

バイオコントロール細菌 *Pseudomonas protegens* の根圏における生存戦略

国立研究開発法人 農業生物資源研究所 ^{たけ}竹 ^{うち}内 ^か香 ^{すみ}純

はじめに

植物の根圏に生息し、植物を病害から保護する機能をもつ細菌はバイオコントロール細菌とよばれる。バイオコントロール細菌は、グラム陰性細菌 *Pseudomonas* 属に分類されるものが数多く知られており、中でも *Pseudomonas fluorescens* グループに属するものが大半である。その植物保護のメカニズムとしては主に①他の微生物との栄養の奪い合いに強いこと（競合）、②宿主となる植物への定着により植物側の抵抗性を高めていること（抵抗性付与）、③自身の二次代謝産物として抗菌性物質などのバイオコントロール因子を産生することにより他の微生物を駆逐すること（拮抗）、の三つが挙げられる。この三つは完全に独立したものではなく複合的に関与するケースが多々見られており、例えば競合に強く、かつ拮抗性を有する細菌などが知られている。筆者は主に③を対象として研究を行っており、*Pseudomonas protegens*（近年まで *P. fluorescens* と学名を同じくしていた）の抗菌性制御のメカニズムに着目して、本細菌を用いた植物保護効果の向上を目指している。

一般に *Pseudomonas* 属細菌は二次代謝産物のバリエーションに富んでおり、このことが本属細菌の環境中におけるニッチへの適応能力の高さに貢献している。細菌の増殖の過程では、こうした二次代謝産物は常に生産されるのではなく、緻密な制御の下で調節されているが、そのオン・オフの制御にかかわる因子については不明な点が多い。本稿では、*P. protegens* の二次代謝の制御機構について述べるとともに、それに基づいた本細菌の生存戦略について紹介する。

I バイオコントロール細菌 *P. protegens* について

P. protegens は、近年まで *P. fluorescens* と学名を同じくしていたが、*P. fluorescens* グループの中でもバイオコントロール細菌としての表現型が特にユニークであることなどから“plant protecting bacteria”をその名の由来と

し、新たな学名が提唱された (RAMETTE et al., 2011)。*P. protegens* は、ピシウム属菌、フザリウム属菌、リゾクトニア属菌といった農業上甚大な被害をもたらす植物病原糸状菌および卵菌に対して拮抗性を有することが報告されている (土屋・染谷, 2009)。*P. protegens* のバイオコントロール因子として、2,4-diacetylphloroglucinol (DAPG), pyrrolnitrin (Prn), pyoluteorin (Plt) 等の抗菌性物質が知られており、これらは菌密度の上昇とともに菌体外に産生される。この発現制御に関する研究は、主に Pf-5 株 (アメリカ原産) および CHA0 株 (スイス原産) をモデル系統として世界で広く進められている (HAAS and KEEL, 2003)。これら 2 系統は極めて近縁であり全ゲノム配列が公開されているため、いずれも *Pseudomonas* 属細菌のデータベースサイト (<http://www.pseudomonas.com>) が活用でき、遺伝子の同定等が効率的に行えるという利点がある。特に、Pf-5 株の全ゲノム配列の解読以降 (PAULSEN et al., 2005)、本細菌に関する研究は飛躍的な発展を遂げている。

これまでの報告から *P. protegens* は世界中に広く分布していることが予測されていたものの、アジアおよび国内においては実際の分離例はなく、不明な点が多かった。そこで筆者らは、国内産の蛍光性 *Pseudomonas* 属細菌より DAPG 生産などを指標にスクリーニングを行い、上述のモデル系統の近縁株として Cab57 株を得た。キュウリ幼苗とその病原菌 *Pythium ultimum* を用いて Cab57 株の植物保護能力を評価したところ、顕著な保護能力を示したことから (図-1)、その研究基盤を整備すべく次世代シーケンサーによる全ゲノム解析を行った。本菌株のゲノムは 6,827,892 bp の環状染色体からなり、GC 含量は 63.3% であることが明らかとなった (TAKEUCHI et al., 2014 a)。16S rRNA 解析および JSpecies による全ゲノム比較解析の結果、本菌株は *P. protegens* と同定された。Pf-5 株、CHA0 株のゲノムサイズはそれぞれ 7.07 Mb, 6.87 Mb であり (PAULSEN et al., 2005; JOUSSET et al., 2014)、これは今日までに解読されている *Pseudomonas* 属細菌の中では最大の部類であるが、Cab57 株もまた、これに近いものであった。*P. protegens* の産生する二次代謝産物は、他の細菌と比較しバリエーションに富むため、こうしたゲノムサイズの大きさにも

Survival Strategies of Biocontrol Strains of *Pseudomonas protegens* in Rhizosphere. By Kasumi TAKEUCHI

(和文キーワード: *Pseudomonas* 属細菌, バイオコントロール, 二次代謝産物, シグナル伝達系)