ファイトプラズマの被害と検出方法

東京大学 大学院農学生命科学研究科　大島研郎・前島健作・難波成任

■ファイトプラズマとは

ファイトプラズマは植物の篩部細胞に寄生し、形態変化を伴う様々な病徴を引き起こす病原細菌である。直径 0.1μm ～ 1μm の微小な細菌であり（図 1)、1967 年に東京大学農学部植物病理学研究室において土居らにより世界に先駆けて発見された（土居ら，1967)。当初、形態が動物マイコプラズマに類似していたため、マイコプラズマ様微生物（mycoplasma-like organisms）と名づけられたが、その後、系統解析により動物マイコプラズマとは全く異なる微生物群であることが分かり（Namba *et al.,* 1993a)、「ファイトプラズマ」(phyto(ギリシャ語：植物の)＋plasma(もの)）と改名された。最新のデータに基づけば、少なくとも 38 種に分類される。

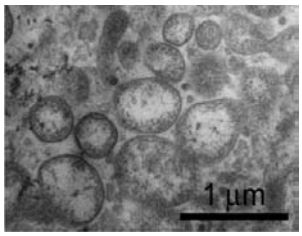

図 1 植物篩部細胞内におけるファイトプラズマ粒子

■病徴及び伝搬様式

ファイトプラズマは、700 種以上の農作物を含む各種植物に感染し、葉の黄化や萎縮、叢生のほか、果実の萎縮や植物体の枯死などの様々な病徴を引き起こす。また、花器の葉化や緑化、突き抜け（花の中央部から新たな芽が形成される症状）など、劇的な形態変化を伴うユニークな病徴を引き起こすのも特徴であり（図 2)、その分子メカニズムに興味が持たれている。接ぎ木伝染、及びヨコバイ等の媒介昆虫により永続的に伝搬される。

■発生状況

2001 年にイタリアのリンゴ栽培において 1 億ユーロにのぼる被害を出すなど、世界中の農作物に甚大な被害を与えている。また、ブドウの品質低下や収量の減少をもたらすため、フランスやイタリアなど、多くのブドウ栽培地域で問題となっている。近年、飲料・石鹸・バター・繊維等に利用されるココヤシが世界中の産地でファイトプラズマに感染し、被害の大きな国では 95%が枯死している。また、桐材に使用されるキリの枯死により、中国・オーストラリア・日本・米国で大きな被害を生じている。

図 2 ファイトプラズマ感染による葉化症状
(左)健全アジサイ
(右)ファイトプラズマ感染アジサイ

■検出方法

ファイトプラズマ病は現在のところ治療法がないため、早急に病気を診断し、罹病植物を伐採・除去することが重要である。一般的にファイトプラズマ病の診断には、16S rRNA 遺伝子を標的とした PCR 増幅法が用いられる (Namba *et al.,* 1993b)。ファイトプラズマ特異的プライマー（SN910601、SN910502 など）を用いて PCR 反応を行うことで、感染植物からは約 1.4 kbp の断片が増幅される。さらに *Sca*I などの制限酵素で切断されるかどうかを観察することによって、ファイトプラズマ由来の増幅産物であることを確認できる。また、簡易・迅速・高感度な DNA 増幅技術である LAMP 法を利用した遺伝子診断キットも製品化されている（Sugawara *et al.,* 2012)。本診断キットは、世界的に発生し問題となっている 2 種のファイトプラズマ（*Candidatus* Phytoplasma asteris 及び *Ca.* P. japonicum）を、サンプリングから約 30 分で検出可能である。

■ファイトプラズマ研究の展開

2004 年に *Candidatus* Phytoplasma asteris（OY-M 系統）の全ゲノムが解読されたのをはじめとして（Oshima *et al.,* 2004)、現在 4 系統のファイトプラズマについて全ゲノム配列が決定されている。ファイトプラズマは、最小ゲノムを持つモデル生物とされるマイコプラズマと比べてもゲノム中の代謝系遺伝子が少なく、宿主に頼って生きる道を選んだ生物であることが明らかとなっている。また、媒介昆虫特異性に関わる膜タンパク質（Suzuki *et al.,* 2006）やてんぐ巣症状の病原性因子 TENGU が明らかにされるなど (Hoshi *et al.,* 2009)、分子生物学的な基盤データが蓄積しつつあり、これらを手掛かりとした治療・予防法の構築が期待されている。

参考文献

土居養二・寺中理明・与良清・明日山秀文（1967）. 日植病報 33:259-266.
Hoshi, A., Oshima, K., Kakizawa, S., Ishii, Y., Ozeki, J.,Hashimoto, M., Komatsu, K., Kagiwada, S., Yamaji, Y. and Namba, S. (2009). Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 106:6416-6421.
Namba, S., Oyaizu, H., Kato, S., Iwanami, S. and Tsuchizaki, T. (1993a). Int. J. Syst. Bacteriol. 43: 461-467.
Namba, S., Kato, S., Iwanami, S., Oyaizu, H., Shiozawa, H. and Tsuchizaki, T. (1993b). Phytopathology 83: 786-791.
Oshima, K., Kakizawa, S., Nishigawa, H., Jung, H.-Y., Wei, W., Suzuki, S., Arashida, R., Nakata, D., Miyata, S., Ugaki, M. and Namba, S. (2004). Nat. Genet. 36: 27-29.
Sugawara, K., Himeno, M., Keima, T., Kitazawa, Y., Maejima, K., Oshima, K. & Namba, S. (2012). J. Gen. Plant Pathol. 78, 389-397.
Suzuki, S., Oshima, K., Kakizawa, S., Arashida, R., Jung, H.-Y., Yamaji, Y., Nishigawa, H., Ugaki, M. and Namba, S. (2006). Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 103: 4252-4257.