

線虫類による根菜類の被害と

その防除(II)

北海道病害虫防除所

山田 英一

1 はじめに

前回(本誌3月号)は北海道で根菜類に被害を与える線虫類の発生及び被害症状、線虫密度と被害との関連及び簡易検診法について記しましたが、今回は防除対策について解説します。

2 線虫類に対する根菜類の品種間差

栽培品種の中で線虫による被害の軽い品種があれば被害回避に有効と考え、線虫生息土壤に栽培して検討しました。

(1) キタネコブセンチュウに対する品種間差

①ニンジン

長沼町の圃場(26~108頭/土壤25g)に20品種を約3か月(5月15日~8月19日)栽培(畦幅33,株間10cm)し、根のコブの着生程度と奇形程度を調べましたが、ネコブ指数は37~98の範囲、

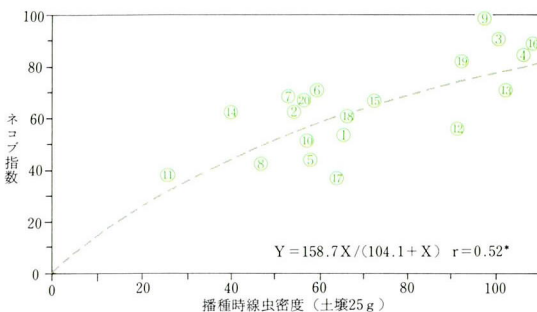


図1 播種時のキタネコブセンチュウ密度とニンジンのネコブ指数

注) ニンジン品種

- | | | |
|-------------|---------------|------------|
| 1: 玉籾US 4寸 | 8: 紅幸 | 15: 紅薯5寸 |
| 2: MS 4寸 | 9: 鮮紅理想5寸 | 16: 紅星5寸 |
| 3: 六月蒔鮮紅5寸 | 10: ニューレット | 17: 光輝200 |
| 4: MS小泉理想5寸 | 11: 五寸S 2号 | 18: いなり5寸 |
| 5: 春蒔紅5寸 | 12: MS春蒔5寸 | 19: 鮮紅5寸 |
| 6: 宝冬越5寸W | 13: ルビーチャンデナー | 20: US春蒔5寸 |
| 7: MS小泉冬越5寸 | 14: 向陽2号5寸 | |

奇形個体率は33~100%の範囲にあり、一見すると品種間差があるように見えますが、播種時の線虫密度とネコブ指数の関係(図1)から、これは圃場の線虫密度が不均一なためと考えられ、品種間差は特にないと判断されます。

②ゴボウ

高密度土壤(136頭/土壤25g)を容れた4m²の枠内に9品種を約5か月間(5月29日~10月27日)栽培(畦幅40,株間10cm)しましたが、ネコブ指数は64~83,奇形指数も83~100と高く、品種間差は認められませんでした(図2)。

③ダイコン

高密度土壤(101頭/土壤25g)を容れた4m²枠内で10品種を約2か月半(5月29日~8月13日)栽培(畦幅40,株間10cm)したところ、収穫時のネコブ指数は3~42,奇形指数も0~19の範囲と低く、各品種とも先端部にわずかにコブが見られるのみで、ダイコンには実害のない線虫です(図3)。

