

ジャガイモシストセンチュウに 対する殺線虫剤の効果*

高倉重義** 山田英一**
上野賢司** 今友親***

Effects of nematicides to potato cyst nematode,
Globodera rostochiensis (Woll.) Mulvey & Stone, 1973

Shigeyoshi TAKAKURA, Eiiti YAMADA,
Kenji UENO, and Tomochika KON

ジャガイモシストセンチュウに対する油剤（くん蒸剤）の裸地処理と粒剤の土壌施用の効果について検討した。油剤の春処理では D-D 油剤, EDB 油剤ともに防除効果は施用量が多い程高かったが、ばれいしょに対する薬害が強く実用的でない。秋処理では、D-D 油剤 60 ℓ/10 a, Di-trapex 油剤 30 ℓ/10 a が有効で感受性のばれいしょを栽培した場合には薬害も無く増収するが、線虫密度も増加することが多い。しかし、非寄主作物を栽培した場合の線虫密度は著しく低下した。特に半量 2 回処理では約 1/10 に低下した。したがって油剤処理は非寄主作物との組合せで使用すべきである。一方粒剤については植付期 Vydate 1 % 粒剤 30 kg/10 a 全面施用の効果が最も高く、次いで同剤の作条施用 15 kg/10 a と Diazinon 5 % 粒剤 30—40 kg/10 a 全面施用が有効で、収穫期の線虫密度も無処理区より低かった。また、シスト形成盛期の寄生指数と収量の間に負の強い相関関係が認められ、ばれいしょの被害程度を推定できた。

I 緒 言

ジャガイモシストセンチュウはヨーロッパでは古くから発生が知られ、ばれいしょの被害が大きく、かつ撲滅の困難なため最も重要な線虫とされているが 1972 年に北海道の後志支庁管内真狩村で初めて発見され 1977 年には網走支庁管内にも発見された。

本線虫は生存年限が長いために非寄主植物を栽

培しても急速に密度を低下することはできない。また、感受性のばれいしょを栽培した場合の増殖が著しいことから、輪作体系の中で線虫密度を低く維持し、被害を回避するためには殺線虫剤の使用が重要な防除手段の一つである。ここでは殺線虫剤の施用方法と効果について報告する。

本報告を発表するにあたり多大のご援助と助言をいただき、また本稿の校閲を賜った当场 高桑亮病虫部長、仲野博之畑作部長、富岡暢害虫科長に厚く感謝の意を表する。

II 試験方法

試験場所

虻田郡真狩村豊川の農家は場で褐色火山灰土壌である。

供試薬剤

1979 年 7 月 3 日受理

* 本報の一部は 1974 年日本応用動物昆虫学会大会で発表した。

** 北海道立中央農業試験場（夕張郡長沼町）

*** 北海道立中央農業試験場（現北海道立北見農業試験場、常呂郡訓子府町）

Table 1. List of nematicides tested.

Trade name	Common name
Nemachlophen	{ dichloropropene 27% chloropicrin 49%
Telon II	dichloropropene 92%
Di-trapex	{ dichloropropene 40% methyl isothiocyanate 20%
D-D	{ dichloropropene 55% dichloropropane 45%
E D B	ethylen dibromide 30%
S-2522	organophosphorous 10%
PD-223	" 5%
CG-223	" 10%
PD-576	" 5%
Nemacur	fenamiphos 10%
Kayaphos	propaphous 5%
Padan	cartap 2%
Terracur P	fensulfothion 2%
Mocap	ethoprophos 5%
AC-475	organophosphorous 5%
FMC-35001	dibutylaminosulphenyl carbofuran 5%
Vydate	oxamyl 1%
Diazinon	diazinon 5%

Table 1に一括した通り油剤5種、粒剤12種、粉剤1種について検討した。

薬剤処理方法

油剤処理方法：ばれいしょ収穫後の圃場を耕起整地し手動灌注機により30cm×30cmに1穴、深さ15cmに所定量を注入し踏圧した。ガス抜きはローターベーターで深さ約25cmを攪拌して行った。

粒剤処理方法：全面施用はばれいしょ植付前日に薬剤を全面散布しローターベーターで深さ約25cmまで混入した。作条施用は施肥後の作条内に施用し直ちにばれいしょを植付した。萌芽期施用はばれいしょの萌芽期に畦間および株間に散布してレーキで表層約3cmに混入した。

供試作物および品種

ばれいしょ「紅丸」、てん菜「モノヒル」、小豆「宝小豆」、春播小麦「ハルヒカリ」。

調査方法

土壤中線虫密度：採集土壌を風乾し50gから

フェンウィック法によりシストを分離して破碎し、その中の健全卵数および幼虫数を調査し乾燥土壌1g当りで示した。

土壌中幼虫数：生土25gからペールマン法により48時間室温で分離した。

寄生虫数：根1～5gを0.05%酸性フクシン入りラクトフェノールで染色後ミキサーで碎いて調査し株当りで示した。

寄生指数：シスト形成盛期にばれいしょを堀りとり根を次の基準で調査し次式により算出した。階級値0（シストが全く認められない）、1（シストがわずかに認められる）、2（シストが中程度認められる、散見される）、3（シストが多数認められる）、4（シストが極めて多数認められる、密集している）。

$$\text{寄生指数} = \frac{\sum(\text{階級値} \times \text{当該株数})}{\text{調査株数} \times 4} \times 100$$

卵のふ化率：乾燥土壌50gから分離したシストを蒸留水に入れ25℃に10日間浸水したのち破碎して水を加え50mlとし、この内1mlを取りばれいしょ「紅丸」の開花期に抽出した根部浸出液5mlを加えて25℃に保持し30日後までふ化幼虫数を調査した。

