

令和 5 年 4 月 18 日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05655

研究課題名(和文) サリチル酸配糖化酵素を介した植物ウイルス間の病原性相乗作用に関する分子機構の解明

研究課題名(英文) Molecular mechanisms on plant viral synergism mediated by salicylic acid glucosyltransferase

研究代表者

竹下 稔 (Takeshita, Minoru)

宮崎大学・農学部・教授

研究者番号：00304767

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)：まず、SAGTの機能解析を行った。Nicotiana benthamianaに抵抗性誘導剤を処理し、ウイルス蓄積量を解析した。その結果、宿主抵抗性が強く誘導されている状況ではSAGTの発現が抑制されていることが示唆された。このことから、ウイルス抵抗性にはSAGTの発現の制御が重要であることが示された。続いて、CMV-TuMV間のシナジーにおけるSAGTの機能解析を行った。その結果、CMVとTuMVの混合接種区ではウイルス単独接種区と比較して、SAGT転写物蓄積量が著しく異なっていた。これらの結果から、CMV-TuMV間のシナジーではSAGTの発現変動が宿主抵抗性の誘導に影響すると示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では植物ウイルス間の病原性相乗効果(シナジー)について追究した。シナジーは植物ウイルスが同じ個体に重複感染することで病徴の劇症化をもたらす減少であり、農作物のウイルス感染による被害を助長している。しかしながら、植物ウイルス間のシナジー現象はその詳細が明らかになっていないため、今回その分子機構の解明を目的とした。植物ウイルスの抵抗性誘導には植物ホルモンの1種であるサリチル酸(SA)の蓄積が重要である。そこで、本研究ではSAを非活性状態にするSAGT遺伝子の機能について注目した。SAGTの発現状況を解析した結果、SAGTの発現変動がシナジー現象に関与することが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Transcript levels of the salicylic acid glucosyltransferase (SAGT) gene were significantly lower in ASM (BTH)-treated Nicotiana benthamiana plants than in SA-treated N. benthamiana and water-treated control plants. ASM treatment also significantly suppressed systemic symptoms after infection with cucumber mosaic virus (CMV). The results indicated that SAGT has an important role in the SA-mediated host defense responses. In addition, SAGT transcript levels under co-infection with CMV and turnip mosaic virus (TuMV) in N. benthamiana showed significant difference in comparison to those in single infection with CMV, TuMV, and non-inoculated healthy control. These results together indicate that SAGT has a role in plant viral synergism between CMV and TuMV.

研究分野：植物病理学

キーワード：plant virus synergy SAGT cucumber mosaic virus turnip mosaic virus

1. 研究開始当初の背景

Cucumovirus 属に含まれるキュウリモザイクウイルス(CMV)と *Potyvirus* 属に属するカブモザイクウイルス(TuMV)は共に広範な宿主域を持つ重要植物病原ウイルスである。これらの異種ウイルスは、例えば共通の宿主であるアブラナ科のダイコンに重複感染すると単独感染より激しい病徴を誘導する。この現象は病原性相乗作用(以下、シナジーと略す)と呼ばれ、野外圃場や施設栽培野菜でも他の異種ウイルス同士の組合せで頻繁に認められ、しばしばキュウリやトマトなどの主要農作物において甚大な被害をもたらしている。本研究は、植物ホルモンの1種でウイルス抵抗性を誘導するサリチル酸を配糖化し、非活性化するサリチル酸配糖化酵素(SAGT)遺伝子の CMV-TuMV 間のシナジーへの関与について追究するものである。

2. 研究の目的

本研究では *SAGT* を介した植物ウイルス間のシナジーの分子機構の解明を行う。植物ウイルス間のシナジーでは片方のウイルスが増殖・移行能を高める例が数多く報告されているが、植物側の分子機構の解明はほとんど進んでいない。CMV-TuMV 間では CMV が TuMV から一方的なシナジーを享受し、全身移行能が高まり、病徴が激化する。しかし、これまでウイルス抵抗性における *SAGT* の役割は明らかとなっていない。そこで、まず *SAGT* の役割に関わる植物側の分子機構について解析した(図1)。



図1 植物ウイルス間のシナジーと *SAGT* の関与仮説

3. 研究の方法

1) ウイルス感染個体における *SAGT* の機能解析

植物における *SAGT* のウイルス抵抗性への関与を明らかにする。また、SA 関連シグナル伝達経路を刺激する抵抗性誘導剤である ASM (BTH) の *SAGT* への影響を解析する。

2) CMV-TuMV 間のシナジーにおける *SAGT* の機能解析

重複感染において、*SAGT* の転写物の比較解析を行う。

以上の研究内容により、シナジーにおける *SAGT* の関与と分子機構を転写レベルで解明する。

4. 研究成果

1) ウイルス感染個体における *SAGT* の機能解析

Nicotiana benthamiana に接種 2 日前に抵抗性誘導剤 ASM (BTH) と SA を処理し、接種 7 日後にウイルス蓄積量を解析した。その結果、CMV の蓄積量は水処理区と比べて著しく低下していた(図 2)。ASM は SAGT を抑制することが判明しているため、改めてウイルス抵抗性には SAGT の負の制御が重要であることが示された。さらに、ASM 処理区では水処理区よりも多いものの、SA 処理区と比べて、著しく SAGT 転写物の蓄積量が抑制されていた。この結果は、宿主抵抗性が強く誘導されている状況では SAGT の発現が抑制されていることを示唆するものであった(図 3)。

