

軟化栽培ウドの疫病及びその病原菌

堀江博道*・平野寿一・飯嶋 勉

緒 言

東京都におけるウド栽培は記録によると江戸時代末期の文化年間に始まり、その後、優良系統の導入や新技術の開発普及などにより都市近郊に一大産地を形成してきた（東京都農業試験場、1967）。現在でもウドは東京都の特産物としての地位を維持しており、1990年における東京都のウド生産量は1,300t、生産額は4億2千2百万円であり、また東京都中央卸売市場の統計では1990年の東京都産入荷量は761t、その占有率は46.5%であった（東京都労働経済局、1992）。

ウドの栽培形態は各農家の伝承技術や作型により異なるが、一般的には、4月に株分け苗（種株）を露地畑に植付け、軟化栽培用の根株を養成する。超促成軟化栽培では、10~12月に根株を掘りあげ、休眠打破や発芽揃いを目的としてジベレリン処理を行い、軟化室（むろ）に伏せ込む。促成軟化及び普通軟化栽培では、軟化直前に根株を収穫して、ただちに伏せ込むか、または掘り取り後、根株を集めて畑に仮埋めするなどして保存し、適宜、軟化する。抑制軟化栽培では、掘りあげた根株を0~3℃付近に設定した大型保冷庫に冷藏しておき、4月下旬から8月下旬に伏せ込む。軟化室の形態は岡伏せ、パイプハウス式軟化室、小屋式軟化室、地下式軟化室などに区分される。地下式軟化室は北多摩地区に古くから伝承されている軟化室で、径1m、深さ4~5mほどの豊穴を掘り、底部に十字に高さ1.3m、幅1m、奥行き3~4mほどの横穴を作る。この横穴に根株を密に並べ、芽土（合土）をかけて伏せ込み、商品である軟化茎を生産する。軟化室に伏せ込んでから収穫

までの期間は約30日である。

地下式軟化室は高湿度であり、室温も年間を通して17~20℃に維持される。このような栽培環境は、一方では各種障害が発生しやすい条件でもある。軟化栽培では、菌核病が作型にかかわらず広く発生し、根株及び軟化茎を腐敗させ、収穫皆無など壊滅的な被害をもたらすことがあり、また白絹病の発生も認められる。ところが1983年頃から抑制軟化栽培において、菌核病や白絹病とは異なる原因不明の腐敗症状が発生するようになった。この原因として、当初は地下水の減少や水脈の移動により軟化室内の温度が変化するために生じる生理障害などと考えられたが、十分な因果関係は確認できず、被害分布が拡大した。そこであらためて本症状を病害の面から検討した結果、本症状は疫病菌による未記録の病害であることが判明した。

本報告は、ウド軟化栽培に発生する疫病の発生状況、病原菌、防除方法などについて得られた知見をまとめたものである。なお本研究の成果の概要については日本植物病理学会などで発表した（平野ら、1986；堀江ら、1989）。

本研究を進めるにあたり、東京都北多摩農業改良普及所（当時）高村芳寿氏、荒巻一雄氏（現西多摩農業改良普及所）、岩崎康夫氏（現中央農業改良普及所大島支所）、東京都農林水産部川村真次氏、立川市うど生産組合、東京都農業試験場野菜研究室、同病理昆虫研究室、東京都病害虫防除所並びに北多摩農業改良普及所南部分室各位に多大の御助言と御援助をいただいた。また青森県りんご試験場藤田孝二氏、山梨県総合農業試験場市川和規氏、農林水産省横浜植物防疫所君島悦夫氏、元農林水産省森林総合研究所小林享夫博士、日本たばこ産業株式会

*現農林水産部専門技術員

社葉たばこ研究所小野邦明博士、宮城県園芸試験場佐藤 郁氏、千葉県暖地園芸試験場植松清次氏には貴重な菌株を分譲いただいた。ここに厚く御礼申し上げる。なお発病温度など一部の試験は、東京都病害虫防除所竹内 純氏と共同で行った。

I. 発生状況

本病の発生分布及び発生する作型を調査し、また症状を記録した。

1. 発生分布及び作型

ウドの軟化栽培中に、従来から問題となっていた菌核病などとは異なる腐敗症状（疫病）が発生したのは、1983年頃である。しかしウドの軟化栽培は地区や農家で独自の伝承的技術を持っていること、さらに本病が軟化室での発生であることから、発生分布の詳細な調査が不可能な状況であった。そこで農業改良普及所や農家からの病害診断依頼及び聞き取り調査の結果から、本病の発生分布と発生する作型などについてまとめた。

本病は、当初、立川市砂川地区の一部に発生した。その後、2~3年を経て、同地区的抑制軟化栽培に広く認められるようになり、しばしば軟化室全体に発生し、壊滅的な被害をもたらした。小金井市では1990年に本病の発生が確認されたが、発生が一部農家に限られたこと、発生株率が1%以下と被害が小さかったこと、及び発生後の対処が早かったことから、発生分布は拡大していない。なお東京都の他の市町村では現在までのところ、本病の発生は確認されていない。

ウドの軟化栽培は周年行われるが、本病は7~8月に冷蔵根株を伏せ込み、8~9月に収穫する抑制軟化栽培で特に被害が激しい。この作型以外の促成軟化栽培及び普通軟化栽培では本病の発生はきわめて少ない。

2. 症状

本病は、軟化茎の発芽直後あるいは20~30cm伸長後に軟化茎の基部（地際部）から発生する

ことが多く、時に先端部及び中間部にも認められる（図版I-1~3）。初め暗褐色～暗灰褐色、水浸状の病斑を生じ、これは急速に拡大する。褐変部は茎内部にも進展し、古くなった罹病組織は軟腐崩壊するために、罹病部から上方の軟化茎が折れることもある。病気が進行すると、軟化茎全体が褐変軟腐する。根株の芽周辺組織の罹病が甚しい場合は、発芽できずに腐敗する。また軟化茎の腐敗が甚しい株では、根株や根部の褐変軟腐も認められる。

罹病軟化茎を切断して内部を観察すると、罹病部は暗褐色、水浸状であり、健全部と明瞭に区別される（図版I-4）。病斑進展部の維管束は褐変し、その後、褐変部は維管束周辺の柔組織へと拡大する。

表面の病斑上には病原菌の菌糸が薄く蔓延し、また比較的新しい腐敗部組織中には、菌糸、遊走子嚢、藏卵器などの病原菌の器官が豊富に認められる（図版I-5, II-4）。古い病斑部には *Fusarium* 属菌、*Penicillium* 属菌、*Trichoderma* 属菌などの糸状菌や細菌類が二次的に寄生する。とくに軟腐性の細菌類は発病後時間を経過した罹病部に高率に認められ、特有の腐敗臭を生じる。

II. 病原菌

ウド軟化茎に腐敗症状を起こす疫病菌の形態的特徴などを調査し、その所属を同定し、病名を提案した。また病原菌の宿主範囲及び各種疫病菌のウドに対する病原性の差異を検討し、本病とあわせて軟化栽培に発生する菌核病及び白綿病の発病温度などを調査した。

1. 病原菌の分離及びその病原性

(1) 分離方法

立川市及び小金井市のウド栽培農家並びに農業試験場（立川市富士見町）の軟化室から罹病株を採集した。軟化茎及び根部の新鮮な病斑周辺組織や腐敗が進んだ組織切片を10%次亜塩素酸ナトリウム40倍液で表面殺菌したのち、素寒

天平板培地 (WA) に静置して、発生した糸状菌を分離培養した。

結果

軟化茎の新鮮な病斑の切片からは、疫病菌が67～100%と高率に分離された。また根部病斑からは33～67%とやや低い分離率であった。なお腐敗の進んだ茎病斑からは細菌類が優先して検出され、疫病菌の分離率は0～33%と低かった。

(2) 病原性

方法

ウド分離菌株 PhAr-2-2, PhAr-3-1～3, Ph

Ar-4-1～4の8菌株を供試した（表1）。コーンミール寒天平板培地 (CMA) に20℃、暗黒下で7日間培養した各菌株の径10mmの菌叢ディスクを、ウドの軟化茎及び根株養成畑から採取したウドの枝と葉に、無傷あるいは針の束を熱して焼傷を付して、貼り付け接種した。また土壤ふすま培地に20℃、暗黒下で20日間培養したPhAr-2-2を、無傷あるいは焼傷を付した軟化茎に、培地ごと振りかけて接種した。いずれも接種後、18℃、湿室、暗黒下に保持し、14日後まで発病状況を調査し、供試菌株の病原性の有無を検討した。

表1 供試菌株

[種名] 菌株	分離源 (品種)	分離部位	採集地	分離年月	分離者氏名
<i>[Phytophthora cactorum]</i>					
PhAr-2-2	ウド	軟化茎	東京都立川市	1988. 8.	堀江博道
PhAr-3-1	ウド	軟化茎	東京都立川市	1989. 7.	堀江博道
PhAr-3-2	ウド	軟化茎	東京都立川市	1989. 7.	堀江博道
PhAr-3-3	ウド	軟化茎	東京都立川市	1989. 7.	堀江博道
PhAr-4-1	ウド	軟化茎	東京都小金井市	1990. 5.	堀江博道
PhAr-4-2	ウド	軟化茎	東京都小金井市	1990. 5.	堀江博道
PhAr-4-3	ウド	軟化茎	東京都小金井市	1990. 5.	堀江博道
PhAr-4-4	ウド	軟化茎	東京都小金井市	1990. 5.	堀江博道
PhCp-2-1	ツツモリソウ	葉	東京都府中市	1987. 7.	堀江博道
Mg1026 ^a	イチゴ (麗紅)		宮城県亘理町	1990. 11.	佐藤 郁
Mg1030 ^a	イチゴ (麗紅)		宮城県蔵王町	1990. 12.	佐藤 郁
SO-911 ^b	リンゴ (つがる)	果実	青森県相馬村	1991. 9.	藤田孝二
PhPh-1-1B	カナメモチ	茎	東京都立川市	1989. 7.	堀江博道
PhPy-1	トキワサンザシ	果実	東京都練馬区	1978. 9.	飯嶋 勉
PC-1-1 ^c	タラノキ		山梨県双葉町		
— ^c	タラノキ (新駒)		山梨県双葉町	1992. 11.	市川和規
— ^c	タラノキ (駒緑)		山梨県双葉町	1992. 11.	市川和規
<i>[P. cambivora]</i>					
AP-3 ^b	リンゴ (台木M.M.106)	根	青森県五所川原市	不明	中沢
<i>[P. capsici]</i>					
PhS-1	ナス	果実	埼玉県熊谷市	1975. 10.	飯嶋 勉
<i>[P. cryptogea]</i>					
SG-1 ^d	ガーベラ	葉	神奈川県藤沢市	1984. 2.	君島悦夫
<i>[P. infestans]</i>					
—	トマト	茎	東京都日の出町	1993. 3.	竹内 純
<i>[P. nicotianae var. parasitica]</i>					
PhPi-1-3	ヒトデカズラ	葉	東京都八丈町	1991. 7.	堀江博道
PhCo-1	ツユクサ	葉	東京都八丈町	1988. 7.	堀江博道

