

# 作物を加害するセンチュウ類と薬剤によらない防除法

## III 抵抗性品種と捕獲作物の効果と利用法

雪印種苗(株) 中央研究農場

技術顧問 山田 英一

### 抵抗性品種の利用

いくつかの野生種の中にセンチュウが侵入しても雌成虫やシスト形成を阻害するものが発見されています。これを栽培種と交配し、そのセンチュウ抵抗性を導入した品種がセンチュウ抵抗性品種です。これらの抵抗性品種はセンチュウの発生する圃場でも従来の感受性品種に比べて被害が軽いので、収量低下が少ないばかりでなく、栽培後のセンチュウ密度を低下させるため、対抗植物としても利用できます。以下には、この抵抗性品種についてご紹介したいと思います。

#### 1 ジャガイモシストセンチュウ抵抗性品種 (ジャガイモ)

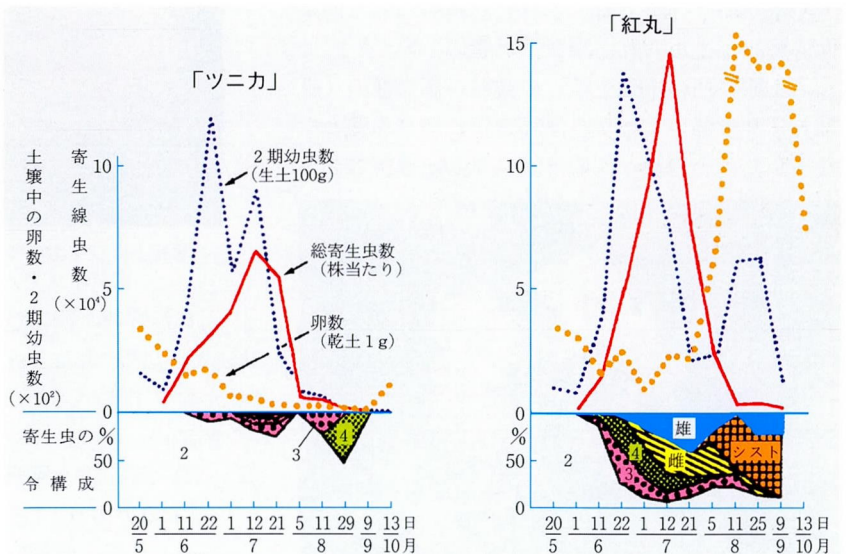
##### 1) わが国における発生経過

このセンチュウはジャガイモへの被害の大きさと防除の困難性から、世界的に検疫対象の重要種とされています。このセンチュウが1972年に北海道の後志支庁真狩村で発見されて以来、発生地域は順次拡大し、1994年末の発生は後志6町村、網走3町、胆振3町村、根室2町、渡島1市の7,722 haに達しています。北海道以外では1992年に長崎県の一部でも発生が認め

られました。北海道では発生直後からこのセンチュウの重要な防除手段である抵抗性品種の探索及び育種並びに現地適応性試験が開始され、次第に用途別品種が揃ってきました。

##### 2) センチュウの寄生型と抵抗性品種の利用

このセンチュウに対して幼虫の侵入は感受性品種と同等ですが、雌成虫にまで発育できない、すなわち1世代を完了できない品種を抵抗性品種と言います(図1 図の下方に示した寄生虫の令構成は寄生総数を100とした時の令期別割合を示しています。抵抗性の「ツニカ」ではほとんどが2期幼虫に止まっています)。このため、栽培後のセンチュウ密度は栽培前の60~82%も低下し、ジャガイモを栽培しながらセンチュウ密度を低下させる効果の大きいことがわかります(図1の卵数を比較



注) 寄生虫の令構成、2:2期幼虫、3:3期幼虫、4:4期幼虫  
 図1 ジャガイモシストセンチュウの抵抗性品種「ツニカ」と感受性品種「紅丸」における消長比較(1976年)

して下さい)。

なお、世界的にはジャガイモに寄生する種としてジャガイモシストセンチュウとジャガイモシロシストセンチュウの2種が知られ、各々にジャガイモ属野生種への寄生性の異なる系統が知られています。これらは寄生型(パソタイプ)と呼ばれ、前者には5(Ro 1~5)、後者には3(Pa 1~3)があります。

抵抗性品種にはこれら野生種の異なる抵抗性遺伝子を導入しているため、育種に当たっては生息するセンチュウの種類と寄生型の確認が前提となります。北海道に発生するセンチュウは現在のところジャガイモシストセンチュウの寄生型Ro 1のみとされています。したがって、抵抗性品種の育成は主としてRo 1を対象に進められています。しかし、他の種及び寄生型が存在する場合には、これらの抵抗性品種は使用できなくなりますので、今後とも寄生型の調査を継続する必要性があります。

### 3) わが国で普及されている抵抗性品種

発生当初は外国で育成された品種について適応性の検討が進められ、東ドイツ産の「ツニカ」(でんぷん原料用の中晩生種)の被害が感受性の「紅丸」よりも軽いことから、1978年に優良品種となりました。その後、この「ツニカ」の抵抗性を導



写真1 ジャガイモシストセンチュウ抵抗性品種「トヨアカリ」の花

表1 ジャガイモシストセンチュウ発生圃場におけるでんぷん原料用抵抗性品種の特性

品 種	シ ス ト* 着生程度	線虫密度** の増減(%)	上いも重 (kg/10a)	でんぷん価 (%)	でんぷん重 (kg/10a)
トヨアカリ(抵)	0	22	2,938	20.4	569
ツ ニ カ(抵)	0	9	2,994	17.1	476
紅 丸(感)	74.3	308	2,976	16.1	449

注) 品種、抵: 抵抗性品種、感: 感受性品種、以下同。  
\* シスト着生程度: 0(無)~100(密集)、以下同。  
\*\* 収穫時密度の植付時密度に対する比率、以下同。  
1983~85年平均。植付時密度: 110卵/乾燥土壌1g。

