

令和 3 年 6 月 15 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H02203

研究課題名(和文) 難防除害虫のハダニ類を対象としたRNAi農薬の開発

研究課題名(英文) RNAi-based pesticides against the hard-to-control spider mite, *Tetranychus urticae*

研究代表者

鈴木 丈詞 (SUZUKI, Takeshi)

東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・准教授

研究者番号：60708311

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：世界的な難防除害虫であるナミハダニを対象とし、経口摂取した二本鎖RNA(dsRNA)によって誘導されるRNA干渉(RNAi)を作用機構とした次世代農薬の研究開発を実施した。まず、摂食機構を調査した結果、本種は直径500 nm以下の粒子を吸汁できることが判明し、この結果は、dsRNAの保護や植物体や虫体内での滞留を制御するための担体開発に資する。次に、dsRNAの効率的な経口摂取を促す複数の手法人工給餌装置を開発し、RNAiスクリーニングを実施した結果、致死効果を示す標的遺伝子を複数見出した。また、dsRNAの鎖長依存的なRNAi効果と、その分子機構も明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ナミハダニは、これまでに抵抗性発達が報告された農薬の数が節足動物の中で最多であり、防除が極めて困難な害虫である。そのため、従来とは根本的に異なる作用機構をもつ次世代農薬の開発が求められている。本研究は、RNA干渉(RNAi)を基盤とした次世代農薬の開発に向けた生物検定系を構築し、複数の標的候補遺伝子やRNAiのトリガーである二本鎖RNA(dsRNA)のプロセッシング機構を明らかにした。これら成果は、RNAiを基盤としたナミハダニ防除の実現可能性を示しただけでなく、鋏角類のモデル生物である本種の逆遺伝学的解析プラットフォームの構築にも資する。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study is development of next-generation pesticides using RNA interference (RNAi) induced by orally ingested double-stranded RNA (dsRNA) in the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*), a hard-to-control agricultural pest. First, we found that this species is capable of sucking particles of less than 500 nm in diameter, which will contribute to the development of carriers to protect dsRNA from ultraviolet radiation and to control its retention in plants and mites. Next, we developed multiple methods to promote efficient oral delivery of dsRNA into mites for the RNAi screening, and found several potential target genes that showed lethal effects in *T. urticae*. Third, we clarified the molecular mechanism underlying the dsRNA-length-dependent RNAi effect in *T. urticae*.

研究分野：応用昆虫学

キーワード：RNAi dsRNA 農薬 鋏角類 ハダニ

1. 研究開始当初の背景

農業生態系を構成する多様な生物種のうち、特定の害虫種のみを選択的に防除すること（選択的防除）は、環境保全型の農作物生産に資する。近年、この選択的防除を実現する上で、特定の塩基配列を認識し、その遺伝子の発現を阻害する RNA 干渉 (RNAi) の利用が注目されている。これは、RNAi の分子認識を担う二本鎖 RNA (dsRNA) を、害虫種の塩基配列にもとづいて設計し、それを農薬 (RNA 農薬) として利用する戦略である。この対象として注目されている害虫グループのひとつが、ハダニ類である。特にナミハダニ (*Tetranychus urticae*) は、多くの化学農薬に対する抵抗性が報告されている難防除害虫であり、従来とは異なる作用機構をもつ次世代農薬の開発が求められている。

2. 研究の目的

そこで本研究では、ナミハダニを対象とする RNA 農薬の開発を目指し、1) dsRNA の効率的な経口投与法の開発、2) dsRNA の担体開発のための摂食メカニズムの解明および 3) dsRNA 鎖長の最適化と標的遺伝子の解明に取り組んだ。

