

スイセン球根のクキセンチュウ *Ditylenchus dipsaci* (KÜHN) FILIPJEV に対する温湯防除の試み

三 枝 敏 郎

横浜植物防疫所調査課

葭 原 敏 夫

北海道農業試験場畑作部

目 次

- I. まえがき
- II. 4 令幼虫致死の水溫・時間の関係
- III. 処理温度の球根内部への伝達
- IV. 被害球根の温湯浸漬
- V. 総合考察
- VI. 摘 要
- VII. 引用文献
- Summary

I ま え が き

球根、苗木の体内に寄生する線虫を死滅させる方法としての温湯浸漬は、各種の植物、線虫を対象に、古くから試験がなされ、実用化されてきた。COBB(1914, 1929)は、ミカンネセンチュウ *Tylenchulus semi-penetrans* COBB, ネコブ線虫 *Meloidogyne* spp. の防除に、苗木の温湯浸漬を試み、BYARS (1917) もネコブ線虫に対する効果を認めている。CAVENES および JENSER (1915) はユリのネグサレ線虫 *Pratylenchus* sp. に対して、53.5°C. 10 分間で有効であることに報じ、ミカン類のミカンネモグリセンチュウ *Radopholus similis* (COBB) THORNE に対しては、50°C・10 分間 (BIRCHFIELD, 1954), および、46.7°C・10 分間 (BAINES et al., 1949) を有効処理としている。

BOSHER および NEWTON (1956) は、リンゴ苗木のネグサレ線虫に対して、43.3°C・60 分、44.4°C・40 分、46.1°C・20 分、47.8°C・15 分、52.8°C・1 分間でそれぞれ効果を認めている。また、NYLAND (1955) は、核果類のネコブ線虫について、47.8°C では 30 分であるが、51.1°C では 10 分間で効果があるとしている。これらの報告から、浸漬温度が高くなると浸漬必要時間が急速に短縮されることが明らかである。

BLAKE (1961) は、バナナのミカンネモグリセンチュウについて、株根を 55°C に浸漬したとき、中心温度が 42°C に達するまでの時間が、直径 12.7 cm の株根を 4 分の 1 に割ったものでは 16 分間であるが、割らないもの、および、2 分の 1 に割ったものでは、30 分間でもその温度に達しないことを述べ、三枝・松本(1961)は、グラジオラス球茎を 47°C に浸漬し、球茎の表面から 6 mm の部位が処理温湯と同温度に達するまでの時間は、球茎が大きくなるほど長時間を要することを明らかにしている。これらのことから、植物体の大きさによってもまた、浸漬時間にいちじるしい差異のあることがわかる。

一方、温湯による高温が植物体に及ぼす影響も重要な問題で、これについても種々の植物を対象に多くの試験がなされている (BIRCHFIELD and VAN DELT, 1958; MORGAN and JEFFERS, 1957; CHRISTIE and CROSSMAN, 1935; 三枝・松本, 1961; 三枝, 1968)。

スイセンのクキセンチュウ *Ditylenchus dipsaci* (KÜHN) FILIPJEV の防除については、RAMSBOTTOM (1918) および SLOGTEREN (1920) が 43.3°C・3 時間、SLOGTEREN (1931) が 43.5°C・4 時間、または 44.5°C・3 時間で有効であると報告している。その後、STANILAND (1933), STANILAND および BARBER (1937) は、43.5°C・3 時間では温湯によるスイセンの障害はないが、線虫に対する効果は不十分であることを報じ、三浦・出水 (1958) も 50°C・30 分および 45°C・90 分で全く同様の結果をえている。

HASTINGS および NEWTON (1934) は、線虫の外界に対する抵抗力のもっとも強い状態と考えられるウール状になる以前、すなわち、球根の掘り取り直後の温湯処理がのぞましいことを指摘し、LEES (1963) は、43.5°C・5 時間まで、または、46°C・3 時間の処理が、掘り取り後早期の処理においてもスイセンの生育に害のないこと

を述べている。

SLOOTWEG (1962) は、球根を温湯処理する以前に、あらかじめ 30~34°C で約 1 週間貯蔵しておいた場合に温湯の害が少なくなると述べている。また、多くの動物について、高温処理前後の温度によって、その動物の熱に対する抵抗性が変化する (HEILBRUN, 1952) ことも知られているが、このことは、今後の温湯浸漬試験に重要な示唆をあたえるものとなろう。

GREEN (1964) は、温湯処理前後の加温処理が、クキセンチュウの高温耐性におよぼす影響を游泳線虫について調査し、それが、線虫の高温抵抗性の増減に影響をおよぼすことを明らかにしている。

