

平成 21 年 5 月 30 日現在

研究種目：若手研究 B

研究期間：2007～2008

課題番号：19780036

研究課題名（和文） 植物病原糸状菌の葉面接着制御による病害防除法の基盤整備

研究課題名（英文） Establishment of disease control method for plant pathogenic fungi by the detachment of the spore germlings on the plant surface

研究代表者 池田 健一（IKEDA KENICHI）

神戸大学・自然科学系先端融合研究環重点研究部・助教

研究者番号：40437504

研究成果の概要：

本研究では、いもち病菌の宿主葉面接着能力に着目し、病原菌の接着に関わる分子機構の解明と、宿主接着を阻害することによる新たな病害防除法の可能性について検討した。病原菌の宿主接着はマンノース含有糖タンパク質を含む複合構造により発揮されることが明らかとなった。また、この強固な接着はコラゲナーゼ等の糖タンパク質分解酵素で剥離可能であった。さらに、病原菌を剥離させる能力を有する微生物を自然界より選抜した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,200,000	0	2,200,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
総計	3,400,000	360,000	3,760,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・植物病理学・病害防除

キーワード：遺伝子、微生物、菌類、葉面細菌、病理学、いもち病菌、接着、細胞外物質

1. 研究開始当初の背景

いもち病菌を代表とする孢子伝搬性糸状菌病害は、葉面に孢子が飛来し宿主内部へ侵入が完了する間、葉面に定着し続ける必要がある。さらに、付着器を介した物理的侵入過程では、侵入に伴う植物表面からの反作用が強く働くことが考えられ、さらなる強固な定着が必要である。すなわち、植物病原菌の宿主表面における定着（接着）能力は、主要な病原性因子である。

このような宿主接着は、細胞壁表面を構成する細胞外物質（ECM; extracellular matrix）が寄与すると考えられるが、その構成成分については未だ不明な点が多い。電子顕微鏡を用いた微細構造観察において、ECM は繊維状の物質で構成されており、動物などで認められるコラーゲン物質と類似した性状であることが想定された。

以上のような背景より、ECM の特性を明らかにし、それを剥離する技術が確立できれば、新た

な病害防除法の提案が期待できる。

従来の病害防除は、病原菌に対しての抗菌性、メラニン合成系など侵入に重要な作用点、あるいは植物自身の抵抗性を高める作用を持つ薬剤により防除が行われてきた。しかし、薬剤耐性菌の出現などの諸問題が生じている。持続可能な病害防除の将来を考える上では、多様な防除手段を用意しておく必要があると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、病原菌を植物表面より剥離させる新たな防除法を構築するため、いもち病菌 (*Magnaporthe oryzae*) を用い、(1) その宿主接着機構の特性を生化学、分子生物学レベルで明らかとし、(2) いもち病菌を剥離する酵素群を特定し、さらに(3) それら酵素を生産する微生物群を自然界より選抜することを試みた。

3. 研究の方法

(1) 細胞外物質の特性評価

いもち病菌の孢子懸濁液を調整し、プラスチック上に滴下して発芽、形態分化させ、24 時間後の付着器形成率、接着率を調査した。

細胞外物質の特性を明らかとするために、タンパク質分泌系の阻害剤(シクロヘキシミド、モネンシン、ツニカマイシン、コルヒチン)、糖鎖結合レクチン(ConA, WGA, PSA)、性フェロモン(酵母由来 α -factor)、各種栄養素の添加条件における孢子発芽体の形態分化、接着能力を評価した。また、これら処理条件における植物上での病原性への影響についても評価した。

宿主接着に関わる因子を遺伝子レベルで明らかとするために、RNA サイレncingを行った。細胞表面に存在するタンパク質として知られているヒドロフォピンが宿主接着に関与しているのかを明らかとするために、RNA サイレncingベクターを用いて、標的遺伝子断片をヘアピン構造になるように構築した。サイレncingベクターをいもち病菌に導入し、菌叢表面の疎水能力が失われた菌株を選抜した。得られた変異体について、その形態形成と接着性、および病原性について評価した。

