

わが国で発生した *Phytophthora cactorum* によるチューリップ疫病について

誌名	日本植物病理學會報 = Annals of the Phytopathological Society of Japan
ISSN	00319473
著者名	向島,博行 鈴井,孝仁 名畑,清信 山本,孝し
発行元	日本植物病理學會
巻/号	53巻3号
巻号補足	
掲載ページ	p. 291-300
発行年月	1987年7月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



わが国で発生した *Phytophthora cactorum* による チューリップ疫病について*

向島博行**・鈴井孝仁***・名畑清信****・山本孝彦****

Hiroyuki MUKOBATA, Takahito SUZUI, Kiyonobu NABATA and Takashi YAMAMOTO :
Tulip Blossom Blight Caused by *Phytophthora cactorum* in Japan

Abstract

This report deals with morphological, physiological and pathological characteristics of *Phytophthora* sp. causing a new disease of tulip in Japan. The disease occurs most conspicuously in the field from late-April to mid-May after rain. On the young plants, the symptoms appeared at the basal part of the plants to whole plants within four or five days. In adult plants, the first leaf axil and stem were usually infected. The diseased stems changed to yellowish-white in color and shrunken. The infected bulbs showing the symptom of dry rot with black color could hardly be observed. The causal fungus was isolated and identified as *Phytophthora cactorum* Schröter, the pathogen of tulip blossom blight. The fungus was transmitted to the tulips via soil, but not by bulbs even if they were obtained from heavily infected plants. The fungus is pathogenic to the other bulbous plants such as *Allium* and *Hyacinthus* but not to *Lilium*.

(Received October 13, 1986)

Key words : tulip, tulip blossom blight, *Phytophthora cactorum*, identification, host range.

緒 言

1981年 5月 中旬に 富山県 高岡市の チューリップ (*Tulipa* spp., 品種 Golden Melody や Yokohama) 栽培農家は場において、茎葉部が水浸状の症状を示し枯死する病害が激発した。さらに、1983年には同様な症状が高岡市の別の地域で品種 Allegretto に発生し、いずれの試料からも *Phytophthora* sp. が分離された。その後1985年の5月には新潟県の白根市や五泉市のチューリップ栽培地帯で Monte Carlo, Carlton, Malta などの品種に同様の病害が発生し(嘉部私信)、その被害株から *Phytophthora* 属菌が高率に分離された。

これらの *Phytophthora* 分離菌をチューリップの茎葉に接種した結果強い病原性が認められ、自然発病と同様な病徴を呈し、また、同一菌が再分離された。これらの菌の形態からその所属を検討した結果 *Phytophthora cactorum* であることが明らかになり、病名(和名)をチューリップ疫病とした。

本報告はわが国で初めて発生したチューリップ疫病の病徴、病原菌の形態、病原性および伝染経路について調査した結果を取りまとめたものである。

本研究を行うに当たり、御助言と御指導を賜った元富山県農試野菜花き試験場場長草葉敏彦博士、貴重な文献を複写送付していただいた静岡県農業試験場森田儋博士、岐阜大学助教授故内記 隆博士、ならびに原

* 本論文の一部は 昭和58年度 日本植物病理学会大会および昭和59年度関西部会で発表した^{9,10)}。

** 現在富山県入善農業改良普及所 Nyūzen Agricultural Extension Service Office, Nyūzen, Shimonikawa, Toyama 939-06, Japan

*** 農業環境技術研究所 National Institute of Agro-Environmental Sciences, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

**** 富山県農業技術センター野菜花き試験場 Toyama Agricultural Research Center, Vegetable and Ornamental Crops Research Station, Tonami, Toyama 939-13, Japan

稿の校閲を賜った富山県農業技術センター野菜花き試験場場長川田稔一博士に対し深甚な謝意を表する。

材料および方法

病原菌の分離：チューリップ茎葉の新鮮な罹病組織を70%アルコールで30秒間表面殺菌後滅菌水で数回洗浄し、2%素寒天培地(WA培地)または *Phytophthora* 菌分離用選択培地(P₃VPP培地)¹⁹⁾に置床して20℃に静置した。伸長した菌糸の先端部をとり、トウモロコシ煎汁寒天培地(CMA培地)で培養保存して実験に供した。実験に用いた *Phytophthora* sp. とその由来について Table 1 に示した。

