

令和元年6月10日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K07308

研究課題名(和文) 病害誘導抵抗性を活性化する根圏生息性卵菌の評価と生物防除への応用

研究課題名(英文) Evaluation of rhizosphere oomycetes activating disease-resistance in plants and application to biological control

研究代表者

長谷 修 (HASE, Shu)

山形大学・農学部・教授

研究者番号：10261497

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：根圏定着性の卵菌によって活性化される植物の誘導抵抗性を生物防除技術に応用することを目指し、本研究では、植物防御関連遺伝子発現量を指標にして誘導抵抗性の強弱を定量的に評価することを目的とした。本研究により、卵菌の根圏処理によってトマトの防御関連遺伝子の発現量に品種間差があることを見出した。また、アブラナ科の花きのストックにおける卵菌誘導性の遺伝子を新規にクローニングし、遺伝子指標の候補を得た。さらに、新規の対象2病害について安定した感染実験系を構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、根圏生息性卵菌による植物の誘導抵抗性が病害防除にどの程度寄与するかを明らかにするのがねらいである。研究成果は植物の免疫システムの一つである誘導抵抗性を高めるための応用研究に繋がり、生物防除研究全般に波及する学術的な意義があると考えられる。また、この根圏生息性卵菌は世界の農耕地に広く生息可能な微生物と考えられており、循環型の農業生産のための栽培管理技術の一端として、安定した食料生産を目指す社会的意義があると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study is to apply the induced resistance of plants activated by root-inhabiting oomycetes to biocontrol technology. We evaluated the level of induced resistance quantitatively by using the expression level of plant defense-related genes. We found that the expression levels of defense-related genes in tomato treated with oomycetes on roots differed among tomato varieties. We newly cloned oomycete-inducible genes of the ornamental flower "Stock" and obtained candidates of gene maker for the induced resistance. Furthermore, we constructed an infection experiment system for two new target diseases.

研究分野：植物病理学，植物保護学

キーワード：生物防除 誘導抵抗性 トマト ストック

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

誘導抵抗性は、植物に備わっている防御反応機構が活性化して病原体の感染を抑制する植物免疫システムの一つである。誘導抵抗性の活性化に働く植物活性化剤には農薬として実用化されているものもあり、例えば、プロベナゾールは全身獲得抵抗性と呼ばれるタイプの誘導抵抗性を活性化する。このタイプの抵抗性は比較的強いタイプの抵抗性で、サリチル酸の情報伝達系の活性化によって誘導される。一方、生物防除微生物の中にも誘導抵抗性の活性化に働くものがある。本研究課題の先行研究では、これまで根圏生息性卵菌の *Pythium oligandrum* によって活性化される誘導抵抗性について、その情報伝達系を明らかにした。この研究は真核性の有用微生物による生物防除研究において先導的な役割を担っている。P0 によって活性化される誘導抵抗性は全身誘導抵抗性 (ISR) の一つと考えられ、このタイプは SAR に比べて抵抗力が弱いと考えられている。しかし、抵抗性の強弱を明確にしめた定量的な評価の報告はない。そこで、これまでの研究を生物防除技術の開発に発展させるには、P0 菌による誘導抵抗性が病害防除にどの程度寄与するのかを定量的なデータを示して評価することが次の課題になると考えた。

2. 研究の目的

本研究は、生物防除に期待される卵菌類 *Pythium oligandrum* (P0) の根圏定着によって活性化される植物の誘導抵抗性の程度について、植物側の防御関連遺伝子発現量を指標にして定量的に強弱を評価することを目的とした。誘導抵抗性の程度に影響する要因には作物品種間差、P0 菌の系統間差、および栽培環境(施肥・土壌条件)があると考え、本研究では、つぎの4つの小課題を設定して検討した。小課題(1)は「誘導抵抗性と防御遺伝子発現量のトマト品種間差に関する解析」、小課題(2)は「花き(ストック)の菌類病に対する生物防除効果と防御関連遺伝子の発現解析」、小課題(3)は「新規 P0 株の探索」、小課題(4)は新規対象病害の実験系の構築である。

