

**Table 31.** Effect of the non-fumigated granule nematicides in ridge or overall application on the potato cyst nematode and susceptible potato "Benimaru".

Nematicides	Treat-ment	Dose (Kg/10a)	Eggs per g dry soil		Cyst index (L. July)	Tuber wt. (Kg/10a)	Phyto-toxi-city	Examined year
			Before treatrent (E. May)	After harvest (L. Sep.)				
Vydate(1%)G	Ridge	15	238	361	49.0	2,910		'75, '76, '79
		30	212	360	35.0	2,753	+	'76
	Overall	30	220	209	30.4	3,361		'75, '76, '79
Mocap(5%)G	Ridge	10	127	389	45.0	2,789		'79
	Overall	15	143	110	38.3	3,859		'79
		20	152	83	18.3	3,443		'79
Diazinon(5%)G.	Ridge	20	142	354	60.0	2,228	+	'76
		40	184	484	52.7	2,452	++	'76
	Overall	40	172	255	30.3	2,697		'76
		60	160	208	28.7	3,481	+	'76
Untreated		—	205	394	37.7	1,817		'75, '76, '79

Phytotoxicity was estimated by the growth of potato early in July.

+ : Slight, ++ : Moderate.

#### 4) カーバメイト系薬剤 (バイデート粒剤) の作用機作と防除法の検討

##### (1) 作用機作の検討

本剤の作用機作を知るため、3年間非寄主作物を栽培した圃場(約100卵/乾土1g)にバイデート粒剤(1%)30kg/10aを1977年5月13日に全面施用、土壌混和ののち、「紅丸」と「ツニカ」を栽培し、約10日毎に線虫の消長を調べた。

##### 結 果

調査結果を Fig. 26に示した。土壌中に遊離する2期幼虫数は、供試両品種ともにバイデート処理区と無処理区では処理区の春期のピークが約10日遅れたほかは大きな差異がみられない。根への寄生時期も寄生線虫数からいって処理区は約20日遅れ、その後も寄生数は少なく経過した。従って、バイデート処理は幼虫の侵入盛期である6月20日頃までその活動を抑え、その後の寄生量も少なくさせる、と考えられる。ジャガイモ収穫後の根辺

土壌の線虫密度(卵数)は、「紅丸」の無処理区では植付時の21.5倍に増えたが、処理区では植付時の密度に止まった。「ツニカ」は、処理区で植付時の4%、無処理でも9%に各々減少させたが、この品種の線虫抵抗性に由来する線虫捕獲効果が大きいため、処理効果が判然としない。ジャガイモの生育は、両品種で処理区が無処理区に優れたものの、両区の差は「紅丸」では大きい「ツニカ」では小さかった。10a当たり収量も同様で、「紅丸」では無処理区の2,666kgに対し、処理区が23%増の3,276kg、「ツニカ」では無処理区3,045kg、処理区3,066kgであった。

##### (2) 農作業機による防除法の検討

これまで各種薬剤の効果を手播き等の小規模な試験で確認してきたが、ここでは現行の農作業機によって粒剤を土壌に施用し効果を調べた。試験区は1区10a以上の圃場を供試した。

**Table 32.** Effect of non-fumigated granule nematicides on the population of potato cyst nematode.

Nematode population (Eggs/g dry soil)	Nematicides • Dose (Kg/10a)	Cyst index (M. -L. July)	Nematodes per plant (M. -L. July)	Multiplication rate	Tuber wt. per plant (g)
				After harvest/ Before planting	
Low (3-15)	Vydate(1%)G. • 30	20.9	432	3.9	1,711
	Mocap(5%)G. • 20	12.5	602	2.0	1,588
	Diazinon(5%)G. • 30	31.3	1,556	50.7	1,400
	Untreated —	47.9	2,675	60.7	1,215
Middle (22-47)	Vydate(1%)G. • 30	20.9	447	1.9	1,625
	Mcap(5%)G. • 20	0	43	1.4	1,572
	Diazinon(5%) • 30	25.0	1,897	12.7	1,305
	Untreated —	68.8	5,745	14.3	1,067
High (192-288)	Vydate(1%) • 30	25.0	922	0.3	1,260
	Mocap(5%) • 20	37.5	220	0.4	952
	Diazinon(5%) • 30	43.8	2,636	1.1	955
	Untreated —	100.0	19,358	2.4	406

Vydate(1%) is a mean of 1978-'80, Mcap(5%) 1980, and Diazinon(5%) is 1979.

## 方 法

バイデート粒剤(1%)を、全面散布は本田式肥料散布機(S型—8N型)により30kg/10aを目標に散布した。本機は薬剤容器の底に薬剤の落下する口が8cm間隔に開き、落下量を調節する目盛がある。散布量は理論上この目盛の調節、トラクターP・T・O回転数、トラクターの走行速度で決定される。散布後ローターベーターで土壌と混和した。作条施用は田端式総合施肥播種機(4条)の種子用容器に薬剤を入れ、大正金時用播種板を用い、15kg/10aを目標に作条内に施用した。両区とも「紅丸」をポテトプランターで施肥・植付・覆土を行なった。

## 結 果

作条施用では、薬剤容器のわずかな傾斜角度の違いで投下薬量変動するので圃場毎に角度調整が必要であった。また平坦と傾斜の入り組んだ圃場では散布むらが大い。しかし全面散布ではこのような配慮は不要なため作条施用よりも実用性がある。

防除効果をシスト寄生指数とジャガイモ収量から判定すると、処理前の線虫密度が均一に高かった圃場では、全面施用は効果が高く、作条施用も全面施用よりは劣るものの有効であった。

散布作業者に対する安全性を農業技術研究所病理昆虫部農薬科で調査したが、薬剤取扱い作業、トラクター運転者及び施用後の圃場作業者のマスクからは検出限界以下、手袋・作業衣から検出されたが極微量で、また散布粒子の飛散も少なく、安全性は高いという評価であった。

以上から、全面施用に用いた肥料散布機は粒剤の散布に適しており、防除効果も高い。作条施用は全面施用に比べて防除効果はやや劣るものの、さらに精度の高い作業機が考案されるならば、薬剤散布、施肥、植付を同時に実施することも可能で、省力化の観点からも実用性は高い。

## 考 察

(1) 燻蒸剤の効果と施用法<sup>23,25,26,33,57,59,75,76,82,95)</sup>

土壌中に施用された燻蒸剤はガス化しながら土壌中を拡散し、土壌中に遊離する2期幼虫及びシ

スト内卵に作用する。燻蒸剤を作物の生育中に施用するとガスが植物体に作用して薬害を生じるので生育中は処理できない。北海道での燻蒸剤の処理時期として、作物播種（植付）前の春期処理と収穫後の秋期処理の2つがある。春期処理の効果

をジャガイモを栽培して検討した結果では、地温が低いためガス化および気化ガスの拡散が不十分で、処理のあと植付期のガス抜きまでに十分な時間をとれないため、植付時にガスが土壌に残って激しい薬害を起し、実用性はなさそうであつ