品 種	シ ス ト* 着生程度	線虫密度** の増減(%)	上いも重 (kg/10a)	でんぷん価 (%)	でんぷん重 (kg/10a)
サクラフブキ(抵)	0	6	4,116	22.6	892
トヨアカリ(抵)	0.6	6	4,176	20.7	824
男 爵 薯(感)	71.6	1,849	3,256	15.0	459

注) 1989、91、93年平均。植付時密度: 83卵/乾土1g。

品 種	シ ス ト* 着生程度	線虫密度** の増減(%)	上いも重 (kg/10a)	でんぷん価 (%)	でんぷん重 (kg/10a)
アスタルテ(抵)	0	13	4,190	20.1	806
トヨアカリ(抵)	0	7	4,286	21.1	863
男 爵 薯(感)	48.0	1,274	3,505	15.5	518

注) 1990~91年平均。植付時密度: 5(90年)、173~206(91年)卵/乾土1g。



写真2 ジャガイモシストセンチュウの抵抗性品種「トヨアカリ」

入した育種が開始され、ようやく以下の用途別抵抗性品種が普及されるようになりました。少し長くなりますが、そのすべてについて簡単に解説します。

#### ① でんぷん原料用品種(表1)

- 「トヨアカリ」: でんぷん収量が「ツニカ」, 「紅丸」より高, 全道向け, 晩生, 肉色淡黄, 北農試育成(1986年), ツニカ×WB61037-4(写真1, 2)。
- 「サクラフブキ(旧名 粉無双)」: でんぷん収量

が「紅丸」や「コナフブキ」よりも高、全道向け、晩生、肉色白、道立根釧農試育成(1994年)、コナフブキ×トヨアカリ。

○「アスタルテ」：でんぷん収量「コナフブキ」並みの多、十勝・網走・根釧向け、晩生、肉色黄白、オランダからの導入品種(1993年)、RR62-5-43×VT<sup>5</sup>62-69-5。

## ② 食用品種 (表2)

○「キタアカリ」：塊茎肥大早、収量「男爵薯」より高、道央向け、早生、肉色黄、粉質、食味良、北農試育成(1987年)、男爵薯×ツニカ。

○「エゾアカリ」：塊茎肥大早、収量「男爵薯」より高、全道向け、早生、肉色淡黄、粘質、食味良、北農試育成(1987年)、ツニカ×プリエクルスキー

表2 ジャガイモシストセンチュウ発生圃場における食用抵抗性品種の特性

品 種	シスト* 着生程度	線虫密度** の増減(%)	上いも重 (kg/10a)	平均1個重 (g)
キタアカリ(抵)	0	25	3,208	89
エゾアカリ(抵)	0	24	3,318	86
男 爵 薯(感)	69.3	291	2,651	90

注) 品種、抵：抵抗性品種、感：感受性品種、以下同。  
\* シスト着生程度：0(無)～100(密集)、以下同。  
\*\* 収穫時密度の植付時密度に対する比率、以下同。  
1983～85年平均。植付時線虫密度：110卵/乾燥土壌1g。

品 種	シスト* 着生程度	線虫密度** の増減(%)	上いも重 (kg/10a)	平均1個重 (g)
と う や(抵)	0.5	9	3,380	105
男 爵 薯(感)	68.0	772	2,994	72

注) 1987～88年平均。植付時密度：119卵/乾土1g。



写真3 ジャガイモシストセンチュウの抵抗性品種「エゾアカリ」

ランニー (写真3)。

○「とうや」：肥大早、粒揃良、外観良、収量「男爵薯」より高、全道向け、早生、肉色黄、サラダ・煮物に適、北農試育成(1992年)、R392-50×WB77025-2。

## ③ 加工用品種 (表3)

○「ムサマル」：フレンチフライ加工用、全道向け、中晩生、肉色淡黄、道立根釧農試育成(1992年)、ツニカ×根育20号。

○「アトランチック」：ポテトチップス加工用、道東・道北・道央北部と準ずる地域、中生、肉色白、米国からの導入品種(1992年)、Wauscon×Lenape。

○「ベニアカリ」：休眠長く、秋～春のコロケ加工用、全道向け、中生、肉色白、北農試育成(1994年)、北海61号×R392-50。

○「マチルダ」：サラダ、ホールポテト加工用、中晩生、肉色黄白、スウェーデンからの導入品種(1993年)、P134×P117。

○「さやか」：外観良く、剥皮歩止り良、中生、肉色白、北農試育成(1995年)、Pentland Dell×R392-50。

○「P921」：長期貯蔵後のチップスに適、中生、

表3 ジャガイモシストセンチュウ発生圃場における加工用抵抗性品種の特性

品 種	シスト* 着生程度	線虫密度** の増減(%)	上いも重 (kg/10a)	平均1個重 (g)
ムサマル(抵)	0	12	4,465	123
トヨシロ(感)	73	876	3,109	77

注) 品種、抵：抵抗性品種、感：感受性品種、以下同。  
\* シスト着生程度：0(無)～100(密集)、以下同。  
\*\* 収穫時密度の植付時密度に対する比率、以下同。  
1986年平均。植付時密度：60卵/乾燥土壌1g。

品 種	シスト* 着生程度	線虫密度** の増減(%)	上いも重 (kg/10a)	平均1個重 (g)
アトランチック(抵)	0	9	3,704	101
男 爵 薯(感)	73	1,068	3,704	92

注) 1991年。植付時密度：186卵/乾土1g。

品 種	シスト* 着生程度	線虫密度** の増減(%)	上いも重 (kg/10a)
ベニアカリ(抵)	0	7	3,935
男 爵 薯(感)	84	819	2,851