PhC-1	コルジリーネ	葉	東京都八丈町	1983. 9.	飯嶋 勉
PhCy-2	コルジリーネ	葉	東京都八丈町	1983. 7.	飯嶋 勉
PhAb-1	オクラ	葉	東京都八丈町	1987. 7.	飯嶋 勉
J-5-2°	ジンチョウゲ	茎	茨城県つくば市		小林享夫
PhAn-88-3	アシタバ	葉	東京都八丈町	1988. 7.	堀江博道
PhV-2	ニチニチソウ	葉	東京都中央区	1986. 8.	飯嶋 勉
PhSa-1	セントポーリア	葉柄	東京都立川市	1987. 7.	堀江博道
PhP-1	パッショングルーツ	茎	東京都八丈町	1983. 9.	飯嶋 勉
PhP-89-11	パッショングルーツ	果実	東京都小笠原村	1989. 11.	堀江博道
<i>[P. nicotianae]</i>					
Po2°	タバコ(阿波)		徳島県三加茂町	1979. 7.	
<i>[P. palmivora]</i>					
—	オンシジウム		千葉県		植松清次
<i>[P. syringae]</i>					
Ku-10°	リンゴ(ふじ)	果実	青森県黒石市	1991. 5.	藤田孝二
<i>[Phytophthora spp.]</i>					
PhRo-1	ムラサキオモト	葉	東京都八丈町	1988. 7.	飯嶋 勉
PhBr-1	プロディエア	葉	東京都八丈町	1989. 7.	飯嶋 勉
PhCr-862	キフハマオモト	葉	東京都小笠原村	1988. 12.	堀江博道
PhN-1-2	ネリネ	葉	東京都八丈町	1987. 11.	堀江博道
PhK-2-1	カラシコエ	葉	東京都立川市	1990. 9.	栄森弘巳
PhSc-1	サザンクロス	茎	東京都八丈町	1988. 7.	飯嶋 勉
PhB-1	ボロニア	茎	東京都昭島市	1977. 8.	飯嶋 勉
PhAn-1	アシタバ	葉	東京都八丈町	1984. 3.	飯嶋 勉
PhG-1	ガーベラ	葉柄	東京都大島町	1981. 6.	飯嶋 勉
PhG-2	ガーベラ	葉柄	東京都大島町	1981. 6.	飯嶋 勉
PhG-3	ガーベラ	葉柄	東京都瑞穂町	1981. 8.	飯嶋 勉
PhG-4	ガーベラ	葉柄	東京都瑞穂町	1981. 8.	飯嶋 勉
PhG-5	ガーベラ	葉柄	東京都立川市	1983. 6.	飯嶋 勉
PhG-6	ガーベラ	葉柄	東京都立川市	1983. 6.	飯嶋 勉
PhG-7	ガーベラ	葉柄	東京都立川市	1983. 6.	飯嶋 勉
PhG-8	ガーベラ	葉柄	東京都立川市	1983. 6.	飯嶋 勉
PhG-9	ガーベラ	葉柄	神奈川県藤沢市	1983. 6.	飯嶋 勉
PhG-11	ガーベラ	葉柄	東京都瑞穂町	1986. 10	堀江博道
PhG-13	ガーベラ	葉柄	東京都瑞穂町	1986. 10	堀江博道
PhG-93-1	ガーベラ	葉柄	東京都瑞穂町	1986. 10	竹内 純
<i>[Sclerotinia sclerotiorum]</i>					
ScAr-1	ウド				飯嶋 勉
<i>[Corticium rolfsii]</i>					
CoAr-1	ウド	茎	東京都立川市	1992. 8.	竹内 純
CoP-1	ニンジン	根	東京都八丈町	1991. 7.	堀江博道

注) a ~ g : 分譲菌株 a. 宮城県園芸試験場 ; b. 青森県りんご試験場 ; c. 山梨県総合農業試験場 ; d. 横浜植物防疫所 ; e. 小林享夫博士 ; f. 日本たばこ産業(株)葉たばこ研究所 ; g. 千葉県暖地園芸試験場。空欄は不明。

結果

ウド軟化茎に含菌寒天ディスクを貼り付け接種した場合、焼傷接種では各菌株ともすべての

接種部位に自然病徵と同様の病徵が再現された(図版 I - 6)。すなわち接種3日後には接種部位を中心に暗褐色の病斑が認められ、これは

日を経るに従い、軟化茎の維管束方向に紡錘状に進展し、のち古くなると病斑中央部から軟腐症状が認められた。無傷接種では焼傷接種の場合よりも病徵発現時期が1~3日遅れ、また発病も低率であった。土壤ふすま培養菌を接種した場合は、焼傷を付した部位から病斑が容易に進展し、無傷部位にも発現時期はやや遅れたが、同様に発病が認められた。罹病部組織からは接種菌が再分離された。以上の結果、ウド軟化茎の褐変腐敗症状部から分離された疫病菌は、ウド軟化茎に腐敗症状を起こすことが確認され、とくに付傷部位から容易に感染することが明らかとなった。

なお露地で生育させたウド（鉢植）の葉及び茎に含菌寒天ディスクを焼傷接種した結果でも、供試菌は病原性を示し、接種部位から暗褐色、水浸状の病斑が進展した（図版I-7, 8）。

2. 形 態

方 法

ウド軟化茎の病斑部組織から分離した PhAr-

2-2 及び PhAr-3-2 の2菌株、並びに対照としてアツモリソウ (PhCp-2-1)、リンゴ (SO-911)、カナメモチ (PhPh-1-1B)、トキワサンザシ (ピラカンサ; PhPy-1)、タラノキ (PC1-1) から分離された *Phytophthora cactorum* (Lebert et Cohn) Schröter を供試した（表1）。菌糸体と遊走子嚢の形態的特徴については主にコーンミール寒天培地または素寒天培地に、また有性器官及び厚膜胞子についてはV8 ジュース寒天培地に、各菌株を20°C、暗黒下で7~15日間培養後、各器官の形態を観察、測定した。また PhAr-2-2 菌株をウド軟化茎及びナシ果実に接種し、各組織上に形成された器官についても同様に計測した。

結 果

供試したウド分離菌株はいずれも菌糸、遊走子嚢、厚膜胞子、有性器官などを形成した。その形態的特徴は以下のとおりであった（表2, 3）。

表2 ウドなどから分離された *Phytophthora cactorum* の走子嚢の形態

菌 株	分離源	遊 走 子 囊		乳 頭 突 起		測 定 培 地 ^a
		長さ × 幅 μm (平均)	長さ／幅	高さ μm (平均)	幅 μm (平均)	
PhAr-2-2	ウ ド	26.5~42×20.5~35.5 (34.5×27.2)	1.27	2.5~5 (3.3)	4~5 (4.2)	30 C M A
		24.5~47×18.5~28 (35.3×23.2)	1.52	2.5~7.5 (4.9)	3.5~9 (6.0)	
		28~56×24~38 (39.7×27.1)	1.46	2.5~12.5 (5.8)	4~11.5 (6.1)	
		27~44.5×23.5~34.5 (37.0×27.9)	1.33	2.5~6 (3.2)	5~8.5 (6.4)	
PhAr-3-2	ウ ド	20.5~44.5×15~32 (35.8×30.0)	1.19	2.5~5 (3.3)	5~10 (7.0)	50 N A S H
PhCp-2-1	アツモリソウ	25.5~38×20.5~30.5 (32.4×25.4)	1.28	3.5~6.5 (4.6)	5~9 (6.6)	30 C M A
SO-911	リンゴ	30.5~39.5×26.5~32 (32.8×28.1)	1.17	2.5~5 (3.5)	5~10 (5.8)	50 C M A
PhPh-1-1B	カナメモチ	30.5~38.5×23~28 (35.6×25.2)	1.41	顕著		V 8
PhPy-1	トキワサンザシ	29~47×24~35.5 (37.1×29)	1.28	2.5~6.5 (3.9)	3.5~9 (6.6)	30 C M A
PC-1-1	タラノキ	36~50×28~35 [max. 55×40]	1.3~1.4			
[Waterhaus, 1963]						(4.2)