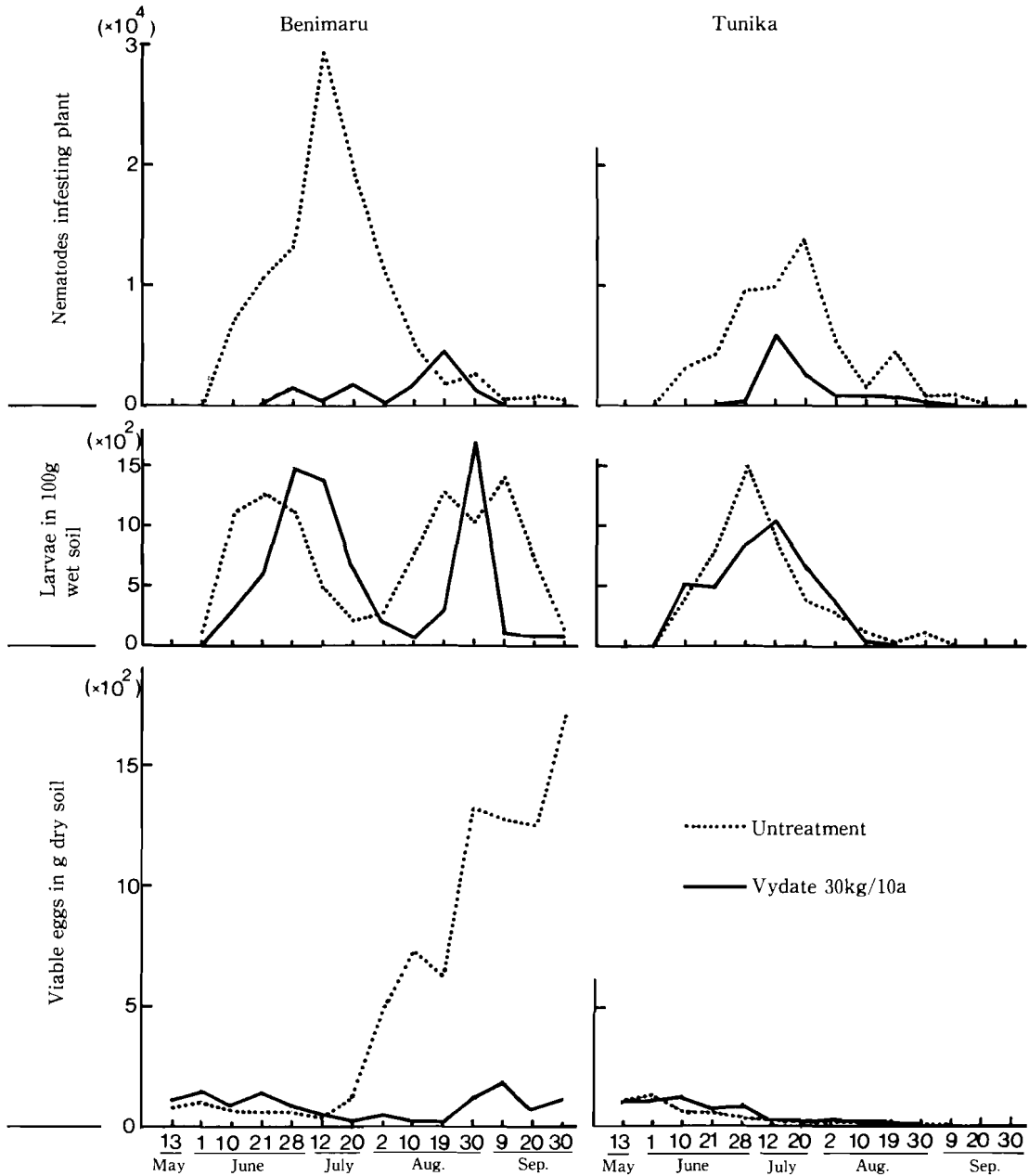


Fig. 26. Fluctuations of nematode population between Vydate treatment

た。ただしジャガイモでなくマメ類の栽培の場合は、5月上旬に薬剤を注入、10日間の燻蒸期間をおき、ガス抜き後の10日後に播種すれば、適期播種（5月20日前後）にはやや遅れるものの5月下旬の播種は可能である。その場合でも薬害の危険性はなしとしなさい。このように本試験の結果は春期処理よりも秋期処理が安全かつ有効と認められたので、以下には秋処理の効果とその使用方法について考察する。

秋期の処理時期とガス抜きについて：北海道で使用されているD-D油剤はEDB油剤に比べ低温（10～15°C）で効果が高く、薬害も少ない<sup>23,33</sup>。これはD-D油剤の蒸気圧がEDB油剤よりも高く、ガス化およびその拡散がまさるためである。後志地方で秋期処理が可能な時期の畑地温を真狩村圃場の地下15cmで調べた（1973～1977年平均）。9月下旬15.7°C、10月上旬13.3°C、同中旬10.8°C、同下旬9.3°Cで、前述のように10月中旬までのD-D油剤の効果は処理時期の早晩でほとんど差がない。しかし、10月下旬以降の処理になると効果がやや劣り、ガス抜き期間がとれず薬害の恐れがある。北海道ではジャガイモシストセンチュウに対する秋期処理は10月中旬までに終わる必要がある。

処理後の作物に及ぼす影響：本試験で明らかのように、燻蒸剤の処理をしても、ジャガイモを栽培するとたちまち線虫密度が高まることから、輪作体系の中では、線虫を低密度に抑えるために、燻蒸剤処理後には非寄主作物を栽培するのがよい。その場合、D-D油剤による薬害として、例えば、テンサイでは発芽不良と初期の生育遅延、ム

ギ類の分けつ数増加と倒伏、マメ類の徒長と熟期の遅れ、クローバ類の生育旺盛化<sup>76</sup>、などに注意しなければならない。一般的には、D-D処理により栄養生長が旺盛になるので処理後の施肥は窒素質肥料を控え目にする。

(2) 非土壤燻蒸剤(粒剤)の効果と作用機作<sup>92,93,96,97</sup>

供試したバイデート、モーキャップ、ダイアジノンの各粒剤の中で特にバイデート粒剤が有効と認められた。本薬剤は浸透移行性が強いとされるが、土壤中に遊出したふ化幼虫には効果が高いがシスト内の卵には効果がないとの報告もある<sup>98</sup>。本報告には載せなかったが別途に行った著者の試験で、休閒あるいは非寄主作物栽培時にバイデート粒剤を処理した場合の効果は低かった。この薬剤がジャガイモ植付期の施用に限って効果が高くなる理由は、ジャガイモではその根から線虫卵のふ化促進物質が分泌され、その働きによってシストから多数の2期幼虫がシスト外つまり土中に遊出し、それらに薬剤が直接作用するものと考えられる。このことは本薬剤処理後の線虫発消長調査の結果からも明らかで、処理区の土壤中幼虫密度は6月上旬は低いのが、6月下旬以降は無処理区同様に高くなった。しかしそれにも関わらず、ジャガイモ根への寄生虫数がその後も処理区では著しく少なく推移した。このことはバイデート剤のもう一つの作用として、薬剤が根に浸透移行し線虫の侵入を阻止するものと推察される。また、本剤は水溶性が高く（25°Cで水100g当たり25g）、水に溶けて作用するので土壤水分がその効果に影響するところ大きいようである<sup>99</sup>。このことに関連して、本研究において1975年のバイデート粒剤萌芽

Table 33. Rainfall and soil temperature during treatment in 1974 and 1975 (See Table 29).

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

処理の効果が劣ったのは6月6日の処理前後の降水量が前年に比べても著しく少なく、土壤の乾燥が続いたことが原因と考えられる (Table 33)。

バイデート粒剤のほかにジャガイモシストセンチュウに有効と認められたモーキャップ粒剤、ダイアジノン粒剤は、その水溶性が低く、従ってこの場合の効果は薬剤の直接接触によることが大きいと考えられ、作条施用の試験で効果が劣ったのも薬剤の畦間への移行が十分でなかったことが考えられる。

### (3) 輪作体系の中での殺線虫剤の選択

ジャガイモシストセンチュウに用いる殺線虫剤は、その作用機作と処理方法から2つに分けられる。燻蒸剤は低温時の施用では効果が不十分であったり、薬害の危険もあって処理時期と処理方法を慎重に選ばねばならないが、それさえ適正であれば殺線虫効果は高く、線虫密度を確実に下げる働きをもつ。粒剤の方は、燻蒸剤と違って線虫体に及ぼす直接的殺線虫作用は劣るとしても、立毛中処理が可能という大きな利点を生かして、ジャガイモ栽培時に同時に薬剤を施用し、被害を回避しつつ栽培が可能である。輪作体系の中でこの2つの型の薬剤をどう使い分けるかが問題となるが、線虫密度の高い圃場では、まず燻蒸剤処理で線虫密度を一挙に下げ、しばらく非寄主作物を栽培して一層低密度となつてところでジャガイモを栽培する。この場合のジャガイモが線虫感受性のときには線虫密度の急増を防ぐためその植付期に粒剤を施用する、という方式が推奨される。

## 第4節 線虫捕獲植物の利用の検討<sup>73,100)</sup>

ジャガイモシストセンチュウの寄主作物には、すでに述べたとおり、ジャガイモ、トマト、ナスが知られ、このほか厳密に言えばナス科を主体に100種以上の寄主植物が報告されている。しかし、もちろん、これら寄主植物に対するジャガイモシストセンチュウの寄生量は一様ではなく、たとえば、ジャガイモの線虫抵抗性品種ではふ化幼虫が多数侵入しても成虫まで成長する個体がほとんどなく、このジャガイモ栽培により土壤中の線虫密

度はかえって栽培前よりも大きく低下する。このような働きは、線虫抵抗性ジャガイモの線虫捕獲効果として知られている。ここではナス科を中心に本線虫に対し捕獲効果を示す植物を探索し試験を行なった。

### 1. 線虫捕獲植物の探索

#### 方 法

ナス科6科6属17種、*Chenopodium quinoa* (アカザ科) および2種のマリーゴールド (キク科) のジャガイモシストセンチュウ捕獲効果をつぎの2つの試験で検討した。素焼鉢に線虫生息土壤 (100卵/乾土1g) を容れ (1977年)、また蒸気消毒土壤を入れて蕨卵シストを接種し (1978年)、それぞれに供試植物を約3カ月育てた。線虫寄生数、3カ月後の土壤中線虫密度を調べた。