筆者らは、游出クキセンチュウを死滅させる浸漬温度と浸漬時間、ならびに、スイセン球根の熱伝達の推移を明らかにし、あわせて被害球根の浸漬試験をおこない、掘り取り後または植え付け前の球根を直接温湯に浸漬した場合の防除の基礎的事項を検討したので、ここに報告する。

II 4 令幼虫致死の水温・時間の関係

材料：クキセンチュウの被害ニホンズイセン *Narcissus tazetta* L. の葉および球根を細断し、組織内に寄生している線虫をベールマン法により分離し、16 時間以内に游出した線虫を少量の水とともに、直径 9 cm のシャーレ内のろ紙上にとり、ふたをあけたまま 2~3 日室内に放置して風乾した後、4~5°C の低温で保存した。試料の保存開始から供試するまでの日数は 42~72 日である。供試線虫は温湯浸漬の直前に、ベールマン法によって、ろ紙から線虫を回収した。この方法により、供試線虫の発育ステージをほぼ第 4 幼虫にそろえることができた。

方法：所定温度に調節した恒温水槽のなかに、径 1.8 cm、長さ 18 cm の試験管に約 15 cc の水をいれ、試験管内の水が所定温度に達してから、直接、線虫のサスペンションをピペットで 0.2~0.3 cc あてを滴下した。所定時間経過後、水槽から取り出し、ただちに試験管に冷水を混合すると同時に、冷水中に浸漬して水温を低下させた。処理後は 15°C の定温室に保存し、約 1 カ月間、線虫の生死の状態を観察した。生死の判定は、主として線虫の形状により、最終的には虫体の切断によった。

結果：各処理温度における浸漬時間ごとの線虫致死率は第 1 表のとおりである。

100% 致死に要する時間と温度との関係は、42.5°C・12 時間、45.0°C・96 分、47.5°C・16 分、50°C・251 秒、また、52.5°C では 79.8% 致死に対して 49 秒であった。各処理時間の間に有意な差が認められた。

第 1 表 各種浸漬温度浸漬時間の組合せと死虫率との関係
(各処理 5 反覆，供試線虫数は 5 反覆の合計)

浸漬温度	浸漬時間	供試線虫数	殺線虫率
42.5°C	1 時間	521	0.8%
	1.5 "	682	5.4
	2 "	482	13.1
	3 "	571	30.6
	4 "	380	61.0
	6 "	307	78.8
	8 "	306	91.5
無 処 理	12 "	120	100.0
		297	1.3
45.0°C	16 分	299	1.0
	20 "	220	8.0
	24 "	342	14.9
	32 "	305	38.7
	48 "	225	83.1
	64 "	190	93.2
	96 "	283	100.0
無 処 理		297	1.3
47.5°C	4 分	301	1.3
	6 "	245	20.0
	8 "	257	42.0
	10 "	140	66.4
	12 "	213	95.2
	14 "	149	96.6
	16 "	204	100.0
無 処 理		297	1.3
50.0°C	64 秒	545	0.4
	79 "	651	4.3
	100 "	512	19.9
	125 "	744	32.0
	158 "	794	68.6
	200 "	453	86.3
	251 "	606	100.0
無 処 理		589	0.8
52.5°C	16 秒	411	0.9
	20 "	844	3.4
	25 "	477	13.6
	32 "	556	43.5
	40 "	420	79.8
無 処 理		589	0.8

考察：浸漬時間 (秒) の対数と Abott の補正式によって補正した致死率をとると、42.5°C の結果はシグモイド曲線となり、45°C、47.5°C、50°C、52.5°C においても同様の結果を示したので、致死率のプロビットをとり、回帰式で算出すると第 2 表のようになる。

回帰直線の適合性検定 (χ^2 検定) の結果、42.5°C、45.0°C、47.5°C においては $P > 0.05$ であるが、50.5°C、52.5°C においては $P < 0.05$ となる。誤差限界の算出の際に、 $s^2 = \frac{\chi^2}{n-2}$ と $t = t_{n-2}$ を考慮した。

LT₉₉ (99% 致死の浸漬時間、以下同じ)、LT_{99.9} の算出値を第 2 表に含めた。

植物検疫の場面で温湯浸漬を実用化するにあたっては、線虫を完全に死滅させる浸漬温度・浸漬時間を決定する必要がある。しかしながら、理論上、LT₁₀₀ はとり

第2表 各浸漬温度における浸漬時間(対数)と死虫率の関係ならびに99%, 99.9%致死浸漬時間

浸漬温度	回 帰 方 程 式	χ^2	Pr	LT ₉₉ (対数)
42.5°C	P=4.72087+4.19821(τ -4.06501)	6.484	P>0.05	4.68562±0.03909
45.0°C	P=4.75495+6.22871(τ -3.29502)	3.925	P>0.05	3.69784±0.03370
47.5°C	P=5.16743+7.58562(τ -2.71342)	6.369	P>0.05	2.99802±0.02535
50.0°C	P=4.94108+7.64190(τ -2.13000)	40.294	P>0.05	2.44212±0.07271
52.5°C	P=4.56854+8.75914(τ -1.46690)	8.927	P>0.05	1.78174±0.06478