3. 研究の方法

本研究では、検討項目として設定した4課題において、i)植物側の防御反応量、ii)植物根圏への P0 菌の定着量、iii)植物側の防御反応量、および iv)感染実験による病原体の蓄積量(あるいは発病程度)を比較定量化して解析する方法で検討した。

4. 研究成果

(1) 誘導抵抗性と防御遺伝子発現量のトマト品種間差に関する解析

<概要>

トマトの品種‘マネーメーカー’は P0 の基準菌株 (MMR2 株) の根圏処理によって 抵抗性が誘導されて青枯病が抑制される。本品種を基準品種に設定し、さらにトマトの固定種 10 品種を選定し、P0 処理による防御関連遺伝子の発現量を比較定量化した。その結果、発現量は品種によって差があり、発現程度が高、中、低レベルの3つのグループに類別することができた。マネーメーカーは高レベルのグループであった(表1)。続いて、防御関連遺伝子の発現量のレベルで大、中、小の3グループに類別した各代表の品種について、ガラス室でのポット栽培条件下で青枯病に対する発病抑制と防御関連遺伝子発現量の関係を解析した。その結果、発病抑制効果は安定せず、防御遺伝子の発現量のレベルとの相関は見出せなかった。トマトの育苗時期の温度や湿度、日照などの環境条件の違いが安定性に影響したと推察され、環境条件との関連性の解析が必要と考えられた。

表1 P0処理トマト品種における防御関連遺伝子の発現誘導レベル*

品種名	PR2b	PR3a	PR6	レベル
‘マツワイルドチェリー’	17	77	1923	3
‘レッドゼブラ’	15	240	1922	3
‘マネーメーカー’	26	124	1533	3
‘大型福寿’	12	42	1918	3
‘ボシテローザ’	19	46	1527	3
‘レジナ’	15	119	1324	3
‘サンマルツァーノ’	14	33	576	2
‘なつこま’	6	48	336	2
‘シュガーランプ’	7	249	278	2
‘マイクロトマト’	19	54	92	1
‘スタビストマト’	4	20	27	1
	22	110	87	1
	7	97	60	1

*PR6の相対的な発現量でレベルを設定した

<結果と考察>

① *Pythium oligandrum* の処理によるトマト品種間の誘導抵抗性と処理条件の検討

Pythium oligandrum (P0) は根圏生息性の非病原性卵菌類で、植物の誘導抵抗性を活性化する特性をもつ。トマトでは‘マネーメーカー’などで青枯病への抵抗性が誘導されるという報告がある。しかし、処理条件によって効果が不安定なことや誘導抵抗性の品種間差の解明が不十分という課題がある。本研究では P0 の実用性の向上を見据え、始めに P0 処理による誘導抵抗性の品種間差に関する解析を行った。‘マネーメーカー’を含む 10 品種を石英砂で育苗後、P0 卵胞子懸濁液または蒸留水 (DW) に浸漬した根について防御関連遺伝子の発現を比較定量化した。その結果、P0 処理による防御関連遺伝子発現には品種間差があり、‘マネーメーカー’を含む 4 品種は相対的に 1,000 倍以上高発現することが明らかとなった。次にポット育苗過程における P0 処理条件の検討を‘マネーメーカー’を用いて行った。始めに浸種時と播種時に P0 または DW 処理してから培土で育苗した 6 葉期苗で青枯病菌の接種試験を行った。その結果、P0 処理による発病抑制はなく、原因は P0 処理時期が早かったためと考えられた。そこで 2 葉期苗を用い、株元に

