

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：15301

研究種目：挑戦的研究（開拓）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K20572

研究課題名（和文）片利共生細菌はなぜ宿主植物の免疫機構を回避して定着できるのか

研究課題名（英文）Why can endophytic commensal bacteria colonize plants by evading the host immunity mechanism?

研究代表者

能年 義輝（Noutoshi, Yoshiteru）

岡山大学・学術研究院環境生命科学学域・准教授

研究者番号：70332278

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 20,000,000円

研究成果の概要（和文）：ブドウ根頭がんしゅ病はAllorhizobium vitisによって引き起こされる植物病害で、A. vitis VAT03-1およびARK-1は本病を抑制する拮抗細菌である。そこで本拮抗菌を材料とし、片利共生細菌が宿主植物に定着する仕組みを解明し、拮抗菌利用のための基盤獲得を目指した。本研究により、植物は光合成で得た炭素を根から適度に滲出させて地中に供給し、細菌は植物由来の炭素源と根周辺の無機塩類等を利用して増殖・定着し、一定数が死滅して土中の養分を宿主に還元している可能性が示された。また、植物に定着した拮抗菌による宿主植物の免疫プライミング効果が病害抑に一定の寄与を果たす可能性も示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

菌根菌は土壌から無機成分を吸収して宿主に供給し、その代わりに光合成産物を得る相利共生系状菌である。植物根圏に定着する細菌は、一般に植物由来の炭素源を得るのみの片利共生微生物と認識されるが、一定条件下において、菌根菌よりは極めて範囲ではあるが、根周辺から無機成分を集めて供給し、その生長を促進する相利共生の側面を持つことが示唆された。1対1のシンプルな解析系でこそ得られた知見と考えている。根に集積した細菌には、病原菌に拮抗活性を持つものや、植物の免疫応答を強めるものがあることから、植物-微生物の相互作用を制御することで、作物の生長制御や病害抑制といった農業利用への展開が期待される。

研究成果の概要（英文）：Grapevine crown gall disease is caused by Allorhizobium vitis and can be suppressed by A. vitis VAT03-1 and ARK-1. Using these antagonist bacteria as materials, we aimed to elucidate the mechanism by which commensal bacteria establish mutualistic interaction with host plants to provide a basis for the proper utilization of biocontrol agents. This study showed that plants exude carbon produced by photosynthesis from their roots and deliver it to the soil, and the bacteria grow and colonize plant roots by using plant-derived carbon sources and inorganic substances around the roots. The bacteria then return soil nutrients to their hosts from a spontaneously dead population. The results also suggest that the immune priming effect of the colonized bacteria in the host plant may contribute to some extent to disease suppression.

研究分野：植物病理学

キーワード：ブドウ根頭がんしゅ病 バイオコントロール 微生物農薬 片利共生微生物 共生 寄生 Rhizobium属 細菌 植物微生物相互作用

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

ブドウ根頭がんしゅ病は植物病原細菌である *Allorhizobium vitis* が原因となって引き起こされる植物病害である。本菌は土壌や植物の根の表面に生息しているが、植物の傷口から内部に侵入し、植物細胞を異常増殖させる植物ホルモンや自身の餌の生合成に関わる遺伝子群を宿主細胞に注入する。これにより、宿主には病原細菌の餌を生産するがんしゅが形成され、これは生長阻害や枯死の原因となる。土壌病害の抑制には化学農薬が有効に作用しにくいいため、拮抗菌を用いたバイオコントロールが有効となる。岡山県では、本病原細菌に対する拮抗細菌の1つとして、*A. vitis* VAR03-1 を分離しており、本拮抗細菌を苗に事前処理することによりブドウ根頭がんしゅ病の発生が抑制される。これまでの研究により、VAR03-1 の病原細菌に対する拮抗能が、近縁種に対する抗菌性物質(バクテリオシン)に依存し、その実体が頭部を欠いたファージ様粒子(通称テイロシン)であることを明らかにした。テイロシンを欠損した VAR03-1 は、培地中での病原菌に対する拮抗活性をほぼ完全に喪失した。一方、がんしゅ病の抑制能については、低下はしたものの、まだ一定の活性を保持していた。このことから、拮抗能には宿主の根圏に対する定着能に依存した棲家や栄養の競合や宿主植物に対する免疫プライミング効果(防御応答を早く強く応答できる状態になる)なども一定の貢献をしていると判断された。

