

## エンドウ萎凋病の圃場における病徴診断項目の検討

迫 田 琢 也・本 蔵 洋 一・上 田 幸 史

横浜植物防疫所調査研究部

Diagnostic keys of Fusarium wilt of pea caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*. Takuya SAKODA, Yoichi MOTOKURA and Koshi UEDA (Research Division, Yokohama Plant Protection Station, 1-16-10, Shin-yamashita, Naka-ku, Yokohama 231-0801, Japan). *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* 40: 157-161 (2004).

**Abstract:** Diagnostic keys of Fusarium wilt of pea caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* were described. On infected pea plants, the causal fungus was observed to colonize in the medullary cavity of stem, successively from a lower internode to a higher one, by cutting the stem latitudinally or longitudinally. However, this sign was not observed on pea infected with *F. solani* f. sp. *pisi*. The observation of colonized causal pathogen may be a reliable diagnostic key in the field, as well as yellowing, wilt of leaves, and vascular discoloration, as previously described.

**Key words:** Fusarium wilt, diagnosis, pea

### 緒 言

2002 年 2 月、愛知県東三河地域で施設栽培中のエンドウに葉が黄化・萎凋して枯死する病害が発見され、*Fusarium oxysporum* SCHLECHTEND: Fr. f. sp. *pisi* (J. C. HALL) W. C. SNYDER and H. N. HANSEN によるエンドウ萎凋病（仮称）が提案された（松崎ら，2003）。筆者らが行った本病害の発生圃場における調査で、本病と類似症状を呈する *F. solani* f. sp. *pisi* によるエンドウ根腐病が混在、あるいは両病原菌が混合感染する事例があったため、圃場において萎凋病を特に根腐病から簡易に識別するための診断項目が必要と考えられた。自然発病及び接種植物における両病害の病徴観察から、萎凋病の識別に有効と考えられる追加的な 1 つの診断項目が判明したのでここに報告する。

### 材料及び方法

#### 調査試料

2002 年 11 月下旬、三河地域の 2 圃場において播種から約 3 カ月が経過した 2 品種（品種 A、品種 N）のうち、株の基部から上部にかけて葉が黄化し、萎凋症状を呈する苗及び茎の地際部に变色を伴って葉が黄化する苗を適宜採取し、供試した。

#### 細部症状の観察

圃場由来の自然病徴については、①葉の黄化、②根

及び地際部の症状、③維管束の変色の有無及び程度などについて記録した。また、④茎の中空部における菌叢の有無についても調査した。以上の各項目の観察は、①、②を肉眼にて、③、④はカミソリ刃で当該部を縦断、または横断切片とし、肉眼、または実体顕微鏡で行った。また、分離菌の接種病徴についても同様に観察した。

#### 病原菌の分離・接種試験

茎の第 1, 3 及び 5 節間より常法によって病原菌の分離を行った。また、第 5 節間より上位の茎の中空部に菌叢が認められた場合にはその最上節間（第 M 節間とする）からも分離を行い、形態観察ののち、接種試験を行った。接種源（孢子懸濁液）の濃度は約  $10^6 \sim 10^7$  個/ml とし、*F. oxysporum* は HAGLUND (1989) の方法に準じた断根浸漬法により、また、*F. solani* は土壌灌注法により接種した。接種後は、 $16 \sim 28^\circ\text{C}$  に保管し、1 カ月間観察した。

### 結 果

#### 症状の観察結果

圃場で採取した試料の各部位の症状は第 1 表のとおりである。葉の黄化は最大で第 10～24 節まで認められた。根の生育状況については、土壌が堅く、株を引き抜く際に根が途中でちぎれたため観察できないものが多かったが、それらを除き、明確な根腐れを生じ