注) 1991～92年。植付時密度：250卵/乾土1g。

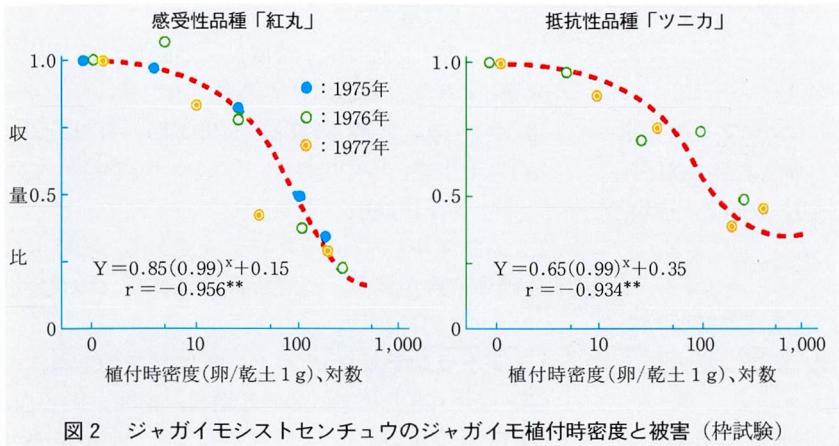


図2 ジャガイモシストセンチュウのジャガイモ植付時密度と被害(枠試験)

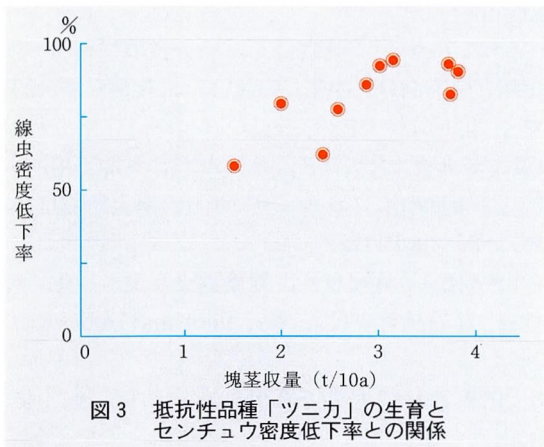


図3 抵抗性品種「ツニカ」の生育とセンチュウ密度低下率との関係

肉色白。米国からの導入品種(1996年), B6987-148×BR6864-8。

抵抗性品種の被害は感受性品種よりもやや軽いものの、センチュウ密度の高い圃場では多数の幼虫の侵入を受けて減収します(図2)。また、根の生育も劣るため土壤中のセンチュウ密度を低下させる効果も劣ります(図3)。したがって、その能力を発揮させるためには感受性品種と同様に低密度圃場(乾燥土壌1g当たり10卵以下)に栽培します。

#### 4) トマトへの寄生と被害

このセンチュウの重要な寄生作物としてトマトがあり、ヨーロッパなど

で問題となっています。

北海道の発生地域でトマトを栽培すると、当然トマトにも被害を及ぼすことが予想されたため、真狩村においてトマトへの寄生と被害について調べました。この試験は1976年に実施され、供試した品種の中で現在栽培されている品種はありませんが、現在の品種でも

この試験と同様の傾向を示すと考えられますので紹介します。

##### ① トマト品種への寄生性

センチュウ生息土壌(42卵/乾燥土壌1g)を入れた5号鉢に稚苗を移植して82日間栽培し、寄生虫数を令期別に調べました。その結果、供試したサツマイモネコブセンチュウ抵抗性品種と感受性品種を含む29品種のすべての寄生虫は多く、また、雌成虫・シストが高率に形成され、抵抗性を示すものではありませんでした。

これに対して、野生種 *L. peruvianum* B6001 (P. I. 126926) では3期幼虫までに发育は停止し、抵抗性が示されました。この野生種はEllisら(1971)により英国のジャガイモシストセンチュウの寄生型A(現在のRo 1)に抵抗性が確認された系統です。結果を図4に示しましたが、現在栽培されている品種の多くがサツマイモネコブセンチュウに抵抗性のため、サツマイモネコブセンチュウに

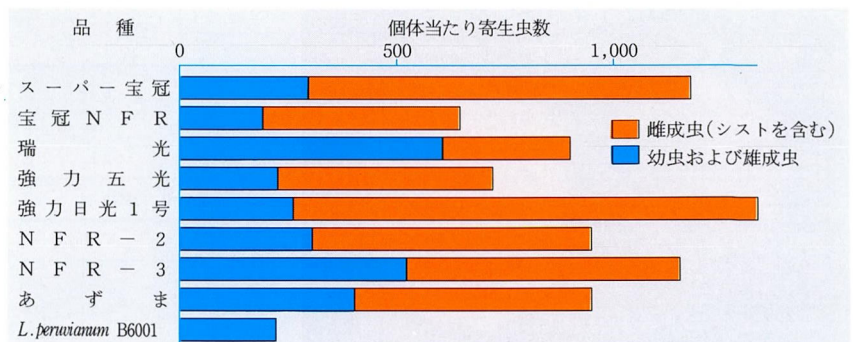
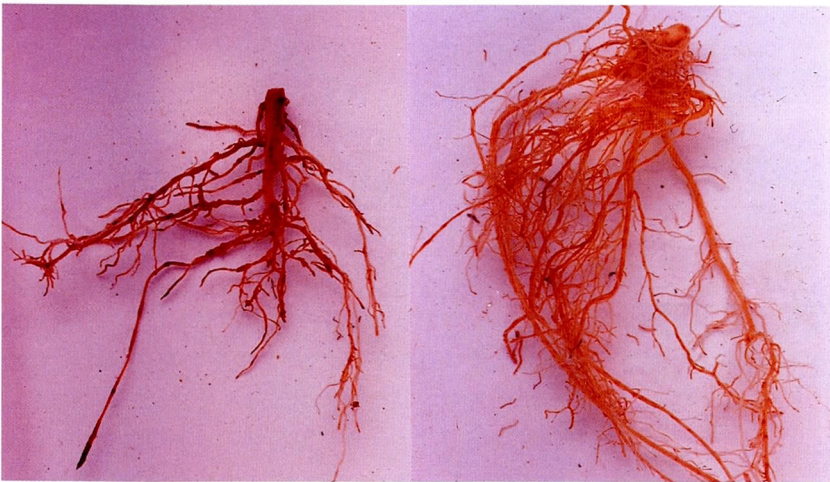


図4 ジャガイモシストセンチュウのサツマイモネコブセンチュウ抵抗性トマト品種への寄生性



NFR-3 (サツマイモネコブセンチュウ抵抗性)  
(根の肥大やコブがみられ、生育も劣っている)