植物根圏には多くの微生物群が生息しており、それらの多くは片利共生菌である。VAR03-1 もその中の1つであるが、片利共生菌と宿主との相互作用の分子機構はよくわかっていない。片利共生菌の宿主定着能の理解は、拮抗細菌の単離や利用拡大に資するものである。また、これまでの植物免疫研究において、微生物は植物にとって排除すべき対象であり、それらを特異的に認識して防御応答を誘導することで身を守っていることが明らかになってきた。一方で、養分の相互供与を介した共生微生物に加え、片利共生菌が植物の生長や免疫力に影響しているという事実がクローズアップされてきた。つまり、VAR03-1 と植物との相互作用の理解は、自然界における植物と微生物との相互作用の実態の解明にも資すると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、ブドウ根頭がんしゅ病とその拮抗細菌を用い、片利共生細菌と植物との相互作用の背景にある分子機構の解明を目指すことを目的とする。

3. 研究の方法

片利共生細菌として、ブドウ根頭がんしゅ病菌 *A. vitis* VAT03-9 (Ti)とその拮抗細菌である *A. vitis* VAR03-1 および ARK-1、および非拮抗性非病原性の *A. vitis* VAR06-30 を、また宿主植物として実験モデル生物であるシロイヌナズナとブドウを用い、それらの相互作用を解析した。

具体的には以下の項目について実施した。

- (1) シロイヌナズナの生長に与える *A. vitis* の影響の解析
- (2) ショ糖の添加がシロイヌナズナと *A. vitis* との相互作用に与える影響の解析
- (3) 栄養欠乏がシロイヌナズナと *A. vitis* との相互作用に与える影響の解析
- (4) VAR03-1 と同様に分離されたブドウ根頭がんしゅ病の拮抗細菌である *A. vitis* ARK-1 株を用い、ブドウ内での移動による拮抗活性の発揮や、防御応答の誘導について調査した。

4. 研究成果

(1)MS 寒天培地に VAT03-9(Ti)、VAR03-1、VAR06-30 を混合し、シロイヌナズナを播種して縦置きにして生育させたところ、シロイヌナズナは生長し、菌を接種していない場合と比べて差がなかった。この時、シロイヌナズナの根の周りに菌のコロニーの形成が観察され、これは本菌が植物の根から滲出する物質、おそらく炭素源を得て増殖した結果と考えられた。なお、菌側の研究に向け、各細菌の全ゲノム配列を決定した (Noutoshi et al., *Mol Plant-Microbe Interact* (2020) 33(11), 1280–1282; Noutoshi et al., *Mol Plant-Microbe Interact* (2020) 33(11): 1283–1285; Noutoshi et al., *Mol Plant-Microbe Interact* 33(12): 1451–1453)。

(2)次に、培地にショ糖を終濃度 1% (29.2 mM)になるように添加して上記と同様の実験を行った場合、シロイヌナズナの生育が著しく阻害された。この生育阻害はいずれの菌株でも観察された。次に、ショ糖を終濃度 0.1, 1, 10, 25 mM になるように添加したところ、根の伸長阻害は 1 mM から観察され、濃度依存的に強くなることが明らかとなった。この時、培地中ではショ糖の濃度依存的にコロニーの密度が高まっており、細菌の異常増殖が植物の生育阻害と関係していると推測された。次に、VAR03-1 を用い、トランスポゾンを用いたランダム変異集団を作出し、ショ糖存在下でもシロイヌナズナの生育阻害を引き起こさない変異菌株を探索した。その結果、3 菌株

を単離でき、プラスミドレスキュー実験の結果、それぞれピルビン酸から TCA 回路にオキサロ酢酸を供給する pyruvate carboxylase *pycA*、ビタミン B12 生産に関わる precorrin-3 methylase *cobJ*、ホスファチジルグリセロールの修飾に関わる膜タンパク質 multiple peptide resistance factor *mprF* の破壊株であることが判明した。これらの変異菌株は KB 液体培地中では野生型菌株を類似した増殖速度を示した。一方、1% ショ糖含有 MS 培地ではその増殖速度が低下したか、ほとんど増殖できなかった。つまり、これらの遺伝子群は無機塩とショ糖という栄養が乏しい条件での菌の生育に必要なことを示している。これらの変異菌株がシロイヌナズナの生育阻害を示さないということは、ショ糖含有培地における細菌増殖量が植物の生育の原因であるという仮説を支持するものといえる。