3. 研究の方法

供試虫として、発育ステージの調整法 (Suzuki et al., *PLoS ONE* 12, e0180658, 2017) を参照し、最終脱皮直後のナミハダニ雌成虫を準備した。dsRNA の経口投与法として、dsRNA 溶液への虫体浸漬法 (Suzuki et al., *PLoS ONE* 12, e0180654, 2017) と、本研究で新たに開発した人工給餌システムを用いた。また、ナミハダニの摂食メカニズムに関する研究計画では、粒径が異なるポリスチレン製の蛍光ビーズを用い、本種が経口摂取可能な粒子のサイズと消化器系における局在を調査した。また、RNAi による体色変化が明瞭な液胞型 H^+ -ATP アーゼ (*V-ATPase*) 遺伝子 (Suzuki et al., *PLoS ONE* 12, e0180654, 2017) を標的とし、dsRNA 鎖長の最適化を試みた。さらに、dsRNA 鎖長依存的な RNAi 効果の分子機構として、RNAi 関連タンパク質 (RNAi マシナリー) の内、dsRNA を認識し、短鎖干渉 RNA (siRNA) を生成する Dicer (RNase III) に着目し、その活性の定量系を構築した。

4. 研究成果

(1) dsRNA の効率的な経口投与法の開発

人工給餌システムは、RNAi 実験を実施する上で、もっとも重要な基盤技術であり、RNA 農薬の標的遺伝子の探索に資する。ただし、ナミハダニは葉肉細胞の内容物を口針で吸汁する摂食様式であるため、その人工給餌システムには、液状物質を経口投与するための仕掛けが必要である。従来は、経口投与対象の液滴をパラフィン製の伸展性フィルムで包んだ半球状の給餌システムが用いられてきた (Suzuki et al., *PLoS ONE* 12, e0180654, 2017)。しかし、この従来システムは、ハダニが摂食可能な領域の比表面積が小さいため、多量の dsRNA 溶液が必要となり (3.3 μ L/ダニ)、RNAi 実験のボトルネックであった。この問題解決を目的とし、本研究では、葉の構造を模倣したシート状の給餌システムを開発した (鈴木・ガジイ 特願 2018-197157; Ghazy et al., *Frontiers in Plant Science* 11, 1218, 2020)。

本給餌システムは、細孔内に dsRNA 溶液を保持するナイロン製のマイクロメッシュ (目開き: 100 μ m) と、それを被覆するパラフィン製の伸展性フィルムから構成される。本給餌システムは、従来よりも比表面積が大きいため、用いる dsRNA 溶液は極少量で済み (0.1 μ L/ダニ)、また、約 4 h 以内に、ほぼすべてのハダニが経口摂取することも判明し (Fig. 1)、高効率な RNAi 実験が可能となった。

(2) dsRNA の担体開発のための摂食メカニズムの解明

ハダニ類は、口吻の前端から口針を突き出し、葉の表皮細胞の間や気孔から葉肉細胞内に刺入する。この口針を介して、タンパク質分解酵素等を含む唾液を葉肉細胞内に注入する。その後、体外消化した葉肉細胞の内容物 (食物) を吸汁する。この吸汁における食物の経路は、従来は口吻内を

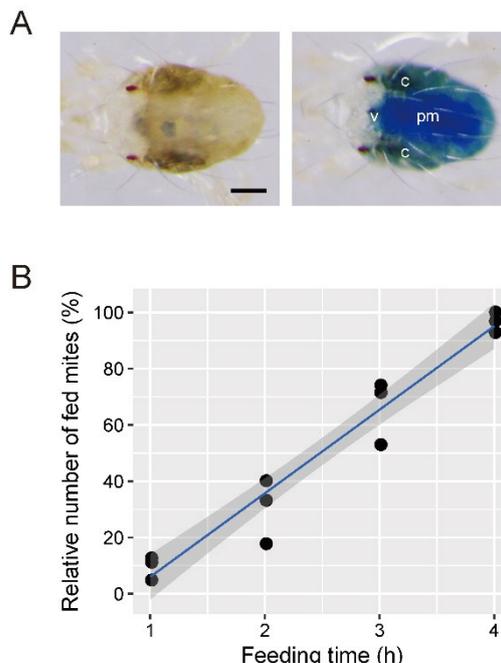


Fig. 1. (A) トレーサ色素の吸汁前 (左) と吸汁後 (右) のナミハダニ雌成虫. スケールバー: 100 μ m. (B) 給餌システムに設置後、吸汁により体色が変化した個体の割合の経時変化 ($n = 127-193$). (Ghazy et al. *Frontiers in Plant Science* 11, 1218, 2020)

