

第4節 ジャガイモシストセンチュウの 1世代所要日数

目的および方法

ジャガイモ生育期間中のジャガイモシストセンチュウ1世代の所要日数を知るため、本線虫が検出されない真狩村見晴の圃場に、ジャガイモ「紅丸」を5月14日に植え、これを時期を変えて真狩村豊川の線虫高密度圃場に移植し、その寄生線虫を齢期別に調べ、1世代の所要日数を割り出した。

結果および考察

虫態別の寄生状況を Table 9 に示した。無線虫ジャガイモ株を線虫高密度土壤に移植した直後から幼虫の侵入寄生が始まると仮定して、幼虫侵入から褐色シスト出現までを1世代と考えると、6月6日移植のものは7月10日以降7月19日（移植後43日）以前であり、その間の積算地温（地下15cm, 日平均地温の累計）は最大804日度、6月20日移植では7月19日以降8月1日以前で、8月1日（移植後42日）とすれば869日度、同じく7月10日移植では8月20日（移植後41日）として最大936日度、7月30日移植では9月3日（移植後35日）として最大756日度となった。調査間隔が長いいため正確な日数は不明であるが、6月から8月にかけて40日前後でジャガイモシストセンチュウは1世代を経過すると考えられる。

本線虫のふ化適温は20°C前後（18~22°C^{86,87}）、21°C⁴⁴）、25°C¹⁴）、16°C⁵）など）また増殖もほぼ同温度（15~16°C⁴）、16~22°C³⁰）、一方、ふ化限界温度として5°C⁸⁷）、10°C⁴）、増殖抑制温度として13°C³¹）、などの報告がある。本試験期間中の平均地温（地下15cm）は15.5~23.7°C、最低地温は14.7~22.8°Cの範囲にあり、本試験はふ化、侵入、増殖に好適な条件で実施された。また1世代所要日数（幼虫接種後シスト内に2期幼虫を認めるまで）については実験的に16°Cで49~51日、784~816日度、22°Cで37~39日、814~858日度という報告^{29,30}）もあり、これについての本試験の結果は、調査方法や自然の変温条件下の調査ということもあって一律に比較はできないが、おおむね前記の実験値に近いものと考えられる。

第5節 ジャガイモシストセンチュウの 土壤中密度分布⁷⁸⁾

作物の根圏を中心にジャガイモシストセンチュウの根への寄生量と土壤中の線虫密度を土壤の深さ、位置を変えて調べた。なお採土位置の区分は Fig. 17 に示した。

1. ジャガイモ栽培圃場における土壤深度別 密度分布

材料および方法

真狩村の線虫高密度圃場に「紅丸」、「ツニカ」を5月13日に植え、収穫期まで月1回の調査を行った。

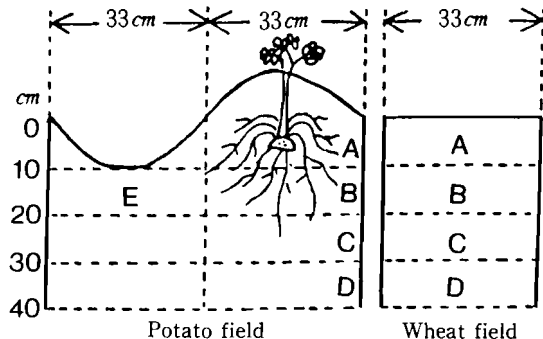


Fig. 17. Position of the soil sampling to determine the potato cyst nematode population level

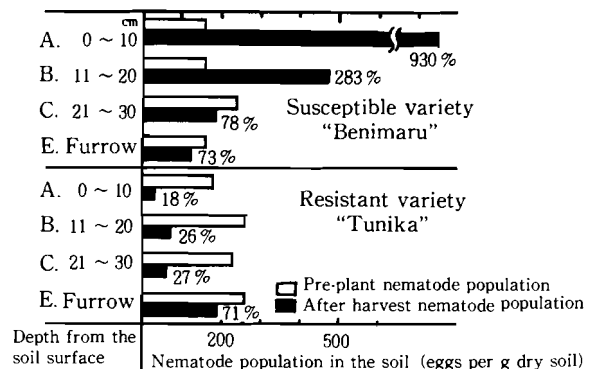


Fig. 18. Fluctuation of the potato cyst nematode populations between soil depths where susceptible or resistant potato was cultivated

結 果

ジャガイモ収獲跡地の蔵卵シストは、これまでの調査では、地下50cm まで検出されるものの25

cm までに全体の83.5%が含まれる³²⁾、とされる。

しかし本調査圃場は作物栽培前の耕土の深さが約30cm で、耕起とそれに続くローターベーター碎

Table 9. Age structure of the potato cyst nematodes infesting susceptible potato “Benimaru”.

Date trans-planted	Date examined	Total nematodes infesting 5g root	Age structure of nematodes infesting roots(%)						Male
			2nd stage	Larvae 3rd stage	4th stage	Female		Cyst Brown	
June 6	July 10	4,464	4	2	7	60	14	0	13
	July 19	6,777	5	7	16	27	19	1	25
	Aug. 1	4,335	3	6	14	38	7	24	8
June 20	July 19	6,603	20	10	8	34	0	0	28
	Aug. 1	1,515	8	0	25	10	30	10	17
	Aug. 9	2,275	22	0	5	13	12	15	33
July 10	Aug. 1	1,920	10	0	0	12	0	0	78
	Aug. 9	1,460	2	0	51	28	2	0	17
	Aug. 20	720	0	17	0	14	33	18	18
	Sep. 3	150	0	0	0	3	30	67	0
July 30	Aug. 20	4,775	8	34	50	5	0	0	3
	Sep. 3	790	0	0	16	40	24	4	16

Date trans-planted	Date examined	Eggs per 50mg root	Embryonic development stage(%)				Calculated soil temp. (Total of averaged day temp. at 15cm deep)
			Undivided stage	Divided stage	Larval stage	Hatched larvae	
June 6	July 10	330	11	85	4	0	619°C
	July 19	997	15	85	0	0	804
	Aug. 1	1,750	4	43	52	1	1,109
June 20	July 19	0	0	0	0	0	563
	Aug. 1	445	12	84	4	0	869
	Aug. 9	815	7	86	7	0	1,058
July 10	Aug. 1	0	0	0	0	0	490
	Aug. 9	25	0	80	20	0	680
	Aug. 20	385	4	96	0	0	936
	Sep. 3	275	7	73	20	0	1,246
July 30	Aug. 20	0	0	0	0	0	446
	Sep. 3	60	0	100	0	0	756

土により30cm までは本線虫がほぼ均等に分布し、30cm 以上の深さ (D層) では根の伸長がないので線虫密度は著しく低かった (したがってFig. 18, Table 10より除く)。

植付から収穫までの線虫密度の深さ別分布は、「紅丸」では根が最も多いA層でジャガイモ根の線虫寄生量が最も多く (Table 10)、植付時と収穫後の線虫密度からみた増殖率は9 倍に達し、B層の3 倍がこれに次いだ。しかしC層およびD層は線虫寄生量が少なく、また、畦間 (E層) の場合も根が伸長せず (Table 10) 密度はやや低下した。一方、「ツニカ」では、侵入幼虫がシストまで成長しないので根が伸長すればするほど線虫密度は低下し、また「紅丸」よりも深くまで根が分布するので、A・B・C層と株直下の各層では収穫後の線虫密度が植付前の30%以下に、とくにA層では18%まで低下した。しかし畦間 (E層) には根が到達しないので71%が残存した (Fig. 18)。

2. 薬剤処理が土壤中線虫密度分布に及ぼす影響材料および方法

ジャガイモシストセンチュウの防除に有効なバイデート粒剤 (オキサミル 1%) 30kg/10a を線虫高密度圃場に全面施用し、ローターベーターで土壌と混和 (5月7日)、翌日「男爵薯」を植え付け、毎月1回線虫の寄生量、土壌中密度を調査した。対照として非寄主作物である春播コムギ栽培での線虫の消長を調べた。土壌中幼虫数は土壌100g 当たりの篩別・ペールマン法 (48時間分離) による2期幼虫数で示す。

結 果

バイデート粒剤を施用しない場合の線虫密度の消長は、先の「紅丸」圃場のそれに類似して根量の最も多いA層 (深さ0~10cm) での線虫寄生量が最も多く、増殖率もこの層で最も高い。一方、バイデート剤を施用した場合は、A層のジャガイモ根への線虫寄生量は少なく (Table 11)、それに

Table 10. Number of the potato cyst nematodes infesting roots of the susceptible variety “Beminaru” and resistant variety “Tunika” in different soil depth.

Examined date	Soil* layers	Benimaru					Tunika				
		No. of nematodes per plant				Root wt. (plant)	No. of nematodes per plant				Root wt. (plant)
		Larva	Male	Female • Cyst	Total		Larva	Male	Female • Cyst	Total	
June 21	A	34,520	557	1,447	36,524	16.3g	5,400	0	0	5,400	8.7g
	B	2,083	0	0	2,083	0.6	250	0	0	250	0.1
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
July 19	A	6,158	1,168	6,214	13,540	21.0	8,160	0	4	8,164	29.0
	B	1,177	495	1,161	2,833	10.4	4,703	150	76	4,929	12.8
	C	1,025	350	951	2,326	3.5	610	80	1	691	5.8
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aug.21	A	1,005	0	870	1,875	26.6	240	0	146	386	18.1
	B	517	0	692	1,209	3.2	188	17	17	222	5.3
	C	583	17	209	809	0.9	433	17	33	483	2.7
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Soil sampling position from soil surface.

Within a row, A: 0-10cm, B: 11-20cm, C: 21-30cm.

Between rows, E: 11-20cm.

Table 11. Number of potato cyst nematodes infesting roots in different soil depth under treatment of Vydate (1%) G. per 30kg/10a and susceptible potato "Irish Cobbler".

Examined date	Soil layers	Benimaru					Tunika				
		No. of nematodes per plant				Root wt. (plant)	No. of nematodes per plant				Root wt. (plant)
		Larva	Male	Female Cyst	Total		Larva	Male	Female Cyst	Total	
June 13	A	5,705	0	0	5,705	7.5g	615	0	0	615	7.5g
	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
July 10	A	60,465	4,170	6,385	71,020	43.5	10,350	350	30	10,730	37.5
	B	1,250	525	502	2,777	2.9	5,454	59	3	5,516	6.6
	C	1,875	50	25	1,950	1.5	125	25	0	150	0.9
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aug. 9	A	670	0	2,126	2,796	23.5	115	100	205	420	21.5
	B	125	0	80	205	1.6	25	0	135	160	4.2
	C	50	0	211	261	0.7	0	0	48	48	1.6
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*See Table 10.