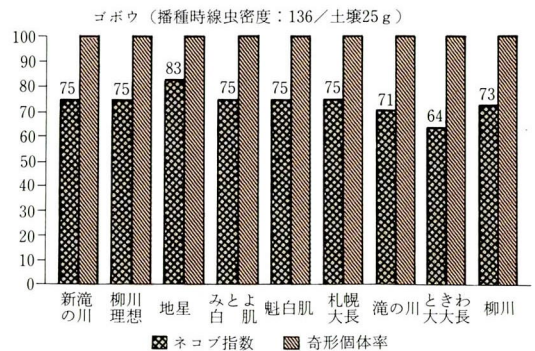


図2 キタネコブセンチュウに対するゴボウの品種間差

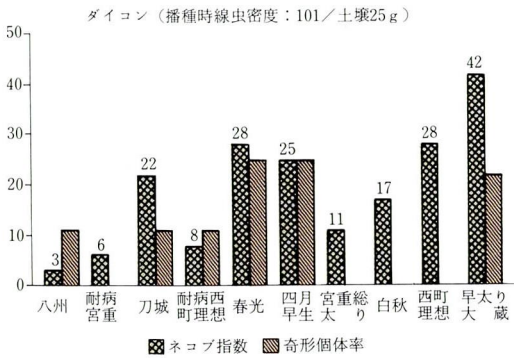


図3 キタネコブセンチュウに対するダイコンの品種間差

(2) キタネグサレセンチュウに対する品種間差

①ゴボウ

中密度土壌 (24 頭/土壤 25 g) を容れた 4 m² 枠内で 9 品種を約 5 か月 (5 月 29 日~10 月 27 日) 栽培 (畦幅 40, 株間 10 cm) しましたが, 収穫期の黒変程度 (ネグサレ指数) は各品種ともほぼ 100 と甚だしく, また奇形の程度も甚だしく, いずれも大きな被害を受ける品種と判定されました (図 4)。

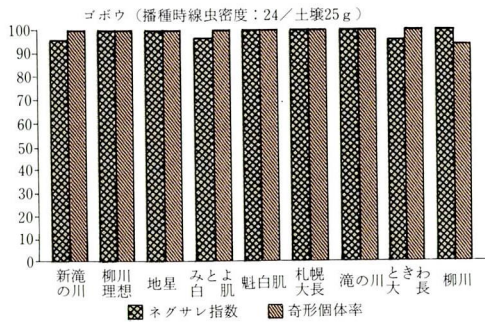


図4 キタネグサレセンチュウに対するゴボウの品種間差

②ダイコン

試験 1: 中密度土壌 (15 頭/土壤 25 g) を容れた 4 m² 枠内で 10 品種を約 2 か月半 (5 月 29 日~8 月 13 日) 栽培 (畦幅 40, 株間 10 cm) したところ, 収穫時の斑点の程度 (ネグサレ指数) は 16~67, 奇形指数は 0~38 の範囲でしたが, ネグサレ指数は「刀城」で 16 と低いことが示されました。

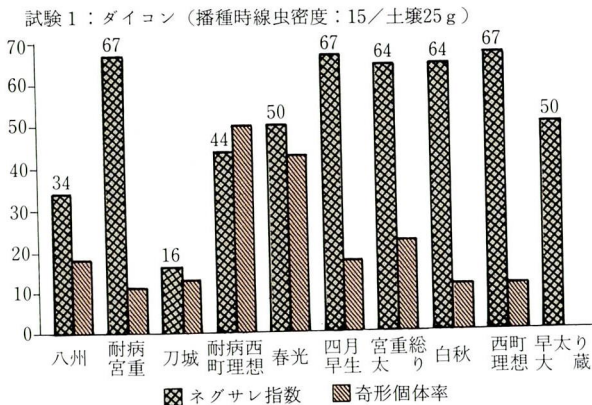
試験 2: 広島町の高密度 (59 頭/土壤 25 g) 圃場に主要品種を 2 か月間 (7 月 2 日~9 月 2 日) 栽培したところ, 各品種ともにネグサレ指数が高く, 生食用としての価値はほとんど失われました (図 5)。

③ニンジン

試験 1: 中密度土壌 (36 頭/土壤 25 g) を容れた 4 m² 枠内で 10 品種を約 4 か月 (6 月 4 日~10 月 13 日) 栽培 (畦幅 40, 株間 10 cm) したところ, 収穫時のネグサレ指数 (赤褐色小斑点) は 42~67 と各品種とも同等, また, 特に奇形の軽い品種は見られませんでした。

試験 2: 広島町の圃場 (76 頭/土壤 25 g) で約 3 か月 (7 月 2 日~10 月 8 日) 栽培 (畦幅 40, 株間 8 cm) したところ, 品種間差は特に認められませんでした (図 6)。