(2) いもち病菌を剥離可能な酵素群の特定

いもち病菌の細胞外物質を分解できる酵素を選抜するために、種々の酵素を用いてその剥離能力について評価した。また、酵素作用はいもち病菌の孢子発芽段階によって異なることが考えられたため、孢子懸濁液滴下直後、1 時間培養後(孢子由来の接着)、6 時間培養後(付着器形成時期)にそれぞれの酵素液を添加した。

また、剥離効果が葉面上でも同様に発揮されるのかを確認するために、SEM を用いて観察を行った。通常の SEM 観察行程では、エタノールによる脱水で植物表面のワックス層が取り除かれ、病原菌が剥離したかどうかの確認ができない。そこで、エタノール脱水行程を行わない試料作製法を行うことで、ワックス層が保存され、酵素処理により病原菌が剥離した痕跡を観察することが可能になった。さらに、それぞれの酵素を処理し、24 時間経過後に洗浄を行い、病斑形成への影響についても調査した。

(3) 病原菌を剥離可能な酵素を分泌する微生物群の選抜

病原菌を剥離する能力を有する微生物群を選抜するために、自然界より種々の方法により選抜を試みた。これまでの成果より、コラゲナーゼなどの糖タンパク質分解酵素が剥離効果を示したことより、コラーゲンを基質として培養し、Coomassie Brilliant Blue (CBB) 染色の程度によりゼラチン分解活性の強い菌株の選抜を行った。微生物源として、①イネ葉面ライブラリーからの分離: 農業環境技術研究所で保有しているイネ葉面ライブラリー(2500 菌株)(図 2)、②葉面

微生物集団よりコラーゲンを基質として前培養を行い、直接選抜した集団、③微生物群衆のレプリカを作製し、複製コロニーにおけるゼラチン分解能力を評価して選抜を行った。

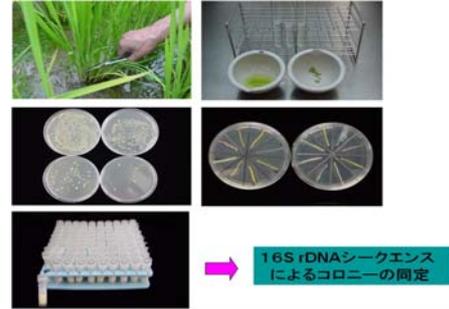


図 1. 農業環境技術研究所保有の葉面ライブラリー

選抜された菌株の特徴付けを進めるために、16S rDNA 配列を PCR ダイレクトシーケンスし、微生物種の同定を試みた。さらに、ゼラチン分解能力の比較、酵素分泌能力の評価、酵素特性の評価(金属要求性の有無)などを行った。

4. 研究成果

(1) 細胞外物質の特性評価

タンパク質分泌系阻害剤を用いた際(図 2)に、孢子懸濁液同時処理区では、全ての処理区において接着性に低下が認められたが、6 時間後処理区では接着性の低下が認められなくなった。このことは、6 時間後までの接着成分の生成により、十分な接着能力を有することが明らかとなった。シクロヘキシミドやモネンシン処理区では、接着能力が低下することに加えて、付着器形成率も低下したことより、阻害剤は多面的に働いていると考えられた。一方、コルヒチンやツニカマイシン処理においては、阻害剤同時処理区においても付着器が形成されたことより、接着に関わる物質の生産性に関わる経路が阻害されていることが示唆された。ツニカマイシンなどはマンノースを含む糖タンパク質分泌経路を作用点としていることより、マンノースを有する糖タンパク質が重要であることが明らかとなった。

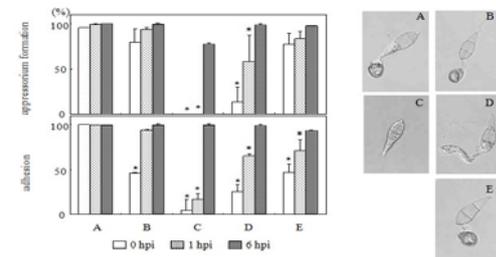


図 2. タンパク質分泌系阻害剤による付着器形成・接着能力への影響。A: control, B: コルヒチン, C: シクロヘキシミド, D: モネンシン, E: ツニカマイシン。