生虫率：卵のけんだく液1mlにアクリジンオレンジ25,000倍液5mlを加えて25℃で48時間後に染色されたものを死虫、染色されないものを生虫として算出した。

増殖率：ばれいしょ収穫期における土壤中線虫密度の処理前に対する倍率（割合）を示す。

薬害：7月上旬観察による生育状況で判定した。

III 試験結果

1. 油剤（くん蒸剤）の処理

(1) D-DおよびEDB油剤の施用量

1) 春期植付前処理 1973年4月30日、D-D、およびEDB油剤をそれぞれ10a当り30ℓ、60ℓ、90ℓ処理し、5月10日ガス抜きし、15日にばれいしょを植付けて効果を判定した。その結果Table 2に示すように両薬剤ともシストの寄生指数は薬量が多い程低く殺線虫効果が認められる。しかし、ばれいしょの上いも重は薬量が多くなるに従って低くなり薬害が認められる。特にEDB油剤はその傾向が強かった。また収穫期の線虫密度は無処理

Table 2. Effects of fumigants on the density of nematodes and the growth of susceptible potato "Benimaru".

1). Spring application (Apr. 30 '73)

Treat- ment	Dose (ℓ/10a)	Nematodes		Potatoes	
		Viable eggs/g of dry soil	Cyst * index	Tuber wt. (Kg/10a)	Phyto- toxicity (Growth of early in July)
		After harvest (Sep. 21)	(Aug. 1)		
D-D	30	835	53.4	2,432	+
	60	654	30.0	2,028	+
	90	486	24.2	1,958	+
EDB	30	296	45.2	1,870	+
	60	492	28.2	1,101	+
	90	285	16.1	460	+
Untreated		255	93.3	1,245	

2). Autumn application (Sep. 26 '73)

		Nematodes		Potatoes	
		Viable eggs/g of dry soil	Cyst * index	Tuber wt. (Kg/10a)	Phyto- toxicity (Growth of early in July)
		After harvest (Oct. 3)	(July. 18)		
	30	196	58.3	1,911	
	60	318	35.8	2,833	
	90	248	39.2	1,525	+
	30	426	61.7	2,292	
	60	236	37.6	1,930	+
	90	262	39.2	1,920	+
		216	88.3	1,000	

$$* \text{Cyst index} = \frac{\text{Total(Ratings of no. of infested plants involved)}}{\text{Total no. of plants} \times \text{highest rating}} \times 100$$

Rating, 0 : No infestation

1 : Light infestation

2 : Medium infestation

3 : Heavy infestation

4 : Very heavy infestation

区より著しく高い。

2) 秋期処理 1973年9月26日, D-DおよびEDB油剤をそれぞれ10a当り30ℓ, 60ℓ, 90ℓ処理し, 10月12日ガス抜きし, 翌春5月4日ばれいしょを植付けして効果を判定した。その結果D-D油剤60ℓ区は寄生指数35.8と低く, また, 上いも重も無処理区の2.8倍となった。しかし, 90ℓ区は寄生指数が60ℓ区と同程度であるにもかかわらず薬害のため低収となった。以上から10a当り60ℓが適量と考えられる。EDB油剤60ℓおよび90ℓ区はD-D油剤と同じように寄生指数は低かったが薬害が強く低収となった。

収穫期の線虫密度は全般的に処理前よりも低下しているが無処理区より高かった。

(2) D-DおよびDi-trapex油剤の秋期処理時期

北海道の主要畑作地帯で殺線虫剤を処理する場合には麦類の収穫跡地を除いては, ばれいしょ, 豆類, とうもろこしなどの収穫跡地になるため9月下旬から10月下旬に限定される。この時期は畑地温が急激に低下する時期である。そこで, 秋期

における処理時期の早晚が防除効果および翌年栽培した作物に与える影響をみるため, D-D油剤10a当り60ℓおよびDi-trapex油剤10a当り30ℓを9月30日処理し, 10月24日ガス抜きをした区と10月24日処理してガス抜きしなかった区を設け, 翌春, てん菜, 小豆, 春播小麦, ばれいしょを栽培して判定した。

翌春の土壤中の線虫密度は油剤処理区では処理前とほとんど差が無く卵も外見上健全に見えるが, そのふ化率, 生虫率(非染色卵率)は著しく低い。(Table 4) また同時期の土壤中の幼虫数も無処理区の1/10以下であった。

収穫期の線虫密度は同処理区に非寄主作物3種を栽培した場合処理前の9~37%(平均23.2%)に低下した。一方ばれいしょ栽培区では, シスト寄生指数は無処理区に比し顕著に低かったにもかかわらず, 線虫密度は処理前の2倍以上に増加した。処理時期についてはばれいしょに対する寄生指数, 線虫密度, 収量からみて9月30日処理が10月24日処理にやや優るものと思われるが大きな差ではない。

Table 3. Effects of fumigants on the density of nematodes and on the growth of major crops at two treating time in autumn.

