

チューリップ球根腐敗病に関する研究*

岩 切 麟**・永田利美・水田隼人***

横浜植物防疫所調査課

Studies on the Bulb Rot of Tulip Caused by *Fusarium oxysporum* (SCHL.) SNYDER et HANSEN

By

Fukashi IWAKIRI, Toshimi NAGATA, Hayato MIZUTA

Research Division, Yokohama Plant Protection Station

目 次

- I. 緒 言
- II. 発生経過
- III. 病 徴
- IV. 病 原 菌
 - a. 病原菌分生胞子の大きさ
 - b. 病原菌の発育と温度との関係
 - c. 分生胞子の発芽と空気湿度
 - d. 培養試験
- V. 病 原 性
 - a. 球根接種試験
 - b. 土壌接種試験
 - c. 他の球根類に対する病原性
- VI. 発病におよぼす 2, 3 の条件
 - a. 附傷および消毒効果試験
 - b. 肥料試験
 - c. 土壌湿度試験
- VII. 抵抗性の品種間差異
- VIII. 温湯処理試験
- IX. 薬剤処理試験
 - a. 各種薬剤の効力比較試験
 - b. 浸漬液剤の加温効果
 - c. 圃場試験
- X. 球根貯蔵庫における分生胞子飛散状況調査
- XI. 考 察
- XII. 摘 要
- XIII. 文 献
- Summary

I. 緒 言

昭和 29 年頃から、富山県下でチューリップに従来未発生の病害が発見され、当時、現地では“輸入病”と称していた。この病害は、主に富山、新潟のチューリップの産地で、栽培後期に急に立枯れをおこし、または貯蔵中、輸送中に球根の腐敗を引きおこした。本病にはネダニの随伴することが多く、栽培地ではネダニの被害と推定し、その防除対策にのみ腐心していた。

昭和 31 年 11 月農林省振興局植物防疫課より、富山県花卉球根農業協同組合の持参した被害球の同定を依頼され、*Fusarium* 菌を分離した。これを同年植付けた球根に接種し、翌春発病を確認し、再分離に成功した。同 32 年、33 年 6 月富山県等の現地に出張し、発病圃場の調査をする機会を得たが、現地でも明らかに *Fusarium* 菌による病害であることを確かめると同時に、これらの標本からも病原菌を分離し、本病の原因が明らかに *Fusarium* 菌によることを確認した。

本病は球根生産上はもちろんのこと、輸出検査上にも大きな障害となるのでこの防除法確立のため、昭和 32 年度より防除試験に着手し、病原菌の病原性、生理的性質、発病環境、各種防除試験などをおこなったが、ここにこれまでの試験結果を総括して報告する。

本稿を草するにあたって、種種御援助をいただいた、農林省振興局植物防疫課推野技官、当所岩佐所長、実験に協力された元調査課広川、萩原両技官、ならびに供試材料その他で便宜を与えられた富山県花卉

* 一部は昭和 34 年度日本植物病理学会において報告した

** 現在農林省植物防疫課

*** 現在札幌支所
(1959 年 11 月受領)

球根農業協同組合に厚くお礼を申し上げる。

II. 発生経過

本病が注目されたのは、昭和 29 年 5 月品種マダムバタフライに発見されてからであるが、それ以前にも発病は見られていたようである。また同年 7 月輸出球根検査で富山県下へ出張した筆者の 1 人岩切と矢島技官は、第 2 次感染をした初期の病斑のある罹病球を発見し、当時調査課において *Fusarium* 菌を分離した。現地においては、球根の腐敗を起す病気と本菌とは別種であるとの見解であったが、当時は両者の関係については追究されなかった。しかしそれ以後は徐々に発生が拡がり、生産にも障害をきたし一般栽培者の関心を集めるようになった。また一方チューリップ球根には、本病と類似の生理的障害や、白絹病等の被害があり、その区別が判然としなかったことから、昭和 31 年富山県花弁球根農業協同組合の水野氏が、その被害球を農林省植物防疫課椎野技官のもとに持参し、原因究明を依頼されたものである。いわゆる“輸入病”と称されたのも、31 年頃までに発生を見た品種が主に 26 年以降輸入されたザビシヨツプ、ヒルデガーデ、ヒュアザーバー、アルビノ、グローリー・オブ・ノードワイク、モントゴメリー、スカーレットワンダー、アーリークイン、マダムバタフライなどであったことからであった。しかし 32 年になると従来あった品種例えばファンコムサンダース、カプリ、デメターなどにも発生はみられるようになった。

次に現地調査の結果、圃場における発生状況を見ると、品種により、また初発生よりの経過年数などにより差があるが、一般に数 % より 70~80% にわたっている。また球根における発生程度を輸出球根類の検査成績(植物防疫課)よりみると、昭和 33 年度においては検査件数 241 件中本病による不合格件数は 27 件(11.2%)で、平均不合格球率は 4.7% に達した。なお実際には、検査以前に十分選別されているので、この数字をはるかに上廻るものと考えられる。

発病地についても、最初は富山、新潟両県であったが、次第に他の府県からも発生が報ぜられ、現在では石川、福井、京都、島根、山形、兵庫等の球根産地は勿論のこと、千葉、東京、福岡等の花の栽培地にまで分布している。

III. 病徴

圃場では、一般に開花後 5~7 日位経過すると、急

に最初最下位の葉の先端から周辺へと次第に全葉が生色を失い、ついで黄色に変化し、やがて紫色となる。このような状態が漸次上位の葉に及びついには全株が乾燥枯死し立枯症状を示す。この株は茎のつけねの部分から引き抜けやすい。被害株を掘り上げてみると茎のつけね、すなわち種球と密着している部分が侵されて褐変している。茎上の病斑は全茎をとりまき、長さ 10 mm 内外でくびれている。古いものには病原菌の分生胞子と菌糸が生じ白色になっている。この部分で養分および水分の移動が妨げられるので、地上部枯死という全身的症状をあらわすものである。ついでこの被害茎あるいは腐敗母球に接着している新生球根が侵される。

球根では最初茎との着生部を中心にして水浸状の小病斑をつくる。のちこれは拡大し、同時に淡褐色から次第に褐色となる。病斑はやがて発根部全体、さらに球根の 1/3 位まで拡大してくる。その部分に白色または淡桃色の菌糸及び分生胞子を生じている。被害がひどく、進行の早いものはさらに次の新球にも感染発病する。

