

盛夏期におけるスイセンのクキセンチュウ *Ditylenchus dipsaci* (KÜHN) FILIPJEV の低温処理による検出

三枝 敏郎・山本 洋祐
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

スイセンのクキセンチュウ *Ditylenchus dipsaci* (KÜHN) FILIPJEV はわが国に広く分布し、球根類輸出上の障害の一つとなっている。このスイセン圃場における線虫の生息密度の消長、寄主植物についての知見、ならびに、被害球根の温湯による防除の試みについてはすでに報告(三枝・葭原, 1966・1970)したが、ここでは線虫の活動停止期である夏期における試料の予措が線虫検出を容易にできるかを検討しようとした。

クキセンチュウの土壤中の活動線虫は、千葉、神奈川、静岡の各県地域では秋期から春期にかけて、スイセンの生育にともなってその生息密度が高くなり、球根の掘りとり時期にあたる7～8月は比較的低くなる。しかし、その年の気象条件、および、スイセンの被害程度によっては、7月にもかなりの検出数に達することもある。しかしながら、そのような年でも、8月の盛夏期には検出数がいちじるしく低くなり、検出の全くできないことも多い。この現象は、CHITWOOD, NEWHALL および CLEMENT (1940) や LEWIS および MAI (1960) の諸報告にみるニューヨーク州での線虫の発生消長と異なっている。そこでは夏期に普通に検出され、むしろ、わが国で普通検出される冬期に、土壤の凍結による死滅個体が多く、線虫の越冬中の減少がいちじるしいことが報じられている。

この気象条件のほかにも、線虫の biological strain の問題をはじめ、土壤の温・湿度および土性との関係というような重要な問題があげられるが、ここでは、一・二の土壤温度、および、湿度と線虫の活動状況についての知見を求めてみた。

すなわち、8月の盛夏の線虫のいわば活動停止時点の土壤について、3段階の湿度に調整した土壤につき低温度保存処理と自然温度に近い状態のものとを比較して線虫検出を試みた。

また、この実用化の意味で、輸出向けのスイセン球根生産圃場に対して夏期に実施される栽培地検査時における検出法をも検討した。

I 保存土壤の温・湿度の差異と線虫検出数

材料と方法

スイセンのクキセンチュウによる被害圃場の土壤(砂壤土)を、4 mm目の篩で数回とおし、土壤が乾いて白色をおびた部分ができから、10メッシュの篩をとおり、植物の生育にとってやや乾きすぎの状態の湿度の低いもの(以下、低湿度区)と、その土壤に霧吹きで水を加え、手でにぎってもほとんど手につかない状態の中程度の湿度のもの(以下、中湿度区)、さらに、手でにぎるとべたつきかげんで手に土が付着してとれない、やや過湿のもの(以下、高湿度区)の3段階の湿度に土壤を調整して試料とした。これらの土壤湿度は、乾土に対する水分の重量パーセントで、低湿度区 11.5%、中湿度区 22.2%、および、高湿度区 34.4%である。

湿度を調整した土壤は、ポリエチレン袋につめて封じてから、湿った木綿布で包み、その上をさらにポリ袋で密封した(1964年8月18日)。

以上の試料は、5°Cと15°Cの保管庫および自然状態で温度変化のある室内との3カ所に分けて保存し、その後随時、ベールマン法により線虫を検出した。なお、この試験は、各試料が完全に保存されている間、約2年間継続(1964年8月18日～1966年10月1日)した。

試験結果

処理直後の各処理区からは、線虫が全く検出されな

ったが、処理後23日後の9月10日には各処理区とも線虫が検出され、なかでも5°C処理区が比較的多数であった。また、各処理温度区とも高湿度区が低湿度区よりも検出数の多いことが認められた。しかし、処理後29日と43日後(9月16, 30日)には、この湿度との関係は不明瞭となってくるが、処理後80日(11月6日)には、再びきわめて顕著にあらわれ、各処理温度そろって高湿度区での検出数がいちじるしく多くなることが認められた。とくに、5°C・高湿度区ではこの試験期間を通じての最高検出数を示した。

高湿度区での検出数が多い状態は、室温区と15°Cにおいてはその後も続いたが、5°Cでは115日後(12月11日)からは、かわって、中湿度区の検出数がいちじるしく多