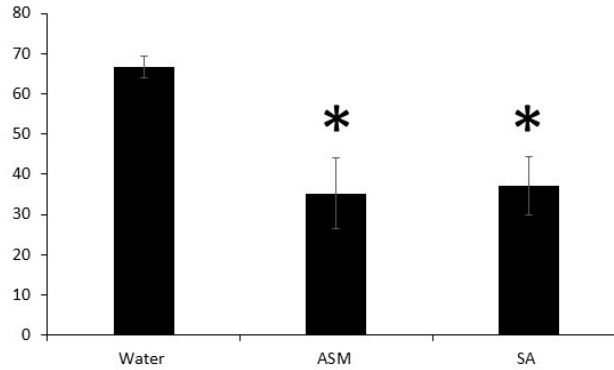


図 2 CMV のウイルス RNA の相対蓄積量

2) CMV-TuMV 間のシナジーにおける SAGT の機能解析

N. benthamiana に CMV と TuMV を同時混合接種し、7 日後に SAGT 転写物の相対蓄積量を調べた。その結果、野生型 CMV と TuMV の混合接種区(A1+TuWT) では TuMV 単独接種区やウイルス非接種区と比較して、著しく SAGT 転写物

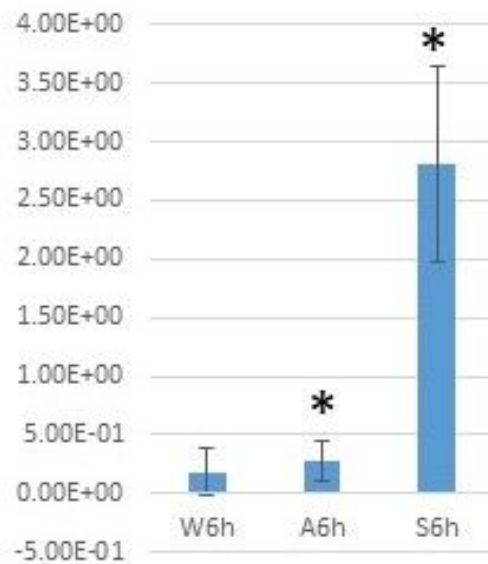


図 3 SAGT 転写物の相対蓄積量 (処理 6 時間後)

量が変動していた。さらに、2b 遺伝子を欠失させた CMV と TuMV の混合接種区(H1+TuWT) でも CMV 単独接種区、TuMV 単独接種区、ウイルス非接種区と比較して、著しく SAGT 転写物相対蓄積量が異なっていた。これらの結果から、CMV-TuMV 間のシナジーでは SAGT の遺伝子活性が変動し、SA 関連抵抗性に影響を及ぼし、植物ウイルス間のシナジー効果が生じていることが示唆された。今後は SAGT の機能をさらに追究する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Kobayashi, Y., Fukuzawa, N., Hyodo, A., Kim, H., Mashiyama, S., Ogiwara, T., Yoshioka, H., Matsuura, H., Masuta, C., Matsumura, T., Takeshita, M.	4. 巻 21
2. 論文標題 Role of salicylic acid glucosyltransferase in balancing growth and defence for optimum plant fitness	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecular Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 429-442
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/mpp.12906	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Khaing, Y.Y., Kobayashi, Y., Takeshita, M.	4. 巻 17
2. 論文標題 The 2b protein and C-terminal region of the 2a protein indispensably facilitate systemic movement of cucumber mosaic virus in radish with supplementary function by either the 3a or the coat protein	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Virology Journal	6. 最初と最後の頁 49
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12985-020-01303-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Khaing, Y.Y., Kobayashi, Y., Takeshita, M.	4. 巻 289
2. 論文標題 The C-terminal region of the 2a protein and 2b protein of cucumber mosaic virus are involved in the induction of shoestring-like leaf blade in tomato	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Virus Research	6. 最初と最後の頁 198172
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.virusres.2020.198172	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小林優大・増山翔太・萩原 毅・松浦英幸・増田 税・竹下 稔
2. 発表標題 BTHは植物防御応答で重要なサリチル酸配糖化酵素遺伝子の転写を抑制する
3. 学会等名 日本植物病理学会植物感染生理談話会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yu Yu Khaing, Yudai Kobayashi, Minoru Takeshita
2. 発表標題 The 2b protein and the C-terminal region of the 2a protein of cucumber mosaic virus interfere with the microRNA pathway in tomato
3. 学会等名 日本植物病理学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大霜和倫・小田裕太・小林優大・夏秋知英・増田 税・竹下 稔
2. 発表標題 植物ウイルス間の病原性相乗作用に関する分子機構の解析
3. 学会等名 日本植物病理学会
4. 発表年 2019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
研究分担者	増田 税 (Masuta Chikara) (60281854)	北海道大学・農学研究院・教授 (10101)	

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
---------	---------