伴って土壤中線虫密度もやや低下したが、B層(深さ11~20cm)では線虫密度の低下がみられないだけでなく逆に3.5倍に増殖し、この層へのバイデート処理の効果が劣ったことを示している (Fig. 19)。バイデート剤の効果は、シスト内の卵よりもふ化幼虫に高いとされ³⁸⁾、また一方、本線虫のふ化は18~22°Cで高まる⁸⁷⁾とされるが、5~6月の地温上昇は地表面に近いほど早いので幼虫密度の高まりは下層ほど遅れることになり、このことと薬剤処理後の薬効の持続期間との関係から効果が不十分であったものと推定される (Fig. 20)。また、対照の春播コムギ区の線虫密度は地表面近くの層で低下率が高い傾向であった。

考 察

土壌の深さ別線虫密度の消長は、寄主植物としての感受性ジャガイモの根量が多い表層(0~10cm)で線虫寄生量が最も多く、従ってそれだけ線虫の増殖率が高まり、根量の分布が線虫密度を左右することになる。このことは同時に線虫抵抗性

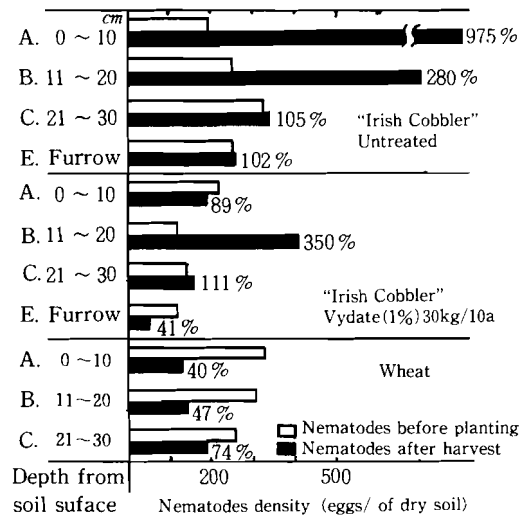


Fig. 19. Fluctuation of potato cyst nematode population among soil depths, Vydate treatment, or cultivation of susceptible potato

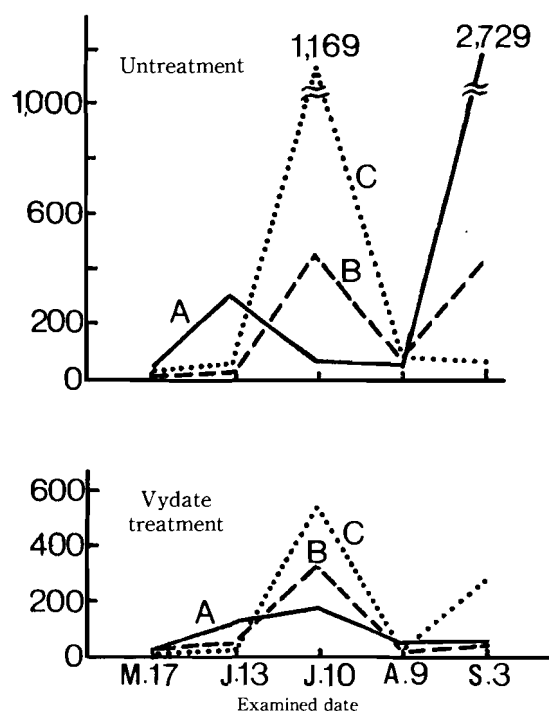


Fig. 20. Fluctuations of second stage larvae among soil depths and between Vydate treatment

A, B, C : See Fig. 18

品種 (たとえば「ツニカ」) を植えた圃場では、その根が土壤中に広く深く分布するほど線虫密度を低減させる効果が大きくなる。

第6節 ジャガイモシストセンチュウの蔵卵シストの温度耐性

ジャガイモシストセンチュウの低温または高温への耐性は、土壤凍結地帯での土壤中蔵卵シストの越冬の可否や、シストによる線虫汚染源としてのジャガイモ塊茎やその遊離土壤の熱処理など、本線虫の発生生態および防除上の基礎的知見として重要である。これらを明らかにするため次の試験を行った。

1. 低温耐性

材料および方法

ジャガイモ栽培土壌から分離・風乾した蔵卵シ

ストを用いた。1977年9月に3℃に保存し、翌年5月に50個のシストを150μm目のテトロン布に包み、所定水分の土壤あるいは蒸留水を入れた試験管 (18×180mm) に収容し、3℃に4日間予冷ののち、それぞれ-5, -10, -20℃の所定温度の低温室に3~160日間入れた。所定期間処理ののち、3℃に2日間保ち解凍した。シスト内の線虫卵の生死判別のため、シストを25℃の蒸留水に10日間保ち、これを破碎し、卵のけん濁液1mlに0.3mMピクロロン酸液10mlを加えて、25℃に保ち、30日間のふ化幼虫数を調べ、未ふ化卵を死虫とした。1区100卵以上、3反復。

結果および考察

試験結果はTable 12のとおりで、対照の3℃に保存した線虫卵は、乾燥土および湿潤土ともに最長の160日間ふ化率がほとんど変化しなかった。しかし蒸留水中の卵は処理日数とともにふ化率が次第に低下した。-5, -10, -20℃の各温度で処理した線虫卵のふ化率は、乾燥土では最低の-20℃、最長の160日間でも大きな変化がみられないのに、湿潤土および蒸留水中で低温処理した線虫卵のふ化率は-10℃、-20℃でとくに大きく低下し、また-5℃でも蒸留水中での80日以上処理ではふ化率は大きく低下した。結論として、ジャガイモシストセンチュウのシスト内の卵は乾燥条件下で強い低温耐性をもつことが示された。なお北海道に広く分布するダイズシストセンチュウは-24℃で18カ月間シスト内の卵で生存した⁷¹⁾、という報告がある。

2. 高温耐性

材料および方法

約0.5mlの蒸留水を容れた小型試験管 (12×105mm) に50個のシストを24時間予浸ののち50~80℃の所定温度の恒温水槽に30秒から20分間浸漬し、処理後直ちにシストを水中で破碎し、卵のけん濁液にアクリジンオレンジ⁸⁹⁾25,000倍液を加え、濃赤色に染色されたものを死虫とした。1区100卵以上、3反復。

結果および考察

高温度に対するジャガイモシストセンチュウの耐性に関する本試験は、短時間での線虫死滅を知

Table 12. Hatching rate of potato cyst nematode in cysts after treatment of low temperature.

Temp.	Medium* contained cysts	Period of treatment (day)						
		3	5	10	20	40	80	160
-20°C	DS	85.6	87.3	100.0	84.9	71.6	66.0	72.4
	WS	18.3	37.5	23.9	20.0	14.8	2.8	34.8
	DW	10.0	34.1	25.9	18.4	14.9	3.6	23.5
-10	DS	69.0	99.6	90.8	93.4	74.9	85.8	85.7
	WS	18.6	61.5	18.8	28.2	44.2	48.8	53.0
	DW	12.8	19.6	12.2	42.7	45.7	56.9	28.3
-5	DS	91.8	88.7	99.7	---	81.9	94.3	68.3
	WS	52.4	74.0	78.6	66.8	48.1	66.1	26.4
	DW	56.1	83.0	72.7	66.1	39.6	4.0	0.6
3	DS	90.4	77.7	66.1	78.7	87.3	99.4	83.0
	WS	80.1	66.5	98.1	78.0	83.4	100.0	88.8
	DW	81.5	70.3	42.1	36.7	70.6	50.0	10.1

*DS : Dry soil (Water content 6.2%)

WS : Wet soil (Water content 27.5%)

DW : Distilled water.

る目的で、60°C以上の高温を中心に行い、その結果、80°C—10秒、75°C—20秒、70°C—30秒でシスト内の線虫卵は100%死滅することが示された。また半分（50%）以上の線虫卵が死滅する温度—時間としては、50°C—15分、55°C—3～4分、60°C—1分、65°C—10秒であった（Table 13）。

なお、大部分の植物寄生性線虫は、湿熱の場合はほぼ50°C、30分以内で死滅するとされ⁹¹⁾、乾熱の場合はさらに高温に耐えられるとされる。これよりも低い温度域では、39°Cで48時間、40°Cで24時間以上で死滅²⁹⁾という報告がある。

第7節 ジャガイモの生育時期と 根部滲出液のふ化促進効果

ジャガイモシストセンチュウの寄主植物であるジャガイモ、トマト、ナスなどのナス科を中心に2、3の非寄主植物を含めて、それらの根から分

泌されるある種の物質がジャガイモシストセンチュウの卵を刺激し幼虫のふ化を促す事実が知られている⁶⁸⁾。この物質は未だ単離されておらず、その本体は不明であるが、ふ化促進物質と呼称されている。この生理活性物質の一つであるふ化促進物質は、ジャガイモシストセンチュウ汚染圃場において線虫卵のふ化を人為的に制御することも可能な物質として注目されている。将来、この生理活性物質を用いたシストセンチュウの生態的防除の成功が期待されている。ここでは、この物質が産出されるジャガイモの生育時期を知る目的でジャガイモの生育期別に採取した根部滲出液と根磨碎汁液を供試し本線虫のふ化率を調べた。

材料および方法

ジャガイモの根部滲出液は次の2つの方法で採取した。

〔1〕網室内で、川砂を入れた1/5000aの樹脂製ワグネルポットに「農林1号」の種いもを1974年5

Table 13. Tolerance of potato cyst nematode eggs in cysts to high temperature.

Temp.(°C)	Times	Mortality	Temp.(°C)	Times	Mortality
80	30 sec.	100.0	60	5min.	98.3
	20	100.0		3	93.4
	10	100.0		2	91.4
	5	98.4		1	66.9
75	30 sec.	100.0		30 sec.	7.5
	20	100.0	55	10min.	85.2
	10	97.8		7	87.8
	5	81.9		5	81.8
70	30 sec.	100.0		3	46.6
	20	99.7		1	14.9
	10	88.1	50	20min.	66.5
	5	82.1		15	50.9
60	60 sec.	97.1		10	41.4
	50	99.2		5	13.4
	40	97.3		3	12.6
	30	83.9		1	22.4
	20	90.1	Untreated(Room temp.)		6.5
	10	64.5			

Mortality was estimated by the eggs deep red stained by the Acridine orange staining ($\times 25,000$, 25°C , 48hrs.).