接種試験：分離した *Phytophthora* sp. 各菌株 (Table 1) の病原性は原宿主であるチューリップ品種に対して、含菌寒天接種法を行うことにより調べた。即ち、ジャガイモ煎汁寒天培地(PSA培地)で25℃、5日間培養することによって伸長した菌糸の周縁部を内径4mmのコルクボーラーで打ち抜き、チューリップ茎葉に有傷または無傷接種し、20℃の温室に保った後発病を調査した。

一方、6菌株(82GM-4, 83GM-5, 83Y-2, 83Y-4, 83AI-1, 83AI-4)の病原性については遊走子のうの噴霧接種法によっても調べた。即ち、PSA培地で25℃、30日目の培養菌体より得た遊走子のうの浮遊液(0.2~1×10⁵個/ml)をチューリップ茎葉にスプレーガン(KP型-7型、近畿製作所)で噴霧する方法で行なった。接種後ビニール袋で覆い、2日間20~25℃で温室状態に保ち、その後被覆を取り除いた。また、土壤接種では82GM-4, 83AI-1, 85MC-1の3菌株をフスマ・モミガラ培地(500ml容三角フラスコにフスマ：モミガラ：水を6：2：3の容積比で混合したものを200ml入れる)で30日間培養して卵胞子を形成させ、その菌体をプラスチックコンテナ(27×32×14cm)1個に150g入れ、無病の水田土と混合した(容積比3%)。ただちに無病のチューリップ球を11月上旬に

植付け、翌年4~5月に発病調査を行なった。

チューリップ以外の植物に対する病原性を調べるため、6科22種の球根類の葉や野菜類の果実等に対して菌株82GM-4を用い、含菌寒天接種および遊走子のう浮遊液(0.4~3×10⁶個/ml)の噴霧接種を行なった。

発病温度：接種後の温度と発病との関係に関する実験では、遊走子のう浮遊液(4.4×10⁶個/ml)の噴霧接種法(実験I)により、また病斑拡大と温度との関係の実験の場合には含菌寒天接種法(実験II)によりそれぞれ接種した後、いずれも5, 10, 15, 20, 25℃の各温度条件下に置き、3日後、8日後にそれぞれの実験で発病の程度を調査した。

伝染経路：現地発病土壌を1981年と1982年の10月に採取し、それに無病球根を植付け、土壤伝染の有無について調査した。また、罹病組織残渣による伝染について調べるため、無病水田土10lをつめたプラスチックコンテナ(27×32×14cm)1個に約80gの残渣を入れ、十分に混和し、これにGolden Melodyの無病球を植付け、翌年4~5月に発病の有無を調査した。球根伝染の有無については、本病の重症罹病株から採取した球根を主球と仔球とに分け、無病土に植付け検定した。

結 果

発生状況ならびに病徴

本病は4月下旬から5月下旬にかけて発生が認められ、とくに降雨の後で被害の拡大が顕著であった。1985年には新潟県白根市の河川敷のチューリップほ場で本病が発生したが、5月6~7日の大雨で信濃川の増水によって冠水した畑で約1週間後に激しい病徴が認められた。本病は一旦発生すると罹病株から坪状に蔓延し、とくに球根養成中の小球の1枚葉株での被害が著しかった(Plate I-1)。1枚葉株では地際部が侵入点となることが多い。最初地際の葉基部が水浸状

Table 1. Isolates of *Phytophthora* sp. used in this study

Isolate	Host (tulip cultivar)	Locality	Date of isolation
82GM-1~4	Golden Melody	Takaoka C., Toyama Pref.	May 7, 1982
83GM-1~5	Golden Melody	Takaoka C., Toyama Pref.	May 13, 1983
83Y -1~3	Yokohama	Takaoka C., Toyama Pref.	May 13, 1983
83A 1-1~4	Allegretto	Takaoka C., Toyama Pref.	June 2, 1983
85MC-1~2	Monte Carlo	Shirone C., Niigata Pref.	May 16, 1985

