

## 2002年に富山県内各地で発生したダイズ茎疫病

向島博行・関原順子

Hiroyuki MUKOBATA and Junko SEKIHARA :

Occurrence of Phytophthora root and stem rot of the soybean in various places in Toyama Prefecture in 2002

2002年に、富山県下の多数の水田転換畑において播種10~20日目のダイズが立枯症状を呈した。病原菌の分離・同定および病原性の検討を行ったところ、調査した21圃場のうち12地点では*Phytophthora sojae*によるダイズ茎疫病が主因であることが判明した。

Key words : ダイズ, 茎疫病, 多発, soybean, Phytophthora root and stem rot, outbreak

### 緒 言

富山県産大豆は従来から煮豆や豆腐用として実需者から安定した高い評価を得ている。しかし、近年は全国的に大豆の栽培面積が増加し、産地間競争が激化しているため、より一層良質な大豆の安定生産が課題となっている。

本県では、「気象変動に耐え、売れる大豆の安定生産」を生産推進目標に掲げ、出芽の安定と初期生育の確保のため、心土破碎や額縁排水溝の設置、畝立同時播種法等による排水対策を強力に推し進めてきた。とくに湿害回避のための畝立同時播種は、2006年現在、大豆栽培面積約5,400haのうち63%にまで普及している。

2002年には、ダイズは5月下旬から6月上旬に播種され、出芽は概ね良好であった。その後6月中旬、7月上・中旬に梅雨前線の停滞や台風の影響で降水量が極端に多い日があった。このような気象条件下で、県内各地から立枯症状を呈した株が富山県農業技術センターに持ち込まれた。病原菌の分離・同定および分離菌の病原性の検討を行ったところ、主に茎疫病によるものであることが明らかとなったのでここに報告する。

立枯性病害の発生実態調査に協力いただいた県下の農業普及指導センターの各位および文献調査に協力いただいた野菜茶業研究所の西和文博士に深甚なる謝意を表する。

### 材料および方法

#### 1. 発生状況調査

2002年6月19日および7月8日に井波町清玄寺の立枯症状株が激発した圃場で発生状況を調査した。また、発病株を採取し、病徴の観察および発病部位の顕微鏡観察を実施した。さらに、県下各地の発生状況を調査するとともに、普及指導センターの協力のもとに発生実態に関するアンケート調査を実施した。

#### 2. 病原菌の分離と接種試験

発病株の罹病した胚軸部から常法によって病原菌を分離した。すなわち、胚軸を流水で十分洗い、70%エタノールと1%次亜塩素酸ナトリウムで表面殺菌した後、それぞれ2%素寒天培地、疫病菌選択培地(BNPRA-HMI培地改良型<sup>5)</sup>:イプロジオン12.5ppm, イマザリル5ppm, ヒドロキシイソキサゾール25ppm, リファンピシン10ppmの溶液を、加熱融解して50℃に冷却したV-8ジュース寒天培地に1%の割合で混合して分注)およびピシウム菌選択培地(3P培地<sup>15)</sup>:コーンミール寒天17g, ピマリシン100mg, ペニシリン50mg, ポリミクシン50mg, 水1000ml)に置床し、生育した菌糸を分離した。

接種試験には3菌株(TAC-02-Daizu3, TAC-02-Daizu5, TAC-02-Daizu6)を供試した。土壌接種は、パーミキュライトを入れた塩ビ製カップ(直径12cm, 深さ5.5cm)にダイズ(品種:エンレイ, オオツ

ル)を播種し、9日目にV-8ジュース寒天培地で10日間培養した菌そうを培地ごと混入した。その後、地際から5mm程度の高さまで水を張って調査まで維持し、25℃条件下に置床して、接種後6日目に発病の有無を調査した。また、ダイズ(品種:エンレイ)茎への含菌寒天接種では、播種9日目の幼茎と開花期の茎に、分離菌をV-8ジュース寒天培地で10日間培養した径8mmの含菌寒天ディスクを無傷または有傷で貼り付け接種した。有傷接種は、木綿針の20本束で接種部を刺傷した。これらは昼夜12時間明暗の25℃条件下に置床し、6日目に発病の有無を調査した。さらに、野菜や果樹の果実等に対する接種は、上記3菌株を供試し、含菌寒天ディスクを無傷および有傷で貼り付け接種した。これらはバット内の湿らせた脱脂綿上に置き、さらにビニールフィルムで被覆して25℃で静置し、6日目に発病の有無を調査した。