縦貫する口針とは別の器官である (江原, *植物ダニ学*, 1996) と考えられていたが, 近年, 組織学的観察から, これも口針であるとの見解 (Bensoussan et al., *Frontiers in Plant Science* 7, 1105, 2016) もあり, 未解決であった. また吸汁された食物の消化器系における局在も不明であった. そこで本研究では, ナミハダニにおける食物の経路特定を目的とし, 粒径が異なるポリスチレン製の蛍光ビーズを用いた給餌実験を実施した (Bensoussan et al. *Frontiers in Plant Science* 9, 1206, 2018). その結果, ナミハダニが経口摂取可能な物質のサイズの閾値 (500~750 nm) が明らかになった (Fig. 2). 本種の場合, 口針の内径は約 1 μm であるため (Andre and Remacle, *Acarologia* 25, 179-190), 口針で吸汁している可能性が示された. さらに, 吸汁した物質は, その分子量に応じて消化器系内で局在する部位が異なることが判明した (Fig. 3). dsRNA のような高分子 (>4 kDa) は, 消化器系の大部分を占める中腸前部 (盲囊) の内腔で浮遊する細胞 (消化細胞) に取り込まれた後, 細胞内に滞留する. 一方, 化学農薬のような低分子 (<1 kDa) は, 消化細胞に一旦取り込まれた後, 細胞外から移行し, 中腸後部を経由して, 速やかに体外に排出される. なお, dsRNA を取り込む消化細胞は, 消化だけでなく, 薬物代謝や栄養貯蔵等, 重要な生理機能を担っていることから, 本研究により, ナミハダニを対象とする RNA 農薬の標的として明確に位置づけられた.

(3) dsRNA 鎖長の最適化と標的遺伝子の解明

消化細胞の小胞内部は酸性であり, 小胞体膜上の V-ATPase が, その酸性維持機能を担っている可能性がある. そこで, ナミハダニの V-ATPase 遺伝子を標的とした dsRNA を経口投与し, RNAi を誘導した結果, 消化不良様 (濃緑色) の消化細胞が盲囊に充満し, その個体は死に至ることが判明した (Suzuki et al., *PLoS ONE* 12, e0180654, 2017). さらに, この V-ATPase 遺伝子に対する RNAi 効果は, dsRNA 鎖長依存的であることが判明した. 100~600 bp の dsRNA を経口投与した結果, 400 bp 以上の dsRNA により, V-ATPase 遺伝子に対する RNAi が有意に誘導された. さらに, この鎖長依存的な RNAi 効果の根拠として, 400 bp 以上の dsRNA を基質とした場合, ナミハダニの Dicer による切断活性が高いことを *in vitro* で実証した (Fig. 4). これにより, Dicer による dsRNA 認識は鎖長依存的である可能性が示された. また, 複数の遺伝子に対する RNAi を実施した結果, 膜輸送と 26S プロテアソーム系に関する遺伝子が, 致死活性や産卵抑制活性の高い潜在的な RNAi 標的であることも判明した.

今後は, Dicer の分子認識を基盤としたナミハダニにおける RNAi の学理構築と, 高効率な RNAi スクリーニングを実施し, 防除に向けた研究開発を進めていく.