を呈して、その病徴がしだいに上部に進展した後葉基部から倒伏する (Plate I-2)。葉では病斑中心部が初めは水浸状を呈し、これがしだいに白色に変色してその後褐色となる。病斑部は発病が認められてから4～5日で全身に及び、全葉が枯死に至る。一方、開花株では養成株ほど激しく発病することは少なく、通常は地際近くの第1葉の基部と第1節間、および地際の脚が侵入部位となることが多く、ときには葉縁部または葉の中央部が最初に侵されることもあった (Plate I-3)。茎での発病は地際に限らず種々の部位で見られ、灰白色で長楕円形の病斑を生ずることが多かった。しかし、病徴が激しい場合には病斑部は細くくぼみ、あめ色となる病徴を呈した (Plate I-4)。また、花梗が侵される場合も認められた (Plate I-5, 6)。球根が侵されることは極めてまれであったが、罹病球根ではりん片が灰褐色～黒色に変色し乾腐症状を呈していることが認められた。

病原菌の分離と病原性

チューリップの被害部を検鏡すると、組織内に比較的に太い無隔の菌糸の存在が認められた。罹病部の組織片を素寒天培地 (WA 培地) に置き培養した結果、細菌の増殖も一部で認められたが、大部分の試料では *Phytophthora* 菌独特の菌そうが生じた。茎と葉からの菌の分離ではとくに茎部からの分離率が高かった。また、選択性のある P₅VPP¹⁹⁾ 培地に被害茎葉を置床した場合に *Phytophthora* 菌がより高率に分離された。Table 1 に示した *Phytophthora* sp. の各菌株を原宿主のチューリップ品種に含菌寒天接種した結果、いずれの菌株も病原性を示した。また選定した6菌株のチューリップ品種に対する病原性について、遊走子の噴霧接種法および菌体の土壌接種法により調べた結果を Table 2, 3 に示した。各菌株はいずれも供試チューリップ品種に対し両接種法で病原性を示し、激しい病徴が認められた。遊走子の噴霧接種法では4

Table 2. Pathogenicity of the six isolates of *Phytophthora* obtained from tulip to seven tulip cultivars (sporangial spray-inoculation method)

Cultivar	Isolate						Control (Uninoculated)
	82GM-4	83GM-5	83Y-2	83Y-4	83A1-1	83A1-4	
Allegretto	+	+	+	+	+	+	—
Angelique	+	+	+	+	+	+	—
Ben van Zanten	+	+	+	+	+	+	—
Carlton	+	+	+	+	+	+	—
Golden Melody	+	+	+	+	+	+	—
Red Matador	+	+	+	+	+	+	—
Yokohama	+	+	+	+	+	+	—

+: Symptoms appeared.

—: No symptoms appeared.

Table 3. Pathogenicity of the three isolates of *Phytophthora* obtained from tulip to seven tulip cultivars (soil-inoculation method)

Cultivar	Isolate			Control (Uninoculated)
	82GM-4	83A1-1	85MC-1	
Aladdin	+	+	+	—
Allegretto	+	+	+	—
Bonanza	+	+	+	—
Golden Melody	+	+	+	—
Kees Nelis	+	+	+	—
Olaf	+	+	+	—
Yokohama	+	+	+	—

+: Symptoms appeared.

—: No symptoms appeared.

月下旬頃接種すると接種後3～4日で病徴が現われ、その後病斑は急激に進展した。土壌接種法でも地上部に自然発病と同様な病徴が認められた。チューリップ球根に対する病原性の有無を明らかにする目的で、82GM-4菌株を品種 Golden Melody に、また 83Al-1菌株を品種 Allegretto にそれぞれ含菌寒天接種した結果、いずれも無傷接種では感染しなかったが有傷接種では感染が認められた。即ち、病斑は球根内部にまで急速に進展して黒色を呈し、球根は乾固した。

チューリップ以外の植物への病原性：82GM-4菌株を用いてユリ科、アヤメ科およびヒガンバナ科の数種球根類の地上部、さらに野菜類の果実等に含菌寒天接

種した結果を Table 4 に示した。含菌寒天接種ではアリウム類やヒアシンスに対して強い病原性が認められたが、カノコユリやスカシユリなどのユリ類に対しては有傷接種でも接種部からの病斑進展はほとんど認められなかった。シラーやコルチカムに対しては有傷接種により接種部の周囲がわずかに拡大し、病原性が認められた。