また貯蔵中の球根では掘取当時被害軽微であったものも漸次病斑は拡大し、やがて全球に及び、乾腐状態となる。その表面には多数の分生胞子を生じ白色となる。

他方貯蔵中に二次的に感染したと思われる球根は表面に褐色の小さなやや凹んだ斑点を多数生じ、のち拡大し不正形の病斑となる。

IV. 病原菌

病原菌は最初昭和 31 年 11 月 27 日、富山県産の球根全体が褐色に乾腐していたものから、紅色の色素を出す *Fusarium* sp. 菌を分離し得た(R 1 菌)。ついで 32 年 5 月富山県下で採集した被害初期の球根より、同様紅色色素を出す *Fusarium* sp. 菌を分離した(R 2 菌)。さらに 31 年 12 月球根に R 1 菌を接種し、素焼鉢に植付けて、翌 32 年 6 月発病を確認し再分離した(R 3 菌)。これら 3 菌はすべて同一系菌と認められ、球根腐敗および立枯を引き起こす原因と思われる。以下試験にはすべて R 3 菌を供試した。

a. 病原菌分生胞子の大きさ

富山県下で採集した被害球上の大型分生胞子および小型分生胞子の長さ、幅、隔膜数など測定した結果は次の通りであった(測定数 500 個)。

大型分生胞子

$27.5 \mu \pm 4.8 \times 2.8 \mu \pm 0.5$, 隔膜数 1~5

隔膜 3 を有する分生胞子の大きさ (全体の 76.6%)

$27.4 \mu \pm 4.2 \times 2.8 \mu \pm 0.6$.

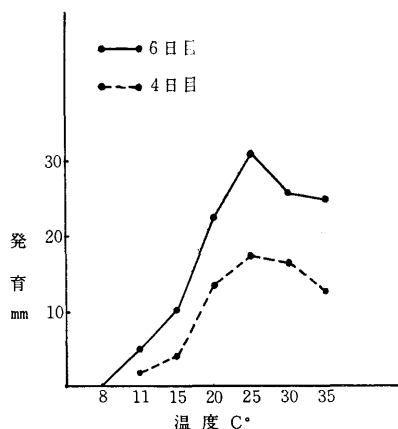
小型分生胞子

$9.2 \mu \pm 2.7 \times 3.2 \mu \pm 0.6$.

b. 病原菌の発育と温度との関係

試験方法：10 日間培養した病原菌菌叢を直径約 5 mm の大きさの円型に打ち抜き、ペトリ皿中のばれいしょ煎汁寒天培地上に植付けた。温度は予め定温器を 10, 15, 20, 25, 30, 35°C に調節し、それぞれペトリ皿を 5 枚ずつ使用して反覆培養した。

結果：培養後 4 日目と 6 日目に菌叢の直径を測定した結果は第 1 図のとおりであり、最適発育温度は 25°C であると思われる。



第 1 図 温度と菌の生育

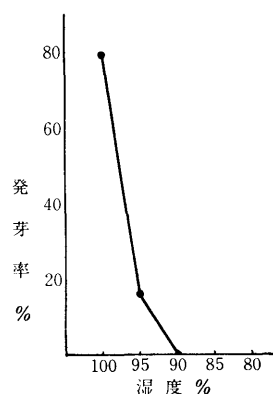
c. 分生胞子の発芽と空気湿度

試験方法：肉池を使用し、各種塩類で肉池内の湿度を約 80, 85, 90, 95 及び 100% に調節し、これを 25°C の定温器に入れ、小型分生胞子それぞれ 1200 個ずつを用いて、18 時間後に発芽率を調査した。

結果：その結果は第 2 図に示す通りで、90% 以上から発芽し、特に 100% (水滴中) では良好であった。

d. 培養試験

本菌はばれいしょ寒天培養基上では大型分生胞子ができにくいので、この形成と、本病菌の色素について観察するために、ニセアカシヤ培養基 (ニセアカシヤの新梢および古枝を 5cm 位の長さになり、これを試験管に入れて少量の水を加えて殺菌)、蒸米培養基 (白米を少量試験管に入れ、少量の水を加えて殺菌)、チューリップ茎培養基 (チューリップの茎を約 5cm



第 2 図 空気湿度と分生胞子の発芽

に切り、試験管に入れ少量の水を加えて殺菌) などを作って、約 2 カ月間 25°C の定温器中で培養した。

調査の結果は次のとおりである。

1) ニセアカシヤ古枝培養基では、小型分生胞子は少数形成され、大型分生胞子の形成は極めて少なかった。厚膜胞子は多数見られた。

2) ニセアカシヤ新梢培養基では、前者同様大型分生胞子は少く、主として小型分生胞子および厚膜胞子が見られた。

3) チューリップ茎培養基では、大型分生胞子は少なかったが、小型分生胞子および厚膜胞子は前二者に比べてやや多かった。

4) 蒸米培養基では、紫色または黒紫色の色素を出し、小型分生胞子および厚膜胞子が多数認められた。

この調査は、定温器中の暗黒下で培養したものについておこなったものであるが、その後の観察によると、培養菌を太陽光線にあてると大型分生胞子の形成が良好となることが認められた。

V. 病原性

a. 球根接種試験

発病におよぼす傷の有無および空気湿度の影響をたしかめるため、品種ヒューブリリアントを用い、接種源には罹病球上の分生胞子を用いた。球根は各区 10 球ずつ用い、外皮を剥ぎ、有傷の場合は三角刀で 1 球根に 5 カ所に傷をつけ、これを 1 視野 600 倍中に小型分生胞子平均 22.8 個の分生胞子浮游液に浸漬して接種した。接種後は 25°C 定温器に入れ、接種後 5 日目と 9 日目の 2 回に調査をおこなった。その結果は第 1 表に示すとおりであり、特に傷の有無は発病に大きな影響をおよぼした。