P0 または DW を灌注した試験区と、一旦培土を洗い流してから各液に根を浸漬して再移植した試験区を設定して接種試験を行った。その結果、P0 処理の有無に関わらず浸漬区で発病が有意に遅延し、P0 処理による遅延効果はみられなかった。各区の防御遺伝子の発現量は DW 灌注区を 1 として P0 灌注区は 2 倍、DW 浸漬区は 200 倍、P0 浸漬区は 500 倍増加した。P0 灌注処理は培土が障害となり誘導抵抗性の活性化が不十分だったと考えられた。また、P0 浸漬処理は DW を浸漬しても防御遺伝子が高発現したため、培土を洗い流す際の傷ストレスが防御遺伝子の高発現と発病遅延に影響したと考えられた。以上から、今後は P0 へのより強い応答を示す品種の選抜と P0 灌注処理よりも誘導抵抗性を高める処理方法の検討が必要と考えられた。

② *Pythium oligandrum* の処理におけるトマト品種間の防御応答の比較解析

先行研究で、トマトでは、P0 の浸漬処理により複数の防御関連遺伝子 (*PR6*, *PR3a*, *PR2b*) の発現量が上昇することを見出し、その発現量には品種間差がある可能性が定量解析で得られた。そこで、*PR6* 発現量の高い‘マナーメーカー’と低い‘シュガーランプ’を用いて防御関連遺伝子発現量の再検討ならびに発病試験を行った。その結果、*PR6* 発現量が‘マナーメーカー’で高発現し‘シュガーランプ’で低発現したことから、*PR6* 発現量に品種間差があることがより強く示唆された。さらに、‘ポンテローザ’についても解析したところ、‘マナーメーカー’と同等の高い発現量が見られ、‘ポンテローザ’は高発現のグループに入ることが考えられた。発病試験については‘マナーメーカー’で発病指数が低下する傾向はみられたが有意差は得られなかった。

(2) 花き(ストック)の菌類病に対する *Pythium oligandrum* の防除効果と防御関連遺伝子の発現解析

<概要>

主に庄内地域で分離された花卉の病原糸状菌 10 種に対する生物防除微生物 *Pythium oligandrum* (P0) の菌間寄生性と防除効果について検討した。菌間寄生性は対峙法で寄生性の指標となる P0 菌の巻きつきを解析した結果、萎凋病菌 (*Fusarium oxysporum*) を含む 5 種の糸状菌に対して菌間寄生性があると考えられた。また、ストック苗に P0 を灌注処理し、病原菌に対する接種試験を行ったところ、いくつかの病害に対して抑制効果が得られたが、萎凋病に対して比較的效果が安定し、そのほかの病原菌に対しては安定しなかった。萎凋病に対する P0 の施用効果について、P0 の施用量を増量することによる効果と、根圏土壌中の P0 の菌量の定量方法を検討した。発病試験の結果、P0 をストックに施用すると栽培時期によって萎凋病が抑制されることが確認できた。但し、施用量を 10 倍増量しても効果は上がらなかった。根圏土壌中の P0 を検出する方法は、先行研究の選択培地を用いる方法では検出できなかったが、ある種の抗生物質を加えることで、雑菌がなくなり、P0 を検出できた。よって、P0 の検出と定量ができる見通しになった。

ストックはアブラナ科であることから、シロイヌナズナのゲノム情報を参考にして P0 処理により誘導されるストックの遺伝子のクローニングを行い、これまで複数の遺伝子のクローニングに成功しその塩基配列情報を解読した。誘導性が高かったいくつかの遺伝子について、ポット栽培したストック苗の株元に P0 を灌注処理した場合の誘導性を解析した。その結果、最も誘導性が高かった遺伝子は灌注処理でも発現量は上昇し、誘導が示された。よって P0 の灌注処理でストックが実際に P0 の影響を受けていることを確認することができた。本遺伝子は誘導抵抗性の定量評価の指標遺伝子の有力な候補になると考えられた (表 2)。これらの知見にもとづいて、P0 処理によるストックの防御応答の解析が進むことと、P0 に限らず、病害抑制効果が期待される有用微生物や各種資材処理に対するストックの応答解析にも応用できると考えられた。

