

# トマトうどんこ病菌は どのように偽鎖生分生子柄をつくるのか

近畿大学農学部 <sup>まつだ</sup>松田 <sup>よしのり</sup>克礼・<sup>とよだ</sup>豊田 <sup>ひでよし</sup>秀吉

## はじめに

1986年、オランダ、ブルガリア等のトマトに発生した新うどんこ病菌は欧州全域に拡がり、1990年代前半には南北アメリカ、アジア、アフリカなど世界中で確認されるようになった (LEBEDA et al., 1988; KISS et al., 2001)。しかしながら、報告される分生子は単生、鎖生、その両方と様々であり分類を混乱させていた。この混乱を整理するため、KISS et al. により世界各国から菌株が集められ、その形態的特徴と分子生物学的解析から再検討が実施された (KISS et al., 2001)。その解析をもとに、現在トマト新うどんこ病菌は、単生のものを *Oidium neolycopersici* L. KISS, オーストラリアにのみ存在する鎖生型を *O. lycopersici* COOKE & MASSEE に分類すると統一されている (KISS et al., 2001)。

国内におけるトマトうどんこ病菌の発生の歴史は古く、1915年、*Oidium* sp. (*Erysiphe cichoracearum* 型) を最初とする (村田, 1915)。ついでピーマンうどんこ病菌である *Oidium sicula* が、トマトにも感染することが明らかにされた (斎藤ら, 1974)。近年、*Oidium* sp. (*E. polygoni* 型) による発病がミニトマトで確認され (佐藤, 1991)、同菌は1996年にトマトで再確認されている (高松ら, 1997)。これら国内におけるうどんこ病菌の発生については、分類学的研究を中心に佐藤 (1999) が簡潔にまとめている。

1998年、奈良県 (近畿大学実験圃場) のトマトにもうどんこ病が大発生し、それ以降毎年発病が観察されている (MATSUDA et al., 2001)。本菌の分生子は単生型であり、フィプロシン体の有無、菌糸付着器の構造など、その形態的特徴と分子生物学的解析から *O. neolycopersici* と同定された (KASHIMOTO et al., 2003)。そこで筆者らは「日本にも世界各国で報告されているトマトうどんこ病菌が存在する」として *O. neolycopersici* を日本植物病名目録に登録した (植物病名目録追録 2005年)。これにより、我が国におけるトマトうどんこ病菌は既報の3種類

と合わせて4種類が関与することになった。

近年、国内においてもトマトうどんこ病の発生が増加してきた。それに伴って、筆者らの研究室にも同定に関する質問が寄せられるようになった。そのほとんどが「鎖状の分生子柄が存在するので、鎖生型うどんこ病菌と考えてよいか」という質問である。しかしながら、現地から感染葉を入手し、その分生子柄を調べるとすべて Pseudochain (偽鎖生) を形成していた (NOORDELOOS et al., 1989; WHIPPS et al., 1998; KISS et al., 2003)。偽鎖生とは、成熟した分生子が分生子柄から離脱せず、そのままの状態下次の分生子が成熟し、ある種「鎖生に似た状態」を呈する現象と筆者らは考えている。3~4個の分生子が偽鎖生状態になると、鎖生型の分生子柄と類似して識別に混乱を生じる。そこで本稿では、トマトうどんこ病菌の分生子飛散過程を観察し、分生子柄が単生や偽鎖生となる条件を明らかにしたので紹介する。

## I うどんこ病菌分生子柄の観察

高解像能型デジタルマイクロスコープは、感染葉の脱色・固定を必要とせず、葉上の分生子柄を生きたまま連続観察することを可能にする。そこで、これを用いてうどんこ病菌の分生子柄を観察した。図-1 A1 は単生型トマトうどんこ病菌の分生子柄であり、成熟した分生子が単一で存在している。図-1 A2 は3個の分生子が繋がった偽鎖生の分生子柄を示す。繋がった分生子は成熟しているが分生子柄から離脱していない。図-1 Bには鎖生型の一例としてオオムギうどんこ病菌 (*Blumeria graminis* Speer f. sp. *hordei* Matchal race I) の分生子柄を示す。単生型であるトマトうどんこ病菌の姿は図-1 A1 に示す状態である。しかしながら、頻繁に図-1 A2 に示す偽鎖生状態となり、図-1 Bの鎖生型うどんこ病菌との識別が困難になる。

## II 分生子柄形成に及ぼす湿度の影響

*O. neolycopersici* は「高湿度条件で2~6個の偽鎖生を形成する」と定義されている。そこで奈良県分離株を異なる湿度環境 (20~35, 50~60, 65~80, 95~99%) で生育させ、分生子柄を観察した。その結果、菌叢を占める偽鎖生はその生育とともに増加したが、湿度

