

# キク半身萎凋病菌 *Verticillium dahliae* の病原性と系統類別

群馬県農業技術センター  
群馬県農政部技術支援課

いけ 池  
うるし 漆

だ 田  
ばら 原

けん 健  
とし 寿

た 太  
ろ 郎

ひこ 彦

## はじめに

キク (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) は花き類のなかでも最も重要な品目の一つであり、多くの病害が報告されている。そのうち、キク半身萎凋病 (飯嶋・三上, 1972) は、*Verticillium dahliae* Klebahn によって引き起こされる土壌病害であり、防除が困難なことで知られている。群馬県においては 1983 年に昭和村で本病の発生が確認されて以来、県内の主要なキク産地で発生し、問題となっている (漆原ら, 2006; 池田ら, 2008)。本病の病徴としては、はじめ下葉がまだらに黄化して萎凋し始め、株の高さの半分くらいまでの葉に症状が現れる。本病の病原菌である *V. dahliae* は導管を褐変させるのが特徴であるが、キクでは明瞭な褐変を示さない。本病は土壌伝染性であり、*V. dahliae* の微小菌核が土壌中に残存して、次作への伝染源となる。キクの場合は、本病に感染した親株からの挿し芽苗によって伝染することも確認されている (筆者ら, 未発表)。

*Verticillium* 属菌は種によって宿主範囲が異なることが知られている (PEGG and BRADY, 2002)。そのため、種の同定は、宿主範囲を知るうえで非常に重要な情報となる。また、*V. dahliae* はその判別植物に対する病原性によって、ナス系、トマト系、ピーマン系、エダマメ系、トマト・ピーマン系、病原性弱または不明菌株の 6 系統に分類されている (萩原, 1990)。筆者らは、群馬県内で発生した黄化・萎凋症状を示すキクより分離した *Verticillium* 属菌は、すべて *V. dahliae* であることを報告し、それらの菌株のキクに対する病原性の検討および系統類別を行った (漆原ら, 2006; 池田ら, 2008)。本稿では、筆者らが得たこれまでの結果や既報を合わせて、キク半身萎凋病菌 *V. dahliae* のキクや判別植物に対する病原性、群馬県内の分布について紹介したい。これらの情報を、本病発生圃場における輪作作物や抵抗性台木の選定などに活用してもらえれば幸いである。

Pathogenicity and Pathotype Analysis of *Verticillium dahliae* Causing by *Verticillium* wilt of Chrysanthemum. By Kentaro IKEDA and Toshihiko URUSHIBARA

(キーワード: キク, *Verticillium dahliae*, 半身萎凋病, 系統類別)

また、本病の防除方法として土壌消毒が有効であるが、山間地や傾斜のある圃場等では土壌消毒が困難な場合があり、抵抗性品種が望まれている。漆原ら (2006) は、群馬県のコギク産地で栽培されている主要な品種の本病に対する抵抗性を検討した結果、本病の防除に有効である品種をいくつか見いだした。そこで、本稿ではキク半身萎凋病に対するコギクの抵抗性品種間差異についても紹介したいと思う。また、本稿の一部はすでに発表済み (漆原ら, 2006; 池田ら, 2008) であるので、詳細はそちらを参照されたい。

## I 群馬県のキクから分離された *Verticillium* 属菌の同定

群馬県のキクから分離された *Verticillium* 属菌の特徴を表-1 に示した。分離菌株はいずれもはじめ白色、後に黒色のピロード状の菌叢を呈した。分生子は 3.0 ~ 4.3 本の輪生したフィアライドの先端に擬頭状に形成され、長径は 3.7 ~ 5.3  $\mu\text{m}$  であった。

本菌は耐久体として黒色で小型・球形の微小菌核のみを形成し、Howell 培地 (HOWELL, 1970) 上で強いポリフェノールオキシダーゼ活性が確認された。以上の特徴は、飯嶋 (1983) や KARAPAPA (1997) の記載と一致したことから、群馬県のキクより分離された菌株をすべて *Verticillium dahliae* と同定した。