表2 P0 応答性ストック遺伝子のクローニングと発現誘導の特徴

機能推定	誘導性(6h)	経時変化(24h) (発現度とピーク時間)	植物ホルモン	灌注処理
GSTU4	+	3~6h	++	ET,SA (-)
GSTU5	+	(24h)	(++)	JA
GSTU19	+	3~6h	+	SA
GSTU25	+	3~6h	+++	SA>JA, ET
GSTF2	+	6h~	++	-
DiR5	+	3~6h	+	-
SAMCMT1	+	(3~6h)	+/-	JA>>ET,SA (-)
TAT	-		(-)	-
MIERF	+	N	N	N
AR401	+		(-)	-
PDF1.2a	-		(-)	ET>JA (+)
PDR12	-	(3h)	(++)	SA,ET,JA
Pt-1	-	(24h)	(+++)	ET,JA
ATH8	-		-	
計			9遺伝子	9遺伝子

<結果と考察>

①庄内地方から分離された病原糸状菌に対する *Pythium oligandrum* の菌間寄生性と防除効果

近年、環境保全型農業への関心や薬剤耐性菌の出現から、化学農薬よりも環境負荷が低く、耐性菌の出現する可能性が低いと考えられている生物防除微生物を利用した病害防除が注目されている。生物防除微生物として知られる非病原性の *Pythium oligandrum* (P0) は、菌間寄生能力や様々な作物に対して抵抗性誘導を示すことが報告されている。しかし、花卉病害に対する P0 の生物防除効果については調べられていない。そこで、本研究では山形県庄内地方から分離された花卉病原糸状菌に対する P0 の生物防除効果の検討および、その防除メカニズムを明らかにすることを目的に、試験 1 では P0 の菌間寄生能力の解析、試験 2 では発病試験を行った。試験 1 は P0 と花卉病原菌 10 種の対峙培養を行った。菌糸が対峙した部分を定法により試料化し、

電子顕微鏡 (SEM) で観察を行った。結果は、P0 による寄生が 5 種で観察された。試験 2 ではストック品種‘朝波’を供試し、P0 の施用は、株元に卵胞子数 5×10^5 個/ml を 1ml 灌注処理、または P0 試作資材を供試土壌 1kg あたり 2% 混和した。1 週間後、あらかじめ各種土壌病原菌を混和した汚染土壌に花きストック (*Matthiola incana*) を移植接種、もしくは 1×10^6 個/ml に調整した地上部病原菌を噴霧接種し、2 週間発病調査を行った。その結果、土壌病原菌のうち菌核病菌に対して、P0 処理区および P0 試作資材区で有意な発病抑制がみられ、また地上部病害の炭疽病菌は発病抑制傾向が見られた。菌核病菌は試験 1 で P0 の菌寄生が確認されず、炭疽病菌は P0 との直接的な接触がないことから、発病の抑制は P0 の菌寄生によるものではないことが考えられた。一方、菌寄生が認められた萎凋病菌などの 5 種の供試菌株に関しては対照区で発病条件を確立できなかったため、P0 の寄生性との関連は確認できなかった。このことから発病試験の見直しを行い、再試験する必要があると考えられた。

② ストックの糸状菌病に対する *Pythium oligandrum* の施用効果

本研究では土壌病原菌 6 種 7 株と空気伝染性病原菌 1 種に対する P0 の施用効果と菌間寄生性について再検討することを目的に、試験 1 として発病試験、試験 2 として P0 の菌間寄生性の解析を行った。試験 1 ではストック品種‘雪波’を用い、 5×10^5 個/ml に調整した P0 卵胞子懸濁液、蒸留水を株元灌注処理した。1 週間後、土壌病害については汚染土壌を混和し、地上部病害については孢子懸濁液を噴霧接種した。その結果 P0 処理区において土壌病害の白絹病、菌核病に対して発病抑制傾向がみられた。また、萎凋病、苗腐病、地上部病害の炭疽病に対して有意な発病抑制がみられた。試験 2 では、P0 とストックの病原菌を対峙培養し、干涉領域を含む部分を定法に従って試料とし、電子顕微鏡観察を行った。その結果、菌核病菌、苗腐病菌、根腐病菌に対して P0 菌糸による巻きつきが確認された。以上から地上部病害である炭疽病に対しては、P0 施用により抵抗性誘導などが作用し防除効果が得られると考えられた。一方、土壌病害の萎凋病、苗腐病に対しては P0 施用によって防除効果が期待できると考えられた。試験 2 より、菌核病菌、苗腐病菌に対しては菌寄生による直接的な作用と考えられた。その他の菌寄生との関連性、P0 のその他の作用については今後検討する必要があると考えられた。