くなり、高湿度区では減少していく傾向が認められ、次の156日目(1月21日)からは、逆に、低湿度区が多数となっている。

しかしながら、室温と15°C両処理でも、やがて中湿度区が高湿度区にかわって多数検出されることが、3月中・下旬の検出数からうかがわれる。

また、218日目(3月24日)においても、5°Cの各湿度区から、いせんと線虫が検出されているにもかかわらず、その1週間後の4月1日には、室温、15°Cの両処理では中湿度区をのぞいた高・低両湿度区からの検出が全くみられなかった。しかして、この時の中湿度区の検出数はかなり多くの線虫数におよんでいる。また、295日後(6月9日)の調査においては、5°Cの低湿度区のは

第1表 保存土壌の温湿度の差異とクキセンチュウ検出数の消長 (1964~1966)

検出年月日	処理後 の日数	室 温			15°C			5°C		
		湿度高 34.4	湿度中 22.2	湿度低 11.5	湿度高 34.4	湿度中 22.2	湿度低 11.5	湿度高 34.4	湿度中 22.2	湿度低 11.5
1964・8・18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
・25	7	3	0	0	1	1	0	0	0	0
9・10	23	4	0	1	5	3	1	18	10	2
・16	29	0	1	0	4	2	0	14	23	6
・30	43	0	3	0	12	7	2	72	18	2
11・6	80	36	6	1	20	1	2	227	80	30
12・11	115	18	4	0	13	3	1	104	165	24
1965・1・21	156	43	13	0	29	18	2	28	152	30
3・17	212	52	44	0	17	27	0	12	101	31
・24	218	16	22	0	20	23	0	9	84	28
4・1	226	0	64	0	0	29	0	3	14	6
6・9	295	0	0	0	0	0	0	0	0	15
8・15	362	0	0	0	0	0	0	0	0	12
9・3	381	0	0	0	0	0	0	0	0	29
10・15	423	0	0	0	0	0	0	11	4	25
11・24	463	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12・24	493	0	0	0	0	0	0	0	0	3
1966・1・13	513	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2・4	535	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3・7	566	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4・9	599	0	0	0	0	0	0	0	0	2
5・12	632	0	0	0	0	0	0	0	0	3
6・15	666	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7・14	695	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8・15	720	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9・16	759	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10・1	774	0	0	0	0	0	0	0	0	0

・湿度の数値は%

(土壌 50gr あたりの検出数)

かは全く検出されなかった。

その後は、1966年10月の試験終了時まで、室温と15°Cの両処理からの検出はいずれも皆無であったが、5°Cにおいては、423日後(10月15日)まではひきつづきかなりの数が検出され、その後も、翌々年の632日目(5月12日)まで、少数であるが検出された。しかしながら、666日目からは、いずれの処理区においても全く検出することができなかった。

考 察

室温・低湿度では、全試験期間をとおして線虫がほとんど検出されなかったが、これは湿度11.5%の土壤では、自然状態の温度下での線虫の活動がほとんどおこなわれないということになる。また、15°Cの低湿度区でも室温・低湿度区の場合とほぼ同様の状態とみなすことができる。また、15°Cでは高・中両湿度においても室温の場合とほとんど差異を認めることができない。しかしながら、5°C処理では各湿度区とも室温および両処理に対して、いちじるしい差異を認めることができる。すなわち、処理1カ月後には、すでに、室温・15°C両処理区の3~4カ月後に相当するほどの検出数を認め、その後の検出数によっても、土壤中での線虫の活発な活動が推測される。

5°C処理における土壤湿度の関係では、湿度の高いほど線虫の活動開始時期が早く、活動もある程度いっせいに開始されるが、線虫の検出されている期間は、中湿度区(22.2%)と高湿度区(34.4%)間にはほとんど差異を認めることができない。これに対し、低湿度区(11.5%)では、線虫の活動開始がきわめて緩慢で長期間にわたり、処理後632日(1966年5月12日)までも徐々に活動していることが認められる。

また、5°Cの高・中両湿度区で、295(6月9日)、362(8月15日)、381(9月3日)の3回にわたる各日後に線虫が検出されなかったのに対し、一般圃場での活動開始期にあたる10月15日(処理423日後)に、少数ながら検出されていることは、これが偶然この時期に検出されたものか、あるいは5°Cの処理においても、なお翌年までは処理温度の影響をうけずに活動を停止しつづけ、周年の活動時期をまつ個体があったのではないかと想像され、全く疑問である。この点については問題の重要性にもかんがみ、さらに試験を重ねた上での検討が必要である。

冬期におけるクキセンチュウの活動状態については、TSENG, ALLRED および GRIFFIN (1968) が、ユタ州のアルファルファ圃場で、地温15°Cのときに線虫の活動

が盛んなことを確かめたが、ここにおこったわが国での試験圃場では、冬期に土壤の凍結現象がおこらない場合には、冬期全期間をとおして活動に好適な温度範囲内といえるのではないかと考えられる。