99%致死 浸漬時間	(95%信頼限界)	LT _{99.9} (対数)	99.9%致死 浸漬時間	(95%信頼限界)
時間 分 秒	時間 分 秒 時間 分 秒		時間 分 秒	時間 分 秒 時間 分 秒
13.28.06	(12.18.33~14.34.12)	4.86757±0.04932	20.28.38	(18.16.45~22.56.23)
1.23.07	(1.16.55~1.29.49)	3.82049±0.04236	1.50.14	(1.40.00~2.01.32)
16.35	(15.39~17.35)	3.09872±0.03268	20.55	(19.24~22.23)
4.37	(3.54~5.27)	2.54209±0.09269	5.48	(4.41~7.11)
1.01	(52~1.10)	1.86896±0.08114	1.14	(1.01~1.29)

第3表 99% および 99.9% 致死の浸漬温度と浸漬時間の関係

回 帰 方 程 式*	相 関 係 数*
LT ₉₉ $\tau=3.12107-0.28252(Ta-47.5)$	-0.9939
LT _{99.9} $\tau=3.23958-0.29102(Ta-47.5)$	-0.9926

* 相関係数, 回帰係数, 回帰恒数の検定結果はいずれも 0.001 水準で有意, τ : 浸漬時間(秒の対数), Ta: 浸漬温度(°C)

えないので, LT₉₉, LT_{99.9} について, 浸漬温度 Ta と浸漬時間(秒)の対数 τ をグラフ上にとると直線関係が期待される。そこで, 回帰式と相関係数を算出すると第3表に示すように, 高い負の相関が認められる。

したがって, この式によって浸漬温度・浸漬時間を算出することに妥当と考える。

現在, 輸出入植物の検疫で実施している生植物に寄生する線虫類の防除は, 47°Cの温湯を使用しているので, ここで47°Cを用いるとき, τ の値はLT₉₉で3.26234, LT_{99.9}では3.38508がえられ, それぞれ, 1830秒(30分30秒), および, 2427秒(40分27秒)である。

LT₉₉とLT_{99.9}のいずれの値をとるかは, 殺線虫効果が充分であれば, 植物の温湯による害を防ぐためにできるだけ短時間とすることが必要である。そのため, 浸漬温度浸漬時間の式から算出した値と試験値との比較をおこなうと第4表のとおりである。45.0°Cから52.5°Cまでの浸漬温度におけるそれぞれの浸漬時間は, いずれも算出値が試験値よりやや大で, 算出をとっても安全であり, 42.5°Cでは算出値が観測値よりやや小ではあるが100%致死の1段階前の処理時間(対数値4.4594で91.4%致死)よりは長時間であるので全体的にLT₉₉の式が妥当であると考えられる。

第4表 回帰式からの τ の算出値と観測値の比較

浸漬温度	算 出 値		100% 致死 を得た浸漬時間 (秒の対数)
	LT ₉₉	LT _{99.9}	
42.5°C	4.53367	4.69468	4.6356
45.0°C	3.82732	3.96712	3.7605
47.5°C	3.12097	3.23956	2.9823
50.0°C	2.41462	2.51200	2.3997
52.5°C	1.70827	1.78444	1.6021以上