Mechanism for Conidial Pseudochain Formation by Tomato Powdery Mildew *Oidium neolycopersici*. By Yoshinori MATSUDA and Hideyoshi TOYODA

(キーワード: トマト, うどんこ病, 偽鎖生)

の影響は受けなかった。また、分生子柄上に繋がる分生子は4個までであり、5個以上のものは存在しなかった (OICHI et al., 2006)。

### III *O. neolycopersici* の分生子離脱過程

トマトうどんこ病菌の分生子生産を連続的に観察し、その離脱機構を解析した。図-2には成熟した分生子が繋がり、偽鎖生になる連続写真を示す。また、図-3Aには分生子生産細胞における隔壁形成と分生子の生産様式を模式化した。一次分生子 (COP1) が成熟した後、

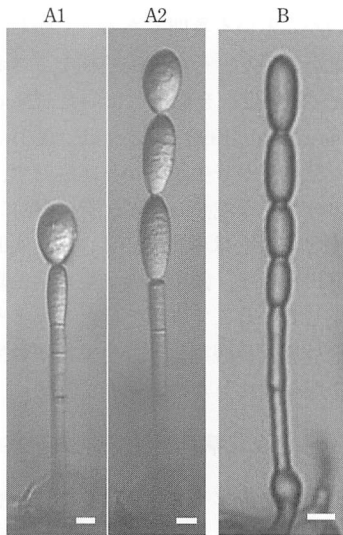


図-1 デジタルスコープを用いて観察したうどんこ病菌の分生子柄

A1: *O. neolycopersici* (単生の状態), A2: *O. neolycopersici* (偽鎖生の状態), B: *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* race I (鎖生型の一例)。

分生子形成細胞 (GC) はその分生子を離脱させることなく伸長した。伸長が停止した後、分生子形成細胞に新たな隔壁が形成された。その隔壁で隔てられた上部の細胞は次の分生子 (COP3) となり、下部の細胞は再び分生子形成細胞となった。また、二次分生子 (COP2) は一次分生子を離脱させることなく成熟した。以後一定時間ごとに隔壁が形成され、分生子の離脱を伴わず三次分生子 (COP3)、四次分生子 (COP4) を成熟させた。四次分生子が成熟した後、繋がった四つの分生子は傾斜し、分生子柄から落下した。筆者らの観察範囲において五つ以上の偽鎖生は観察されず、そのほとんどが四つの段階で分生子柄から落下した。また、この分生子生産過程は4~5回繰り返された。一方、分生子離脱過程を通して分生子柄に風 (1.0 m/s 程度) を与えると、成熟した分生子は順次離脱・飛散し、偽鎖生は形成されなかった (図-3B)。すなわち、トマトうどんこ病菌は、「風が存在すると分生子が順次飛散するため、偽鎖生にはならない」と結論した。

単生型と鎖生型の分生子離脱過程を比較した。両者の相違は分生子柄の構造にあり、一つの分生子柄にいくつ隔壁が存在するかで判断できると考えられる。単生型のトマトうどんこ病菌は三つの隔壁を有し、先端の分生子だけが丸く肥大成長する。肥大成長した分生子は成熟し、やがて離脱する。一方、鎖生型のオオムギうどんこ病菌は10個の隔壁を有し、先端の分生子だけではなく、上部8個がすべて丸く肥大成長する。次に先端の分生子だけが成熟し、離脱する。この時点で、先端の分生子以外は成熟しておらず離脱することはない。単生型と鎖生型は、分生子柄の形態は異なるが、分生子を一つずつ成熟・離脱させる点は同じであるかもしれない (図-3C)。