そこで、ショ糖を含まない培地に、VAR03-1 を OD600 が 0.0005、0.005、0.05、0.5 の濃度で添加したところ、根の伸長は 0.5 で、地上部の生長は 0.05 で阻害され、多量の菌が生育阻害を引き起こすことが確認された。この時、地上部と地下部における防御関連遺伝子 (*FRK1*、*PDF1.2*) の発現を調べたところ、菌の濃度に依存して量組織における遺伝子発現量が上昇していた。このことから、生長阻害は異常増殖した菌に対して植物が防御応答を過剰に誘導したために引き起こされたと推測された。植物は細菌のべん毛タンパク質に由来するペプチドである *flg22* を微生物分子パターンとして認識して防御応答を誘導するが、リゾビウム属細菌はそのエピトープにアミノ酸変異を有しているため植物に認識されない。一方、翻訳伸長因子 EF-Tu に由来する *elf18* ペプチドは保有しており、シロイヌナズナとの相互作用に関わっていることが知られている。そこで *elf18* の受容体である EFR の変異体である *efr*、また EFR のような受容体型キナーゼの下流で働く BAK1 と BKK1 の二重変異体 *bak1-5/bkk1-1* を用い、ショ糖存在下での VAR03-1 による生育阻害効果を調べたが、いずれの変異体も生育が阻害された。このことから、ショ糖が関わる免疫誘導は、少なくとも EF-Tu とは異なる細菌由来物質に因るものであり、BAK1/BKK1 に依存しないシグナル経路で活性化されると考えられた。

また、シロイヌナズナに感染できるトマト斑葉細菌病菌 *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* DC3000 の *hrcC* 遺伝子欠損株 (宿主の免疫因子を阻害するエフェクターを放出する分泌系の欠損により非病原性となった菌株) と、病原性 *Pseudomonas* 属細菌と拮抗して病害を抑制できるバイオコントロール細菌 *Pseudomonas protegens* Cab57 を培地に添加してシロイヌナズナを生育させたところ、*A. vitis* と同様にショ糖の添加に依存してシロイヌナズナの生長を阻害する効果が確認された。つまり、異常増殖により植物の生長を阻害する現象は、*Rhizobium* 属のみに限らないことが示された。

本実験の条件下でシロイヌナズナに免疫誘導を引き起こす VAR03-1 由来の分子の同定は今後の課題である。VAR03-1 の *recA* 破壊株をショ糖含有培地に接種した場合のシロイヌナズナの生育を調べたところ、生育抑制効果が低減することがわかった。*recA* 破壊株は MS 液体培地でも野生型と同様の生育速度を示したことから、増殖量に依存した現象ではないことがわかった。*RecA* はストレス応答で活性化し、プロファージを誘導する遺伝子である。プロファージが発現誘導すると、ファージ粒子が細胞内に蓄積し、その放出のために細胞が内側から破裂する。この破裂によって細胞の内容物が拡散し、断片化したゲノム DNA はバイオフィルム形成の基盤材料となることが知られている。つまり、*recA* 破壊株ではこの細胞の内容物の放出量が低下していると考えられ、すなわちこの中に植物の免疫応答を惹起する物質が含まれているはずである。

(3) 片利共生細菌の中には、植物の免疫応答を抑制したり、生長を促進する作用を持つものが知られている。そこで VAR03-1 を窒素、リン酸、鉄イオンが欠乏した培地に添加して、シロイヌナズナの生長への影響を調べた。その結果、いずれの養分の欠乏条件においても、シロイヌナズナの根の伸長を促進することが明らかになった。また、この効果は細菌の添加量に依存して増大した。リン酸の不足を補う作用については、植物のリン酸取り込み輸送体の遺伝子発現誘導効果などが報告されつつある。本研究では異なる 3 つの養分に関して類似した傾向がみられたことから、それらに共通して作用する何らかの別の働きを想定する必要があると考えた。

これまでの実験は寒天培地で行ってきたが、次に窒素、リン酸、鉄イオンが欠乏した液体培地で同様の実験を行った。その結果、VAR03-1 によるシロイヌナズナの生長回復効果は観察されないことが明らかになった。菌による生長回復効果は寒天培地でのみ観察されるのは、液体培地では培地が流動して一定量の養分が供給され続けるためと推測された。つまり、寒天培地では、根の周りの養分が吸収されて枯渇した状況となり、そこに菌が存在する場合に回復効果が現れたことになる。細菌は無機塩と植物に由来する炭素源によって増殖し、植物の周りにバイオフィルムを形成する。この時、一定の細菌は破裂して内容物を放出することから、これが養分として供給されている可能性がある。