したがって, 浸漬温度 Ta を定めて, 浸漬時間(秒の対数 τ)を算出するために,

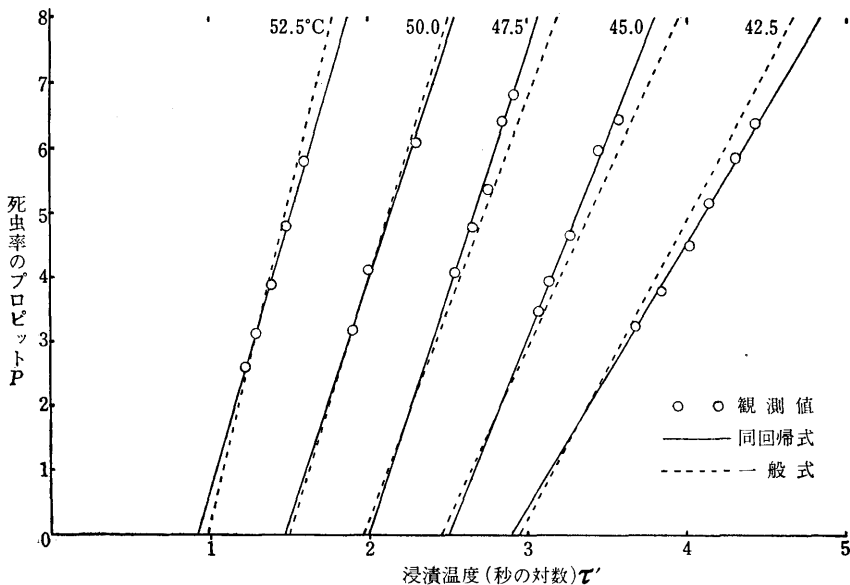
$$\tau = -0.28254 Ta + 16.54162$$

の関係式をあたえることができる。

この試験においては, 活動第4幼虫を供試したが, SHERMAN (1934) はクキセンチュウの各発育ステージのなかで静止の第4幼虫が熱にもっとも強いことを報じているので, 球根内の静止第4幼虫が強い場合には, この値がさらに大になることになる。

この試験の範囲内では, 浸漬温度 Ta の値が変わっても, 各浸漬時間の式を一般化することができる。

第3表の回帰式の算出と同様な方法で, τ_{50} , $\tau_{99.99}$ を算出すると,



第1図 各浸漬温度の回帰式

$$\tau_{50} = -0.25669Ta + 14.96196$$

$$\tau_{99.99} = -0.298011Ta + 17.49263$$

となり、プロビット浸漬時間の式は、

$$P = \frac{P_{99.99} - P_{50}}{\tau_{99.99} - \tau_{50}} (\tau - \tau_{50}) + P_{50}$$

$$= \frac{90.002662}{61.244162 - Ta} (\tau + 0.758804) - 18.102783$$

となる。この式の Ta に、各試験温度の値を代入した直線と、各浸漬温度における回帰式の直線との比較は、第1図のとおりで、両者はほぼ一致する。

これによって LT_{99} における浸漬温度・浸漬時間の式を算出すると、

$$\tau = -0.28254Ta + 16.54494$$

となり、47°C に浸漬する場合、 Ta に 47 を代入して、

$$\tau = 3.26556$$

したがって、1843.1 秒 (30 分 43 秒) となり、さきに算出した値とはほぼ一致する。

また、試験をおこなった付近の浸漬温度に対するプロビット浸漬時間についても、上記の式に浸漬温度を代入することによってえることができる。

III 処理温度の球根内部への伝達

材料: 供試球根は軽しょう土で少肥栽培したペーパーホワイト、外見では健全球根と区別することができない線虫寄生度の球根のなかから、直径 4 cm、平均重量 43 gr. と同 3 cm、20 gr. の 2 種を選別した。

方法: 観測部位は、直径 4 cm の球根については、表皮から、0.5 cm、1.0 cm、1.5 cm および 2.0 cm (中心部) の 4 カ所、同 3 cm のものでは、0.5 cm、1.0 cm、1.5 cm (中心部) の 3 カ所とし、それぞれ最大外周部から球根の縦軸に直角に感熱針をさしこんだ。ただし、供試球根は観測部位 1 カ所ごとに 1 個あてを使用した。

処理温度は 47°C とし、観測は恒温水槽に球根浸漬後 1 分間の間隔でおこない、中心部がほぼ処理温度に達するまでおこなった。なお、測温は 11 月 10 日、互換型多点式のサーミスターによった。

結果: 47°C の水温が球根内部に伝達する状態は第 5 表に示すとおりである。

第5表 47°C の浸漬温度の球根内の各部への到達時間

測定部位	球根の大きさ (直径)	
	4cm 球根	3cm 球根
0.5cm	9.5 (9-10) 分	9.3 (9-10) 分
1.0	14.3 (14-16)	12.0 (11-13)
1.5	20.0 (18-22)	16.5 (16-17)
2.0	22.8 (21-25)	—

球根の大きさの差異が温度の内部への伝達時間におよぼす影響はきわめていちじるしい。すなわち、直径 4 cm の球根の中心部がほぼ処理温度に到達するのに、平均 22 分 48 秒、最高 25 分を要したのに対して、3 cm の球根では、平均 16.5 分、最高 17 分で、6~8 分間もの差を示した。

考察： 球根中心部温度の47°C到達に要する時間は、球根の大きさによるほか、その質によっても相異してくる。球根掘り取り直後と植え付け前ではもちろんのこと、内部鱗片の萎凋もしくは枯死部分をどの程度、どういう状態のものを含むかによっても相異する。線虫の加害がいちじるしく、乾腐状の鱗片が多い場合には鱗片間に空気層ができて温度の伝達の伝達を妨げ、球根中心部の温度は上昇に長時間を要することとなる。しかしながら、実際には、被害のきわめていちじるしい球根を作付けすることはほとんどなく、また、線虫防除の観点から、被害球根の外観的特徴をつかんで、ある被害程度までの球根に揃えることができるものと考ええる。