以上を要約すると, キタネコブセンチュウに対してニンジン, ゴボウで特に被害の軽い品種はなく, キタネグサレセンチュウに対してダイコンでは「刀城」の被害が軽いほか, ゴボウ, ニンジン品種の中で特に被害の軽い品種は認められませんでした。



試験 2: ダイコン (播種時線虫密度59/土壤25g)

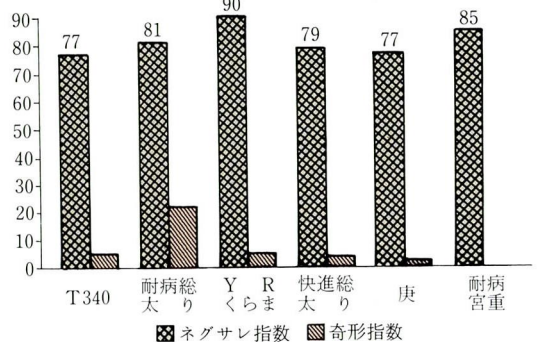


図5 キタネグサレセンチュウに対するダイコンの品種間差

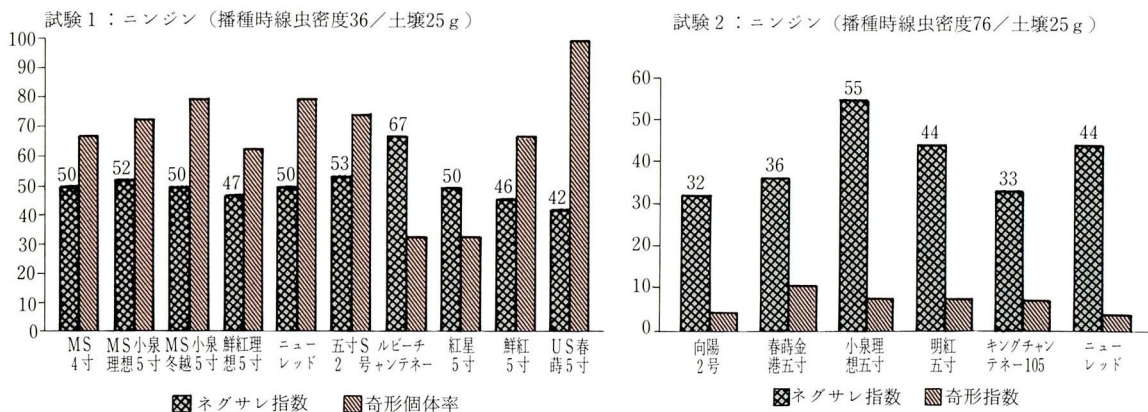


図6 キタネグサレセンチュウに対するニンジンの品種間差

3 殺線虫剤による防除

検討した各種薬剤の中から、効果が高く、登録のある薬剤について記します。

薬剤の種類として、土壤中に注入した液剤がガス化して線虫を殺す土壌くん蒸剤と土壌に混和した粒剤が水に溶け、作物に吸収されて線虫の侵入を抑制したり、接触効果により線虫を殺す土壌施用剤があります。

(1) キタネコブセンチュウ

①ニンジン

4月下旬にオキサミル剤(商品名：バイデート粒剤1%)の30 kg/10 aを全面に散布し、ローターベーターで土壌混和処理を行い、直ちにニンジンを播種し、8月中旬に収穫したところ、ネコブ指数は低下し、形が正常で商品価値のある収量(正常重量)が高まり、有効と判定されました(表1)。本剤の使用は播種時1回に限られ、また、アルカリ性肥料との同時施用は避ける必要があります。このほか、成績を省略しましたが、土壌くん蒸剤としてD-D剤(55%)の20 l及び成分量92%の同じ薬剤(商品名：テロン92, DC油剤)の15~20 l/10 aを地温10℃以上の時に土壤中に注入し、10日程度のくん蒸後に耕起してガスを抜き、10日~2