#### 結 果

供試植物の中でジャガイモシストセンチュウの雌成虫・シストがとくに少ないのはジャガイモ抵抗性品種「ツニカ」(総寄生虫数の0.4%)のほかに *Solanum nodiflorum* (同0.3%)、野生トマト *Lycopersicon peruvianum* B6001 (P. I. 126926) (同0%)、イヌホウズキ *Solanum nigrum* であった。なおチョウセンアサガオ (*Datura* 属)、*Physalis philadelphica*、トウガラシ、シントウガラシ、*Chenopodium quinoa* (アカザ科) は各態の寄生数が極めて少なかった。*L. peruvianum* B6001 (P. I. 126926) は本線虫に抵抗性を示し、Ellis・Hesling<sup>11)</sup>の結果に一致した。試験終了時の土壤中線虫密度の調査でも多くの供試植物で線虫密度は低下し、とくに *L. peruvianum* (植付時密度の5%)、*Solanum villosum* (同9%) で目立った。本試験でマリーゴールド (*T. patula*, *T. erecta*) の線虫密度低減効果は認められず、これは Omidvar の *T. minuta*, *T. signata* を用いて効果が低いとの報告<sup>58)</sup>に一致した。

### 2. 捕獲植物の線虫密度低減効果

#### 1) ジャガイモ近縁野生種の線虫密度低減効果

#### 方 法

1974年に寄生性を検定 (第IV章第2節1) した5種 (43系統) の中からシストの形成されなかった3種 (5系統) を選び、0.8m<sup>2</sup>の木枠内の線虫高

**Table 34.** Nematode trapping effect of some tuberous *Solanum* spp.

Plant • Strain	Nematode population after harvest (Eggs/g dry soil)	% of population harvest to planting
<i>S. andigena</i> 2504(W 186)	52	29
<i>S. vernei</i> 41/6R(W 91)	64	36
<i>S. vernei</i> Campito, R58/389(W 182)	96	54
<i>S. vernei</i> (W 445)	16	9
<i>S. famatinae</i> H144, R58/78(W 180)	44	25

Preplant nematode population is 179 eggs/g dry soil.

Figures in parenthesis are code number of Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn.

**Table 35.** Nematode trapping effect of some Solanaceous plants.

Plant	% population at harvest to planting
<i>Solanum nigrum</i>	45.0
<i>Datura bernhardii</i>	58.9
<i>Nicandra physaloides</i>	79.1
<i>Lycopersicon esculentum</i> "Kyouryoku Gokou"	17.1
<i>Physalis phyladelphica</i>	83.7
<i>Solanum tuberosum</i> "Tunika"	15.0

Preplant nematode population is 258 eggs/ g dry soil.

密度土壌 (179卵/乾土 1 g) を用いて30×20cmの栽植密度で塊茎を植え付け5月から10月まで栽培し、その捕獲効果を調べた。

#### 結 果

Table 34のとおり、全般的に線虫密度が低下したが、中でも *S. vernei* (W445), *S. famatinae* (W180) ではその程度が大きかった。

野生種は栽培品種に比べ根量が少なく、ふく枝が長くなるため、本試験のように木枠内に密植した場合には効果が高目に示されると考えられ、またふく枝が長く、塊茎が各所に形成されて回収が困難となり、ウィルス病感染源になりやすい。

#### 2) その他の植物の線虫密度低減効果

#### 方 法

先の試験 (捕獲植物の探索) の供試植物から5種を選び0.8m<sup>2</sup>木枠内の高密度土壌 (258卵/乾土 1 g) に25×10cm 点播で1978年6月22日から10月

6日まで栽培して捕獲効果を検討した。対照の「ツニカ」は枠当たり6株植とした。

#### 結 果

試験終了時 (10月6日) の線虫密度を試験開始時のそれと比較して Table 35に示した。

供試植物の栽培による線虫密度の低下率 (捕獲効果) は、対照とした「ツニカ」が最も大きく、次いでトマト、イヌホウズキの順であった。Table 36には線虫土壌と無線虫土壌において5供試植物の生育の比較を示したが、この中で、トマト「強力五光」が多数の線虫寄生の影響で生育の劣っているのが目立った。これに比べイヌホウズキの生育はあまり影響されない。

以上の結果と、栽培により多量の種子が容易に得られることからイヌホウズキが捕獲植物として有望と認められたので、次項ではこの植物の捕獲効果を高めるための栽培法を検討した。

**Table 36.** Growth of plants at nematode infested or uninfested soils.

Plant	Soil	Stem length	Stem & leaf weight	Root weight
<i>S. nigrum</i>	N	61.0 cm	67.0 g	1.3 g
	O	64.0	81.0	1.9
<i>D. bernhardii</i>	N	97.0	151.0	5.0
	O	98.0	143.0	4.8
<i>N. phyaloides</i>	N	138.2	216.0	5.3
	O	132.2	177.0	6.0
<i>L. esculentum</i> "Kyouryoku Gokou"	N	45.8	12.5	1.1
	O	82.7	95.5	4.3
<i>P. phyladelphica</i>	N	75.7	49.5	3.1
	O	69.8	63.5	3.3

N : Nematode infested soil (258 eggs/ g dry soil), O : Uninfested soil. Examined at 22th Aug., 1978.

**Table 37.** Preplant population of potato cyst nematode and nematode trapping effect of *Solanum nigrum*.

Preplant	Nematode population(Eggs/g dry soil) Oct 1. (% to preplant)	Nematodes per plant(July 3)					
		2 nd L.	3 rd L.	4 th L.	Male	Female • Cyst	Total
780	190(24)	124	0	0	0	0	124
195	36(18)	187	3	0	0	0	190
16	6(38)	109	0	0	0	0	109

Seeding of 2 g/m<sup>2</sup> on May 14, 1981.

### 3. イヌホウズキの線虫捕獲効果とその利用

#### 1) 捕獲効果の検討

##### 方 法

播種量, 播種時期, 播種前線虫密度と捕獲効果との関係を検討した。

線虫高密度土壌を容れた0.8m<sup>2</sup>木枠で各試験を実施した。

##### 結 果

播種量試験(1979年5月24日播種)では線虫土壌(204~315卵/乾土1g)の発芽率28%は無線虫土壌の約半分で, しかも線虫寄生の影響と思われる枯死が発芽直後から観察された。発芽後の初期

生育も線虫土壌では顕著に劣った。しかし後期の生育は, 無線虫土壌では競合による生育抑制のため線虫土壌と差が余りなくなった。播種量(1~3 g/m<sup>2</sup>)が多いほど発芽率および初期生育が劣る傾向であるが, 1gと2gはほぼ同等であった。試験終了時(10月23日)の線虫密度は, 1, 2, 3gで各々試験開始時の10, 8, 9%に下がった。以上から播種量としては, 1gと2gは生育, 線虫捕獲効果がほぼ同等であったが, 発芽時に線虫およびナストビハムシの加害を受けて枯死する個体が多いので2g/m<sup>2</sup>が適量と考えられた。

播種時期試験は1979年と1980年に各々高密度土

壤(246~315卵, 130~140卵)で5月~8月播(2 g/m<sup>2</sup>)で検討した。イヌホウズキの播種時期により発芽率は異なった。1979年は5月播の発芽率が低く, 6月播, 8月播が高かったが, これは土壤水分が影響したと考えられる。しかし播種が早く生育期間の長いほど生育量は大きく, 捕獲効果が高めるには播種時期を5~6月とするのがよい。

1981年の線虫密度試験では, イヌホウズキの発芽率およびその後の生育は線虫密度が高いほど劣った。しかしイヌホウズキ栽培による線虫密度の低下率は播種時の線虫密度の高低にかかわらず, 約4カ月半後には播種時の20~40%まで低下させた(Table 37)。

## 2) 捕獲植物としての利用法の検討

非寄主作物の栽培によりジャガイモシストセンチュウの密度は約30%低下することが知られるが, さらに密度低下を計るために捕獲植物と非寄主作物を組み合わせた利用試験を圃場で実施した。

### ① トウモロコシ間作の利用試験: 5年間, コ

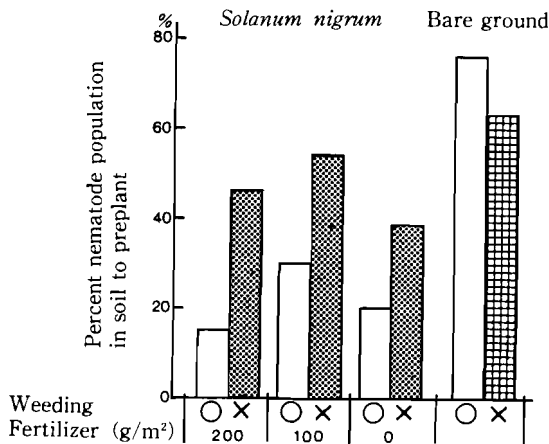


Fig. 27. Potato cyst nematode trapping effect of *Solanum nigrum*. (With or without weeding of Japanese millet and different amount of fertilizer)

○ : Weeding, × : Non-weeding

Preplant nematode population : 66-85 eggs/g dry soil.

Nematode examined Aug. 30, 1979.

Fertilizer : N-7, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-18, K<sub>2</sub>O-13, MgO-4.5%.