表-1 群馬県のキクから分離した *Verticillium* 属菌の形態

	キク分離菌株 <sup>a)</sup>	<i>Verticillium dahliae</i>	
		KARAPAPA et al. <sup>b)</sup>	飯嶋 <sup>c)</sup>
分生子 (長径) <sup>d)</sup>	4.6 ± 0.11 (3.7 ~ 5.3)	4.4 ± 0.23	4.7 ± 0.14
微小菌核の形態	球形, 小型	球形, 小型	球形
フィアライド数	2 ~ 6 (3.0 ~ 4.3)	4 ~ 5	1 ~ 6
ポリフェノールオキシダーゼ活性 <sup>e)</sup>	+	+	記載なし

<sup>a)</sup> 括弧内の数値は供試した 20 菌株の平均値の範囲を示した。<sup>b)</sup> KARAPAPA et al. (1997). <sup>c)</sup> 飯嶋 (1983).

<sup>d)</sup>  $\mu\text{m}$ , 平均値 ± 標準誤差. <sup>e)</sup> + : 活性あり.

## II キク分離菌株の病原性と系統類別

表-2にキク分離菌株および各標準菌株のキクへの接種試験の結果を示した。キクから分離した *V. dahliae* を定法に従ってキクに接種したところ、黄化をとまなう下

葉の枯れや株の萎凋症状を示し、原病徴を再現した。ナス系標準菌株を接種したキクでは、下葉から黄化・萎凋し、キク分離菌株を接種したキクと同様の症状を示した。トマト系およびエダマメ系はキクに対して病原性を示したが、ナス系標準菌株ほど顕著ではなく、下葉が枯

表-2 キク半身萎凋病菌のキクと判別植物に対する病原性と系統

菌株名	分離年	分離源	キクに対する病原性 <sup>a)</sup>	判別植物に対する病原性 <sup>b)</sup>					系統
				ナス	トマト	ピーマン	ハクサイ	エダマメ	
Ch-2	1997	スプレーギク	++	+	-	±	±	+	ナス系
Ch-3	1997	スプレーギク	+++	+++	-	-	+	+	ナス系
Ch-4	1998	輪ギク	+++	+++	-	±	+	±	ナス系
Ch-5	1998	スプレーギク	+++	+++	-	±	+	±	ナス系
Ch-11	1998	スプレーギク	++	+	-	-	±	+	ナス系
Ch-14	1998	輪ギク	+++	+++	-	±	+	±	ナス系
Ch-17	1999	小ギク	++	++	-	-	±	++	ナス系
Ch-21	1999	小ギク	+	+++	+	±	+	++	ナス系
Ch-26	1999	スプレーギク	++	+	-	-	+	±	ナス系
Ch-27	1999	スプレーギク	++	++	±	-	+	+	ナス系
Ch-28	1999	スプレーギク	++	++	-	-	+	++	ナス系
Ch-29	1999	スプレーギク	+++	++	±	±	+	+	ナス系
Ch-39	1995	輪ギク	++	++	±	-	+	+	ナス系
Ch-41	1997	輪ギク	++	++	±	-	+	++	ナス系
Ch-43	1998	輪ギク	+++	+++	-	±	+	+	ナス系
Ch-44	1998	小ギク	+++	+++	-	±	+	+	ナス系
Ch-49	1999	輪ギク	+++	+++	-	+	+	++	ナス系
Ch-50	2001	小ギク	+++	++	-	+	+	+	ナス系
Ch-52	2000	輪ギク	+++	+++	-	-	+	±	ナス系
Ch-53	2000	スプレーギク	++	++	-	+	+	+	ナス系
84034	不明	不明	++	++	-	+	+	+	ナス系標準菌株 ( <i>V. dahliae</i> )
84007	不明	オクラ	+	+++	+++	±	+	+++	トマト系標準菌株 ( <i>V. dahliae</i> )
84023	不明	不明	-	+++	-	+++	+	-	ピーマン系標準菌株 ( <i>V. dahliae</i> )
86101	不明	エダマメ	+	+++	+++	-	+	+++	エダマメ系標準菌株 ( <i>V. dahliae</i> )
84013	不明	ハクサイ	-	-	-	-	++	-	<i>V. longisporum</i>