表1 ニンジンのキタネコブセンチュウに対する殺線虫剤の効果

薬剤名	施用量 (kg/10a)	試験1		試験2		試験3	
		ネコブ指数	正常重量 (kg/a)	ネコブ指数	正常重量 (kg/a)	ネコブ指数	正常重量 (kg/a)
オキサミル粒剤(1%)	30	2.9	247	4.8	327	5.3	389
無処理	—	24.2	196	69.3	125	68.5	122
播種時線虫密度(土壌25g)		2~6		約60		約40~50	

週間後に播種する方法も有効です。春の処理ではくん蒸とガス抜きの期間が必要なため適期播種に遅れるので、翌春に栽培を予定している圃場では、前年秋に処理をして春に播種を行います。

(2) ネグサレセンチュウ

①ゴボウ

ア. 土壌くん蒸剤の効果

4月末に深さ15 cmに点注し、2~3週間のくん蒸後にローターベーターでガス抜きを行い、5月中旬に播種し、9月下旬~10月下旬に収穫すると、各処理区ともに根の黒変程度(ネグサレ寄生度)は低下して高品質のゴボウが得られ、これらの中でクロルピクリンくん蒸剤(99%, 80%)の10 a当り20 l, D-D/クロルピクリン油剤(ネマクロペン油剤75%)の20 l, D-D油剤(55%)の40 lが有効ですが(表2①), D-D油剤の登録は30 l/10 aです。クロルピクリン剤は催涙性が強いので、処理時の風向きなどに注意が必要です。

イ. 土壌施用剤

播種直前(5月上旬)に薬剤を畦の部分に作条施用し、トレンチャーで畦幅20 cm, 深さ約1 mまでの土壌と混和(写真1)直後に播種し、10月中旬に収穫しましたが、オキサミル粒剤(バイデート1%)の30 kg/10 a処理により、ネグサレ指数は低下し、高品質のゴボウが得られました(表2②)。

②ダイコン

オキサミル粒剤(バイデート1%)の30 kg/10 aを全面散布し、ローターベーターで深さ約20 cmまでの

表2 ゴボウのネグサレセンチュウに対する殺線虫剤の効果

①くん蒸剤

薬剤名	施用量 (ℓ/10a)	試験 1		試験 2		試験 3	
		根重* (kg/10a)	同 比 (%)	根 重 (kg/10a)	同 比 (%)	根 重 (kg/10a)	同 比 (%)
クロロピクリン くん蒸剤(99%)	20	1,155	713			1,540	341
クロロピクリン くん蒸剤(80%)	20			927	1,363		
D-D油剤(55%)	20					696	142
	40	477	294			1,536	313
D-D/クロロピクリン 油 剤(75%)	20					1,532	312
	40			783	1,151	1,667	340
無 処 理	—	162	100	68	100	491	100
線 虫 名	ノコギリネグサレセンチュウ		キタネグサレセンチュウ		キタ・ノコギリ併発		
播種時線虫密度	4~7/土壌100g		60~80/土壌50g		4~8/土壌50g		

注) 1) *根重は軽症(寄生度0~2まで)の根重を示す。
2) 薬剤は手動式注入機で深さ15cmに注入。

②粒 剤

薬剤名	施用量 (kg/10a)	試験 1			試験 2		
		ネグサレ 指数	根重(kg/10a)*	ネグサレ 指数	根重(kg/10a) -	軽症(同比%)	重症
オキサミル粒剤(1%)	30	29	2,480(1,459)	0	28	3,133(755)	105
無 処 理	—	75	170(100)	2,970	87	415(100)	2,252
線 虫 名	キタネグサレセンチュウ		キタネグサレセンチュウ		キタネグサレセンチュウ		
播種時線虫密度(土壌25g)	約10		約10		10~18		

注) 1) *軽症(寄生度0~2), 重症(同3~4)の根重を示す。
2) 薬剤は播種直前に播溝内に施用し、トレンチャーで畦幅約20cm, 深さ1mまでの土壌と混和した。
3) 供試品種は「駐大長」。



写真1 トレンチャーによる土壌施用粒剤の処理状況
(トレンチャーを持ち上げたところ)