第1表 発病におよぼす傷の有無と湿度

調 査 処 理	接 種 湿 度	第 1 回										第 2 回		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	発病率 (%)	発病率 (%)	病斑拡大 (mm)
有 傷	100%	3/5	4/5	4/5	4/5	1/5	1/5	3/5	5/5	4/5	3/5	64.0	100.0	13.0
	室温	4/5	2/5	3/5	2/5	1/5	3/5	2/5	1/5	2/5	0/5	40.0	90.0	8.8
無 傷	100%	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-		(40.0)	3.8
	室温	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	(50.0)	1.4
無接種	100%	-	-	-	-	-						0	0	0
	室温	-	-	-	-	-						0	0	0

備考：表中の数字は各球の発病数/付傷数，発病率はその合計，+は剥皮の際の傷口から侵入したものと観察された。

次に球根の部位により感受性の差異があるかどうかをみるために，品種ファンコムサンダースを用い，前記試験に準じて，先端部と基部とに分けて付傷して接種をおこなった。その結果は第2表のとおりであり，球根の先端部が感受性であった。

第2表 球根の部位による発病の差

調 査 部 位	第 1 回		第 2 回
	発病球率(%)	発病球率(%)	病斑拡大 (mm)
先 端 部	80.0	100.0	16.3
基 部	30.0	50.0	3.7
無 接 種	0	0	0

b. 土壌接種試験

土壌伝染の可能性の有無を検討するため，ワグネルポット（1/5 万）を用い，ポット栽培して前年度発病した土壌と，培養菌叢を接種した土壌を作り，剥皮した後付傷したファンコムサンダースとローズコーブランドを供試した。33 年 10 月 5 日に予め培養した菌を 1 ポット当り 1 ペトリ皿（径 9 cm）接種し，よく土と混和し，10 月 10 日に同時に各区 2 ポット，6 球ずつ植付けた。

34 年 6 月 8 日に掘り取って調査し，さらに 7 月 3 日に第 2 回目の調査をおこなった。その結果は第 3 表のとおりであり，品種によって発病するものと，しないものがあるが，土壌伝染することが認められた。

c. 他の球根類に対する病原性

チューリップ以外の球根類に対する病原性を知るために，ヒヤシンス（City of Haarlem, Lady Derby），スイセン（Paper white），アイリス（Blue ribbon）の 3 種類を 10 球ずつ供試し，33 年 11 月 11 日に各球根に付傷接種し，28℃ で湿室に 3 日間保ち，14 日に植付けた。

調査は 34 年 3 月 1 日，同 4 月 1 日（立毛中調査）及び 6 月 8 日（掘上げ後の球根調査）をおこなったが，この方法によってはこれらの球根では全く発病がみられず，病原性はないものと認められた。

VI. 発病におよぼす 2, 3 の条件

a. 付傷および消毒効果試験

品種ヒューブリリアントを用い，球根の外皮を剥皮し，これに針で傷をつけ，針傷接種，針傷接種後消毒，

第3表 土壌接種による発病

土 壤	品 種	調 査			
		6 月 8 日		7 月 3 日	
		健全球	罹病球	健全球	罹病球
前年発病土壌	ファンコムサンダース	11	7	9	9
	ローズコーブランド	34	0	34	0
菌叢接種土壌	ファンコムサンダース	9	2	0	11
	ローズコーブランド	33	0	33	0

無傷接種，無傷接種後消毒，無接種無消毒，無接種消毒の 6 区を設けた。接種は分生孢子浮游液に前記球根を浸漬し，25°C の定温器中に収めて発病させた。消毒は発病を確かめた後にルベロン錠 1000 倍液に 20 分間浸漬した。32 年 11 月ワグネルポット (1/5 万) に 1 鉢 3 球ずつを植付け，各区 3 鉢ずつを使用した。発病調査は 33 年 6 月掘取後 2 回おこなった。その結果は第 4 表のとおりであり，有傷接種したものには発病が認められたが，消毒したものは全く発病を抑えた。なお無傷接種区に発病をみたのは，剥皮の際にできた傷から侵入したものと考えられる。

第 4 表 球根処理と発病との関係

調査 区別	第 1 回			第 2 回		
処理別	I	II	III	I	II	III
無傷接種無消毒	0	0	0	1	1	1
〃 消毒	0	0	0	0	0	0
針傷接種無消毒	1	0	—	2	0	—
〃 消毒	0	0	0	0	0	0
無接種無消毒	0	0	0	0	0	0
〃 消毒	0	0	0	0	0	0

b. 肥料試験

品種ヒューブリリアントを用い，肥料は標準施肥として，10 アール当り窒素 15 kg，磷酸 22.5 kg，加里 22.5 kg の割合とし，硫酸アンモニア，過磷酸石灰，硫酸加里を用いた。油粕は 10 アール当り 300 kg とした。試験区は，標準施肥区，少肥区(半量区)，油粕単用区，油粕化学肥料混用区の 4 区を設け，ワグネルポット (1/5 万) に 3 球ずつ植付け 5 鉢ずつを用いた。植付け，掘取後の調査はすべて a) 試験に準じた。その結果は第 5 表のとおりであり，油粕を与えた区は発病を認め，化学肥料のみでは発病がなかった。

第 5 表 施肥と発病との関係

調査 区別	第 1 回					第 2 回				
肥料	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
油粕単用	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
化肥単用	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
油粕＋化肥	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
化肥半量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VII. 抵抗性の品種間差異

27 品種を用い球根に接種した場合の発病の差異と，球根に接種したものを植付けた場合の立毛中の立枯の有無と，さらにこれを掘取った後の球根の発病の差異について試験をおこなった。

球根の接種は，各品種 10 球を用い外皮を剥皮し，各球共 2 カ所にナイフで傷をつけ，あらかじめ 7～10 日間ベトリ皿に培養した病原菌の菌叢を約 3 mm 平方に切り，これを傷の上にのせ，大型シャーレーに入れ，脱脂綿に水を含ませたものを一緒に入れて湿度を与え，約 25°C の定温器におさめておこなった。調査は発病の有無と程度について接種後 3 日目より 10 日間毎日おこなった。立枯と新生球根の発病の差異については，各品種 6 球ずつを用い，前記同様の方法によって接種し 3 日間経過後，直ちにポットと畑に植付けた。翌春，立枯および掘取後の球根の調査をおこなった。実験はいずれも 2 回おこなった。