この温度の球根各部への到達時間の測定結果のうち、球根の浅い部分のものについては、感熱針を突きさすことによって生ずる傷口の影響が絶無であるかどうか、やや疑問が残される。

IV 被害球根の温湯浸漬

材料： クキセンチュウの生息するスイセンの連作圃場で生産したニホンズイセンの軽度ないし中程度の線虫被害球根（三枝・葭原，1966の指数で示すと1～2の範囲）のなかから、直径3cm以上4cmまでの大きさのものを選別して試料とした。

なお、この程度の被害球根は、頭部から基部および鱗片の外部内部に線虫が広く分布しているという報告（THOMAS, 1958）がある。

方法： 浸漬温度は47°Cとして、浸漬時間は40～70分間を5分間ごとの7段階とし、標準は30°Cの温水に40分間浸漬した。処理後の球根は水道水で温度を下げた後直径18cmの素焼鉢の蒸気消毒した砂壌上に、1鉢球根3個あたりを植え付け（12月27日）、ガラス室内で栽培した（3反覆）。

調査は、1月10日、2月3日、3月3日の3回、それぞれ各処理1鉢（3個体）あて、植物体全体からベールマン法により線虫の検出をおこなった。なお、同時に、スイセンの生育状態を知るため、根長をほぼ平均の長さの根、葉長を最長のものについて測定し、また、球根中央部の横断面の病徴を、三枝・葭原（1966）の基準によって比較区分した。

結果： 3回の調査をとおして、47°C・55分までの各処理ではクキセンチュウの生存が認められた。さらに、60分、65分の処理においても生存するものがある（1月10日、2月3日）のが認められた。

しかしながら、60分間以上の各処理では、線虫検出数が顕著に減少し、温湯処理の影響がいちじるしいこと

が認められた。70分間の処理では、毎回、線虫は全く検出されなかった。

処理後植え付けたスイセンの生育状態は、無処理（標準）と比較して全般に発根、発芽ともに遅延することが認められた。しかし、個体によってはその後に生育をとりもどすものもあり、なかには無処理との生育の差異が、ほとんど認められない個体もあった。

考察： 供試球根の個体間における線虫寄生度は、外見で類似していても、球根内部における被害と線虫の活動との関係は複雑で、処理後に線虫が完全に死滅していない場合には、その状態の移りかわりは多様に変化する。これは無処理の個体間においても当然である。

処理植え付け後、無処理との生育差が少なくなる個体があると述べたが、処理後67日目（3月3日）までにおいては、処理間の差以上に個体差がいちじるしかった。これは、前記の被害の現われ方の相異以外に、鉢土壌の水分、無処理ではとくにネダニその他の小動物の加害、もしくは、線虫被害部の二次的な寄生菌による影響も少なくないものと思われされる。

検出線虫数については、検出皆無であった70分間処理をのぞいて、かなりのふれがあり、被害球根の温度の伝達の多様性を示すものといえよう。

すなわち、被害球根では乾腐状の褐色鱗片が、1～2周できるため、その部分の空隙が鱗片間の熱の伝達を阻害する。そのため、線虫の被害の多少とその状態を考慮して浸漬時間を決めることも有効で、これらは、さきに示した球根の大小とともに、浸漬時間を決定するための大きな要因となる。そこで、完全な殺線虫を目的として球根の生育に安全な温湯防除をおこなうためには、あらかじめ外見による選別はもちろん、塩水選などによって、被害程度の比較的高いものを取り除いておく予措が重要な事項となる。

また、この試験での処理はスイセンの芽がすでに活動している時期（12月26日）のものであるが、さらに早い時期に処理をおこなえば、温湯による障害も少ないほか、球根掘り取り以後、植え付け時までの保存中、線虫の加害拡大によってうける球根の損耗を未然に防止することができる。

V 総 合 考 察

クキセンチュウの寄生するスイセン球根を温湯で防除する場合、線虫の寄生する部分がある温度に達するまでの時間と、その温度での線虫の致死時間を加えたものをもって一応の必要浸漬時間と考えてよいと思う。このため、47°Cの浸漬では、クキセンチュウ致死の時間、30