第1表 採取試料の各部位の症状及び各節間から分離される *Fusarium* 属菌並びにそれらの病原性

| 採取試料の各部位の症状*2 |    |      |       |     |             |              |               |              |                 |       |      |      |     | 各節間における <i>F. oxysporum</i> 及び <i>F. solani</i> の分離の有無並びにそれらの病原性*4 |     |        |    |  |  |  |  |  |  |
|---------------|----|------|-------|-----|-------------|--------------|---------------|--------------|-----------------|-------|------|------|-----|--------------------------------------------------------------------|-----|--------|----|--|--|--|--|--|--|
| 圃場*1          | 試料 | 葉の黄化 |       | 根腐れ | 地際部の<br>の褐変 | 地際部の<br>枯れ細り | 地際部の<br>菌叢の繁茂 | 維管束の<br>変色*3 | 茎上部空間の<br>菌叢の有無 | 第1節間  |      | 第3節間 |     | 第5節間                                                               |     | 第M節間*5 |    |  |  |  |  |  |  |
|               |    | F.o  | F.s   |     |             |              |               |              |                 | F.o   | F.s  | F.o  | F.s | F.o                                                                | F.s | M=     |    |  |  |  |  |  |  |
| 1             | 1  | +    | (+19) | —   | +           | —            | —             | +            | (3)O            | —     | +    | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | —  |  |  |  |  |  |  |
|               | 2  | +    | (+22) | —   | +           | —            | —             | +            | (4)RB           | +(11) | +    | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | 11 |  |  |  |  |  |  |
|               | 3  | +    | (+21) | —   | +           | —            | —             | +            | (1)RB           | +(10) | +    | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | 10 |  |  |  |  |  |  |
|               | 4  | +    | (+24) | —   | —           | —            | —             | +            | (20)LY~O        | +(17) | +    | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | 17 |  |  |  |  |  |  |
|               | 5  | +    | (+21) | —   | —           | +            | —             | —            | —               | +(18) | +    | +    | (-) | +                                                                  | +   | +      | 18 |  |  |  |  |  |  |
| 2             | 1  | +    | (+11) | —   | —           | —            | —             | —            | —               | +(4)  | +    | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | —  |  |  |  |  |  |  |
|               | 2  | +    | (+17) | NT  | —           | +            | —             | —            | +(12)B          | +(12) | +    | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | 12 |  |  |  |  |  |  |
|               | 3  | +    | (+14) | NT  | —           | —            | —             | —            | +(14)LY~O       | +(14) | +    | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | 14 |  |  |  |  |  |  |
|               | 4  | +    | (+17) | —   | —           | —            | +             | —            | —               | +(15) | +    | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | 15 |  |  |  |  |  |  |
|               | 5  | +    | (+10) | NT  | —           | —            | +             | +            | +(NT)B          | +(10) | +    | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | 10 |  |  |  |  |  |  |
|               | 6  | +    | (+14) | NT  | +           | —            | —             | —            | —               | +(14) | +    | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | 14 |  |  |  |  |  |  |
|               | 7  | +    | (+12) | NT  | +           | —            | —             | —            | +(1)R           | —     | +(+) | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | —  |  |  |  |  |  |  |
|               | 8  | +    | (+16) | NT  | +           | +            | +             | —            | +(7)R           | —     | +    | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | —  |  |  |  |  |  |  |
|               | 9  | +    | (+16) | NT  | +           | —            | —             | —            | +(9)C           | —     | +    | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | —  |  |  |  |  |  |  |
|               | 10 | +    | (+16) | NT  | —           | —            | +             | +            | +(1)R           | +(11) | +    | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | 11 |  |  |  |  |  |  |
|               | 11 | +    | (+23) | —   | —           | +            | —             | —            | +(23)O~B        | +(13) | +    | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | 13 |  |  |  |  |  |  |
|               | 12 | +    | (+14) | NT  | +           | —            | —             | —            | —               | —     | +    | +    | +   | +                                                                  | +   | +      | —  |  |  |  |  |  |  |