### 3. 病原菌の同定

同定にはTAC-02-Daizu5菌株を代表として供試した。有性器官の形態は、V-8ジュース寒天培地上で25℃、20日間培養後に形成された蔵卵器および卵胞子を観察した。また、V-8ジュース寒天培地で培養した含菌寒天

ディスクを雨水を入れたペトリ皿に25℃、12時間照明下で2~3日間浮かべ、形成された遊走子のうの形態を観察した。

菌そう生育温度については3菌株(TAC-02-Daizu3, 5, 6)を供試した。V-8ジュース寒天培地上に径5mmの含菌寒天ディスクを置床し、10~32.5℃の温度範囲で90時間培養後の菌そう伸長程度を測定した。

## 結 果

### 1. 発生状況と病徴

井波町清玄寺の発生圃場は水田転換畑であり、前作は水稲であった。品種はエンレイで、6月1日に播種され、6月17日に初めて立枯れ症状が認められた。圃場全体に発生箇所が点在し、発生面積は30a圃場の約20%に及んだ(第1図)。罹病部位は地際の胚軸部で多く、水浸状や褐色に枯れ上がり、茎の生長点付近が侵入点の場合(第2図)でも同様な症状が認められた。また、子葉が侵されて水浸状を呈する場合も見られた。いずれも発病後早期に枯死した。

患部では、遊走子のうの形成が認められる場合があった。また、罹病組織を雨水に浮遊させ、25℃で1~2日



第1図 茎疫病発生圃場(井波町清玄寺)の状況と発病株



第2図 生長点付近の茎が侵された発病株の様相  
注) スケールは2cmを示す

間置くと多数の遊走子のうが形成された。罹病組織上では有性器官の形成が認められ、同株性であった。根部での症状は感染の初・中期には不明瞭であったが、病勢が進展すると細根が褐変して根腐症状を呈したり、根部表層組織が剥離しているのが観察され、内部に卵胞子の形成が認められた。

7月8日の調査では、初期に発生した場所の周囲に発病が拡大し、萎凋や立枯症状を呈するものが認められた。また、7月中旬以降に感染した株では、生育不良や萎凋症状を示したが、枯死するものは少なかった。

富山県下の現地21か所のダイズ立枯症状株から分離された菌株を第1表に示した。*Phytophthora*属菌が最も多く、12地点から分離された。この他に、*Rhizoctonia*属菌が4地点、また、7月以降では*Pythium*属菌が6地点から分離された。

茎疫病が発生した圃場に対するアンケートの結果を第2表に示した。立枯症状は播種10~20日目から現れた。

発生様相は点状またはすじ状が多く、発生株率は数%程度の圃場が多かったが、中には20%程度にまで及ぶ圃場もあった。比較的排水性の良い圃場でも発生が認められた。

## 2. 立枯株からの病原菌の分離と接種試験

罹病部位から病原菌の分離を試みたところ、疫病菌選択培地で高率に分離された。

分離菌のダイズに対する病原性について、土壌接種または含菌寒天接種で調査した結果、供試した「エンレイ」、「オオツル」のいずれの品種に対しても強い病原性を示し、胚軸部の褐変化、枯死という病徴が再現された(第3, 4表)。土壌接種では接種3~4日目まで水際部の胚軸が軟化した。含菌寒天接種では褐変部が進展する症状であった。また、この褐変部からは接種菌が再分離された。

ダイズ以外の供試植物(果実)に対する病原性は弱

第1表 2002年に富山県下のダイズ圃場で発生した立枯症状株から分離された菌株の属名

立枯症状株の採取圃場地点	分離菌の属名
井波町清玄寺, 井波町大宮司, 城端町細木, 砺波市権正寺, 砺波市久泉, 下村摺出寺, 富山市新保(a), 立山町野口, 立山町上利田, 滑川市浜四ツ屋, 魚津市大海寺野, 朝日町大家庄	<i>Phytophthora</i>
小矢部市高木出, 下村摺出寺, 立山町野口, 立山町上利田	<i>Rhizoctonia</i>
氷見市加納, 入善町青木	<i>Fusarium</i>
下村三箇, 富山市中沖(a), (b), 富山市新保(b), (c), (d)	<i>Pythium</i>