ムギを連作した中密度圃場(66~85卵/乾土1g)で, トウモロコシ「クィーンアン」(1979年5月21日播種)の畦間にイヌホウズキ種子2 g/m<sup>2</sup>を1979年5月24日に散播し8月30日まで栽培したが, 播種3カ月後(8月30日)にイヌホウズキはヒエが密生したため全く消失した。イヌホウズキの線虫捕獲効果は, このヒエの除草の有無によって異なり, 除草区ではイヌホウズキがよく生育して線虫密度は播種時の15~30%に低下し, 無除草区では39~54%に止まった(Fig. 27)。また対照の「ツニカ」の5月植付(栽植密度60×40cm)では植付前の22%に低下した。

② コムギ跡の利用試験: 6年間コムギを連作した中密度圃場(43~83卵/乾土1g)で秋播コムギ収穫後の1979年8月30日にイヌホウズキ種子2 g/m<sup>2</sup>を播種し10月23日まで栽培したが, 生育期間が短かいため線虫密度は播種時の84~96%で, 捕獲効果はみられなかった。対照とした「ツニカ」の栽培(60×40cm)では8月22日, 9月1日植付とともに植付時の49%に低下した。

③ ダイズ間作の利用試験: 線虫高密度圃場(205~385卵/乾土1g)にダイズを1981年5月25日に播種し, 6月16日にイヌホウズキ種子2 g/m<sup>2</sup>を畦間に播種したが, 肥料を施した区(前記肥料100g/m<sup>2</sup>)だけが生育量が大きいため線虫密度を播種時の55%に低下させた。

## 考 察

線虫捕獲効果の高い植物として, ジャガイモ「ツニカ」, *S. nodiflorum*, *L. peruvianum* B6001(P. I. 126926), イヌホウズキなどが分かったので, そのうちイヌホウズキを捕獲植物として利用する場合の耕種法を中心に検討したところ, イヌホウズキの捕獲効果を高める条件として, 播種量は2 g/m<sup>2</sup>, 播種期はできるだけ早く5, 6月が適当, さらに, 初期生育が遅いうえ耐陰性が弱いので, 作物の間作とするには作物との同時播種がよいと考えられた。しかし一方, 雑草(主としてヒエなど)との競合に弱いので除草剤との組合せを考慮する必要があるなど, ジャガイモシストセンチュウの捕獲効果を目的としたイヌホウズキの圃場への導入にはまだ多くの問題が残されている。なお,



線虫抵抗性ジャガイモ「ツニカ」もその捕獲効果が高く、捕獲植物としての利用も当然考えられ、「ツニカ」についてイヌハウズキと共に実施した利用試験でもそのことが実証された。

### 第5節 ジャガイモシストセンチュウの生理活性物質の利用と物理的防除法の検討

#### 1. 生理活性物質（ピクロロン酸）の利用に関する検討

ジャガイモシストセンチュウの卵のふ化を促進する作用がある合成化合物として、ピクロロン酸、バナジウムイオンが知られているが<sup>6,7)</sup>、そのうちピクロロン酸を供試して防除への可能性を検討した。

##### 1) ピクロロン酸溶液への卵浸漬によるふ化促進効果

25°C蒸留水で4日間予浸したシストを用い、その卵げんだく液0.1mlにピクロロン酸溶液10mlを加え、25°Cで30日間のふ化幼虫数を調べた。その結果、蒸留水のふ化率4%に対し、ピクロロン酸各濃度の溶液は試薬の種類により濃度とふ化率が異なるが平均67.3%の高いふ化率を示した (Table 38)。

##### 2) ピクロロン酸の土壌施用による線虫密度低減効果

施用量試験は前作ジャガイモの高密度土壌(147卵/乾土1g)を容れた木枠にピクロロン酸粉末の

m<sup>2</sup>当り5g, 15g, 25gを約20cmの深さまでの土壌と混和し、アズキ「宝小豆」を1980年5月16日に播種した。土壌への2期幼虫の遊出は、Fig. 28のとおり、15g/m<sup>2</sup>施用区の6月中旬のピークが最も高く、他は無処理区と大差がなかった。

施用時期試験は高密度土壌(640~858卵/乾土1g)の入った木枠で5~8月の各月にピクロロン酸15g/m<sup>2</sup>を深さ20cmまで土壌と混和し、作物を栽培しなかった。ピクロロン酸の5月および6月施用は卵のふ化、幼虫の土壌遊出を促し、10月の線虫密度(未ふ化卵密度を意味する)は無処理の36%に対してそれぞれ試験開始時の5%以下まで

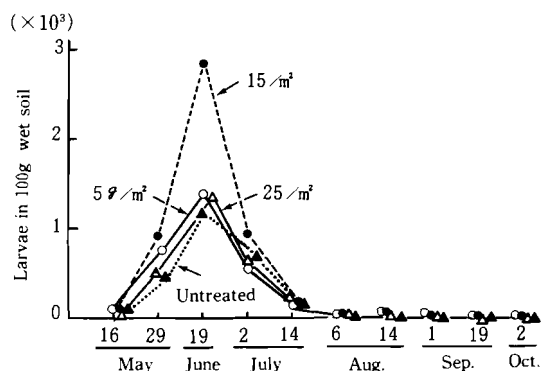


Fig. 28. Effect of Picloronic Acid incorporated into soil and fluctuation of second stage larvae of potato cyst nematode.

Table 38. Hatching of potato cyst nematode by Picloronic Acid (C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>N<sub>4</sub>O<sub>5</sub>).

Concn. (mM)	A		B		C	
	Eggs tested	Hatching rate(%)	Eggs tested	Hatching rate(%)	Eggs tested	Hatching rate(%)
1.0	367	17.9	264	78.7	213	83.7
0.5	455	48.7	370	76.2	342	91.2
0.3	428	65.0	461	99.3	379	45.0
0 (Distilled water)	447	3.8				

Mean of 2 rep.

低下した。7月および8月施用では、それぞれの施用前の幼虫遊出のピークのほかに、施用後10日ほどで幼虫遊出のはっきりしたピークが見られ、7月施用はピークがやや高いたけ線虫密度を当初

の5%まで下げたが、8月施用の第2回のピークはやや低く10月の線虫密度は当初の21%にとどまった (Fig. 29)。以上から、ピクロロン酸の5~7月の施用は線虫密度低下をさせるうえで有効であった。本剤はそのごく少量が水に溶解しふ化・遊出を促がすと考えられるので、当地帯では乾燥しやすい7月をさけ、5月および6月の施用が安定した効果を示すと考えられる。

考 察

ピクロロン酸のふ化促進効果は0.3mMの濃度で最も高いとされ<sup>6)</sup>、本試験でも試薬により異なったが、3種のうち2種は0.3mMでふ化率は最高となった。枠試験でも施用量がm<sup>2</sup>当たり15gと25gの効果が高く、前者はm<sup>2</sup>当たり深さ20cmまでの土壌(比重を1として)が0.3mM濃度となる。Whiteheadら<sup>94)</sup>は本剤を圃場に施用しても効果がないとしたが、この時の施用量はm<sup>2</sup>当たり0.86g, 1.72g, 3.44gと計算され、線虫密度が処理前の85%, 69%, 64%にそれぞれ減少したことからみて、施用量が少なかったものと考えられる。

ピクロロン酸の施用量15g/m<sup>2</sup>とした5, 6月処理は、ともに高いふ化促進効果とそれに続く線虫密度低減効果を示したが、今後、実用化のためには土壌水分、地温、栽培する非寄主作物の種類、それへの薬害などの検討が必要である。

2. 物理的防除法の検討

極超短波照射と放射線(コバルト60)照射によるジャガイモシストセンチュウの殺卵効果を調べ、防除への可能性を検討した。

1) 極超短波照射の線虫卵致死効果

極超短波(超高周波, マイクロ波)は通信以外の利用法として電子レンジや食品の殺菌等に実用化されている<sup>69)</sup>。ここでは土壌中のジャガイモシストセンチュウに対する効果を2, 3の条件下で検討した。供試機種はOceanography International製の小型実験機Zapper Z-1B型で、仕様は発振周波数2,450±25MHz, 最大出力6kwの導波管型の機種である。

