

植物のマイクロバイオーームとプロバイオティクス

遠山 忠

ある環境に存在する微生物集団全体のことを微生物叢（マイクロバイオーーム）という。ヒトの上皮（皮膚、口耳鼻腔や消化管など）に生息するヒトマイクロバイオーームはヒト（宿主）の健康状態と深い相互作用を持っており、健康・疾病診断、疾病治療や予防などへの応用研究が進められている。一方、プロバイオティクスは、「腸内微生物のバランスを改善することによって宿主動物に有益に働く生菌添加物」と定義され、換言すれば、健康増進のために摂取する微生物のことである。その代表的なものは乳酸菌であり、プロバイオティクス商品の腸内環境改善、感染症予防、炎症性腸疾患改善、抗腫瘍や高血圧抑制などの効果が認められ、疾病予防や代替治療としての利用が期待されている。このような概念は植物にも展開され、「植物マイクロバイオーーム」や「植物プロバイオティクス」によって植物の性能を向上させる研究が進められつつある。

膨大な種類・数の微生物が生息する土壌や水域に生育している植物は、根からの分泌物によるセレクションを通じて一部の微生物（Actinobacteria門、Proteobacteria門、Bacteroidetes門、Firmicutes門）と密接な関係を築いている¹⁾。植物全体あるいは器官の成長や代謝はそれらの微生物の影響を強く受けている。植物と微生物の共生関係は、マメ科植物と根粒菌において古くから知られているが、いわゆる植物マイクロバイオーームが植物成長・性能に及ぼす影響についてはブラックボックスであった。ここでは、最近の興味深い研究例を中心に植物のマイクロバイオーームとプロバイオティクスについて紹介したい。

Ishizawaらは²⁾、無菌ウキクサにさまざまな淡水環境

から採取してきた微生物集団を接種して、それらの成長を無菌ウキクサと比べている。ある淡水環境の微生物集団は無菌ウキクサの成長を無菌状態に比べて14%促進し、一方、別の微生物集団は24%阻害すること、すなわち、植物成長にプラスに働く微生物集団とマイナスに働く微生物集団が環境ごとに形成されていることを明らかにしている。興味深いことは、植物成長にプラスあるいはマイナスに働く微生物集団の構成メンバーにはともに、植物成長促進細菌（plant growth-promoting bacteria: PGPB）と植物成長阻害細菌（plant growth-inhibiting bacteria: PGIB）が共存しており、そのPGPBとPGIBの相互作用によって集団全体の形質が植物成長促進なのか阻害なのかが決まることである。

植物成長・性能の向上のための植物のマイクロバイオーームとプロバイオティクスの主役となるのはPGPBだろう。PGPBは、窒素固定、不溶性リンの可溶化、シデロフォア生産による鉄のキレート、オーキシンやサイトカイニンなどの植物ホルモン生産、植物成熟と老化を促進するエチレンの前駆体（1-amino-1-cyclopropanecarboxylic acid: ACC）分解、植物成長促進揮発性有機物（3-hydroxy-2-butanone, 2,3-butanediolなど）生産、病害を防御する誘導全身抵抗性（induced systemic resistance: ISR）の誘導や植物病原菌生育抑制などさまざまな作用によって植物成長を促進している（図1）¹⁾。

PGIBの効果を弱め、PGPBの効果を増強するように植物マイクロバイオーームを制御・操作することができれば植物の成長・生理機能強化が期待できる。その有力な手法が植物プロバイオティクス、すなわち外部からのPGPB投入である。植物プロバイオティクスの効果は作物の生産性向上として農業分野で認められ実用化が進んでいるが³⁾、投入したPGPBが植物生理機能や植物マイクロバイオーームへ与える影響の理解は十分とは言えず、今後の課題である。一方、異なる作用を持つPGPBの複合投与やアミノ酸合成などの植物の特定の代謝プロセスを活性化させるPGPBの選抜投与など、植物プロバイオティクスの利用技術開発も進みつつある。さらに、バイオ燃料生産に利用されている微細藻類においてもマイクロバイオーームとプロバイオティクス研究が展開されはじめている。植物におけるマイクロバイオーームとプロバイオティクス研究は萌芽段階であるが、食糧やバイオ燃料の生産にめざましい進展をもたらすことが期待できる。

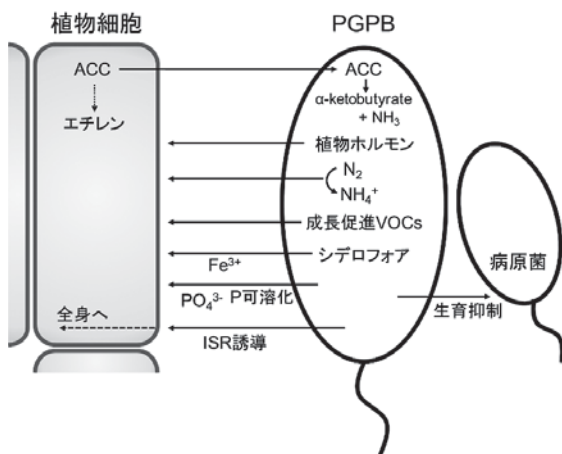


図1. 植物成長を促進するPGPBの作用

- 1) Bulgarelli, D. et al.: *Annu. Rev. Plant Biol.*, **64**, 807 (2013).
- 2) Ishizawa, H. et al.: *Biotechnol. Biofuels*, **10**, 62 (2017).
- 3) Bhattacharyya, P. N. et al.: *World J. Microbiol. Biotechnol.*, **28**, 1327 (2012).