

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05595

研究課題名(和文) かび毒および病原性因子の微生物分解代謝と植物病害抑制

研究課題名(英文) Microbial degradation and plant disease suppression of both mycotoxin and virulence factor

研究代表者

佐藤 育男 (Sato, Ikuo)

名古屋大学・生命農学研究科・助教

研究者番号：70743102

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：コムギ、赤かび病菌、DON分解細菌SS3株またはそのDON代謝能低下変異株を用いて、発症抑制能について検討した。品種USU-Apogee(赤かび病弱抵抗性)では変異株による発症抑制効果が野生株比べ有意に低下し、DON分解能の欠損による発症抑制効果の低下が示された。一方で、品種農林61号(赤かび病中抵抗性)による同試験では変異株と野生株処理との間で有意な抑制効果の差は見られなかった。SS3株の赤かび病発症抑制機構の一つはDON分解代謝によるものであることが示されたが、DON分解細菌がコムギ上でDONを分解代謝することによる発症抑制効果への寄与の程度はコムギ品種により異なることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は作物上でかび毒の蓄積と植物病害の発生の双方を抑制する微生物の選抜と発症抑制機構の解明を目指した。DONはかび毒であり病原性関連因子でもあるので、病原性関連因子を分解できる微生物の処理によって植物病原菌の病徴発現をも抑制が可能かを検証した研究でもある。かび毒代謝能変異株の植物病の発症抑制能が野生株に比べ低下することを明らかにしたことで、病原性関連因子を分解能にもとづいて微生物が発病抑制に貢献していることが、より明らかになった。

研究成果の概要(英文)：The suppression of disease onset was examined using wheat, the fusarium pathogen, and DON-degrading bacterial strain SS3 or its mutants with reduced DON metabolic capacity.

In the USU-Apogee variety (weakly resistant to fusarium head blight), the suppressive effect of the mutant strain was significantly lower than that of the wild strain, indicating that the suppressive effect of the mutant strain was reduced due to defective DON degradation. On the other hand, no significant difference in suppression was observed between the mutant and the wild strain in the same test using the variety No. 61 (moderately resistant to fusarium head blight), indicating that one of the mechanisms of suppression of fusarium head blight onset by the SS3 strain is DON-degrading metabolism. However, the degree of contribution of DON-degrading bacteria to the suppressive effect of DON-degrading and metabolizing bacteria on wheat varied among wheat cultivars.

研究分野：植物病理学

キーワード：かび毒 赤かび病 生物防除 かび毒分解微生物

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

赤かび病は赤かび病菌 *Fusarium graminearum* 種複合体が引き起こす穀類の最重要病害の一つであり、コムギ、オオムギなどで穀粒の肥大化の阻害や、穂枯れを引き起こすとともにかび毒を蓄積する。アメリカ合衆国ではかび毒を含めた赤かび病の被害は 1990 年代の 10 年間で 30 億ドルにも及んだ。デオキシニバレノールは最も高頻度に検出されるかび毒で、接種した人畜に毒性を示し、嘔吐や下痢といった急性毒性症状が表れる。低濃度であっても、長期にわたる DON の摂取は成長抑制や免疫機能の低下といった慢性毒性症状を引き起こすため各国で規制値が設けられた。日本でも、2002 年に厚生労働省によりコムギの DON 暫定基準値 (1.1 ppm) が設定されており DON を基準値以下にする技術の開発が急務となっている。

DON は、人畜のみならず植物に対しても毒性を示し、コムギに対してはその防御応答系を阻害し、赤かび病菌の感染拡大を助長する病原性因子としても知られている。したがって、研究代表者らは栽培中のコムギ小穂の DON を微生物を使って低減できれば、赤かび病の発生も抑制できると考え、これまでに多数の DON 分解微生物を分離し機能解析を行ってきた。

2. 研究の目的

本研究は作物上でかび毒の蓄積と植物病害の発生の双方を抑制する微生物の選抜と機能解析を目指した。また、DON はかび毒であり病原性関連因子でもあるので、病原性関連因子を分解できる微生物の処理によって植物病原菌の病徴発現を抑制が可能かを明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

