

# 線虫類による根菜類の被害と その防除(I)

北海道病害虫防除所

山田英一

## 1 はじめに

近年、ゴボウ、ダイコン、ニンジンなど根菜類の道外出荷量の増加に伴い、十勝、網走管内などの畑作地帯でも産地化が進められています。

しかし、その当初から普遍的に分布する線虫類の被害を受け問題となっていますが、根菜類は商品となる根部が加害されるため低密度でも品質低下が甚だしく、産地化が危ぶまれる状況にあり、この解決のために、被害解析（線虫密度と被害の関係）や防除対策のほか、現地でも線虫の種類と密度を知り、栽培可否や組み入れる防除手段を選定できるように指標植物による簡易検診法などを検討してきました。

以下には、北海道で根菜類に被害を与える線虫の発生・被害状況、線虫の種類・密度と被害、簡易検診法について概要を記します。



写真1 キタネグサレセンチュウ雌成虫

## 2 根菜類の線虫類による被害症状

### ゴボウ

キタネグサレセンチュウ（写真1）およびノコギ



写真2 キタネグサレセンチュウによるゴボウの被害



写真3 キタネコブセンチュウ 2期幼虫

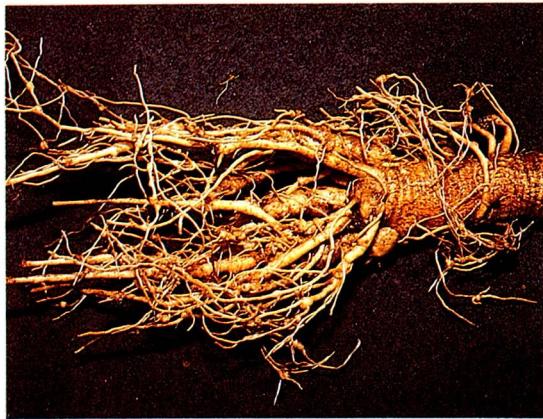


写真4 キタネコブセンチュウによるゴボウの被害



写真6 キタネコブセンチュウによるニンジンの被害



写真5 キタネグサレセンチュウによるダイコンの被害

リネグサレセンチュウが根部を加害し、寄生部位の表皮を黒変させるとともに、密度が高い畠では生長点が寄生虫を受けて短根となったり、主根の黒変部位がくびれて寸断され、そこから分岐根を生ずるなどの奇形となります（写真2）。

キタネコブセンチュウ（写真3）は主根部に寄生してコブを形成し、分岐根が叢生する奇形となり、商品価値を損ないます（写真4）。

#### ダイコン

キタネグサレセンチュウは寄生部位に水泡状の斑点を生じますが（写真5）、甚だしい場合には白斑の中心部が黒変してアバタ状を呈し、さらに、密度の高い時には分岐根を生じさせます。ノコギリネグサレセンチュウも同様の被害を与えますが、その程度はキタネグサレセンチュウよりも軽い傾向です。



写真7 キタネグサレセンチュウによるニンジンの被害

キタネコブセンチュウは根の先端部にわずかにコブができる程度で実害はありません。

#### ニンジン

キタネコブセンチュウの寄生により小型のコブを生じ、その部位からヒゲ根を叢生しますが、成長点が加害され短根となったり、分岐根となります（写真6）。

キタネグサレセンチュウは表皮に赤褐色の小斑点を生じさせ、甚だしい場合には斑点の中心部がひび割れるほか、奇形（寸づまり・分岐）により品質を低下させます（写真7）。

### 3 根菜類栽培圃場における線虫類の発生実態

#### ゴボウ

キタネコブセンチュウの発生圃場率は全道平均

では19.5%と低く、主産地（十勝、網走）における影響は少ないと考えられますが、これに対して、ネグサレセンチュウ類の発生圃場率は71.5%と高く、各産地で重要な線虫です。

### ダイコン

キタネコブセンチュウの発生圃場率は9.9%と低く、また、前述のようにダイコンへの影響の少ない線虫ですが、ネグサレセンチュウ類は79.6%と高く、全道的に重要な線虫です。

### ニンジン

キタネコブセンチュウの発生圃場率は31.8%ですが、空知（60%）、上川（35%）、十勝（40%）では高く、防除対策の必要な線虫です。ネグサレセンチュウ類の発生圃場率は72.2%と高く、これも品質低下に影響する重要な線虫です（表1）。