また、接着に関わる因子において糖鎖の役割がどの程度重要であるかを評価するために、各種レクチン処理を行った(図 3)。過去の研究報

告では、高濃度のレクチンを処理した際に付着性が低下した報告がある。しかし、そのような高濃度のレクチン処理区では、付着器形成も阻害され、形態形成における多面的な阻害効果が認められた。レクチン処理濃度を下げた場合に、付着器形成は正常となったが、ConA, WGA 処理区では処理時間が早い場合において接着性が低下した。これよりマンノースやキチンなどの構成要素が接着性に影響を及ぼしていることが明らかとなった。一方、PSA 処理区では接着性に影響が及ぼされなかったことより、マンノースの中でも、1,3-マンノースが接着に関与していることが示唆された。

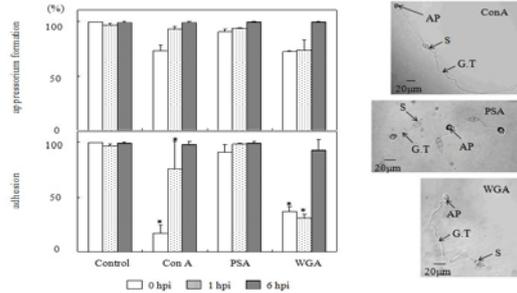


図 3. レクチン処理による付着器形成・接着能力への影響。

各種栄養源を処理した際(図 4)に、グルコースやシュクロースなどの炭素源のみ、あるいは硝酸ナトリウムの窒素源のみを添加した場合、付着器形成や接着性には影響を及ぼさなかった。一方、天然栄養源を処理した場合、カゼインエキス、モルトエキスなどでは同様に付着器形成や接着性に影響は無かったが、酵母エキスや肉エキスを処理した場合は膨潤して分岐に富んだ菌糸が伸展し、付着器形成は認められず、接着能力も大きく低下した。このことは、酵母エキスや肉エキスに含まれる成分がいもち病菌の形態分化を攪乱し、これまでに認識されなかった形態分化へと導く能力を有していることが明らかとなった。

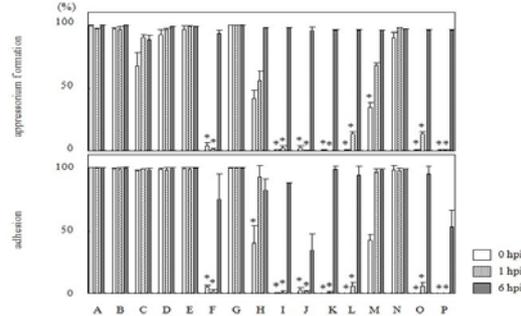


図 4. 各種栄養源添加時における付着器形成・接着能力への影響. A: control, B: glucose, C: sucrose, D: casamino acid, E: sodium nitrate, F: beef extract, G: malt extract, H: peptone, I: soytone, J: yeast extract, K: beef extract + glucose, L: beef extract sucrose, M: peptone + glucose, N: peptone + sucrose, O: yeast extract + glucose, P: yeast extract + sucrose.

酵母エキス処理において、付着器形成が認められなかった結果より、酵母エキスに含まれる性フェロモン α -factor が関与している可能性が考えられた。そこで、 α -factor を処理したところ(図

5)、付着器形成は阻害されたが、接着能力は保持していた。このことは、酵母エキスに含まれているフェロモン以外の成分が形態分化に影響を及ぼすことを示唆している。さらに、 α -factor は既報によると、一方の交配型のみには付着器形成阻害を引き起こしたが、今回の研究により、交配型に依存せず、いずれの交配型菌株にも付着器形成を阻害することが明らかとなった。