a) キクに対する病原性の評価。

発病指数 病徴なし：0，下位の数葉に黄化・萎凋：1，全体の葉の1/4以下：2，全体の1/2以下：3，全体の3/4以下：4，全体：5。

次の計算式により、発病度を算出して病原性を評価した。発病度 =  $\Sigma$  (発病程度別株数 × 発病指数) × 100 / (調査株数 × 5)。  
-：発病度0，+：発病度25未満，++：発病度25～50未満，+++：発病度50以上。

b) 判別植物に対する病原性。

維管束褐変程度 全く褐変していない：0，維管束全体の1/2未満が褐変：1，1/2以上褐変：2。

次の計算式により、維管束褐変度を算出して病原性を評価した。維管束褐変度 =  $\Sigma$  (維管束褐変程度別株数 × 維管束褐変程度) × 100 / (調査株数 × 2)。

-：病徴なし，±：維管束褐変 (平均指数0.5未満)，+：軽度の萎凋または維管束褐変 (平均指数0.5～1.5未満)あり，++：萎凋または維管束褐変 (平均指数1.5～2.5未満)あり，+++：激しい萎凋または維管束褐変 (指数2.5以上)あり。

PS液体培地振とう培養菌を10<sup>6</sup>個/ml程度に調整した菌液に浸根接種してポットに定植した。定植44日後に全株を調査した。供試品種は、キク：マミー，トマト：大型福寿，ナス：千両2号，ピーマン：エース，エダマメ：ユキムスメ，ハクサイ：耐病60日。

れる程度であった。一方で、ピーマン系標準菌株および *V. longisporum* はキクに対して病原性を示さなかった。これらの結果から、キクに対してはキク分離菌株およびナス系標準菌株が強い病原性を示すことが明らかとなった。また、ナス系菌株以外のトマト系およびエダマメ系標準菌株がキクに対して弱い病原性を示した。

表-2にキク分離菌株の各判別植物への接種試験の結果を示した。Ch-3, Ch-11, Ch-17, Ch-26, Ch-28 および Ch-52 の6菌株は、ナスに病原性を示し、トマト、ピーマンに対して病原性が認められなかったため、ナス系菌株とした。また、ナスに対して病原性を示し、トマトもしくはピーマンのいずれかにナスよりも弱い病原性を示した菌株も、ナス系菌株とした。萩原 (1990) の類別では、トマトとピーマンの両方に対して病原性を示す系統として、トマト・ピーマン系が紹介されているが、トマト・ピーマン系はトマトおよびピーマンのみならずナスに対しても強い病原性を示す。Ch-21 や Ch-29 のようにトマトおよびピーマンの両方に病原性を示しても、ナスに対する病原性と比較して弱いものは、ナス系と類別した。この接種試験で供試したキク分離株は、いずれもエダマメに病原性を示した。しかし、諏訪ら (1987) が報告しているエダマメ系のように、萎凋を伴う激しい外観病徴は見られなかったため、これらの菌株はエダマメ系ではないと考えられた。このように、群馬県のキクから分離された半身萎凋病菌 20 菌株はすべてナス系菌株であった。