月7日に植付け、以降所定の時期にポット当たり1.5lの水道を砂の表面に注ぎ、48時間後に底部の水抜口を開いて滲出液を採り、漏紙(No.2)で漏過し、これに水道水を加えて1lの原液を得た。なお根部は磨碎汁液の試験材料に供した。1区は3ポットを供試した。

〔2〕川砂を入れた約1m²、深さ約20cmの木箱に1974年5月7日種いもを植付け、それぞれのジャガイモ株を所定の滲出液採取日の20日前に別の川砂を入れた1/5,000aのポットに移植した。滲出液の採取法〔1〕に同じ。

根の磨碎汁液の調製は、水洗した根10gを0.2lの水水道水とともにミキサーにかけ、これを漏紙(No.2)で漏過し、水を加えて0.5lの原液とした。

ふ化試験法は次のとおりである。1974年5月に真狩村の圃場から分離し風乾した蔵卵シストを用い、その100個を小型試験管に入れ、ゴム栓をして5°Cに保存し、ふ化調査時に試験管に1mlの水

を加え、25°Cに5日間保ったのちシストを破碎し、水を加えて40mlとし、よくかき混ぜて1mlをシラキウス時計皿にとり、これに上記滲出液の原液、10倍液、100倍液の5mlを加え25°Cに保ち、以降30日間のふ化幼虫数からふ化率を算出(3反復)した。対照として蒸留水中のふ化率を調べた。

結果および考察

Table 14に各処理区のふ化率を示した。根部滲出液のふ化率のピークはジャガイモの開花始一塊茎形成始の7月8日にみられ、この時期は堤(1976)⁸⁶⁾の結果にほぼ一致した。なお、別途に行った生育調査によるとジャガイモの根量の最も多い時期でもある。ふ化率は希釈倍率が高くなるにつれて低下した。処理間ではポット栽培区(Table 14の〔1〕)と滲出液採取20日前ポット移植区〔2〕との間では、後者(移植区)のふ化率がやや高い傾向ではあるが大きな相違とは考えられない。根の磨碎汁液によるふ化率は根部滲出液

Table 14. Conditions for collecting the potato root diffusate and the influencing the hatching of potato cyst nematode.

Root diffusate	Dilution rates	Collection date of root diffusate and the hatching rates						
		May 30	June 18	July 8	July 28	Aug. 19	Sep. 12	Sep. 30
From ¹⁾	Crude	6.1	54.3	65.4	18.1	16.6	3.8	4.6
potted	× 10	5.3	17.9	56.1	22.6	14.2	6.4	1.4
tuber	×100	0.4	6.2	18.9	10.0	1.5	0.4	3.1
From ²⁾	Crude	6.1	63.1	79.5	34.6	22.2	0	0.8
transplanted	× 0	5.3	16.8	59.6	19.3	10.4	2.4	0
seedling	×100	0.4	6.5	18.7	6.5	5.2	1.4	4.1
From ³⁾	Crude	5.9	11.4	26.3	2.2	5.5	0	0
marcerated	× 10	1.6	11.2	24.0	1.1	0.9	0.6	1.4
root	×100	0	5.6	5.5	5.7	3.4	0	6.8
Didtilled water	-----	0	1.8	1.8	5.7	9.9	0	2.7

1) A potato tuber "Norin No.1" was planted at May 7 into 1/5,000a Wagner pot filled with river sand. A 1.5l of water was added to the soil surface, and the draining water was collected after 48 hours saturation. A 1l crude liquid was obtained.

2) A potato seedling was transplanted to a pot with an interval of collecting root diffusate. Collecting method of root diffusate is same as¹⁾.

3) A 10g of root was homogenized with 0.2l of water. A 0.5l of crude liquid was obtained.

によるよりも低率に経過したが、傾向としては同様であった。蒸留水中でも低率ながらふ化がみられた。

根部滲出液の2つの採取方法の違いは、ジャガイモの根から分泌されるふ化促進物質の根圏土壌への滲出の時期が、〔1〕のポット栽培区のようにジャガイモ植付日から滲出液採取日までの長期にわたるのか、それとも〔2〕のポット移植区のように移植日から滲出液採取日までの比較的短期間（本試験では20日間）に限定されるのかを判別できることである。試験の結果、両方法のいずれによっても根部滲出液の示すふ化率に有意な差が示されず、このことはジャガイモがその根からふ化促進物質を分泌する時期が後者の方法による比較的短期間に集中することを示している。

第8節 ジャガイモシストセンチュウの寄主植物としてのトマトの被害

トマトはジャガイモとともにジャガイモシストセンチュウの重要な寄主作物の一つであるが、ここではわが国で育成されたトマト品種・系統に対する本線虫の寄生性および線虫密度と被害の関連を調べた。

材料および方法

トマト品種・系統への寄生度を調べるためにトマト29品種・系統を用い、対照として寄生型 Ro 1 に抵抗性とされる英国の Glasshouse Crops Research Institute より入手した *Lycopersicon peruvianum* B6001 (P.I.126926)¹²⁾ を供試した。径 15cm の素焼鉢に真狩村の線虫土壌 (42卵/乾土 1 g) を入れ、播種24日後の稚苗を各鉢に 2 本ずつ 6 月17日に植えて82日間栽培し、根の表面の雌成虫

およびシストを調べたほか、根を酸性フクシン加用クラトフェノール液で処理し、組織中の寄生虫数を調べた。1区5鉢とし1976年に実施した。

つぎにトマトにおよぼすジャガイモシストセンチュウの被害を知るため「福寿2号」、「強力五光」の2品種を供試し、真狩村の線虫高密度土壌(240卵/乾土1g)、これに無線虫土壌を混和した中密度土壌(42卵/乾土1g)、無線虫土壌の3段階で、径15cmの素焼鉢に播種24日後の稚苗1本を6月17日に植え、線虫寄生量とトマトの生育を調べた。各区5鉢とし、1976年に実施した。

結 果

移植より82日を経過したトマトでは、雌成虫やシストが全ての品種・系統に高率で認められ、線虫抵抗性を示すものは一つも見い出されなかった。これに対し野生種 *L. peruvianum* B6001 (P. I.126926)では、2期、3期幼虫で線虫の成長が止まり、供試した真狩村線虫に関する限り抵抗性が確認された。なお、トマトの個体当たり寄生数500頭以上の品種が多い中で、台木用トマト「BF興津101号」は比較的寄生数が少なかった (Fig. 21)。

なお本調査ではつぎのことが観察された。ジャガイモシストセンチュウの寄生によりトマト品種・系統は、根が肥大してサツマイモネコブセンチュウのコブに似た症状を呈した (Fig. 22)。このコブ症状は大多数の供試品種・系統にみられたが、そのうち前述の「BF興津101号」では明らかに少なく、またトマト野生種では全く認められなかった。

ジャガイモシストセンチュウによるトマトの被害をみるため供試した「福寿2号」および「強力五光」の両品種は、個体当たり寄生虫数では中密度以上でともに多いが、ジャガイモシストセンチュウによる生育阻害は明らかに「福寿2号」の方が大きく現われた。この傾向は中密度以上の茎長の経過でもはっきりし、「福寿2号」は「強力五光」に比べジャガイモシストセンチュウの被害の大きい品種である (Table 15)。

考 察

供試トマト品種・系統の中にジャガイモシストセンチュウに抵抗性を示すものはなかった。本線

虫により広くトマトに被害がみられる英国を中心に、抵抗性を持つトマト野生種が古くから探索され、その結果、*L. pimpinellifolium*^{10,12,19,62)}、トマトと *L. pimpinellifolium* の交配種^{10,19)}、*L. esculentum* var. *cerasiforme*¹⁰⁾、*L. peruvianum*^{10,12,46,62)}、*L. peruvianum* var. *humifusum*¹⁰⁾、*L. hirsutum* var. *glabratum*^{10,19)} などが見い出されたが、同種でも系統によって抵抗性を持つものと持たないものがある^{10,12,46)}。なお本試験で用いた *L. peruvianum* B6001 (P. I.126926) は英国の寄生型A (現在の Ro 1) に抵抗性の系統である¹²⁾。トマトにはサツマイモネコブセンチュウに抵抗性のある品種が多数育成され、たとえば山川¹⁰⁴⁾によると、スーパー宝冠、宝冠NFR、端光、強力五光、強力日光1号、強力TVR、NFR-2、NFR-3、あずま、などである。これら



Tomato, NER-3

Fig. 22 Swellings or galls of tomato root caused by the potato cyst nematode.

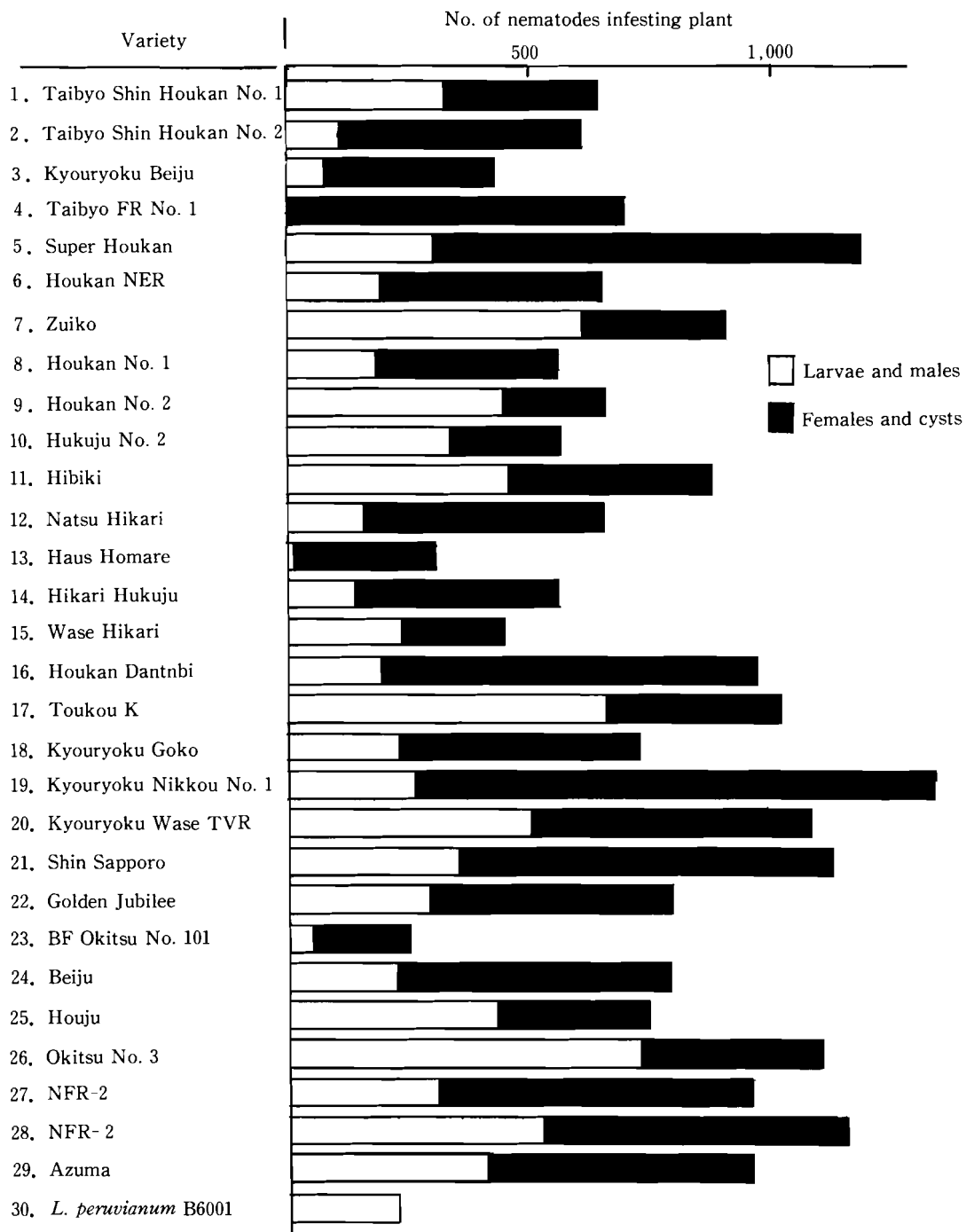


Fig. 21. Number of potato cyst nematodes infesting tomato varieties or strains

Table 15. Number of potato cyst nematode infesting tomato roots and growth and yields of tomato plants.