第6表 球根の 47°C 温湯処理がスイセンの生育ならびにクセンチュウの寄生密度におよぼす影響

処理別	球根別	1 月 10 日				2 月 3 日				3 月 3 日			
		被害指数*	根長**	葉長**	線虫数***	被害指数	根長	葉長	線虫数	被害指数	根長	葉長	線虫数
47°C・40分	a	2	cm 1	cm 5	592	1	cm 6	cm 11	202	2	cm 15	cm 30	488
	b	2	1	4	710	2	5	9	383	4	0	0	752
	c	4	0	0	730	4	0	5	280	4	0	0	557
	平均	2.7	0.7	3	677.3	2.3	3.7	8.3	288.3	3.3	5.0	10.0	565.7
45分	a	2	0	4	159	2	3	15	329	0	13	31	0
	b	2	0	4	517	1	0	7	107	3	7	20	207
	c	4	0	0	167	4	0	3	126	2	8	14	19
	平均	2.7	0	2.7	280.3	2.3	1	8.3	187.3	1.7	9.3	21.7	75.3
50分	a	1	0	7	0	0	4	6	15	2	10	26	160
	b	2	0	5	0	2	0	8	356	2	11	25	4
	c	2	0	14	1	4	0	0	223	4	0	1	79
	平均	1.7	0	8.7	0.3	2.0	1.3	4.7	198.0	2.7	7.0	17.3	81.0
55分	a	2	0	4	1	1	3	10	114	3	11	26	1
	b	1	0	3	184	2	0	9	0	4	11	28	0
	c	1	0	2	0	3	2	0	378	4	0	4	1
	平均	1.3	0	3.0	61.7	2	1.7	6.3	164.0	3.7	7.3	19.3	0.7
60分	a	4	0	4	1	0	3	7	0	0	9	24	0
	b	2	1	4	9	2	2	6	0	2	6	18	0
	c	1	0	6	21	3	0	5	0	3	4	7	0
	平均	2.3	0.3	3.7	10.3	1.7	1.7	6.0	0	1.7	6.3	16.3	0
65分	a	2	0	5	0	3	4	7	24	1	8	11	0
	b	1	0	4	0	0	2	6	0	4	2	8	0
	c	0	0	4	0	4	0	0	50	2	0	7	0
	平均	1.0	0	4.3	0	2.3	2.0	4.3	28.0	2.3	2.3	8.7	0
70分	a	2	0	5	0	1	1	8	0	2	9	23	0
	b	1	0	5	0	2	1	6	0	2	12	25	0
	c	1	0	5	0	3	0	3	0	2	10	0	0
	平均	1.3	0	5.0	0	2.0	0.7	5.7	0	2.0	10.3	16.0	0
15°C・40分 (標準)	a	1	4	11	202	2	11	15	1233	2	12	28	403
	b	1	3	8	114	2	11	15	1485	1	12	29	328
	c	2	2	1	68	3	0	8	3144	3	11	25	105
	平均	1.3	3.0	6.7	128.0	2.3	7.3	12.7	1954.0	2.0	12.3	27.3	278.7

* 球根横断面の被害指数は、0 (なし)~4 (甚) の 5 階級

分 43 秒と、浸漬する球根の中心部の温度がほぼ 47°C に到達するに要する時間とを加えると、4 cm 球根 (球根の初温、25.2°C) では、ほぼ、56 分 3 cm 球根 (球根の初温、25.5°C) では、ほぼ 48 分となる。

しかしながら、これらの時間は、球根の被害軽度の温度伝達の比較的容易な場合のもので、被害のさらに大きいものについては、さらに長時間の処理を必要とすることとなる。これは、第 6 表に示した、線虫寄生度の比較的高い球根でおこなった試験での 55 分、60 分、65 分の各処理で少数の線虫が検出されたこと、および、70 分処理では線虫が検出されなかったことから、65 分から 70 分までの間に、充分な効果をあげる点のあることが推定され、上記の被害軽度・4 cm 球根の処理時間 (56 分) とかなり相異の生ずるのは当然と考えられる。

供試球根の被害度の相異が、線虫の完全防除に要する

処理時間にとどの程度の影響をおよぼすかについては、さらに各種被害度の球根を用いて試験がなされなければならないが、第 6 表に示した供試球根には、外観で容易に区別できるような被害程度の高いものがかなり含まれており、実際には、それらの被害球根を選別することによって処理時間の短縮を図ることができるものと考ええる。また、この選別方法として、比重による選別も良策と考えられる。

THORNE (1961) は、腐敗鱗片の量は生存線虫数に比例すると述べているが、被害度の高いものでは、中心部への温度の伝達、線虫数、ともに悪条件となり、外観および比重による選別はとくに必要となる。

三浦・出水 (1958) は、50°C・30 分および 45°C・90 分の浸漬でスイセンの発芽率に異状を認めない (ただし、線虫は生存) ことを報じている。CHRISTIE (1959) は、