申請者らが過去に分離した DON 分解細菌 13 株を用いて、ポット栽培コムギ小穂 (品種 USU-Apogee および農林 61 号) での赤かび病の発病抑制試験を行い、防除候補株を選抜した。DON 分解細菌によるコムギ上での赤かび病発症抑制効果が、DON 分解によるものが明らかにするため、高い防除効果を示した細菌株の DON 代謝低下変異体の作出し、発症抑制試験を行った。また、DON 代謝酵素遺伝子を探索するため DON 代謝変異株を多数作出し、NGS 解析により共通の変異箇所を探索した。

4. 研究成果

ポット栽培試験での有意に発症を抑制する細菌株が 4 株見出され (Fig. 1) 小穂上の DON の蓄積量にも低下傾向が見られた。過去に申請者らが開発した簡便な試験法である発芽コムギを用いた Petri dish test (Morimura et al, 2020) の結果と相関を示していたことから、Petri dish test が有効なスクリーニング系であることが改めて示された。

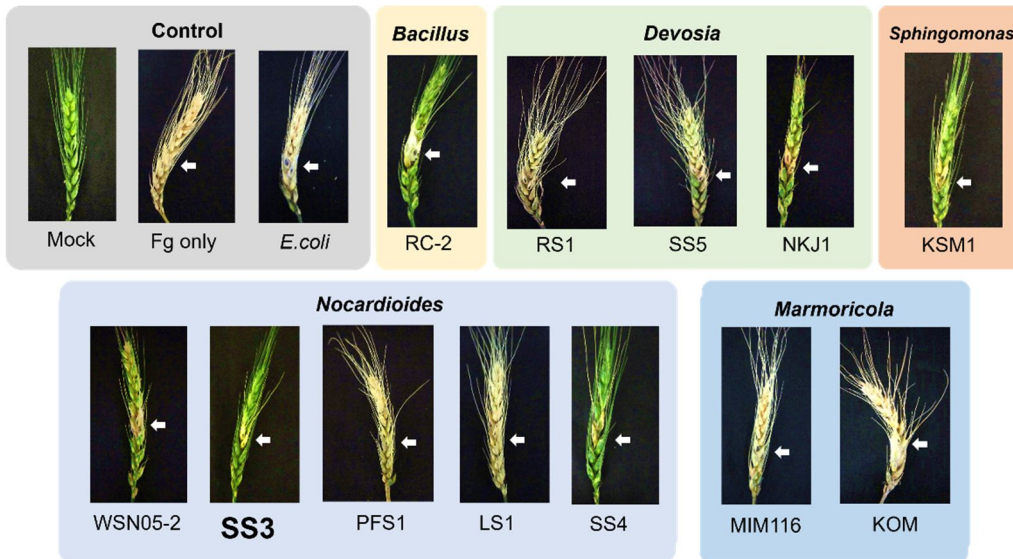


Fig. 1 コムギ小穂（品種：USU-apogee）での発病抑制試験

コムギ小穂上で高い発症抑制効果を示した *Nocardioiodes* sp. SS3 株を用いて、UV 照射により変異体の作出を試み 30000 コロニーの中から 2 株の DON 代謝低下株を選抜した。これらの変異株を用いて小穂上で発症抑制試験を行ったところ、品種 USU-Apogee では変異体 2 株による発症抑制効果が野生株比へ有意に低下し、DON 分解能の欠損による抑制効果低下が示唆された。一方で、品種農林 61 号による同試験では野生株処理と有意な抑制効果の差は見られなかった。従って DON 分解細菌がコムギ上で DON を分解することによる発症抑制効果への寄与の程度はコムギ品種により異なることが示唆された。