植物と相利共生関係を築いている糸状菌である菌根菌は、根圏の広い範囲から無機塩などを収集して植物に供給し、自身は光合成産物である炭素を享受している。今回の実験から、細菌も極めて短い距離ではあるが、根の周辺から養分を集積して植物に供給する存在として機能している可能性が示された。この関係を維持するために、植物は根から一定量の炭素源を滲出させ、それを土壤細菌が利用していると考えられる。この炭素源の量が過剰になるなどして微生物が

過剰に増殖した場合には、細菌に由来する分子パターンの量が閾値を超え、植物は防御応答を誘導してバランスを保つと考えられる。

現在、*recA* 破壊株を用いた実験により、生長回復効果が低減、もしくはキャンセルされることを示すことでこの仮説の検証を進めており、結果がまとめ次第論文として報告する。

(4)ブドウ根頭がんしゅ病菌と拮抗菌である ARK-1 株を同じ箇所と同時に接種するとがんしゅ形成が抑制されることはこれまでに明らかになっていた。このとき、ARK-1 株を事前に接種し、その 5 日後に 3 cm 離れた部位に病原菌を接種した場合にもがんしゅ形成が抑制されることを確認した。これは本拮抗菌が 5 日の間にブドウの茎中を 3 cm 移動して定着しており、そのために病原菌接種部位で拮抗活性を發揮したものと推測された。実際に、ARK-1 株を接種し、その 5 日後に接種部位の上方と下方に 3 cm 離れた部位における菌密度を測定したところ、どちらの方向にも ARK-1 が検出された。ブドウ根圏に対する定着能に加えて、植物表面や内部を移動する能も拮抗活性に寄与していることが示された (Kawaguchi and Noutoshi, J Gen Plant Pathol (2022) 88, 63–68)。

バイオコントロール細菌の拮抗能には、病原菌に対する直接的な抗菌作用と共に、植物の防御応答の活性化作用も知られている。そこで、病原菌と ARK-1 株とをそれぞれブドウに接種し、防御関連遺伝子群の発現誘導を調べたところ、ブドウはいずれの菌にもほぼ同様に応答し、接種 72 時間後に *PR1*, *PR4*, *LOX9* といった遺伝子の発現が誘導された。一方、ARK-1 を事前に接種し、その後に病原菌を接種した場合、事前に水を接種したコントロールに比べ、*LOX9* が接種 24 時間後から発現誘導されることがわかった。*LOX9* はリポキシゲナーゼをコードしており、ジャスモン酸や揮発性の抗菌、シグナル物質の生合成に関与していると考えられるため、ARK-1 の接種により、宿主植物が防御応答を早く強く誘導するようなプライミング状態になっており、これががんしゅ形成の抑制に一定の貢献を果たしている可能性も示された (Kawaguchi and Noutoshi, Eur J Plant Pathol (2022) 162, 981–987)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Kawaguchi Akira	4. 巻 164
2. 論文標題 Risk assessment of inferior growth and death of grapevines due to crown gall	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 European Journal of Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 613 ~ 618
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10658-022-02577-9	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 -
1. 著者名 Kawaguchi Akira, Nemoto Manabu, Ochi Sunao, Matsushita Yosuke, Sato Tomoyuki, Sone Teruo	4. 巻 14
2. 論文標題 Insight into the population dynamics of pathogenic bacteria causing grapevine crown gall in snowfall areas: snow cover protects the proliferation of pathogenic bacteria	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1198710
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2023.1198710	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 -
1. 著者名 Ishida Konan, Noutoshi Yoshiteru	4. 巻 192
2. 論文標題 The function of the plant cell wall in plant-microbe interactions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Physiology and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 273 ~ 284
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.plaphy.2022.10.015	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 Akira Kawagushi, Teruo Sone, Sunao Ochi, Yosuke Matsushita, Yoshiteru Noutoshi, Mizuho Nita	4. 巻 11
2. 論文標題 Origin of pathogens of grapevine crown gall disease in Hokkaido in Japan as characterized by molecular epidemiology of <i>Allorhizobium vitis</i> strains	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Life	6. 最初と最後の頁 1265 ~ 1265
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/life11111265	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 Akira Kawaguchi, Yoshiteru Noutoshi	4. 巻 88
2. 論文標題 Migration of biological control agent <i>Rhizobium vitis</i> strain ARK-1 in grapevine stems and inhibition of galls caused by tumorigenic strain of <i>R. vitis</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of General Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 63 ~ 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10327-021-01043-4	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 -

