



継続は力なりー病害抑止土壌を目指して

染谷 信孝

単一作物の連作は、連作障害や土壌病害助長などの問題から敬遠される。一方で、単一作物を連作しても土壌病害などが発生しづらい「病害抑止土壌」と呼ばれる農耕地が存在する。そこでは驚くほど長期間、単一作物の連作を続けてきた事例が存在する。たとえばアメリカでは100年以上、小麦もしくは亜麻を栽培し続けている畑が存在し、またスイスには1600年以上もブドウを栽培し続けている果樹園が存在する。農業上、病害抑止土壌を人為的かつ短期間に再現することを目指して研究が進められてきたが、未だに明確な答えは出せていない。しかしながら、近年の生態学および分子生物学的手法による解析によって、病害抑止土壌形成要因の一部は微生物的要因である可能性が高まってきた。

1600年以上、ブドウを連作しているスイスの事例では、その根圏土壌に含まれる微生物、特に蛍光性 *Pseudomonas* 属細菌の菌体密度は近辺のブドウ園土壌と大差がない。しかしながら、土壌中の蛍光性 *Pseudomonas* のうち、植物病原菌に阻害効果を示す抗菌物質 DAPG (2,4-diacetylphloroglucinol) の生合成遺伝子 *phl*、および抗菌物質 HCN (hydrogen cyanide) の生合成遺伝子 *hcn* を含む菌株の割合が、連作土壌では有意に高いことが認められた⁴⁾。アメリカにおける小麦もしくは亜麻の連作畑でもやはり *phl* 保有蛍光性 *Pseudomonas* の分布に違いが見られた。すなわち輪作を行っていた周辺の農耕地土壌に生息している蛍光性 *Pseudomonas* における *phl* 保有株の割合は、検出限界以下である場合が多かったが、連作畑では1gの根圏土壌あたり1万~100万菌体という高密度の *phl* 保有蛍光性 *Pseudomonas* が検出された²⁾。DAPG 生産性蛍光性 *Pseudomonas* が1gの土壌あたり1万菌体を超える場合に各種植物病害に対して抑止性が認められると言われている。

農耕地に限らず、一般に土壌には高密度の蛍光性 *Pseudomonas* が生息している。スイスおよびアメリカにおける病害抑止土壌では何らかの原因により、蛍光性 *Pseudomonas* 菌群の中で *phl* もしくは *hcn* 保有系統が優占化したと考えられる。これまでに *phl* を保有する蛍光性 *Pseudomonas* には、20種を超える多様な遺伝型が知られている。しかしながらアメリカの小麦連作畑で見いだされる *phl* 保有株は、全菌株がわずか二つの型で構成され

ており、亜麻連作畑で見いだされる *phl* 保有株では、小麦畑とは異なる二つの型で全菌株の8割を占めていた。つまり上記の病害抑止土壌では、特定の細菌群のきわめて限定された遺伝型が優占化し、それらが抗菌物質生合成能などの農業有用特性を保有する系統であったために病害抑止土壌が形成された可能性が高いと推測されている。一方で上記の抗菌物質生合成能を保有する蛍光性 *Pseudomonas* では、環境条件による *phl* および *hcn* の発現パターンが系統により大きく異なることが分かっている³⁾。病害抑止土壌の場合には、優占している細菌系統の抗菌物質生合成遺伝子発現にその根圏土壌が適している可能性が高いと考えられている。

植物根の近縁部である根圏土壌は根分泌物を栄養分として、非根圏土壌よりも高密度の微生物が生息している。栄養利用性および植物もしくは共在する微生物由来の抗菌物質などの影響によって植物種、もしくは同一作物でも品種の違いによってその根圏微生物相は変動することが分子生物学的手法、特にメタゲノム解析などで分かってきた。それでは、病害抑止土壌で栽培している作物種を連作すれば、標的とする農業有用細菌群が蓄積して、いつかは抑止土壌になるのであろうか。病害抑止性が再現できたという場合もあれば、失敗した場合も多く、結局のところは結論づけられていない¹⁾。100年、1000年間で確認したわけではないが、その他の要因も多いために必ず再現できるわけではなさそうである。

このように病害抑止土壌を成立させている要因の一つとして微生物的要因は間違いなさしい。しかしながら、それを農業現場で再現するための明確な答え、手法は見いだせていない。現代農業において化学農薬による病害防除は不可欠であるが、病害抑止土壌ではその使用量を低減できる。病害防除の視点から言えば、土作りの一つの理想型であろう。そろそろ100年、1000年かけずに「病害抑止土壌」へと土壌改良できる革新的な方法が見つからないだろうか？

- 1) Haas, D. et al.: *Nature Rev. Microbiol.*, **3**, 307 (2005).
- 2) Landa, B. B. et al.: *FEMS Microbiol. Ecol.*, **55**, 351 (2006).
- 3) Paulin, M. M. et al.: *FEMS Microbiol. Ecol.*, **68**, 212 (2009).
- 4) Svercel, M. et al.: *FEMS Microbiol. Ecol.*, **68**, 25 (2009).