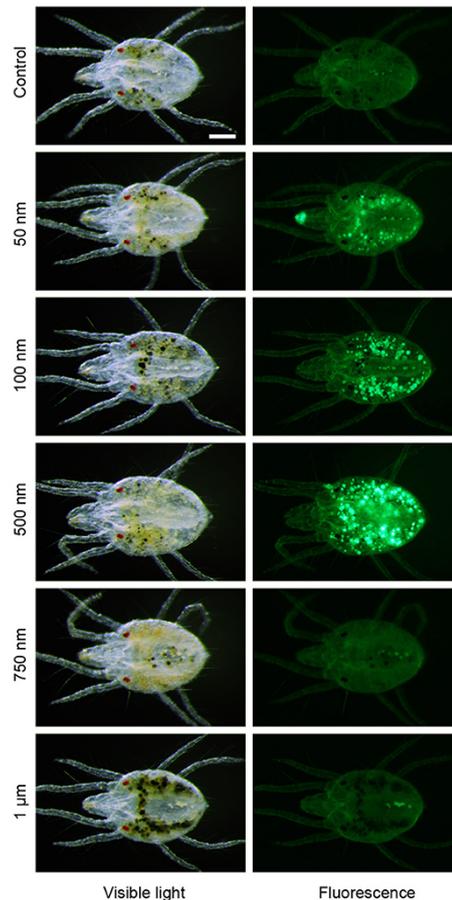


Fig. 2. 粒径が異なる蛍光ビーズ分散液を経口摂取させたナミハダニ雌成虫. スケールバー: 100 μm . (Bensoussan et al. *Frontiers in Plant Science* 9, 1206, 2018)

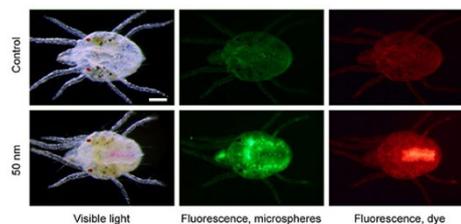


Fig. 3. 高分子 (粒径 50 nm の蛍光ビーズ) と低分子 (1.25 kDa の蛍光色素) を同時に経口摂取させたナミハダニ雌成虫. スケールバー: 100 μm . (Bensoussan et al. *Frontiers in Plant Science* 9, 1206, 2018)