第2表 富山県における2002年のダイズ茎疫病発生圃場の被害状況

項目	井波町清玄寺	砺波市久泉	富山市布目	滑川市浜四ツ屋	魚津市大海寺野	朝日市大家庄
播種時期	6月1日	5月28日	6月10日	5月23日	6月5日	6月2日
被害を認めた時期	播種後16日目	播種後14日目	播種後10日目	播種後20日目	播種後20日目	播種後20日目
被害部位	地際茎 上位葉	地際茎 葉柄, 基部	地際茎, 根	地際茎, 根	地際茎, 葉, 根	地際茎
発生様相	すじ状, 坪状	点状	点状	点状	点状	点状~すじ状
被害率(%)	3~20%	4%	8%	5~7%	2%	多いところで20%
圃場排水の良否	やや良	やや不良	良	並	良	極めて良

注) 2002年は6月中旬から7月中旬にかけて曇雨天の日が多く、降水量は県内各地で平年に比べ6月中旬が1.6~2倍、7月上・中旬が約2~3倍と多く、また、この期間の平均気温は6月下旬が約2℃低かった以外は、1~2℃高く推移した。

第3表 各種分離菌株の土壌接種によるダイズの発病率(%)

供試菌株	供試品種と発病率(%)	
	エンレイ	オオツル
TAC-02-Daizu3	60	70
TAC-02-Daizu5	50	20
TAC-02-Daizu6	60	20
無接種	0	0

注) 播種後9日目のダイズ苗を、それぞれ10個体供試した。

第4表 分離菌株の含菌寒天接種によるダイズの発病程度

供試菌株	発病程度			
	幼茎		成茎	
	有傷	無傷	有傷	無傷
TAC-02-Daizu3	+++	-	+	+
TAC-02-Daizu5	+++	++	++	+
TAC-02-Daizu6	+++	+	+++	++
無接種	-	-	-	-

注1) - : 不発病, + : 僅かに褐変して発病, ++ 中程度の発病, +++ : 激しく進展して発病。

2) 品種はエンレイで、幼茎は播種後9日目に、成茎は開花期頃の7月20日に、各5茎を供試した。

く、キュウリ、シシトウガラシ、ピーマンおよびモモ等が僅かに褐変する程度であった（第5表）。

### 3. 病原菌の同定

CMA培地上で形成された遊走子のうとV-8ジュース寒天培地上で形成された有性器官の形状およびその大きさを第3図および第6表に示した。培地中の菌糸は隔膜を欠いていたが、古い菌糸ではしばしば隔膜を有した。遊走子のうはレモン状または卵形で、乳頭突起を有しないか、顕著でなかった。V-8ジュース寒天培地上で有性器

官が多数形成され、蔵卵器は球形、表面が平滑で無色、卵胞子は成熟すると淡黄色～黄褐色であった。蔵精器はおもに楕円形、側着性、まれに底着していた。

V-8ジュース寒天培地上における本病菌の生育と温度の関係を検討した結果、菌そう生育適温は25～30℃付近であった（第4図）。

以上の形態的特徴や生育温度特性等は、Hildebrand<sup>2)</sup>や土屋<sup>13)</sup>による *Phytophthora megasperma* var. *sojae* の記載とほぼ一致していた。*P. megasperma* var. *sojae* は Hansen<sup>1)</sup> により *P. sojae* の異名とされており、本病



第3図 本病菌 (TAC-02-Daizu 5) の遊走子のう (左) と有性器官 (右)  
注) スケールは20  $\mu$ mを示す

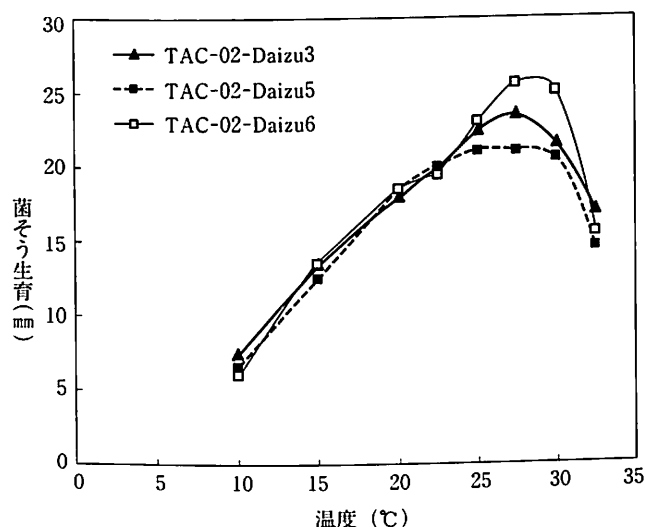
第5表 ダイズ茎疫病菌の各種植物 (果実) に対する病原性 (含菌寒天接種)