土壌と混和後にダイコンを栽培し、収穫時のネグサレ指数から効果を判定しましたが、中密度圃場(約30頭/土壌25g, 6月22日から8月18日のマルチ栽培)ではネグサレ指数を極めて低く抑え、高密度圃場(約70頭/土壌25g, 7月20日から9月23日の露地栽培)でも生食用として出荷可能なネグサレ指数50程度にまで抑制でき、有効と判定されました(表3)。

表3 ダイコンのキタネグサレセンチュウに対する殺線虫剤の効果

薬剤名	施用量 (kg/10a)	試験 1		試験 2	
		播種時線虫密度 (土壌25g)	ネグサレ 指 数	播種時線虫密度 (土壌25g)	ネグサレ 指 数
オキサミル粒剤(1%)	30	33	16.5	58	59.2
無 処 理	—	29	66.7	78	94.2

注) 1) 薬剤は播種直前に全面散布し、ローターベーターで深さ約20cmまで混和した。
2) 供試品種・試験1は「耐病総太」、試験2は「北秋」。

4 対抗植物による防除

線虫に対して有害な物質を含んでいたり、分泌したりして、その栽培により植物組織内の線虫の発育を抑えたり、土壌中の線虫を殺したりする働きを持ち、有害線虫の密度を低下させる植物を対抗植物と呼び、ネグサレセンチュウに対するマリーゴールドなどが古くから知られています。

北海道の根菜類圃場の70%以上でネグサレセンチュウが発生していますが、農耕地に生息する5種の中でキタネグサレセンチュウは露地(野菜, 畑作, 飼料作物)圃場に最も広く分布(検出率75%以上)する種です。この種は多くの作物に寄生するため輪作の効果も期待できず、薬剤にも強く、防除の困難な線虫です。また、根菜類では線虫の寄生する根が商品となるため、線虫密度が低くても品質が低下して大きな問題となっています。近年、土作りのため緑肥作物の栽培が盛んになっていますが、これらの中でキタネグサレセンチュウの密度を低下させる植物を見だし、さらに、現在まで知られている対抗植物の多くは暖地型でしたが、北海道のような寒地の大規模露地栽培での実用性について検討しました。

(1) 対抗植物の検索

キタネグサレセンチュウの密度を低下させる植物を見出すために、以下の検討を行いました。

まず、線虫密度の高い土壌(109頭/土壌25g)を径12cmの素焼鉢に詰め、15植物(19品種)を11月25日から温室で約3か月栽培しましたが、マリーゴールド(アフリカントール)とエンバク野

生種(種: *Avena sterilis*, 品種: ヘイオーツ)では寄生数及び根内の産卵数が少なく, 増殖に不適な植物と認められ, 土壌中の線虫密度は大きく低下しました。

次に, 中密度土壌(約 20 頭/土壌 25 g)を入れた屋外のコンクリート枠(1 m²)に 9 植物(11 品種)を 6 月 19 日から約 100 日間栽培し, 翌春 5 月 4 日から 7 月 6 日までダイコン(おはる)を栽培しましたが, ダイコン播種時の線虫密度はマリーゴールド(アフリカントール)栽培で最も低下し, 次いで, テンサイ(モノエース), ギニアグラス(ナツカゼ, SG-01), スーダングラス(SS 301), エンバク野生種(ヘイオーツ)などで密度が低下しました。これらの栽培跡地のダイコンの被害(ネグサレ指数: 根に生じる斑点の程度)は軽くなりました(図 7)。

さらに, 高密度(60~80 頭/土壌 25 g)の圃場に 6 植物(8 品種)を 6 月 8 日に播種し, そのすき込みを播種後 74 日と 140 日目に行了いましたが, 栽培後の線虫密度はマリーゴールド(アフリカントール)とエンバク野生種(ヘイオーツ)栽培で大きく低下し, 翌春に栽培したダイコン(T 340)の被害もこれら植物の跡地では軽く, ネグサレ指数 50 以下の商品価値の高いダイコンが得られました。栽培期間による効果の違いは特に認められませんでした(図 8)。