植物の温湯障害をおこさない浸漬時間と、線虫を死滅させるに必要な浸漬時間の差が小さいことを指摘しているが、スイセンとクキセンチュウの場合も同様である。そのため、本浸漬前にあらかじめ球根の温度を高めておく予浸を重視すれば、球根温度をある程度短時間で処理温度に到達させることとなり、球根の温湯による害を軽減する手段となると思う。

ここにおこなった試験では、いずれの個体においても被害のつくにいちじるしかった1球のほかには不発芽の個体はなかったが、各処理はもちろん、個体間でも、発根、芽の伸長など生育はきわめて不揃いで、考察ができなかった。これは温湯処理の時期がすでにスイセンの芽の活動開始後で、その影響も考えられ、この問題についてもさらに、球根の掘り取り後、早い時期に、試験がおこなわれなければならないと思う。

最後に、再び処理時間の問題であるが、47°Cの浸漬で、球根の中心温度がほぼ47°Cに達するまでに、すでに線虫に対して影響をおよぼしている温度・時間の経過があるので、実際の処理時間は、さらに短縮されてもよいと考えられる。そのためには、球根の中心温度を47°Cのみでなく、それ以下の少くも45°C、46°C付近の温度段階数点への到達時間と、さらに、浸漬前の球根の温度段階数点についての試験結果をえたうえで検討しなければならないと考える。

VI 摘 要

スイセンに寄生するクキセンチュウの温湯防除法を検討するため、i) 熱に最も強いステージの第4幼虫の温湯殺線虫試験、ii) 浸漬温度が球根の中心部に伝達する状態の調査、および、iii) 被害球根の温湯浸漬試験を実施した。

(1) 供試温水中にクキセンチュウのサスペンションを摘下し、所定時間後水道水中に移して生死を判定した結果、100%致死に要する温度と時間の関係は、42.5°C・12時間、45°C・96分、47.5°C・16分、50.0°C・251秒であった。LT₅₀をとって、浸漬温度Taと浸漬時間t(a)の間の関係式を求めると、

$$t(a) = 10^{(10.54494 - 0.28254Ta)}$$

になり、47°C浸漬の場合の浸漬時間は、30分43秒となった。

(2) 47°Cの温湯処理が球根中心部に到達する時間は、直径4cmの球根で21~25分、直径3cmの球根では16~17分であった。

(3) 直径3~4cmの球根の47°C処理で、65分までは線虫が検出されたが、70分間では線虫が検出されな

かった。温湯処理スイセンの生育は、初期生育が遅延する傾向が認められたが、被害球根を供試しての生育調査は個体差がいちじるしく、検討がむずかしかった。

VII 引 用 文 献

- BAINES, R.C., L.J. KLOTZ, O.F. CLARKE and T.A. DEWOLFE (1949) Hot water treatment of orange trees for eradication of citrus nematode. Calif. Citrog., **34**: 482~484.
- BIRCHFIELD, W. (1954) The hot water treatment of infested nursery stock. Proc. Fla. hort. Soc., **67**: 94~96.
- BIRCHFIELD, W. and H.M. VAN DELT (1958) Thermotherapy for nematodes of ornamental plant. Plant Disease Repr., **42**: 451~455.
- BLAKE, C.D. (1961) Root rot of banana caused by *Radopholus similis* (Cobb) and its control in New South Wales. Nematologica, **6**: 295~310.
- BOSHER, J.E. and W. NEWTON (1956) Hot water treatment of apple stocks for the control of nematodes. (Abst.) Phytopath., **46**: 634~635.
- BYARS, L.P. (1917) A nematode disease of the dasheen and its control by hot-water treatment. (Abst.) Phytopath., **7**: 66.
- CAVENESE, F.E. and H.J. JENSEN (1955) Investigations of various therapeutic measures to eliminate root-lesion nematodes from Easter lilies. Plant Disease Repr., **39**: 710~715.
- COBB, N.A. (1914) Citrus root nematode. Jour. Agric. Res., **2**: 217~230.
- COBB, N.A. (1929) Hot-water treatment of root gall. Jour. Parasit., **15**: 291.
- CHRISTIE, J.R. and L. CROSSMAN (1935) Water temperatures lethal to begonia, chrysanthemum and strawberry strain of the nematode *Aphelelenchoides fragariae* (Anguillulidae). Proc. Helm. Soc. Wash., **2**: 98~108.
- CHRISTIE, J.R. (1959) Plant nematodes, their bionomics and control. Agric. Exp. Sta., Univ., Fla., Gainesville, Fla., 256pp.
- GREEN, C.D. (1964) The effect of high temperatures on aqueous suspension of stem eelworm, *Ditylenchus dipsaci* (KÜHN) FILIPJEV. Ann. Appl. Biol., **54**: 381~390.
- HASTINGS, R.J. and W. NEWTON (1934) The effect of temperature upon the pre-adult larvae