Crop	Treatment		Nematodes					Crops		
			No. of viable eggs per g of dry soil			No. of larvae per 25 g of wet soil (May 20 1976)	Cyst index (July 27)	Growth of plants (cm) (July 27)	Yield (Kg/10a) (%)	Sugar or Starch content (%)
	Fumi- gant	Treat- ing time	Before treatment (Sep.30'75)	After harvest (Oct.3'76)	After/ Before (%)					
Sugar beet	D-D	Sep. 30	172	56	32	22	—	leaf length 57.7	root wt. 5326 (80)	17.6
		Oct. 24	230	52	23	54	—	58.0	6136 (92)	17.6
	Di- trapex	Sep. 30	152	63	41	8	—	59.1	6315 (95)	17.8
		Oct. 24	148	61	41	31	—	58.9	5794 (87)	17.9
	Untreat- ed	—	166	152	92	556	—	58.6	6681 (100)	17.4
Azuki bean	D-D	Sep. 30	214	20	9	15	—	stem length 60.4	grain wt. 259 (89)	—
		Oct. 24	232	44	19	47	—	59.8	266 (91)	—
	Di- trapex	Sep. 30	156	41	26	19	—	58.8	270 (92)	—
		Oct. 24	206	37	18	34	—	55.4	268 (92)	—
	Untreat- ed	—	200	119	60	696	—	52.1	292 (100)	—
Wheat	D-D	Sep. 30	148	28	19	19	—	calm length 106.4	grain wt. 182 (106)	—
		Oct. 24	154	57	37	56	—	106.1	208 (121)	—
	Di- trapex	Sep. 30	216	39	18	17	—	109.0	192 (112)	—
		Oct. 24	164	79	48	40	—	107.2	211 (123)	—
	Untreat- ed	—	222	156	70	468	—	106.4	172 (100)	—
Potato	D-D	Sep. 30	214	488	228	43	31.7	stem length 59.9	tuber wt. 3982 (337)	19.9
		Oct. 24	232	612	264	46	46.7	59.1	3657 (309)	19.3
	Di- trapex	Sep. 30	156	315	202	24	29.2	62.4	4016 (340)	19.1
		Oct. 24	206	421	204	18	29.2	59.8	3993 (338)	18.1
	Untreat- ed	—	200	658	329	666	97.5	40.3	1182 (100)	18.2

Dose, D-D: 60 ℓ/10a, Di-trapex : 30 ℓ/10a.

処理後に栽培した作物の生育に対する影響については、てん菜では初期生育が劣りやや減収した。小豆では生育が旺盛で徒長気味の生育となり熟期がやや遅れ夏期低温の影響をうけ若干減収した。春播小麦では生育が旺盛で分けつが多く倒伏したが増収した。ばれいしょは無処理区では線虫の寄

生により著しく生育が不良で10a 当り約1.2 t の上にも重しか得られなかったが処理区はほぼ正常な生育を示し約4 t となった。なお両油剤間の差はほとんど認められなかった。

(3) 油剤の秋期2回処理

シストの土壌中における垂直分布は約50cm ま

Table 4. Viable eggs in cysts examined in May of next year after treatment.

Fumigant	Treating time	Hatching* ratio(%)	Unstained** ratio(%)
D-D	Sep. 30	6.6	24.4
	Oct. 24	5.9	41.3
Di-trapex	Sep. 30	13.9	16.9
	Oct. 24	6.7	34.6
Untreated	—	59.3	90.4

* Examined hatching larvae in potato root diffusate during 30 days at 25°C.

** Stained in Acridine orange solution (x25,000) for 48 hrs at 25°C. Decided unstained eggs will be alive.

で認められるが耕鋤深度の約25~30cmまでが高密度である⁵⁾。またD-D油剤の土壤中での拡散は注入点付近を中心に楕円型に行われ地表付近の効果が劣るといわれている¹⁰⁾。現在一般に実施されている方法は深さ約15cmの部分に点注あるいは条注の1回処理のため完全な効果をあげることは難しい。この点を改善するため、D-D油剤10a当り30ℓおよび60ℓとDi-trapex油剤10a当り15ℓおよび30ℓを9月30日処理し、2週間のくん蒸期間をおいた10月14日に耕起反転して再度同様の処理を行い、9月30日1回処理と比較した。翌年ばれいしょ、てん菜を栽培して効果を判定した。

処理翌春のシスト内卵のふ化率は著しく低かった。特にD-D油剤60ℓ2回処理区とDi-trapex油剤処理区は1~4%であった。

Table 5. Effects of twice treatment of fumigants on the density of nematodes and on the growth of crops.

Treatment			Viable eggs before treat- ment (Sep. 30)	Hatch- ing ratio at plant- ing (%) (May 18)	Potato						Sugar beet			
					Larvae 25g of wet soil	Nemato des per plant (June 31)	Cyst index (July 19)	Viable eggs after harvest (Sep. 27)	Tuber wt. (Kg/ 10a)	Star- ch (%)	Viable eggs after harvest (Sep. 27)	Root wt. (Kg/ 10a)	Sugar cont- ent (%)	
Dose Treated	Fumigant(ℓ/10a)	time												
D-D	60	Sep. 30	512	14.0	145	10,891	55.8	527	3,779	13.6	45	4,590	17.4	
	30	{ + Oct. 14	Sep. 30	449	15.3	43	2,546	25.8	220	4,569	13.6	44	4,331	17.1
	60		{ + Oct. 14	Sep. 30	514	3.8	43	1,690	26.7	223	4,645	13.2	49	3,826
	Di- trapex	30		Sep. 30	496	1.1	96	5,033	29.2	359	3,570	13.8	47	5,139
	15	{ + Oct. 14	Sep. 30	465	2.1	57	2,277	25.0	211	4,411	13.2	55	5,294	17.3
	30		{ + Oct. 14	Sep. 30	457	2.4	57	3,966	22.5	241	4,499	12.8	16	4,640
Untreated	—	—		511	55.1	189	67,569	92.5	197	1,629	12.9	119	5,385	16.3

