

氏名(本国籍)	WEDIPPULI ARACHCHIGE CHANDANIE (スリランカ民主社会主義共和国)		
学位の種類	博士(農学)		
学位記番号	農博甲第437号		
学位授与年月日	平成19年3月13日		
学位授与の要件	学位規則第3条第1項該当		
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物環境科学専攻		
研究指導を受けた大学	岐阜大学		
学位論文題目	Study on Interactions between Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Plant Growth Promoting Fungi (アーバスキュラー菌根菌と植物生育促進菌類の相互作用に関する研究)		
審査委員会	主査	岐阜大学 教授	百町 満朗
	副査	岐阜大学 助教授	松原 陽一
	副査	信州大学 助教授	久我 ゆかり
	副査	静岡大学 教授	河岸 洋和

### 論文の内容の要旨

アーバスキュラー菌根菌(AMF)や植物生育促進菌類(PGPF)を利用していく上で、これら2種の菌類間における相互作用が相乗的か拮抗的であるかを明らかにすることは重要である。本研究では、AMFである *Glomus mosseae* と PGPF である *Phoma* sp. GS8-2、GS8-3、*Penicillium simplicissimum* GP17-2、*Trichoderma harzianum* GT3-2 を組合せて同時に接種したときの2種の菌類間の相互作用の解明を目的としたものである。

キュウリ(*Cucumis sativus* L.)の播種時に *G. mosseae* と各 PGPF 菌株を土壌接種し4週間および6週間栽培後、それぞれの菌のキュウリ根への定着を調べた。*G. mosseae* と組合せ接種したときの *Phoma* GS8-2 と GS8-3 の栽培4週間目における定着割合は、単独接種した場合に比べ著しく低かった(減少率はそれぞれ82%、84%)。同様の結果が栽培6週間目においてもみられた。*P. simplicissimum* GP17-2 と *T. harzianum* GT3-2 については、定着に加えて根圏土壌における菌量も調べた。栽培4週間目と6週間目における *P. simplicissimum* GP17-2 の定着と根圏土壌中の菌量に *G. mosseae* との組合せ接種による影響はみられなかった。栽培4週間目の *T. harzianum* GT3-2 の定着と根圏土壌中の菌量も *G. mosseae* との組合せ接種による影響はみられなかったが、栽培6週間目においては定着率と菌量が僅かに減少した。一方、*G. mosseae* のキュウリ根への定着に関しては、

*Phoma* sp.や *P. simplicissimum* との組合せ接種による影響はみられなかったが、*T. harzianum* との組合せ接種では定着率の増加がみられた。*G. mosseae* と各 PGPF 菌株を組合せ接種したときの植物の生育促進効果を調べた。*G. mosseae* と *Phoma* sp.あるいは *P. simplicissimum* を組合せ接種した場合は、*Phoma* sp.や *P. simplicissimum* を単独接種したときと同等の生育促進効果を示し、組合せ接種による相乗的な生育促進効果はみられなかった。一方、興味深いことに *G. mosseae* と *T. harzianum* を組合せ接種すると *T. harzianum* を単独接種したときより栽培 4 週間目と 6 週間目において高い生育促進効果を示すなど相乗的な効果が認められた。

*G. mosseae* と各 PGPF 菌株を組合せ接種したときのキュウリにおける炭疽病に対する抵抗性の誘導の有無について調べた。*G. mosseae* と PGPF を単独あるいは組合せてキュウリの根に接種し 4 週間栽培後、病原菌 (*Colletotrichum orbiculare*) の孢子懸濁液 ( $10^4$ 、 $10^5$  spores/ml<sup>1</sup>) を本葉第 2 葉に接種した。その結果、いずれの PGPF 菌株を接種した場合でも地上部の炭疽病に対し高い病害抑制効果を示した。*G. mosseae* を単独接種した場合は病害抑制はみられなかった。*Phoma* GS8-2 と GS8-3 を単独接種したときの防除率は病原菌濃度  $10^4$  と  $10^5$  spores/ml<sup>1</sup> においてそれぞれ 82% と 71% および 51% と 36% であったが、*G. mosseae* と組合せ接種したときにはそれぞれ 63% と 57% および 28% と 19% と低下した。一方、*P. simplicissimum* GP17-2 の単独接種と *G. mosseae* との組合せ接種を比較すると、病原菌濃度  $10^4$  と  $10^5$  spores/ml<sup>1</sup> においてそれぞれ 79% と 65% および 77% と 60% と両者ともに高い防除効果がみられた。*T. harzianum* の単独接種と *G. mosseae* との組合せ接種をした場合でも同様に、病原菌濃度  $10^5$  spores/ml<sup>1</sup> においてそれぞれ 60% と 64% と同等に高く、組合せ接種による効果の違いはみられなかった。

次に、*G. mosseae* と PGPF 菌株を組合せ接種したキュウリにおける苗立枯病の発病抑制について調べた。立枯病原菌には *Rhizoctonia solani* AG-4 HGII Mat7 を用いた。病原菌は *G. mosseae* と PGPF を組合せて接種するときと同時に、または 7 日後あるいは 12 日後に接種した。*G. mosseae* と各 PGPF の組合せにおいて病原菌を同時接種した場合には病害抑制はみられなかったものの、病原菌を 7 日または 12 日後に接種した場合には有意な病害抑制効果が認められた。*P. simplicissimum* GP17-2 や *T. harzianum* GT3-2 を *G. mosseae* と組合せ接種した場合は、病原菌を 7 日後および 12 日後に接種したときの防除率はそれぞれ 71% と 72% および 61% と 68% であり、それらを単独接種したときの 54% と 48% および 53% と 56% よりも有意に高い防除率を示した。すなわち、PGPF 菌株と *G. mosseae* の組合せ接種による相乗的な防除効果がみられた。*G. mosseae* と PGPF 菌株を組合せ接種して栽培したキュウリの胚軸地際部に苗立枯病の病原菌 *R. solani* Mat7 を接種し、発病抑制程度から抵抗性の誘導の有無を調べた。その結果、*P. simplicissimum* や *T. harzianum* の単独接種、あるいはこれらの菌と *G. mosseae* との組合せ接種のいずれでもキュウリ苗立枯病を抑制し、抵抗性の誘導が認められた。しかしながら、PGPF 菌株による抵抗性の誘導に *G. mosseae* との組合せ接種による相乗的な効果はみられなかった。