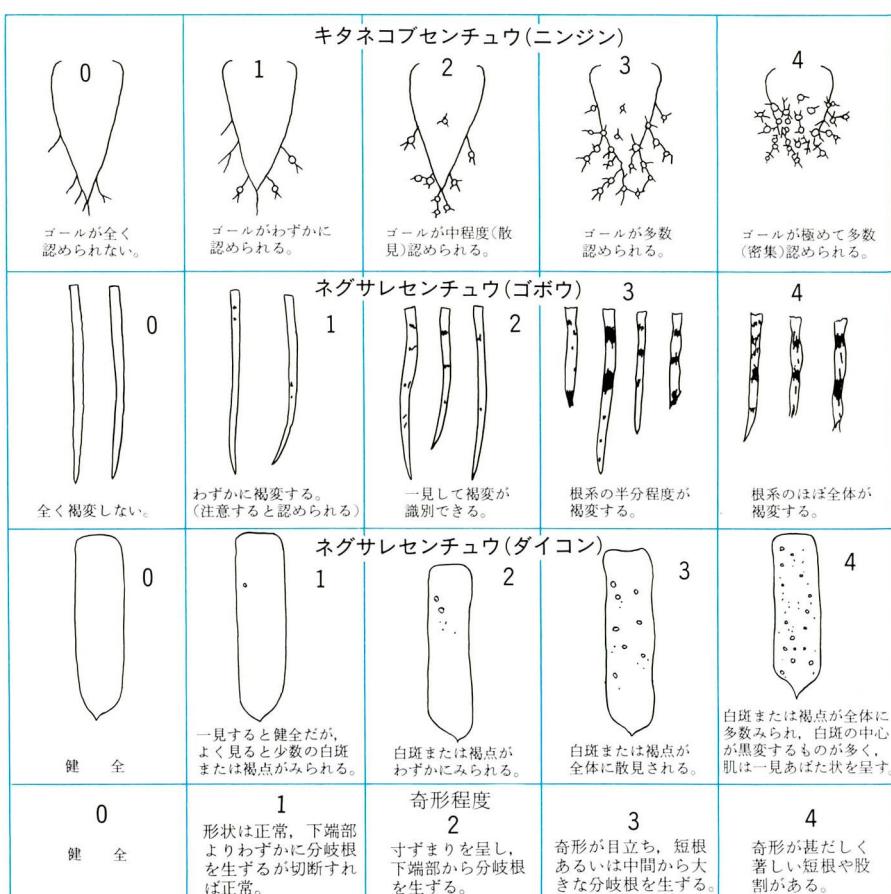
## 4 線虫密度と被害

根菜類の被害程度は播種時の土壤中の線虫数が多いほど激しくなります。どの程度の線虫数まで根菜類の栽培が許されるかを知ることは極めて重要ですが、その前提条件となるのはどの程度の被害まで商品として受け入れられるかによります。このため、各作物について被害程度の調査基準を作りました（図1）。

この基準は寄生の症状別に0~4に区分（これを寄生度と呼ぶ）し、また、奇形の程度別に0~4に区分（奇形度と呼ぶ）しました。各作物の主産地で生食用として出荷可能な症状の程度を検討した結果、被害症状が軽く、しか

表1 根菜類栽培圃場の線虫発生圃場率

作物	支庁	調査圃場数	発生圃場率(%)	
			キタネコブセンチュウ	ネグサレセンチュウ類
ゴボウ	十勝	193	19.7	65.2
	網走	13	0	84.6
	日高	86	19.8	83.7
	胆振	5	0	100.0
	上川	9	33.3	66.6
	空知	6	50.0	50.0
ダイコン	後志	14	0	64.3
	釧路	5	0	100.0
	石狩	12	0	91.7
	上川	94	11.7	75.5
ニンジン	上川	61	35.0	75.4
	空知	10	60.0	70.0
	十勝	45	40.0	60.0
	網走	21	23.8	85.7
ニンジン	渡島	13	7.7	77.0
	胆振	1	0	100.0



$$\left. \begin{array}{l} \text{ネコブ(ゴール)指数: ネコブセンチュウ} \\ \text{ネグサレ指数: ネグサレセンチュウ} \\ \text{奇形指數} \end{array} \right\} = \frac{\sum(\text{階級値} \times \text{該当個体数})}{\text{調査個体数} \times 4} \times 100$$