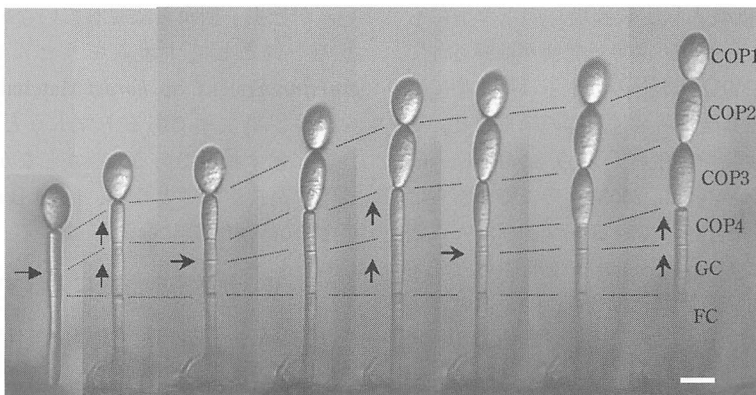


図-2 デジタルマイクロスコープによる分生子形成過程の連続観察

FC: Foot cell, GC: 分生子形成細胞, COP1~4: 一次~四次分生子, →: 分生子形成細胞に形成された隔壁, ↑: 分生子形成細胞の伸長。

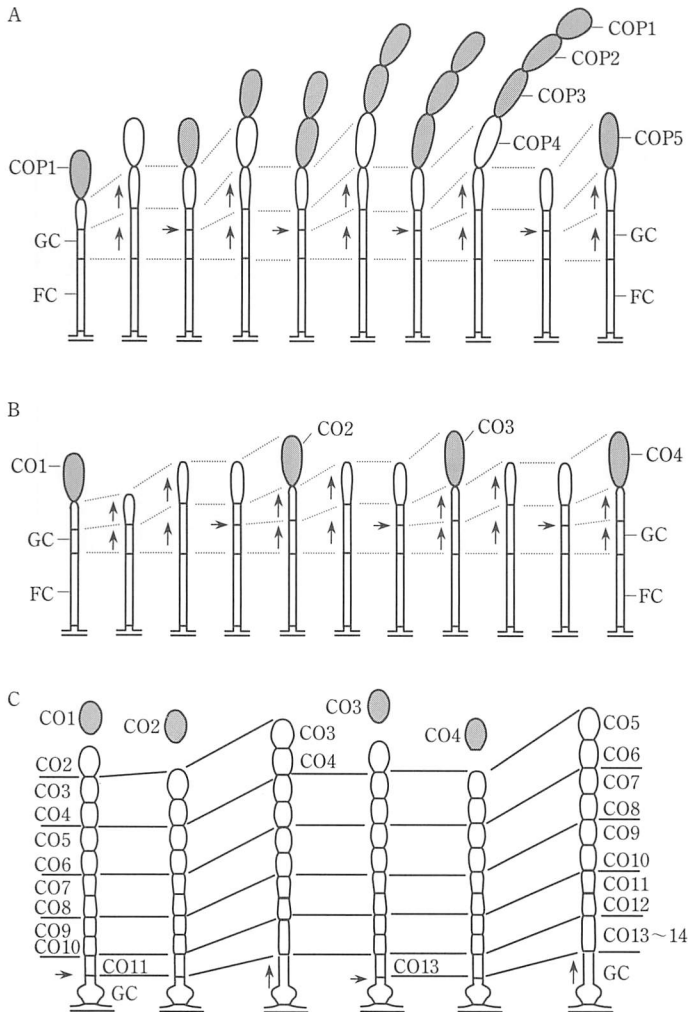


図-3 うどんこ病菌の分生子形成過程の模式図

A : *O. neolycopersici* (成熟した分生子を採取しなかった場合),  
 B : *O. neolycopersici* (成熟した分生子を順次採取した場合),  
 C : *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* race I (成熟した分生子を順次採取した場合), FC : Foot cell, GC : 分生子形成細胞, CO1 ~ CO14 : 順次形成される分生子, COP1 ~ 5 : 偽鎖生を形成する分生子, アミのかかった分生子は成熟状態を示す.

本稿では鎖生型としてオオムギうどんこ病菌を用いたが、今後は他の鎖生型についても調査する必要がある。

#### IV 分生子の発芽能力

偽鎖生状態にある分生子をマイクロマニピュレーターで採取し、その発芽能力を調べた。その能力は、偽鎖生上の位置 (COP1 ~ 4) にかかわらず、いずれも単一分生子の場合と同様 98.5% 以上が発芽した。また、偽鎖生状態の分生子はすべて成熟して離脱可能状態にあり、容易く採取できた。図-4 に分生子を採取している状態を

示す。

#### IV 分生子形成に及ぼす風の影響

偽鎖生形成は風の有無に依存する。そこで、実際の栽培環境において風がある、またはない状態を設定し、分生子柄を観察した。無風条件では、成熟した分生子は分生子柄から飛散せず、菌叢内の約 65% が偽鎖生状態となった (図-5 A)。一方、風が存在する条件では、成熟した分生子は飛散し、偽鎖生は観察されなかった (図-5 B)。以上のことから、トマトうどんこ病菌の分生子柄

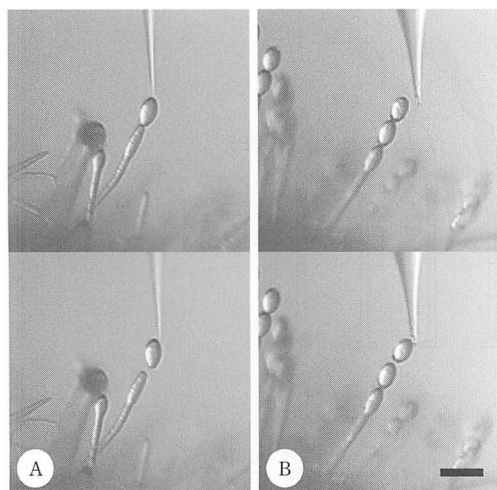


図-4 マイクロマニピュレーターによる Pseudochain からの分生子の採取

A : 単一分生子, B : Pseudochain を形成する分生子.