### III 系統の群馬県内での分布

群馬県で分離された *V. dahliae* の系統類別は、これまでもエダマメ (諏訪ら, 1987), シロザ (萩原ら, 1987), ウド (白石ら, 1991), トリカブト (白石・賛田, 1995), イチゴ (酒井ら, 2001) およびキャベツ (酒井ら, 1999) からの分離菌株について報告されている。エダマメでは 41 菌株中 37 菌株がナス系に類別されており、ナス系が優占となる傾向が報告されている (諏訪ら, 1987)。諏訪らによってナス系と類別された 37 菌株はいずれも旧利根村 (現沼田市) 産であり、分離地に地域的な偏りが見られている。しかし、キクでは群馬県全域から一様にナス系の菌株が分離された (図-1)。また、キクと同様に、ウドではナス系が多く分離され、地域的な偏りは少ないことが報告されている (白石ら, 1991)。一方、キャベツおよびイチゴではいずれもナス系菌株は、15 菌株中 1 菌株しか分離されていない (酒井ら, 1999; 2001)。キャベツにおいては、狭い地域から多数の系統が分離されており、イチゴの場合は、系統による地理的な偏りは見られない (図-1)。これらのことから、群馬県内で分離される *V. dahliae* はその宿主によって、系統の比率および地理的分布の特徴が異なっているが、キク半身萎凋病菌はナス系菌株が優占でありかつ、県内に一様に分布していることが明らかとなった。

杉山ら (2003) は青森県内のキクから分離した半身萎凋病菌をナス、トマトおよびピーマンに接種したところ、トマト、ピーマンには病原性を示さず、いずれもナス系菌株であったとしている。筆者らが行った検討にお