1. 著者名 Akira Kawaguchi, Yoshiteru Noutoshi	4. 巻 162
2. 論文標題 Insight into inducing disease resistance with <i>Allorhizobium vitis</i> strain ARK-1, a biological control agent against grapevine crown gall disease	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 European Journal of Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 981 ~ 987
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10658-021-02440-3	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 -

1. 著者名 Noutoshi Yoshiteru, Toyoda Atsushi, Ishii Tomoya, Saito Kirara, Watanabe Megumi, Kawaguchi Akira	4. 巻 33
2. 論文標題 Complete genome sequence data of tumorigenic <i>Rhizobium vitis</i> strain VAT03-9, a causal agent of grapevine crown gall disease	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecular Plant-Microbe Interactions	6. 最初と最後の頁 1280-1282
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1094/MPMI-07-20-0180-A	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 -

1. 著者名 Noutoshi Yoshiteru, Toyoda Atsushi, Ishii Tomoya, Saito Kirara, Watanabe Megumi, Kawaguchi Akira	4. 巻 33
2. 論文標題 Complete genome sequence data of nonpathogenic and nonantagonistic strain of <i>Rhizobium vitis</i> VAR06-30 isolated from grapevine rhizosphere	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecular Plant-Microbe Interactions	6. 最初と最後の頁 1283-1285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1094/MPMI-07-20-0182-A	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 -

1. 著者名 Noutoshi Yoshiteru, Toyoda Atsushi, Ishii Tomoya, Saito Kirara, Watanabe Megumi, Kawaguchi Akira	4. 巻 33
2. 論文標題 Complete genome sequence data of nonpathogenic <i>Rhizobium vitis</i> strain VAR03-1, a biological control agent for grapevine crown gall disease	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecular Plant-Microbe Interactions	6. 最初と最後の頁 1451-1453
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1094/MPMI-07-20-0181-A	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 -