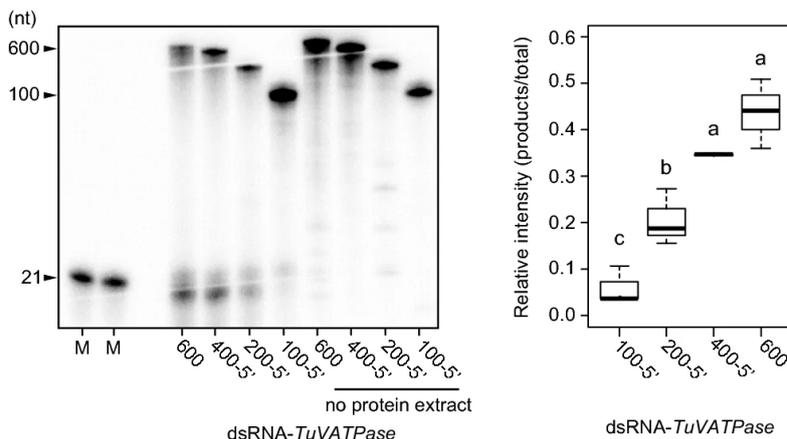


Fig. 4. 鎖長が異なる dsRNA を基質とした際のナミハダニタンパク質抽出液の Dicer 活性 (左) と基質と生成物の比 (右). (Bensoussan et al. *Scientific Reports* 10, 19126, 2020)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 9件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Ghazy Nouredin Abuelfadl, Okamura Mayo, Sai Kanae, Yamakawa Sota, Hamdi Faten Abdelsalam, Grbic Vojislava, Suzuki Takeshi	4. 巻 11
2. 論文標題 A Leaf-Mimicking Method for Oral Delivery of Bioactive Substances Into Sucking Arthropod Herbivores	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1218
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2020.01218	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 Kobayashi Takeru, Hiragaki Susumu, Suzuki Takeshi, Ochiai Noriaki, Canlas Liza J., Tufail Muhammad, Hayashi Naotaka, Mohamed Ahmed A.M., Dekeyser Mark A., Matsuda Kazuhiko, Takeda Makio	4. 巻 155
2. 論文標題 A unique primary structure of RDL (resistant to dieldrin) confers resistance to GABA gated chloride channel blockers in the two spotted spider mite <i>Tetranychus urticae</i> Koch	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Neurochemistry	6. 最初と最後の頁 508 ~ 521
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jnc.15179	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
1. 著者名 Takeda Naoki, Takata Ayumi, Arai Yuka, Sasaya Kazuhiro, Noyama Shimpei, Wakisaka Shigekazu, Ghazy Nouredin Abuelfadl, Voigt Dagmar, Suzuki Takeshi	4. 巻 20
2. 論文標題 A vegetable oil?based biopesticide with ovicidal activity against the two spotted spider mite, <i>Tetranychus urticae</i> Koch	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Engineering in Life Sciences	6. 最初と最後の頁 525 ~ 534
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/elsc.202000042	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 Bensoussan Nicolas, Dixit Sameer, Tabara Midori, Letwin David, Milojevic Maja, Antonacci Michele, Jin Pengyu, Arai Yuka, Bruinsma Kristie, Suzuki Takeshi, Fukuhara Toshiyuki, Zhurov Vladimir, Geibel Sven, Nauen Ralf, Grbic Miodrag, Grbic Vojislava	4. 巻 10
2. 論文標題 Environmental RNA interference in two-spotted spider mite, <i>Tetranychus urticae</i> , reveals dsRNA processing requirements for efficient RNAi response	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 19126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-75682-6	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 Arakawa Kazuharu, Mori Masaru, Kono Nobuaki, Suzuki Takeshi, Gotoh Tetsuo, Shimano Satoshi	4. 巻 239
2. 論文標題 Proteomic evidence for the silk fibroin genes of spider mites (Order Trombidiformes: Family Tetranychidae)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Proteomics	6. 最初と最後の頁 104195 ~ 104195
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jprot.2021.104195	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 Ghazy Noureldin A., Suzuki Takeshi	4. 巻 14
2. 論文標題 Oral delivery of water-soluble compounds to the phytoseiid mite Neoseiulus californicus (Acari: Phytoseiidae)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0223929
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0223929	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 Ghazy Noureldin Abuelfadl, Gotoh Tetsuo, Suzuki Takeshi	4. 巻 19
2. 論文標題 Impact of global warming scenarios on life-history traits of Tetranychus evansi (Acari: Tetranychidae)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BMC Ecology	6. 最初と最後の頁 48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12898-019-0264-6	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 Shibuya Toshio, Iwahashi Yuta, Suzuki Takeshi, Endo Ryoosuke, Hirai Norio	4. 巻 81
2. 論文標題 Light intensity influences feeding and fecundity of Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae) through the responses of host Cucumis sativus leaves	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Experimental and Applied Acarology	6. 最初と最後の頁 163 ~ 172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10493-020-00496-0	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 Bensoussan Nicolas, Zhurov Vladimir, Yamakawa Sota, O'Neil Caroline H., Suzuki Takeshi, Grbic Miodrag, Grbic Vojislava	4. 巻 9
2. 論文標題 The Digestive System of the Two-Spotted Spider Mite, <i>Tetranychus urticae</i> Koch, in the Context of the Mite-Plant Interaction	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2018.01206	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 Yoshioka Yoshio, Gotoh Tetsuo, Suzuki Takeshi	4. 巻 75
2. 論文標題 UV-B susceptibility and photoreactivation in embryonic development of the two-spotted spider mite, <i>Tetranychus urticae</i>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Experimental and Applied Acarology	6. 最初と最後の頁 155 ~ 166
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10493-018-0263-x	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 Ghazy Nouredin Abuelfadl, Suzuki Takeshi, Amano Hiroshi	4. 巻 47
2. 論文標題 Development and Reproduction of <i>Neoseiulus californicus</i> (Acari: Phytoseiidae) and <i>Tetranychus urticae</i> (Acari: Tetranychidae) Under Simulated Natural Temperature	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Environmental Entomology	6. 最初と最後の頁 1005 ~ 1012
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ee/nvy067	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