ばれいしょ栽培区における土壤中幼虫数、寄生虫数、寄生指数から防除効果をみると、D-D油剤の60ℓ1回処理区に比し30ℓの2回処理区が優り、60ℓの2回処理と30ℓ2回処理とはほとんど差がなかった。またDi-trapex油剤もD-D油剤と同じように2回処理の効果が高かった。収穫期の線虫密度は両薬剤とも1回処理区では処理前密度

とほとんど差はなかったが2回処理の両区は約1/2に低下した。また、生育収量も2回処理の両区が1回処理区に優った。

一方でてん菜を栽培した区における収穫期の線虫密度は無処理でも低下したが各処理区は約10%に低下した。てん菜の生育は薬量の多い区では初期生育がやや劣り減収した。特にD-D油剤処理区で

著しかった。

このように D-D 油剤 30 ℓ 2 回処理あるいは Di-trapex 油剤 15 ℓ の 2 回処理の効果が高かったが、完全に死滅させることができず、ばれいしょを栽培した場合には線虫密度はあまり低下しなかった。したがって線虫密度を低下させるためには処理後に非寄主作物を栽培することが必要である。

2. 土壌施用粒剤の処理

(1) Vydate (1%) 粒剤, Diazinon (5%) 粒

剤のばれいしょ 植付期処理

Vydate 粒剤, Diazinon 粒剤のばれいしょ 植付時施用の効果についてはいくつかの報告がある^{16, 18)}が当地方における処理方法と量を知るために次の試験を行った。

Vydate 粒剤 10 a 当り 15kg および 30kg と Diazinon 粒剤 10 a 当り 20kg, 40kg および 60kg を全面施用区は 5 月 10 日に、作条施用は 5 月 13 日に処理して、5 月 13 日ばれいしょを植付けて効果を判定した。

Table 6. Effects of granule nematicides on the density of nematodes and the growth of potatoes.
1). Comparison of furrow and overall treatment.

Treatment	Dose (Kg/10a)	Nematodes					Potatoes			
		Viable eggs per g of dry soil		Larvae per 25 g of wet soil (June 24)	Cyst index (July 27)	Nemato- des per plant (June 22)	Stem leng- th (cm) (July 27)	Tuber wt. (Kg/ 10a)	Star- ch content (%)	Phyto toxi- city (growth of early in July)
		Before treated (May. 10)	After harvest (Oct. 5)							
Vydate(1%), Furrow	15	196	374	567	36.9	991	49.9	2,875	17.5	
	30	212	360	333	35.0	3,407	47.8	2,753	17.5	+
	Overall *	15	174	315	1,102	45.0	9,174	52.1	3,090	17.6
	30	224	249	1,130	22.7	4,169	52.3	3,529	17.6	
Diazinon, (5%) Furrow	20	142	353	163	60.2	11,150	33.0	2,228	16.8	+
	40	184	484	525	52.7	3,017	46.0	2,452	17.6	+
	Overall *	20	190	293	487	44.3	23,808	61.1	2,860	17.0
	40	172	255	465	30.3	3,200	49.8	2,697	16.3	
	60	160	208	188	28.7	4,140	52.5	3,481	16.7	+
Untreated	—	236	495	707	77.7	26,431	47.6	2,123	17.2	

* Spread on the soil surface and incorporate into the soil by rotavator to about 25 cm depth.

各処理区の土壌中の幼虫数は油剤とは異なり全般的に高かった。

Vydate 粒剤 10 a 当り 30kg の全面施用は寄生虫数が少なく、寄生指数も低く増収し最も高い効果を示したが 15kg ではやや劣った。作条施用では 15 kg と 30kg の間にあまり差がなかったが 30kg 施用区は薬害を生じ初期生育がやや劣ることから 15 kg が適量と考えられた。また全面施用に比して作条施用の効果はやや劣ったが肥料との同時施用を考慮すると実用上使用が可能であると考えられる。

Diazinon 粒剤は全面施用では 10 a 当り 40kg, 60

kg 施用で Vydate 粒剤の作条 15kg 施用と同等の効果を示したが 60kg 区は薬害のため初期生育が劣ることから 40kg が適量と考えられた。なお、作条の 20kg, 40kg 施用は効果が劣り、また薬害が強いので不適當である。

収穫期の土壌中の線虫密度は Vydate 粒剤全面 30kg 施用区が処理前と同等のほかはやや増加した。特に両薬剤とも効果のやや劣る作条施用区では約 2 倍に増加した。

(2) Vydate 粒剤の萌芽期処理

ばれいしょは植付から萌芽期まで約 25 日を要する。一方線虫の侵入寄生は一般に萌芽期直後の 6

Table 6-2). Comparison of planting period and sprouting period treatment of Vydate(1%) granule.

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

Treating date: Planting period, May 10 '74, May 5 '75.

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

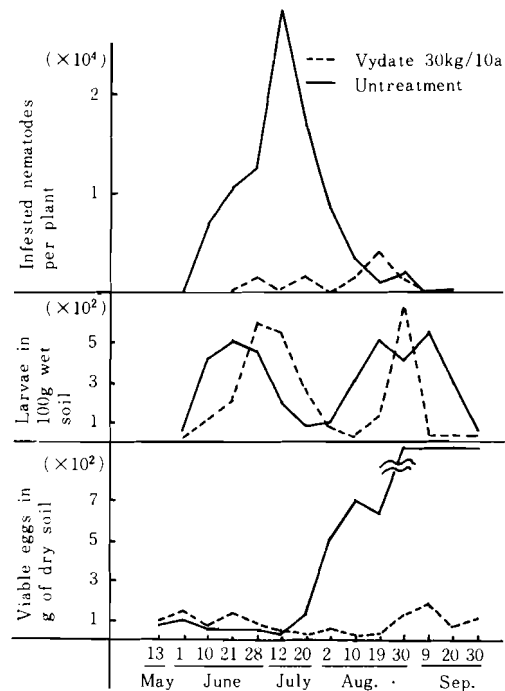
月上旬にピークがみられることが多い²⁰⁾。1974年および1975年の2年間萌芽期に全面施用して、植付時施用の効果と比較した。