以上の結果、*G. mosseae* のキュウリ根への定着は PGPF との組合せ接種でほとんど変化しないが、PGPF の定着は用いた菌株によっては *G. mosseae* との組合せ接種により著しく抑制されるものと抑制されないものがあることが明らかになった。また、*G. mosseae* との組合

せ接種によって生じる PGPF のキュウリ根への定着の促進や抑制は、生育促進効果の増減や地上部や地下部病害の抑制程度の増減に密接に関連することも明らかとなった。これらの結果は、今後の有用菌類を組み合わせた生物防除法の確立に利用されるものと期待される。

## 審 査 結 果 の 要 旨

本論文の公開学位論文発表会は、審査委員全員を含む関連教員や学生の出席者のもと、平成19年1月22日(月)午後3時30分より岐阜大学連合大学院棟6F会議室において実施された。

本論文は、アーバスキュラー菌根菌(AMF)と植物生育促進菌類(PGPF)の2種の菌類間の相互作用の解明を目的に一連の研究を行なったものである。研究には、AMFである *Glomus mosseae* と PGPF である *Phoma* sp. GS8-2、GS8-3、*Penicillium simplicissimum* GP17-2、*Trichoderma harzianum* GT3-2 を用いている。

キュウリ(*Cucumis sativus* L.)の播種時に *G. mosseae* と各 PGPF 菌株を土壌接種し4週間および6週間栽培後、それぞれの菌のキュウリ根への定着を調べた。*G. mosseae* と組合せ接種したときの *Phoma* の定着割合は、単独接種した場合に比べ著しく低下したが、*P. simplicissimum* GP17-2 と *T. harzianum* GT3-2 の定着と根圏土壌中の菌量は *G. mosseae* との組合せ接種による影響はみられなかった。一方、*G. mosseae* のキュウリ根への定着に関しては、*Phoma* sp. や *P. simplicissimum* との組合せ接種による影響はみられなかったが、*T. harzianum* との組合せ接種では定着率の増加がみられた。

*G. mosseae* と各 PGPF 菌株を組合せ接種したときの植物の生育促進効果を調べたところ、*G. mosseae* と *Phoma* sp. あるいは *P. simplicissimum* を組合せ接種した場合は相乗的な生育促進効果はみられなかったが、*G. mosseae* と *T. harzianum* を組合せ接種すると相乗的な効果が認められた。

*G. mosseae* と各 PGPF 菌株を組合せ接種したときのキュウリにおける炭疽病に対する抵抗性の誘導の増減について調べたところ、*Phoma* GS8-2 と GS8-3 は *G. mosseae* と組合せ接種することで、抵抗性誘導能は低下したのに対し、*P. simplicissimum* GP17-2 と *T. harzianum* の場合は、組合せ接種による抵抗性誘導能の違いはみられなかった。

次に、*G. mosseae* と PGPF 菌株を組合せ接種したキュウリにおける苗立枯病の発病抑制について調べた。立枯病原菌には *Rhizoctonia solani* AG-4 HGII Mat7 を用いた。病原菌は *G. mosseae* と PGPF を組合せて接種するときと同時に、または7日後あるいは12日後に接種した。その結果、*P. simplicissimum* GP17-2 や *T. harzianum* GT3-2 を *G. mosseae* と組合せ接種した場合では、*G. mosseae* との組合せ接種による相乗的な防除効果がみられた。

*G. mosseae* と PGPF 菌株を組合せ接種して栽培したキュウリの胚軸地際部に苗立枯病の病原菌 *R. solani* Mat7 を接種し、発病抑制程度から抵抗性の誘導の有無を調べた結果、*G. mosseae* との組合せ接種による抵抗性の誘導の相乗的な効果はみられなかった。

以上の結果、*G. mosseae* のキュウリ根への定着は PGPF との組合せ接種でほとんど変化しないが、PGPF の定着は用いた菌株によっては *G. mosseae* との組合せ接種により著しく抑制されるものと抑制されないものがあることが明らかになった。また、*G. mosseae* との組合せ接種によって生じる PGPF のキュウリ根への定着の促進や抑制は、生育促進効果の増減や地上部や地下部病害の抑制程度の増減に密接に関連することも明らかとなった。これらの結果は、今後の有用菌類を組み合わせた生物防除法の確立に利用されるものと期待される。

以上、本研究で得られた結果は、有用菌類を用いた生物防除法の確立に向けて基礎的かつ重要な知見を提供しており、このことから、審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものと認めた。

#### 基礎となる学術論文

1. Chandanie WA, Kubota M and Hyakumachi M. 2006. Interactions between plant growth promoting fungi and arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and induction of systemic resistance to anthracnose disease in cucumber. *Plant and Soil* 286: 209-217.
2. Chandanie WA, Kubota M and Hyakumachi M. 2005. Interaction between arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and plant growth promoting fungus *Phoma* sp. on their root colonization and growth promotion of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Mycoscience* 46: 201-204.