アリウムギガンテウム (*Allium giganteum*) は遊走子のう噴霧接種により激しく発病しチューリップ上の病徴とは異なり葉縁部や花梗が黒変する病徴を呈した (Plate I-7)。

83Al-2 や 82GM-2 など供試した他の分離菌株でも

Table 4. Pathogenicity to various plants of *Phytophthora cactorum* isolate 82GM-4 by mycelial disk inoculation method

Plant inoculated	Part inoculated ^{a)}	Degree of rotting ^{b)}
Cucurbitaceae		
1. <i>Cucumis sativus</i> L. (Cucumber)	F	+++
Iridaceae		
2. <i>Crocus vernus</i> All. (Crocus)	L	—
3. <i>Iris hollandica</i> hort. (Dutch iris)	L	—
Liliaceae		
4. <i>Allium aflatunense</i> Fedtsch. (Allium)	L	+++
5. <i>Allium fistulosum</i> L. (Welsh onion)	L	++
6. <i>Allium giganteum</i> Regel (Allium)	L	+++
7. <i>Allium moly</i> L. (Lily leek)	L	+
8. <i>Allium rosenbachianum</i> Regel (Allium)	L	+++
9. <i>Colchicum autumnale</i> L. (Autumn-crocus)	L	—
10. <i>Hyacinthus orientalis</i> L. (Hyacinth)	L	++
11. <i>Lilium</i> × <i>elegans</i> Thunb. (Thunberg lily)	L	—
12. <i>Lilium</i> × <i>formolongo</i> hort. (Lily)	L	—
13. <i>Lilium formosanum</i> Wallace (Formosa lily)	L	—
14. <i>Lilium longiflorum</i> Thunb. (White Trumpet lily)	L	—
15. <i>Lilium speciosum</i> Thunb. (Showy lily)	L	—
16. <i>Scilla campanulata</i> Ait. (Squill)	L	—
Rosaceae		
17. <i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i> Duch. (Strawberry)	F	++
18. <i>Malus pumila</i> Miller var. <i>domestica</i> Schneider (Apple)	F	+++
Solanaceae		
19. <i>Capsicum annuum</i> L. (Sweet pepper)	F	—
20. <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. (Tomato)	F	—
21. <i>Solanum melongena</i> L. (Eggplant)	F	—
Umbelliferae		
22. <i>Daucus carota</i> L. (Carrot)	R	+

a) L=leaf, F=fruit, R=root

b) +++(severe), ++(intermediate), +(slight) and —(none)

これらの植物に対してほぼ同様な病原性を示した。また、対照として用いた *P. cactorum* 菌 (IFO 30474) はチューリップの茎葉に対して著しい病原性が認められ、球根に対しては有傷接種で発病し、その他の植物に対する病原性も本菌とほぼ一致した。

発病温度

遊走子の噴霧接種 (実験 I) の場合、15℃以下での発病は認められず、20℃以上で発病が起こり、25℃で最も激しく発病した。含菌寒天接種 (実験 II) の場合は 5℃では病斑形成は認められず、10℃以上で認められ、25℃で最も激しい病徴を示した (Table 5)。

伝染経路

土壌伝染の有無について2か年間の実験結果を Table 6 に示した。発生は場から採取した土壌 (実験 I)、現地発病土壌をコンテナ内で1作して発病の認められた土壌 (実験 II) を供試したが、いずれの場合にも4月下旬頃から発病が認められ、本病が土壌伝染することが明らかとなった。一方、前年罹病した茎葉の土壌中への埋没による伝染について調べた結果、供試し

た Golden Melody の 11 cm 球では25%、8 cm 球では17%の発病球率を示した。

罹病したチューリップ (品種 Golden Melody) の 28株から採取した球根を用いて球根伝染について調べた結果、主球と仔球のいずれにおいても翌年の発病は全く認められなかった。