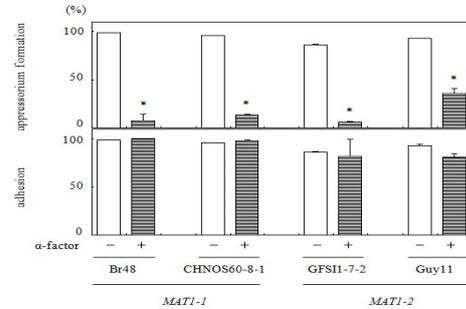


図 5. α -factor 処理の付着器形成・接着能力への影響。

以上のように様々な栄養源を処理した際に、多様な形態分化を導くことが示された。このような多様に分化した孢子発芽体の糖鎖組成の変化を調査するために、FITC 標識した各種レクチンを処理した(図 6)。WGA 処理区ではいずれの場合も陽性反応が認められたことより、キチンはいずれの条件でも検出されていた。一方、ConA 処理した場合には、接着能力が消失した処理区において陽性反応が認められなかった。

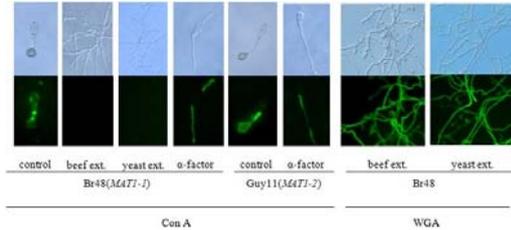


図 6. 栄養源・フェロモン処理によるレクチン結合性の違い。

さらに、遺伝子レベルで細胞接着に関わる因子を明らかとすることを試みた。着目した遺伝子は、細胞外層を構成しているヒドロフォビンを RNA サイレncing法により機能解析を行った。蒸留水あるいは Tween 20 を滴下し、その浸水性を評価することで、サイレンシングが起こった程度の異なる複数の菌株を得た(図 7)。

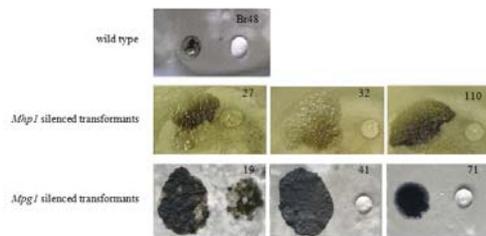


図 7. ヒドロフォビンの RNA サイレncing 変異株における浸水性評価。

得られた変異体をオートミール培地上で培養し、気中菌糸を回収して total RNA を抽出し、ノーザン分析を行った(図 8)。Mpg1 サイレンシング株系統においては、浸水性の程度と RNA 発現量の抑制程度に相関性が認められた。一方、Mhp1 サイレンシング株系統のノーザン解析を試みたが、野生株においても Mhp1 の発現量が低かったことより、検出レベル以下であった。

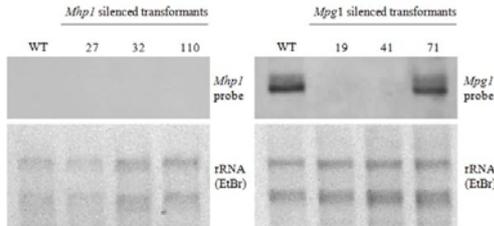


図 8. ノーザン分析による各サイレンシング株系統における Mhp1, Mpg1 遺伝子の発現様式。

Mhp1 の発現量が低かったことより、得られた total RNA より cDNA を合成し、RT-PCR を行った。Mpg1 サイレンシング系統ではノーザン解析と同様の結果が得られ、Mhp1 では、PCR 反応のサイクル数を増やさなければバンドが検出できず、発現量の差を評価できなかつた。

得られた各サイレンシング系統における付着器形成と接着能力を評価した。Mpg1 サイレンシング系統は付着器形成が抑制、遅延し、接着能力も低下していた。一方、Mhp1 サイレンシング系統は付着器形成に若干の影響が認められたが、接着性に影響が認められなかつた。

得られた Mpg1 サイレンシング系統の病原性を評価した。通常の接種条件では、6 日後に野生株と同等の病原性を示したが、接種後 6 時間後に葉を洗浄したところ、Mpg1 の RNA 発現量が最も抑制された株(No. 19)は、病斑形成が抑制された(図 9)。一方、Mhp1 サイレンシング系統はいずれも病斑が形成された。