シストの寄生指数から効果をみると1974年の試験では萌芽期施用が植付時施用にやや優る結果を得た。しかし、1975年試験では萌芽期施用は寄生指数75と高く植付時施用に比して明らかに劣った。なお両時期に15kgずつ分けて施用した区は植付時30kg施用と同等の効果が認められた。

以上のように萌芽期施用は顕著な効果を示すこともあるが年による変動が大きく不安定であった。

(3) Vydate 粒剤処理区における線虫の発消消長
Vydate (1%) 粒剤 10a 当り 30kg を全面施用したほ場に「紅丸」を植付けて約10日毎に線虫の消長を調査して作用機作を知ろうとした。

土壤中の幼虫数は6月と8～9月に多く、処理区と無処理区はほぼ同様であるが、処理区は6月のピークが約10日遅れた。また、根内の寄生虫数は処理区では顕著に少なく経過したが8月後半に若干多くなった。また、寄生した線虫の令構成をみると無処理区に比しやや遅れて経過した。この結果から本剤は線虫の侵入寄生の盛期である6月20日頃まで幼虫の活動を抑制することにより全体の寄生を著しく少なくしているものと推察される。

**Fig 1.** Comparison of the fluctuations of nematodes between Vydate treated and untreated plot.

根辺土壤中の線虫密度は無処理区が植付時の21.5倍と著しく増殖したのに対し処理区は植付時の密度と同程度にとどまった。

3. その他の殺線虫剤の効果

供試した薬剤の中で油剤では Telon II (92%) 10a 当り 30ℓ, 粒剤では PD-223 (5%) 10a 当り 30kg, PD-576 (5%) 30kg, Nematicur (10%) 5

kg, Mocap (5%) 20kg の全面施用が有効であった。特に Mocap 粒剤は線虫密度の抑制効果も高かった。このうち PD-223 粒剤, PD-576 粒剤, Nematicur 粒剤は滲透作用があると言われているものであり, Mocap 粒剤は接触作用により効果を示すものと言われている。これらの有効な薬剤については施用方法などさらに検討の予定である。

Table 7. Effects of other nematicides tested in this experiment.

Year	Treatment	Dose (/ 10a)	Nematodes				Potatoes	
				Viable eggs per g of dry soil		Cyst index	Tuber Weight (Kg/ 10a)	Phyto- toxicity (Growth of early in July)
				Before treated	After harvest			
1973	Namachlophen	Spring injection	30 ℓ	—	977	65.0	2,083	
	S-2522(10%)	Overall	30 kg	—	406	59.2	1,890	
	PD-223(5%)	Overall	30 kg	—	111	17.1	2,228	
	PD-576(5%)	Overall	30 kg	—	157	12.5	2,587	
	Nematicur(10%)	Overall	5 kg	—	252	30.6	2,686	
	Vydate(1%)	Overall	30 kg	—	145	20.0	2,034	
	Untreated		—	—	255	95.0	1,079	
1974	CG-223(10%)	Overall	15 kg	254	232	33.3	1,623	+
	Vydate(1%)	Overall	30 kg	256	284	29.2	2,844	
	Untreated		—	226	230	92.5	1,724	
1975	Kayaphos(5%)	Overall	30 kg	216	404	72.5	3,567	
	Terracur P(2%)	Overall	60 kg	284	209	58.3	3,968	
	Padan(2%)	Overall	100 kg	246	574	86.7	2,994	
	Vydate(1%)	Overall	30 kg	254	273	50.5	3,363	
	Untreated		—	214	437	97.5	2,081	
1978	Telon II (92%)	Autumn injection	30 ℓ	612	567	45.0	3,311	
	Mocap(5%)	Overall	20 kg	276	64	15.8	3,292	
	AC-475(5%)	Overall	9 kg	257	257	42.5	3,250	
	FMC-35001(5%)	Overall	24 kg	431	263	40.0	3,428	
	Vydate(1%)	Overall	30 kg	336	159	31.7	3,300	
	Untreated		—	339	197	92.5	1,629	

IV 考 察

油剤 (くん蒸剤) の効果, 薬害については多くの報告がある^{1,2,3,4,9,12,13,19)}。油剤は土壤中に注入されたものがガス化し拡散して土壤中の2期幼虫およびシスト内の卵にも作用するもので直接的な

殺線虫力は強い。しかし, 作物の生育時には薬害を生ずる場合が多く裸地処理に限られる。このため北海道における処理時期としては春期の作物播種 (植付) 前と作物の収穫後の二つの時期が可能である。このうち春期処理は播種までに充分なガス抜き期間がとれないために薬害を生ずることが

多く、秋期処理が主体となっている。

一方、粒剤の効果についての報告も多い^{15,16,17,18)}。また、作用機作としては土壤中で直接虫体に接触したり、水に溶けあるいはガス化して作用するものと植物の根から吸収され侵入した線虫に作用するいわゆる滲透性作用のあるものもある。したがって薬剤の性質、作用機作によっては裸地あるいは非寄主作物栽培時に処理のできるものもある。