Variety	Pre-plant nematode population (eggs/g of soil)	Nematode			Tomato				
		Larvae • Males	Females • Cysts	Total	Stem length (cm)	Stem & leaf wt. (g)	Root wt. (g)	No. of fruits	Fruits wt. (g)
Hukuju	240	1,083	198	1,281	18.3	7.7	2.0	0	0
No.2	42	756	483	1,239	28.6	33.0	9.4	1.4	16.8
	0	0	0	0	51.2	100.4	15.0	2.6	51.6
Kyouryoku	240	1,436	362	1,798	27.3	26.3	12.0	0.8	7.5
Goko	42	1,015	245	1,260	33.5	42.5	14.0	1.5	20.5
	0	0	0	0	32.8	38.8	19.4	1.4	16.0

Cultured in a 15cm clay pot.

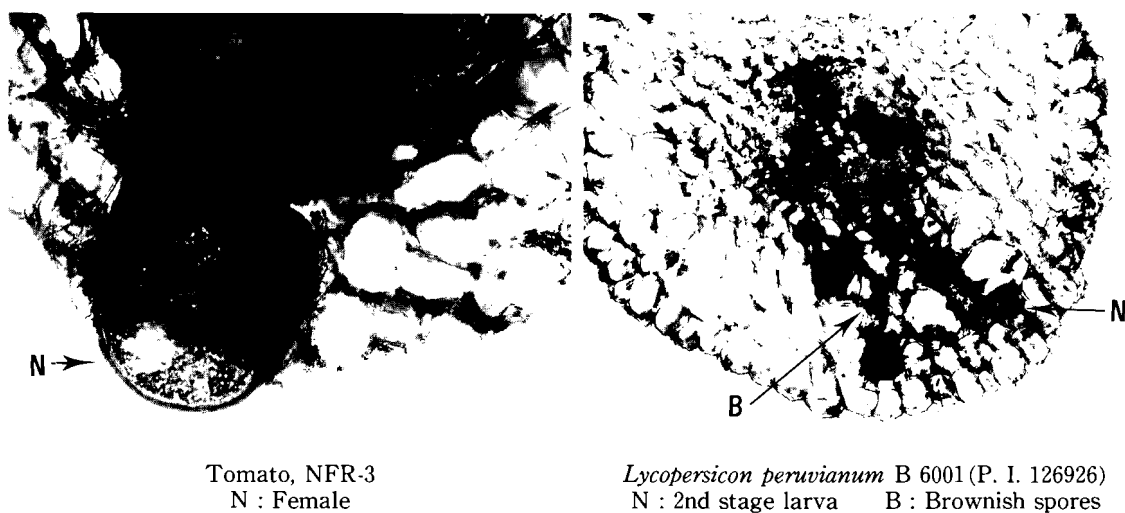
Examined on Aug. 19, 1976.

の多くは *L. peruvianum* (P.I.128657) と栽培トマトとの種間雑種から育成された Anahu を親としている¹⁰³⁾。

本線虫の寄生によりトマトの感受性品種の根に肥大やコブ症状が示されることはすでに知られている¹⁰⁾。このコブを切断すると維管束部の組織が

崩壊し、肥大しており、抵抗性の野生種では幼虫の寄生部位に褐変細胞が見られた (Fig. 23)。

線虫による被害度が「強力五光」で「福寿2号」よりもやや軽かったとはいえ、両品種とも大きな被害を受けるので、将来に向けて抵抗性品種の育成が必要と考えられる。

**Fig. 23** Microphotographs of potato cyst nematode infesting susceptible tomato (left) and resistant *Lycopersicon peruvianum* (right).

第IV章 ジャガイモシストセンチュウの防除技術

第1節 輪作によるジャガイモシストセンチュウの密度変動とジャガイモ収量⁸⁹⁾

異なる輪作年限での線虫密度の年次変動およびジャガイモ被害を明らかにし、ジャガイモシストセンチュウ防除のための適正な輪作体系を検討する。

方 法

真狩村の高密度圃場(430卵/乾土1g)に1973年より連作区と2年, 3年, 5年, 7年, 9年の各輪作区を設け, さらに4年目からは全区に抵抗性品種「ツニカ」を輪作様式(連作区を含む)に組合せ, 各区の線虫密度の変動と作物の生育収量を調査した。1区240m²。

連輪作様式は次のとおりである。

連 作: ジャガイモの連作

2年輪作: 春播コムギ—ジャガイモ

3年輪作: アズキ—テンサイ—ジャガイモ

5年輪作: 春播コムギ—アズキ—テンサイ—トウモロコシ—ジャガイモ

7年輪作: 春播コムギ—トウモロコシ—アズキ—テンサイ—アカクロ—ローバー—ジャガイモ

9年輪作: 春播コムギ—テンサイ—トウモロコシ—アズキ—ルーサン—ルーサン

—ルーサン—ルーサン—ジャガイモ

なお供試品種はジャガイモ「紅丸」, 「ツニカ」, 春播コムギ「ハルヒカリ」, トウモロコシ「クインアン」, アズキ「宝小豆」, テンサイ「モノヒル」, ルーサン「デュピー」, アカクロ—ローバー「ハミドリ」である。

耕種法は各年ともほぼ慣行によった。

結 果

1. 輪作による線虫密度の変動

1) ジャガイモおよび非寄主作物栽培による線虫密度の変動

ジャガイモまたは非寄主作物の栽培による線虫密度の変動を, それぞれの収穫後の線虫密度と前年収穫時のそれとの対比で求めた (Table 16)。

ジャガイモ栽培後の線虫密度は, 線虫感受性品種「紅丸」では平均約7倍に増加し, 逆に線虫抵抗性品種「ツニカ」では線虫密度は約30%にまで低下した。非寄主作物栽培後の線虫密度は, 前作に関係なく全体を平均すると前年度収穫後の密度の68%に低下した。しかしこの減少率は当然ながら前作物の種類によって異なり, とくにジャガイモが前作の時はジャガイモ感受性品種収穫後の線虫密度がいちじるしく高まるので, それとの比較で次年度の非寄主作物栽培による減少率は大きく示されるようである。ただし, 前作が「紅丸」の

Table 16. Nematode population after harvest of potato or non-host crops.

Crop	% nematode population to those after harvert of the previous year*
Potato "Benimaru" (Susceptible)	706.1±443.9 (n=28)
Potato "Tunika" (Resistant)	29.5± 7.5 (n=14)
Non-host crops	68.0± 10.3 (n=59)
After potato "Benimaru"	40.6± 9.2 (n=12)
After potato "Tunika"	39.0± 19.0 (n= 5)
After non-host crops	74.1± 27.4 (n=40)

*0.95 confidence intervals

場合と「ツニカ」の場合で減少率に大きな差異がみられないのは興味ある点である。

本試験で非寄主作物として供試したのは、コムギ、アズキ、テンサイ、トウモロコシ、アカクロバ、ルーサンであるが、各作物別に栽培後の線虫密度減少率を比較すると Table 17のとおりである。

この場合も、非寄主作物の栽培により線虫密度は前年収穫時のその70～80%まで減少するものの、前年度にジャガイモを栽培した後のほうがジャガイモ以外の場合よりも減少率としては大きく35～50%まで低下した。

2) 輪作様式の違いによる線虫密度の変動

異なる輪作様式に基づいて作物を栽培し、毎年、作物収穫後の9月上旬～10月上旬に線虫密度を調べ、試験期間中の線虫密度の変動を比較した (Fig. 24)。

ジャガイモ連作区では、4年目以降に線虫感受性品種「紅丸」と線虫抵抗性品種「ツニカ」のいずれを植付けるかにより以降の線虫密度の推移は大きく異なった。感受性品種の場合は一般に、線虫密度とジャガイモ生育との相互関係から、線虫密度が乾土1g当たり200～700卵の高水準の範囲内で推移した。一方、線虫抵抗性品種「ツニカ」の連作区では、1作で線虫密度は約70%低下し、

6年間の連作で初期密度の552卵/乾土1gが、3（初期密度の0.5%）に低下した。

輪作区についてみると、2年輪作区は春播コムギとジャガイモの交互作であるが、ジャガイモが「紅丸」の場合は、コムギ栽培により密度減少率としては約60%と大きいものの実質密度は「紅丸」の連作並みの高密度に推移した。しかしジャガイモが「ツニカ」の場合は、6年間の交互作により当初密度の158卵/乾土1gからわずか5卵（3.2%）となった。他の輪作年限の長い区でも同様に非寄主作物や抵抗性「ツニカ」の栽培により線虫密度は徐々に低下し、最も長い9年輪作区では非寄主作物8年間の栽培で22卵まで低下した。しかしこれも9年目の「紅丸」栽培で線虫密度は1挙に当初（1973年）の水準まで戻り、一方、「ツニカ」では密度はさらに低下して6卵（当初の1.3%）となった。

2. 輪作によるジャガイモの収量

試験した各輪作様式におけるジャガイモの収量を Table 18に示した。

各輪作区の「紅丸」の上いも重は、同年次の連作区のそれと比較して、2, 3, 5, 7, 9年輪作区がそれぞれ97, 123, 132, 157, 141%となつて、輪作年限の長さに応じて（つまり Fig. 24に示されたように、線虫密度の低下順に、と考えてよ

Table 17. Nematode population after harvest of some non-host crops which differ from the preceding crops.

Crops	Preceding crops	% nematode population to those after harvest of the previous year*
Wheat	Potato "Benimaru"	41.5±10.9 (n=10)
Wheat	Potato "Tunika"	36.0±25.3 (n= 4)
Adzuki bean	Potato "Benimaru"	36.0 (n= 2)
Adzuki bean	Potato "Tunika"	51.0 (n= 1)
Sugar beet	non-host crops	79.8±18.3 (n=14)
Adzuki bean	non-host crops	70.0±21.9 (n= 8)
Sweet corn	non-host crops	74.8±21.3 (n=10)
Red clover	non-host crops	69.0 (n= 2)
Lucerne	non-host crops	66.7±21.9 (n= 6)

*0.95 confidence intervals.