1. 著者名 Yamakawa Sota, Ohyama Katsumi, Yamori Wataru, Suzuki Takeshi	4. 巻 53
2. 論文標題 Effects of anoxia and hypoxia on the two-spotted spider mite, <i>Tetranychus urticae</i> (Acari: Tetranychidae)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Entomology and Zoology	6. 最初と最後の頁 535 ~ 541
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13355-018-0585-5	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 Abouelmaaty Hebatallah Galal、Fukushi Mimoe、Abouelmaaty Ayatallah Galal、Ghazy Nouredin Abueifadl、Suzuki Takeshi	4. 巻 77
2. 論文標題 Leaf disc-mediated oral delivery of small molecules in the absence of surfactant to the two-spotted spider mite, Tetranychus urticae	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Experimental and Applied Acarology	6. 最初と最後の頁 1~10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10493-018-0335-y	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31件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 武田直樹, 高田愛弓, 野山晋平, N.A. Ghazy, D. Voigt, 鈴木丈詞
2. 発表標題 調合油乳剤のハダニ殺卵機構
3. 学会等名 日本農薬学会第46回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木丈詞
2. 発表標題 ハダニにおけるenvironmental RNAiの学理構築と防除への応用
3. 学会等名 日本農薬学会第46回大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武田直樹, 村上竜太郎, 岡村麻代, 齋佳苗, 新井優香, 山本雅信, N.A. Ghazy, 鈴木丈詞
2. 発表標題 ハダニとチャの軍拡競走: 防御物質としてのカテキン類に対するカンザワハダニの適応機構
3. 学会等名 第65回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 齋佳苗, 山本雅信, N.A. Ghazy, 鈴木丈詞
2. 発表標題 ナミハダニにおけるカロテノイド類の生合成経路と機能
3. 学会等名 第65回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武田直樹, 高田愛弓, N.A. Ghazy, 野山晋平, 鈴木丈詞
2. 発表標題 ナミハダニおよびミヤコカブリダニに対するサフオイル乳剤の殺卵活性の差異
3. 学会等名 第64回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡村麻代, V. Grbic, 鈴木 丈詞
2. 発表標題 ナミハダニのTRP様遺伝子の機能解析
3. 学会等名 第64回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高田愛弓, 武田直樹, 野山晋平, 山川颯太, 岡村麻代, D. Voigt, N.A. Ghazy, 鈴木丈詞
2. 発表標題 サフオイル乳剤の残効性機構
3. 学会等名 第64回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ghazy, N.A, N. Takeda and T. Suzuki
2. 発表標題 Factors affecting the speed of locomotion in phytoseiid mites, Neoseiulus californicus and Phytoseiulus persimilis
3. 学会等名 第64回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Suzuki, T., N.A. Ghazy, K. Sai, M. Okamura and S. Yamakawa
2. 発表標題 Oral delivery of dsRNA for RNAi in spider mites and predatory mites
3. 学会等名 11th Spider Mite Genome Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ghazy, N.A., M. Okamura, K. Sai, S. Yamakawa and T. Suzuki
2. 発表標題 Delivery of xenobiotics into mites
3. 学会等名 第28回日本ダニ学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 齋佳苗, 山本雅信, 鈴木文詞
2. 発表標題 ナミハダニの休眠過程で増加するケトカロテノイド類の機能と生合成経路の解明
3. 学会等名 第28回日本ダニ学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡村麻代, 笹屋一大, 福士水萌, N.A. Ghazy, 鈴木丈詞
2. 発表標題 ナミハダニの忌避行動を誘発する植物二次代謝産物
3. 学会等名 第28回日本ダニ学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高田愛弓, 武田直樹, 村上竜太郎, 岡村麻代, 野山晋平, 鈴木丈詞
2. 発表標題 ナミハダニに対するサフオイル乳剤の残効性
3. 学会等名 第28回日本ダニ学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武田直樹, 高田愛弓, N.A. Ghazy, 野山晋平, 鈴木丈詞
2. 発表標題 ミヤコカブリダニに対するサフオイル乳剤の殺卵活性
3. 学会等名 第28回日本ダニ学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeshi Suzuki
2. 発表標題 RNAi-based pest mite control: current concepts and challenges for Tetranychus urticae