図1 線虫被害程度調査基準

も奇形も軽い、寄生度、奇形度ともに2以下を商品価値のあるものとしました。個体ごとにこの基準で調査し、図1の下にある計算式でネコブ指数、ケグサレ指数、奇形指数を算出しますが、上の寄生度、奇形度の調査ですべての個体が1あるいは2の場合、指数は各々25, 50となります。したがって、指数で表示すると50以下が商品価値のあるものとなり、防除効果もこれ以下に抑えられるか否かで判断します。

被害許容密度は商品価値のある個体が80%以上得られる線虫密度としました。線虫密度は土壌25gからペールマン法という方法で48時間分離した線虫数です。

### 1) キタネコブセンチュウの密度と被害

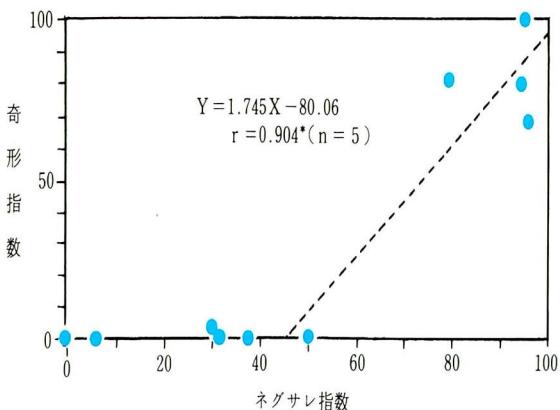
#### ① ニンジン

線虫密度の異なる土壌を入れた4m<sup>2</sup>のコンクリート枠に栽培し、収穫時の被害程度との関係(4年間の試験、播種時期は5月中旬から6月上旬、品種はUS春蒔五寸、小泉理想五寸)を検討した結果、ネコブ指数50となる線虫密度は約12頭、また、被害が軽く商品価値の高い個体(ネコブ程度2以下で、しかも、奇形程度も2以下)が80%得られる密度は2頭以下、これから被害許容密度は2頭程度と推定されます。

#### ② ゴボウ

密度調製土壌を入れた4m<sup>2</sup>枠内に栽培し、2年間(播種は5月中旬と下旬、白肌大長、柳川大長を供試)の結果から密度と被害の関係を見ると、

#### ①ネグサレ指数と奇形指数の関係



この試験で最高密度の76頭でもネコブ指数は50以下でしたが、奇形(股割れ)が激しく、商品化率80%が得られる密度は1頭以下、すなわち、線虫が検出されたら栽培は危険と言えます。

### 2) キタネグサレセンチュウの密度と被害

#### ① ゴボウ

4m<sup>2</sup>の枠試験(2年間、白肌大長、柳川大長を供試、播種は5月中旬、5月下旬)の結果、ネグサレ指数50となる線虫密度は約6頭、商品価値80%が得られる密度は1頭以下となります。

次に、新冠町の圃場で行なった調査結果を示します。ゴボウの栽培は通常表層のロータリ耕起後に深さ80cmから1m程度までのトレンドチャー耕起を行なって播種しますが、線虫密度調査用の土壌をロータリ耕起後とトレンドチャー耕起直後に表層(深さ約20cmまで)から採取し、線虫密度と被害の関係を調べました。ゴボウの播種時期は5月上旬～6月上旬、品種は柳川理想です。

その結果、ネグサレ指数50(寄生度では2)となる播種時の線虫密度はロータリ耕起後では4.4頭、トレンドチャー耕起後では2.5頭となり、これはトレンドチャー耕起により土壌が深部まで混和されるためですが、栽培可否の判定のための線虫密度調査用の土壌採種時期として、ゴボウの播種が同時に行われるトレンドチャー耕起後では遅く、その前のロータリ耕起またはそれ以前に実施されますが、同じ被害を受ける線虫密度はトレンドチャー耕起後はロータリ耕起時の約1/2となります。ネ