油剤の秋期処理時期とガス抜きについて：現在多く使われている D-D 油剤は EDB 油剤より蒸気圧が高く低温 (10~15°C) でも効果が高い¹⁴⁾。北海道において EDB 油剤は D-D 油剤に比して効果が劣り薬害が強いのは蒸気圧が低くガスの拡散が劣るためと思われる。

後志地方における畑地温は (1973~1977 年平均) 15cm で 10 月上旬 13.6°C, 同中旬 11.2°C, 同下旬 9.8°C であるが、前述のように D-D 油剤, Di-trapex 油剤はこの期間内における処理時期による効果の差は小さい。しかし、10 月下旬以降の処理ではガス抜きの期間がとれないことによる薬害の恐れがあるので遅くとも 10 月中旬までに処理することが必要と考えられる。

油剤処理後の栽培作物に対する影響：前述のように油剤処理後にばれいしょを栽培すると線虫密度は高くなることが多い。したがって輪作体系の中で線虫密度を低く維持するためには油剤処理後にばれいしょを作付することは避け非寄主作物を栽培することが必要である。しかし、D-D 油剤および D-D を含有する薬剤は処理後に栽培する作物の生育にさまざまな影響を及ぼす。たとえば、てん菜の発芽不良および初期生育の遅延、麦類の分けつ数の増加および倒伏、豆類の徒長および熟期の遅延、クローバ類の生育旺盛化などである¹³⁾。これらのことは必ずしも薬害としてマイナスにはならず収量およ

び品質にプラスとなることもある。一般的には栄養生長を旺盛にすることが多いので作物の種類によっては窒素質肥料をひかえめにするなど栽培上の注意が必要である。

粒剤の作用機作について：Vydate 粒剤は茎葉散布により茎葉から根に移行して線虫に効果を示し、また土壌処理によっても滲透作用により作物の根に吸収され地上部に移行して土壌中の線虫はもとより地上部の害虫にも効果を示すとされている。

気賀沢 (1978) は殺線虫剤の簡易検定法を考案し、Vydate 粒剤はシスト内の卵には効果がなく、ふ化遊出した幼虫にのみ効果があると報告している⁹⁾。本報告の中には省略したが休閒あるいは非寄主作物栽培時に処理した場合の効果が極めて低く、ばれいしょ植付時施用にのみ効果が高いのはばれいしょの根から出されるふ化促進物質によって刺激されシストから遊出した幼虫に効果を示すためであろう。

しかし、発芽消長 (Fig 1) の結果、土壌中の幼虫密度は 6 月上旬は低いが 6 月下旬以降は無処理区と同じように高い。それにもかかわらず寄生虫数が著しく少なく推移していることからみて根に滲透移行した薬剤が線虫の侵入を阻止する働きがあると推察される。

また、Vydate 粒剤は水溶性が高く (25°C で水 100 g 当り 25 g) 水に溶けて作用点に達するため土壌水分が効果に影響することが考えられる。1975 年試験の萌芽期処理の効果が劣ったのは処理前後の降水量が著しく少なく乾燥状態が激しかったことが原因と考えられる。(Table 8)

Diazinon 粒剤は水溶性は低いが、蒸気圧が比較的高いためにガス化による効果、あるいは薬剤の直接接触による効果が主体と考えられる。このため作条施用では薬剤の畦間への移動が少なく効果

Table 8. Soil temperature and rainfall during treatment.

		May			June		
		E	M	L	E	M	L
1974	Average soil temp. (5 cm) °C	8.5	12.8	12.8	14.2	16.9	16.5
	Total rainfall mm	20	19	47	61	31	23
1975	Average soil temp. (5 cm) °C	10.8	10.9	13.5	15.6	16.9	17.6
	Total rainfall mm	34	13	0	4	19	11

が劣ったものと考えられる。

寄生指数と線虫の増殖およびばれいしょの生育収量の関係：Oostenbrink (1966) は線虫の初期密度の対数と収量は極低密度と極高密度を除く中間の密度では直線回帰に適合すると述べている^{8,11)}。

本試験の場合は初期密度は一様に高密度であるが殺線虫剤処理によって一時的に密度を低下させたり、あるいは寄生を回避することによって寄生虫数が少なくシストの寄生指数が低くなる。この

寄生指数といも重には負の相関関係が強く、薬害のある場合を除けば直線回帰に適合する。(Fig 2, 3, 4) したがって、この結果から寄生指数の調査により防除効果および被害程度を推定できる。ただし、寄生指数0近くの結果が得られなかったので無被害については論じられないが寄生指数25以下では当地方における標準に近い収量が得られている。

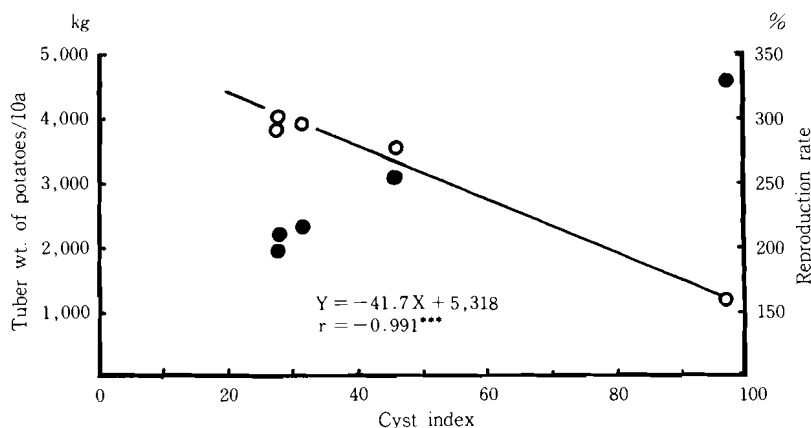


Fig 2. Relation between Cyst index and the yields of potatoes in fumigants treated plots.(1976)
Density of nematodes before treatment: 156-232 per g of dry soil.
(○ : Tuber wt. of potatoes/10a, ● : Reproduction rate)