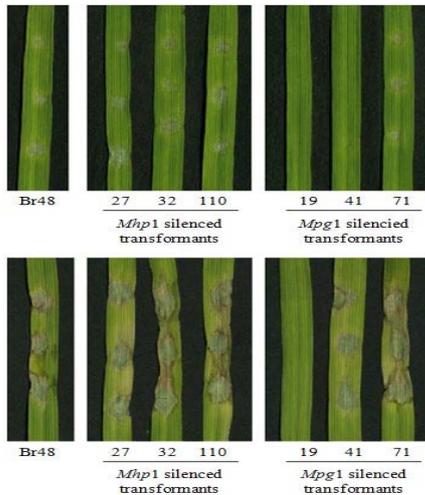


図 9. 洗浄処理を施した各サイレンシング系統の病原性。

上段:接種 3 日後、下段:接種 6 日後。

以上の結果より、細胞表層における接着に関わる因子の構成様式についての新たな知見が得られた。キチンを骨格とした基盤において、ハイドロフォビンの一種である Mpg1 が層構造を形成し、1,3-マンノースを有する糖タンパク質が高次の複合体を形成することによって接着性が高められていることが考えられた。

(2)いもち病菌を剥離する酵素群の特定

いもち病菌の剥離効果を有する酵素群の選抜をプラスチック上で行った(図 10)。糖質、脂質、タンパク質、糖タンパク質をそれぞれ分解する酵素を用いた。その結果、同時処理においては、多くの酵素で剥離効果が認められたが、それは付着器形成の阻害など多面的な影響がほとんどであった。その一方で、コラゲナーゼなどの糖タンパク質分解酵素処理では、付着器形成に影響を与えることなく、剥離作用を示した。これら糖タンパク質分解酵素は、付着器まで形成した 6 時間後においても剥離作用が認められた。この結果は、糖タンパク質分解酵素が病原菌の剥離効果に有効であることが明らかとなった。

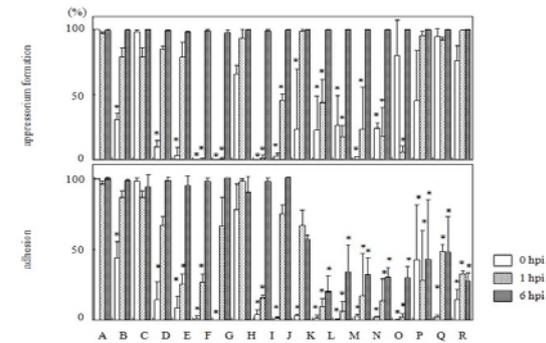


図 10. 各種酵素処理における付着器形成・接着能力への影響。A: control, B: glucanase, C: α -glucosidase, D: α -mannosidase, E: β -mannosidase, F: α -mannosidase, G: pepsin, H: protease, I: trypsin, J: lipase, K: pronase E, L: collagenase (crude), M: collagenase I, N: collagenase 4, O: collagenase V, P: collagenase X, Q: collagenase N-2, R: collagenase S-1, S: gelatinase B.

剥離効果の認められた酵素が、その効力を実際に植物葉面でも発揮しているのかを SEM を用いて観察した(図 11)。病原菌を接種後 6 時間後に酵素液を処理し、1 日経過後に葉面を洗浄した。ワックスを保存した状態で試料作製を行い、SEM 観察したところ、剥離効果の認められたコラゲナーゼ処理区では、病原体の接着した領域のみワックスが分解された痕跡が観察された。

このような剥離作用を有する酵素が見出されたことより、病原菌を接種し、6 時間後に各種酵素を添加して反応させ、さらに 24 時間後に洗浄処理を施した(図 12)。その結果、糖タンパク質分解酵素の多くでは病原性の低下が確認された。しかしながら、全てのコラゲナーゼが同様に病原性を低下させることは無かつた。これは葉面における酵素の効果がそれぞれの酵素タイプにより異なる可能性を示唆している。高い病害抑制効

果を示した酵素は、collagenase (crude), collagenase S-1, gelatinase Bであった。また、接着能力の低下が認められなかったリパーゼにおいては病原性が低下したが、接着性以外にもシグナル伝達系の遮断などの要因も考えられた。以上の結果より、コラゲナーゼなどの糖タンパク質分解酵素を処理することで病原菌の剥離作用による病害防除が可能であることが示された。