\*1 圃場 1: 愛知県 T 市 S 町、栽培品種 A。圃場 2: 愛知県 A 郡 T 町、栽培品種 N。

\*2 +: 各症状あり。 -: 各症状なし。NT: 未調査。( ) は、各症状の見られる最上節 (間)。

\*3 O: オレンジ色、C: 赤色、B: 褐色、DB: 暗褐色、RB: 赤褐色、R: 赤色、LY: レモン色。

\*4 F.o: *Fusarium oxysporum*, F.s: *Fusarium solani*。

+: 分離された、(+): 病原性あり、(-): 病原性なし。最上節間から分離された菌株を接種した。

\*5 第5節間より上位に菌叢が確認された場合には、その最上節間 (第M節間) から菌の分離を試みた。

ているものはなかった。地際部では、褐変を呈するもの、あるいは枯れ細るものが存在した。茎の維管束では、レモン色～褐色、赤褐色等に変色するものが見られた。さらに茎の中空部には、菌叢の繁茂するものが多かった(図版 I-1)。この菌叢には、実体顕微鏡により小分生子が短分生子柄上に擬頭状に形成される *F. oxysporum* 型の形態が認められた。

### 菌の分離状況

合計 17 本の試料から菌の分離を行った。その結果、すべての試料から *F. oxysporum* と *F. solani* のいずれかが単独で、または、この両種が分離された。各節間からの両種の分離状況は第 1 表に示した。各試料において、*F. oxysporum* は第 1～18 節間から、*F. solani* は第 1～14 節間から分離された。

### 分離菌の同定

試料 12 本に由来する *F. oxysporum* 12 菌株、同 7 本に由来する *F. solani* 7 菌株にエンドウに対する病原性が認められた。また、エンドウに病原性を示した *F. oxysporum* 12 菌株の中から 2 菌株(1-5-2-M-①、2-9-M-①)を任意に選抜し、他のマメ科植物に対する接種試験を行った。しかし、これらに全く病原性は認められなかった(第 2 表)。よって、これらの菌株の病原性はエンドウに特異的であると判断し、*F. oxysporum* SCHLECHTEND: Fr. f. sp. *pisi* (J. C. HALL) W. C. SNYDER & H. N. HANSEN と同定した。また、エンドウに病原性を示した *F. solani* 7 菌株はエンドウ根腐病菌 *F. solani* (MART.) SACC. f. sp. *pisi* (F. R. JONES) W. C.

SNYDER & H. N. HANSEN と同定した。

### 接種病徴

萎凋病菌の接種エンドウ苗では、対照区に比べ、草丈が低く、葉は黄変し(図版 I-2)、茎の中空部だけでなく地際部の茎の表面上にも白色の菌叢が繁茂した(図版 I-3)。一方、根腐病菌の接種苗には、根及び地際部の茎の皮層が腐敗し、褐色～黒色の明瞭な変色(図版 I-4)とその上にドット状にスポロドキアが認められた(図版 I-5)。

## 考 察

### エンドウ萎凋病と根腐病の病徴等の比較

細部症状の観察及び病原菌の分離結果等から、自然発生した萎凋病罹病株には根や地際部の茎に顕著な腐敗等の被害は認められなかったが、茎の維管束が変色するものが多く、ほとんどすべての試料において茎の中空部に病原菌の菌叢が存在した。一方、根腐病罹病株は、根や地際部の茎の皮層が淡褐色等に変色・腐敗し、加えて地際部の維管束が赤変する場合が多く、単独罹病株においては茎の中空部に本菌の菌叢は認められなかった。

接種試験において、両病害には、特に地際部の茎表面に異なる症状が認められたが(図版 I-3, 4, 5)、調査圃場では、株元の土壌がかなり乾燥していたため、これらの症状および差異が現れにくかったと考えられる。