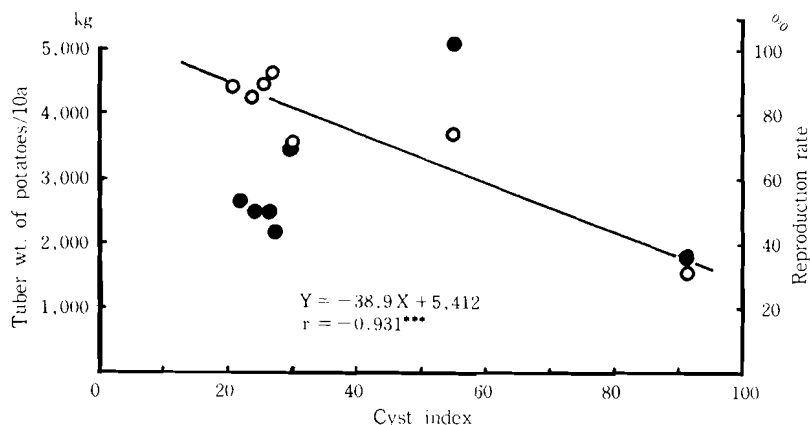


Fig 3. Relation between Cyst index and the yields of potatoes in fumigants treated plots.(1977)
Density of nematodes before treatment: 449-514 per g of dry soil.
(○ : Tuber wt. of potatoes/10a, ● : Reproduction rate)

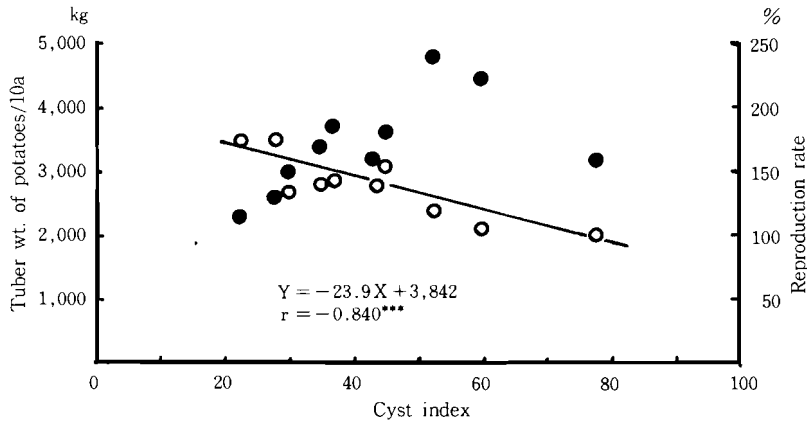


Fig 4. Relation between Cyst index and the yields of potatoes in granule nematicides treated plots.

Density of nematodes before treatment: 142-236 per g of dry soil.

(○ : Tuber wt. of potatoes/10a, ● : Reproduction rate)

線虫密度の増殖率は処理前密度が低い程高くなることが認められている^{7,14)}。本試験でも油剤秋期処理試験において1976年試験 (Fig 2) のように処理前密度が乾土 1 g 当り 156~232 の場合には 2~3 倍に増加している。これに比して1977年試験 (Fig 3) のように処理前密度が約500の場合には同じかあるいは逆に低下している。これは1976年試験の密度はまだ増殖できる密度であったが1977年試験の密度はこれ以上増殖できない密度であったことによると考えられる。これらの結果からみて当ほ場における本線虫の増殖できる上限密度は乾土 1 g 当り約500と推定される。また Fig 3, 4 にみられるように寄生指数50前後の場合に線虫の増殖率は最も高まり、極端に低い場合 (25以下) は低下し、極端に高い場合 (75以上) も低下することが認められた。これは寄生指数25以下の例は顕著な殺線虫効果を示した場合で寄生虫数が極端に少ない場合である。また、75以上ではばれいしょの生育初期に極めて多数の寄生をうけ寄主の生育が極端に劣った場合である。

以上の結果から殺線虫剤を処理してばれいしょを栽培した場合には寄生指数25以下になるような顕著な防除効果を示さない限り線虫密度を低下させることはできないと考えられる。

輪作体系中における両薬剤の組合せ：前述のよ

うに本線虫に対する殺線虫剤は作用機作、処理方法から二つのタイプに分けられ使用目的も異なる。すなわち、くん蒸剤は線虫密度を直接低下させるのが目的となるのに対し、粒剤はばれいしょを栽培する場合に被害を回避し線虫密度を現状より高めないことがねらいとなる。したがって輪作体系の中では線虫密度が高い場合にはくん蒸剤処理により密度の低下をはかり、さらに非寄主作物の輪作により低密度としたほ場にばれいしょを栽培する。その場合、無処理では線虫密度が急増し、再びくん蒸剤処理を繰返す必要を生ずるが、これを防ぐため粒剤の施用により線虫密度を抑制する必要がある。

引用文献

- 1) 細辻豊二, 横山昭一. "土壌処理剤に関する研究, 第3報. D-D, EDBの特異性について". 日植病報, 25, 58 (1960).
- 2) 一戸 稔. "殺線虫剤とその施用上の問題点" 応動昆第5回シンポジウム記録, 39-41 (1961).
- 3) 一戸 稔. "殺線虫剤の薬害". 植物防疫, 23, 415-416 (1969).
- 4) 弥富喜三. "殺線虫剤の作用機構". 植物防疫, 16, 421-422 (1962).
- 5) 稲垣春郎, 気賀沢和男. "圃場におけるジャガイモシストセンチュウ蔵卵シストの土壤中垂直分布". 日線虫研誌, 4, 57 (1974).