を調査する場合には、その菌叢に一定時間風を与えて偽鎖生を形成している分生子を飛散させた後に観察する必要がある。

### おわりに

筆者らの研究室に寄せられる質問の大半は、分生子柄についての問い合わせである。その中心は、一つの菌叢内に単生型と鎖生型のうどんこ病菌が混在している、というものである。うどんこ病菌の菌叢には数万個の分生子柄が存在しており、それぞれは同調していない。常に風が存在すれば、偽鎖生を形成している分生子は飛散し、分生子柄はすべて単生と成り得る。しかしながら、ほんの数時間でも風がない、もしくは微風状態が続くと単生と2～4個の偽鎖生が混在した状態となる。つまり、栽培現場においては、混在した状態が通常である。本菌を同定するに当たり、分生子柄の調査には、菌叢に風を吹きつけ偽鎖生を取り除いて観察することがポイントとなる (WHIPPS et al., 1998)。

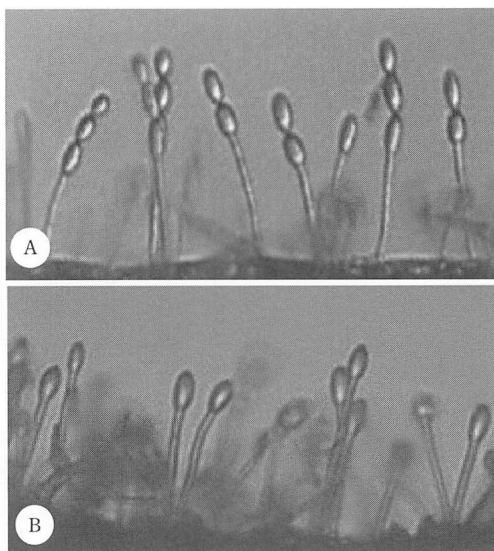


図-5 ガラス温室で栽培しているトマトに形成された *O. neolycopersici* の分生子柄

A : 無風における分生子柄, B : 風の存在下における分生子柄.

本菌は分離された国によって、宿主範囲や病原型の差異などが報告されている。既に日本国内においても複数の菌株が存在している可能性があり、今後、他の地域で採取された菌株についても同様に分生子柄を調査する必要がある。

### 引用文献

- 1) 平田幸治 (1956) : 日本植物病理学会報 21 : 88.
- 2) KASHIMOTO, K. et al. (2003) : J. Gen. Plant Pathol. 69 : 176 ~ 185.
- 3) KISS, L. et al. (2001) : Mycol. Res. 105 : 684 ~ 697.
- 4) LEBEDA, et al. (1988) : Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 34 : 13 ~ 25.
- 5) MATSUDA, Y. et al. (2001) : J. Gen. Plant Pathol. 67 : 294 ~ 298.
- 6) 村田壽太郎 (1915) : 園芸之友 11 : 1055.
- 7) NOODELOS, M. E. et al. (1989) : Persoonia 14 : 51 ~ 60.
- 8) OICHI, W. et al. (2006) : Plant Disease 90 : 915 ~ 919.
- 9) 斎藤 正ら (1974) : 日本植物病理学会報 40 : 171.
- 10) 佐藤幸生 (1991) : 北陸病虫研報 39 : 113
- 11) ——— (1999) : 植物防疫 53 : 185 ~ 194.
- 12) 高松 進 (1997) : 日本植物病理学会報 63 : 206.
- 13) WHIPPS, J. M. et al. (1998) : Plant Pathology 47 : 36 ~ 48.

## 登録が失効した農薬 (18.11.1 ~ 11.30)

掲載は、種類名、登録番号：商品名（製造者又は輸入者）登録失効年月日

### 「殺虫剤」

- イソキサチオン・BPMC 粉剤  
15821 : カルホスバッサ粉剤 DL (三共アグロ) 2006/11/1
- イソキサチオン・シラフルオフン粉剤  
18985 : カルホスジョーカー粉剤 DL (三共アグロ)

2006/11/1

- ハルフェンプロックス乳剤  
18828 : アニバース乳剤 (三井化学) 2006/11/21

(26 ページに続く)