以上のことから、圃場におけるエンドウ萎凋病の識別には、従来知られている葉の黄化、萎凋、維管束の

第 2 表 各マメ科植物に対する病原性\*1

| 接種植物  |                                      |         | 各菌株の病原性   |         | 対 照*2 |
|-------|--------------------------------------|---------|-----------|---------|-------|
| 植物名   | 学 名                                  | 品 種     | 1-5-2-M-① | 2-9-M-① |       |
| ササゲ   | <i>Vigna unguiculata</i> (L.)        | けごんの滝   | —         | —       | —     |
| インゲン  | <i>Phaseolus vulgaris</i> L.         | ブロッキング  | —         | —       | —     |
| インゲン  | <i>Phaseolus vulgaris</i> L.         | ピークライト  | —         | —       | —     |
| アズキ   | <i>Vigna angularis</i> OHWI & OHASHI | 早生      | —         | —       | —     |
| ソラマメ  | <i>Vicia faba</i> L.                 | 陵西一寸    | —         | —       | —     |
| ダイズ   | <i>Glycine max</i> (L.) MERR.        | 夕涼み     | —         | —       | —     |
| ラッカセイ | <i>Arachis hypogaea</i> L.           | (不明)    | —         | —       | —     |
| ルーピン  | <i>Lupinus polyphyllus</i> LINDL.    | (ラッセル系) | —         | —       | —     |
| ヒヨコマメ | <i>Cicer arietinum</i> L.            | (不明)    | —         | —       | —     |
| エンドウ  | <i>Pisum sativum</i> L.              | N       | +         | +       | —     |
| エンドウ  | <i>Pisum sativum</i> L.              | A       | +         | +       | —     |

\*1 接種後 1 カ月間観察した。黄化・萎凋症状が観察され、接種菌が再分離された場合に病原性ありと判定した。

+: 病原性あり、—: 病原性なし。

\*2 滅菌蒸留水を用いた。

変色等 (HAGLUND, 2001) が有効であることが確認されたほか、新たに、茎の中空部において下位の節間から連続的に伸長する病原菌の菌叢も有効な診断項目になりうると考えられた。また、高湿度や菌濃度の高い環境下では地際部の茎表面に繁茂する白色菌叢の存在も萎凋病の補足的な診断項目となりうると考えられる。

### 摘 要

*F. oxysporum* f. sp. *pisi* によるエンドウ萎凋病の新たな診断項目を記載した。本病に罹病したエンドウの茎を縦横に切断すると、下位から上位節間にかけての中空部に連続的に病原菌の菌叢が観察された。しかし、この特徴は、*F. solani* f. sp. *pisi* によるエンドウ根腐病の罹病エンドウには認められなかった。よって、圃場におけるエンドウ萎凋病の診断項目として、従来知られている葉の黄化、萎凋、維管束の変色のほか、茎の中空部における菌叢も有効であることが示唆された。

