

ネコブセンチュウの耕種的防除法

誌名	石川県農業総合試験場研究報告 = Bulletin of the Ishikawa-ken Agricultural Experiment Station
ISSN	09163042
著者	藪, 哲男 八尾, 充睦 藤田, 和久 大江, 碩也 平井, 英行
巻/号	17号
掲載ページ	p. 63-75
発行年月	1993年8月

ネコブセンチュウの耕種的防除法

藪 哲男・八尾充睦*・藤田和久・大江碩也**・平井英行**

Studies on Cultural Control of Root-Knot Nematodes

Tetsuo YABU, Mitsuyosi YAO, Kazuhisa FUJITA,
Sekiya ÔE, and Hideyuki HIRAI.

Summary

Effects of cultivation of *Crotalaria juncea* and *Panicum maximum*, and *Cucumis metuliferus* (kiwanofruit) on control of the root-knot nematodes were examined. The results obtained are summarized as follows :

1 Cultivation of antagonistic plants *Crotalaria juncea* and *Panicum maximum*, in soils infested with *Meloidogyne* spp. (MS) reduced the number of MS in the treated soil.

2 Cultivation of those antagonistic plants in field for three months kept the population of MS in low density.

3 Yield of *Cucumis melo* (muskmelon) cultivated in the fields with preceding crops of those antagonistic plants were superior to those of muskmelon cultivated under non-preceding crops.

4 It was not useful to interplant *C. juncea* and *P. maximum* with muskmelon for control of the root-knot nematode, because yield and root-knot indices of muskmelon were equal to those of monocultured one.

5 Application of pyraclofos granules by 40kg/10a after cultivation of *C. juncea* for one month kept the population of MS in lower density until the end of the harvest time of tomato than only cultivation of *C. juncea* or application of pyraclofos granules did.

6 The number of root-knot in kiwanofruit was remarkably fewer than that of muskmelon.

7 At 20°C invasion rate of *Meloidogyne incognita* (MI) larvae in kiwanofruit were obviously lower than that of muskmelon. But at 30°C invasion rate of MI larvae in kiwanofruit were as much as in muskmelon.

8 Developmental period of MI in kiwanofruit was remarkably prolonged in comparison with that of muskmelon at 20, 25 and 30°C.

9 Cultivation of muskmelon grafted on kiwanofruit decreased the number of MS in the soil. Growth and yield of the grafted muskmelon were superior to those of non-grafted one.

*現在、病害虫防除所 **現在、砂丘地農業試験場

本報告の一部は第36回日本応用動物昆虫学会（弘前）において講演発表した。

I 緒言

ネコブセンチュウ類 (*Meloidogyne* spp.) は、ウリ科やナス科植物をはじめとして 700 種以上の植物に寄生し¹⁹⁾、植物の生育阻害や枯死などの被害を招く。古くから線虫害は連作障害のひとつとして知られているが、近年の野菜の集約的な産地化、専作化は同一作物の連作や特定作物の輪作となるため、線虫害は増大の一途をたどっている。特に、石川県においてはメロン、キュウリなどでその被害が著しい。

従来、センチュウ類の防除には主としてくん蒸性殺線虫剤が用いられてきた。くん蒸性殺線虫剤は十分な効果が認められるものの、都市化に伴う宅地と農地の混在化により揮発ガスの漂流揮散が懸念され住宅地周辺での使用が難しくなっている。また、薬剤の連用によるリサージェンス現象やそれに起因する薬剤施用回数が増大、薬剤抵抗性線虫の出現²³⁾、さらには作物や、土壤中での農薬残留、地下水汚染の懸念^{23,28,30)}などの諸問題も顕在化している。くわえて、消費者の農薬に対する関心の高まりと、生産者の健康面への危険性から耕種的防除を主体とした省農薬防除への要望も強まっている。

このような背景から、土壤消毒剤に替わる有効な防除手段の開発が急務となってきた。土壤線虫の耕種的防除法として、西沢¹⁷⁾や稲垣¹⁰⁾は対抗植物や抵抗性品種(台木)の導入について諸外国の例を紹介している。

対抗植物とは線虫に対して、有害な物質を含むまたは分泌し、土壤中の線虫密度を積極的に低減させる植物である。中でもマリーゴールドは TYLER²⁷⁾の報告以来、輪作体系も含めた実用的な研究が多くなされている^{2,6,13,19,24,25)}。しかし、これらはいずれもネグサレセンチュウの防除に関するもので、ネコブセンチュウについては対抗植物の密度抑制効果を報告した事例がいくつかあるに過ぎない^{14,19,23)}。