その結果は第 6 表に示すとおりである。

これをみると，本病に対しては明らかな品種間の差異が認められた。すなわち，抵抗性と思われるものには，マーズクス，ドリーオバーラル，ベルドンナ，シテオプハーレムがあり，感受性と思われるものには，ウィリアムビット，ファンコムサンダース，クララバット，ローズコーブランド，サンデュー，マジョリーボーン，キングマウレがあり，中間性のものには，バーチゴン，ホワイトロック，ローズビューター，センチナイヤーがあった。

VIII. 温湯処理試験

a. 球根ならびに病原菌に対する処理

温湯によって本菌を死滅させ防除の 1 手段とすることが可能であれば，球根の輸入検疫上ならびに本病防除上有益であると考え，病原菌と球根に対する温湯浸漬の効果をたしかめるためにこの試験をおこなった。

試験は培養菌とイングレスコムイエロー，ゴールデンメージャーの 2 品種を用い，第 7 表の試験区構成で処理した。

病原菌は約 10 日間培養した菌叢を直径約 5 mm の円型に打ち抜き，各区ベトリ皿 7 個ずつを用い，処理後直ちに 25°C の定温器に入れて菌の発育の有無を調査した。球根は各品種共各区 40 球ずつを用い，処理後直ちに圃場に植付け，翌春発芽調査をおこなった。その結果は病原菌はいずれの処理区も死滅しなかった。

第6表 品種間耐病性の差異

品 種	発病球率 (%)	発病率 (%)	立枯率 (%)	1株当り 球根生産
ウイリアムビット	95	50	100	0
マ ー グ ク ス	40	20	45	2.2
バ ー チ ゴ ン	65	35	18	2.6
スカーレットワンダー	75	63	0	1.5
フアンコムサンダース	100	100	72	0.8
パールリッチャー	40	40	0	2.5
ヒューブリリアント	90	70	27	2.2
プライドオブハーレム	5	2.5	54	1.6
クララバット	100	100	100	0
ローズコーブランド	100	98	90	1.8
プリンセスエリザベス	0	0	63	1.4
ア ス リ ー ト	20	10	45	0.7
ゼ ミ ス	100	98	18	2.0
ホ ワ イ ト ロ ッ ク	45	30	27	2.2
ゴールデンハーベスト	100	93	18	1.7
マ マ サ	95	75	25	2.3
モ ザ ー ト	100	100	36	3.0
ローズビュテ	80	55	27	3.0
ドリーオーバーラル	30	25	18	1.8
クインオブナイト	100	98	18	1.8
ベルドンナ	0	0	0	1.0
センチナイヤー	40	30	60	1.8
クレラージトリアンプ	100	70	0	1.4
サンデュー	100	90	60	1.8
マジョリーボーン	100	100	80	0.2
シテオブハーレム	0	0	20	1.6
キングマウレ	100	100	80	0.6

第7表 温度と時間の組合せ

温度(°C)	浸漬時間(分)		
40	90	120	150
44	40	60	90
47	20	30	40
50	10	15	20
無処理	—	—	—

一方球根は温湯消毒による被害が全体を通じて激しく、わずかに 41°C 90 分、44°C 40 分の処理区が発芽したのみで、他は全く発芽しなかった。

b. 病原菌の死滅温度に関する試験

供試菌には R1, R2, R3 の3菌を用い、温度は恒温水槽を用いて 58, 59, 60, 61, 62°C に調節し、10

日間平面培養した菌叢を直径 5 mm の円型に打ちぬき、10 個ずつを前記の温度に各 10 分間浸漬処理した。生死判定は処理後 25°C の定温器に入れて平面培養をおこない菌糸発育の有無によって決めた。実験は反覆実施した。その結果は第8表に示すとおりで、

第8表 病原菌の死滅温度

菌別 温度°C	R 1	R 2	R 3
58	+	+	+
59	+	+	+
60	—	+	+
61	—	+	+
62	—	—	+

備考：+……生，—……死

60°C~63°C, 10 分が死滅温度と考えられる。

IX. 薬剤処理試験

a. 各種薬剤の効力比較試験

培養菌を用い、前記試験と同じ方法で直径約 5 mm の菌叢を各区とも 20 個供試し、これを所定の液剤に浸漬した。薬液の温度は 15~20°C で 10 分間浸漬した後、殺菌水で洗滌し、25°C の定温器中で平面培養をおこない、発育の有無を調査した。粉剤の場合は、ペトリ皿に培養した菌叢の直径が 30~40 mm に伸びた時、その菌叢の半分にガラス円筒製のセッティングタワーに準じた散粉装置で、10 アール当たり 4~5 kg の割合に散粉し、その後さらに培養をつづけ、散粉側と非散粉側の菌糸の伸長量を測定した。

その結果は第 9, 10 表に示すとおりで、液剤では有機水銀剤、オーソサイド、三共ボルドウなどが有効であり、粉剤でも液剤と同じ成分含有のものと、アラサン、チオノックなどが有効であった。

b. 浸漬液剤の加温効果

薬液の温度を上げることによって薬剤の効果を促進することができるかどうかを知るために試験をおこなった。薬液の温度は 30°C および 40°C とし、有機水銀剤 3 種とオーソサイドを供試し、前記 a) 試験と同じ方法でおこなった。その結果は第 11 表に示すとおりで、何れも薬液の温度を上げることによって殺菌効果が高められた。

c. 圃場試験

第 10 表 各種粉剤の効果比較

薬 剤 名	稀釈倍率	散 粉 側 (mm)	非散粉側 (mm)
散 粉 ル ベ ロ ン	—	2.0	11.8
セ レ サ ン 石 灰	—	0	0
ル ベ ロ ン 石 灰	—	0	2.5
グラノサン M 粉 剤	—	0	3.3
強力リオゲングスト	6	0	6.8
三共ボルドウ粉 剤	—	0	0
ニ リ ッ ト 粉 剤	—	0.5	11.0
トリチザン粉 剤	—	6.5	7.3
ダ イ セ ン 粉 剤	—	10.0	12.5
チ オ ノ ッ ク	—	0	0.3
ア ラ サ ン	—	0	0.8
ア ラ サ ン	10	2.5	7.5
ボマゾールエフ	10	2.3	8.8
モ ン ゼ ッ ト	10	1.0	8.5
オ ー ソ サ イ ド	10	0	5.0
ス パ ー ゴ ン	10	0.5	10.5
タ ル ク (標準)	—	10.8	11.8