① 土壌およびシストの水分含量と殺卵効果  
方 法

照射は当場の不凍実験室で1976年6月11日に行

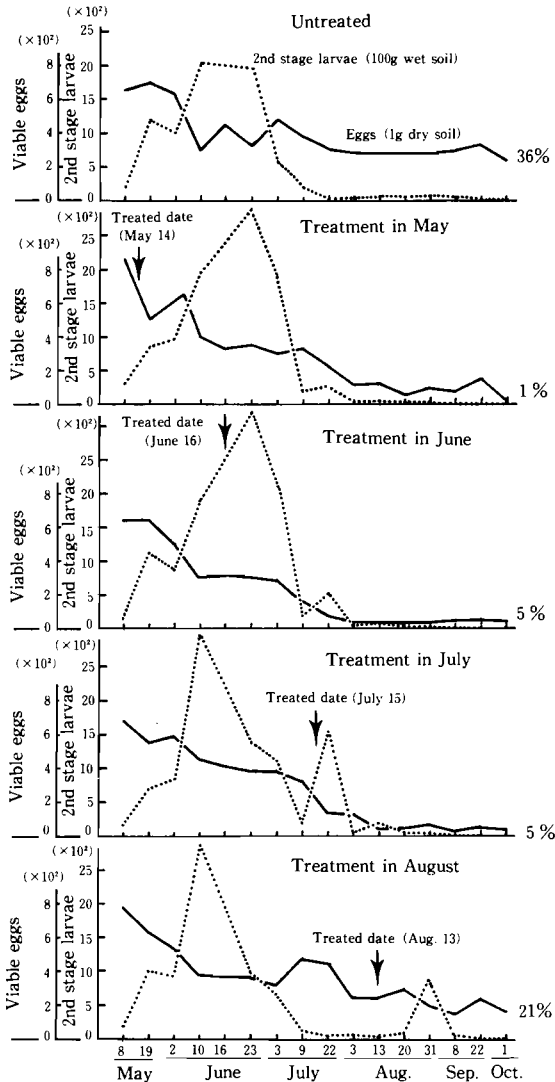


Fig. 29. Picloronic Acid incorporated into soil at different times and reduction in the potato cyst nematode population.

% in figure indicates the density of nematodes at Oct. 1 to the beginning (May 8).

なった。照射方法は40×30×30cmの木箱に火山灰土壌（由仁町）をつめ、地面と同じレベルに埋め、50個の蔵卵シストを収めた直径0.9cm、深さ0.3cmの円形ポリエチレン容器を顕微鏡用スライドにはりつけて所定の深さに埋没し、土壌表面に照射部を密着させて照射した。

照射の対象を乾燥土壌（土壌水分10.1%）と湿潤土壌（同36.4%）、乾燥シスト（室温で十分乾燥）と湿潤シスト（シストのポリエチレン容器に吸湿漏紙を入れた）とし、各組み合わせで効果を検討した。照射量は2,000, 4,000, 8,000ジュール/cm<sup>2</sup>・sec、シスト埋設の深さは0, 5, 10, 15, 20, 25 cmとし、殺線虫効果の判定は、処理4時間後にシストを回収し、ジャガイモ根部滲出液によるふ化率調査、アクリジンオレンジ染色による生死判別調査、鉢植えのジャガイモ「紅丸」にシストを接種する寄生調査によった。

結果

16～17°Cの土壌に照射したときの照射による土壌温度の上昇は、土壌の乾湿、照射量により一様でないが、土壌の深さによる変動が最も大きい。概していえば、深さ5 cm, 10cm, 0 cm（土壌表面）の地点の地温がほぼこの順位で最も大きく上昇し、照射量4,000ジュールでの照射直後の温度は湿潤土壌で70～95°C、乾燥土壌で60～85°C、最大照射量8,000ジュールでは各々75～100°C、65～95°Cの範囲であった（Fig. 30）。

照射後のシスト内卵をジャガイモ根部滲出液に浸漬し、ふ化率で照射の効果と判定すると、湿潤シストは乾燥シストよりもふ化率が低く、それだ

け照射の殺卵効果が高かったことを示している。例えば湿潤土壌の2,000ジュール照射では、深さ5 cmの卵のふ化率が乾燥シストの約4%に対し、湿潤シストでは0%であった。また乾燥土壌の2,000ジュール照射では、乾燥シストは地表でも18%のふ化率、湿潤シストでは10cmまでほぼ0%となった（Fig. 31）。

生死判別用のアクリジンオレンジ染色による結果およびジャガイモ「紅丸」への寄生虫数による判定結果は、ともにジャガイモ根部滲出液によるふ化率の結果と同様な傾向を示した。

照射により線虫が死滅したと考えられる土壌深度を土壌およびシストの乾湿別にまとめるとTable 39のとおりで、8,000ジュール照射では両者

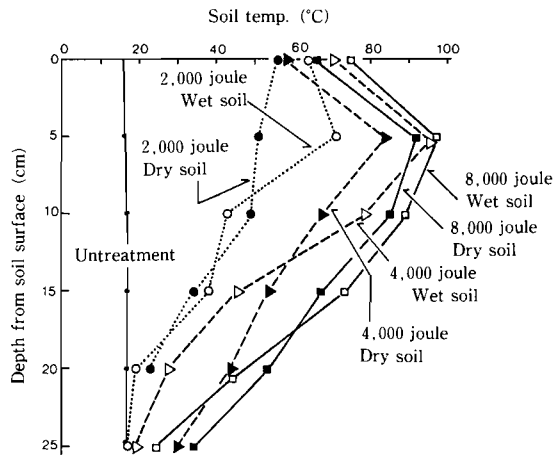


Fig. 30. Soil temperatures after irradiation of ultrahigh frequency electromagnetic energy.

Table 39. Effect of UHF irradiation on potato cyst nematode eggs in cysts.

Soil (Water content)	2,000J.		4,000J.		8,000J.	
	Cyst		Cyst		Cyst	
	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Dry (10.1%)	*	10	10	15	15	15
Wet (36.4%)	0	5	10	10	15	15

\* Effect was not enough at 0 cm (soil surface).

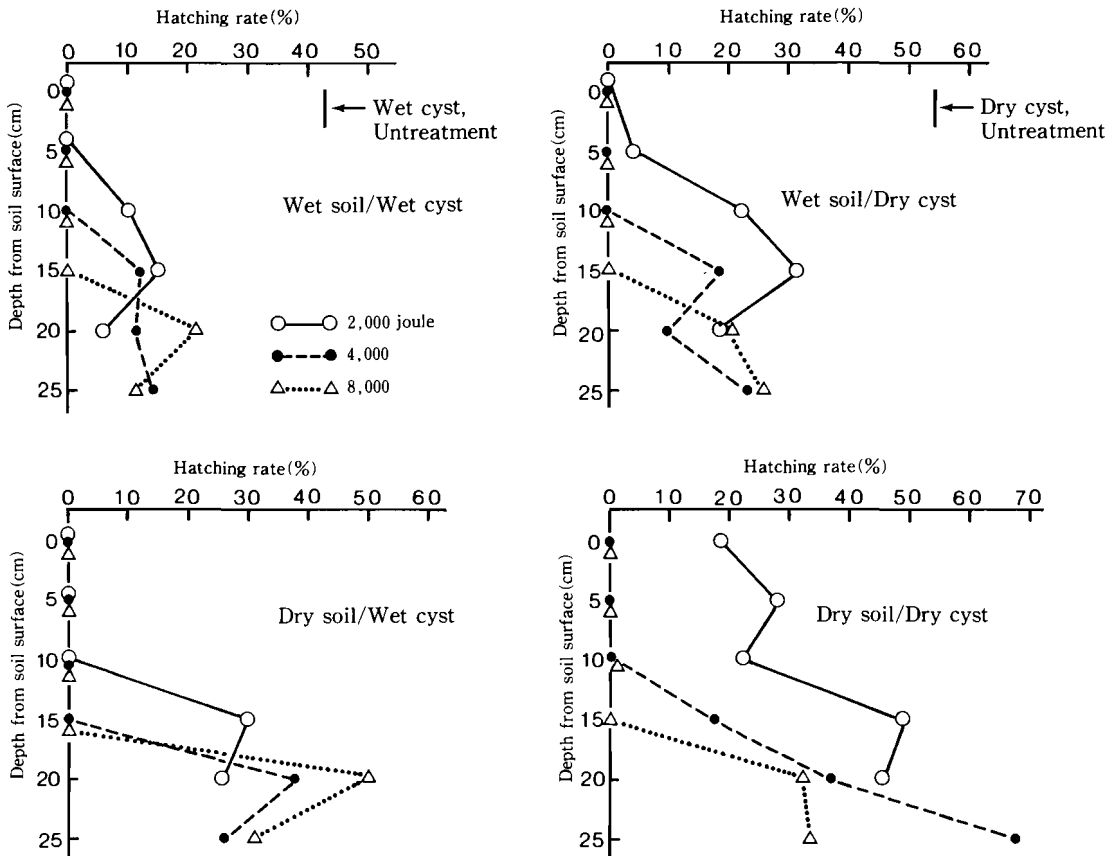


Fig. 31. Effect of UHF irradiation on eggs in cysts of potato cyst nematode at different depths.