注) a. C M A : コーンミール寒天培地；ウド、ナシ：接種によりウド軟化茎、ナシ果実上に形成；

W A : 素寒天培地；V 8 : V 8 ジュース寒天培地。

空欄は測定していない、または記載がない。

表3 ウドなどから分離された *Phytophthora cactorum* の有性器官の大きさ及び藏精器の着生様式

菌株	分離源	藏卵器 径 μm (平均)	卵胞子 径 μm (平均)	卵胞子 膜厚 μm (平均)	藏精器 高さ \times 幅 μm (平均)	着生様式	測定数	栽培地*
PhAr-2-2	ウド	19~35.5 (28.0)	20.5~32 (23.4)	1.3~2.5 (1.5)	7.5~18 \times 7.5~14 (11.5 \times 12.1)	主に側着	90	V 8
		21.5~29 (25.8)	16.5~24 (19.9)	0.7~1.3 (1.1)	7.5~15.5 \times 7.5~11.5 (10.6 \times 9.7)	側着	20	ウド
PhAr-3-2	ウド	23~34.5 (28.8)	19~28 (24.5)	1.3~3.2 (2.2)	9~16.5 \times 9~16.5 (12.2 \times 12.3)	主に側着	50	V 8
		24~37 (30.4)	18~28 (25.4)		6.5~12.5 \times 6.4~14 (11.0 \times 11.6)	主に側着	50	V 8
SO-911	リンゴ	25.5~30.5 (28.3)	23~27.5 (25.0)	0.7~2 (1.7)	5~15.5 \times 5~16.5 (11.0 \times 10.4)	側着	30	V 8
PhPh-1-1B	カナメモチ	26.5~32 (29.6)	19~25 (25.4)		6.5~14 \times 7.5~12.5 (10.2 \times 10.0)	主に側着	50	V 8
PhPy-1	トキワサンザシ	25.5~32.5 (27.6)	22~30.5 (24.1)			主に側着	50	V 8
[Waterhaus, 1963]		25~32(40)	20~26	2	15(~21) \times 13			

注) a. V 8 : V 8 ジュース寒天培地; ウド: 接種によりウド軟化茎上に形成。

空欄は測定していない、または記載がない。

菌糸は無色、無隔壁で古くなると隔壁を生じ、幅3~7 μm であった。遊走子嚢は無色、広楕円形~卵形、大きさは24.5~56 \times 18.5~38 μm 、長径と短径の比(L/B比)は菌株ごとの平均値で1.27~1.52の範囲であり、乳頭突起は顕著に膨らみ、高さ2.5~12.5 μm 、幅3.5~11.5 μm であった(図版II-2)。厚膜胞子は淡黄色、球形で径25~36 μm であった。有性器官は同株性で容易に形成された(図版II-3)。藏卵器は球形、淡黄色、径19~35.5 μm であり、卵胞子は藏卵器の内部に未充满または充满し、淡橙色、球形、径16.5~32 μm 、膜壁の厚さ0.7~3.2 μm であった。藏精器は無色、長円形~不正形、大きさ7.5~18 \times 7.5~16.5 μm であった。藏卵器に対する着生様式は主に側着、時に底着であり、側着部位は藏卵器柄に近い場合が多かった。

対照として供試した各種園芸作物から分離された *P. cactorum* はウド疫病菌と形態的にほぼ一致し、概括すると大きさは遊走子嚢の長さ20.5~47 μm 、幅15~35.5 μm 、乳頭突起の高さ2.5~6.5 μm 、長径と短径の比の範囲は1.17~1.41であり、また藏卵器の径24~37 μm 、卵胞子の径18~30.5 μm 、藏精器5~15.5 \times 5~16.5 μm であった。

3. 菌叢生育と温度

方 法

試験1 ウド分離菌株 PhAr-2-2(表1)を供試し、5, 10, 15, 20, 25, 30 及び 35 °Cの7温度区、または32, 37 及び 40 °Cを加えた10温度区における菌叢生育を調査した。供試菌株をコーンミール寒天平板培地に培養して、それぞれ径5 mmの菌叢寒天ディスクを同培地に接種後、暗黒下、各温度で培養し、菌叢直径を測定した。各区3ペトリ皿とした。対照としてアツモリソウ(PhCp-2-1)、カナメモチ(PhPh-1-1B)、トキワサンザシ(PhPy-1)及びタラノキ(PC1-1)から分離された *Phytophthora cactorum*、並びに軟化栽培で問題となる菌核病菌(ウド分離菌株 ScAr-1; *Sclerotinia sclerotiorum* (Libert) de Bary)と白網病菌(ウド分離菌株 CoAr-1 及びニンジン分離菌株 CoP-1; *Corticium rolfsii* Curzi = *Sclerotium rolfsii* Saccardo)を供試した。

試験2 ウド分離菌株 PhAr-2-2を供試し、3, 8, 15, 20, 23, 26, 29 及び 32 °Cの8温度区における菌叢生育を試験1に準拠して調査した。

試験3 ウド分離菌株 PhAr-2-2、及び対照としてアツモリソウ(PhCp-2-1)、カナメモチ

(PhPh-1-1B) 及びトキワサンザシ (PhPy-1) から分離された *P. cactorum* を供試した。20, 23, 25, 27, 30 及び 32 ℃の 6 温度区の菌叢生育を試験 1 に準拠して調査した。

結果

試験 1 ウド疫病菌は 5 ~ 30 ℃で生育し、生育適温は 25 ℃であり、次いで 20 ℃であった（表 4）。35 ℃ではまったく生育しなかった。その他の供試疫病菌もウド疫病菌とほぼ同一の傾向を示し、5 ~ 30 ℃で生育し、適温は 25 ℃であった。菌核病菌は 5 ~ 30 ℃で生育し、適温は 25 ℃であり、15 ℃でも生育が良好であった。また白絹病菌は供試した 2 菌株とも同様の温度特性を示し、10 ~ 37 ℃で生育し、適温は 30 または 32 ℃であった。

試験 2 ウド疫病菌は 8 ~ 28 ℃で生育し、生育適温は 26 ℃で、次いで 23 ℃であった。3 ℃及

び 32 ℃では生育を認めなかった。

試験 3 ウド疫病菌は 25 ℃が最も生育に適し、ついで 23 ℃及び 27 ℃であった（表 5）。30 ℃では初めわずかに生育したが、のち生育を停止し、32 ℃では生育を認めなかった。他の供試疫病菌は、27 ℃での生育が 25 ℃と同等ないしやや優る傾向であった。

以上の 3 回の試験結果は、高温側でやや振れが認められたが、概括すると、ウド疫病菌は 5 ~ 30 ℃で生育し、生育適温は 25 ℃近辺であった。また 3 ℃以下及び 32 ℃以上では生育を認めなかつた。また対照の *P. cactorum* の各菌株の生育温度特性はウド疫病菌の特性とほぼ一致した。

4. 病原菌の所属及び病名

ウド軟化茎から分離した疫病菌は、上述したように、遊走子嚢が広楕円形～卵形であり、乳

表 4 ウドなどから分離された疫病菌 (*Phytophthora cactorum*)、菌核病菌及び白絹病菌の菌叢生育と温度

[菌の種類] 菌 株	分離源	培養日数	菌 叢 直 径 (mm)								
			5	10	15	20	25	30	32	35	37
[疫病菌]											
PhAr-2-2	ウド	5 日	3	24	42	59	68*	45	—	—	—
PhAr-3-2	ウド	5 日	4	27	41	54	61*	22	—	—	—
PhCp-2-1	アツモリソウ	7 日	7	24	45	64	73*	3	—	—	—
PhPh-1-1B	カナメモチ	7 日	9	31	52	68	79*	14	—	—	—
PhPy-1	トキワサンザシ	7 日	2	24	42	58	61*	3	—	—	—
Pc 1-1	タラノキ	7 日	—	20	36	50	57*	6	—	—	—
[菌核病菌]											
ScAr-1	ウド	3 日	2	16	61	68	79*	2	—	—	—
[白絹病菌]											
CoAr-1	ウド	2 日	—	3	10	25	44	47	51*	10	3
CoP-1	ニンジン	3 日	—	2	18	37	72	81*	—	43	—

注) 数値は菌叢直径から接種源直径 5 mm を減じた値。*: 生育最高値；—: 生育せず。

空欄は試験していない。

表5 ウドなどから分離された *Phytophthora cactorum* の菌叢生育と温度

菌株	分離源	培養日数	菌叢直徑 (mm)					
			20	23	25	27	30	32°C
PhAr-2-2	ウド	6日	61	65	70*	62	+	-
PhCp-2-1	ツツミソウ	6日	52	58	60	66*	13	-
PhPh-1-1B	カナメモチ	6日	48	53	56	60*	21	-
PhPy-1	トキワサンザシ	6日	47	48	49	50*	2	-

注) 数値は菌叢直徑から接種源の直径5mmを減じた値。

*: 生育最高値; +: 生育を認める, -: 生育せず。

頭突起は顕著に膨らみ、藏精器は主に側着する。これらの特徴、各器官の測定値及び温度特性などは、Waterhouse (1956, 1963) 及び Newhook et al. (1978) による *Phytophthora cactorum* (Lebert et Cohn) Schröter の記載とほぼ一致し、同種と同定された。

病名については、*Phytophthora* 属菌による病気は疫病と命名されるが一般的なので、本病を病原菌に基づき、「ウド疫病 (*Phytophthora rot*)」と命名することを提案した(堀江ら、1989)。

5. 宿主範囲及び各種疫病菌のウドに対する病原性

(1) 宿主範囲

方法

ウド分離菌株 PhAr-2-2 を供試した(表1)。接種した園芸作物はシャクヤク葉(鉢植及び切り葉)、イチゴ(とよのか)果実、リンゴ(ふじ)果実、カナメモチ茎葉(鉢植)、ナシ(幸水)果実、インゲンマメ莢、タラノキ葉(鉢植及び切り葉)、ニンジン根、ピーマン果実、トマト(桃太郎)果実、ナス(千両二号)果実、ジャガイモ(男爵)塊茎、キュウリ(南極二号)果実、ガーベラ切り葉及び対照としてウド軟化茎及び葉(鉢植及び切り葉)の15種であった。径10mmの含菌寒天ディスクを、供試植物に無傷あるいは焼傷を付して貼り付け接種し、あるいは