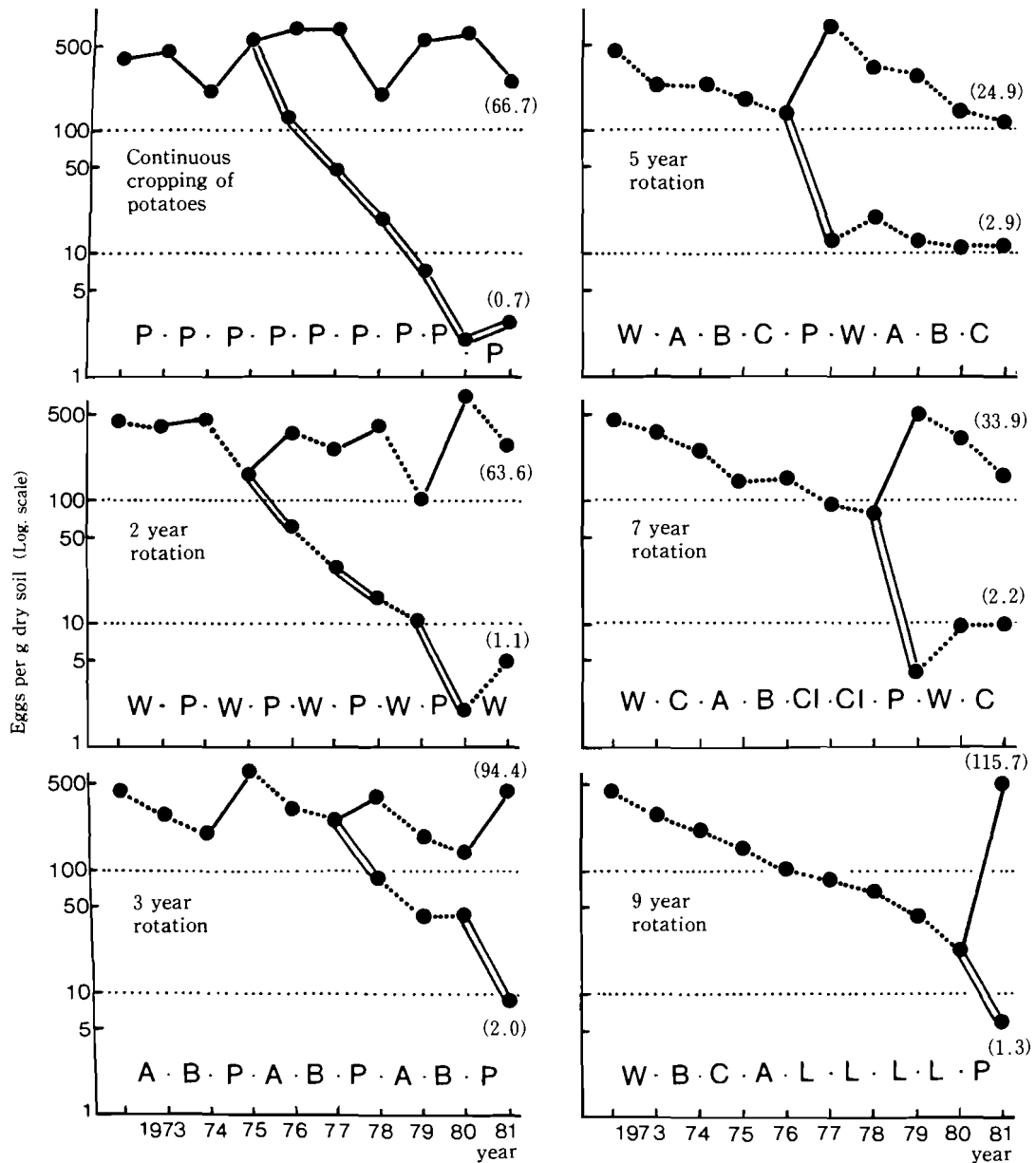


Fig. 24. Crop rotations and fluctuation of potato cyst nematode

P : Potatoes, — "Benimaru", == "Tunika", Non-host crops,
 W : Wheat, B : Beet, A : Adzuki bean, C : Sweet corn, Cl : Red clover,
 L : lucerne

Figures in parenthesis indicate % to initial population in 1972

Table 18. Potato yields at different rotations.

A. "Bemimaru"

Plots	1st y. 1973	2nd y. 1974	3rd y. 1975	4th y. 1976	5th y. 1977	6th y. 1978	7th y. 1979	8th y. 1980	9th y. 1981
Continuous cropping	1,725	944	2,635	1,334	2,081	2,037	2,269	2,350	1,548
2 year rotation	-----	916 (97)	-----	1,401 (105)	-----	2,994 (147)	-----	2,773 (118)	-----
3 year rotation	-----	-----	3,241 (123)	-----	-----	2,791 (137)	-----	-----	2,260 (146)
5 year rotation	-----	-----	-----	-----	2,747 (132)	-----	-----	-----	-----
7 year rotation	-----	-----	-----	-----	-----	-----	3,562 (157)	-----	-----
9 year rotation	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	2,183 (141)

B. "Tunika"

Plots	1st y. 1973	2nd y. 1974	3rd y. 1975	4th y. 1976	5th y. 1977	6th y. 1978	7th y. 1979	8th y. 1980	9th y. 1981
Continuous cropping	-----	-----	-----	2,661	1,625	2,003	2,002	2,089	2,014
2 year rotation	-----	-----	-----	2,501 (94)	-----	3,185 (159)	-----	3,217 (154)	-----
3 year rotation	-----	-----	-----	-----	-----	2,364 (118)	-----	-----	2,920 (145)
5 year rotation	-----	-----	-----	-----	3,088 (190)	-----	-----	-----	-----
7 year rotation	-----	-----	-----	-----	-----	-----	3,744 (187)	-----	-----
9 year rotation	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	2,477 (123)

Figures indicate the potato yields (kg/10a).

Figures in parenthesis indicate % yields to those of continuous cropping.

い)「紅丸」の被害が軽減される傾向にある。一方、抵抗性の「ツニカ」でも試験開始当初は「紅丸」と同様な傾向が示されたが、その後この品種がジャガイモシストセンチュウ以外の原因（8月中旬から急速に萎凋・黄化，早期枯死する病害，半身萎凋病⁶⁴⁾）の影響を受けたため輪作による増収が必ずしもはっきりしなくなった。しかし，5年，

7年，9年輪作区の「ツニカ」の収量は，同年次の連作区のその190，187，123%と高かった。なお9年輪作区の「ツニカ」の増収率が比較的低いのは，前作物ルーサンの鋤込みで窒素過多となり徒長したためと考えられる。

つぎに各連輪作様式における「紅丸」と「ツニカ」の上いも重の平均を Table 19に示した。

Table 19. Types of rotation and the potato yields in field.

Variety	Rotation	Potato yield(kg/10a)		n	% to uninfested field
Benimaru (Sus.)	Uninfested field	4,533.1	± 1,015.5	8	100
	4 year rotation	2,993.0	± 613.4	4	66
	3 year rotation	2,761.3	± 497.8	3	61
	2 year rotation	2,173.5	± 938.8	4	48
	Continuous cropping	1,881.0	± 538.3	9	41
Tunika (Res.)	Uninfested field	4,022.7	± 796.1	6	100
	4 year rotation	3,302.7	± 456.7	3	82
	3 year rotation	2,641.5	± 385.4	2	66
	2 year rotation	2,967.0	± 395.9	3	74
	Continuous cropping	2,065.7	± 334.6	6	51

Potato yields : Mean ± Standard deviation

「紅丸」では、無線虫圃場（真狩村見晴の線虫未検出の4年輪作圃場）に対して連作区では41%に減収し、輪作年限が長くなるにつれてこの度合は軽くなった。線虫抵抗性の「ツニカ」も線虫寄生の影響は受けるが、減収度合では「紅丸」よりも軽く、4年輪作区では、「紅丸」が無線虫圃場の66%に対し「ツニカ」は82%であった。

考 察

線虫高密度圃場に連・輪作区を設け、異なる輪作年限での線虫密度の変動とジャガイモ収量を調べた。

土壌中のジャガイモシストセンチウ密度をジャガイモ収量への影響が少ないと考える乾土1g当たり10卵以下(第III章, 第2節参照)とするには、非寄主作物栽培による密度低下が1作当たり約30%であるため、この計算でいくと線虫密度をゼロに近づけるには10年以上の非寄主作物の栽培が必要になる。またジャガイモ栽培圃場に翌年非寄主作物を栽培した場合の線虫密度の低下率が高いのは第III章, 第3節で示したとおり、前年度ジャガイモ根に形成された新しいシストからの幼虫ふ化率が古いシストからの幼虫のふ化率よりも高いためと考えられる。

Ellenby ほか⁹⁾によると黄色雌成虫からのふ化率は褐色シストのそれよりも高く、褐色シストの

ふ化率が低いのはシストがその形成過程で真の休眠に入るためと推察している。非寄主作物の中に積極的に線虫のふ化を促すようなものがあれば線虫密度低下のために有効である。これについて、イネ科雑草や禾穀類の根部滲出液にそのような効果があるとする報告^{47,84,85)}や、それを追試によって否定した報告^{20,60)}などがあるが、本試験に供した非寄主作物には線虫密度低下に有意にはたらく種類は見当らなかった。

抵抗性品種「ツニカ」を栽培すると線虫密度を約70%低下させ、「ツニカ」の4年連作後の線虫密度は乾土1g当たり10卵以下となり、また「ツニカ」と非寄主作物との交互作では、非寄主作物2年と「ツニカ」3年の5カ年間で10卵以下となった。ただし、「ツニカ」の線虫密度低減効果は大きい、連作すると半身萎凋病の多発という問題もあり、さらに抵抗性品種を連作しつづけると今は確認されていない新しいパソタイプが出現する危険もあるので、抵抗性品種であっても連作は避けるべきである。

以上のことから、輪作は本線虫の密度低下に有効な手段といえるが、本研究での試験例のように、8年間非寄主作物を栽培したあと9年目にジャガイモの線虫感受性品種「紅丸」を1作しただけで連作並みの線虫密度に戻っている。したがって線

虫感受性ジャガイモを用いる限り、いかなる輪作様式によっても積極的な線虫密度の低下は計れないことになるが、一方、冷涼な北海道の基幹作物の一つであるジャガイモを、もはや本線虫の発生地帯では栽培できない、というのでは農業経営上好ましいことではない。本試験でも4年輪作により「紅丸」の収量は無線虫圃場に栽培したその約70%が得られているので、輪作に加えて有機物の還元等による地力向上を計れば収量は上がるものと期待される。また後述するように、線虫密度の増加抑制と被害回避に殺線虫剤を併用すると4年程度の輪作が最も合理的と考えられる。