一方、ネコブセンチュウの被害が著しいキュウリ、メロンなどウリ科 *Cucumis* 属野菜は抵抗性品種(台木)の導入が遅れていたが、近年、同属のキワノフルーツが根こぶ着生数を抑制することが明らかとなり、その利用が有望視され

ている⁷⁾。

本研究ではネコブセンチュウの防除を目的として、実際の野菜栽培を想定した対抗植物の利用法を検討した。また、キワノフルーツについては、ネコブセンチュウ抵抗性が地温の影響を強く受けることから²⁶⁾、その実用化に当たっての問題点を探るため抵抗性の発現と地温の関係について調査し、併せてキワノフルーツ利用法も検討したので報告する。

本文に入るに先立ち校閲を賜った農林水産省農業研究センター線虫害研究室室長大島康臣博士、北陸農業試験場百田洋二研究技術情報科長、試験に供試したサツマイモネコブセンチュウ (*Meloidogyne incognita*) の分譲と貴重な助言を頂いた農林水産省農業研究センター線虫害研究室奈良部孝技官、研究の遂行と本稿の取りまとめに当たって終始有意義な助言と校閲を頂いた石川県農業総合試験場病理害虫科松浦博一科長、調査研究に当たって終始協力頂いた病理害虫科、野菜科および石川県砂丘地農業試験場そ菜花き科の諸氏に深く感謝の意を表す。

II 対抗植物による防除

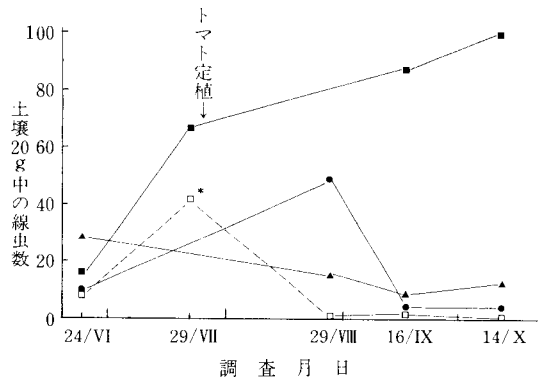
1 対抗植物の栽培期間とネコブセンチュウ密度抑制効果

1) 材料および方法

石川県農業総合試験場のパイプハウス内にネコブセンチュウの汚染土壤を設け、1991年と1992年の2年にわたって対抗植物を栽培し、ネコブセンチュウの密度推移を調査した。

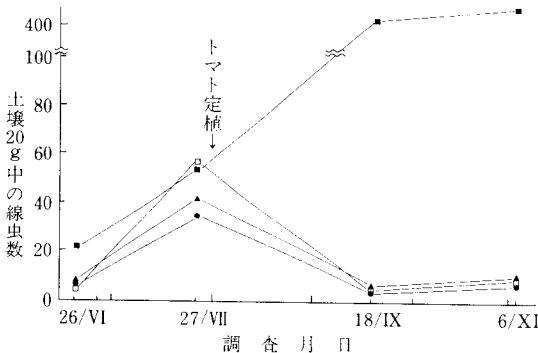
対抗植物としてクロタラリア (*Crotalaria juncea*)、ギニアグラス (*Panicum maximum* 品種なつかぜ) を用い、対照としてトマト(台木 LS 89、地上部桃太郎)栽培区と無栽植の裸地区を設けた。試験は1区 3.3 m² (1.8×1.8 m) の2連制で行った。なお、試験土壤のネコブセンチュウの汚染程度を高めるため、2か年とも試験に先立ちネコブセンチュウ汚染土を添加し、さらに前作として約2か月間キュウリを栽培した。なお、汚染土壤の優占種はサツマイモネコブセンチュウで、一部にジャワネコブセンチュウが混合していた。

1991年の試験では、対抗植物を6月25日に播種し、10月15日まで栽培した。播種量はクロタラリアで5 g/m²、ギニアグラスで0.5 g/m²とした。対照のトマトは7月29日に3.7株/m²の栽植密度で定植し、5段花房まで収穫した。ネコブセンチュウの密度調査は、対抗植物の播種1日前(24/VI)、播種65日後(29/VIII)、83日後(16/IX)および111日後(14/X)に行った。調査法はベルマン法で行った。ベルマン装置は直径9 cmのガラスロート上に、直径7 cm、深さ4 cmの筒型金属製の試料受網皿を入れたもので、受網皿の中にJKワイパーを4枚折りにして内張りした。その中に試料の土壌20 gを入れ、水道水をロートに注いで試料を浸漬し、室