③ *Pythium oligandrum* の施用によるストック菌類病の抑制効果

本研究では、ストックの萎凋病、菌核病および炭疽病に対する P0 の生物防除効果とその作用を明らかにすることを目的とし、接種試験並びに P0 誘導性の防御関連遺伝子の探索を行った。発病試験では、3 週間育苗した品種‘雪波’を 6cm ポットに移植し、株元に卵胞子数 5×10^5 個/ml に調整した P0 卵胞子懸濁液と、対照として蒸留水をそれぞれ 1ml 灌注処理した。1 週間後、萎凋病と菌核病に対してはその汚染土壌を充填した 9cm ポットに移植し、炭疽病に対しては孢子懸濁液を噴霧接種した。3~4 週間の発病調査を行った結果、萎凋病に対しては、安定して P0 処理による有意な発病抑制が認められた。

④ *Pythium oligandrum* の施用量がストック萎凋病と炭疽病に及ぼす影響

先行研究から、P0 は土壌伝染性病害の萎凋病に対しては抑制する傾向があったが明確ではなく、空気伝染性病害の炭疽病に対しては抑制効果がなかった。その原因として、P0 の施用量が少ないことが考えられた。そこで本研究では、P0 施用量のちがいがによる萎凋病と炭疽病の発病抑制効果および生物防除資材としての有効性を評価した。ストック‘雪波’の 2~3 葉齢苗をポットに移植した。1~2 日後、先行研究で検討された量 (1×10^5 個/ml)、その 10 倍量 (1×10^6 個/ml) に調整した P0 を各個体に 5ml ずつ灌注処理した。炭疽病の接種試験は 3 回行ったが、P0 処理による発病抑制効果はなかった。また、P0 施用量をさらに増やすことは現実的ではないことから、炭疽病に対する生物防除資材としての有効性はないと考えられた。萎凋病の接種試験は 4 回行った。その結果、10~12 月に実施した 2 回の試験では P0 処理による発病抑制効果がみられたが、P0 区と 10P0 区に有意な差は認められなかった。続いて、ストック萎凋病菌汚染土壌における萎凋病菌 (Fo) および P0 の定量を行った。その結果、P0 処理区と対照区における Fo 菌量の推移は同じ傾向であり、差は認められなかった。また、P0 菌量は土壌への施用量が多いほど定着程度が高くなった。以上から、萎凋病の接種試験における P0 の施用量は先行研究で検討した量で十分であったと考えられた。また、P0 のストック萎凋病抑制は、ストック根圏での P0 と Fo との直接的な競合作用や菌間寄生が主因ではないことが示唆された。

⑤ *Pythium oligandrum* の施用によるストック菌類病の抑制効果と防御関連遺伝子のクローニング

生物防除微生物として知られる卵菌綱の *Pythium oligandrum* (P0) は、作物の根圏土壌に生息して病原菌に対する菌間寄生能力や、アブラナ科のシロイヌナズナなどにおける誘導抵抗性を活性化させる能力が報告されている。これまでの研究から、同科のストックに対して P0 施用によりいくつかの菌類病を抑制できる可能性があり、P0 の菌間寄生能力によるものであると示唆した。しかし、誘導抵抗性の作用に関しては解析されていない。そこで本研究では、ストックの病害に対する P0 の生物防除効果とその作用を明らかにすることを目的とし、萎凋病、菌核病および炭疽病の接種試験 (③の研究で先述) と P0 誘導性の防御関連遺伝子の探索を行った。遺伝子の探索は P0 を処理した根および葉から抽出した RNA を供試して、遺伝情報が解読され