- of the bulb nematode *Anguillulina dipsaci* (KÜHN, 1958) Gerv. and v. Ben., 1859, in relation to time and moisture. *Canad. Jour. Res.*, **10**: 793~797.
- HEILBRUM, L.V. (1952) An outline of general physiology. Philadelphia, W.B. Saunders., 818 pp.
- LEES, P.D. (1963) Observation on hot water treatment of narcissus bulbs. *Exp. Hort.*, **5**: 19~22.
- 三浦 修・出水忠夫 (1958) 水仙の球根線虫とその防除, 関西病虫害研究会報, **1**: 109~117.
- MORGAN, O.D. and W.F. JEFFERS (1957) The effect of fumigation and heat treatment on root-knot nematode and black root rot of strawberries. *Plant Disease Repr.*, **41**: 825~831.
- NYLAND, G. (1955) Killing root-knot nematodes in some stone fruit tree root stocks. *Plant Disease Repr.*, **39**: 573~575.
- 三枝敏郎・松本安生 (1961) ネコブ線虫の温湯防除とグラジオラス球茎への応用, 植防研報., **1**: 30~35.
- 三枝敏郎・葭原敏夫 (1966) スイセン圃場のクセンチュウ *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev の生態とスイセンの被害, 植防研報., **4**: 29~44.
- 三枝敏郎 (1968) ボタンに寄生するイチゴセンチュウ *Aphelenchoides fragariae* の生態と温湯防除の試み, 植防研報., **5**: 17~30.
- SHERMAN, G.W. (1934) Survival and revival of *Anguillulina dipsaci* from narcissus material. *Proc. Helm. Soc. Wash.*, **1**: 19~20.
- SLOOTWEG, A.F.G. (1962) Hot water treatment of daffodils. *Daffodil Tulip Yearb.* 1963, **28**: 82~87.
- STAINLAND, L.N. (1933) The treatment of narcissus bulb with hot water. *J. Minist. Agric.*, **40**: 345~355.
- STAINLAND, L.N. and BARBER, D.R. (1937) The efficiency of baths used for the hot water treatment of narcissus bulb. *Bull. Minist. Agric.*, London, No. 105, 29pp.
- THOMAS, P.R. (1958) Severe eelworm (*Ditylenchus dipsaci* (KÜHN) FILIPJEV) infestation of the narcissus variety soleil D'or. *Nematologica*, **3**: 73~78.
- THORNE, G. (1961) Principle of nematology. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, 553 pp.
- VAN SLOGTEREN, E. (1920) Bestrijding in de Bloembollstresk. *Tijds. Plantenziekten*, **26**: 126.

Summary

Studies on the Control of Bulb and Stem Nematode *Ditylenchus dipsaci* (KÜHN) FILIPJEV of Narcissus by Hot Water Treatment

Toshiro SAIGUSA

Research Division, Yokohama Plant Protection Station

Toshio YOSHIHARA

Agronomy Division, National Hokkaido Experiment Station

For the control of bulb and stem nematode of narcissus bulbs, *Ditylenchus dipsaci* (KÜHN) FILIPJEV, studies were conducted on i) the kill of the most heat-resistant fourth stage larvae, ii) heat conduction to the core of the bulb tissue and iii) nematocidal effect on infested flower bulbs. Results are summarized as follows.

(1) Bulb and stem nematodes were suspended into hot water of various temperatures and, at certain time intervals, transferred to tap water in which their viability was examined.

Complete kill was obtained by the time and temperature combinations of 42.5°C/12 hrs., 45°C/96 min., 47.5°C/16 min. and 50°C/251 sec. The relation between temperature T_a and time $t_{(a)}$ at LT_{99} was expressed in terms of the following formula.

$$t_{(a)} = 10^{(16.54494 - 0.28254T_a)}$$

The time required to obtain LT_{99} at 47°C was thus calculated to be 30 min. 43 sec.

(2) In the hot water bath of 47°C, the core of the bulbs of 4 cm diameter rose to the ambient temperature in 21–25 min., whereas the bulbs of 3 cm diameter attained it in 16–17 min. provided that the pre-soaking bulb temperature was 25.2°C and 25.5°C, respectively, for the both sizes.

(3) At the bath of 47°C, viable nematodes were detected from the bulbs of 3–4 cm diameter treated up to 65 min. but none from those treated for 70 min. Treated bulbs seem to show apparent retardation in the initial growth but such effect was not accurately assessed in the test with infested bulbs because of an extremely discrepant development of individual bulbs.