第1図 各植物栽培圃場におけるネコブセンチュウの密度推移 (1991年)

●—●: クロタラリア ■—■: トマト
▲—▲: ギニアグラス ○—○: 裸地
*、---は、未調査のため同一条件のトマト圃場からの推定値



第2図 各植物栽培圃場におけるネコブセンチュウの密度推移 (1992年)

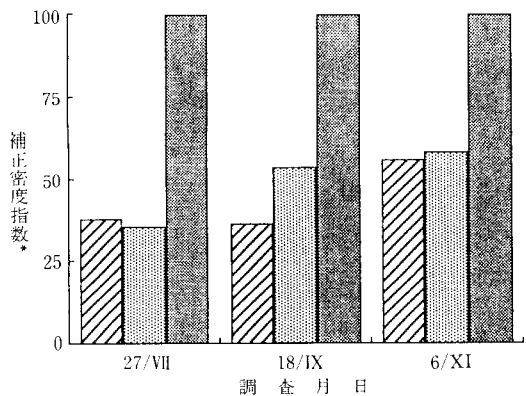
●—●: クロタラリア ■—■: トマト
▲—▲: ギニアグラス ○—○: 裸地

温で48時間放置後、游出線虫数を生物顕微鏡下で計数した。調査は供試土壌当たり2反復で行った。調査土壌は各区とも区内の9か所から深さ20~25 cmの土壌を全量が500 gになるよう均等にサンプリングした。

1992年の試験もほぼ同様の方法で行い、対抗植物は6月26日に播種し、トマトは7月31日に定植してともに11月2日まで栽培した。ネコブセンチュウの密度調査は対抗植物播種7日前(19/VI)、播種31日後(27/VII)、84日後(18/IX)および133日後(6/XI)に行った。

2) 結果

対抗植物栽培期間中のネコブセンチュウの密度推移を第1、2図に示した。1991年の試験(第1図)では、クロタラリアを播種した区では播種65日後の8月29日に48.8頭/20g土のネコブセンチュウが検出され、播種前の約5倍の密度に増加した。しかし、播種83日以降の調査では4頭/20g土となり、播種前の約1/2に減少した。ギニアグラスを播種した区のネコブセンチュウ密度は播種65日後に15.3頭/20g土、播種83日後に8.5頭/20g土と減少し続け、播種前の1/3の密度となった。しかし、裸地区での減少はさらに著しく10月14日の調査では検出されなかった。他方、1992年の試験(第



第3図 裸地を対照とした対抗植物栽培土壌中における線虫数の補正密度指数 (1992年)

▨: クロタラリア
■: ギニアグラス
●: 裸地

*: 補正密度指数 = $\frac{\text{対照区処理前密度} \times \text{処理区処理後密度}}{\text{処理区処理前密度} \times \text{対照区処理後密度}} \times 100$

2 区)では、対抗植物の播種 31 日後におけるネコブセンチュウ密度はクロタラリア、ギニアグラスいずれの区においても上昇しており、特に裸地区は播種前の約 15 倍に増加した。播種 83 日以降は対抗植物処理区、裸地ともほぼ同様の密度で、無処理と比較し極めて低密度に推移した。裸地を対照とした補正密度指数は、クロタラリア区で 36.5~56.6、ギニアグラス区で 35.7~59.0 となり、対抗植物栽培によるネコブセンチュウの密度抑制効果は明らかであった(第 3 区)。

2 対抗植物の栽培法の違いとネコブセンチュウの密度抑制効果

1) 材料および方法

A 全面栽培

石川県砂丘地農業試験場内(河北郡宇ノ気町)のネコブセンチュウ汚染圃場において、1991 年 5 月 13 日から 9 月 5 日まで、対抗植物としてクロタラリアおよびギニアグラスを全面散播で均一に栽培する区と対照としてネコブセンチュウ感受性植物のホウセンカ(*Impatiens balsamina*)栽培区および植物を植えない裸地区を設けた。翌 1992 年に、これらの跡地土壤にメロン(品種アンデス以下、同一品種を供試した)を 4 月 23 日から 8 月 3 日までトンネル抑制栽培し、対抗植物全面栽培によるネコブセンチュウの密度抑制効果を調査した。試験は 1 区 240 m² (12×20 m)の 1 連制で行った。ネコブセンチュウの密度抑制効果は、1991 年の対抗植物栽培期間中および 1992 年のメロン栽培期間中において、土壤中のネコブセンチュウの密度推移を調査することによって判定した。対抗植物栽培期間中のネコブセンチュウの密度調査は、1991 年 6 月 5 日