ており、かつ防御応答にも関与する可能性のある遺伝子 (*CHS*, *TTGL*, *NADH*, *P450*) の発現解析を行った。しかし、いずれも P0 処理による発現上昇はみられなかった。そこで、シロイヌナズナで P0 誘導性が確認されている遺伝子の *JR2* とグルタチオン S トランスフェラーゼ (*GST*) の情報をもとに設計した数種プライマーの組合せを用いてストック遺伝子の PCR 増幅を試みた。その結果、複数のプライマーセットで DNA の増幅バンドが検出された。増幅した DNA の塩基配列を解読したところ、いずれもシロイヌナズナの *JR2* および *GST* と高い相同性が得られた。また、定量 PCR 法による比較定量を試みた結果、*GST* については、P0 処理により発現量が上昇した。一方、*JR2* の P0 誘導性については解析条件の検討が必要であり明らかにできなかった。以上から、P0 はストックにおいてもシロイヌナズナと同様に *GST* の発現を誘導していると考えられた。今後、P0 施用による萎凋病発病抑制に、*GST* の発現誘導による防御反応の活性化が関与する可能性について解析が必要であると考えられた。

⑤ *Pythium oligandrum* (P0) を処理したストックの根圏における萎凋病菌の動態の解析と、P0 誘導性遺伝子の探索

生物防除微生物 *Pythium oligandrum* (P0) はトマト、コムギ、シロイヌナズナなど多くの植物の病害を抑制効果があることが報告されている。そのメカニズムは、菌間寄生能力や、栄養競合する能力といった病原菌への直接的作用と、植物に作用する抵抗性誘導能力が報告されている。ストックは、アブラナ科に属する花きで山形県の主力品目の一つである。日本では 16 種のストック病害が登録されており、特に菌類病が多く、これらの病気に対する防除法の開発が必要とされている。P0 によるストック菌類病の抑制効果に関する先行研究は、山形県内で発症した菌類病から分離された菌株による接種試験が行われ、萎凋病に対して効果が認められた。本病の抑制効果に対する作用は、菌寄生性と誘導抵抗性が推察されたが、実証にはいたっていない。特に誘導抵抗性については、解析に有効な遺伝子情報がまだわかっていない。ストック萎凋病に対する P0 処理の抑制効果の作用を理解することを目指し、本研究では、P0 の病原菌と植物に対する効果に着目し、P0 を施用したストックの根圏での萎凋病菌の動態の解析と、P0 処理により誘導されるストック遺伝子の探索を行なった。はじめに、ポット育苗における P0 施用によるストック根圏土壌での萎凋病菌の動態について解析した。結果、萎凋病菌の菌量は P0 の施用によらずほぼ同程度に推移した。つまり、根圏土壌での微生物間の拮抗作用は強くないと考えられた。続いて、P0 処理によるストックの応答を解析するため、P0 処理で誘導されるストック遺伝子の探索を先行研究に継続して検討した。はじめに、P0 処理に応答するシロイヌナズナ遺伝子の情報に基づいてプライマーを設計し、ストック RNA の逆転写反応液を鋳型として PCR を試みた。その結果、PCR 増幅し、塩基配列情報まで解読できた cDNA 断片を 16 種類得ることができた。続いて、これらのストックの塩基配列情報より、リアルタイム定量 RT-PCR 解析のためのプライマーを設計して、P0 の菌体破砕液を浸漬処理した 6 時間目の根における遺伝子発現量を比較解析した。その結果、9 種の遺伝子発現量が P0 処理により 2 倍以上上昇し、特にグルタチオン S トランスフェラーゼ遺伝子 (*GST*) ファミリーと推定した遺伝子が複数含まれた。P0 処理 24 時間までの発現量の推移を解析した結果、3~6 時間目までの処理直後の一過的な発現誘導するものが多く認められた。また誘導抵抗性の情報伝達に関わるエチレンとジャスモン酸、サリチル酸に対する応答性について解析した。その結果、それぞれに応答する遺伝子が得られた。しかし、情報伝達との関連性を特定するには至らなかった。さらに、誘導性が高かったいくつかの遺伝子について、ポット栽培したストック苗の株元に P0 を灌注処理した場合の誘導性を解析した。その結果、最も誘導性が高かった遺伝子は灌注処理でも発現量は上昇し、誘導が示された。よって P0 の灌注処理でストックが実際に P0 の影響を受けていることを確認することができた。さらに、塩基配列情報が登録されている既知のストック遺伝子についても、3 遺伝子の情報をもとにプライマーを設計し、P0 処理による誘導性を解析した。しかし、解析した遺伝子はどれも P0 による誘導性を示さなかった。以上の結果から、本研究により P0 によって誘導するストック遺伝子を複数得ることができた。これらの情報にもとづいて、P0 処理によるストックの防御応答の解析が進むと考えられた。また、P0 に限らず、病害抑制効果が期待される有用微生物や各種資材処理に対するストックの応答解析にも応用できると考えられた。