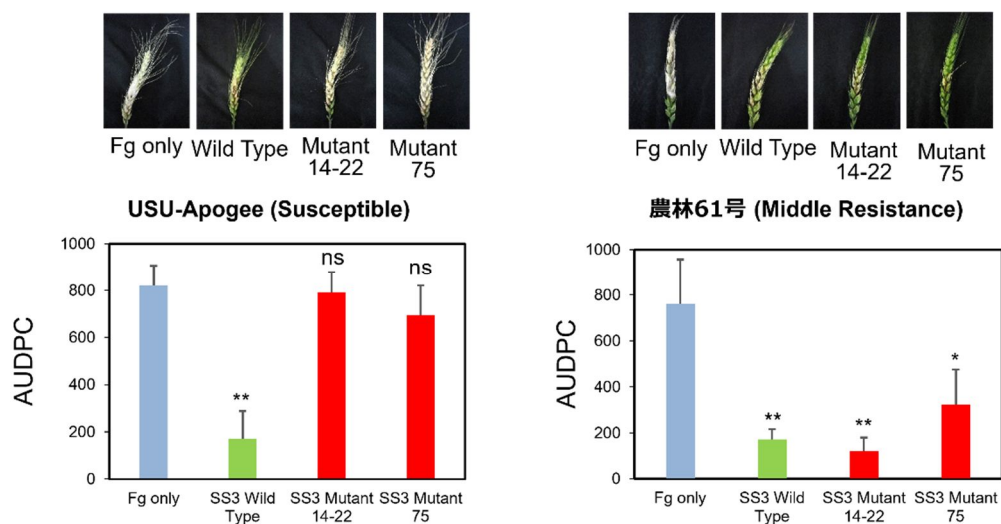


Fig. 1 変異株を使った発病抑制試験

DON 代謝酵素の探索に向け、比較的変異頻度の高い *Nocardioiodes* LS1 株を用いて、UV 処理での変異条件の最適化を行い、変異処理後の約 2000 株の DON 代謝能を調査した。その結果 DON 代謝能を失った株および初期段階で分解代謝が止まる株を計 20 株得ることに成功した。このうち 19 株の NGS 解析を行ったところ、19 株のうち 10 株で特定の遺伝子に共通した変異が見られたが、酵素遺伝子のホモログは見出されなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 佐藤育男
2. 発表標題 赤かび毒分解微生物によるコムギ赤かび病の発症抑制機構
3. 学会等名 第21回糸状菌分子生物学コンファレンス（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺元茜・澤田祐次・田川克滉・鈴木萌・千葉壮太郎・竹本大吾・佐藤育男
2. 発表標題 トマト萎凋病菌が産生する萎凋毒素フザリン酸を分解する微生物の機能解析
3. 学会等名 日本微生物生態学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森村洋行・伊藤通浩・對馬誠也・千葉壮太郎・竹本大吾・川北一人・佐藤育男
2. 発表標題 かび毒デオキシニバレノール分解細菌はコムギ赤かび病の発症抑制効果を示す
3. 学会等名 日本植物病理学会関西西部会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 寺元 茜・澤田祐次・田川克滉・鈴木萌・千葉壮太郎・竹本大吾・佐藤育男1
2. 発表標題 トマト萎凋病菌が産生する萎凋毒素フザリン酸を分解する微生物の探索と機能解析
3. 学会等名 日本植物病理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岩崎今日子, 森村洋行, 千葉壮太郎, 竹本大吾, 佐藤育男
2. 発表標題 かび毒デオキシニパレノール (DON) を介したコムギ-赤かび病菌-DON分解細菌の三者間相互作用解析
3. 学会等名 令和5年度植物感染生理談話会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松尾百華・寺元茜・澤田祐次・田川克滉・鈴木萌・千葉壮太郎・竹本大吾・佐藤育男
2. 発表標題 トマト萎凋病菌が産生する萎凋毒素フザリン酸は、 <i>Stenotrophomonas</i> sp. 58Uによって水酸化される
3. 学会等名 日本植物病理学会関西支部会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松尾百華・寺元茜・澤田祐次・田川克滉・鈴木萌・千葉壮太郎・竹本大吾・佐藤育男
2. 発表標題 <i>Stenotrophomonas</i> sp. 58U株によるトマト萎凋病菌産生毒素フザリン酸の分解代謝
3. 学会等名 日本植物病理学会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------