3. 学会等名 III CLAC and VI SIBAC (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuta Iwahashi, Toshio Shibuya, Yoshiaki Kitaya, Ryosuke Endo, Norio Hirai and Takeshi Suzuki
2. 発表標題 Environmental conditions influence the oviposition rate of the two-spotted spider mite through host-plant responses
3. 学会等名 XXX International Horticultural Congress (IHC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shun Shibaya and Takeshi Suzuki
2. 発表標題 A parental RNAi-based reverse genetics system for analyzing embryonic development of <i>Tetranychus urticae</i>
3. 学会等名 XV International Congress of Acarology (ICA2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hebataliah Abouelmaat, Nouredin Abuelfadl Ghazy and Takeshi Suzuki
2. 発表標題 RNAi in <i>Tetranychus urticae</i> by feeding on dsRNA-coated leaves
3. 学会等名 XV International Congress of Acarology (ICA2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nouredin Abuelfadl Ghazy and Takeshi Suzuki
2. 発表標題 RNAi-mediated silencing of GABA-gated chloride channel subunits (Rdl) in <i>Tetranychus urticae</i>
3. 学会等名 第27回日本ダニ学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木丈詞, Nicolas Bensoussan, Vladimir Zhurov, 山川颯太, Caroline H O'Neil, Miodrag Grbic, Vojislava Grbic
2. 発表標題 ナミハダニの消化器系
3. 学会等名 第27回日本ダニ学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笹屋一大, 山本雅信, Nouredin Abuelfadl Ghazy, 鈴木丈詞
2. 発表標題 ハダニ忌避物質の探索
3. 学会等名 第27回日本ダニ学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村上竜太郎, 矢守航, 大山克己, 鈴木丈詞
2. 発表標題 ナミハダニの食害に対するインゲン葉の生理反応: 光合成, 蒸散およびクロロフィル蛍光
3. 学会等名 第27回日本ダニ学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeshi Suzuki
2. 発表標題 Sensory ecology of spider mites: photo-orientation and chemo-orientation
3. 学会等名 10th Spider Mite Genome Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Noureldin Abuelfadl Ghazy and Takeshi Suzuki
2. 発表標題 Functional analysis of a vacuolar-type H ⁺ -ATPase gene in the predatory mite, Neoseiulus californicus
3. 学会等名 平成63回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笹屋一大, 山本雅信, 鈴木丈詞
2. 発表標題 カブリダニ類由来の粗抽出物に対するナミハダニの化学定位行動
3. 学会等名 平成63回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高田愛弓, 野山晋平, 有本裕, 鈴木丈詞
2. 発表標題 サフオイル乳剤の残効性の作用機構：残効期間と行動阻害
3. 学会等名 平成63回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野山晋平, 福永聡, 泉進, 有本裕, 鈴木丈詞
2. 発表標題 サフオイル乳剤はハダニ類に残効性を示す
3. 学会等名 平成63回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 節足動物の給餌装置及び給餌方法	発明者 鈴木丈詞, ガジイ ノ ルエディン アブルハ ドル	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-197157	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<p>RNA使い害虫ハダニ駆除：日経産業新聞，5面，2019年7月25日 ハダニ吸い付くシート開発：日本農業新聞，1面，2020年9月7日 葉に似た構造のハダニ駆除膜：日経産業新聞，6面，2020年10月6日 RNA投与 害虫退治：日本農業新聞，11面，2020年10月16日 ナミハダニの卵 植物油の効果解明：日本農業新聞，11面，2020年10月21日</p>
--

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	レンゴロ ウレット (Lenggoro Wuled) (10304403)	東京農工大学・工学(系)研究科(研究院)・教授 (12605)	

	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
研究協力者	グルビッチ ヴォジスラバ (Grbic Vojislava)	ウェスタンオンタリオ大学・生物学科・准教授	
研究協力者	グルビッチ ミオドラッグ (Grbic Miodrag)	ウェスタンオンタリオ大学・生物学科・准教授	

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			
カナダ	ウェスタンオンタリオ大学			
ドイツ	ドレスデン工科大学			
エジプト	マンスーラ大学			
サウジアラビア	キングサワード大学			