*L. peruvianum* B6001(P. I. 126926)  
(根の肥大やコブは全くみられない)

写真4 ジャガイモシストセンチュウの寄生によるトマトの根の症状

抵抗性の品種のみを図示しました。サツマイモネコブセンチュウ抵抗性品種でもジャガイモシストセンチュウには抵抗性を持たないことに注意が必要です。なお、トマトへのジャガイモシストセンチュウの寄生症状を見ると、サツマイモネコブセンチュウに似たコブがすべての品種で形成されましたが、野生種では全く認められませんでした(写真4)。

## ② トマトの被害

「福寿2号」,「強力五光」の播種24日の稚苗をセンチュウ密度を変えた土壤を入れた5号鉢に定植して栽培したところ、センチュウ接種区の生育は極

めて抑制されることが分かりました(表4)。なお、「強力五光」はサツマイモネコブセンチュウに抵抗性品種ですが、ジャガイモシストセンチュウには感受性であることは前述のとおりです。しかし、被害は野生種との交配種のためか、普通品種の「福寿2号」よりも軽い傾向でした。しかし、今後備えて抵抗性品種の育成などを含めて恒久対策の確立が必要と考えられます。

## 2 ダイズシストセンチュウ抵抗性品種(ダイズ)

関東以北に分布するセンチュウですが、北海道では昭和の初期以来各地で問題となってきました。現在でも豆類主産地に広く分布するほか(表5)、各地の水田転換畑でも発生して問題となっています。

これに対する抵抗性育種素材の探索とその遺伝子を導入した品種育成が1950年以降、十勝農試、東北農試、長野農試で進められ、抵抗性育種素材として下田不知(ゲデンシラズ)系の抵抗性因子を導入した20以上の品種が育成されています。こ

れらの品種では地上部の症状(感受性品種では早期に葉が黄変して落葉)がほとんど見られず、また、侵入した幼虫の発育が抑制される品種ですが、この中で北海道ではハウライ(1965年)、トヨスズ(1966年)が奨励品種となり、特に後者は被害

が軽く、生産性が高く、形質も優良なため急速に普及し、十勝管内の普及率(1980年)は80%にも達しました。しかし、近年、この抵抗性を打破するレースが十勝中央部のトヨスズ栽培地帯に集中することが明らかとされ、この原因として、同一品種の長期栽培が考えられています(表6 ネマ

表4 ジャガイモシストセンチュウの密度とトマトへの寄生量および生育・収量

品 種	植 付 前 センチュウ密度 (卵/土壌1g)	センチュウ寄生量(個体)			トマトの生育・収量				
		幼虫+ 雄成虫	雌成虫+ シスト	計	莖長 (cm)	莖葉重 (g)	根重 (g)	着果数 (個)	果重 (g)
福寿2号	240	1,083	198	1,281	18.3	7.7	2.0	0	0
	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
強力五光	240	1,436	362	1,798	27.3	26.3	12.0	0.8	7.5
	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

表5 十勝管内のアズキ圃場におけるセンチュウ類の発生状況  
(北海道立中央農試、1982)

調査日	圃場数	発生圃場率(%)		
		ダイズシスト センチュウ	キタネコブ センチュウ	ネグサレ センチュウ類
1980.9.5	44	86	32	82
1981.9.18~19	60	73	40	58

表6 ダイズ品種に対するダイズシストセンチュウのシストの年次別着生数 (北海道農試, 1967)

品 種	1960	1961	1962	1963	1964
P. I. 90763	0	0	0	0	0
ネマシラズ	—	6	0	164	429
大谷地2号	113	113	261	389	518

注) 数値は個体当たり。

表7 ダイズ品種の栽培とダイズシストセンチュウの密度変動 (北海道農試・線虫研究室, 1989)

品 種	センチュウ密度 (卵/乾土1g)	
	播種時	収穫時 (播種時比%)
抵抗性 スズヒメ	42.6	1.2 (2.8)
// トヨムスメ	65.6	33.1 (50.5)
感受性 北見白	50.7	24.8 (48.9)

注) 1987年成績。

平成元・2年度北海道農業試験成績・計画概要集より一部引用。

シラズはトヨスズと同じ下田不知系, P. I. 90763は下記の Peking 系抵抗性品種)。したがって, 抵抗性品種を輪作体系に組み入れる場合には, その抵抗性を持続させるために短期輪作を避け, できるだけ長期の輪作に組み入れる必要があります。その後, 同じ抵抗性因子を持ち, 早熟で高品質のトヨムスメ, トヨコマチも育成されていますが, その抵抗性はトヨスズと同様の傾向ですので, トヨスズで被害の発生する地帯では注意を要します。

さらに強い抵抗性を持つ, いわゆる Peking (ペキン) 系と呼ばれる育種素材があり, 侵入した幼虫のほとんどが3期幼虫までに死亡し, シストにまで発育する個体はほとんどありません。これから育成された納豆用のスズヒメ (1980年) は北海道のどのレースにも強いことが示されています。

十勝の土壤に抵抗性及び感受性ダイズを栽培したところ, 高度抵抗性のスズヒメではシストに達する個体が極めて少ないため, 栽培後のセンチュウ密度は極めて低下しますが, ゲデンシラズ系のトヨムスメの抵抗性は打破され, 栽培後の密度は感受性の北見白と同等となっています(表7)。なお, このスズヒメは他のセンチュウには抵抗性を持たず, キタネグサレセンチュウは増殖することが確認されており, 各種センチュウの長期的な防除対策という観点から見ると, この品種も輪作に組み入れて用いるのが合理的と考えられます。ダイズ

シストセンチュウによるアズキの被害も大きく, また, 本センチュウの存在によりアズキ落葉病の被害が助長されますが, アズキには抵抗性品種はありません。

### 3 サツマイモネコブセンチュウ抵抗性品種 (トマト)

サツマイモネコブセンチュウは本州以南で優勢なセンチュウですが, 北海道でも1973年に虻田町のハウス栽培トマト・キュウリで発見されて以来, 全道各地で発生が確認されるなど, 寒冷地でも施設栽培では大きな被害を与える重要なセンチュウとなっています。このセンチュウに対して野生トマト (*Lycopersicon peruvianum* <P. I. 128657> と栽培種との種間雑種から育成された Anafu を親とするものが多いとされる) の抵抗性を導入した抵抗性品種が多数 (台木用を含めて100品種以上) 育成され, 広く栽培されています。