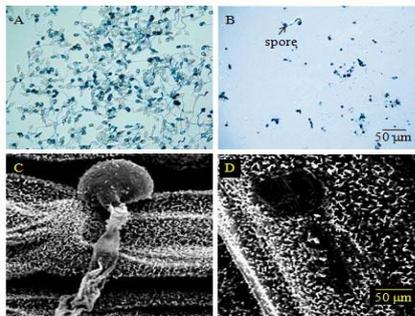


図 11. 各種酵素処理によって剥離された病原体の痕跡。

A: プラスチック上(A: 無処理, B: コラゲナーゼ処理), 植物上(C: プロテアーゼ処理, D: コラゲナーゼ処理)。

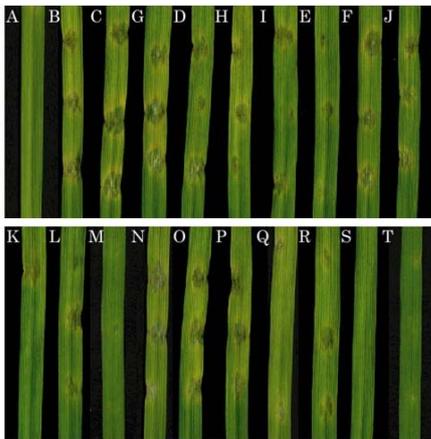


図 12. 各種酵素処理を施した際の病原性の違い。

A: control, B: glucanase, C: α -glucosidase, D: α -mannosidase, E: β -mannosidase, F: α -mannosidase, G: α -chymotrypsin, H: pepsin, I: protease, J: trypsin, K: lipase, L: pronase E, M: collagenase (crude), N: collagenase I, O: collagenase 4, P: collagenase V, Q: collagenase X, R: collagenase N-2, S: collagenase S-1, T: gelatinase B.

(3) 病原菌を剥離可能な酵素を分泌する微生物群の選抜

病原菌を剥離する能力を有する微生物群を、自然界より種々の方法により選抜を試みた。

① イネ葉面ライブラリーからの分離:

農業環境技術研究所で保有しているイネ葉面ライブラリー(2500 菌株)(図 1)からの選抜を行った。96 穴プレートで保存菌株を培養し、ゼラチン含有 96 穴プレートへ培養菌株を添加して、CBB 染色によりゼラチン分解活性を評価した。その結果、*Nocardioides* sp. に属する菌株が高いゼラチン分解活性を示した。

② 葉面の微生物集団からの直接分離:

神戸大学農学部附属食資源センター圃場のイネ葉を磨砕し、リン酸緩衝液に懸濁後、コーラ

ゲンを基質として前培養を行い、生育してきた菌株のゼラチン分解活性を評価した。イネ葉磨砕抽出液の培養前後でどのような微生物が存在するのか、それぞれの処理区より形成されたコロニーを任意に分離し、rDNA 塩基配列を決定して種の同定を行った。培養前においては、*Sphingomonas* sp. および *Microbacterium* sp. が優占種となったが、培養後は *Sphingomonas* sp., *Roseateles* sp., *Serratia* sp. および *Acidovorax* sp. が分離された。また、前培養した一部の微生物群のゼラチナーゼ活性を評価した結果、前培養前に分離された微生物群と比較して、ゼラチン分解活性の強い菌株が多く得られた。この結果より、基質を添加して前培養を行うことで、目的の酵素活性を有する微生物を選抜する効率が高まることが示された。

③ レプリカ法を用いた微生物の分離:

ゼラチン分解活性をより効率良く評価するために、生育したコロニーを滅菌したフィルターに移し、ゼラチンを含んだシャーレで培養し、CBB 染色を行ってゼラチン分解活性を持つ菌株だけを単離した。その結果、新たに *Cryseobacterium* sp. と *Pseudomonas* sp. が選抜された。

これら微生物の培養液をいもち病菌孢子懸濁液に混合し、剥離効果を評価した(図 18)。その結果、同時処理の場合には、コラゲナーゼと同程度の剥離効果を示した。培養 6 時間後においては、コラゲナーゼほどの剥離効果は認められなかったが、水処理区と比較して、有意な剥離効果が認められた。