のどの組合せでも深さ15cmまでのシスト内卵は全部死滅した。

## ② 圃場での照射効果試験

### 方法

真狩村の線虫圃場（火山性土壌）で、生育中のアズキを抜き取り、1975年7月24日に極超短波を照射した。圃場は前日からの降雨で多湿であった。圃場の線虫密度は照射10分後に地表より5cm間隔で土壌を採り、シスト数と卵数を調べ、殺線虫効果を判定した。土壌の2期幼虫数は土壌100gからの篩別・ペールマン法（48時間）によったほか、シスト卵の生死は前項と同様なふ化調査、およびジャガイモ「農林1号」稚苗に対する寄生調査によった。

## 結果

土壌中に遊出する2期幼虫に対する照射の効果はTable 40に示したとおり、2,100および1,200ジュール照射で地下15cmに及び、500ジュールでは5cmまでであった。シスト内の卵に対する効果を卵ふ化率および染色法で判定すると（Table 41）、2,100および1,200ジュール照射は深さ10cmまで処理の影響を認め、500ジュール照射は効果がほとんどない。ジャガイモの寄生量による比較でもジャガイモの生育不良のため寄生数が小さいながら同じ傾向が示された。

## 考察

極超短波の照射による土壌中シスト内の卵および土壌中に遊離するふ化幼虫（2期幼虫）に対す

**Table 40.** Effect of UHF irradiation on the second stage larvae in field test.

Dose (Joule/m <sup>2</sup> · sec.)	2nd stage larvae detected from 100g soil			
	Depth from soil surface (cm)			
	0 - 5	-10	-15	-20
2,100	0 ( 0)	0 ( 0)	8 ( 27)	40 (200)
1,200	1 ( 1)	0 ( 0)	7 ( 23)	35 (175)
500	40 (21)	30 (81)	40 (133)	60 (300)
Untreated	190 (—)	37 (—)	30 (—)	20 (—)

Figures in parenthesis indicate % to untreated plot.  
Treated at July 24, 1975.

**Table 41.** Effect of UHF irradiation on the eggs in field test  
(Hatching and mortality)

Dose (Joule /m <sup>2</sup> ·sec.)	% of hatching (In potato root diffusate)				% of unstained eggs (In Acridine orange × 25,000 sol.)			
	Depth (cm)				Depth (cm)			
	0 - 5	-10	-15	-20	0 - 5	-10	-15	-20
2,100	0	24	68	55	1	51	70	88
1,200	7	2	50	59	7	32	90	87
500	39	60	—	23	93	93	95	93
Untreated	39	22	26	16	84	89	83	74

る死滅効果は、土壤水分が高いほど地温が上昇して殺線虫効果が高まり、土壤水分が低いと地温も上らず殺線虫効果が劣った。湿潤土壤に照射した場合に線虫を完全に死滅させる深さ（有効深度）は2,000ジュール/cm<sup>2</sup>·sec. で0～5cm, 4,000～8,000ジュールで10～15cm, 別の試験で実施した16,000ジュールでも20cmに止まった。圃場のジャガイモシストセンチュウの密度は深さ25cm附近まで高いので、照射の効果を一層深部まで到達させる必要があるが、このためには2段階処理など照射方法の検討、あるいはより有効な波長の探索なども必要であろう。なおダイズシストセンチュウ (*Heterodera glycines*) を用い、家庭用電子レンジ (2,450MHz) で効果を検討した実験では、シスト内の卵はふ化幼虫よりも死にくいのことが知られている<sup>1)</sup>。

2) 放射線 (コバルト60) 照射の線虫卵致死効果  
コバルト60を蔵卵シストに照射した場合の線量と致死効果および生存個体の後世代への影響を調べた。

#### 方 法

シストを径0.9cm, 深さ0.3cmの円形ポリエチレン容器に100個ずつ、そのまま、または水を十分含んだ漏紙とともに容れて密封し、放射線育種場で5～1,280Kradの照射を行なった。効果判定はふ化率およびジャガイモ「紅丸」の寄生数 (第1世代100シスト, 第2～3世代は50シストを接種し, 90日間栽培) によった。

#### 結 果

Table 42に各世代のふ化率と寄生虫数を示した。シスト内卵のふ化率はシストの乾湿に関係なく320Krad照射で著しく低下し, 640Krad以上で



全くふ化しなかった。ジャガイモの寄生数も320Krad以上で顕著に減り、全般に湿潤区の方が乾燥区よりも効果が高かった。この関係を照射世代と次世代を含めて検討した。照射世代については、Fig. 32①に示すとおり、乾燥卵では5～10Kradの範囲では無照射に比して寄生量も増えるが、湿潤卵では刺激効果はなく致死的作用を及ぼしている。なお乾燥卵の50%致死線量(ここでは便宜上、寄生率が50%となる線量)は140Krad、湿潤卵のそれは30Kradであった。

つぎに照射したシストをジャガイモに接種し、そこで形成されたシストをジャガイモに再接種して第2世代を得たが、その寄生量は乾燥区では40Krad以上で少なく、640Krad以上で0となり、湿潤卵では20Krad以上で少なくなり、160Krad以上で0となった。さらにその50%致死線量は、乾燥卵、湿潤卵それぞれ19,9Kradで、照射世代の140, 30Kradよりもかなり少ない線量が示され、比較的低照射でも後世代に影響することが示唆される(Fig. 32②)。3世代目についても同様の調査を行ったが、照射量の増加に応じてジャガイモの寄生量が減る傾向はやや乱れて照射の影響は薄れたと考えられるが、乾燥卵は320Kradで寄生量が0となった。

以上から、コバルト60照射のジャガイモシストセンチュウに及ぼす致死効果は、照射世代では湿潤卵、乾燥卵ともに線量1,280Kradの照射でも少数のシスト形成をみたが、2～3世代後ではこれよりも低い線量、すなわち湿潤卵、乾燥卵はそれぞれ160, 320Krad以上で寄生量が0となり、完全死滅にはこの線量が必要と判明した。

コバルト60の照射がシスト内の卵に及ぼす致死効果を調べた本試験では、線虫卵の完全死滅に必要な線量は160～320Kradであったが、640Kradとする報告<sup>13)</sup>もある。

いずれにしても線虫に及ぼす致死的效果を期待するにはかなり多量の線量を必要とするので、圃場での実用性を否定する報告<sup>52)</sup>もある。ジャガイモの萌芽防止に本照射の有効性が明らかになって、十勝管内士幌町にはわが国初めての巨大な照射施設が操業中である。ただしこの施設の最大照

射線量は15Krad<sup>70)</sup>で、ジャガイモシストセンチュウを死滅させる手段としては線量が不足である。

## 第6節 ジャガイモシストセンチュウの伝播防止技術

本線虫の発生地域からジャガイモ塊茎や土壌の付着したテンサイが澱粉工場や製糖工場に搬入され、これらの生産物から脱落したジャガイモシストセンチュウを含む汚染土壌が育苗土に使われたり、線虫発生地では常に土壌の移動による圃場汚染拡大の危険をはらんでいる。そこで、本線虫の伝播防止の観点から、主として本線虫が関与する工場施設を中心に、各種条件下の本線虫の生死確認の調査を進めた。さらに、線虫汚染土壌の堆肥化、焼却の効果などについても検討した。

### 1. ジャガイモ遊離土壌の伝播防止

#### 1) 土壌焼却処理の線虫致死効果

#### 方 法

1977年10月に、灯油バーナー式の焼土機(商品名、ヘキサペット201型、三研製)を用いて試験を行なったが、本機は六角形の筒を傾斜させて設置し、筒内に下方からバーナーを噴射する。焼却する土壌を筒内に上方から供給し、筒を回転させると土は加熱されながら下方に押し出されるものである。バーナーの熱量を一定に保つと、処理土壌の温度設定は筒の傾斜角度と土壌の供給量により決まる。60°C、70°C、80°Cで線虫土壌を処理し、処理後の土壌をひろげて急冷した場合と堆積後にビニールシートで保温した場合の各々について、ジャガイモ根部滲出液によるふ化率により生死を判定した。

#### 結 果

シスト内卵の生死をふ化率でみる限り、60°Cで急冷却した場合にわずかなふ化(生存)を認めたほかは60～80°Cの実験範囲で線虫は完全に死滅した。以上から60°Cで処理して堆積保温すれば十分といえるが、処理土壌が比較的短時間で筒を通過するので、処理時の温度むらなどを考慮すればもう少し高い70°Cを目標とし、さらに堆積保温により完全を期したい(Table 43)。