第2節 ジャガイモシストセンチュウ抵抗性品種の探索と利用^{21,81)}

北海道に分布するジャガイモシストセンチュウ、パソタイプ Rol. (第I章、第3節) に対する抵抗性品種探索のため1973年に真狩村豊川の線虫高密度圃場において、外国産を含むジャガイモ野生種、一般栽培品種・系統、育成中の系統を供試して線虫寄生度(第II章、参照)、ジャガイモ収量、地域適応性などを検討した。

1. ジャガイモ野生種の線虫抵抗性 方 法

ジャガイモを連作した線虫高密度圃場(乾土50g当たり蔵卵シスト数240)にジャガイモ野生種48系統、各10株を畦幅66cm、株間40cmで栽培(5月23日植付)し、7月17日にシスト寄生度および寄生虫数を調べた。

結 果

Table 20に示す。シスト寄生度の調査は黄色雌成虫が最も多い時期とした。

供試野生種系統の中でシスト・雌成虫が全く認められなかったものは、*Solanum aldigena* 34系統のうちの1系統 *S. andigena* 2504, *S. famatiniae* 3系統, *S. vernei* 5系統, *S. oplocense* 1系統, *S. multidissectum* 1系統の計11系統であった。

2. 一般栽培ジャガイモ品種・系統の線虫抵抗性 方 法

一般栽培品種・系統を集め、1973年に176, 1974

年に62を供試した。前項の野生種と同じ線虫密度圃場で試験したが、対照としての無線虫圃場は1973年は北海道農業試験場作物第一部畑作物第二研究室(恵庭市島松)の品種保存試験圃場、1974年は真狩村見晴の線虫未検出圃場とした。栽培は慣行により、試験は各品種・系統10株を2反復した。

結 果

1973年試験

供試品種・系統は北海道農業試験場作物第一部畑作物第二研究室が保存する10a 当たり上いも重2t以上のものであったが、供試全品種・系統にシストが寄生し感受性であった。比較的寄生指数(第II章)の低かったものとして、「Kameraz」(寄生指数25)、「根育10号」,「岩手4号」,「神谷薯1号」,「金時薯」,「四国在来2号」,「Vorani」,「ピホロ」(以上26~50)があげられる。これらの中で収量性の高い一般品種として「金時薯」,「根育10号」,「岩手4号」が選ばれた。またシスト寄生量は多いが収量性の高い品種として「農林1号」,「エニワ」などが選び出された。これら耐性品種は外国では「Multa」などが知られている²⁴⁾。

1974年試験

前年供試した中から57の品種・系統、およびヨーロッパから導入の5抵抗性品種、計62品種・系統を供試したが、シスト寄生指数(7月17日)が「Mara」,「Prevalent」,「Ehud」は0,「ツニカ」は2.5でいずれもジャガイモシストセンチュウに対して強い抵抗性を示した。なお、これら導入抵抗性品種はすべて冬期間温室で栽培され、翌年春期に収穫した種いもを直ちに植え付けたため休眠が破れず萌芽が遅れ、本来の収量は得られなかった。

3. 抵抗性品種・系統の線虫抵抗性と収量 方 法

線虫抵抗性の定義として、第III章、第3節で示したように、ふ化幼虫が根に寄生するものの雌成虫・シストまで発育できないような品種、つまり線虫が根組織で1世代を全うできないような品種をいう。

北海道農業試験場作物第一部畑作物第二研究室お

Table 20. Infestation of wild potato species by potato cyst nematode.

Wild species	Cyst infestation degree (July 17)	Nematodes infesting per plant (July 17)			
		Larvae	Males	Females • Cysts	Total
<i>S. andigena</i> var. Puca Paltacc(PI. 186178)	0 ~ 2	550	150	60	760
" chinckaoense(A-138)	1 ~ 2	960	190	110	1,260
" Herrerae(A-227)	1 ~ 3				
" fomna ccaspa sun chchu(A-479)	3				
" ccompetillo(A-257)	2 ~ 3				
" cotopaxicum(A-27)	3				
" mocco sencca(A-277)	2 ~ 3				
" vayancancanense(A-121)	3				
" tungurahuese(A-66)	3				
" Yurac(A-420)	0 ~ 1	1,170	380	30	1,580
" (H) 174/2/1(R 58/55)	2	120	120	0	240
" 2154	3				
" 2504	0	300	150	0	450
" Koillu(cs 91)	2 ~ 3	320	250	40	610
" Luru(cs 97)	2 ~ 3				
" Bola(cs 98)	0 ~ 1	790	350	140	1,280
" Criolla(cs 99)	0 ~ 1	370	180	20	570
" Yurrae pacco(cs 101)	2 ~ 3	400	230	10	640
" Ccoillo(cs 104)	2 ~ 3	1,020	220	30	1,270
" Criolla(cs 105)	0 ~ 1	1,620	190	10	1,820
" Bola(cs 106)	1 ~ 3	740	170	10	920
" Pinko(cs 119)	2 ~ 3	930	530	30	1,490
" (Sin nombre)(cs 128)	0 ~ 2	540	410	70	1,020
" Criolla(cs 130)	0 ~ 3	970	360	60	1,390
" Bola Runa(cs 134)	0 ~ 2	710	240	20	970
" Juez Derecho(cs 148)	0 ~ 1	960	470	70	1,500
" Huaca Lajra(cs 150)	3				
" Sacambay(cs 153)	1 ~ 2	750	220	0	970
" Chuju(cs 155)	1 ~ 2	750	230	90	1,070
" Chupi(cs 158)	1 ~ 2	440	310	10	760
" Malcachi(cs 166)	3				
" Collaraja(cs 186)	1 ~ 2	680	210	10	900
" chocclos(cs 232)	3	250	150	10	410
" choguillos(cs 421)	3				
<i>S. faratinae</i> (PI 208876)	0	400	40	10	450
" R & H-1892(R 58/75)	0	980	40	0	1,020
" H 144(R 58/78)	0	530	30	0	560
<i>S. vernei</i> (41/6R)	0	230	60	0	290
" (D/1421)	0	800	140	30	970
" VI/15/3(R 58/381)	0	180	40	0	220
" Campito(R 58/389)	0	120	10	0	130
" ssp. ballsii(54.2/21)	0	410	10	10	430
<i>S. oplocense</i> (PI 265885)	0	30	0	0	30
<i>S. multidissectum</i> (PI 210043)	0	510	120	0	630
W 69220-1 × [W654208-H4 × <i>S. vernei</i> (181)]	0 ~ 1	1,450	980	0	2,430
W 3 694402-1{[<i>S. demissum</i> × <i>S. ballsii</i> (91)]} × Hochprozentige	2	160	180	0	340
W 3 694402-2{ " }	0 ~ 1	260	290	0	550

Tubers in this test were those provided from the Potato Breeding Lab. of Hokkaido Nat1, Agric. Exp. Stn. For cyst infestation degree see Fig. 3. Examined 5 plants each.

Table 21. The sources of potato varieties and strains tested for resistance to potato cyst nematode

Varieties or Strains	Country originated	Gene of resistance	Crossing		Examined year
			Embryo parent	Pollen parent	
Ehud	Netherlands	H ₁	Prevalent	Karna 149	1975—'82
Tunika	East Germany	H ₁	Lü/N 186/21N	Lü 51, 182/2	1975—'82
Skutella	East Germany	H ₁	Spekulla	Frühmöllex Gülz 633	1975—'77
Mara	Netherlands	H ₁	Ehud	22731	1975, '77
Prevalent	Netherlands	H ₁	Ambassadeur	Loman M54-106-1	1975—'77
Prominent	Netherlands	H ₁	Prummel 55-285	Prummel 55-259	1976—'79
Hokkai No. 63	Japan	H ₁	Irish Cobbler	Tunika	1980—'82
Hokkai No. 64	Japan	H ₁	Tunika	WB 61073-4	1980—'82
Hokkai No. 65	Japan	H ₁	Tunika	WB 61073-4	1981—'82
Hokkai No. 66	Japan	H ₁	Tundka	Priekulsky Rannij	1981—'82
Shimakei No. 525	Japan	H ₁	Irish Cobbler	Tunika	1980—'82
Shimakei No. 530	Japan	H ₁	Tunika	WB 61037-4	1981—'82
Shimakei No. 532	Japan	H ₁	Irish Cobbler	Tunika	1981—'82
Shimakei No. 533	Japan	H ₁	Tunika	WB 68057-38	1982
Shimakei No. 534	Japan	H ₁	Tunika	WB 61037-4	1982
Konkei No. 55	Japan	H ₁	Maris Piper	Spartaan	1980—'81
Nourin No. 1	Japan	h	Irish Cobbler	Deodara	1975—'82
Benimaru	Japan	h	Lembke Frühe Rosen	Pepo	1976—'82

Resistance genotype, H₁ : Resistance to pathotype Ro 1 of *G. rostochiensis*, h : Susceptible to pathotype Ro 1.

よび北海道立根釧農業試験場馬鈴しょ科より、ジャガイモシストセンチュウに対する抵抗性が期待される16品種・系統の提供を受け供試した (Table 21)。供試圃場、耕種法は前項2に同じ。試験は乱塊法により2～3反復した。

結 果

供試品種・系統の線虫寄生量、栽培期間中の線虫密度を Table 22に示した。幼虫侵入盛期の6月中旬～下旬の株当たり寄生虫数は、根寄生直後の幼虫である2期幼虫でみるかぎりいずれの抵抗性品種・系統も感受性品種と大差ないが、2期幼虫以降の3期、4期幼虫数では感受性品種よりもはるかに少なくなり、雌成虫・シストおよび雄成虫数では一層このことがはっきりした。さらに7月中～下旬のシスト寄生指数の差異はこのことを

はっきり裏づけている。なお、ジャガイモ栽培前後の土壌中線虫密度の増減でみると、大部分の供試品種・系統はその栽培により線虫密度を20～40%まで大きく低下させている。

供試した抵抗性品種・系統の線虫高密度圃場における収量を無線虫圃場でのそれと比較して Table 23に示した。

抵抗性品種・系統の収量は無線虫圃場のその65.3～114.3%、試験年次の少ない「Mara」、「北海66号」を除いても65.3～86.8%を示し、線虫による減収は比較的小さいといえる。

考 察

ジャガイモシストセンチュウに対し抵抗性品種はいずれも感受性品種と同程度に幼虫の侵入を受ける。しかしその後侵入幼虫の大部分は根内で死

Table 22. Infestation of resistant potatoes by the potato cyst nematode

Varieties or strains	No. of nematodes per plant (Middle to Late June)						Cyst index	Eggs/g dry soil		
	2nd L.	3rd L.	4th L.	Male	Female •Cyst	Total		At plant ing(A)	At harvest (B)	B/A (%)
Ehud	11,045	536	338	13	58	11,989	0.4	251	86	34.3
Tunika	24,293	1,346	313	58	178	26,188	0.6	257	67	26.1
Mara	15,048	850	20	0	0	15,908	0.0	213	54	25.4
Prevalent	11,703	1,804	1,128	63	17	14,714	0.0	254	94	37.0
Skutella	26,033	2,750	1,706	763	0	31,252	13.0	243	95	39.1
Prominent	11,051	1,162	517	11	6	12,748	0.0	240	70	29.2
H* No. 63	17,527	655	64	0	33	18,280	0.0	243	79	33.8
H. No. 64	15,669	606	146	0	0	16,415	1.7	309	66	21.4
H. No. 65	10,141	368	58	0	0	10,466	0.0	280	145	51.8
H. No. 66	25,804	1,182	133	0	0	27,118	0.0	344	73	21.2
S*No. 525	6,139	276	49	0	20	6,484	0.0	260	95	36.5
S. No. 530	21,507	1,444	386	34	17	23,387	0.0	241	119	49.4
S. No. 532	16,383	268	43	0	37	16,730	0.0	323	93	28.8
S. No. 533	23,049	1,344	0	0	0	24,393	2.5	292	104	35.6
S. No. 534	21,960	338	0	0	0	22,298	0.0	240	78	32.5
K*No. 55	11,857	1,363	429	102	24	13,774	1.7	262	54	20.6
N*No. 1	10,413	9,986	8,496	1,522	1,576	31,992	71.7	264	494	187.1
Benimaru	20,024	16,840	11,508	1,079	2,326	51,776	85.5	322	517	160.6

*H : Hokkai, S : Shimakei, K : Kon-iku, N : Nourin.