II 土壤の5°C保存と線虫検出数

材料と方法

スイセン(ニホンズイセン)のクキセンチュウによる被害圃場の土壤(砂質壤土)を10メッシュの篩で篩別し、よく混合したものを家庭用冷蔵庫で約5°Cに保温した。供試土壤は、500grあたりポリエチレン袋につめて封をし、そのうえ、乾燥を防ぐために袋の上から湿った布でおおい、さらに、ポリ袋で封じた。

保温開始時の土壤の湿度は、吉田(1951)の水分測定法による土壤水分含量で23%である。なお、試料はいずれも暗黒の状態に保存した。線虫の検出は、試料の調整(7月20日)から、10、20、60、90日後まで、各ビニール袋から、50grあたりの土壤をペールマン法24時間の分離をおこなった(30日目は都合で実験中止)。なお、標準区として同様の試料を実験室内に自然の温度状態に保存し、比較をおこなった。

また、翌年の1969年には、処理を5°Cと室温での標準区(以上1968年と同様)のほか、圃場の深さ約10cmの位置(試料は地下10~20cmの部位となる)に試料を埋没する圃場埋没区を設けた。調査は1週間ごとに10回おこなった。

1970年には、従来と同様の方法で、供試土壤の湿度を34.4%と22.2%の2段階とし、5°C保温時の土壤湿度の相異が線虫検出数にどのような影響をおよぼすかについて検討を加えた。なお、このときの供試土壤の湿度は、1964~1966年におこなった試験での高湿度区および中程度の湿度区とほぼ同様である。

1968、1969、1970各年とも試験区は5ブロック制とした。試験結果の表中に示す数値はいずれも平均値で示した。

試験結果

1968年の試験では、調整直後の供試土壤からは、5ブロックのうち、1ブロックからクキセンチュウが2頭検出された。しかしながら、全期間を通して、毎回標準区からの線虫の検出は皆無であった。

それに対し、5°Cの保温処理では、10日目の調査で、各ブロックとも線虫が検出され、20日目にはかなりの数

に達した。また、この検出状態は、60日、90日ともほぼ同様であった。

翌年同時期に開始した1969年の試験の結果は第3表のとおりである。

第2表 線虫活動停止期土壌の5°C保温処理期間と線虫検出数(1968)

線虫検出時	5 °C	室 温
日後 (月・日)		
調整直後 7・20	0	0
10 7・30	4	0
20 8・19	19	0
30 8・29	—*	—*
60 9・28	15	0
90 10・18	15	0

*事故調査不能 (土壌 50gr あたりの検出数)

第3表 線虫活動停止期土壌の5°C保存とそのほかの保存場所が線虫検出数におよぼす影響(1969)

線虫検出時	試料調整区				圃 場 直 接
	5 °C	室 内	圃 埋	場 没	
週間後(月・日)					
1 7・31	2	1	1	1	
2 8・6	1	0	1	0	
3 8・12	1	0	0	2	
4 8・20	6	0	0	0	
5 8・27	26	0	0	0	
6 9・3	28	0	0	0	
7 9・11	59	2	0	0	
8 9・17	44	0	0	0	
9 9・24	57	0	0	0	
10 10・1	55	0	1	1	

(土壌 50gr あたりの検出数)

室内と圃場埋没の両区は、供試土壌の調整1週間後より10週間後まで、線虫の検出された回数は少なく、線虫が検出された場合でもその数はきわめて少ない。これに対し、5°C保温区では、4週間後より検出線虫数が増加しはじめ、とくに、7週間後から最終調査時の10週間後までの調査時には、きわめて多数の線虫が検出されている。

また、試料の湿度条件を加えた1970年の試験結果は、第4表に示すとおりで、中程度の湿度の土壌におけるよりも、湿度の高いものの方が線虫の検出数におよぼす影

響が1週間以上早いことが認められる。

第4表 線虫活動停止期土壌の湿度の差異が5°C保温時の検出線虫数におよぼす影響(1970)

線虫検出時	5 °C		室 内	
	34.4%	22.2%	34.4%	22.2%
週間後(月・日)				
1 8・11	1	1	2	0
2 8・18	4	0	0	0
3 8・23	17	1	0	0
4 8・30	55	26	0	0
5 9・6	39	39	0	0
6 9・13	43	58	0	0

(土壌 50gr あたりの検出数)

考 察

1968年の試験において、5°Cの保温日数と検出数のピークとの関係は30日後の試験が実施できなかったので明らかにできなかったが、供試土壌の水分含量23%の場合、その10日以上保温で線虫の検出に有効となることが認められる。