病原菌の形態、培養的性質

分離された *Phytophthora* 属菌の代表的菌株について各器官の形態とその大きさを既報¹⁴⁾ の *Phytophthora* 菌と比較した (Table 7)。この結果、82GM-4、83Al-1、および 85MC-2 の各菌株の菌そうの性状は互にやや異なっていたが遊走子のうおよび有性器官の大きさはほぼ等しく、同一種と考えられた。これらは既報^{11,12,21)} の *P. cactorum* 菌とほぼ一致した。これらの器官は罹病組織上、PSA 培地あるいは V8 ジュース寒天培地上で容易に形成された。遊走子のうからの遊走子の被のう化直前のべん毛 (Plate II-5) が観察された。有性器官では藏卵器は22.1~27.5×30.0~35.0 (平均24.0×33.1) μm、藏精子 (Plate II-6, 7)

Table 5. Influence of temperature on development of *Phytophthora* blight of tulip caused by *Phytophthora cactorum* 82GM-4

Temperature(℃)	Expt. I	Expt. II
	Disease severity ^{a)}	Lesion area(cm ²) ^{b)}
5	—	0
10	—	0.2
15	—	0.2
20	++	1.5
25	+++	6.7

a) Assayed 8 days after spraying with sporangia

— : healthy ++ : moderate +++ : severe.

b) Assayed 3 days after inoculation with mycelial disks.

Table 6. Occurrence of *Phytophthora* blight of tulip in the naturally infested soil

Expt. ^{a)} Cultivar	Bulb size(cm)	Number of bulbs tested	Percentage of infected plants
I { Golden Melody Yokohama	12	90	16.7
	12	90	1.1
II { Golden Melody Yokohama	{ 6 10	24 84	91.7 21.3
	{ 6 10	18 60	33.3 0

a) I : The soil collected from naturally-infested field was tested.

II : The soil of the contaminated field had been preserved for 1 year until tulip was planted.

Table 7. Morphological characteristics of the *Phytophthora* isolated from tulip plants

Isolate	Sporangium		Oogonium	Antheridium	Oospore
	Range(mean) μm	Papilla μm	Range(mean) μm	Mean μm	Range(mean) μm
82GM-4	29.4-39.2× 24.5-29.4 (33.9×27.2)	4.5	22.1-34.3 (27.0)	10.5×11.8	19.6-29.4 (23.7)
83Al-1	30.0-47.5× 22.5-35.0 (39.7×29.0)	4.4	27.5-35.0 (29.6)	11.9×11.0	22.5-27.5 (25.2)
85MC-2	31.3-47.5× 22.5-35.0 (38.2×27.8)	4.5	22.5-30.0 (26.2)	12.8×12.5	21.3-26.3 (23.3)
<i>P. cactorum</i> ^{a)}	24.5-39.2× 19.6-29.4 (30.5×23.9)	4.6	22.1-34.3 (26.3)	12.0×11.5	19.6-31.9 (23.4)
<i>P. iranica</i> ^{b)}	30.0-72.0× 22.0-51.0 (47.9×36.0)	—	21.0-45.0 (34.0)	14.7×12.7	15.0-37.0 (29.3)

a) *P. cactorum* IFO 30474.

b) Data from Ershad, D. (1971).

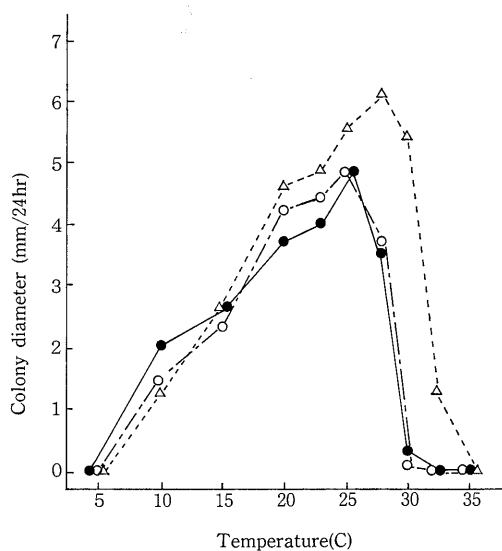


Fig. 1. Mycelial growth rates of three isolates (●—● 82GM-4, ○—○ 83Al-1, △·····△ 85MC-1) of *Phytophthora cactorum* from tulip plants on Difco-CMA medium under various temperature conditions.