亡するため、抵抗性品種の栽培により線虫密度は大幅に低下する。一方、これらの抵抗性品種も、線虫高密度圃場ではその根に侵入した幼虫が生育に影響を及ぼし、30%程度の減収を来すものとみられるが、感受性品種に比べると被害程度は軽い。抵抗性品種利用の利点は、ジャガイモを栽培しながらその生態的特性により総虫密度を大きく低下させることで、ヨーロッパでは多くの用途別の抵抗性品種が育成され、線虫防除上の重要な柱となっている^{27,42,45,51)}。

北海道で現在使用できる抵抗性品種としては東ドイツより導入した澱原用「ツニカ」のみであるが、現在、北海道農業試験場を中心に育成された系統の中に本品種よりも有望なものが認められており、これらを一般農家が栽培できる日の近いこ

とが期待される。

第3節 殺線虫剤の防除効果と利用法^{79,80)}

前節までジャガイモシストセンチュウの防除手段としての輪作、抵抗性品種の利用について述べた。これらの方法は、土壌中での生存年限がとくに長い本線虫の生態から考え、土壌中線虫密度を長期間に低下させるうえで極めて有効である。一方、線虫感受性ジャガイモ品種の栽培により線虫は著るしく増殖することから、線虫高密度圃場での実用的な輪作体系の中では殺線虫剤処理によって線虫密度を低く抑える必要がある。本節では各種殺線虫剤の効果と施用法を検討した。

Table 23. Yields of resistant potato varieties or strains at potato cyst nematode highly infested field.

Varieties or strains	No. of tubers per m ²	Wt. of a tuber in g.	Tuber yields in Kg/10a	Starch value in %	Starch yields in Kg/10a
Ehud	26.0(71.4)	97.4(95.5)	2,529(67.6)	14.7(88.0)	350(58.3)
Tunika	35.0(78.5)	78.9(85.4)	2,704(65.3)	16.8(92.8)	427(60.8)
Mara	26.4(116.3)	96.7(99.0)	2,558(114.3)	15.8(98.8)	391(106.5)
Prevalent	31.3(67.6)	99.4(111.9)	3,088(73.5)	17.5(99.4)	507(69.8)
Scutella	36.0(86.7)	78.6(86.3)	2,748(73.1)	13.6(91.9)	348(73.6)
Prominent	33.5(73.0)	92.7(90.6)	3,004(65.4)	14.8(86.5)	426(56.8)
H*. No.63	27.1(76.6)	106.0(107.9)	2,909(81.8)	15.0(97.4)	411(79.5)
H. No.64	32.9(95.9)	91.7(85.5)	3,036(83.1)	17.0(91.9)	487(76.5)
H. No.65	22.2(74.5)	100.3(96.4)	2,237(72.6)	15.6(90.7)	326(65.3)
H. No.66	36.5(102.5)	83.3(103.0)	3,038(105.2)	14.5(103.6)	411(109.0)
S*No.525	23.5(63.7)	105.5(123.0)	2,516(79.2)	13.2(97.1)	308(77.6)
K*No.55	33.5(73.3)	99.7(118.5)	3,345(86.8)	14.5(87.3)	457(75.3)
N*. No.1	24.1(66.9)	109.7(90.1)	2,629(60.5)	16.2(97.6)	403(59.4)
Benimaru	29.8(70.1)	80.1(67.5)	2,404(48.6)	15.2(93.8)	347(45.8)

Figures in parenthesis indicate percentage to uninfested control.

*H : Hokkai, S : Shimakei, K : Kon-iku, N : Nourin.

1. 土壌燻蒸剤の効果と利用法

これまで線虫防除に慣用されてきた土壌燻蒸剤 D-D油剤 (55%), EDB油剤 (30%), ネマクロベン油剤 (D-D25%・クロルピクリン50%) およびディ・トラベックス油剤 (D-D40%・メチルイソチオシアネート20%) を供試し、殺線虫効果、作物への影響、有効施用法を検討した。

1) 春期処理の効果

方 法

1973年4月30日に手動式注入機により30×30cmに1穴、深さ15cmに所定量を注入後に踏圧し、5月10日にローターベーターにより深さ約25cmまで攪拌してガス抜きを行ない、5月15日に「紅丸」を植え付けた。試験は1区20m²、乱塊法により3反復した。

結 果

Table 24に一括したが、D-D油剤およびEDB油剤処理区は薬害のため薬量の多いほどジャガイ

モの萌芽率が著しく低下したが、これは処理からジャガイモ植付までの地温が低く (5～12℃)、処理後のガス拡散も植付前のガス抜きもともに不十分に終わったためと考えられる。両薬剤とも注入量の多いほど土中幼虫数もシスト寄生指数も低いが、ジャガイモの収量は前述の薬害のため増収しない区があった。北海道では両薬剤ともジャガイモ植付前の春処理は薬害の心配があり実用的でない。ネマクロベン油剤の殺線虫効果は劣った。

2) 秋期処理の効果

方 法

1973年9月26日手動式注入機によりD-D及びEDB油剤を10a当り30, 60, 90l注入し、10月12日にローターベーターでガス抜きを行ない、翌年5月4日に「紅丸」を植え付けた。試験は1区52.8m²、乱塊法により3反復した。なお、秋期処理における施用量のほか、処理時期、半量2回処理、翌春の栽培作物への影響等についても検討するた

Table 24. Effect of spring application with fumigants on the potato cyst nematodes and susceptible potato "Benimaru".

Treatment	Larvae in 25g soil (June 21)	Cyst index (Aug. 1)	Viable eggs after harvest (Sep. 21)	% of sprout -ing	Stem leng -th (July 30)	No. of tubers per 10a	Tuber wt. (Kg/ 10a)	Starch content (%)	Phyto* -toxicity
D-D 30 l/10a	138	53.4	835	90.0	50.9cm	50,280	2,432	8.6	+
60	61	30.0	654	88.9	50.8	33,604	2,048	8.4	+
90	23	24.2	486	71.1	49.3	39,929	1,958	9.0	++
EDB 30	350	45.2	296	48.9	43.0	23,172	1,870	9.8	++
60	125	28.2	492	26.7	41.0	16,928	1,101	9.9	+++
90	108	16.1	285	7.8	—	7,706	460	9.7	+++
Nemachlophen									
30	417	65.0	977	92.2	49.9	32,464	2,083	9.2	+
Untreated	660	93.3	255	94.4	37.3	22,865	1,245	10.5	
L. S. D. 5%		10.8	321				705		
1%		14.9	446				978		

Fumigants applied on April 30.

Larvae in soil were extracted by Baermann funnel technique (25°C, 48hrs.).

Soil temp. (15cm) at treating time : 7.8°C (E. May), 11.2°C (M. May).

Rain fall at treating time : 26mm (E. May), 39mm (M. May).

* Phytotoxicity was estimated by the growth of potato in Early July as follows.

+ : Sligh, ++ : Moderate, +++ : Severe.

め別途に試験を実施した。

結 果

施用量試験の結果を Table 25に示した。ジャガイモの生育は葉巻病の多発により全般的に劣り、低収であったが、D-D油剤、EDB油剤ともに薬害を生じた多量注入区 (90l/10a) を除き殺線虫効果は高く、ジャガイモは増収した。収穫後の線虫密度は両薬剤ともに処理前よりは低下したが無処理区よりは高まった。両剤とも60, 90l/10a 処理でシスト寄生指数は低下し有効と認められたが、この範囲で薬害のないD-D剤の60l/10a 処理が実用的と考えられる。

北海道における秋期の処理時期は、ムギ跡地を除いてはジャガイモ、マメ類、トウモロコシなどの収穫跡地となるため9月下旬から10月下旬に限定される。一方、この時期は地温が急速に低下する時期でもある (1975年の地下5cmの地温は9

月下旬15.6°C, 10月上旬13.0°C, 同中旬9.6°C, 下旬8.0°C)。

10a 当たりD-D油剤60l, ディ・トラベックス油剤30l を9月30日と10月24日に時期を変えて処理した試験 (Table 26) では、シスト寄生指数、線虫増殖率、ジャガイモ収量から見て9月30日処理が10月24日処理にやや優る結果であった。

秋期処理の翌春に栽培する作物に及ぼす影響についても調査を実施し、その結果、線虫密度はD-Dおよびディ・トラベックス処理区ともに低下したが、テンサイでは初期生育が劣りやや減収、アズキは徒長気味で熟期がやや遅れ、春播コムギは生育旺盛で分けつが多くやや増収の傾向を示した (Table 27)。

つぎにD-D油剤とディ・トラベックス油剤を用い、その注入量を半分ずつ2回に分けて処理した場合 (半量処理の15日後に耕起反転し残りの半量

を処理)の効果を全量1回処理の場合と比較した結果、両薬剤とも殺線虫効果、ジャガイモ「紅丸」収量ともに半量2回処理の方が優れた(Table 28)。

2. 非土壤燻蒸剤の効果と利用法

ジャガイモシストセンチュウの防除に有効な非土壤燻蒸剤(粒剤)の種類とその施用法を検討した。

Table 25. Effect of autumn application with fumigants on the potato cyst nematodes and susceptible potato "Benimaru".