(3) 新規 P0 株の探索:

枝豆の連作障害畑から比較的生育のよい株の根圏を採取して新規 P0 菌株の分離培養を試み、形態学的な特徴から選抜した分離菌の DNA 解析を行なった。その結果、分離株は P0 とは別種で、生物防除の効果は低い菌種であることがわかった。これらの分離菌株は、目的株ではないが P0 菌の性状を評価するための比較対照菌株として活用できると考え保存した。

(4) 新規対象病害の実験系の構築

新たな接種実験系の構築を目的に、比較的自然発生がよく見られる地上部病害のバラ灰色かび病とキュウリうどんこ病の定量化を検討した。バラの灰色かび病は切り花を高湿度で保管すると自然発生し、その程度は花弁に発生する初期病斑数を指標にして定量化できることを見出した。また、本病の年次推移を 2 年間解析し、花弁に自然付着している感染源量の年次変動を定量的に推定した。同じく、キュウリの温室でのポット栽培実験系におけるうどんこ病の発病

程度を 定量化し、栽培期間における自然発病の程度の変動を推定した。これら解析から、両病害は自然発生の推移に応じて、人工接種による発病と自然発病の2実験系を構築し、その適期に評価することが必要であることを見出した。このようにして、2病害を対象として生物防除微生物の施用による誘導抵抗性と宿主防御遺伝子発現量の相関性を評価できると考察した。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 3 件)

谷中沙妃・森田修介・菅原敬・小林隆・西沢隆・長谷 修 (2018). 電解次亜塩素酸水の気化処理におけるバラ灰色かび病の発病抑制効果と遊離有効塩素量の関係 [発表 2018, 3, 25-27, H30 年度日本植物病理学会大会, 神戸市], 日本植物病理学会報 84 : 212 (講要)

長谷 修・谷中沙妃・Shine-Undarga, D. ・木田理紗子・森田修介・菅原 敬・小林 隆・西沢 隆 (2018) バラ切り花の灰色かび病に対する電解次亜塩素酸水を用いた浸漬処理法の検討 [発表 2018, 9, 27-28, H30 年度日本植物病理学会大会 東北部会, 山形市], 日本植物病理学会報 85 : 40 (講要)

田 朋恵・小林 隆・安藤 正・長谷 修

ケイ酸資材混合豚糞堆肥の施用によるキュウリうどんこ病の抑制効果. [発表 2018, 9, 27-28, H30 年度日本植物病理学会大会 東北部会, 山形市], 日本植物病理学会報 85 : 41 (講要)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長谷 修 (HASE, Shu)

山形大学・農学部・教授

研究者番号 : 10261497

(2) 研究分担者

なし

(3) 研究協力者

小林 隆 (KOBAYASHI, Takashi)

三橋由香理 (Mitsubishi, Yukari)

井上美咲 (INOUE, Misaki)

平里奈 (TAIRA, Rina)

内藤秀哉 (NAITO, Shuya)

加藤俊樹 (KATO, Toshiki)

金子実可 (KANEKO, Mika)

谷中沙妃 (YANAKA, Saki)

田朋恵 (TA, Tomoe)

※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、研究者個人に帰属されます。