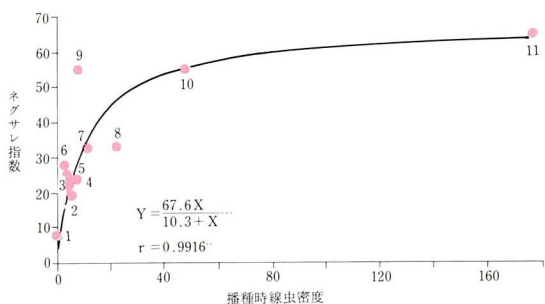


図 7 各種植物栽培後のキタネグサレセンチュウ密度とダイコンのネグサレ指数の関係

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1. マリーゴールド(アフリカントール) | 7. ギニアグラス(SG-01) |
| 2. エンバク(ヘイオーツ) | 8. スーダン型ソルゴー(S S 203) |
| 3. ギニアグラス(ナツカゼ) | 9. イタリアンライグラス(マンモスB) |
| 4. スーダングラス(S S 301) | 10. トウモロコシ(緑肥用) |
| 5. スーダン型ソルゴー(SS 207) | 11. アカクローバ(緑肥用) |
| 6. テンサイ(モノエース) | |

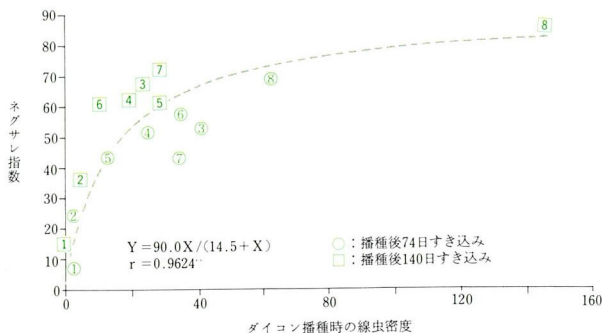


図 8 各種植物の栽培期間とキタネグサレセンチュウの密度変動および後作ダイコンのネグサレ指数(圃場試験)

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. マリーゴールド(アフリカントール) | 5. スーダン型ソルゴー(SS 207) |
| 2. エンバク野生種(ヘイオーツ) | 6. ギニアグラス(ナツカゼ) |
| 3. スーダングラス(SS 301) | 7. " (SG-01) |
| 4. スーダン型ソルゴー(SS 203) | 8. アカクローバ(緑肥用) |

以上から, キタネグサレセンチュウの密度を低下させる植物としてマリーゴールド(アフリカントール)とエンバク野生種(ヘイオーツ)が選ばれました。

(2) 対抗植物の実用性の検討

線虫密度低下に有効と認められた上記 2 植物に緑肥作物として栽培されているエンバクとトウモロコシを加えて広島町の農家圃場で栽培し, 実用性を検討しました。

① 春まきにおける効果

高密度圃場(約 50 頭/土壌 25 g)に 5 月 18 日から 7 月 16 日まで栽培して, すき込み後に秋ダイコン(耐病総太り)を 8 月 8 日から 10 月 16 日まで栽培し, その被害程度から防除効果を判定しました。施肥は全面的に行い, 10 a 当たり要素量(窒素-リン酸-カリ/kg)はマリーゴールド(10-15-10), エンバク(5-5-5), トウモロコシ(12-15-10)とし, 播種法は露地栽培では散播が实际的ですが, 管理上から散播に近い畦幅 20 cm の条播, 10 a 当たり播種量はマリーゴールド 1.5 l, エンバク 15 kg, トウモロコシ 10 kg としました。後作ダイコンの栽植密度は 60×24 cm, 施肥要素量は 6-10.8-7.2 kg/10 a とし, ダイコン播種時にオキサミル粒剤(バイデット 1%) 30 kg/10 a の全面施用・土壌混和の併用効果を検討しました。