は主として側着性でまれに底着性であり、その大きさの平均は $11.7 \times 11.8 \mu\text{m}$ であった。卵孢子 (Plate II-8) の大きさは $19.6 \sim 29.4$ (平均 24.1) μm であり、発芽して菌糸を伸長し、先端に遊走子のうを形成した (Plate II-9)。

次に培地上での3菌株の菌糸伸長と温度との関係について Difco-CMA 培地で調べた結果、分離菌株により菌糸伸長域は若干異なったが、いずれも $10 \sim 30^\circ\text{C}$ の間で生育し、 $25 \sim 28^\circ\text{C}$ が菌糸伸長の適温であった (Fig. 1)。

考 察

本菌は遊走子のうの乳頭突起が顕著で、有性器官が培地上で容易に形成され、藏精器が主として側着である点などから、Waterhouse²¹⁾ や Newhook ら¹¹⁾ の検索表により *P. cactorum* か *P. iranica* のいずれかと考えられた。しかし、*P. iranica*⁴⁾ の遊走子のうは本菌に比べて大きく、しばしば2つの乳頭突起を持ち厚膜胞子を容易に形成することなどから本菌とは異なると考えられた。一方、本菌の遊走子のうは脱落性で小柄が短い特徴などから *P. cactorum* と類推された。

比較のため用いた *P. cactorum* 菌¹⁴⁾ (IFO 30474, リンゴ疫病発生土壌より分離) はチューリップに対して強い病原性を示し、形態の特徴や菌糸の生育温度もほぼ等しかった。以上の結果より、本菌を *Phytophthora cactorum* Schröter と同定した。

チューリップに寄生する *Phytophthora* 属菌としては、現在までに *P. cactorum*¹²⁾, *P. cryptogea*¹⁾, *P. erythrosetica*¹⁾, および *P. porri*⁷⁾ の4種が報告されている。例えば Buddin ら¹⁾ は *P. cryptogea* と *P. erythrosetica* が単独あるいは複合して促成栽培中のチュ

ーリップの根や幼芽の腐敗を引き起こすことを明らかにした。*P. cryptogea* と *P. erythrosetica* はいずれも遊走子のうの乳頭突起がほとんどないことと菌糸生育適温が低い特徴から、本菌とは明らかに区別される。

P. cactorum による病害は1925年に Stevens ら¹²⁾により報告され、Tulip blossom blight と命名されている。

疫病菌の中で *P. cactorum* は多犯性の菌であり⁸⁾、人工接種も含めて44科83属の植物に寄生する⁵⁾。*P. cactorum* に起因する病害は、わが国では古くは1904年5月に堀⁶⁾により、島根県出雲地方でヤクヨウニンジン腰折病として多発生したことが報告され、また、1929年には田杉ら¹⁶⁾がジャクヤクの疫病として記載し、さらにボタンにも接種して同様な病徴を認めている。わが国ではその後イチゴ¹⁵⁾、キク¹³⁾、リンゴ²⁰⁾、ナシ²⁰⁾、およびタラノキ¹⁸⁾でも *P. cactorum* による病害が知られている。しかし、本菌(菌株 82GM-4)はタラノキに対して病原性が認められなかった(赤池私信)。

P. cactorum についてはユリ類に寄生するという報告が多く、Drechsler^{2,3)}はニワシロユリ (*Lilium candidum*)、ピレナイクム (*L. pyrenaicum*)、およびイトハユリ (*L. tenuifolium*) に対する病原性について、また、田杉ら¹⁷⁾はヤマユリ (*L. auratum*) およびエゾスカシユリ (*L. dauricum*) での発生をそれぞれ記載している。しかし、本実験では供試したカノコユリ (*L. speciosum*)、スカシユリ (*L. × elegans*)、およびテッポウユリ (*L. longiflorum*) などのユリ類に対しては病原性が認められなかった。本菌は人工接種でヒアシンズやアリウム類の葉に対して強い病原性が認め

