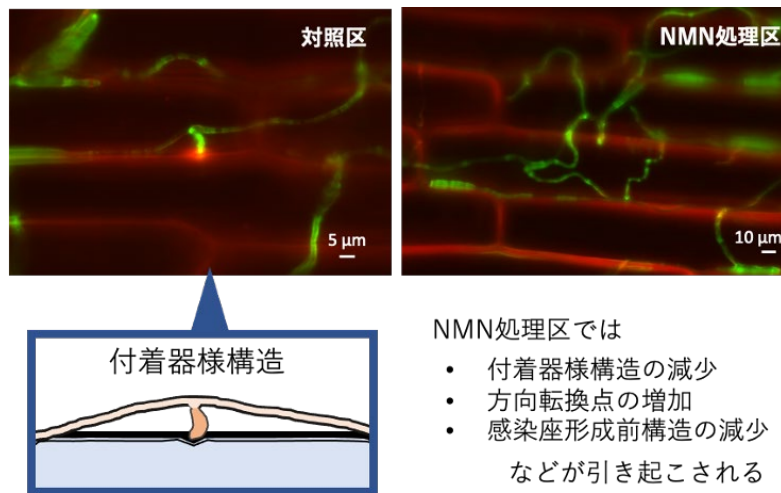


図2. NMNにより赤かび病菌の侵入に対する抵抗性が強化される