

宇宙環境を利用した植物と微生物の共生関係解明の可能性

筑波大 富田-横谷香織、日大 青木俊夫、筑波大 太田誠一、農環研 藤井義晴、筑波大 田村憲司・吉田滋樹・橋本博文、JAXA 山下雅道

Possibility of the elucidation of symbiotic relation of plant-microbe under the space environment

*Kaori Tomita-Yokotani**, *Toshio Aoki*, *Seiichi Ohta*, *Yoshiharu Fujii*, *Kenji Tamura*, *Shigeki Yoshida*, *Hirofumi Hashimoto*, *Masamichi Yamashita*

*Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305-8572, Japan

E-Mail: kaboka@sakura.cc.tsukuba.ac.jp

Abstract: There are some cases of symbiotic relation such as allelopathy, endophyte and symbiosis of Fabaceae plant. The growth and distribution of endophyte, *Neothyphodium*, in its host plant, tall fescue, *Festuca arundinacea*, were investigated during the seed germination stage under pseudo-microgravity. The hyphae of endophyte in the seed part were gradually unclear during the seed germination. Hyphae might be autolysis during seed germination. The wall component of endophyte was different during the earth control and pseudo-microgravity. A change in the carbohydrate metabolism of the fungus and the plant due to the pseudo-microgravity was suggested. We found the different functions of the endogenous enzyme grown under normal gravity and pseudo-microgravity. The mechanisms related to gravity during early germination stage of endophyte infected plant might be very complicated.

Key words; allelopathy, endophyte, plant-microbe, space condition, symbiosis.

我々は、これまでに植物を中心とした生物間相互作用の重力依存について研究を行ってきた。これまでに、他感作用（アレロパシー）が疑似微小重力環境で低下する傾向を示すことや、その原因が活性を示す原因候補物質の産生量の低下やその構造の不活性化による可能性等について報告してきた^{1,2)}。生物間相互作用には、図1に示すように、アレロパシーのような生物種が同一生育環境中の離れた場所にある場合の他、共生という直接的に影響をし合う場合がある。その中で、エンドファイトは植物生体内で共生する糸状菌である。具体的には、エンドファイトは植物体内に共生している微生物で、一般的には宿主植物に病徴を示させずに生活している微生物を示す。その中で特にイネ科植物内に生育する真菌を指す場合が多く、非子座形成タイプの糸状菌エンドファイトは、宿主特異性が高い。エンドファイト感染植物は、他種生物に対して高い防御機能をもつ物質をその植物に生成させる事が知られている。このような機能は、生物が進化の過程で獲得したと考えられる。菌の植物体外への転移や外部からの感染は実験的に認められず、歴史的にいつ感染したのや、その感染経路もわかっていない^{3,4)}。我々は、トールフェスクエンドファイト(*Neothyphodium*)に注目して、この共生関係が圏外環境でどのように変化するかについて、研究を行い、その重力依存の可能性を菌糸の形態の変化から示してきた⁵⁾。加えて発芽初期にお

いて、種子部分から抽出される糸状菌由来の細胞壁構築成分の *N-acetylglucosamine* のモノマーの定量結果では、疑似微小重力環境下で地上対照に比べて高いことを示した。この地上と疑似微小重力環境における違いは、地上において安定した共生関係が、疑似微小重力環境に曝されたことにより、植物と菌との糖代謝関係に変化が及んでいる可能性が示唆された。一方で、種子発芽過程3日における地上対照と疑似微小重力環境下で栽培された感染植物から調整された粗酵素画分のキチナーゼ活性は、地上対照の種子内の菌の不明瞭化と一致していたが、先に記した、より発芽初期の菌の細胞壁構築成分の低分子化との関係等を考慮すると、植物側の菌の存在の認識機構の変化等とあわせて非常に複雑であると考えられ、安定した共生関係が重力に依存し、発芽の比較的初期から既にその依存が必要である可能性が示唆された。

生物間相互作用の重力依存

アレロパシー(他感作用)の重力依存



植物-微生物の共生関係

①エンドファイトと宿主植物関係の重力依存



②根粒菌と植物関係の重力依存



図1 生物間相互作用の重力依存について

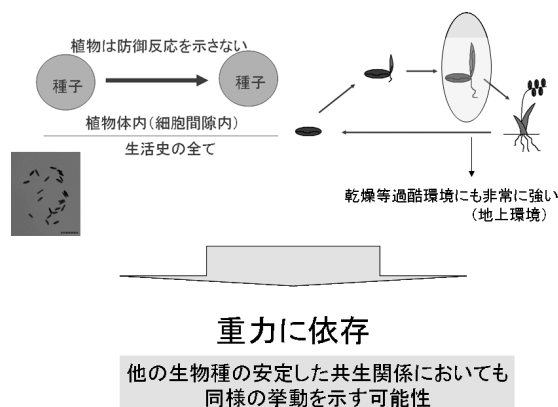


図2 エンドファイトの生活史と他の共生関係の重力依存の可能性について

図2はトールフェスクエンドファイトの生活史を示す。種子内の菌はその一生を植物体内で過ごす。植物に対して病徴を示さない上植物には極めて過酷な環境下でも生存できる機能を付与する。この安定した共生関係に地上の1gが必須であるとすれば、他の生物種における安定した共生関係においても同様の結果である可能性がある。近年では、ミヤコグサと根粒菌等、個々の共生関係に関わる遺伝子についても情報が示されている事から、今後、共生関係を含む生物間相互作用と重力依存について、モデル生物系を用いて、実際に生物体内で機能する分子とその伝達系の仕組みの解明について検討することを計画している。

謝辞

本研究のエンドファイトに関する材料について、前川製作所・技術研究所および同篠崎聡氏に大変お世話になりました。ここに感謝申し上げます。本研究の一部は、(財)日本宇宙フォーラムが推進している「宇宙環境利用に関する地上研究公募」の助成を受けた。

参考文献

1)Kato, T., Tomita-Yokotani, K., Yamashita, M., Hasegawa, K., Sundiversifolide from exudates of Mexican sunflower (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray) achenes. (2006) *Eco-Engineering* **18** 77-81.

2)Tomita-Yokotani, K., Fujii, Y., Hashimoto, H., and Yamashita, M., Reduced allelopathic inhibition of lettuce (*Lactuca sativa*) growth caused by velvet bean (*Mucuna pruriens*) under 3D-clinorotation (2003) *Biol. Sci. Space*, **17**, 14-17.

3) Christensen, M.J.: Variation in the ability of *Acremonium* endophyte of perennial rye-grass (*Lolium perenne*), tall fescue (*Festuca arundinacea*) and meadow fescue (*F.Pratensis*) to compatible association in three grasses. (1995) *Mycol. Res.*, **99**, 466-70.

4) Tomita-Yokotani K and Shinozaki S: Growth of endophyte, *Neothyphodium*, and its host plant, tall fescue (*Festuca arundinacea*), under 3D-clinorotation, (2003) *Biological Sciences in Space*, **17**, 57-60.

5)Tomita-Yokotani, K., Wakabayashi, K., Hiraishi, K., Yoshida, S., Hashimoto, H., and Yamashita, M., Tall fescue endophyte under pseudo-microgravity (2006) *Space Utiliz. Res.*, **22**, 311-312.