は切り込みを入れて挿入接種した。いずれも接種後、18°C、湿室、暗黒下に保持し、2~9日後に発病状況を調査し、供試菌株の病原性の有無を検討した。

結果

供試菌株はシャクヤク葉、イチゴ果実、リンゴ果実、カナメモチ茎葉、ナシ果実、インゲンマメ莢、タラノキ葉、ピーマン果実、トマト果実及び対照のウド軟化茎及び葉に対して病原性を示し、接種2~3日後から淡褐色、暗褐色あるいは淡緑色、水浸状の病斑が進展した(表6; 図版I-9, 10, II-1)。シャクヤク、イチゴ、ナシ、インゲンマメ及びウドでは無傷接種でも発病が認められた。キュウリ、ガーベラに対しても病原性を示すが、病斑の進展は小さかった。ジャガイモでは接種部位が淡褐色となつたが、病斑はほとんど拡大しなかつた。またナスでは切り込みを入れて接種源を挿入した場合に周辺部組織の褐変が確認されたが、病斑は進展しなかつた。いずれも組織分離により、または検鏡により病斑組織内に接種菌が認められた。なお供試菌株はニンジンに対しては病原性を示さなかつた。

(2) ウドなどから分離された *Phytophthora cactorum* の各種作物に対する病原性

方法

ウド(PhAr-2-2, PhAr-3-1, PhAr-3-3), ア

表6 ウド疫病菌 (PhAr-2-2) の各種作物に対する病原性

接種作物 (品種)	接種部位	病 原 性		
		焼傷	挿入	無傷
ウド	軟化茎 ^a	++ ^b	++	+
	軟化茎	++	++	+
	葉 ^a	++		+
	葉	++		+
シャクヤク	葉 ^a	++		+
	葉	++		+
イチゴ (とよのか)	果実	++		+
リンゴ (ふじ)	果実	++	++	-
カナメモチ	茎葉 ^a	++		
ナシ (幸水)	果実	++	++	- ~ +
インゲンマメ	莢	++	++	+
タラノキ	葉 ^a	- ~ ++		-
	葉	- ~ ++		-
ニンジン	根	-	-	-
ピーマン	果実	++	++	-
トマト (桃太郎)	果実	++	++	-
ナス (千両二号)	果実	±	+	-
ジャガイモ (男爵)	塊茎	- ~ ±	±	-
キュウリ (南極二号)	果実	± ~ +	+	-
ガーベラ	葉	+		

注) a. 鉢植; 無印は切り葉または果実など収穫物.

b. - : 病斑を認めず; ± : 病斑直径10mm未満;

+ : 病斑直径10~30mm; ++ : 同31mm以上. 空欄は試験していない.

ツモリソウ (PhCp-2-1), イチゴ (Mg1026), リンゴ (SO-911), カナメモチ (PhPh-1-1B), トキワサンザシ (PhPy-1) 及びタラノキ (PC1-1) から分離された *P. cactorum* 9 菌株を供試した (表1)。各供試菌株とも、コーンミール寒天平板培地で 7 日間培養後、それぞれ径 1 cm の含菌寒天ディスクを、ウド軟化茎、イチゴ (とよのか) 果実、リンゴ (ふじ) 果実、インゲンマメ莢、ニンジン根、ピーマン果実、トマト果実、ナス果実、ジャガイモ塊茎及びキュウリ果実に無傷または焼傷を付して、貼り付け接種した。ニンジンなど 6 作物は切り込みを入れ、接種源を挿入する区を設けた。いずれも接種後、18°C、湿室、暗黒下に保持し、接種 7 日後に病斑形成の有無及び病斑の長径を測定した。また組織をかきとり、検鏡して接種菌の進展を確認

し、病原性について検討した。

結 果

各菌株とも、リンゴ、インゲンマメ、ピーマン及びトマトに対して有傷接種で、またイチゴには無傷接種で病原性を示した (表7)。ウド及びキュウリに対する病原性には菌株間に差異が認められた。すなわちウド軟化茎に対しては、ウド分離菌株が強い病原性を示したが、トキワサンザシ分離菌株は病原性を認めず、その他の菌株もウド分離菌株に比較して病原性が明らかに弱かった。またキュウリ果実に対しては、ウド及びトキワサンザシ分離菌株の病原性が弱く、その他の分離菌株は強い病原性を示した。ニンジンに対してはウド分離菌株 (PhAr-3-3) などに病原性が認められたが、病斑の進展は小さかった。ナスとジャガイモに対しては各菌株とも

表7 ウドなどから分離された *Phytophthora cactorum* の各種作物に対する病原性

菌株	分離源	ウド 軟化茎		イチゴ 果実		リンゴ 果実		インゲン マメ莢		ニンジン 根		ピーマン 果実	
		焼傷	無傷	焼傷	無傷	焼傷	無傷	焼傷	無傷	焼傷	挿入	焼傷	挿入
PhAr-2-2	ウド	++*	+	++	++	++	++	-	-	++	++		
PhAr-3-1	ウド	+	+	++	++	++	++	-	-	+	+	++	
PhAr-3-2	ウド	++	+	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+
PhCp-2-1	ツツモリソウ	-~+	+	++	++	++	++	-~+	-~+	+	+	+	+
Mg1026	イチゴ	-~±	+	++	++	++	++	-	+	+	+	+	+
SO-911	リンゴ	-~±	+	++	++	++	++	-~+	-~+	+	+	+	+
PhPh-1-1B	カナメモチ	-~±	+	++	++	++	++	-~+	-~+	+	+	+	+
PhPy-1	トキワサンザン	-	+	++	++	++	++	-	-	+	+	+	+
PC 1-1	タラノキ	-~±	+	++	++	++	++	-	-	+	+	+	+

菌株	分離源	トマト 果実		ナス 果実		ジャガイモ 塊茎		キュウリ 果実	
		焼傷	挿入	焼傷	挿入	焼傷	挿入	焼傷	挿入
PhAr-2-2	ウド	++	++	±	+	-~±	±	±~+	+
PhAr-3-1	ウド	++	++	±	±	±	+	±	±~+
PhAr-3-2	ウド	++	++	+	+	±	±	-	-
PhCp-2-1	ツツモリソウ	++	++	±	+	±	±	++	++
Mg1026	イチゴ	++	++	+	+	±	±	++	++
SO-911	リンゴ	++	++	±	±	±	±	++	++
PhPh-1-1B	カナメモチ	++	++	±	+	±	±	++	++
PhPy-1	トキワサンザン	++	++	±	±	±	±	++	++
PC 1-1	タラノキ	++	++	-~±	+	±	±	++	+

注) a. - : 病原性なし; ± : 病原性がきわめて弱い; + : 病原性がある; ++ : 病原性が強い。

に病原性が弱かった。

(3) 各種園芸作物から分離された疫病菌の ウドに対する病原性

方法

ウド (PhAr-2-2, PhAr-3-2~3, PhAr-4-1~4), ツツモリソウ (PhCp-2-1), イチゴ (Mg 1026), リンゴ (SO-911), カナメモチ (PhPh-1-1B), トキワサンザン (PhPy-1) 及びタラノキ (PC1-1) から分離された *Phytophthora cactorum* 16 菌株, リンゴ (SO-911) から分離された *P. cambivora* (Petri) Buisman 1 菌株, ナス (PhS-1) から分離された *P. capsici* Leonian 1 菌株, ガーベラ (SG-1) から分離された *P. cryptogea* Petrybridge et Lafferty 1 菌株, トマトから分離された *P. infestans* (Montagne) de Bary 1 菌株, ヒトデカズラ (Ph

Pi-1-3) などから分離された *P. nicotianae* var. *parasitica* (Dastur) Waterhouse 11 菌株, タバコから分離された *P. nicotianae* van Breda de Haan 1 菌株, オンシジウム (AP-3) から分離された *P. palmivora* (Butler) Butler 1 菌株, リンゴ (Ku-10) から分離された *P. syringae* (Klebahn) Klebahn 1 菌株, 及びムラサキオモトなどから分離された種未同定の疫病菌20菌株, 合計54菌株を供試した(表1)。各菌株ともコーンミール寒天平板培地で7日間培養後, それぞれ径10mmの含菌寒天ディスクを接種源として, ウド軟化茎に焼傷を付して貼り付け接種した。1試験における供試菌株あたりの接種箇所数は, 2~3本の軟化茎に合計4~6箇所とした。試験は3回に分けて行い, 試験1, 2及び3-1では収穫した軟化茎に,

また試験3-2では軟化茎から発生する葉柄（通称“うで”）に接種した。各試験とも、接種後、18°C、湿室、暗黒下に保持し、接種3日後から病斑形成の有無及び病斑の長径を観察、測定し、菌株間の病原性の差異を検討した。

結果

接種7日後または9日後の調査結果から、ウド疫病病斑から分離された菌株の中にもウドに対する病原性に強弱が認められた（表8、9）。すなわちPhAr-2-2及びPhAr-3-3は比較的安定した強い病原性を有しているが、PhAr-3-2などは病原性が弱かった。ウド以外の作物から分離された*P. cactorum*は、前項の結果と同様に、概してウド軟化茎に対する病原性が弱く、アツモリソウ分離菌株のみが試験回によって病原性を示した。しかし、同菌株も病斑進展は

PhAr-2-2と比較すると明らかに小さかった。ウドと同様にウコギ科に所属するタラノキから分離された*P. cactorum*（タラノキ立枯疫病菌；PC1-1など3菌株）はウド軟化茎に対して病原性がほとんど認められなかった。ウド分離菌株以外では、種未同定のムラサキオモト分離菌株、プロディエア分離菌株、及びガーベラから分離した7菌株がウド軟化茎に対して明らかな病原性を示した。ガーベラ根腐病菌（SG-1）も病原性が認められるが、上述の種未同定のガーベラ分離菌株に比較すると病原性が弱かった。なお、概して軟化茎よりも“うで”の方が感受性が高い傾向があり、ウド以外の作物から分離された*P. cactorum*6菌株も、ウド分離菌株より病斑進展が小さいものの、“うで”に明瞭な病斑を形成した。