その結果, マリーゴールド(アフリカントール)(写真 2)とエンバク野生種(ヘイオーツ)(写真

3)栽培後の線虫密度は播種時の10%程度にまで低下し、その跡地に栽培したダイコンの被害はネグサレ指数50以下と軽く、すべてが生食用として出荷できるダイコンが得られました。また、翌春5月20日に夏ダイコン(T340)を連作しましたが、これらの区では商品化率100%が得られ、2作目まで効果が持続しました。これはダイコンでの本線虫の増殖率が低いと考えられ、ニンジンやゴボウなど増殖率の高い作物では、2作は無理と考えられます。上記の2植物の栽培後にオキサミル剤を併用するとダイコンのネグサレ指数は更に低下しますが、実用上は併用の必要はあり



写真2 マリーゴールド (アフリカントール) の春まき試験におけるすき込み直前の生育状況、茎長は約25cm (7月14日)



写真3 エンバク野生種 (ヘイオーツ) の春まき試験におけるすき込み直前の生育状況、草丈は約92cm (7月14日)、普通のエンバクと違い、種名は *Avena sterilis*

表4 対抗植物の春まき栽培後のキタネグサレセンチュウ密度とダイコンの被害

植 物 名 (品種名等)	播種量 (10a)	* 薬 剤	1 作 目				2 作 目			
			線虫密度		ネグサレ 指数	商品 化率 (%)	線虫密度		ネグサレ 指数	商品 化率 (%)
			播種 (8/8)	収穫 (10/16)			播種 (5/20)	収穫 (7/24)		
マリーゴールド (アフリカントール)	1.5ℓ	C	16.0	42.5	100	8.0	27.5	37.5	100	
			5.3	6.0	10.0	100	2.3	2.0	22.5	100
エンバク野生種 (ヘイオーツ)	15kg	C	12.0	47.5	100	8.0	16.5	47.5	100	
			5.0	8.5	15.0	100	1.0	6.0	12.5	100
エンバク (緑肥用)	15kg	C	22.5	97.5	0	27.7	42.0	75.0	0	
			47.7	18.5	45.0	80	5.7	29.5	35.0	100
トウモロコシ (ダイヘイゲン)	10kg	C	39.0	100.0	0	61.7	80.5	77.5	0	
			38.6	25.5	60.0	60	9.0	68.0	42.5	100
トウモロコシ (P3747)	10kg	C	21.0	95.0	0	53.5	48.0	75.0	10	
			26.7	10.5	50.0	80	9.0	27.5	32.5	100
無 作 付		C	21.0	60.0	60	22.3	62.0	70.0	20	
			16.5	6.0	5.0	100	2.5	34.0	15.0	100

注) 1) *薬剤処理は1作目のダイコン播種時に処理、C:無処理、V:オキサミル剤(1%)30kg/10a。
2) 対抗植物の栽培期間:5月18日~7月16日。
3) ダイコン品種、1作目:耐病総太り、2作目:T340

ません。他の3植物の栽培跡地の線虫密度は植物を作付しない区(休閒)よりも高まり、後作ダイコンのネグサレ指数はほぼ100で、商品価値は全く失われました。しかし、オキサミル剤の併用により、ネグサレ指数は低下して商品価値も高まり、この効果は2作目まで持続されました(表4)。

②夏まきにおける効果

中密度の圃場(約30頭/土壌25g)に春まき試験と同じ植物を同じ方法で8月21日から10月26日まで栽培し、翌春5月20日から7月24日までダイコン(T340)を栽培しました。マリーゴールドとエンバク野生種(ヘイオーツ)栽培跡地の線虫密度は、春まきと同様に栽培前の10%程度に低下し、後作ダイコンのネグサレ指数は低く、商品化率100%が得られました。他の植物栽培後や無作付区にオキサミル剤を施用するとネグサレ指数は低下し、各区とも商品化率100%が得られました(表5)。

以上から、マリーゴールド(アフリカントール)とエンバク野生種(ヘイオーツ)を春または夏から約2か月栽培するとキタネグサレセンチュウの密度は播種時の10%程度に低下し、後作ダイコンの被害が軽減され、高品質のダイコンが得られ、有効と判定されました。