供試植物 (品 種)	供試菌株と有傷接種				供試菌株と無傷接種			
	TAC-02-Daizu3	TAC-02-Daizu5	TAC-02-Daizu6	対照	TAC-02-Daizu3	TAC-02-Daizu5	TAC-02-Daizu6	対照
モモ (白鳳)	+	+	+	-	-	-	-	-
ナシ (幸水)	+	-	-	-	-	-	-	-
リンゴ (ふじ)	-	+	-	-	-	-	-	-
キュウリ (南極1号)	+	+	-	-	+	+	-	-
ナス (千両2号)	-	-	+	-	-	-	+	-
トマト (桃太郎)	-	-	-	-	-	-	-	-
ネギ (不詳)	-	+	-	-	-	-	-	-
ジャガイモ (不詳)	-	-	-	-	-	-	-	-
ピーマン (京みどり)	-	+	+	-	-	-	-	-
シシトウガラシ (不詳)	+	+	+	-	-	-	-	-

第6表 ダイズからの分離菌と既報のダイズ茎疫病菌との形態比較

器 官	TAC-02-Daizu5	<i>P. megasperma</i> var. <i>sojae</i> (Hildebrand, 1959)	<i>P. megasperma</i> var. <i>sojae</i> (土屋ら, 1982)
遊走子のう ( $\mu$ m)	62.9×42.6	52.5×35.1	55.8×39.4
蔵卵器 ( $\mu$ m)	28.6-46.8	29.4-45.7	33.9-42.7
卵胞子 ( $\mu$ m)	20.8-39.0	22.8-35.1	25.2-33.9
蔵精器の着生位置	側着まれに定着	側着まれに定着	側着まれに定着

注) TAC-02-Daizu5の各器官の大きさは、それぞれ30個について計測した。



第4図 各温度下における菌そう生育

菌は *Phytophthora sojae* と同定された。なお、富山県内各地から分離し、病原性を確認した TAC-02-Daizu2 (寄託番号: NBRC101543), TAC-02-Daizu5 (寄託番号: NBRC101544), TAC-02-Daizu6 (寄託番号: NBRC101545), TAC-05-Daizu9 (寄託番号: NBRC101546), および TAC-05-Daizu10 (寄託番号: NBRC101547) を独立行政法人製品評価技術基盤機構へ寄託保存した。

## 考 察

2002年に富山県内各地で発生したダイズの立枯症状株から分離された菌は、形態的かつ生理的特徴等から *P. sojae* と同定され、本菌をダイズ幼苗に接種したところ、同様な症状が再現された。以上から、富山県で多発生したダイズの立枯症状はおもに *P. sojae* によるダイズ茎疫病であることが明らかとなった。

ダイズ茎疫病 (*Phytophthora* root and stem rot) は、1950年代に北アメリカのオンタリオ州やオハイオ州で発生し、その後アメリカのダイズ栽培地帯で広く問題となり、Kaufman and Gerdemann<sup>1)</sup> により初めて報告された病害である。日本では、1977年に北海道の十勝平野で初めて発生が確認され、土屋<sup>13)</sup> が詳細な報告をしている。その後、山形<sup>13)</sup>、秋田<sup>14)</sup>、静岡<sup>7)</sup> 等の全国各県で報告されるに至った。

富山県では、2002年ほどではないが、毎年散発的に茎疫病が発生して問題となっている。2002年から2006年までの本病の発生状況(達観)と5月～7月の気象的特徴<sup>8,9,10,11,12)</sup> を第7表に示した。概観すると、気温は平年を上回る場合が多く、降水量が多いと発病が多い傾向が

第7表 富山県における近年のダイズ茎疫病の発生状況と気象の特徴

年次	茎疫病の発生状況	時期	気象的特徴(対平年値)		
			降水量	日照時間	気温
2002	多	5月	多	少	並
		6月	多	少	高
		7月	多	並	高
2003	少	5月	少	多	高
		6月	並	少	高
		7月	並	少	低
2004	少～中	5月	多	少	高
		6月	多	多	高
		7月	並	多	高
2005	中	5月	少	多	並
		6月	少	並	高
		7月	多	少	並
2006	少	5月	多	少	高
		6月	少	並	高
		7月	多	少	低