表8 各種園芸作物から分離された疫病菌のウド軟化茎に対する病原性（I）

〔種名〕 菌株	分離源（品種）	試験1 (接種7日後)		試験2 (接種7日後)	
		病斑長径 ^a (mm)	病原性 ^b	病斑長径 (mm)	病原性
<i>[Phytophthora cactorum]</i>					
PhAr-2-2	ウド	62～82	++	41～102	++
PhAr-3-2	ウド	±～16	±～+		
PhAr-3-3	ウド			70～112	++
PhCp-2-1	アツモリソウ	±～23	±～+	—	—
Mg1026	イチゴ（麗紅）	±	±	±	±
Mg1030	イチゴ（麗紅）	±	±	±	±
SO-911	リンゴ（つがる）	—	—	—	—
PhPh-1-1B	カナメモチ	±	±	—～±	—～±
PhPy-1	トキワサンザシ	—	—	—	—
PC 1-1	タラノキ	±	±	—	—
—	タラノキ（新駒）	—	—	—～±	—～±
—	タラノキ（駒縁）	±	±	—～±	—～±
<i>[P. cambivola]</i>					
AP-1	リンゴ（台木M.M.106）	±	±	—	—
<i>[P. capsici]</i>					
PhS-1	ナス	—～±	—～±		
<i>[P. infestans]</i>					
—	トマト			—	—

[*P. nicotianae* var. *parasitica*]

PhPi-1-3	ヒトデカズラ	-~±	-~±
PhCo-1	ツユクサ	-	-
PhC-1	コルジリーネ	-	-
PhCy-2	コルジリーネ	±	±
PhAb-1	オクラ	-	-
J-5-2	ジンチョウゲ	-	-
PhAn-88-3	アシタバ	-	-
PhV-2	ニチニチソウ	-	-
PhSa-1	セントポーリア	-	-
PhP-1	パッションフルーツ	-	-
PhP-89-11	パッションフルーツ	±	±

[*P. nicotianae*]

Po2	タバコ(阿波)	±	±
-----	---------	---	---

[*P. palmivora*]

—	オンシジウム	-	-
---	--------	---	---

[*P. syringae*]

Ku-10	リンゴ(ふじ)	-	-
-------	---------	---	---

[*Phytophthora* spp.]

PhRo-1	ムラサキオモト	±~f	±~++
PhBr-1	プロディエア	17~f	+~++
PhCr-862	キフハマオモト	-~±	-~±
PhN-1-2	ネリネ	±	±
PhK-2-1	カラシコエ	-	-
PhSc-1	サザンクロス	-~±	-~±
PhB-1	ボロニア	-	-
PhAn-1	アシタバ	-	-
PhG-1	ガーベラ	-~27	-~+
PhG-2	ガーベラ	-~±	-~±
PhG-3	ガーベラ	-	-
PhG-4	ガーベラ	±	±
PhG-5	ガーベラ	52~f	++
PhG-6	ガーベラ	17~f	+~++
PhG-7	ガーベラ	±~80	±~++
PhG-8	ガーベラ	±~f	±~++
PhG-9	ガーベラ	±~f	±~++
PhG-11	ガーベラ	±~f	±~++
PhG-13	ガーベラ	-~50	-~++
PhG-93-1	ガーベラ	±~19	±~+
無接種		-	-

注) a. - : 病斑認めず；± : 接種部位が暗褐色に褐変；+ : 暗褐色褐変部が長径10mm未満
 　；数字 : 病斑長径；f : 隣の病斑と融合；~ : 接種4~6箇所の病斑長径の範囲。
 b. - : 病原性認めず；± : 暗褐色褐変部が長径10mm未満；+ : 病原性有り(病斑長径
 　10~30mm)；++ : 病原性強い(病斑長径31mm以上)。
 空欄は試験をしていない。

表9 各種園芸作物から分離された疫病菌のウド軟化茎に対する病原性(2)

〔種名〕 菌株	分離源(品種)	試験3-1 (接種9日後)		試験3-2 (接種9日後)	
		病斑長径 (mm)	病原性	病斑長径 (mm)	病原性
		(mm)		(mm)	
<i>[Phytophthora cactorum]</i>					
PhAr-2-2	ウド	32~94	++	42~f	++
PhAr-3-3	ウド	33~f	++	53~74	++
PhAr-4-1	ウド	59~f	++		
PhAr-4-2	ウド	12~87	+~++		
PhAr-4-3	ウド	12~28	+		
PhAr-4-4	ウド	12	+		
PhCp-2-1	ツツジソウ	~20	-~+	45~70	++
Mg1026	イチゴ(麗紅)	-	-	-	-
Mg1030	イチゴ(麗紅)	-	-	11~12	+
SO-911	リンゴ(つがる)	±	±	12~15	+
PhPh-1-1B	カナメモチ	-	-	+~13	±~+
PhPy-1	トキワサンザシ	-	-	-	-
PC 1-1	タラノキ	-	-	+	±
—	タラノキ(新駒)	-	-	+~18	±~+
—	タラノキ(駒緑)	-	-	±~18	±~+
<i>[P. cryptogea]</i>					
SG-1	ガーベラ	11~13	+	19~28	+
<i>[Phytophthora spp.]</i>					
PhG-1	ガーベラ	19~28	+	21~58	+~++
PhG-2	ガーベラ	-	-	-~38	-~++
PhG-3	ガーベラ	±	±	12~17	+
PhG-4	ガーベラ	-	-	-	-
PhG-5	ガーベラ	12~40	+~++	55~60	++
PhG-6	ガーベラ	26~34	+~++	±~74	±~++
PhG-7	ガーベラ	20~37	+~++	±~f	±~++
PhG-8	ガーベラ	+	+	50~f	++
PhG-9	ガーベラ	±~50	±~++	59~f	++
PhG-11	ガーベラ	12~15	+	-~f	-~++
PhG-13	ガーベラ	f	++	f	++
PhG-93-1	ガーベラ	37~47	++	f	++
無接種		-	-	-	-

注) 表8の脚注参照

6. 軟化栽培に発生する疫病、菌核病及び白絹病の発病と温度

方 法

ウド疫病菌 (PhAr-2-2) を供試し (表1), ウド軟化茎に焼傷を付して、前項と同様に貼り付け接種した。試験1では5, 10, 15, 20, 25, 30及び35°Cの7温度区, 試験2では18°Cをえた8温度区で、高湿度、暗黒下に静置し、接種2日後から病斑の長径を測定した。また対照としてウド軟化室で発生する菌核病菌 (ScAr-1) 及び白絹病菌についても上記に準じて疫病と同様の試験を行った。なお白絹病菌はウド (CoAr-1) 及びニンジン (CoP-1) から分離した菌株を供試した。

結 果

疫病は、試験1における6日後の調査では10~30°Cで発病が認められ、とくに20°Cでは病斑の進展が速く、次いで15°Cであった(表10)。試験2では、試験1の結果と比べて、10°C及び30°Cでの病斑の拡大が遅いが、発病適温は同じく20°C、次いで18°Cであった(図版II-5)。20°Cの適温下では、接種2日後に暗褐色、水浸状の病斑を形成した。その後、病斑は縦方向に維管束に沿って紡錘状に進展し、やがて内部に進行するとともに、茎を取り巻き、接種6日後には試験1では長さ66mm(4箇所平均)、試験

2では43mm(6箇所平均)に拡大した。なお疫病の場合は、適温においても罹病部表面に発生する菌叢は非常に薄かった。

菌核病は10~25°Cで発病し、適温は20°Cであった。接種2日後には淡褐色、水浸状の病斑が進展し、やがて豊富な綿状の白色菌叢が病斑を覆い、のち菌叢内に黒色の菌核を形成した。病斑の進展とともに罹病組織は軟化腐敗した。

白絹病は15~35°Cで発病し、適温は25°C、次いで30°Cであった。25°Cの発病適温下では進展が速く、淡褐色、水浸状の病斑を形成し、病斑表面には白色で、光沢のある菌糸束が拡がった。内部への進展は、疫病及び菌核病と異なり、ゆるやかであるが、軟化茎外周を腐敗させ、特有の腐敗臭を発生した。ウド分離菌株 CoAr-1は、ニンジン分離菌株 CoP-1と比較して、発病温度範囲及び適温は同様であったが、病原性はやや弱かった。

軟化室の適温は20°Cである。そこで20°Cにおける上記3病害の病斑進展速度を比較すると、接種5日後には、菌核病が最も速く、平均病斑長径は78mmとなり、次いで疫病であり、その病斑長径は31~53mmであった(表11; 図版II-6)。白絹病は進展が最も遅く、病斑長径は20~39mmにとどまった。

表10 ウド疫病、菌核病及び白絹病の発病と温度

〔病気の別〕 菌 株	分離源	試 験 の 別	培養 日数	病 斑 長 径 (mm)							
				5	10	15	18	20	25	30	35°C
〔疫 病〕											
PhAr-2-2	ウ ド	試験1	6日	—	24	49		66*	29	15	—
		試験2	6日	—	+	27	36	43*	13	+	
〔菌核病〕											
ScAr-1	ウ ド	試験1	5日	—	20	47		78*	40	—	—
〔白絹病〕											
CoAr-1	ウ ド	試験1	3日	—	—	11		17	58*	36	21
CoP-1	ニンジン	試験1	4日	—	—	15		21	59*	50	45

注) —: 病斑認めず; +: 病斑長径10mm未満; *: 病斑拡大最高値;
空欄は試験していない。

表11 ウド疫病、菌核病及び白絹病の20℃における発病と接種後日数

〔病気の別〕 菌 株	分離源	試 験 の 别	病 斑 長 径 (mm)							
			2	3	4	5	6	7	8	日
〔疫 病〕										
PhAr-2-2	ウ ド	試験 1	14	27	38	53	66	f		
		試験 2	+	14	24	31	43	62	80	
〔菌核病〕										
ScAr-1	ウ ド	試験 1	24	44	60	78	f			
〔白絹病〕										
CoAr-1	ウ ド	試験 1	+	17	19	20	22	23		
CoP-1	ニンジン	試験 1	17	21	29	39	45			