備考：表中の数字は、散粉後 2 日目の菌叢の伸長で 2 回反覆の平均値を示す。

富山県礪波市太郎丸の水田裏作の圃場を使用した。供試品種はパーチゴンで立毛中に約 30% の立枯株を生じたがこの罹病株は抜き取った。各区は 11~13 cm 球 100 球ずつで、3 区制とした。

薬剤は液剤として、ルベロン錠 1000 倍（水 10 l に 10 錠）、フミロン錠約 750 倍（水 10 l に 4 錠）、ウ

第 9 表 各種液剤の効果比較

濃度(%)	1.0	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
薬剤名							
フ ミ ロ ン				5	75	100	100
ル ベ ロ ン				0	35	100	100
ウ ス ブ ル ン			0	40	100	100	100
リ オ ゲ ン			0	75	100	100	100
P M F			0	40	100	100	100
三共ボルドウ		0	50	100	100		
モ ン ゼ ッ ト		0	80	100	100	100	
ボマゾールエフ		40	90	100	100	100	
オ ー ソ サ イ ド		0	5	35	45		
ダ イ セ ン	100	100	100	100	100		
ニ リ ッ ト		35	45	95	100		
ゾ ル バ ー ル		100	100	100	100		

備考：表中の数字は生存率(%)で、供試菌 20 個の反覆した平均である。標準区は殺菌水に浸漬したが、生存率はいずれも 100% であった。

第11表 各種薬剤の加温効果

濃度(%)	ルベロン				ウスプルン				リオゲン				オーソサイド			
	0.1	0.05	0.02	0.01	0.1	0.05	0.02	0.01	0.1	0.05	0.02	0.01	0.5	0.2	0.1	0.05
温度℃																
15~20	0	35	100	100	40	100	100	100	75	100	100	100	0	5	35	45
30	0	5	95	100	0	80	100	100	35	100	100	100	0	10	85	85
40	0	0	15	95	0	75	100	100	20	70	100	100	0	0	5	25

備考：表中の数字は生存率を示す。

スプルン 500 倍，武田メル 500 倍，オーソサイド 500 倍を用い，薬液温度を約 20℃，40℃ として 20 分間浸漬した後風乾した。粉剤には散粉ルベロン 30，三共ボルドウ粉剤，チオノック粉剤を用い，1 球当たり約 0.2 gr を塗抹した。処理は掘取直後 33 年 6 月 20 日および植付前 33 年 10 月 27 日の 2 回実施した。

調査は，貯蔵中の腐敗球調査（33 年 7 月 18 日から 10 月 27 日の間に約 1 カ月おきに計 4 回），生育調査（34 年 5 月 8 日），立枯調査（34 年 6 月 1 日），掘取後の収量及び腐敗球調査（34 年 6 月 19，20 日，7 月 13 日）をおこなった。

これらの結果は第 12，13 表に示すとおりである。すなわち，掘取直後 1 回処理による貯蔵中の腐敗防止効果は，第 12 表に示すように，発病総球数から見て薬剤処理の効果が認められ，特にルベロン錠 40℃ お

よび武田メル 40℃ 区が有効であり，ついでフミロン錠 40℃，オーソサイド 20℃，散粉ルベロン区等であった。概して水銀剤が有効で薬液の温度の高い方が効果が高かった。

つぎに生育調査の結果を見ると，第 13 表に示すとおり標準区に比べ特に草丈の低かったのは，武田メル 40℃ で，ついでウスプルン 40℃，オーソサイド 40℃ 区で，ウスプルン 20℃，武田メル 20℃，フミロン錠 40℃ 区もやや低かった。

圃場における立枯についてみると，第 13 表のように無処理区では 27.7% もあったが，処理区は何れも 3% 以下で薬剤消毒の効果が認められたが，薬剤間の効果の比較は困難であった。

最後に掘取後の球根について腐敗球の調査結果をみると，掘取後 1 カ月目までは，無処理区は 28.4% の

第12表 貯蔵中における球根腐敗状況

調査回数	発病程度	I			II			III			IV			計			総計	発病率 (%)
		大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小		
処理区	ルベロン 20℃	15	21	3	3	3	0	1	1	0	1			20	25	3	48	16.0
	" 40℃	6	7	5	8	0	0	1	0	0	0			15	7	5	27	9.0
フミロン	20℃	11	19	13	12	0	0	4	2	0	3			30	21	13	64	21.3
	" 40℃	14	19	6	8	0	0	0	0	0	0			22	19	6	47	15.6
ウスプルン	20℃	9	13	12	12	0	0	2	1	0	3			26	14	12	52	17.3
	" 40℃	7	30	11	8	0	0	1	0	0	5			21	30	11	62	20.6
武田メル	20℃	12	20	14	12	0	0	3	0	0	0			27	20	14	61	20.3
	" 40℃	9	10	10	7	0	0	1	0	0	0			17	10	10	37	12.3
オーソサイド	20℃	10	20	3	8	1	0	2	0	0	1			21	21	3	45	15.0
	" 40℃	14	21	10	11	0	0	4	0	0	2			31	21	10	62	30.6
散粉ルベロン		5	17	6	7	0	0	2	0	0	4			18	17	6	41	13.6
三共ボルドウ粉剤		7	24	4	7	0	0	3	1	0	2			19	25	4	48	16.0
チオノック		11	28	7	9	0	0	4	0	0	2			26	28	7	61	20.3
無処理		12	23	8	14	4	0	3	0	0	1			30	27	8	65	21.6