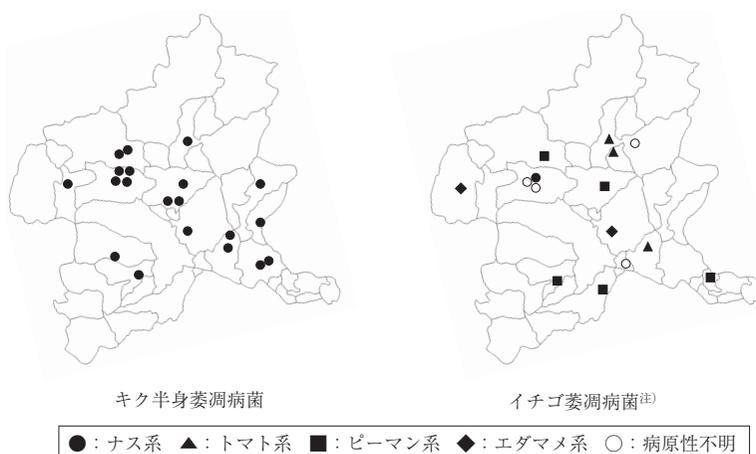


図-1 キクおよびイチゴから分離した *Verticillium dahliae* の系統と群馬県内での分布

注) イチゴ萎凋病菌の分布は酒井ら (2001) より改変して転載した。

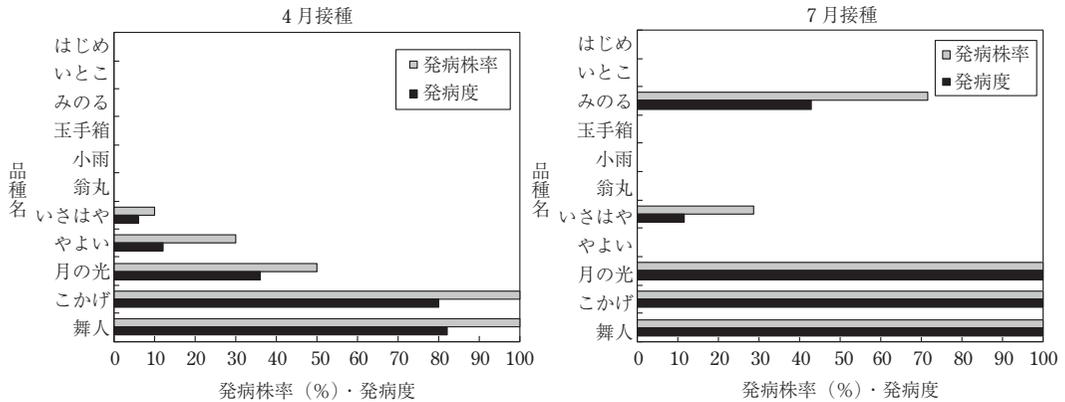


図-2 コギクの半身萎凋病に対する抵抗性品種間差異

Ch-3 菌株の PS 液体培地振とう培養菌を  $10^6$  個/ml に調整し、キク苗を浸根接種してポットに定植した。

4月接種は定植77日後(4/1~6/17)に、7月接種は定植75日後(7/8~9/22)全株調査した。

発病指数 0: 発病なし, 1: 下葉1~2枚が黄化・萎凋, 2: 株全体の1/4未満が黄化・萎凋, 3: 株全体の1/2未満が黄化・萎凋, 4: 株全体の3/4未満が黄化・萎凋, 5: 株全体の3/4以上が黄化・萎凋。

発病度 =  $\sum$ (発病程度別株数 × 発病指数) × 100 / (調査株数 × 5)。

いても、20 菌株すべてがナス系であり、この点では一致している。しかし群馬県での分離菌株は、その多くが、弱いながらもトマトもしくはピーマンに病原性を示した。これらのことから、群馬県でキクから分離した半身萎凋病菌 *V. dahliae* は、ナス系菌株であるが、トマトおよびピーマンに病原性を示したため、本病発生圃場において輪作作物などを選定する際には、この点を考慮する必要がある。

#### IV コギクの半身萎凋病抵抗性の品種間差異

コギクの半身萎凋病抵抗性の品種間差を図-2に示した。この結果から、コギクは本病に対する抵抗性に大きな品種間差があることがわかった。中でも、「はじめ」、「いとこ」、「玉手箱」、「小雨」、「翁丸」は4月および7月の2回の接種試験においてもまったく発病が確認されず、強い抵抗性を有していた。これらの品種を利用することは、本病発生圃場の防除対策として有効であるとともに、抵抗性育種素材としても有望であると思われる。一方で、「いさはや」、「やよい」、「みのる」、「月の光」、「こかげ」、「舞人」は本病に罹病性であった。本病の発生圃場ではこれらの品種の作付は、控える必要があると思われる。

#### おわりに

筆者らが行った検討やこれまでの報告から、キクから

分離される半身萎凋病菌 *V. dahliae* はナス系菌株が優占的であり、群馬県内のキク産地に一様に分布していることが判明した。また、コギクに関しては、本病に対する抵抗性に品種間差があり、防除対策として有効と思われる品種も認められた。これらの情報に基づいて、キク半身萎凋病発生圃場においては、本病に対する抵抗性品種の利用や、ナス系菌株を対象とした輪作作物の選定などの防除対策を講じる必要があると考えられる。

#### 引用文献

- 1) 萩原 廣 (1990): 植物防疫 44: 299 ~ 303.
- 2) ————ら (1987): 関東病虫研報 34: 95 ~ 97.
- 3) HOWELL, C. R. (1970): Phytopathology 60: 488 ~ 490.
- 4) 飯嶋 勉 (1983): 東京農試研報 16: 63 ~ 128.
- 5) ————・三上元一 (1972): 植物防疫 26: 443 ~ 445.
- 6) 池田健太郎ら (2008): 関東病虫研報 55: 79 ~ 84.
- 7) KARAPAPA, V. K. et al. (1997): Mycol. Res. 101: 1281 ~ 1294.
- 8) PEGG, G. F. and B. L. BRADY (2002): *Verticillium* wilts, CABI publishing, Wallingford, 553pp.
- 9) 酒井 宏ら (1999): 日植病報 65: 400 (講要).
- 10) ————ら (2001): 群馬園試研報 6: 59 ~ 64 (講要).
- 11) 白石俊昌ら (1991): 日植病報 57: 396 (講要).
- 12) ————・費田裕行 (1995): 群馬園試研報 1: 7 ~ 11.
- 13) 杉山 悟ら (2003): 日植病報 69: 276 (講要).
- 14) 諏訪澄長ら (1987): 同上 53: 380 (講要).
- 15) 漆原寿彦ら (2006): 同上 72: 239 (講要).