[学会発表] 計14件(うち招待講演 0件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Hemelda N.M., Bao J., Matsui H., Yamamoto M., Toyoda K., Ichinose Y., Noutoshi, Y.
2. 発表標題 The effect of sucrose on the interaction between <i>Rhizobium vitis</i> VAR03-1 and <i>Arabidopsis thaliana</i> .
3. 学会等名 Plant Microbe Research Network(PMRN) 第2回オンラインシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hemelda N.M., Bao J., Matsui H., Yamamoto M., Toyoda K., Ichinose Y., Noutoshi, Y.
2. 発表標題 The effect of sucrose on the interaction between <i>Rhizobium vitis</i> VAR03-1 and <i>Arabidopsis thaliana</i> .
3. 学会等名 令和4年度日本植物病理学会関西支部会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hemelda N.M., Bao J., Matsui H., Yamamoto M., Toyoda K., Ichinose Y., Noutoshi, Y.
2. 発表標題 Supplementation of Sucrose Disrupts Mutual Interaction between <i>Rhizobium vitis</i> VAR03-1, a Commensal Bacterial Strain, and <i>Arabidopsis thaliana</i> .
3. 学会等名 JSOL2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hemelda N.M., Bao J., Matsui H., Yamamoto M., Toyoda K., Ichinose Y., Noutoshi, Y.
2. 発表標題 The impact of <i>Rhizobium vitis</i> VAR03-1 on the growth of <i>Arabidopsis thaliana</i> in different nutrient conditions.
3. 学会等名 令和5年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tsuchida, N., Ishii, T., Watanabe, M., Saito, K., Bao, J., Sato, M., Toyooka, K., Ishihama, N., Shirasu, K., Toyoda, A., Matsubara, T., Matsui, H., Yamamoto, M., Ichinose, Y., Toyoda, K., Kawaguchi, A., Noutoshi, Y.
2. 発表標題 Characterization of rhizoviticin, a phage tail-like particle, as a determinant of biocontrol activity of <i>Rhizobium vitis</i> VAR03-1 on crown gall disease of grapevine
3. 学会等名 Plant Microbe Research Network(PMRN) 第1回オンラインシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Bao, J., Matsui, H., Yamamoto, M., Ichinose, Y., Toyoda, K., Kawaguchi, A., Noutoshi, Y.
2. 発表標題 Colonization mechanism of <i>Rhizobium vitis</i> VAR03-1, a biocontrol bacterial agent for grapevine crown gall disease, in <i>Arabidopsis thaliana</i>
3. 学会等名 Plant Microbe Research Network(PMRN) 第1回オンラインシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 土田菜月, 石井智也, 渡邊恵, 齊藤晶, 包継源, 佐藤繭子, 豊岡公德, 石濱伸明, 白須賢, 豊田敦, 松原岳大, 松井英謙, 山本幹博, 一瀬勇規, 豊田和弘, 川口章, 能年義輝
2. 発表標題 <i>Rhizobium vitis</i> VAR03-1 株のブドウ根頭がんしゅ病拮抗能を司るテイロシン rhizoviticin の機能解析
3. 学会等名 令和3年度植物感染生理談話会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 包継源, 松井英謙, 山本幹博, 一瀬勇規, 豊田和弘, 川口章, 能年義輝
2. 発表標題 ブドウ根頭がんしゅ病拮抗細菌を用いた片利共生細菌のシロイヌナズナ根圏への定着能の解析
3. 学会等名 令和3年度植物感染生理談話会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tsuchida, N., Ishii, T., Watanabe, M., Saito, K., Bao, J., Sato, M., Toyooka, K., Ishihama, N., Shirasu, K., Toyoda, A., Matsubara, T., Matsui, H., Yamamoto, M., Ichinose, Y., Toyoda, K., Kawaguchi, A., Noutoshi, Y.
2. 発表標題 Characterization of rhizoviticin, a phage tail-like particle, as a determinant of biocontrol activity of <i>Rhizobium vitis</i> VAR03-1 on crown gall disease of grapevine
3. 学会等名 IPSR Plant Web Forum 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Bao, J., Matsui, H., Yamamoto, M., Ichinose, Y., Toyoda, K., Kawaguchi, A., Noutoshi, Y.
2. 発表標題 Colonization mechanism of <i>Rhizobium vitis</i> VAR03-1, a biocontrol bacterial agent for grapevine crown gall disease, in <i>Arabidopsis thaliana</i>
3. 学会等名 IPSR Plant Web Forum 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 土田菜月, 石井智也, 渡邊恵, 齊藤晶, 包継源, 佐藤繭子, 豊岡公德, 石濱伸明, 白須賢, 豊田敦, 松原岳大, 松井英謙, 山本幹博, 一瀬勇規, 豊田和弘, 川口章, 能年義輝
2. 発表標題 <i>Rhizobium vitis</i> VAR03-1 株のブドウ根頭がんしゅ病拮抗能を司るテイロシン rhizoviticin の機能解析
3. 学会等名 ウイルス学若手研究集会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 包継源, 松井英讓, 山本幹博, 一瀬勇規, 豊田和弘, 川口章, 能年義輝
2. 発表標題 ブドウ根頭がんしゅ病拮抗細菌を用いた片利共生細菌のシロイヌナズナ根圏への定着能の解析
3. 学会等名 ウイルス学若手研究集会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 土田菜月, 石井智也, 渡邊恵, 齊藤晶, 包継源, Niarsi Merry Hemelda, 佐藤繭子, 豊岡公德, 石濱伸明, 白須賢, 豊田敦, 松原岳大, 松井英讓, 山本幹博, 豊田和弘, 一瀬勇規, 川口章, 能年義輝
2. 発表標題 Rhizobium vitis VAR03-1 株のブドウ根頭がんしゅ病拮抗能を司るテイロシン rhizoviticin の機能解析
3. 学会等名 令和4年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 包継源, Niarsi Merry Hemelda, 土田菜月, 渡邊恵, 松井英讓, 山本幹博, 豊田和弘, 一瀬勇規, 川口章, 能年義輝
2. 発表標題 ブドウ根頭がんしゅ病拮抗細菌を用いた片利共生細菌のシロイヌナズナ根圏への定着能の解析
3. 学会等名 令和4年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2022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	川口 章 (Kawaguchi Akira) (80520486)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・西日本農業研究センター・上級研究員 (82111)	

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			
米国	Virginia Tech			