Treatment	Larvae in 25g soil (June 25)	Cyst index (July 18)	viable eggs		% of sprouting (June 6)	Stem length (July 18) cm	Tuber wt. (Kg/10a)	Starch content (%)	Phyto* toxicity
			Before planting (Sep. 26)	After harvest (Oct. 3)					
D-D 30l/10a	85	58.3	382	196	93.3	31.5	1,911	12.7	
60	164	35.8	497	318	94.2	37.9	2,383	12.6	
90	53	39.2	470	248	94.2	34.8	1,525	12.5	+
EDB 30	257	61.7	682	426	91.7	33.2	2,292	13.1	
60	281	37.6	487	236	92.5	33.7	1,930	12.3	+
90	168	39.2	599	262	90.0	34.8	1,921	12.2	+
Untreated	376	88.3	835	216	89.2	26.4	1,000	13.7	
L.S.D. 5%		15.2		N.S			530		
1%		22.2					740		

Fumigants treated on Sep. 26, '73.

Soil temp. (15cm): 17.1°C (L. Sep.), 14.4°C (E. Oct.), 11.5°C (M. Oct.).

Rain fall at treating time : 83mm (L. Sep.), 18mm (E. Oct.), 41mm (M. Oct.).

*Phytotoxicity of plant : See Table 24.

Table 26. Autumn application with fumigants and its nematicidal effect on potato cyst nematode and susceptible potato "Benimaru".

Fumigant	Treating time	Larvae in 25g soil (May 20)	Cyst index (July 27)	Viable eggs per g dry soil		B/A (%)	Stem length (cm)	Tuber wt. (Kg/ 10a)
				Before treatment(A) (Sep. 30, '75)	After harvest(B) (Oct. 30, '76)			
(l/10a)								
D—D 60	Sep. 30	43	31.7	214	488	228	59.9	3,982
	Oct. 24	46	46.7	232	612	264	59.1	3,657
Di-trapex 30	Sep. 30	24	29.2	156	315	202	62.4	4,016
	Oct. 24	18	29.2	206	421	204	59.8	3,993
Untreated	—	666	97.5	200	658	329	40.3	1,182

Soil temp. (15cm) : 15.6°C (L. Sep.), 13.0°C (E. Oct.), 9.6°C (M. Oct.), 8.0°C (L. Oct.).

Rain fall : 0mm (L. Sep.), 70mm (E. Oct.), 19mm (M. Oct.), 21mm (L. Oct.).

Table 27. Effect of autumn application with fumigants on non-host crops and potato cyst nematode.

Treatment	Sugar beet		Adzuki bean		Wheat	
	Nematode densities	Root wt. (Kg/10a)	Nematode densities	Grain wt. (Kg/10a)	Nematode densities	Grain wt. (Kg/10a)
	A. h/B. t*		A. h/B. t*		A. h/B. t*	
D-D 60//10a	32	5,326	19	259	19	182
Di-trapex 30	41	6,315	26	270	18	192
Untreated	92	6,681	60	292	70	172

*A. h : After harvest of crops, B. t : Before fumigant treatment.
Treated on Sep. 30, 1975.

Table 28. Effect of twice applications with fumigants on the potato cyst nematode and susceptible potato "Benimaru".

Treatment			Larvae per 25g soil (June 21)	Infested nematode per plant (June 31)	Cyst index (July 19)	Viable eggs /g of dry soil		Tuber wt. (Kg/ 10a)	Starch content (%)
Fumigants	Time of treatment					Befer treated (Sep. 31)	After harvest (Sep. 27)		
	(l/10a)								
D—D	60	Sep. 30	145	10,891	55.8	512	527	3,779	13.6
	[30	Sep. 30							
		30	Oct. 14	43	2,546	25.8	449	220	4,569
Di-	30	Sep. 30	96	5,033	29.2	496	359	3,570	13.8
trapex	[15	Sep. 30							
		15	Oct. 14	57	2,277	25.0	465	211	4,411
Unreated			189	67,569	92.5	511	197	1,629	12.9

Twice applications were carried out as follows : After the first injection of one half dose of fumigants, the fields were plowed, and another half of dose was injected.

1) 処理時期と防除効果

バイデート粒剤(オキサミル), モーキャップ粒剤(エトプロホス)を供試した。処理時期は春期処理と秋期処理に2大別されるが, 本試験では, 前者ではジャガイモ「紅丸」植付時, 萌芽期, 半量両時期処理, 後者ではジャガイモ「紅丸」収穫後の処理とした。

方 法

植付時処理はジャガイモ植付の直前に所定量を圃場全面に散布してローターベーターで深さ約25

cmまで土壌中に混和した。萌芽期処理はジャガイモの畦間および株間に散布してレーキで表層約3cmに混和した。秋期処理は植付期全面処理と同じ方法とし, 対照としてD-D油剤区を設けた。試験は1区20m², 乱塊法により3反復した。

結 果

春期処理の効果をTable 29に一括した。ジャガイモは植付から萌芽期まで約25日を要し, 一方, 線虫の侵入寄生は萌芽直後の6月上旬がピークである。本試験における薬剤の効果判定はシスト寄

Table 29. Effect of Vydate(1%) granule overall application at planting or sprouting time of potatoes on the potato cyst nematode and susceptible potato "Benimaru".

Time of* treat- ment	Dese (Kg/10a)	1974				1975			
		Viable eggs per g dry soil		Cyst index	Tuber weight	Viable eggs per g dry soil		Cyst index	Tuber weight
		Before planting (May10)	After harvest (Oct.8)			Before planting (May1)	After harvest (Sep.23)		
Planting	15	244	348	44.2	2,345	—	—	—	—
	30	256	284	29.3	2,844	286	480	45.0	3,513
Sprouting	15	152	258	36.7	2,635	—	—	—	—
	30	190	156	21.8	2,138	366	374	75.0	3,495
Planting + Sprouting	15	—	—	—	—	194	259	44.2	3,779
Untreated	—	226	230	92.5	1,724	292	512	89.2	2,630

* Planting period, May 10 '74, May 5 '75.

Sprouting period, June 6 '74, June 3 '75.

生指数およびジャガイモ収量によったが、バイデート粒剤の1974年の結果は、萌芽期処理と植付期処理は同等の効果を示し、1975年の試験は、萌芽期処理が植付期処理よりも明らかに劣り、半量ずつ両時期処理は植付期処理と同等の効果であった。以上のように春期処理は、植付期処理が最も安定した効果を示し、とくに30kg 処理が実用的と認められた。

秋期処理の効果をバイデート粒剤、モーキャップ粒剤について検討した (Table 30)。

両薬剤とも対照のD-D油剤よりもシスト寄生指数は高く、ジャガイモ収量は低く効果が劣り、また、モーキャップ粒剤について同一成分量での効果を植付期処理と比較すると効果は明らかに劣った。

2) 処理方法と防除効果

ハイデード粒剤、モーキャップ粒剤およびダイアジノン粒剤を供試した。

粒剤の施用方法には、全面散布土壌混和のほか、作条内施用の方法がある。作条施用 (施肥後の作条内に均等に種も植付直前に施用) の効果を全面施用と主としてその半量施用の場合で比較

したところ、作条施用は全面施用よりも効果がやや劣り、薬害の生じる場合もあるが、施肥との同時施用の方法が確立されるならば、10a 当たりバイデート粒剤の15kg、モーキャップ粒剤の10kg 施用は実用上有効である。ダイアジノン粒剤はシスト寄生指数が高く、薬害もみられるので上記2薬剤に比べ実用性に乏しい (Table 31)。

3) 線虫密度の異なる土壌での防除効果

バイデート粒剤、モーキャップ粒剤、ダイアジノン粒剤を供試し、異なる線虫密度の土壌に施用した場合のジャガイモの被害回避効果と線虫密度抑制効果を検討した。

方 法

線虫高密度土壌 (真狩村豊川の166~288卵/乾土1g) を原土とし、これに無線虫土壌 (真狩村見晴) を加えて中密度 (原土の1/5)、低密度 (同1/25) 土壌を作り、0.8m²木枠に充てんし、上記3薬剤の所定量を全面散布し、約20cmの深さまで混和した。試験は「紅丸」を1枠に6株栽培、2反復した。

結 果

無処理区では植付時の線虫密度が高いほど寄主

Table 30. Effect of non-fumigated granules of autumn overall application on the potato cyst nematode and susceptible potato "Benimaru".

①1974

Treatment	Dose (10a)	Eggs per g dry soil		Larvae in 25g wet soil (June 3)	Cyst index (July24)	Tuber weight (Kg/10a)
		Before planted (May 1)	After harvest (Sep. 23)			
Vydate(10%)G.	3 Kg	257	120	383	83.8	1,234
Cont. D-D(55%)O.	60 l	347	318	19	40.0	2,165
Untreated	—	391	244	856	93.8	934

Treatment : Oct. 12 1973.

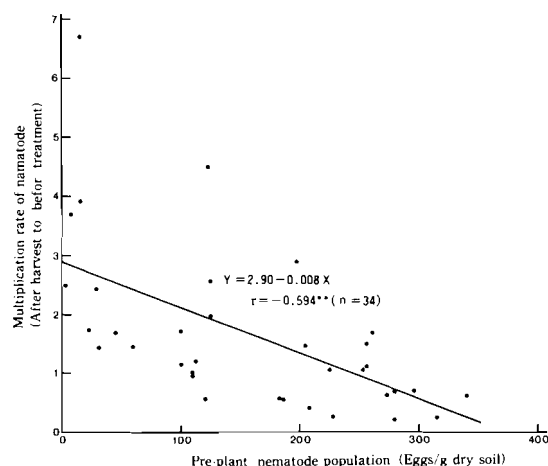
②1979 (Comparison of spring applications)

Treatment • Dose (/10a)	Time* of treat- ment	Eggs per g dry soil		Larvae in 25g wet soil (May29)	Cyst index (July24)	Tuber weight (Kg/10a)
		Before treatment (Oct.8'79)	After harvest (Oct.2'80)			
Mocap(5%)G • 20Kg	Autumn	313	269	798	93.8	1,470
	Spring	263	120	75	15.0	3,653
Cont. D-D(55%) • 60 l	Autumn	205	371	203	37.5	4,003
Untreated	—	308	360	1,408	95.1	1,263

* Autumn treatment : Oct. 8, 1979, Spring treatment : May 5, 1980.

虫数, シスト寄生指数が高く, その影響でジャガイモの生育は劣り, 収量も低下した。一方, 線虫の増殖率は植付時線虫密度が低いほど高く, いずれの区も高密度になった。無処理区に対し, バイデート施用区では寄生虫数, シスト寄生指数ともに低く, どの線虫密度でも高い収量が得られ, 線虫の増殖率も無処理区よりも著しく低下した。モーキャップ施用区もバイデート施用区と同じ傾向を示したが, ダイアジノン施用区では無処理区と同程度に増殖した (Table 32)。

Table 32では各薬剤とも初期密度が低いほど増殖率は高いが, バイデート粒剤施用区における各種試験で得られた初期密度と増殖率は負の相関関係にあった (Fig. 25)。

**Fig. 25.** The relation between pre-plant nematode population and treatment with Vydate granule (1 %) 30kg/10a (Makkari, 1973—1981)