注) 富山県富山市のデータ。茎疫病の発生状況は現地聞き取り調査や達観による。

見られた。最も発生の多かった2002年では5月～7月を通じて降水量が多かった。最も発生が少なかった2003年には、5月～7月まで降水量は少～並で経過した。一方、2004年には、5月から6月上旬の降水量は多かったが、発生はそれほど多くなかった。

以上から、本病の多発要因として降水量の影響が大きいと考えられるが、このほかに、越冬残存器官である卵胞子の成熟や発芽に関与する諸要因、伝染源植物の存在が考えられる。

Waterhouse<sup>16)</sup> は Ito and Nagai<sup>3)</sup> が報告している「イネ綿疫病菌」と本病菌が同一の菌種 (*Phytophthora miyabeana* = *Phytophthora megasperma* var. *sojae*) としている。筆者らの分離菌も形態的、生理的性質が *P. miyabeana* と酷似していた。そこで、富山県農業技術センター保存イネ54品種の幼苗に分離菌を接種したが、いずれの品種でも発病は認められなかった(データ略)。水田転換畑でダイズ栽培が開始されて以来約25年が経過し、富山県では、この間ダイズはおもに [イネーダイズーイネ] や [イネーオオムギーダイズーイネ] の水田輪作体系で作付けされてきた。土壌伝染性病害の茎疫病やリゾクトニア根腐病<sup>6)</sup> が、近年、県内各地で問題となっていることから、その防除対策が早急に求められている。

## 引用文献

- 1) Hansen, E. M. and Maxwell, D. P. (1991) Species of

- the *Phytophthora megasperma* complex. Mycologia 83 : 376~381.
- 2) Hildebrand, A. A. (1959) A root and stalk rot of soybeans caused by *Phytophthora megasperma* Drechsler var. *sojae* var. nov. Can. J. Bot. 37 : 927~957.
  - 3) Ito, S. and Nagai, M. (1931) On the rot-disease of the seeds and seedlings of rice-plant caused by some aquatic fungi. Jour. Facul. Agri. Hokkaido Imp. Univ. 32 : 45~67.
  - 4) Kaufmann, M. J. and Gerdemann, J. W. (1958) Root and stem rot of soybean caused by *Phytophthora sojae* n. sp. Phytopathology 48 : 201~208.
  - 5) 宮田善雄 (1990) キュウリ萎ちよう性病害の見分け方 (1), I 立枯性疫病. 植物防疫 44 : 285~286.
  - 6) 向島博行・百町満朗・梅沢順子 (2005) *Rhizoctonia solani* AG2-2ⅢBによるダイズリゾクトニア根腐病の発生. 日植病報 71(1) : 75 (講要).
  - 7) Suzui, T. (1983) Reactions of soybean cultivars to *Phytophthora megasperma* var. *sojae* isolated from Shizuoka. Ann. Phytopath. Soc. Japan 49 : 63~65.
  - 8) 富山地方気象台 (2003) 平成14年度富山県の気象概況.
  - 9) 富山地方気象台 (2004) 平成15年度富山県の気象概況.
  - 10) 富山地方気象台 (2005) 平成16年度富山県の気象概況.
  - 11) 富山地方気象台 (2006) 平成17年度富山県の気象概況.
  - 12) 富山地方気象台 (2006) 平成18年度富山県の気象・地震概況 (4月~7月).
  - 13) 土屋貞夫 (1982) *Phytophthora megasperma* var. *sojae* によるダイズの茎疫病. 北海道立農試集報 48 : 46~55.
  - 14) 土屋貞夫・古屋廣光 (1983) 秋田県八郎潟干拓地に発生した大豆茎疫病菌 (*Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea*) のレースについて. 北日本病虫研報 34 : 121~123.
  - 15) 渡辺恒雄 (1984) 第2章 土壤病害の診断 IV 種々の病原の分離と同定 3) *Pythium*菌. 新版土壤病害の手引 (同書編集委員会編), 79~82, 日本植物防疫協会, 東京.
  - 16) Waterhouse, G. M. (1963) Key to the species of *Phytophthora* de Bary. Mycol. Pap. 92 : 1~22.

(2006年10月31日受領)