(対抗植物播種 23 日後)、7 月 11 日(播種 36 日後)、8 月 9 日(播種 65 日後)に、メロン栽培期間中のそれは 1992 年 5 月 12 日(メロン定植 19 日後)、6 月 29 日(定植 67 日後)および 8 月 3 日(定植 102 日後)に、1-1)の試験と同様の方法で行った。また、メロンに及ぼす線虫害の影響を検討するため、6 月 2 日(定植 40 日後)につる長、つる径、第 10 節葉の大きさを測定した。測定は 1 区につき 3 株を任意に選んで行った。8 月 3 日の収穫時に m² 当たりの果数、果重を調査した。なお、汚染土壤の優占種はサツマイモネコブセンチュウで一部にジャワネコブセンチュウが混合していた。各植物の耕種概要は第 1 表に示した。

B 混植栽培

A の試験と同様のネコブセンチュウ汚染圃場において、1990 年 5 月 2 日のメロン定植時に対抗植物のクロタラリアとギニアグラスの幼苗を次の 2 とおりの方法で混植した。すなわち、メロンの株元に対抗植物を 1 株移植する区(株元区)とメロンの周囲に株から 20 cm 離して対抗植物を 8 株等間隔に移植する区(20 cm 区)を設け、定植前(2/V)、定植 50 日後(21/VI)および 89 日後(30/VII)に土壤中におけるネコブセンチュウの密度推移を調査した。試験は 1 区 16 m² (8×8 m)の 2 連制で実施した。密度調査は 1 の試験と同様の方法で行った。また、定植 42 日後(13/VI)にメロンの生育状況を、収穫時(30/VII)には収量を A の試験と同様の方法で調査し、横尾の方法³⁰⁾に従って根こぶ着生程度を調査した。施肥は各区とも N、P₂O₅、K₂O いずれも 0.2 g/m² とした。

C クロタラリアの短期間栽培と非くん蒸性薬剤の併用

第 1 表 耕種概要

供試植物	播種(定植)日 (年・月・日)	収穫打ち切り日 (月・日)	播種量(栽植密度) g/m ²	施肥(g/m ²)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
クロタラリア	'91・5・13	9・5	10	0.1	0.1	0.1
ギニアグラス	'91・5・13	9・5	1	0.1	0.1	0.1
ホウセンカ	'91・5・13	9・5	1	0.1	0.1	0.1
メロン	'92・4・23	8・2	0.5株*	0.2	0.2	0.2

* 栽植密度

1992年に石川県農業総合試験場のパイプハウス内にネコブセンチュウ汚染土壌区を設け以下の試験区による、ネコブセンチュウの密度推移と後作トマト(LS 89 台木、地上部桃太郎)における被害状況を調査した。試験区はクロタラリアの1か月間の短期栽培(クロタラリア単独区)、ピラクロホス粒剤の40 g/m²処理(ピラクロホス単独区)、クロタラリアの1か月栽培にピラクロホス粒剤40 g/m²処理(併用区)および無処理の4区とした。