#### ②トレンドチャー前後のキタネグサレセンチュウ密度とゴボウの商品化率

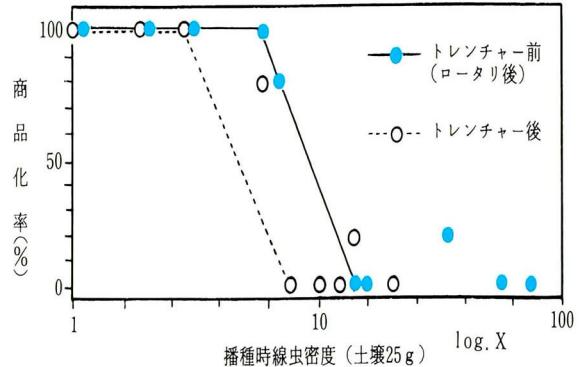


図2 キタネグサレセンチュウによるゴボウの被害

グサレ指数が高いほど根長が短くなります。ネグサレ指数 50 までは影響が少なく、奇形もネグサレ指数 50 まではほとんど発生しません。商品化率に影響するのは根の黒変と奇形（寸詰まり・分岐）ですが、各々が程度 2 以下の個体率との関連をみると、商品化率 100% が得られる線虫密度はロータリ耕起時は 5 頭以下、トレレンチャー耕起後では 2 頭以下となります（図 2）。枠試験ではよく混和した土壤に栽培してあり、圃場試験のトレレンチャー耕起後と同じ条件と考えられます。線虫密度調査土壤をロータリ耕起後に表層から採集した場合、その被害許容密度は 5 頭となります。

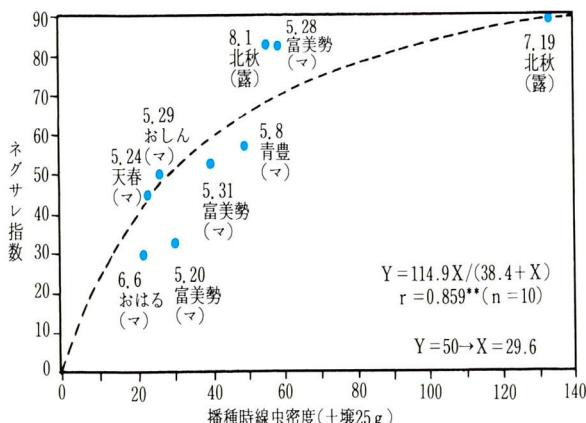
## ② ダイコン

4 m<sup>2</sup> の枠試験（2 年間、天春：5 月 31 日播種、耐病総太：6 月 26 日播種）でネグサレ指数 50 となる密度は 19.8 頭、商品化率 80% となる密度は 7.9 頭となります。

恵庭市・美瑛町の作型、品種の異なる圃場で播種時のキタネグサレセンチュウの密度と被害の関係をみると、播種期、品種、栽培法に特に関係がなく、播種時の線虫密度に依存することが分かり、ネグサレ指数 50 となる線虫密度は 29.6 頭、商品化率 100% が得られる密度は約 30 頭以下と算出されます（図 3）。

枠試験と圃場試験を比較すると同じ線虫密度では圃場の被害が枠試験よりも軽い傾向ですが、これは枠試験では十分に混和し、密度を均一とした

### ①ネグサレ指数との関連



注) 上段より 播種月日、品種名、栽培法：(マ)マルチ、(露)露地

図 3 キタネグサレセンチュウ密度、品種、栽培法とダイコンの被害

表 2 被害許容密度

線虫名	作物	線虫密度 (土壤25g)
キタネコブセンチュウ	ニンジン	2
	ゴボウ	1
キタネグサレセンチュウ	ゴボウ	5
	ダイコン	10
	ニンジン	5

土壤に栽培したこと一つの原因と考えられます。土壤 25 g 当たり 10 頭程度を危険域と考えておきたいと思います。

## ③ ニンジン

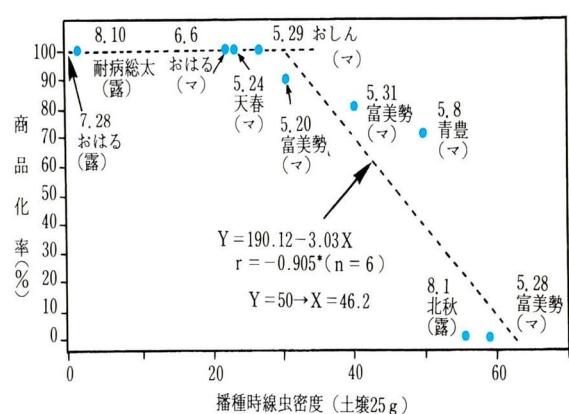
4 m<sup>2</sup> の枠試験（2 年間、US 春薄五寸、5 月 22 日、同 31 日播種）の結果、ネグサレ指数 50 となる線虫密度は 22.3 頭、商品化率 80% が得られる線虫密度は 4.2 と算出され、被害許容密度は 5 頭程度と考えられます。