られ、とくに *Allium giganteum* に対してはチューリップ感受性品種とほぼ同程度の病原性を示した。

本病の伝染経路は、前年発病土壌および土壌中に残存した罹病茎葉によることが明らかとなった。しかし、罹病株からの球根による伝染は認められなかった。

本病は通常開花期頃から発生し、球根肥大期に地上部を侵すため、球根の収量を著しく減収させる。

なお、本病の和名については桂⁷⁾により報告された *P. porri* の白色疫病と区別してチューリップ疫病 (Tulip blossom blight) と命名した。

摘 要

1981-1985年にかけて富山、新潟の両県において融雪後4月下旬～5月下旬にチューリップの品種 Golden Melody などで地上部茎葉が侵され、早期に枯死する新しい病害が発生した。罹病組織からはいずれも一種の *Phytophthora* 属菌が分離され、本病菌は *Phytophthora cactorum* Schröter と同定された。本病原菌は前年罹病茎葉の残渣および発病土により土壌伝染することが明らかとなったが、罹病した株に形成された球根による伝染は認められなかった。各種球根類に接種し病原性を調べた結果、ヒアシンズやアリウム類の葉に強い病原性が認められ、とくにアリウムギガンチュームは著しく感受性であった。しかし、カノコユリやテッポウユリなどユリ類に対しての病原性は認められなかった。

本菌によるチューリップの病害はわが国では未記載であることからチューリップ疫病 (Tulip blossom blight) と命名した。

引 用 文 献

1. Buddin, W. (1938). Ann. Appl. Biol., 25 : 705-729.
2. Drechsler, C. (1926). Phytopathology 16 : 51-53.
3. Drechsler, C. (1929). Pl. Dis. Repr. 13 : 8.
4. Ershad, D. (1971). Mitt. biol. BundAnst. Ld-u. Forstw. 140, pp. 60-65.
5. Hickman C. J. (1958). Trans. Brit. mycol. Soc. 41(1) : 1-13.
6. Hori, S. (1907). Bulletin of the Imperial Agricultural Experiment Station, Japan. Tokyo, 1 : 153-162.
7. 桂 琦一 (1970). 京都府大報 農, 22 : 9-16.
8. 桂 琦一 (1971). 植物の疫病 誠文堂新光社, 東京 pp. 43-46.
9. 向島博行・草葉敏彦・名畑清信・鈴木孝仁 (1983). 日植病報 49 : 391 (講要).
10. 向島博行・草葉敏彦・名畑清信・山本孝彦・鈴木孝仁 (1985). 同 51 : 77 (講要).
11. Newhook, F. J., Waterhouse, G. M. and Stamps D. J. (1978). Tabular key to the species of *Phytophthora* de Bary. Mycol. papers 143 : 1-20.
12. Stevens, F. L. and Plunkett, O. A. (1925). Ill. Agr. Exp. Sta. Bull., 265 : 299-307.

13. 陶山一雄・鍵渡徳次・向 秀夫 (1973). 日植病報 39 : 197 (講要).
14. Suzui, T. and Hoshino, H. (1979). Ann. Phytopath. Soc. Japan 45 : 344-352.
15. 高橋 実・前田篤実 (1960). 日植病報 25 : 27 (講要).
16. 田杉平司・熊沢正武 (1932). 農試彙報 2 : 75-96.
17. 田杉平司・熊沢正武 (1938). 同 3 : 207-238.
18. 内田 勉・赤池良久・浅利 覚・宮田善雄 (1984). 日植病報 50 : 393 (講要).
19. 宇井格生 (1984). 新版土壌病害の手引 (編集委員会編) 日本植物防疫協会, pp. 321.
20. 梅本清作・御園生 尹・長井雄治 (1976). 日植病報 42 : 351 (講要).
21. Waterhouse, G. M. (1970). The genus *Phytophthora* De Bary. Mycol. papers, C. M. I. 122 : 1-59.
22. 柳瀬春夫・佐久間勉 (1979). 果樹試報 C6 : 105-119.