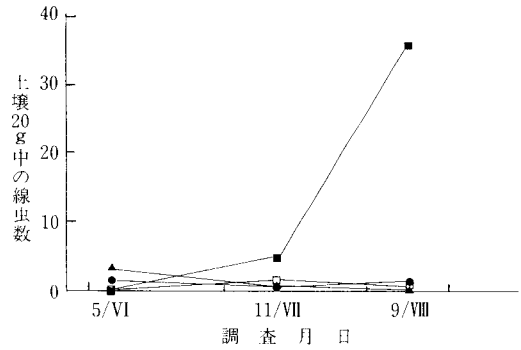
クロタラリアは6月26日に10 g/m²を播種し、7月27日まで栽培した。ピラクロホス粒剤は7月31日に40 g/m²を土壌混和した。トマトは7月31日に0.9 m×0.3 mの密度で植え、5段花房で摘心し、11月2日に収穫を打ち切った。ネコブセンチュウの密度調査はクロタラリアの播種7日前(19/VI)、トマトの定植4日前(27/VII)、トマトの定植49日後(18/IX)、およびトマトの収穫打ち切り時(6/XI)に、1の試験と同様の方法で行った。また、トマトの生育調査は9月1日(定植32日後)に行い、根部の根こぶ着生程度は収穫打ち切り時(6/XI)にBと同様の方法で調べた。なお、対照としてネコブセンチュウ非汚染圃場におけるトマトの生育状況と収量を併せて調査した。生育、収量および根こぶ着生程度は1区に付き10株調査した。試験は1区3.3 m²(1.8×1.8 m)の2連制で行った。各処理区の跡地土壌に栽培したトマトの施肥は、クロタラリア単独区および併用区でm²当たりN-2.9 g、P₂O₅-3.2 g、K₂O-2.5 g、ピラクロホス単独区および無処理区でN-2.5 g、P₂O₅-2.8 g、K₂O-2.3 gとした。

2) 結果

A 全面栽培

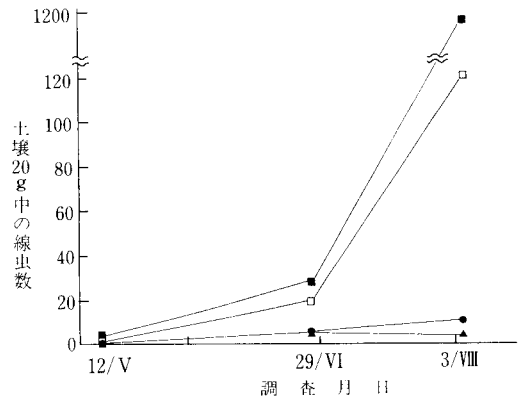
対抗植物および後作メロンの栽培土壌中におけるネコブセンチュウの密度推移を第4、5図に示した。

クロタラリア、ギニアグラス区ともにネコブセンチュウの密度は低く推移し、後作メロンにおける発生も少なかった。裸地区では無植生期間は対抗植物区と同様に低密度であったが(第4図)、後作メロンの収穫時(3/VIII)には土壌中で120.5頭/20 gとなり、密度抑止効果はな



第4図 対抗植物栽培圃場におけるネコブセンチュウの密度推移

●—●：クロタラリア ■—■：ハウセンカ
▲—▲：ギニアグラス ○—○：裸地



第5図 対抗植物栽培跡地のメロン栽培圃場におけるネコブセンチュウの密度推移

前年処理区
●—●：クロタラリア ■—■：ハウセンカ
▲—▲：ギニアグラス ○—○：裸地

かった(第5図)。メロンの初期生育には顕著な区間差は認められなかったが、収量は果数、果重とも裸地、感受性植物(ハウセンカ)区と比較して対抗植物区が優れ、ネコブセンチュウの被害防止効果も確認された(第2表)。

B 混植栽培

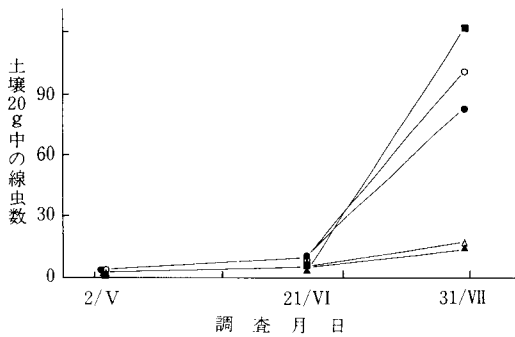
対抗植物とメロンを混植栽培した土壌中でネコブセンチュウの密度推移を第6図に示した。クロタラリアの混植は、株元区、20 cm区ともメロン収穫時におけるネコブセンチュウ密度が無処理区とほぼ同等で、混植による密度抑制効果は認められなかった。ギニアグラスの混植は、

第2表 対抗植物栽培跡地におけるメロンの生育、収量

対抗植物 跡地土壌	調査 株数	つる* 直(cm)	つる* (cm)	葉面積* (cm ²)	収穫果数** (個/m ²)	果重** (g/m ²)
クロタラリア	3	136.1	9.3	254	2.2	0.22
ギニアグラス	3	147.1	9.4	289	2.4	0.28
ハウセンカ(対照)	3	138.5	9.2	264	1.8	0.14
裸地(対照)	3	135.2	8.8	243	1.6	0.20