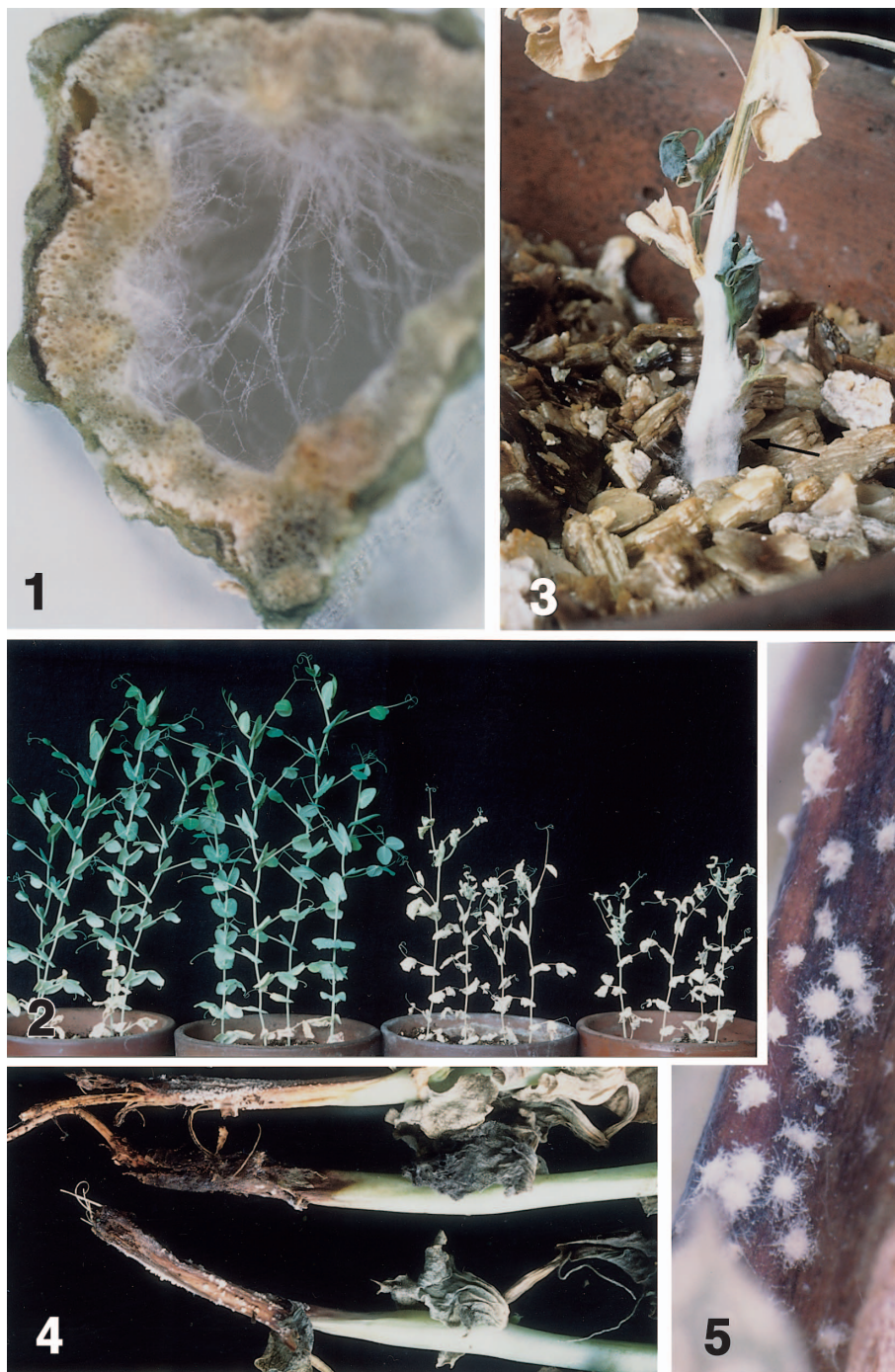
### 謝 辞

本試験を実施するに当たり、圃場調査等においてご協力を頂いた、愛知県農業試験場の深谷雅博氏、成田悟氏、伊藤啓司氏及び松崎聖史氏並びに名古屋植物防疫所の山下 博氏、西川 清氏、大井明大氏及び佐々木 学氏に感謝の意を表する。

### 引 用 文 献

- 松崎聖史・本蔵洋一・迫田琢也・深谷雅博 (2003) 愛知県における *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* によるエンドウ萎凋病 (新称) の発生. 日植病報 **69** (3): 274-275 (講要).
- HAGLUND, W. A. (1989) A Rapid Method for Inoculating Pea Seedling with *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*. *Plant Disease* **73**: 457-458.
- HAGLUND, W. A. (2001) Fusarium wilt, In *Compendium of Pea Diseases and Pests, second edition* (J. M. KRAFT and F. L. PFLEGER, eds.), Amer. Phytopathol. Soc., Minnesota, pp. 14-16.





**図版 I** 1: 自然発生したエンドウ萎凋病罹病株の茎の横断面（第 10 節間）における維管束の褐変及び茎の中空内菌叢。 2: エンドウ萎凋病菌の接種によって生じた萎凋症状（右側 2 鉢）（接種 30 日目）。左側 2 鉢は対照区。 3: 地際部の茎表面に認められた萎凋病菌の菌叢（矢印）の繁茂（接種 30 日目）。 4: エンドウ根腐病菌の接種によって生じた地際部の褐変及び根の腐敗（接種 30 日目）。 5: 褐変した地際部の茎の表面に生じた根腐病菌のスポロドキア（接種 30 日目）。