1969年の試験からは、前年の試験と同様に、材料の5°Cの保温がクキセンチュウの検出を促進する効果がきわめて顕著である。また、この処理が有効となる時期は4~5週間頃からとみなされるが、最終調査の10週間後にも線虫検出数は低下せずに持続していることは、この保温処理が自然条件下と比較して線虫の検出に適する恰好の条件といえるものと思われる。

また、この試験では、処理4週間目に第2、第3幼虫を検出し、5週間目には雄虫(第4幼虫、成虫)を検出している。これら検出線虫数の発育ステージ別の構成比は、自然状態での土壌中での線虫活動停止時の状態を知る上にも興味あることであるが、ここには、単に検出数の問題にとどめた。

1970年には、供試土壌の湿度にふれてみたが、1964~1966年におこなった試験の結果、湿度の比較的高い試料(34.4%)が湿度の低いもの(22.2%および11.5%)よりも短い日数の処理で線虫検出数の高くなることが明らかとされているが、このうち、34.4%と22.2%の湿度の試料についての検討を試みたこととなるが、ここでも5°Cの処理においては湿度のある程度高い方が、活動を停止している線虫の再活動を一層促進することが明らかに認められた。

総合考察

夏期におけるスイセン圃場のクキセンチュウの活動終えん期から活動停止期においては、ベールマン法よりの線虫の検出はきわめて効率がわるい。その理由として、地温の上昇が線虫の活動に障害となっていることが考えられるが、これは従来の諸報告にみるヨーロッパや北アメリカにおける場合と多少趣を異にし、気象条件のほかにも種々の相異点があげられると思う。

クキセンチュウは、他の植物に寄生する線虫と比較して各種の気候によく適応するといわれている。その生息密度や季節的消長は、とくに、土性との関係がきわめて大である (SEINHORST, 1950・1956) といわれている。ユタ州の土性 silt loam のアルファルファ圃場では、5月中旬および8月下旬から9月上旬にかけての深さ0~10cmの地温が15°Cのときに線虫検出数のピークがあると報じ (TSENG, ALLRED および GRIFF, 1968), MIYAGAWA および LEAR (1970) は実験の結果、32°Cの土壌は幼虫の生存に好適ではないとし、この土壌温度で保存63日後には検出数が突然低下することを報じている。ここにおこなった試験での試料の採集圃場においても、圃場の30cmの深さの部分が盛夏期には32°Cをこえることもあり、深さ10cmの部位では7月~9月間にはかなり多くの日数が32°Cをこえているので MIYAGAWA らの結果が肯定されるところである。また、そのなかで低温度に関する線虫の活動については、土壌中のニンニク葉中の幼虫の低温の影響を、4°C・56日間の処理でベールマン法により多数の線虫が検出されているが、同時に、0°Cと-12°Cの処理においても同様な検出数がみられている。なお、湿度の関係において、粘土では17.8%よりも5.9%と湿度の低い方の検出数が多くなっているが、湿度9.2%と2.5%の砂土では、むしろこの関係は逆の傾向を示している。しかし、いずれの場合にも、処理後56日目についての検出数のみで、その前後の状態が不明なので、ここにおこなった試験結果との対比が充分できない。とくに、低温度下の湿度との関係は不明である。この点、SAYRE および MOUNTAIN (1962) は、活動性のなかったクキセンチュウの幼虫にとって、0°Cの湿度の高い土壌が、活動の好環境となることを認めている。

ここにおこなった試験では、温度5°C、湿度も2~3の段階のものについて試みたに過ぎないが、この両者の一層有効な組み合わせも考えられる。また、この5°Cの処理温度は一般の冷蔵庫を使用すれば充分であり、その実用化も容易なものとする。

しかしながら、しばしばふれたように、処理温度と湿

度の組み合わせによる線虫検出効率は、あくまで土性との関係が密接であるので、さらに詳細な検討をおこなう場合には、土壌の粒子の構成についてもある程度考慮することが必要となるものとする。

摘 要

横浜市の盛夏期にはスイセンのクキセンチュウは活動を停止するので、ベールマン法による検出効率はきわめて低くなる。室内の自然温度、15°Cおよび5°Cの各定温室で、湿度を34.4、22.2および11.5%の3段階でそれぞれ保存した土壌では、5°C>15°C>室温の順に、また、湿度では高いほど線虫の検出効果は高められた。

各処理における最高検出線虫数では、

	<処理温度><土壌湿度><処理日数><検出数>		
	%	日	頭
5°C	34.4	80	227
	22.2	115	165
15°C	34.4	156	29
	22.2	226	29
室温	34.4	212	52
	22.2	226	64