北海道の広大な露地野菜に対抗植物を導入する場合の実用性について、マリーゴールドとヘイオーツを比較してみます。播種は直播栽培が現実的

表5 対抗植物の夏まき栽培後のキタネグサレセンチュウ密度とダイコンの被害

植 物 名 (品種名等)	播種量 (10a)	* 薬 剤	線虫密度		ネグサレ 指数	商品 化率 (%)
			播種 (5/20)	収穫 (7/24)		
マリーゴールド (アフリカントール)	1.5ℓ	C	2.3	7.0	17.5	100
		V	2.0	1.5	0	100
エンバク野生種 (ヘイオーツ)	15kg	C	5.7	9.5	12.5	100
		V	3.3	0.5	0	100
エンバク (緑 肥 用)	15kg	C	23.0	34.0	57.5	70
		V	16.7	3.0	2.5	100
トウモロコシ (ダイヘイゲン)	10kg	C	27.3	22.5	52.5	80
		V	38.7	4.5	2.5	100
トウモロコシ (P3747)	10kg	C	23.7	26.5	45.0	80
		V	24.7	8.5	2.5	100
無 作 付 1	1	C	22.0	43.0	60.0	60
		V	13.7	0.5	5.0	100
無 作 付 2	2	C	22.3	30.0	67.5	30
		V	23.0	1.0	2.8	100

注) 1) *薬剤処理はダイコン播種時に処理。
C：無処理，V：オキサミル粒剤(1%)30kg/10a。
2) 対抗植物の栽培期間：8月21日～10月26日。
3) ダイコン品種：T340。

すが、前者は初期生育が劣り雑草に弱く除草が必要ですが、後者は生育が旺盛なため除草を要しない、播種作業では前者の種子が小さく均一播種には工夫が必要ですが、後者は既存の播種機で均一播種が可能、10a当たり乾物収量は春まきでは各々123kg, 578kg, 夏まきでは各々125kg, 510kgとヘイオーツが高い、ヘイオーツは寒さに強い(写真4)などの点でヘイオーツが優れています。また、北海道の露地に広く分布するキタネグサレセンチュウはヘイオーツに寄生しないので、本線虫の発生圃場でも使用できます。ただし、ヘイオーツが線虫密度を低下させるとした報告はこれが初めてのようで、このため、他の線虫に対する効果はまだ検討されておりませんので、利用に当たっては注

意が必要です

以上、本報では根菜類の線虫の防除法について解説しました。防除手段には長所と短所があり、殺線虫剤は目的作物の被害回避に有効ですが、環境に対する配慮や抵抗性を持つ線虫の出現などへの配慮が必要です。対抗植物は殺線虫効果のほかに緑肥的な効果も期待できますが、この栽培期間中は換金作物の栽培は制限されます。防除手段は生産者の判断で選択されますが、農薬のみに依存せず、輪作を基本として、できるだけ多くの手段を併用することが産地の維持発展のために重要と考えられます。

殺線虫剤に関する共同試験実施者の北見農業試験場(元、中央農試)の高倉重義氏、このうち、ゴボウの試験では中央農業試験場の梶野洋一氏(元、十勝農試)、十勝中部地区農業改良普及所の飯沼昭博氏(現、石狩中部)、金澤聰氏、真鍋照彦氏、日高西部地区農業改良普及所の岩倉静男氏、寺嶋教安氏、ダイコンでは石狩南部地区農業改良普及所の藤塚敏昭氏、大雪地区農業改良普及所の松村敏氏、志和一也氏、また、対抗植物の試験では石狩南部地区農業改良普及所の長浜修氏、雪印種苗(株)中央研究農場の吉田江治氏の各位にご協力を頂きましたことを感謝いたします。



エンバク野生種
(ヘイオーツ)
健全

マリーゴールド
(アフリカントール)
葉が枯れる

トウモロコシ
(P3747)
葉が枯れる

写真4 栽培植物に対する霜の影響(1990年10月16日)