センチュウ生息土壤に抵抗性品種と感受性品種を栽培した一例を示します。抵抗性品種ではコブ



左: 抵抗性品種「強力五光」(コブがつかない)  
右: 感受性品種「宝寿」(コブが密集し, 生育も劣る)

写真5 サツマイモネコブセンチュウに対する  
トマト品種の反応

表8 サツマイモネコブセンチュウに対するトマト品種の反応 (山田・高倉, 1975)

品 種 別	ネコブ 程 度*	令期別寄生虫数 (個体当たり)**					
		II	III	IV	♀	♂	計
抵抗性品種 強力五光	0	155	0	0	0	0	155
感受性品種 ひかり	4	50	30	20	480	20	600
// 宝 寿	4	70	53	83	283	17	506

注) \* 0: なし, 4: 甚。

\*\* II: 2期幼虫, III: 3期幼虫, IV: 4期幼虫。

表9 トマトの栽培とサツマイモネコブセンチュウ密度の変動 (北海道立道南農試、1993)

品 種 名	調査株数	2期幼虫数 (平均)*		平均増殖率 (倍)	抵抗性程度
		定植時	収穫後 (根圏)		
桃 太 郎	25	21.7	2.8	0.1	強
ハ ウ ス 桃 太 郎	24	23.0	6.8	0.4	強
マルチファースト	21	18.0	38.4	2.5	中
ミニキャロル	23	18.2	148.5	10.6	弱
ファーストカスタム502	22	20.1	176.9	11.7	弱
強 力 米 寿	22	22.3	213.9	12.4	弱

注) \*土壌25g当たり。

が全く形成されず(写真5), また, 寄生した幼虫の令期も2期に止まっています(表8)。このため, 栽培後のセンチュウの増殖率も感受性品種では定植前の10倍以上に達したのに対して, 抵抗性品種では定植前の10~40%に低下しています(表9)。また, 抵抗性品種の被害は普通品種よりも軽いことが知られています。このように抵抗性品種は被害が軽く, また, センチュウ密度を低下させる効果が大きいので, 市場性を考慮の上, 適品種を選定して積極的に導入しましょう。なお, これらの品種の多くはジャワネコブセンチュウ, アレナリアネコブセンチュウにも抵抗性を示すとされますが, キタネコブセンチュウへの抵抗性はありませぬので注意が必要です。

#### 4 その他の抵抗性品種

以上に記したほか, 荒城・百田氏(1992)の資料に基づき, 抵抗性が知られる作物とそのセンチュウ名を列記します。

ダイズ(ジャワネコブセンチュウ), サツマイモ(サツマイモネコブセンチュウ, ミナミネグサレセンチュウ), タバコ(サツマイモネコブセンチュウ), キュウリ台木(サツマイモネコブセンチュウ), スイカ台木(ネコブセンチュウ), ナス台木(サツマイモネコブセンチュウ), イチゴ(イチゴメセンチュウ), ニンジン(センチュウ), アカクローバ(キタネコブセンチュウ, クローバシストセンチュウ), アルファルファ(キタネコブセンチュウ), ハッカ(ピンセンチュウ)。

### 捕獲作物の利用

センチュウが根に侵入しても抵抗性品種と同じように雌成虫にまで発育できない作物が知られ, これらは捕獲作物(トラップクローバ)と呼ばれます。これらの作物を栽培して根にセンチュウを寄生させ, 栽培後の密度を減少させる方法です。従来の栽培体系の中で生産性を上げながら, また, これを緑肥として利用しながら, センチュウを減少させる利点があります。

#### 1 ダイズシストセンチュウの捕獲作物(クローバ類)

クローバ類はダイズシストセンチュウの幼虫の侵入を許すものの, その後の発育が停止するため死滅します。表10には生息土壤に栽培した1例を示しましたが, シロクローバ, アカクローバ栽培跡地の密度低下は大きく, 防除手段としての活用が期待されます。また, 抵抗性ダイズ品種「スズヒメ」の密度低下の大きいことも示されています。ただし, これらは豆類主産地に併発するキタネコブセンチュウ, キタネグサレセンチュウを増殖させますので, 利用に当たっては生息するセンチュウの確認が必要です。

#### 2 ジャガイモシストセンチュウの捕獲植物(イヌホウズキ)

このセンチュウの寄生性をナス科植物を主体に

表10 ダイズシストセンチュウに対するクローバ類の密度低減効果 (清水ほか、1988)

作 物	品 種	卵数の播種時比(%)
シロクローバ	フ イ ア	11.6
アカクローバ	ケンランド	15.5
ダイズ(抵抗性)	スズヒメ	4.8
ダイズ(感受性)	北 見 白	57.4

表11 ジャガイモシストセンチュウに対するイヌホウズキの密度低減効果 (山田・高倉、1981)

センチュウ密度(卵/乾燥土壌1g)		令期別寄生虫数(個体当たり、7月3日)				
播種前(5月14日)	10月1日(播種時比%)	2期幼虫	3期幼虫	4期幼虫	雄	雌・シスト 計
780	190 (24)	124	0	0	0	124
195	36 (18)	187	3	0	0	190
16	6 (38)	109	0	0	0	109

注) 5月14日播種、播種量: 2g/m<sup>2</sup>



写真6 ジャガイモシストセンチュウの密度を低下させるイヌホウズキ

調べたところ、侵入虫数に対して雌成虫の少ないものがあり、この中で普通に見られる雑草イヌホウズキの捕獲効果の高いことが認められました(表11, 写真6)。しかし、トウモロコシやマメ類の間作等で実用性を検討してみると、初期生育が劣り、耐陰性も弱く、他の雑草との競合に弱いため、均一に栽培することは容易でなく、圃場への導入は困難と考えられました。さらに、有望な植物の探索が必要と考えられます。