* 6月2日(定植40日後)調査

** 8月3日(定植102日後)調査



第6図 対抗植物を混植したメロン栽培圃場におけるネコブセンチュウの密度推移

●-●: クロタラリア株元 ○-○: クロタラリア20cm
▲-▲: ギニアグラス株元 △-△: ギニアグラス20cm
■-■: 無処理

株元区、20 cm 区とも土壌中のネコブセンチュウ密度が無処理区の1/7程度となり、明らかに密度抑制効果が認められた。しかし、収穫時におけるメロンの根こぶ指数はクロタラリア混植区、ギニアグラス混植区とも無処理区のそれとほぼ同等で、対抗植物の混植による防除効果は低かった(第3表)。

C クロタラリアの短期間栽培と非くん蒸型薬剤の併用

対抗植物および後作トマトの栽培期間中における土壌中のネコブセンチュウの密度推移を第7図に示した。併用区はトマトの栽培全期間を通じてネコブセンチュウの密度抑制効果が認められた。ピラクロホス単独区はトマトの定植49

第3表 対抗植物との混植栽培におけるメロンの生育、収量および根こぶ指数

処理区*	調査 株数	つる** 長(cm)	つる** 径(cm)	葉面積** (cm ²)	収穫果数*** (個/株)	根こぶ指数****
クロタラリア						
株元	3	265.5	9.7	304	3.3	80.9
20cm	3	240.0	8.5	295	3.1	73.5
ギニアグラス						
株元	3	266.8	8.3	321	3.7	70.6
20cm	3	263.0	8.9	332	4.0	81.9
無処理	3	263.3	9.4	329	4.0	73.6

* 株元:メロンの株元に1株移植
20cm:メロンの株半径20cmの円周上に8株等間隔に移植

** 6月13日調査

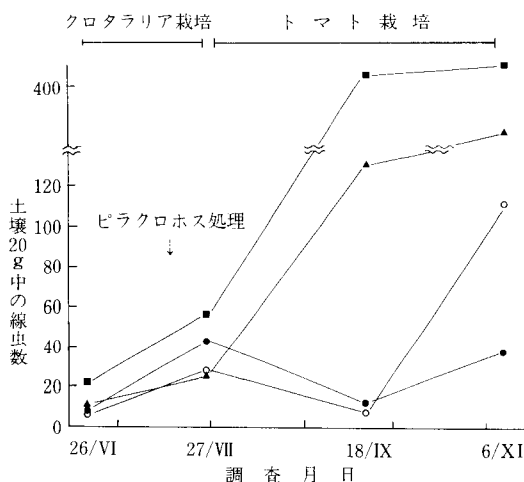
*** 7月30日調査

**** 7月30日調査、根こぶ指数の算出は以下のとおり

$$\text{根こぶ指数} = \frac{\sum(\text{根こぶ形成程度} \times \text{株数})}{4 \times \text{調査株数}}$$

根こぶ形成程度別基準

程度	形成状況
0	根こぶを全く認めない
1	根こぶをわずかに認める
2	根こぶの形成が中程度
3	根こぶの数が多い
4	根こぶが特に多く、かつ大きい



第7図 クロタラリアの短期栽培とピラクロホス粒剤処理によるトマト圃場のネコブセンチュウ密度推移

●—●：クロタラリア+ピラクロホス ▲—▲：クロタラリア
○—○：ピラクロホス ■—■：無処理

日後(18/IX)ではネコブセンチュウ密度が7.5頭/20g土と低かったが、収穫打ち切り時(6/XI)には111.8頭/20g土に増加した。クロタラリア単独区のネコブセンチュウ密度は無処理区に比べて増殖は違いものの9月18日には130.8頭/20g土に達し、11月6日には無処理区とほぼ同等の388.3頭/20g土となり、密度抑制効果は低かった。

トマトの生育、収量および根こぶ指数について調査した結果を第4表に示した。根こぶ指数は併用区、ピラクロホス単独区で低く、明らかに被害防止効果が認められた。クロタラリア単

独区における根こぶ指数は、無処理区と同等で防除効果が劣った。トマトの生育、収量は非汚染圃場での栽培も含め区間で顕著な差がなく、トマトの生育に及ぼすネコブセンチュウの影響は認められなかった。