注) + : 病斑長径10mm未満; f : 隣の病斑と融合; 空欄は調査していない。

III. 防 除

ウド疫病の防除薬剤を探索するために、本病が激しく発生する軟化室において薬剤防除試験を行った。

方 法

1988年、前作で疫病が多発した立川市のウド生産農家の地下式軟化室で試験を行った。薬剤はアンバム剤(ダイセンステンレス)など9薬剤を供試した(表12)。区制は1区5株2反復とした。7月7日に、所定濃度に調整した薬液を大型のポリバケツに用意し、根株を浸漬し、根株表面が薬液によくぬれるように、数回上下に動かした。浸漬時間は10秒程度であった。浸漬後、ただちに軟化室に伏せ込んだ。なお各試験区の境はビニルフィルムを深さ30cm程度差し込み、隣接区の影響がないようにした。処理・伏せ込み後、35日を経過した8月11日に、軟化茎の発病率、発病度、収量などを調査した。

結 果

本試験における疫病の発生は激しく、無処理区は根株が発芽前に罹病・腐敗したため、根株あたり発芽茎数は1.2本と少なかった。しかも発芽した軟化茎はすぐに罹病して褐変腐敗した

ため、出荷茎数は皆無であった(表13; 図版II-7)。供試薬剤の中ではアンバム剤及びマンゼブ・メタラキシル水和剤(リドミルMZ水和剤)は本病に対して卓効を示し、両区とも発病をまったく認めなかった(図版II-8)。カスガマイシン・銅水和剤(デランK)は発病抑制効果が認められた。一方、トリフルミゾール水和剤(トリフミン水和剤)は軟化茎の発病数は少なかったが、軟化茎長は短かった。またオキシテトラサイクリン・ストレプトマイシン水和剤(アグリマイシン-100)、オキソリニック酸水和剤(スターナ水和剤)及びベノミル水和剤(ベンレート水和剤)の効果は著しく劣った。収量はマンゼブ・メタラキシル水和剤処理区が最も優れ、アンバム剤区が次いだ。以上の結果、マンゼブ・メタラキシル水和剤及びアンバム剤は外観的に薬害も認められず、収穫された軟化茎の品質も優れており、本病の防除薬剤としてきわめて有効と考えられた。

なお他の試験で、アンバム剤を使用した場合、軟化茎の毛が桃色となり、商品価値が低下するとの危惧がもたらされたが、本試験並びにアンバム剤500倍(2倍濃度)処理区を設けた薬害再現試験では、いずれも異常は認められなかった。

表12 供試殺菌剤の種類

一般名(商品名)	有効成分及び組成	登録対象の病気 ^a
アンバム剤 (ダイセンステンレス)	アンバム 50%	べと病；糸状菌病
オキシテトラサイクリン・ ストレプトマイシン水和剤 (アグリマイシン-100)	オキシテトラサイクリン 1.5%, ストレプトマイシン硫酸塩 18.8%	疫病；糸状菌病, 細菌病
オキソリニック酸水和剤 (スターNA水和剤)	オキソリニック酸水和剤 20%	細菌病
カスガマイシン・銅水和剤 (カスミンポルドー)	カスガマイシン塩酸塩 5.7%, 塩基性塩化銅 76.5%	べと病；糸状菌病, 細菌病
ジチアノン・銅水和剤 (デランK)	ジチアノン 13%, 塩基性塩化銅 42%	疫病；糸状菌病, 細菌病
銅水和剤 (キノンドー水和剤40)	有機銅 40%	べと病；糸状菌病, 細菌病
トリフルミゾール水和剤 (トリフミン水和剤)	トリフルミゾール 30%	糸状菌病
ペノミル水和剤 (ベンレート水和剤)	ペノミル 50%	糸状菌病
マンゼブ・メタラキシル水和剤 (リドミルMZ水和剤)	マンゼブ 55%, メタラキシル10% 疫病, べと病	

注) a. 鞭毛菌類による病気に登録がある場合は病名を表示し、その他は糸状菌病または細菌病として大別した。

表13 軟化室におけるウド疫病の防除

薬 剤	希釈倍数	根部軟腐指数 ^a	発病株率 ^b (%)	茎数(基指數) ^c	出荷茎数(上物茎数) ^d	発病茎率 ^e (%)	発病度 ^f	健全茎長 ^g (cm)	発病茎長 ^h (cm)
アンバム剤	1000	0	0	19(83)	19(18)	0	0	70	-
オキシテトラサイクリン・ ストレプトマイシン水和剤	1000	100	100	13(57)	0(0)	100	85	-	43
オキソリニック酸水和剤	1000	100	100	7(30)	5(0)	29	29	39	16
カスガマイシン・銅水和剤	500	93	20	19(83)	18(18)	5	5	74	50
ジチアノン・銅水和剤	500	0	40	20(87)	18(17)	10	8	82	76
銅水和剤	500	67	20	12(52)	10(9)	17	17	75	31
トリフルミゾール水和剤	1000	100	40	15(65)	10(2)	33	33	38	36
ペノミル水和剤	1000	100	100	13(57)	3(2)	77	74	51	41
マンゼブ・メタラキシル水和剤	1000	0	0	23(100)	23(20)	0	0	80	-
無処理(水道水)	-	100	100	6(26)	0(0)	100	100	-	19

注) a. 株ごとの根部の軟腐程度を無～甚の5段階で算出した指数。

b. 軟化茎の発病した株及び軟化茎が伸長しなかった株の割合。

c. 伸長した軟化茎の区合計数；括弧内はマンゼブ・メタラキシル水和剤区を100とした指数。

d. 伸長した軟化茎のうち出荷可能茎(無病茎)の区合計数；括弧内は長さ50cm以上の上物茎の区合計数。

e. 伸長した軟化茎のうち発病茎の割合。 f. 軟化茎の発病程度を無～甚の5段階で算出した指数。

g. 無病の軟化茎の平均長。 h. 病害軟化茎の平均長。

IV. 考 察

ウド疫病が原因不明の障害として問題となつたのは1983年頃からであるが、本病は当初から抑制軟化栽培にのみ多発し、その他の作型における発生はきわめて少ない。本病の発生する作型が限定される原因是十分に解明されていない。発生地区における軟化室は地下式を中心であるが、この場合、年間を通して室温、湿度、土壤条件などが安定しており、作型による環境条件の差異は小さいと考えられる。抑制軟化栽培が他の作型と最も異なる点は、使用する根株の質にあるかも知れない。すなわち、促成及び普通軟化栽培は掘り取り直後の根株、あるいは地上部や浅い土中などに簡易に貯蔵した根株を伏せ込むのに対し、抑制軟化栽培では、0～3℃の温度に半年前後の長期間、冷蔵された根株を伏せ込む。このため冷蔵貯蔵中に根株に何らかの質的変化が生じることも考えられる。作型と本病発生の関係を追求するために、今後、冷蔵中の根株の消耗実態や、根株が本病菌に汚染されていた場合の低温度下での菌の動態などの解明が必要である。

本病の伝染環について、聞き取り調査の中から、その解明へ向けての手懸かりが認められる。一つには、軟化栽培に用いる芽土は農家慣行として1～2年ごとに未使用土と更新するが、本病は一般に芽土の更新直後には発生が少なく、数作を経ると多発する傾向にあることである。さらに軟化室における本病の発生は、伏せ込み時の農家の対応によっても差異がみられる。すなわち貯蔵根株の伏せ込み時に、腐敗などの異常が認められる根株を選別除去し、健全な根株だけを栽培すると、軟化室での本病の発生が極端に減少する傾向がある。これらのことから、病原菌が根株とともに軟化室に持ち込まれたり、芽土の連用により罹病残渣が蓄積するために病原菌密度が増加し、本病の発生が促進されることなどが示唆される。

本病の発生が軟化栽培において確認されて以来、適宜、根株養成畑（露地栽培）における疫

病の発生を調査したが、最近まで確認することができなかった。ところが、1992年に、実生苗を定植した立川市の1圃場で、本病菌による生育期の萎ち及び立枯れが激しく発生し、また株分け苗を定植した立川市の1圃場でも、同様の症状が認められた（竹内ら、1993）。軟化室における本病の第一次伝染源は、上述のように、罹病根株の持ち込みの可能性があると考えられるが、根株養成畑における本病の発生動向、仮埋め及び冷蔵保存中の根株発病の調査などを含め、現在、本病菌の伝染環が検討されている。

本病の病原菌である *Phytophthora cactorum* は多犯性の疫病菌であり、わが国ではウド以外にチョウセンニンジン、イチゴ、キク、シャクヤク、アネモネ、チューリップ、ユリ類、リンゴ、ナシ、セイヨウナシ、ビワ、ボタン、タラノキ、カナメモチ、ピラカンサ（トキワサンザシ*）及びツツミソウ*に本種による疫病が記録されている（我孫子、1992；内田ら、1984a；*著者加筆）。ウド疫病菌は、これら *P. cactorum* の宿主植物の中から接種試験に供したシャクヤク葉（鉢植）、リンゴ果実、ナシ果実、タラノキ葉及びカナメモチ茎葉（鉢植）のすべてに病原性を有した。しかし各種作物から分離された *P. cactorum* のウド軟化茎に対する病原性を比較すると、ウド分離菌株はウド軟化茎に強い病原性を示したが、ウド以外から分離された *P. cactorum* は、概してウド軟化茎に対する病原性が弱く、明らかな病原性を示した菌株はツツミソウ分離菌株だけであった。しかし同菌株も、PhAr-2-2などウド分離菌株と比較すると、病斑進展が明らかに小さかった。また内田ら（1984b）も、タラノキ立枯疫病菌（*P. cactorum*）がタラノキに特異的に病原性を示すが、タラノキと同属（ウコギ科タラノキ属）のウドを含め、供試した作物には有傷接種でも病原性を認めなかったことを報告している。これらのことから、*P. cactorum* には病原性に分化の存在する可能性が示唆される。*P. cactorum* 以外の疫病菌では、種未同定のムラサキオモト分離菌株、プロディエア分離菌株、及びガ