以上の被害許容密度を表 2 に括します。

## 5 簡易検診法

これまで土壤から線虫を分離して種類別に数え、この密度と被害の関係を検討してきましたが、これを耕作者が行うには技術の修得と労力が必要です。そこで耕作者が簡単に線虫の種類と密度を推定できる方法として、指標植物を用いた方法を検討しました。

### ②商品化率との関連



## 1) 指標植物として適する植物の検索

### ① キタネコブセンチュウ

密度を調製した土壤を入れた 12 cm の素焼鉢にニンジン(US 春蒔五寸), ゴボウ(白肌大長), ホウセンカ(椿咲八重混合), レタス(ペントレーク), トマト(宝冠 2 号), インゲン(北海金時), ダイズ(キタホマレ)を冬季(12 月 1 日播種)に温室で栽培し, 1か月と 2 か月後に症状を図 1 の基準で調査しました。指標植物としては症状がはっきりし, しかも, 線虫密度に応じて症状の激しくなる植物が適しますが, この条件を満たす植物としてニンジン, ゴボウ, レタス, トマトが選ばれ, また, 栽培期間は症状の発現と植物の生育量から 2 か月程度が適当と考えました。

### ② キタネグサレセンチュウ

上と同じ植物を同じ方法で栽培し, 適する植物としてゴボウ(黒褐変し, 判別しやすい)が選び出されました。

## 2) 指標植物による検診法

上の試験で, 線虫密度推定に適する指標植物を 2 か月間栽培した時の線虫密度と症状の関係から栽培可否の判定が出来るかどうかを検討しました。栽培可否の基準は商品化率 80% が得られる線虫密度としました。

### ① キタネコブセンチュウ

ニンジンとゴボウを指標植物としたときの線虫密度とネコブ指数の関係をみると, ネコブ指数が 25(階級値では 1) となる播種時線虫密度はニンジン, ゴボウでは各々 3.2, 2.9 頭となります。一方, ニンジン, ゴボウの栽培を考えると先の被害解析試験の結果ではニンジン, ゴボウの商品化率 80% が得られる播種時密度は各々 2 頭, 1 頭であり, 栽培可否を指標植物の症状から判断すると, ネコブ指数 25(寄生度 1) の軽い症状が現れたら, ニンジン, ゴボウの栽培は危険と判定されます。

### ② キタネグサレセンチュウ

ゴボウを指標植物とした時の線虫密度とネグサレ指数の関係は, 2 つの試験でネグサレ指数 75 となる線虫密度は 39.9 頭, 同指数 50 となる密度は 13.4 頭, 同指数 25 となる密度は 3.5 および 4.4 頭となります。

### ゴボウ

圃場試験で商品化率 100% が得られる上限密度はロータリ耕後, トレンチャー耕後では各々 5 頭, 2 頭, よく混和された枠試験で商品価値 80% が得られる上限密度は 1 頭であり, 指標植物により栽培可否を判定すると, ネグサレ指数 25(階級値 1) 以下でなければ良質のゴボウは得られません。

### ダイコン

圃場試験で商品化率 100% が得られる線虫密度は約 30 頭, 枠試験で商品化率 80% となる密度は約 8 頭であり, 指標植物による判定ではネグサレ指数 50(階級値では 2) 以下で良質のダイコンが得られます。

### ニンジン

商品化率 80% が得られる線虫密度は約 4 頭と算出されており, 指標植物のネグサレ指数 25(階級値 1) 以下であれば良質のニンジンが得られます。

指標植物の具体的な利用方法は, 翌年に根菜類の栽培を予定している圃場の土壤を秋に採集して鉢などに取り, 温室などで 2 か月間栽培し, その症状の程度により栽培可否の判定, 防除手段の選定が行えます。

以上, 根菜類で問題となる線虫類の発生と被害, 簡易検診法などについて記しました。

ダイコンの調査では, 石狩南部地区農業改良普及所の藤塙敏昭氏, 大雪地区農業改良普及所の松村敏氏, 志和一也氏, ゴボウの調査では, 日高中部地区農業改良普及所の河合勝氏に協力を頂きましたことを感謝いたします。