## センチュウの総合防除法

### 1 センチュウの調査方法

これまで、薬剤によらない防除法について述べてきましたが、作物の被害はセンチュウの種類と密度によるため、防除の実施に当たってはあらかじめ圃場に生息する種類と密度を把握しておくことが大切です。以下には、普通に行われているセンチュウの調査方法を記します。

#### 1) 土壌検診

土壌中に生息するセンチュウの種類と量を知るために行います。

##### (1) 土壌の採取方法

① 10a程度の前作が同じ圃場を1単位とし、これを目測で9等分し、各区画の中央部から土壌を採取します(図5)。

② 土壌の採取は移植ゴテで表土を軽く(約5cm程度)除き、その下約15cmまでの土壌を取り、9か所分をボールなどに入れ、よく混和します。

③ この内、500g～1kg程度をビニール袋に

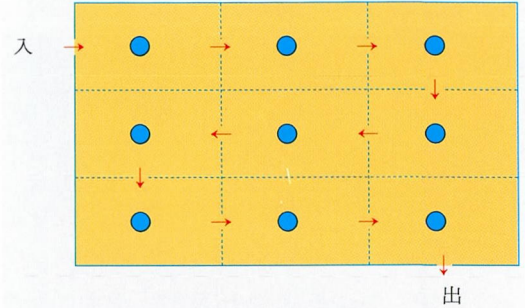


図5 9点法による土壌の採取

取り、袋の表面に番号をつけます。また、住所、氏名、前作名、採取年月日などの必要事項を野帳等に記載します。

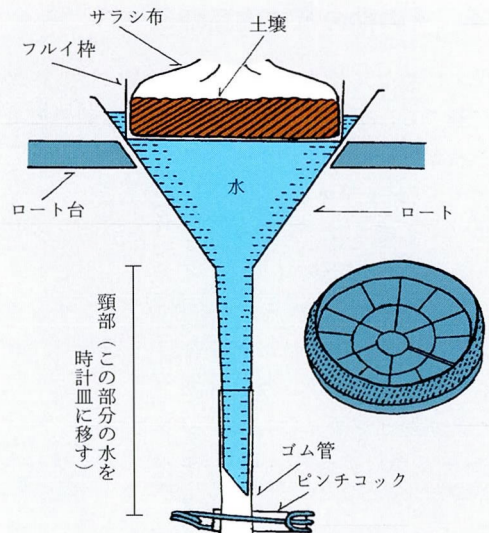
採取した土壌は直射日光をさけ、できるだけ早く以下の調査に移ります。

#### 2) センチュウの調査方法

##### A ベルマン法(図6, 写真7)

最も簡便に土壌中の密度を知る方法として、ベルマン法があります。センチュウの運動力を利用して水中に遊出させる方法です。植物寄生性センチュウの分離効率は良くても30%程度とあまり高くありませんが、同じ条件で分離すれば、定量的にも十分に活用できます。活動力のないシストや卵にはこの方法では分離できません。

##### 分離手順



シラキウス時計皿は底面が平らで、目盛りが付いており計数が容易、また、側面がスリガラスとなっており、重ねて保存ができる。

図6 ベルマン法(左)とシラキウス時計皿(右)





写真7 ベルマン法（センチュウ分離の一方法）

筆者が実施している方法を記します。

① 土壤に石などの夾雑物の多い時は、目の荒いフルイにかけて除去します。また、降雨後など水分の高い土壤は少し乾燥させてから分離します。

② ロート（径9 cm）にゴム管をつけ、その先端部をピンチコックで止め、水を満たします。

③ 土壤25 g（常に同じ量で実施）をサラシ布などに軽く包み、フルイ枠の中に静かに移します。

④ 48時間後に土壤をフルイ枠ごと静かに取り除き、ロート頸部から上の水を捨てます。

⑤ ピンチコックをはずして、ロート頸部の水を時計皿（シラキウス時計皿）に移し、実体顕微鏡（40～50倍程度）で種類別に数えます。

⑥ 保存する場合は水を小型試験管等に移し、等量の5%ホルマリン液を加えて固定します。

### B ゴボウを用いた簡易検診法

上に述べた方法は器具も、かなりの経験も必要です。そこで作物を作る

人が畑のセンチュウの種類と密度を知り、被害が出る密度かどうかを簡単に判断できる方法を検討しました。施設栽培ではほぼ同じ作型が取られるため、前作の根の状態をみれば、ある程度見当がつくと思いますが、露地では前作がまちまちのため困難です。

ここでは北海道の露地栽培の根菜類に被害を与えるキタネグサレセンチュウとキタネコブセンチュウの簡易検診法について紹介します。

指標とする植物の選定に当たって考慮すべきことは、寄生症状がはっきりとし、センチュウ密度と症状の程度が対応することが必要です。各種植物の中でゴボウはキタネグサレセンチュウによる黒変がはっきりとし、また、キタネコブセンチュウによるコブが比較的大型で判別しやすく、また、センチュウ密度に応じて症状が激しくなります。このことから、ゴボウを指標作物として選定しました（写真8）。

① 秋期、作物収穫後に明年作付予定の畑から先に示した方法で土壤を採取し（図5）、小型（4号程度）の鉢に詰め、ゴボウ種子を5粒程度まき、温室かベランダなどで2か月間栽培します。

② 鉢から根を掘り上げ、水洗いして図7の基

		キタネコブセンチュウ(ニンジン)				
寄生程度	寄生					
	程度	コブが全く認められない	コブがわずかに認められる	コブが中程度(散見)認められる	コブが多数認められる	コブが極めて多数(密集)認められる
奇形程度	正常					
	程度	全く黒変しない	わずかに黒変する(注意すると認められる)	根系の数が所が黒変する(一見して識別できる)	根系の半分程度が黒変する	根系のほぼ全体が黒変する
			形は正常、小根をわずかに分岐するが、切断すれば正常と変わらない。	ややすづまり、小根を分岐する。	奇形目立つ、短根あるいは大きな分岐根を生ずる。	奇形が顕著、著しい短根あるいは大きな股割れを生ずる。
		0	1	2	3	4