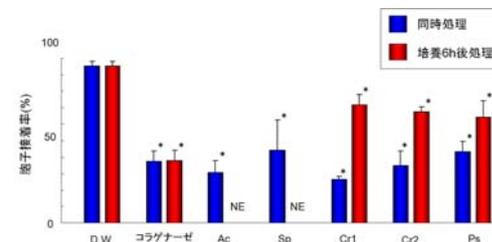


図 18. 各微生物のいもち病菌に対する剥離効果。

Ac: *Acidovorax* sp., Sp: *Sphingomonas* sp., Cr1 and Cr2: *Cryseobacterium* sp., Ps: *Pseudomonas* sp.

以上のような行程で選抜された微生物の生産する酵素の特徴付けを進めるために、ゼラチン分解活性にどのような金属を必要とするのか検討を行った。金属キレート剤である EDTA を処理した際に *Acidovorax* sp., *Sphingomonas* sp., *Cryseobacterium* sp. ではゼラチン分解活性が濃度依存的に阻害されたのに対して *Pseudomonas* sp. では阻害されなかった。EDTA によって阻害されたゼラチン分解活性は、どの金属を補うと回復するのかを調査した。コラゲナーゼ、*Acidovorax* sp. や *Sphingomonas* sp. は、カルシウムイオンを補うことでゼラチン分解活性が回復したが、*Cryseobacterium* sp. は、亜鉛イオンを添加することでゼラチン分解活性が回復した。このように選抜された菌株によって分泌する酵素の

特徴は異なっており、興味深い。今後は更なる特徴付けを進めていく必要がある。

本研究により、自然界からいもち病菌を剥離する能力を有する微生物群を選抜してくることに成功した。これによって、病原菌を剥離するアプローチによる新たな病害防除法の開発に向けた基盤が構築された。得られた微生物から分泌される酵素がいもち病菌に対してどのような効力を発揮するのか、より詳細な調査が必要である。さらに、今後は、イネ葉上において選抜された微生物が定着し、病害防除効果を発揮できるのかどうかを評価する研究が必要である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 4件)

- ① Hyon GS, Muranaka Y, **Ikeda K**, et al. (2009) The extracellular matrix produced from *Alternaria alternata* Japanese pear pathotype plays a possible role of adhesion on the surfaces of host leaves during plant infection. *Journal of Electronic Microscope Technology for Medicine and Biology* 23: in press. (査読有)
- ② Park P, **Ikeda K** (2008) Ultrastructural analysis of responses of host and fungal cells during plant infection. *Journal of General Plant Pathology* 74: 2-14. (査読有、総説)
- ③ Inoue K, Suzuki T, **Ikeda K**, et al. (2007) Extracellular matrix (ECM) of *Magnaporthe oryzae* may have role in host adhesion during fungal penetration and is digested by matrix metalloproteases. *Journal of General Plant Pathology* 73: 388-398. (査読有)
- ④ Park P, **Ikeda K**, Shimizu N, et al. (2007) Cell responses of host and pathogen cells in plant infection. *PSJ Plant Microbe Interactions Symposium Report* 43: 77-86. (査読無)

[学会発表] (計 16 件)

- ① 井上加奈子, **池田健一**, 中屋敷均, 朴杓允 (2009) いもち病菌におけるハイドロフォビンの接着性と病原性に及ぼす影響. 平成21年度日本植物病理学会大会 p. 160. (山形大学, 3月)
- ② 井上加奈子, **池田健一**, 朴杓允 (2008) いもち病菌におけるハイドロフォビン(Mpg1)の病原性への影響. 第1回神戸大学バイオサイエンス研究会・若手研究者交流会(神戸大学) (11月)
- ③ **池田健一**, 井上加奈子, 朴杓允 (2008) 糖タンパク分解酵素によるいもち病菌の感染器官の剥離効果. 第1回神戸大学バイオサイエンス研究会・若手研究者交流会(神戸大学, 11月)
- ④ 井上加奈子, **池田健一**, 中屋敷均, 朴杓允 (2008) いもち病菌におけるハイドロフォビン(Mpg1)の接着能力への影響. 糸状菌分子生物学コンファレンス(石川県文教会館, 11月)
- ⑤ **Ikeda K**, Inoue K, Park P (2008) Possible roles of extracellular matrix (ECM) in phytopathogenic fungus *Magnaporthe oryzae*. 9th Asia-Pacific Microscopy Conference, Jeju, Korea, Nov. 2-7, P. 160.
- ⑥ 目黒紘子, 井上加奈子, **池田健一**, 朴杓允 (2008) 各種糸状菌の胞子発芽過程における貯蔵物質の代謝変動.