3 考 察

対抗植物は、その種類及び対象とする線虫種によって防除効果が異なる²¹⁾。本試験で用いたクロタラリア、ギニアグラスはともに土壤中のネコブセンチュウの密度を低減し(第1図、2図)、その防除効果は既往の知見と一致した^{14,23)}。

対抗植物の線虫防除に必要な栽培期間は輪作体系の中に導入する際に重要な因子となる。本試験では、クロタラリア、ギニアグラスはともに約3か月の栽培期間で安定した密度抑制効果が得られている(第1、2図)。対抗植物の栽培期間について、大林¹⁹⁾はキタネグサレセンチュウに対するマリーゴールドで80~100日間必要とし、佐野・中園²³⁾はポット試験でサツマイモネコブセンチュウに対する数種の対抗植物について2~3か月の栽培で低密度となることを報告しており、本試験の結果と概ね一致している。ネコブセンチュウは卵で長期間生存し¹¹⁾、第1世代のふ化と第2世代のふ化が重なる¹⁵⁾ことが普通である。対抗植物の播種から1~2か月の間はすでに存在した卵から幼虫が徐々にふ化してくるため、密度抑制効果は見かけ上発現し難い。1991年のクロタラリア区では播種約2か

第4表 クロタラリア短減栽培とピラクロホス粒剤を組み合わせたトマトの根こぶ指数、生育および収量

処理区*	調査株数	最大葉**		果数*** 個/株	果重*** g/株	根こぶ**** 指数
		葉長(cm)	葉幅(cm)			
クロタラリア+ピラクロホス	10	39.0	33.7	11.0	2219	64.5
クロタラリア	10	40.0	35.8	11.9	2375	98.8
ピラクロホス	10	37.0	30.6	10.1	2073	73.8
無処理	10	39.8	37.5	10.8	1933	98.8
非汚染	10	38.8	32.1	11.4	2425	1.3

* ピラクロホスは40kg/10aを土壌混和、クロタラリアは播種後1か月間栽培

** 9月18日調査

*** 11月6日調査

**** 11月6日調査 第3表参照

月後に(第1図)、1992年は各供試植物区と裸地区において播種約1か月後に(第2図)ネコブセンチュウの密度上昇が認められるのは、こうしたネコブセンチュウの世代の重なりに起因する現象と思われる。

他方、休耕することによってもネコブセンチュウの密度抑制現象が見られる(第1、2図裸地区)。この場合、寄主植物がなくネコブセンチュウの生存には不適な環境と思われ、密度の減少となったものと考えられる。しかし、休耕だけでは線虫の密度増加を積極的に抑制する因子の付加がないため、発生源となるネコブセンチュウの卵または2期幼虫が少しでも残存すれば後作作物で容易に増殖する(第5図裸地区)。ネコブセンチュウは深さ1m付近でも検出されていること⁵⁾、生育不良環境下では長期間生存する耐性卵を多く産生すること¹¹⁾、寄主となるメヒシバ、オオバコ⁸⁾など雑草の発生は容易なことなどから、休耕だけによるネコブセンチュウの被害回避は期待できないと考えられる。

なお、1992年はネコブセンチュウ汚染土壌を添加したキュウリトマトの輪作体系が予備試験を含めて3年めとなったことから、1992年のトマト栽培区におけるネコブセンチュウ密度が91年と比較し急増したものと思われる。

対抗植物を農業の生産現場で利用するには、輪作または間作作物として導入することが考えられる²¹⁾。石川県におけるネコブセンチュウの発生盛期は、その発育零点(10.9°C¹⁾、12.0°C⁴⁾)および1世代に要する有効積算温度(410日度¹⁾、473日度⁴⁾)から、7月下旬から9月中旬と推定できる。ネコブセンチュウの顕著な密度抑制効果(第4図)が認められた対抗植物の全面栽培では、ネコブセンチュウの発生盛期を含む3か月以上の栽培によって、翌年の発生源となる卵密度を低減させるため、後作メロンでの密度抑制(第5図)、被害抑止(第2表)につながったものと推察される。

しかし、土地の高度利用を図るためには、緑肥程度の商品価値に過ぎない対抗植物が長期間圃場を占有することは望ましくない。圃場を有効に活用するには栽培作物と対抗植物の混植も