備考：大—球根の半分以上侵されたもの。中—半分以下侵されたもの。小—発病初期のもの。

数字は 3 区合計 300 球中の発病数を示す。

第 13 表 生育、立枯、収量、堀取後の球根腐敗調査

項 目 処 理 区	植 付 総株数	平 均 丈 (cm)	立 枯 株		球 根 収 量			堀 取 後 の 球 根 腐 敗 数				
			株数	立枯株率(%)	大球	小球	計	I 区	II 区	III 区	合 計	腐敗球率(%)
ルベロン 20°C	250	27.1	3	1.2	210	676	886	8	4	5	17	1.9
〃 40°C	273	26.7	0	0	231	764	995	0	4	1	5	0.5
フミロン 20°C	232	27.0	6	2.5	208	700	908	15	16	13	44	4.8
〃 40°C	252	25.6	1	0.4	202	748	950	7	4	3	14	1.4
ウスプルン 20°C	246	25.0	2	0.8	198	713	911	9	17	7	33	3.6
〃 40°C	237	23.6	6	2.5	173	698	871	15	4	6	25	2.8
武田メル 20°C	235	25.1	1	0.4	193	669	862	10	6	7	23	2.6
〃 40°C	263	21.6	0	0	151	805	956	2	4	5	11	1.1
オーソサイド 20°C	255	26.8	0	0	231	705	936	9	10	13	32	3.4
〃 40°C	238	23.8	5	2.1	207	731	938	7	11	6	24	2.5
散粉ルベロン	259	27.0	3	1.1	225	733	958	17	9	8	34	3.5
三共ボルドウ粉剤	252	26.9	8	3.1	216	698	914	39	5	6	50	5.4
チオノック	233	26.3	3	1.1	202	671	873	10	16	1	27	3.0
無 処 理	234	26.8	65	27.7	171	615	786	80	69	75	224	28.4

備考：大球 10 cm 以上，小球 10 cm 以下。

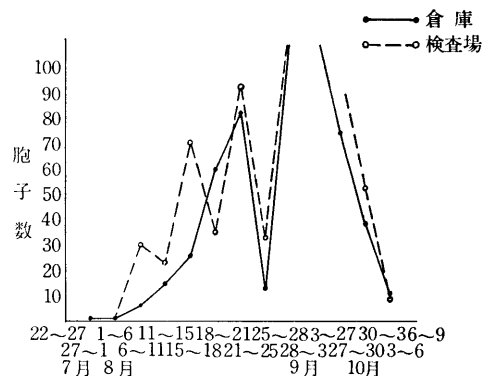
腐敗球率は，堀取直後及び 1 ヶ月後における調査の合計を示す。

腐敗球であったが，処理区はいずれも 5% 以下の腐敗球で，明らかに消毒の効果が認められた。特に有効と認められた処理区はルベロン錠 40°C，武田メル 40°C，フミロン錠 40°C，ルベロン錠 20°C であり，ついで武田メル 20°C，三共ボルドウ粉剤，オーソサイド 40°C，ウスプルン 40°C，チオノックであった。

X. 球根貯蔵庫における分生孢子飛散状況調査

球根貯蔵中における分生孢子による伝染の可能性の有無を調べる第一段階として，富山県花卉球根農業協同組合の倉庫および検査場において分生孢子的飛散状況を調査した。33 年 7 月上旬場所に球根が搬入された後，7 月 22 日から 10 月中旬までの間，それぞれ 2～5 カ所，高さ 0.5～4.0 m に，ワセリンを塗布したスライドガラスを設置し，約 3 日置に交換し，分生孢子的の量を調査した。分生孢子は 18 mm 平方中の数をかぞえた。

その結果は第 3 図のとおりであり，集荷後 1 週間以上を経過した 7 月 27 日以降から孢子の飛散が始まり，10 月初旬まで継続することが確認された。その間集荷，作業量の増加に伴って孢子の飛散も増加するものと思われる。



第 3 図 分生孢子的飛散状況

XI. 考 察

昭和 29 年頃から，富山県をはじめ裏日本のチューリップ球根生産地に発生したいわゆる輸入病は，調査の結果 *Fusarium* 菌による伝染病であることが判明した（岩切・永田・水田，1959，永田・水田，1959），本病が輸入された球根を通じて新たに我国に侵入したものであるかは，これを確かめることはできないが，富山県において最初に発生をみた品種が昭和 26 年以降に輸入された品種に限られたこと，輸入球根検査で昭和 28 年以降に発見されて処分されていること（植物防疫資料，1956），オランダでも本病の被害が普遍

的であること、(富山県花卉球根農業協同組合, 1959)等から、あるいは輸入球根がこの病害蔓延の原因の一つであったかも知れない。現在本病は富山、新潟のほか、石川、福井、京都、島根、山形、兵庫等の球根産地はもちろんのこと、千葉、東京、福岡その他の花の栽培地にまで全国的に分布している。

本病の病原菌については、筆者らのほか、兵庫農試(川瀬, 1959)、富山農試(望月・沢崎・原田, 1959)、島根農科大学(山本・遠山・吉野・三沢, 1959)などの報告で *Fusarium* 菌によることが確認されている。しかしこれらが全部同一菌であるか、または本病を引き起こす *Fusarium* 菌が2種類以上存在するかどうかは不明である。チューリップ球根を侵す *Fusarium* 菌について、WESTCOTT (1955) は北米におけるチューリップの Basal Rot を *Fusarium* sp. としている。河合(1954)もその著書の中で球根腐敗病を *Fusarium* sp. としている。河村(1950)によれば日本およびヨーロッパのものは *Fusarium* sp., 北米のものは *F. udum* としている。また WOLLENWEBER および REINKING (1935) はその著書の中で *F. vasinfectum* var. *zonatum*, *F. oxysporum* var. *gladioli*, *F. culmorum* および *F. merismoides* をあげているが、*F. vasinfectum* var. *zonatum* の分生胞子は筆者らの菌と全く大きさを異にしており、*F. oxysporum* var. *gladioli* は病原性の確認をしていない。さらに *F. culmorum* と *F. merismoides* (*F. udum* は本種の異名) はネグニまたは細菌に侵された被害球に発見されており、果して本菌による単独の病害があるかどうかは不明である。信州大学の松尾教授が富山県のチューリップの被害球から *F. oxysporum* および *F. solani* の2種を分離同定していることを知ったので、同菌の Type culture の送付を受けて、筆者らの菌と比較した結果、本菌は *F. oxysporum* と同一と認められた。さらに筆者らの菌を松尾教授に送付して同定を依頼したところ、同教授も同様の意見であった。しかし系統などについては今後、さらに検討を要するものと考えらる。

本菌の発育適温は 25~30°C であった。一般に本病が6月中下旬になって急に進展するのは、気温ならびに地温の上昇の影響を受けることが大きいものと考えられる。特に地温の上昇が大きく関係するものと考えられるので、土質、植付の深さ等によって当然発病の遅速があるものと思われる。また、促成栽培の場合の温度の上り方が本病の発生と密接な関係があると考え