図7 センチュウ被害程度調査基準



左：キタネグサレセンチュウ（白い肌に黒色の症状がはっきりする）  
 右：キタネコブセンチュウ（比較的コブが大きく、判別しやすい）

写真8 ゴボウを用いた簡易診断法による播種2か月後の症状

準に当てはめ調査します。ネコブセンチュウのゴボウの図はありませんが、ニンジンの基準に当てはめて下さい。

### C 栽培可否の判断

生食用として商品価値のある個体80%が得られる限界密度を要防除密度としましたが、上の土壤から分離されたセンチュウ密度と、ゴボウによる簡易診断法による結果の関係を表12に要約しました。この基準以上の場合には、ヘイオーツ栽培などの手段によりセンチュウ密度の低下が必要となります。

### D フェンウィック法

(図8, 写真9)

シストセンチュウ類のシストの分離方法です。シストが乾燥すると水に浮く性質を利用して分離します。

#### 分離手順

- ① 土壤を乾燥します。
- ② フェンウィック浮遊装置は底の閉じた缶で、上部に16メッシュの上篩を設置し、ここに乾燥土壤50~100gを入れます。
- ③ 上篩の上から水を流すと、シストは篩の目を通過して、溢流環からあふれ

た水とともに下篩（60メッシュ）に集まります。

④ 残さとともに、ロート内のろ紙中に注ぎ入れると、シストはろ紙の周辺部に付着します（写真10）。

⑤ シストを実体顕微鏡で数え、これを破砕して卵数を調べます。

## 2 輪作体系の導入

ジャガイモシストセンチュウの例を記します。

センチュウの寄生しない作物（非寄主作物）を栽培した時にも、6月ころをピークに一部の卵が孵化して土壤中に出てきます。しかし、寄主のジャガイモがないため幼虫は死滅

表12 根菜類の栽培可否の判断基準となるセンチュウ密度及びゴボウへの寄生程度

センチュウ名	栽培予定作物	センチュウ*密度	ゴボウの根の寄生程度**	
			1	2
キタネグサレセンチュウ	ゴボウ	5頭	○	×
	ダイコン	10頭	○	○
	ニンジン	5頭	○	×
キタネコブセンチュウ	ニンジン	2~3頭	○	×
	ゴボウ	2~3頭	○	×

注) \*土壤25g当たり検出数、この密度以上では栽培不能。  
 \*\*○：栽培可能、×：栽培不能。

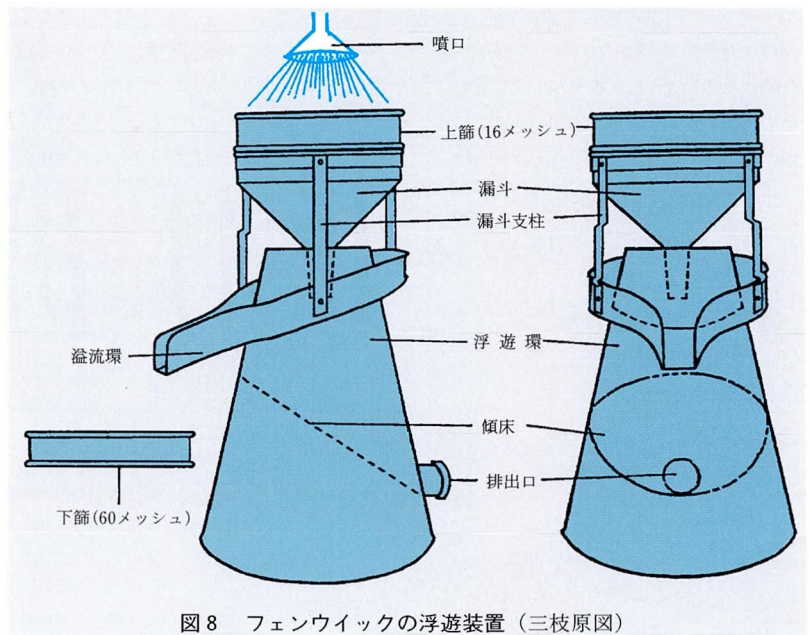


図8 フェンウィックの浮遊装置（三枝原図）



写真9 フェンウィック浮遊装置 (シストの分離方法)



写真10 ろ紙に集められたシスト

して; センチュウ密度 (シスト内の卵数) は低下します。年間の低下率は平均約32%です。しかし、このセンチュウは寄主が栽培されなくても極めて長期間生存でき、また、その増殖率が極めて高いため、図9右の9年輪作の例のように、8年間非寄主作物を栽培して徐々に密度を低下させても、

表13 ジャガイモシストセンチュウ発生圃場における連輪作とジャガイモの収量

品種名	輪作様式	上いも重* (kg/10a)	無線虫圃場比 (%)	例数
紅丸 (線虫 感受性)	無線虫圃	4,533±1,016	100	8
	4年輪作	2,993± 613	66	4
	3年輪作	2,761± 498	61	3
	2年輪作	2,174± 939	48	4
	連作	1,881± 538	41	9
ツニカ (線虫 抵抗性)	無線虫圃	4,023± 796	100	6
	4年輪作	3,303± 457	82	3
	3年輪作	2,642± 385	66	2
	2年輪作	2,967± 396	74	3
	連作	2,066± 335	51	6

注) \*平均値±標準偏差

9年目に感受性品種「紅丸」を栽培すると一気に最初の密度にまで戻ってしまいます。したがって、感受性品種が栽培体系に入る限り、長期輪作を行っても密度低下の決め手とはならないことが分かります。そこで、普通に実行できると考えられる輪作を行なった時のジャガイモの収量をセンチュウの生息しない圃場と比較しますと、4年輪作区の収量は感受性の「紅丸」では66%、抵抗性の「ツニカ」では82%が示されました (表13)。このことから、感受性品種を栽培したときの増殖を抑制できる土壌施用粒剤(オキサミル、ホスチアゼート、エトプロホス粒剤)を使用すれば、4年輪作が可能と考えられ、このセンチュウのための輪作式を4年としました。また、ジャガイモを栽培した時の被害はセンチュウ密度が高いほど激しくなりますが、感受性品種、抵抗性品種ともに乾燥土壌1g当たり10卵まではほとんど減少しないことから、