湿度11.5%の乾燥している土壌では、室温、15%両区の検出数はきわめて少なく、検出できたのは、それぞれ80日および156日までであったが、5°Cでは処理後632日目(全処理区中検出最長期間)まで毎回線虫が検出された。

応用試験の結果では、試料土壌の湿度22.2~23%の場合、5°Cで10日目以後(1968年)、27日以後(1969年)、21~28日以後(1970年)で、処理効果が現われ、湿度34.4%(1970年)の場合は、さらに7~14日目に処理効果が早くあらわれ、検出数のピークも早められる傾向が認められた。

以上の結果、盛夏期のスイセン圃場からクキセンチュウを検出するためには、試料の湿度をほぼ34.4%に調整し、5°Cで2~3週間の保温により、かなりの数の線虫を検出することが可能であると思われる。

引用文献

- CHITWOOD, B.G., A.G. NEWHALL and R.L. CLEMENT (1940) Onion bloat or eelworm rot, caused by the bud or stem nematode, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev. Proc. Helm. Soc. Wash. D.C., 71: 44~51.
- LEWIS, G.D. and MAI, W.F. (1960) Overwintering

- and migration of *Ditylenchus dipsaci* in organic soil of southern New York. *Phytopath.*, **50**: 341~343.
- MIYAGAWA, S.T. and B. LEAR (1970) Factors influencing survival of *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) in soil. *Jour. Nematology.*, **2**: 139~142.
- 三枝敏郎・葭原敏夫 (1966) スイセン圃場のクキセンチュウ *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・葭原敏夫 (1970) スイセン球根のクキセンチュウ *Ditylenchus dipsaci* (KÜHN) FILIPJEV に対する温湯消毒の試み. 植防研報., **8**: 21~29.
- SAYRE, R.M. and MOUNTAIN, W.B. (1962) The bulb and stem nematode *Ditylenchus dipsaci* on onion in southwestern Ontario. *Phytopath.*, **52**: 510~516.
- SEINHORST, J.W. (1950) De betekenis van de toestand van de grond voor het optreden van aantasting door het stengelaeeltje (*Ditylenchus dipsaci* (KÜHN) FILIPJEV). *Tijdschr. Plziekt.*, **56**: 291~384.
- SEINHORST, J.W. (1956) Population studies on stem eelworms. *Nematologica*, **1**: 159~164.
- TSENG, S.T., ALLRED, K.R. and GRIFFIN, G.D. (1968) A soil population study of *Ditylenchus dipsaci* (KÜHN) FILIPJEV in an alfalfa field. *Proc. Helminth. Soc. Wash.*, **35** (1): 57~62.
- 吉田茂三郎 (1951) 土壤水分を簡単に測定する方法. 農業及園芸, **26**: 591~592.

Summary

Effect of Low Temperature on the Detection Bulb and Stem Nematode, *Ditylenchus dipsaci* (KÜHN) FILIPJEV of Narcissus from Field Soil in Summer

By

Toshiro SAIGUSA and Yōsuke YAMAMOTO

Research Division, Yokohama Plant Protection Station

Toshio YOSHIHARA

Agronomy Division, Hokkaido Experiment Station

1. During summer in Yokohama district, recovery of bulb and stem nematode of narcissus from field soil tends to be extremely lower than in other seasons because of the inactivity of the nematode. When soil samples were kept at various combinations of temperature and moisture, i. e. room temperature, 15°C, 5°C and 34.4%, 22.2%, 11.5%, recovery was higher from the soils stored at lower temperature and at higher moisture content.

2. Maximum recovery for each storage condition was as follows.

<temperature>	<soil moisture>	<duration of exposure>	<number recovered>
	%	days	nematodes
5°C	{34.4	80	227
	{22.2	115	165
15°C	{34.4	156	29
	{22.2	226	29
room temperature	{34.4	212	52
	{22.2	226	64

3. Recovery from the dry soil of 11.5% moisture was extremely low at 15°C or room temperature and turned out to be nil after 115 days and 212 days, respectively. The same soil, when stored at 5°C, gave positive yields at all time until after 632 days of storage.
4. Under the condition of 5°C and 22.2–23% moisture, the first recovery was obtained in 10–28 days throughout the trials during 1968–1970. At the moisture of 34.4%, the recovery was made in 7–14 days and the peak of recovery was obtained in shorter time.
5. From the results, the storage of soil samples for 2–3 weeks at 5°C and the soil moisture of 34.4% should improve the recovery of this nematode in summer season.