一ペラから分離した7菌株がウド軟化茎に対して明瞭な病原性を示した。今後これらの疫病菌については完全世代を確認し、種を同定するとともに、ガーベラ分離菌株についてはウド軟化茎に対して病原性を有するガーベラ根腐病菌(SG-1, *P. cryptogea*; Kimishima and Goto, 1992)との異同を検討したい。本試験においてガーベラ分離菌株及びその他の数菌株がウドに病原性を持つことが明らかとなったことは、軟化栽培及び根株養成畑においてウドに疫病を起こす病原菌が *P. cactorum* 以外にも将来発生する可能性を示唆しており、防除対策の中で考慮する必要がある。

疫病に罹病したウド軟化茎の腐敗部からは軟腐性の細菌類が分離される。これをジャガイモ切片に接種すると、ジャガイモに激しい軟腐症状を起こすが、切り取った直後の新鮮なウド軟化茎に焼傷接種してもすぐには発病せず、日時を経てウド軟化茎が消耗すると腐敗をもたらす。これら細菌類は軟化栽培中の軟化茎を直接侵すことはないが、疫病罹病部に二次的に寄生して本病の被害を増長させることも考えられる。

本病は、収穫したウド軟化茎に接種した試験結果から、15~25℃で顕著に病斑を拡大し、発病の最適温度は20℃であり、次いで18℃及び15℃であった。ウド軟化室の室温は17~20℃であり、軟化室は本病の進展にきわめて適した温度条件を備えているといえる。

本病を防除するために、根株伏せ込み時に根株を選別し、健全な根株だけを使用すること、及び芽土を未使用土(無菌土)と定期的に交換することは、病原菌を軟化室に持ち込まないことあるいは病原菌密度を高めないことになり、きわめて有効である。また使用した芽土や根株残渣の処理方法や処分場所を考慮する必要がある。これらは多量に発生するために、農家によっては根株養成畑や軟化室の近くに山積みしたり、芽土用の未使用土に近接して置かれることもある。このような管理では、降雨などにより残渣中の病原菌が周囲へ伝染する可能性があるので、圃場衛生に注意する必要がある。

本病の薬剤防除試験は、本症状の原因究明試験と平行して進められた。薬剤の処理方法は、伏せ込み時のウド根株の量が多いことから短時間で効率的に行う必要があるので、薬液をいれた大型のポリバケツに根株を浸して上下させる程度の短時間の浸漬処理を採用した。薬剤の選択にあたっては、当初、罹病株に腐敗臭が顕著であること、またウドの腐敗組織をジャガイモ切断面に置床するとジャガイモが激しい腐敗症状を呈することから、本病が軟腐性の細菌類による病気であることが疑われ、1985年及び1986年に実施した試験では抗生物質など細菌病に有效的な薬剤を中心に供試された。しかし細菌病防除用の薬剤の効果が低く、供試薬剤の中では抗菌スペクトラムの比較的広いアンバム剤が卓効を示した(平野ら, 1986)。その後、本症状には疫病菌を含めた糸状菌が関与していることが示唆されたため、防除薬剤の種類が再検討され、本報告で示したように、疫病菌など鞭毛菌類に特効的な作用を示すマンゼブ・メタラキシル水和剤の効果が確認された。現在のところウドに対する農薬は、生育促進を目的としたジベレリン水溶剤及びジベレリン液剤、萎ちょう病に対してクロルピクリンくん蒸剤、ウドノセンノカミキリに対してイソキサチオン粉剤(カルホス粉剤)が登録されているだけである。そこで、本試験の結果からメラタキシルを主成分とする薬剤を選択し、ウド疫病を対象とした農薬登録のために防除効果試験と作物農薬残留試験を、東京都病害虫防除所及び東京都農業試験場農薬残留研究室が中心となって実施中である。

ウド軟化栽培で被害を起こす病害として、從来から菌核病(*Sclerotinia sclerotiorum*)が最も問題とされ、また白網病(*Corticium rolfsii* = *Sclerotium rolfsii*)も発生する。本研究で明らかになった疫病は、これら両病害に匹敵する重要病害である。3病害の相違点及び類似点を表14に示した。病徵及び標徵においては、疫病と他の2病害の間に明瞭な違いが認められる。疫病は罹病部が暗褐色であり、菌叢は薄く、菌核を生じない。疫病の茎内部への進展は菌核

表14 軟化栽培ウドに発生する主要病害の比較

項目	疫 病	菌核病	白絹病
病原菌種名	• <i>Phytophthora cactorum</i> (Leb. et Cohn) Schröter	• <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Libert) de Bary	• <i>Corticium rolfsii</i> Curzi [<i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.]
病原菌の類別	• 鞭毛菌類	• 子囊菌類	• 担子菌類
罹病部の色	• 暗褐色～暗灰褐色	• 淡褐色	• 淡褐色
内部への進展	• 顯著	• 顯著	• 茎周辺部が罹病、内部への進展は遅い。
腐敗・倒伏	• 罹病後しばらくして、 腐敗倒伏する。	• 罹病後すぐに軟腐し、 組織が崩壊、倒伏する。	• 罹病部は軟腐し、悪臭を放つ。 倒伏は少ない。
罹病部の菌叢	• 薄い白色菌叢。目立たず。	• 豊富な白色綿状の菌叢。	• 太い絹糸状の菌糸が這う。
菌核の形状	• 形成されない。	• 表面暗褐色～黒色、 内部白色、5 mm大、 形は一定せず。	• 表面褐色、内部白色、1～3 mm大、 球形～亜球形。
菌叢生育温度	• 5～30℃、適温25℃	• 5～30℃、適温25℃ (0～31℃、適温20℃)*	• 10～37℃、適温30～32℃ (13～38℃、適温28～33℃)*
発病温度	• (10～) 15～25 (～30) ℃、 適温 (15～) 20℃	• 10～25℃、 適温 (15～) 20 (～25) ℃	• 15～35℃、 適温25 (～35) ℃

注) *飯嶋(1962)

病と同様に顯著であるが、本病による腐敗は菌核病ほど急速ではなく、罹病後しばらくして徐々に倒伏する。疫病の発病適温は菌核病と同様に20℃であり、軟化室の室温とも一致する。このことから疫病及び菌核病は軟化栽培で蔓延が激しいものと推察される。なおウド生産では根株養成栽培と軟化栽培の2形態の栽培方法をとることから、軟化栽培で発生する菌核病及び白絹病の場合は罹病根株や汚染芽土の軟化室への持込みが伝染源と考えられている(飯嶋、1962)。耕種的防除については3病害に共通的な対策を講ずることが可能であるが、防除薬剤については病原菌の種類がかなり異なるために、単一の薬剤で複数の病害を防除することは困難である。当面、各病害についての特効的な薬剤を登録拡大することが望まれる。

摘要

軟化栽培ウドに茎の腐敗を起こす疫病が初めて発生した。被害が激しいことから、発生状況、病原菌、防除薬剤などを検討し、以下の結論を

得た。

1. 本病は1983年頃から、ウドの主産地である東京都立川市において発生し始めた。7～8月伏せ込み、8～9月収穫の抑制軟化栽培で被害が激しく、収穫皆無となることもまれではない。本病は軟化茎の発芽直後から発生し、茎の基部から暗褐色～暗灰褐色、水浸状の病斑が急速に進展し、やがて軟化茎は腐敗する。

2. 罹病部から疫病菌が高率に分離され、分離菌株の接種により病徵を再現し、また病斑部から接種菌が再分離された。病原菌は形態的特徴及び温度特性から *Phytophthora cactorum* (Leb. et Cohn) Schröter と同定し、本病を「ウド疫病 (*Phytophthora rot*)」と命名することを提案した。

3. 本病菌は *P. cactorum* の宿主植物として記録されているシャクヤク葉、リンゴ果実、ナシ果実、タラノキ葉及びカナメモチ茎葉に病原性を示した。しかしタラノキ、リンゴなどから分離された *P. cactorum* はウド軟化茎に対して病原性が弱かった。一方 *P. cactorum* を除く各種疫病菌38菌株をウド軟化茎に接種した

結果、ガーベラ根腐病菌 (*P. cryptogea*)、ムラサキオモト、プロディエア及びガーベラから分離された種未同定の疫病菌、計10菌株が病原性を有した。

4. 軟化栽培で発生する主要3病害の発病温度について調査した。疫病は15~25℃で病斑拡大が顕著であり、発病適温は菌叢生育適温よりも低い20℃であった。この温度はウド軟化室の室温17~20℃と一致した。菌核病は10~25℃で発病し、適温は20℃、白絹病は15~35℃で発病し、適温は25℃であった。

5. 本病の薬剤防除として、マンゼブ・メタラキシル水和剤(リドミルMZ水和剤)及びアンバム剤(ダイセンステンレス)の伏せ込み時の根株浸漬処理がきわめて有効であった。

引用文献

- 我孫子和雄(1992). 植物病原菌類図説(小林享夫・勝本謙・我孫子和雄・阿部恭久・柿島真[編]). p.510., 全国農村教育協会、東京.
- 平野寿一・堀江博道・高村芳寿(1986). ウド軟化茎の腐敗症状の防除. 関東病虫研報33, 134-135.
- 堀江博道・平野寿一・飯嶋勉(1989). *Phytophthora cactorum*による軟化ウドの疫病(新称)(講要). 日植病報55, 120.
- 飯嶋 勉(1962). 軟化ウド・ミツバの病害と防ぎ方. 植物防疫20, 447-449.
- Kimishima, E. and Goto, M.(1992). Foot rot

gerbera by *Phytophthora cryptogea* Pethyb. & Laff. in Japan. Ann. Phytopath. Soc. Japan 58, 87-90.