- 6) 気賀沢和男, “シストセンチュウに対する薬剤の簡易検定法”, 応動昆講要, 118, (1978).
- 7) Kort, J. “Effect of population density on cyst production in *Heterodera rostochiensis* Woll”. *Nematologica*, 7, 305-308 (1962).
- 8) 西沢 務, “作物の線虫害とその評価”, 植物防疫, 27, 451-458 (1973).
- 9) 大羽克明, 藤田祐輔, 妹背 醇, 難波健吉, “ディ・トラベックスの土壌内動向, I. 圃場における処理後の残留薬物の経時的变化”, 日線虫研誌, 7, 21-27 (1977).
- 10) 岡田利承, 森 哲郎, “土壌燻蒸剤の拡散に関する研究, 第1報. 土壌中におけるD-Dの拡散とダイズシストセンチュウに対する防除範囲”, 北海道農試策報, 82, 1-7 (1963).
- 11) Oostenbrink, M. “Major characteristics of the relation between nematodes and plants”. *Mededelingen landbouwhogeschool wageningen*. Nederland. (1966). p. 66-4.
- 12) 諏訪内正名, “物理化学的にみた殺線虫剤の効き方”, 植物防疫, 15, 391-394 (1961).
- 13) 高倉重義, “キタネコブセンチュウの防除に関する研究, 第12報. 殺線虫剤秋処理による主要作物の薬害”, 北日本病虫研報, 19, 100 (1968).
- 14) 高倉重義, 山田英一, 上野賢司, 今 友親, “ジャガイモシストセンチュウに関する研究, 線虫密度とジャガイモの被害”, 応動昆講要, 118 (1976).
- 15) Whitehead, A.G., Fraser, J., “Chemical control of potato cyst nematode in sandy clay soil. *Ann. appl. Biol.* 72, 81-88. (1972).
- 16) Whitehead, A.G., Tite, D.J., Fraser, J.E., “Control of potato cyst-nematode *Heterodera rostochiensis* in sandy loam by Dupont 1410 (S-methyl 1-(dimethyl carbamoyl)-N-[(methyl carbamoyl)oxy] thiouformimidate) applied to the soil at planting time”. *Ann. appl. Biol.* 73, 325-328 (1973).
- 17) Whitehead, Tite, D.J., Fraser, J.E., French, E.M., “Control of potato cyst-nematode *Heterodera rostochiensis* in silt and peat loams by ten pesticides applied to the soil at planting time”. *Ann. appl. Biol.* 73, 197-201. (1973).
- 18) Whitehead, A.G., “Control of potato cyst-nematode, *Heterodera rostochiensis*, in three soil by small amounts of aldicarb, Dupont 1410 or Nemacur applied to the soil at planting time”. *Ann. appl. Biol.* 74, 113-118. (1973).
- 19) Whitehead, A.G., Tite, D.G., Fraser, J.E., “Effect of D-D, Telon or dazomet applied to potato ridges in spring on potato cyst-nematode, *Heterodera rostochiensis*, in sandy loam and silt loam soils”. *Ann. appl. Biol.* 74, 105-111. (1973).
- 20) 山田英一, 高倉重義, 上野賢司, 今 友親, “ジャガイモシストセンチュウに関する研究, 2・3 ジャガイモ品種における線虫の消長と作物の生育”, 応動昆講要, 117 (1976).

Effects of Nematicides to Potato Cyst Nematode,
Globodera rostochiensis (Woll.) Mulvey & Stone, 1973.

Shigeyoshi TAKAKURA*, Eiiti YAMADA*,
Kenji UENO* and Tomochika KON**

Summary

Several Nematicides were tested on heavily infested volcanic ash soil in Makkari a village situated in southern central part of Hokkaido.

Fumigants: In spring application, both D-D and EDB controlled nematodes in proportion to the dosage, but the sprout and growth of potato plants were delayed by the phytotoxicity and the yields decreased with the increase in the dosage. We conclude that the spring application is not practical in Hokkaido. The autumn application (from September to October) of 60 liter/10a of D-D and 30 liter/10a of Di-trapex were found effective with no observable phytotoxicity to potato. Therefore the autumn application is adaptable in Hokkaido. The density of nematodes were very low in those plots where non-host crops were cultivated. On the contrary, the density in potato plots at harvest time were sometimes higher than those of untreated plots. Consequently, the fumigants should be used in combination with non-host crops. Two applications at one half dose were more effective than one application at regular doses. The density of nematodes at harvest time in the plots where non-host crops were cultivated was less than 10% of the density at planting time.

Granule nematicides: Overall treatment of 30kg/10a of Vydate (1%) 30-40kg/10a of Diazinon (5%) and furrow treatment of 15kg/10a of Vydate at planting time of potato effectively controlled nematodes. The number of viable eggs in the soil after harvest were smaller than that of untreated plot. The growth and yield of a susceptible potato "Benimaru" greatly improved. Among other nematicides tested, overall treatment of 30kg/10a of PD-576 (5%), 20kg/10a of Mocap (5%), 30kg/10a of PD-223 (5%) and 5kg/10a of Nemacur were also found effective.

The method and time of application fumigants, as well as the dependence of reaction mechanism on application procedure of granules are discussed.

*Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-13, Japan.

**Hokkaido Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Hokkaido, 099-14, Japan.