

## 学位論文審査の結果の要旨

### Summary of Doctoral Dissertation Examination

氏 名/Name	富永 貴哉										
審査委員 Examining Committee	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">Chief Examiner 主 査</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">上中 弘典 (署名)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">Assistant Examiner 副 査</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">児玉基一朗 (署名)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">Assistant Examiner 副 査</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">佐久間 俊 (署名)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">Assistant Examiner 副 査</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">丸田 隆典 (署名)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">Assistant Examiner 副 査</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">岡崎 伸 (署名)</td> </tr> </table>	Chief Examiner 主 査	上中 弘典 (署名)	Assistant Examiner 副 査	児玉基一朗 (署名)	Assistant Examiner 副 査	佐久間 俊 (署名)	Assistant Examiner 副 査	丸田 隆典 (署名)	Assistant Examiner 副 査	岡崎 伸 (署名)
Chief Examiner 主 査	上中 弘典 (署名)										
Assistant Examiner 副 査	児玉基一朗 (署名)										
Assistant Examiner 副 査	佐久間 俊 (署名)										
Assistant Examiner 副 査	丸田 隆典 (署名)										
Assistant Examiner 副 査	岡崎 伸 (署名)										
題 目 Title	Molecular mechanisms regulating <i>Paris</i> -type arbuscular mycorrhizal symbiosis in <i>Eustoma grandiflorum</i>										
<p>審査結果の要旨 (2,000字以内) /Summary of Doctoral Dissertation Examination (Within 1200 words)</p> <p>本学位論文は、富永貴哉氏が植物とアーバスキュラー菌根(AM)菌間の共生系についての研究を行った結果、形成される AM の形態により共生の制御システムが異なること、ならびに AM 菌の菌糸分岐を促進する新規物質の存在を明らかにしたものである。</p> <p>陸上植物種の約7割以上がグロムス亜門に属する AM 菌と共生関係を構築しており、宿主植物は自身の光合成産物を AM 菌に分け与える代わりに、AM 菌から土壤中のリンや窒素を受け取っている。一方で、宿主植物の分類群に応じて AM 菌の根内菌糸の形態は多様に変化する。多くの作物種では AM 菌の菌糸が皮層細胞間隙を伸長させ、<i>Arum</i> 型と呼ばれる形態型の AM を形成するのに対し、主に林床植物や木本類などでみられる <i>Paris</i> 型 AM では、AM 菌の菌糸は皮層細胞内を伸長し、樹枝状体が分岐した菌糸コイルを形成される。<i>Arum</i> 型 AM を形成する植物を用いた研究から、複数の植物ホルモンとそれらのシグナル伝達経路が AM 共生の制御に関わることが明らかになってきた。ストリゴラクトン (SL) は、根圏に放出された後、AM 菌の孢子発芽や菌糸分岐を促進する。これにより、宿主植物は土壤中の AM 菌を誘引し、共生を成立させる。また、ジベレリン (GA) 処理した植物では AM 菌の感染や樹枝状体の形成が強く阻害されることが報告されている。しかしながら、これらの AM 共生に関する知見は <i>Arum</i> 型 AM を形成するモデル植物に限定されており、<i>Paris</i> 型 AM 共生における制御機構は未知である。そこで本研究では、<i>Paris</i> 型 AM を形成するリンドウ科植物の中でもゲノム解読が行われており、かつ遺伝子組換え実験系が確立されているトルコギキョウ (<i>Eustoma grandiflorum</i>) を用いて、<i>Paris</i> 型 AM 共生制御の分子機構を解明することを目的とした。</p>											

まず、GA の効果が *Paris* 型 AM 共生でも保存されているかを検証するため、トルコギキョウに GA を処理し、同時に AM 菌 *Rhizophagus irregularis* を接種した。その結果、同じ培養条件で栽培したマメ科植物ミヤコグサでは GA 処理によって AM 菌の感染が強く阻害されていたのに対し、GA 処理したトルコギキョウでは AM 菌の感染が劇的に増加した。特に、GA 処理しにより AM 共生初期に見られる AM 菌の菌糸分岐や付着器の形成などが顕著に促進されていた。そのため、*Paris* 型 AM 共生は *Arum* 型とは異なる分子機構を介して制御されていると考えられた。

次に、ミヤコグサ、ニンジン、トルコギキョウの 3 種を用いた比較トランスクリプトーム解析を実施した。ニンジンが形成する中間型 AM では菌糸コイルが見られないものの、*Paris* 型 AM と同様に AM 菌の菌糸が皮層細胞内を伸長する特徴をもつ。解析の結果、ミヤコグサとニンジンの菌根では、AM 共生に必須な遺伝子の発現量が GA 処理によって有意に減少した。この結果は、GA 処理による AM 菌の感染率への影響と一致していた。一方で、GA 処理によって AM 菌の感染が促進されたトルコギキョウでは、AM 共生関連遺伝子の発現量は増加していた。すなわち、*Arum*・中間型 AM 共生は GA により阻害されるのに対し、*Paris* 型 AM 共生は GA 非感受性であると推測された。

最後に、GA 処理したトルコギキョウがいかんして根圏における *R. irregularis* の菌糸分岐を誘導したのか明らかにするため、トランスクリプトーム解析結果から GA 存在下で生合成が促進される二次代謝産物の同定を行い、その菌糸分岐誘導活性を評価した。その結果、GA 処理したトルコギキョウ菌根でリンドウ科特有の苦み配糖体ゲンチオピクロシド (GPS) とスウェルチアマリン (SWM) の生合成経路が活性化されること、および GPS と SWM は 1–100 nM の範囲で *Rhizophagus* 属菌のみの菌糸分岐を有意に促進することが明らかになった。さらに、GPS はトルコギキョウと系統的に大きく異なるチャイブと *R. irregularis* の共生を有意に促進した。加えて、SL とは異なり、作物生産において甚大な被害をもたらす根寄生植物の種子発芽を誘導しなかった。

以上のように、本研究により *Paris* 型 AM 共生は他の形態型の AM を形成する宿主植物とは異なる上流経路を介して成立するという、AM 共生の分子機構解明において重要な知見が得られた。また、SL とは異なる AM 菌の菌糸分岐を促進する物質を新規にリンドウ科植物より同定した。本成果は植物科学分野において非常にインパクトがある研究成果であり、AM 共生の促進により安定した作物生産の実現を可能とするバイオスティミュラント資材の開発にもつながると期待されている。従って、本論文は学位論文として十分な価値を有するものと判定した。