られ、急激に早くから地温が上がった場合には本病の発生が早く、開花前に発病枯死するものと思われる。

分生胞子の発芽には、水滴の存在することが必要なことは山本ら(1959)の試験結果と一致するが、なお空気温度が 90% 以上なら十分発芽するもので、室温でも分生胞子浮游液の接種で発病することが認められた。

接種試験の結果は、特に本病発病のためには球根に傷のあることが必要条件と考えられた。

伝染経路については、罹病球根のみならず集荷場、貯蔵庫等における分生胞子の飛散の実態から見て、貯蔵中における空気伝染も十分考えられようし、さらに連作するような場合は、前年度発病土壌では品種によっては土壌伝染もおこなわれるものと考えられる。しかしながら最も重要な伝染源は罹病種球根であると考えられ、特に水田裏作においては土壌中における病原菌の越冬が困難な点から見て、罹病種球根が重要な第一次発生源と考えられる。また、本病とネグニとの関係については、しばしば議論のあるところであるが、ネグニが本病に侵された球根に非常につきやすいことと、本病が傷から侵入することから考えて、貯蔵中におけるネグニの活動は、本病の二次伝染に重要な役目を果たすものと思われる。

発病を助長するような環境条件を明らかにすることは逆に防除に連るものである。山本(1959)らは本病が土壌酸度の矯正により抑制されることを明らかにしている。従来富山県では特に有機質肥料を過用した場合に本病の発生が多いといわれているので、有機質として油粕を用い、肥料と発病との関係を調べたところ、発病をみたのは何れも油粕を用いた区のみで、無機質肥料単用では全く発病を見なかった。この原因についてはさらに検討を要するが、有機質肥料を与えたものがおそくまで生育を続け、成熟がおくれることも一つの原因と思われる。したがって施肥法の改善も一防除法となるであろう。また本病発病と土壌湿度との関係については明らかにすることはできなかった。

本病に対しては品種間に発病に差のあることはすでに報告されたとおりであり(望月・沢崎・守田, 1959) また山本(1959)、兵庫農試(川瀬, 1959)でもその事実を認めている。筆者らがさらに 27 品種を用い、球根に接種した結果ならびに接種球根を圃場に植えたものについて発病を調査したところ、明らかに品種により発病に差がみられ、次の3段階に分けることができた。

耐病性品種；マーズクス，ドリオーパール，ベルドンナ，シテオプハーレム

中間性品種；バーチゴン，ホワイトロック，ローズビューター，センチナイヤー

愛受性品種；ウィリアムピット，ファンコムサンダース，クララバット，ローズコーブランド，サンデュー，マジヨリーボーン，キングマウレ

なお，その他品種によっては球根に接種すれば侵され易いが，これを圃場に植付けてからは発病が抑制されるもの，逆に球根に接種すると侵され難いが，圃場に植付けられると発病が進行するものなどの差が見られ，一概に耐病性を断定し難いので，これについてはさらに今後の研究にまちたいが，栽培上耐病性品種の利用も考慮してよいであろう。

罹病球根の病斑部に侵入した病原菌の殺菌の能否を知るために温湯による消毒をおこなった。その結果はチューリップ球根は，41°C. 90 分，44°C. 40 分で発芽障害をおこし，それ以上では全く発芽しない。一方これと同一処理の菌糸は全く死滅せず，致死温度は 60~63°C 10 分であった。チューリップ球根の温湯消毒については，山本ら（1956）もすでに褐色斑点病について報告しているが，それと同様にチューリップ球根腐敗病でも温湯消毒は利用できない。

つぎに各種殺菌剤を用いて，培養病原菌および罹病球根について消毒試験をおこなったが，病原菌叢に対してはすでに報告（岩切ほか，1959）したように，有機水銀剤，キャブタン剤が有効であり，とくにこれらの液剤の加温は，より効果的であった。圃場試験の結果でも明らかに薬剤処理することによって防除の効果が認められたが，ルベロン 1000 倍液 40°C 区，同 20°C 区，武田メル 500 倍液 40°C 区，フミロン 約 750 倍液 40°C 区等が卓効を示し，無処理区の発病が約 28% であるのに対し，これらは 2% 以下に発病を抑えている。なお本病に対する薬剤の効果は，山本（1959），望月（1959），兵庫農試（川瀬，1959）も認めている。しかし，水銀剤は濃度 0.1% 以上，浸漬 6 時間以上では望月（1959）らにより薬害が認められているように，本試験でも武田メル，フミロン 40°C，ウスプルンで生育障害，減収等の薬害が現われているので，使用に当たっては注意を要するところであろう。従って発病圃場では掘取後および植付前の 2 回，ルベロン 1000 倍液に 20 分間浸漬するのがよい。加温消毒は前述のように有効ではあるが，薬害の点のみならず実施の面で困難を伴うので

一般防除には適切な方法でないが，他方本病が輸入球根より侵入するという可能性から考えて，完全に消毒するという点からみれば，その方法に多少の問題はあるにしても輸入検疫の立場からは，今後考慮すべき方法の一つであろう。

つぎに水銀剤の有効なことは，接種して発病をたしかめた球根を供試した消毒効果によっても明らかにされており，これは病原菌が余り球根内部に侵入していない場合ならば，ある程度水銀が球根内に浸透して殺菌効果を現わすのではないかと考えられる。水銀剤の植物体内浸透については中沢（1959）らの報告があるが，チューリップもその可能性は十分に考えられるので，今後さらに検討を必要とする。