Explanation of plates

Plate I

Phytophthora blight of tulip caused by *Phytophthora cactorum*

1. Severity of the disease in a field.
2. Leaf blight on juvenile tulip plants.
3. Occurrence of the disease on adult tulip plants grown on the artificially infested soil.
4. Affected stem of tulip.
5. Infected flower stalk with sporangia and oospores after rain.
6. Symptom on the flower stalks (cv. Allegretto).
7. Leaf blight of *Allium giganteum* by inoculation with *Phytophthora cactorum* isolate 82GM-4.

Plate II

Morphology of *Phytophthora cactorum* isolate 82GM-4

1. Sporangia from stem blight of cv. Golden Melody.
2. Direct germination of sporangium.
3. Indirect germination of sporangium.
4. Zoospore released from sporangium.
5. Zoospore with two flagella.
6. Oogonium with paragynous antheridium.
7. Oogonium with amphigynous antheridium.
8. Oogonia produced on V-8 juice agar medium.
9. Germinated oospore with terminal sporangium on water agar.

Plate I

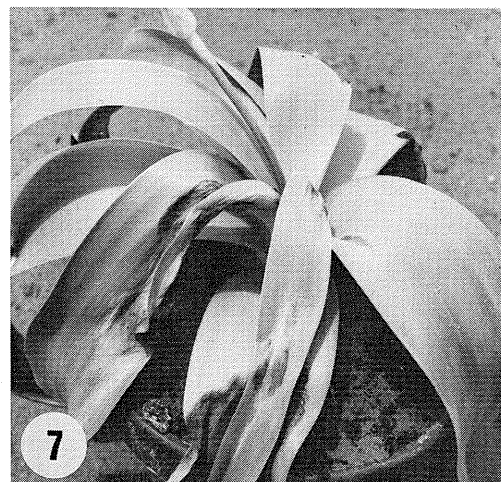
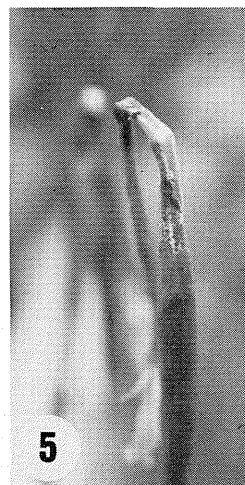
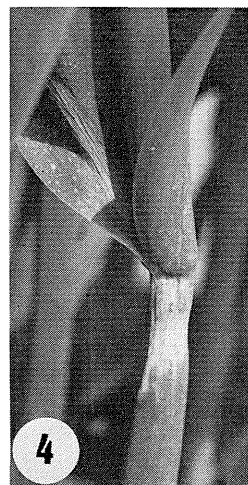
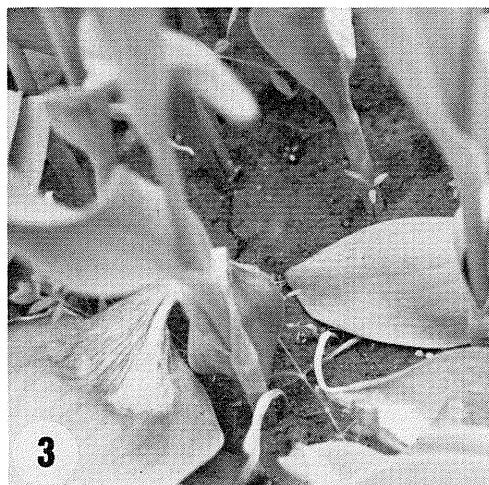
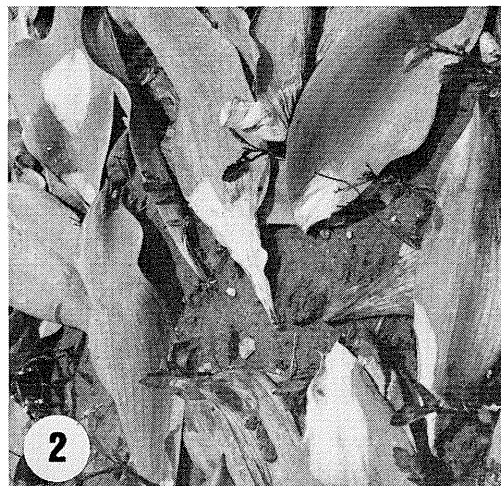


Plate II