日本植物病理学会(和歌山ビッグ愛, 9月)

- ⑦ 朴杓允, **池田健一**, 金丸研吾 (2008) 細胞像の読み取り. 医学生物学電子顕微鏡技術学会 P. 32. (神奈川歯科大学, 5月)
- ⑧ **池田健一**, 朴杓允 (2008) 植物 - 植物病原糸状菌相互作用における活性酸素の役割. 医学生物学電子顕微鏡技術学会 P. 18. (神奈川歯科大学, 5月)
- ⑨ 井上加奈子, **池田健一**, 朴杓允 (2008) いもち病菌の胞子発芽における天然栄養源の影響. 日本植物病理学会 P. 83. (くにびきメッセ, 松江, 4月)
- ⑩ 下井沙紀, **池田健一**, 山崎将紀, 對馬誠也, 朴杓允, (2008) イネ葉面フローラからのコラゲナーゼ活性を有する微生物のスクリーニング. 日本農芸化学会 p.74. (名城大学, 3月)
- ⑪ Inoue K, **Ikeda K**, Park P (2007) Possible roles of the extracellular matrix (ECM) from *Magnaporthe oryzae* during the fungus-host adhesion. The 4th International rice blast conference, Changsha, China, Oct. 9-14, p.81.
- ⑫ **Ikeda K**, Shi-na K, Kadotani N, et al. (2007) MoDim2, the *Magnaporthe oryzae* methyltransferase orthologous to *Neurospora crassa* Dim-2 is dispensable for the life cycle of the fungus in nature. 4th International rice blast conference, Changsha, China, Oct. 9-14, p.90.
- ⑬ Kawasaki S, **Ikeda K**, Hirano K (2007) Development of targeted evolution system of resistance genes LRR (leucine-rich repeat) to recognize blast surface protein. 4th International rice blast conference, Changsha, China, Oct. 9-14, p.29.
- ⑭ **池田健一**, 田中正起, 村田聡樹, et al. (2007) いもち病菌のシトシンDNAメチル化は 同菌の生活環において必須ではない. 日本植物病理学会関西部会, p.24. (岐阜大学, 10月)
- ⑮ 井上加奈子, **池田健一**, 朴杓允 (2007) いもち病菌の胞子発芽における接着能力. 日本植物病理学会関西部会, p.26. (岐阜大学, 10月)
- ⑯ 井上加奈子, **池田健一**, 朴杓允 (2007) いもち病菌感染器官の各種阻害剤処理による剥離効果. 日本植物病理学会大会, p.70. (宇都宮大学, 3月)

[図書] (計 2 件)

- ① **池田健一**, 土佐幸雄; 病原性に関わる遺伝子. in 「菌類の事典」日本菌学会編、朝倉書店(印刷中)
- ② Park, P., **Ikeda K**, Shimizu, N., Jiang, S., Hosogi, N., Hyon, G. S. and Inoue, K. (2007) Cell responses of host and pathogen cells in plant infection. in *PSJ Plant Microbe Interactions Symposium Report* 43: 77-86.

6. 研究組織

(1) 研究代表者: 池田健一 (IKEDA KENITHI)

神戸大学・自然科学系先端融合研究環重点研究部・助教
研究者番号: 40437504

○ 研究協力者:

朴杓允 (神戸大学・農学研究科・教授)
中屋敷均 (神戸大学・農学研究科・准教授)
土佐幸雄 (神戸大学・農学研究科・教授)
山崎将紀 (神戸大学・農学研究科・助教)
對馬誠也 (農業環境技術研究所)
尾上孝利 (大成学院大学)