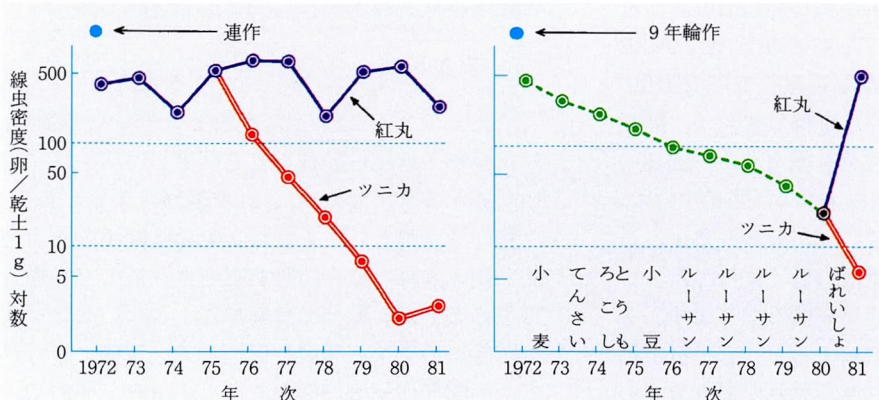


図9 連・輪作とジャガイモシストセンチュウ密度の変化

この密度(低密度)以下に押さえることが必要です(先の図2)。これ以上の密度の時には、土壌くん蒸剤(D-D剤など)の処理後に非寄主作物を栽培して密度低下を図ります。

### 3 総合防除の実行

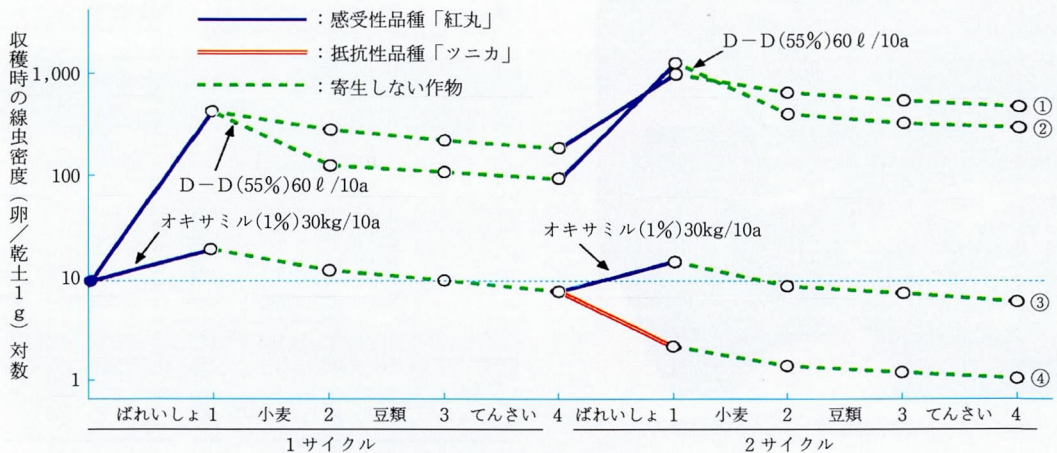


図10 4年輪作と抵抗性品種、殺線虫剤を組み合わせた場合のジャガイモシストセンチュウ密度の変化

ジャガイモシストセンチュウを例に各種防除手段を組み合わせ、積極的に密度を低下させながら営農を進める具体策を次に示します。

輪作は4年を基本とし、密度が高い場合は土壌くん蒸剤の秋処理を行い、非寄主作物を栽培して低

密度とします。ジャガイモは低密度圃場のみを栽培しますが、それが感受性品種の場合は土壌施用粒剤を用いてセンチュウの増殖を抑制します。

試験結果に基づき、これらを組み合わせた時のセンチュウ密度の増減を示しました(図10)。これによると感受性品種の入った4年輪作(図10中の①)および収穫後にD-D剤を処理しても(図10中の②)センチュウ密度は高く推移しますが、感受性品種栽培時に土壌施用粒剤を施用する(図10中の③)か、抵抗性品種を組み入れる(図10中の④)と、密度が着実に低下することがわかります。この③と④を継続すると、密度は低く維持され、ジャガイモを含めた安定生産が可能となります。なお、抵抗性品種を続けて栽培すると、この抵抗性を破るセンチュウを発生させる恐れがありますので、4年ごとのジャガイモ栽培では感受性と抵抗

表14 対抗植物や抵抗性品種等の利用

センチュウ名	主な被害作物	防 除 法			
		対抗植物	非寄主作物	抵抗性品種	捕獲作物
キタネグサレセンチュウ	ダイコン、ニンジン、ゴボウ等	ハイオーツ、ソイルクリーン			
キタネコブセンチュウ	ニンジン、ゴボウ等		ハイオーツ他 イネ科作物		
サツマイモネコブセンチュウ	トマト、キュウリ等	ネマキング、ネマコロリ、ソイルクリーン他		トマト(ハウス桃太郎他多数)	
ダイズシストセンチュウ	ダイズ、アズキ、インゲン			ダイズ(スズヒメ他)	アカクロバ他 マメ科緑肥
ジャガイモシストセンチュウ	ジャガイモ、トマト等			ジャガイモ(キタアカリ他)	

性を交互に用いると良いと考えられ、これにより両品種は8年に一度の栽培となり、抵抗性を破るセンチュウを発生させる危険性は避けられ、また、土壌施用粒剤の使用も8年に1回で済み、経済的負担も軽減されます。

### まとめ

これまで3回にわたり、有害センチュウの種類、対抗植物や抵抗性品種などを利用した防除法について述べてきましたが、これを表14に要約します。

輪作を基幹とし、これに上記の防除手段を合理的に組み入れた総合防除が実現されることを願ってやみません。弊社では薬剤によらないセンチュウ防除法の更なる発展を目指して、皆様に喜ばれる商品開発に一層の努力をいたす所存ですので、引き続きご支援のほどお願い申し上げます。