Newhook, F.J., Waterhaus, G.M. and Stamps, D.J. (1978). Tabular key to the species of *Phytophthora* de Bary. C.M.I. Mycol. Pap. No. 143, 20pp.

竹内 純・堀江博道・飯嶋 勉(1993). ウド疫病の根株養成畑における発生(講要). 日植病報59, 97.

東京都農業試験場(1967). 東京うど産地の形成と技術の発展経過. 研究資料29, 122pp.

東京都労働経済局(1992). 平成4年度版農林水産業の概要. pp.42, 46.

内田 勉・浅利 覚・赤池良久(1984 a). タラノキ立枯疫病の発生生態と防除に関する研究. 第1報 発生状況と症状(講要). 日植病報50, 392-393.

内田 勉・赤池良久・浅利 覚・宮田善雄(1984 b). タラノキ立枯疫病の発生生態と防除に関する研究. 第2報 病原菌の形態と2, 3の生理的性質(講要). 日植病報50, 393.

Waterhouse, G.M. (1956). The genus *Phytophthora*. Diagnosis and figures from the original papers. Misc. Publ. C.M.I., Kew, No. 12, 120pp.

Waterhouse, G.M. (1963). Key to the species *Phytophthora* de Bary. C.M.I. Mycol. Pap. No. 92, 22pp.

Phytophthora Rot of Blanching Udo and the Causal Fungus

Hiromichi HORIE, Toshiichi HIRANO and Tsutomu IIJIMA

Summary

The blanching udo, *Aralia cordata* Thunb., is one of the most important vegetables produced in Tokyo. A severe stem rot of the blanching udo caused by a species of *Phytophthora* was found for the first time there. The present study was carried out to clarify nature of the disease and the causal fungus and to develop a control measure of it. The results are summarized as follows:

1. The disease has occurred exclusively in its blanching culture since early 1980s in Tachikawa-shi, Tokyo, which is the major producing areas of udo. It was infested with the disease from July to September, but no sign of the disease was observed during winter and spring. Initially, dark brown to dark grayish brown, water-soaked and elliptical to irregular-shaped lesions appeared on base of the stems, which expanded rapidly and the affected stem tissues were rotted in a short period of time. Heavy damages and severe yield loss were often caused by the disease.

2. A species of *Phytophthora* was frequently isolated from diseased stem tissues of udo at an early stage of the disease. Isolates of the *Phytophthora* sp. were highly pathogenic to stems of blanching udo, and the lesions formed by the inoculations were similar to those found in blanching culture. The same fungus were reisolated from the lesions produced by the inoculations. Zoosporangia of the pathogenic fungus were ovoid to elliptical with a conspicuous papilla, the sizes were $24.5\sim56\times18.5\sim38\mu\text{m}$, the average of ratio of the length and the breadth ranged between 1.27 and 1.52. Chlamydospores were thick-walled, globular, pale yellow in colour, $25\sim36\mu\text{m}$ in diam. Sexual organs were abundantly produced in single culture on an artificial medium. Oogonia were globular, $19\sim35.5\mu\text{m}$ in diam. Oospores were globular and pale orange in colour, $16.5\sim32\mu\text{m}$ in diam. Antheridia were mainly paragynous. Mycelia grew at 5 to 30°C and the optimum temperature was 25°C . From these morphological and physiological characteristics, the pathogen was identified as *Phytophthora cactorum* (Lebert et Cohn) Schröter.

3. The pathogen was highly pathogenic to leaves of Chinese paeony and *Aralia elata*, fruits of apple and Japanese pear and stems and leaves of Japanese photinia, which were all recorded as host plants of *P. cactorum* in Japan. However, the nine isolates of *P. cactorum* from *Aralia elata*, apple, Japanese photinia and others except udo showed faint or no pathogenicity to blanched udo. As a result of inoculations with thirty eight isolates of several species of *Phytophthora* except *P. cactorum*, distinct pathogenicity to blanched stems of udo was demonstrated for ten isolates of unidentified species of the genus, each one from *Rheo discolor* and *Brodiaea* and eight from gerbera, and also for an isolate of *P. cryptogea* Pethybridge et Laffin which caused foot rot of gerbera.

4. Effect of temperature conditions on the development of the three major diseases of blanching udo, Phytophthora rot, Sclerotinia rot caused by *Sclerotinia sclerotiorum* (Libert) de Bary and southern blight caused by *Sclerotium rolfsii* Saccardo, were examined by inoculations onto blanched stems at various temperatures. Phytophthora rot developed in the temperature range of 10 to 30°C. with the optimum at 20°C. The development of Sclerotinia rot was observed at 10 to 25°C., the optimum being 20°C., and that of southern blight was found at 15 to 35°C., with the optimum at 25°C. The optimum temperature for the development of Phytophthora rot and Sclerotinia rot agreeded with that of blanching cellars, 17 to 20°C.

5. It was exceedingly effective to control the Phytophthora rot to dip rootstocks of udo in the 1,000 times diluted solution of the mixture of manzeb(55%) and metalaxyl(10%) or in that of amobam(50%) for about ten seconds just before planting in blanching culture.

図版説明

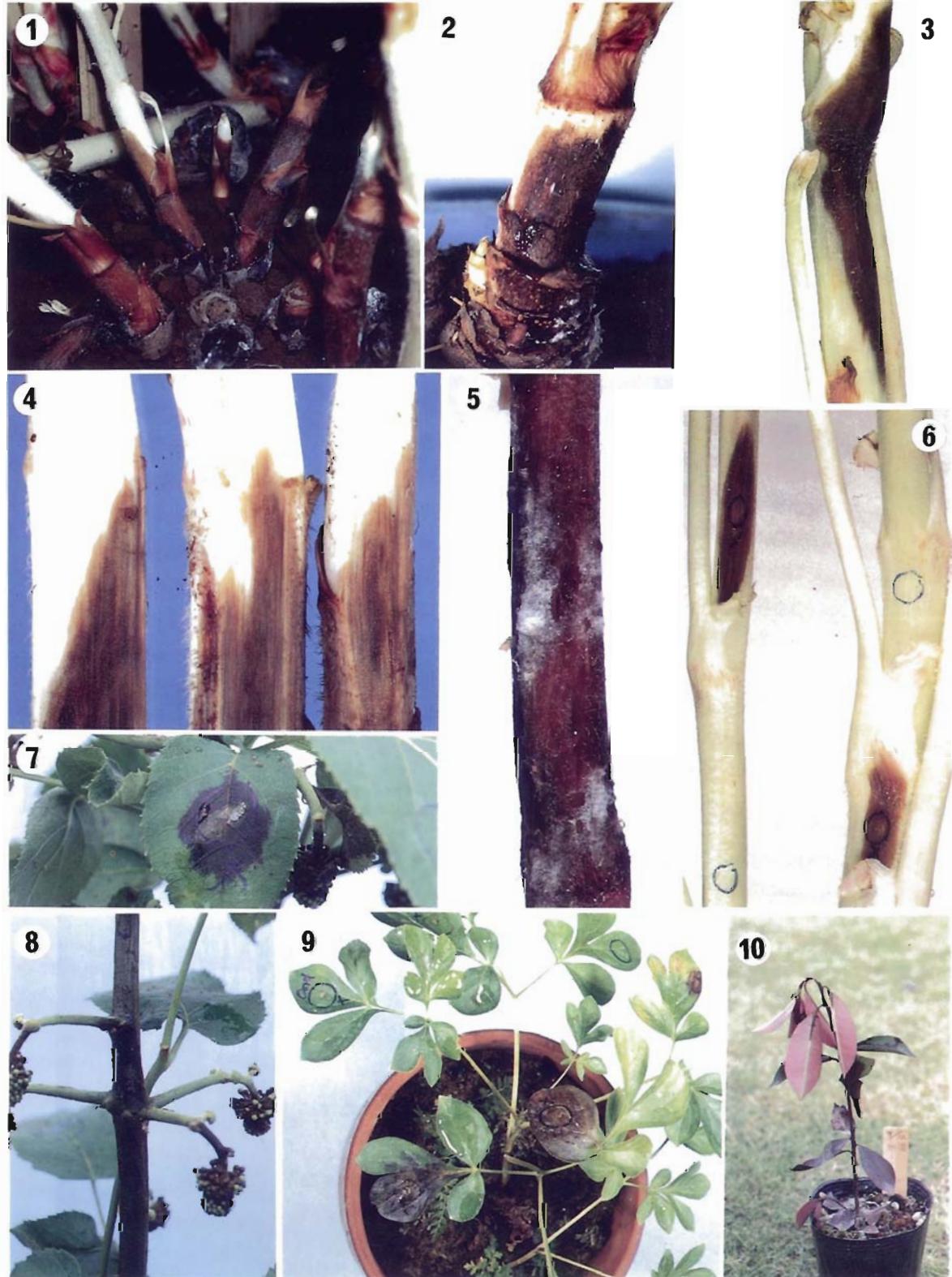
図版I

1. 軟化室での発生状況
2. 軟化茎基部の発病
3. 軟化茎中間部の発病
4. 罹病軟化茎の縦断面
5. 病斑上の菌叢
6. ウド疫病菌接種による軟化茎の病徵再現
7. ウド疫病菌接種によるウド葉の発病
8. ウド疫病菌接種によるウド茎の発病
9. ウド疫病菌接種によるシャクヤク葉の発病
10. ウド疫菌病接種によるカナメモチ茎葉の発病

図版II

1. ウド疫病菌接種によるリンゴ(左)及びナシ果実(右)の発病
2. ウド疫病菌の遊走子囊
3. ウド疫病菌の有性器官(Og: 蔓卵器; Os: 卵胞子; A: 蔓精器)
4. ウド罹病軟化茎組織内の菌体
5. ウド疫病の発病と温度
6. 20°Cにおけるウド疫病、菌核病及び白綿病の発病状況
7. 防除試験: 無処理(水道水浸漬)区
8. 防除試験: マンゼブ・メタラキシル水和剤根株浸漬区

図版 I



図版II