XII. 摘 要

1. 最近，富山県，新潟県等に発生しているチューリップ球根の腐敗病を調査した結果，病原菌は *Fusarium oxysporum* (SCHL.) SNYDER et HANSEN の一系統と考えられる。
2. 本菌の発育適温は 25°C である。小型分生胞子は水滴中でよく発芽するが，なお空気湿度 90% 以上なら発芽可能である。
3. 本菌は接種の結果，チューリップ球根に対して強い病原性を有し，特に侵入には球根の傷のあることが大きな要素である。なお，ヒヤシンス，アイリス，スイセンには病原性はなかった。
4. 伝染経路は被害球根によるほか，土壌伝染，貯蔵中における空気伝染等が考えられる。
5. 本病発生には品種間差異が見られ，耐病性品種，感受性品種ならびにその中間性品種に大別できる。
6. 有機質肥料の施用を減ずることは，本病の発生を抑えるのに有効である。
7. 本菌の致死温度は比較的高温のため，球根の温湯浸漬による消毒は不可能である。
8. 本病防除には，球根掘取直後および植付前の 2 回有機水銀剤，キャブタン剤で処理することは極めて有効である。特にルベロン 1000 倍液に 20 分間浸漬することは，薬害もなく，十分防除効果をあげることができる。

XIII. 文 献

- 兵庫県農業試験場（1959）秋冬作物病害に関する試験。
1~16。
岩切麟・永田利美・水田隼人（1959）チューリップの

- 球根腐敗病について。日植病報。24 (1): 25~26.
 河合一郎 (1954) 園芸病害編 477.
 河村貞之助・高橋雄一 (1950) 花の病害虫と防除法 55.
 望月正己・沢崎彬・守田美典 (1959) Tulip 球根の腐敗防止に関する研究。有機水銀剤による Tulip の *Fusarium* 菌殺菌試験。北陸病害虫研究会報 7: 105~107.
 永田利美・水田隼人 (1959) 植物検疫資料 No. 64.
 中沢雅典 (1959) 有機水銀剤の防除機作に関する研究。愛知県農業試験場集報 No. 15.
 農林省農業改良局 (1956) 輸出入植物検疫統計。植物防疫資料 6: 307.
 富山県花卉球根農業協同組合 (1959) オランダにおける球根事情。球根だより 7: 4~6.
 WESTCTT, C. (1955) Plant Disease Handbook 653.
 WOLLENWEBER, H. W. & O. A. REINKING (1935) Die Fusarien 355 pp.
 山本昌木・遠山和紀 (1956) チューリップのボトリチス病防除に関する研究 (第1報)。島根農大研究報告 4: 49~54.
 山本昌木・遠山和紀・吉野蕃人・三沢健一 (1959) 島根県下に発生したチューリップ立枯性病害について。島根農大研究報告 7: 79~83.
 横浜植物防疫所 (1957) 富山県下におけるチューリップの腐敗病について。横浜植物防疫ニュース No. 95: 1~2.

Summary

In the present paper, the writers dealt with the results of experiments on *Fusarium* rot of tulip, a serious disease of rather recent origin, which is prevalent in Toyama, Niigata and other flower bulb growing areas.

1. The causal fungus was isolated and identified

to be a strain of *Fusarium oxysporum* (SCHL.) SNYDER et HANSEN.

2. Optimum growth temperature for this fungus was 25°C. Germination of microconidia occurred when the relative humidity was higher than 90% and the highest germination ratio was obtained in water drops (R.H.=100%).

3. Inoculation test indicates that this fungus was highly pathogenic on tulip bulbs, but not parasitic on hyacinth, iris and narcissus bulbs. Wounded bulbs are more susceptible to the fungal penetration.

4. Although diseased bulbs constitute the primary infection source, there is a fair possibility of infection by way of contaminated field soil and air in storage.

5. Tulip varieties show various degrees of resistance to this fungus, and thus can be roughly divided into resistant, intermediate and susceptible types.

6. Decrease in the supply of organic fertilizer is one of the effective control measures for its tendency to suppress the outbreaks of this disease.

7. Hot water treatment is impractical on account of the relatively higher lethal temperature of this fungus.

8. For the control of this disease, it is highly effective to treat bulbs with organic mercury compounds, captane and other preparations immediately after harvest and just before planting, respectively.

Among the treatments tested, soaking in 0.1% Ruberon solution for 20 min. gave the most satisfactory control effect with no chemical injuries observed.

図 版 説 明

1. 球根被害状況, 右の球根には腐敗した母球の一部が残っている。
2. 球根被害状況, 最初左の球根が侵され, ついで右に移る。
3. 被害球の底面。
4. 球根の腹面を侵されたもの。
5. 病気が進行し乾腐状となったもの, 表面に胞子を多数形成している, 左側は健全球。
6. 花茎の被害状況, 細くくびれ褐変しその上に菌糸又は胞子を形成している。

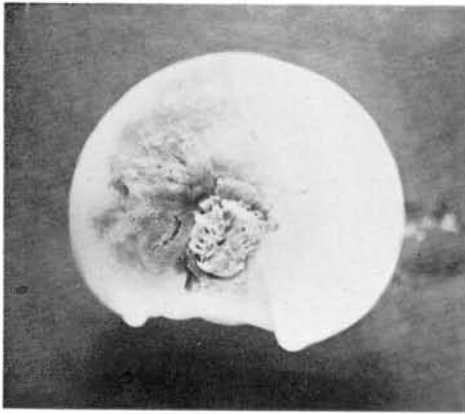
圖 版



1



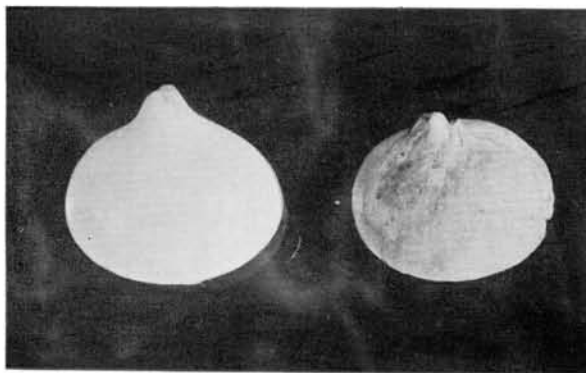
2



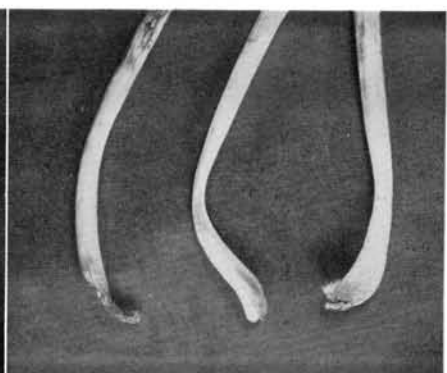
3



4



5



6