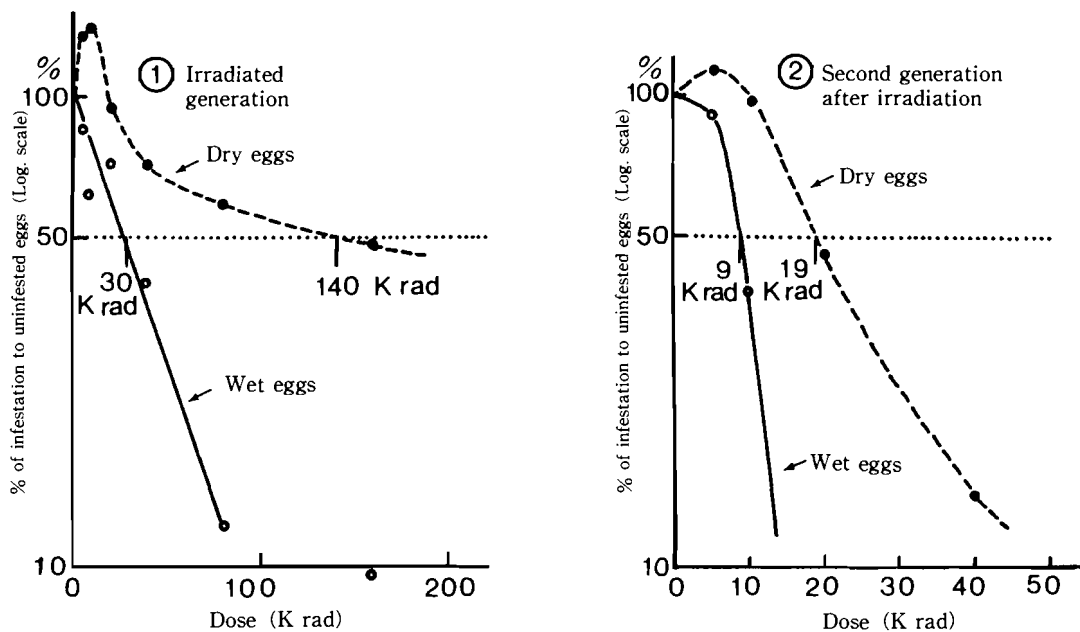


Fig. 32. Lethal effect of the Cobart 60 irradiation on eggs in cysts.

Table 43. Lethal effect of burning of nematode infested soil.

Setting temperature (°C)	Treating time h. m.	Soil temperature immediately after treatment(°C)	Supply of soil (t/h)	Hatching rate (%)	
				Piled, covered with vinyl sheet	Flattened, exposed to the air
60	16 : 30	60-62	5.5	0	0.1
70	17 : 20	73-74	5.0	0	0
80	16 : 00	80	4.0	0	0
Untreated	--	--	--	64.9	

Hexapet, a machine of keroshine burner was used.  
 Temperature outdoor at treating time (16 o'clock) was 9°C.  
 Water content before treatment was 38.3%, and after treatment was 34.9%.  
 Piled to a heap and covered with vinyl sheet for 18 hours.  
 Quantity of soil treated was 0.5 ton.

2) 堆肥の熟成と線虫の死滅

方法

網走市, 斜里町において, 材料の異なる4種の造成中の堆肥に線虫土壌500gを150μm目のテトロン布に2重に包んで1979年9月から11月または12月まで埋没し, シスト内卵の生死を卵のふ化率

(ピクロロン酸による) から判定した。

結果

4種類の堆肥中に埋没したシストからは卵のふ化が全く認められず, 卵の観察も併せて, すべての線虫卵は死亡したと考えられる (Table 44)。死亡の主要因は, 網走Bを除き, 堆肥中心部の地温



**Table 44.** Hatching rate of potato cyst nematode in cysts buried in the heap of compost on the process of mature.

Component of compost	Place cysts buried	Depth cysts burded from top of heap(cm)	Maximum temp. on the process of mature(°C)	Condition of eggs	Eggs examined	Hatching rate(%)
shari A.	Center	100	63	Egg	263	0
〔 Bark 20t Refused sol. 6t of beet sugar 〕	<i>do</i>	50	60	contents	201	0
	Lateral	100	67	destroid	243	0
	<i>do</i>	50	63		246	0
Shari B.	Center	100	53		117	0
〔 Bark 20t Excrement 6t of pigs 〕	<i>do</i>	50	52	<i>Do</i>	130	0
	Lateral	100	50		94	0
	<i>do</i>	50	51		133	0
Abashiri A.						
〔 Culm of wheat 5% Starch lees 50% 〕	Center	80	55		197	0
	<i>do</i>	40	56	<i>Do</i>	233	0
〔 Soil separated 40% from potatoes 〕	Lateral	80	53		265	0
	<i>do</i>	40	57		169	0
〔 Poultry manure5% 〕						
Abashiri B.						
〔 Abashiri A. 42.7% Soil separated 42.7% from potatoes 〕	Center	100	40		189	0
	<i>do</i>	60	41	<i>Do</i>	285	0
	Lateral	100	53		265	0
	<i>do</i>	60	66		259	0
〔 Culm of wheat14.6% 〕						
Cont. (Stored at 3°C)				Healthy	194	93.4

Cysts were buried in the heap of compost from September to November or December.  
Hatching test was conducted in the 0.3 mM solution of Picrolonic acid.

が50°Cまたはそれを超える高温となる発酵熱と考えられる。なお、網走Bの場合は中心部の地温が致死温度に達しなかったが、これは発酵に伴う酸素欠乏の影響と考えられる。

### 3) 澱粉工場沈澱池における線虫の死滅

冬期積雪下にある澱粉工場沈澱池での本線虫の生死を判定した。

#### 方 法

澱粉工場の操業終了後の1977年10月27日および1978年11月17日に、沈澱池内の泥に線虫土壌1kgを150 $\mu$ m目のテトロン布に2重に包んで埋没し、翌春(1978年5月18日と1979年5月11日)これを

掘り出し、冬期積雪期間中の線虫の生死を卵のふ化率(ピクロロン酸による)から検討した。

#### 結 果

埋没したシスト内卵のふ化が中斜里工場の地表部分でわずかに認められたが、この1例を除き全くふ化は認められず、沈澱池への埋没により線虫卵はほぼ完全に死滅したと考えられた(Table 45)。

沈澱池内の土壌は水分を多く含むへどろ状を呈し、これが冬期積雪下にあることから、線虫の死亡要因としては土壌の還元状態による酸素不足がまず考えられ、羊蹄工場埋没期間中の酸化還元

**Table 45.** Lethal effect on eggs of cysts buried under the soil of settling pond of starch manufactory.

Year	Locality (Starch manufactory)	Depth cysts buried from mud surface (cm)	% of root debris, peel of tubers, leaves etc.	Water content (%)	Color of cysts detected	Examined eggs	Hatching rate (%)
1977	Youtei	10	—	—	—	953	0
	Cont. (Stored at 3°C)		—	—	—	785	66.2
1978	Youtei	0	19.0	52.3	Black + Brown	358	0
		10	27.5	50.8	Do	386	0
		50	21.0	61.9	Black	382	0
		100	4.0	55.7	Do	377	0
	Nakashari	0	0.3	38.9	Black + Brown	633	0.5
		10	—	—	Do	512	0
		50	—	—	Black	528	0
		100	—	—	Do	426	0
	Kiyosato	0	17.5	49.2	Black + Brown	463	0
		10	—	—	Black	494	0
		50	—	—	Do	533	0
		100	—	—	Do	436	0
Cont. (Stored at 3°C)		—	—	Brown	938	84.1	

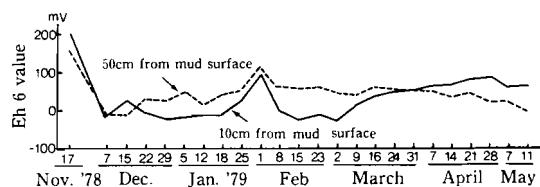
Hatching was tested in the 0.3mM Picrolonic acid solution.

Soil contained eggs were buried on Oct. 27 1977, Nov. 17 1978, and detected on May 18 1978, and May 11 1979.

電位 (Eh 6 値) を測定したところ、11月中旬の200 mV 程度から還元がしだいに進み12月上旬には0 に近くなった。また泥表面下10cm の Eh 値は50 cm のそれよりもやや低く推移し、4月上旬になって両者が逆転した (Fig. 33)。羊蹄工場以外の調査はないが、ほぼ同様な推移と考えられる。

埋没終了時のシストは黒変した個体が多く、深く埋めたものほど黒変していた。これは還元下で有機物の分解により硫化水素が発生し、土中の鉄と化合して硫化鉄となり、シストに沈着したためと考えられる。またシスト内の卵は硫化水素等の影響と考えられる内容の崩れたものがほとんどであった。羊蹄、清里工場の泥中には多量の有機物 (主としてくずいもと皮) が含まれ、中斜里ではこれを除去しているので少ないが、有機物含量に

よりガス発生量は異なる。また地表ではガスが逃げやすく影響が少ないと考えられ、中斜里の沈澱池地表部のシストからわずかにふ化が見られたのもこのためと考えられる。各種線虫の生存に及ぼす酸素の影響について多くの報告があるが、本線



**Fig. 33.** Oxygen-reduction potential (Eh 6 value) in the mud of settling pond at Youtei starch manufactory.

**Table 46.** The possibility of contamination of the dregs with cysts of potato cyst nematode on the process of starch production ; transportation, and washing of infesting tubers.

Time of examination	Nematodes adhered to 20Kg potato tubers					Nematodes infesting a tuber		
	Gravid females •Cysts	Young females	Males	Brokened cysts	Total	2nd stage larvae	3rd stage larvae	Total
Harvesting	5,000( 100)	1,583	100	663	7,346	50	33	83
After transportation	119(2.38)	31	7	75	232	—	—	—
After washing	18(0.36)	8	10	12	48	33	0	33

Figures in parenthesis indicate % to harvesting tubers.

虫<sup>83)</sup>や *H. shachtii*<sup>90)</sup>の卵は酸素がないとふ化しないことが知られている。しかし沈澱池の条件としては酸欠だけではなく硫化水素の影響も重要と考えられる。なお、地温は1~10°Cの範囲で影響はなかったと考えられる。

#### 4) 線虫シストの澱粉粕への混入の可否

ジャガイモシストセンチュウが寄生するジャガイモ塊茎を原料とした澱粉製造の過程で、線虫シストが澱粉粕に混入する可能性があるか否かを実験により調べた。

#### 方 法

線虫高密度圃場で1981年9月8日に収穫した「農林1号」の塊茎2tを、留寿都村農業協同組合澱粉工場で流送および洗浄後にシスト残存の有無を調査した。試験条件は、流水路に90t/hを送水し塊茎10t/hを流送、洗浄タンクに20t/hを送水して塊茎10t/hを洗浄、とした。

#### 結 果

澱粉工場搬入時の塊茎表面には多数のシストが寄生していたが、これらが流送と洗浄により大部分のシストが脱落した。しかし塊茎のシスト数はゼロとはならなかった(Table 46)。以上から線虫シストは塊茎表面に残り澱粉粕に混入する可能性を否定できず、したがって澱粉粕を圃場に還元する場合には他の原料とともに堆肥化などの処理が必要である。

## 2. テンサイ遊離土壌の伝播防止

### 1) テンサイ堆積場遊離土壌中の線虫の生死方法

テンサイ堆積場の堆積土壌(縦40m, 横45m, 高さ3.5m)の中に深さ別に1980年6月4日から11月5日まで線虫土壌500gを150 $\mu$ m目のテトロン布に2重に包んで埋没し、シスト卵のふ化率、染色調査(アクリジンオレンジ), により生死を判定した。堆積土壌にはテンサイの根や茎葉約20%が含まれ、土壌水分は当初50~60%, 発酵が徐々に進み30日目頃から泥状に、1年後には堆肥状となった。山の頂上から5~10cm下の地温は最高32°C, 最低0°Cであった。

#### 結 果

調査結果を Table 47に示したが、アクリジンオレンジ染色による非染色卵率(生卵率)がふ化率よりも高い値を示したのは、部分染色卵を生卵と判定したためであろう。したがってふ化率による判定に従うのが適当と考えられる。これによれば供試した土壌中シスト内卵のふ化は全く認められず、埋没によりほとんどの卵が死滅したと考えられた。死亡要因には還元的発酵による酸素欠亡が考えられる。

### 2) 製糖工場沈澱池における線虫生存の可否

製糖工場は澱粉工場と異なり操業が10月頃から翌年4月頃まで続けられる。その期間中、水を張っ

**Table 47.** Mortality of potato cyst nematode eggs in cysts buried in the heap of soil separated from roots of sugar beet.

Place cysts buried	Depth cysts buried from top of heap	Hatching <sup>1)</sup> rate (%)	Unstained <sup>2)</sup> rate of eggs (%)
Lateral	5—10	0	0.3
	50	0	0.8
	100	0	4.5
Center	5—10	0	0
	50	0	0.2
	100	0	8.2
Untreated (Stored at 3°C)		91.2	91.2

<sup>1)</sup> A 0.3 mM Picrolonic acid solution for 30 days at 25°C.

<sup>2)</sup> Acrigine orange (×25,000) solution for 48 hrs. at 25°C.

た沈澱池にはテンサイから脱落した土壌が徐々に堆積する。また温湯を循環させているので地温は20°C内外となるため、その表面に雪は積らない。この沈澱池内における本線虫の生死を判定した。

#### 方 法

ホクレン中斜里製糖工場第2沈澱池内の中央部と側部(土手より約6m)に、第1試験は1981年4月16日から7月23日まで、第2試験は同年9月3日に設置し(操業開始による土壌流入は10月から)翌年7月17日まで、線虫土壌1Kgを150 $\mu$ m目のテトロン布に2重に包んで埋設し、線虫の生死をふ化率により判定した。

#### 結 果

第1試験：埋設したシストのふ化率は、沈澱池中央部が側部より低く、また中央部では深いほどふ化率が低いが、いずれも線虫の完全死滅には至らなかった(Table 48)。埋設時の地表面は乾燥し、その後次第に乾燥が深部へ進むため、底から190cm(泥表面下約10cm)の酸化還元電位(Eh 6値)はマイナスとならず線虫に及ぼす影響は少ない。深部(底から150cm)はへどろ状で、Eh 6値も4月中～下旬にマイナス100mVの還元状態となり、これが線虫の死亡に影響したと考えられる。また中央部では有機物含量が多く、土壌水分も高く、そのため死虫率は高くなった。地温は最高でも

25°C程度で線虫の死亡要因とは考えられない。

第2試験：製糖工場では沈澱池に9月上旬に水を満たし、この上澄を循環させてテンサイ根部の水洗に利用する。このため細根等を含む土壌が沈澱池内に堆積し、堆積土は毎年7月頃に搬出される。この全期間線虫シストを埋没して生死を調べた結果、シスト内卵の内容は崩れ、ふ化は全く見られず、線虫卵はすべて死滅したと認められた(Table 48)。この原因としては、強還元状態での酸素欠亡と、シストの黒変からみて先の澱粉工場沈澱池の場合と同様に強還元条件下での硫化水素等の発生が考えられる(Fig. 34)。なお、中央部と側部の土壌の堆積状態には相違がみられなかった。試験期間中の地温は17～33°Cの範囲であった。

#### 考 察

澱粉工場及び製糖工場の沈澱池、澱粉粕や遊離土壌を主原料とする堆肥造成、テンサイ遊離土の堆積場、などでのジャガイモシストセンチウのシスト内卵の生存の可否について、線虫防除の実用的見地から実験を試みた。その結果、澱粉粕へのシスト混入可否試験を除き、すべての条件で線虫卵は死滅し、生存したとしても特殊条件下のごく少量と推定される。ただし、これらの土壌を育苗用などに利用する場合は発生地内に止め、未発生地では避けるべきである。

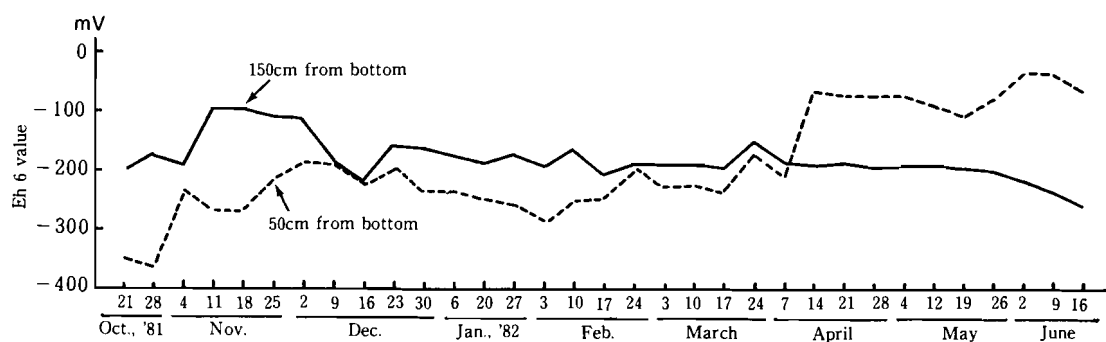
**Table 48.** Lethal effect on eggs in cysts buried in the soil of settling pond of sugar manufactory.

Test	Place cysts buried	Depth from bottom (cm)	Examined eggs	Hatching <sup>3)</sup> rate (%)	
No.1 <sup>1)</sup>	Center	100	217	7.5	
		150	223	15.1	
		190	314	69.9	
	Lateral	100	291	69.8	
		150	236	35.7	
		190	425	84.0	
	In water upper of sand	—	298	21.1	
	Control (Stored at 3°C)		358	96.7	
	No.2 <sup>2)</sup>	Center	50	130	0
			100	211	0
150			163	0	
Lateral		50	202	0	
		100	202	0	
		150	163	0	
Control(Stored at room temp.)			1,157	98.5	

<sup>1)</sup> Cysts were buried from April 16 to July 23 in 1981.

<sup>2)</sup> Cysts were buried from Sep. 3, 1981 to July 17, 1982.

<sup>3)</sup> A 0.3mM Picrolonic acid solution.



**Fig. 34.** Oxygen reduction potential (Eh 6 value) in the soil of settling pond at Nakashari sugar manufactory.