しくは対抗植物の短期間栽培による被害防止が考えられる。

対抗植物と栽培作物の混植栽培は、ギニアグラス区においてネコブセンチュウの密度抑制効果が認められたものの(第6図)、根こぶ指数は70以上と高く実用的ではなかった(第3表)。作物と対抗植物の混植についての報告は少なく、キタネグサレセンチュウに対するマリーゴールドの成功例があるに過ぎない¹⁹⁾。ネコブセンチュウはネグサレセンチュウに比べて移動性が低く、一旦、寄主植物の根部に侵入すると外部に出ること少なく、一度定着すれば移動することなく成虫となる²⁰⁾。このため、混植では対抗植物が十分に効果を発揮し得ないものと考えられる。

一方、対抗植物を1か月間だけ栽培する短期導入についても、ネコブセンチュウの密度抑制効果は不十分であった(第7図)。しかし、非くん蒸型薬剤ピラクロホス粒剤を併用すると、トマト収穫打ち切り時まで低密度に抑制し、根こぶ指数も他と比較して小さくなった。ピラクロホスは接触により殺センチュウおよび制(静)センチュウ効果を示すが、分解が早く⁹⁾、高密度下での効力不足が懸念されてきた。事実、薬剤の施用だけでは第7図に示すとおり処理98日後(6/XI)で108頭/20gと無処理の1/4まで密度が回復し、効果の不安定性がうかがえる。

しかし、非くん蒸型粒剤はガス性の土壤消毒剤と異なり、処理が簡便で、周辺環境へ及ぼす影響が少なく、剤型としては望ましい。対抗植物の短期栽培は粒剤の効力不足を補完することから、各種の防除手段と矛盾しないように有機的に組み合わせ、害虫の発生を制御する総合防除¹²⁾の一環として位置づけることができる。

Ⅲ キワノフルーツによる防除

1 ネコブセンチュウに対するキワノフルーツの抵抗性

1) 材料および方法

供試したキワノフルーツ(*Cucumis metuliferus*: 以下、キワノと記す)は、東京都内の果物店で購入したものを初代とし、石川県砂丘地農業試験場で栽培し採種したものである。

また、供試したサツマイモネコブセンチュウは、農林水産省農業研究センター線虫害研究室より分譲されたものを室内においてトマト（品種：米寿）で累代飼育したものである。なお、以下の試験における対照区には、すべてメロン（品種：アンデス）を用いた。

A 抵抗性の検定

方法：ネコブセンチュウの汚染土壌を詰めた直径9 cm、高さ7 cmのポリポットにキワノを栽培し、1か月後の根こぶ着生数を計数した。キワノはポット当たり1株植えとし25°C、16時間照明下の恒温器内（サンヨーMLR-350 T）で生育させた。施肥としてハイポネックス1,000倍液を適宜施用した。なお、試験は3反復で実施した。

B 抵抗性発現に及ぼす温度の影響

2期幼虫をキワノの根に接種し、根部組織内における接種幼虫の発育経過を観察した。

オートクレープで殺菌した砂を直径9 cm、高さ7 cmのポリポットに詰め、キワノをポット当たり1粒播種し、接種虫数に対し十分量の根量となるよう本葉3葉展開時に実験に供した。接種するネコブセンチュウは、卵囊を取り出しシラキユース時計皿内でふ化させ、ふ化48時間以内の2期幼虫を用いた。接種虫数はポット当たり約200頭とし、線虫懸濁液を株元に流し込む方法によって接種した。

線虫接種後、供試植物は20、25および30°Cの恒温器に移し、16時間照明下で栽培した。20および25°Cでは接種後10日目と30日目に、30°Cでは10日目と20日目にそれぞれ根全体を取り出して切断しないように水中で丁寧に洗った後、根への侵入虫数とその発育程度を生物顕微鏡下で観察した。供試植物は温度処理当たり、3株とした。根部組織内の観察は、以下のよう

に行った。根をコットンブルー0.05%含有のラクトフェノールで10分間煮沸し、染色する。水洗後、ラクトフェノール液に移して根部組織を脱色し、プレパラートを作製して観察した。ネコブセンチュウの発育ステージは肥大化した2期幼虫から未成熟の雌成虫までのステージが判別に労力を要するため、発育段階を便宜上以下のようにした。すなわち①移動性を持つ2期幼虫、②肥大前期のソーセイジ型幼虫、③未成熟の雌成虫を含む肥大後期の洋なし型のもの、④卵囊を持つ雌成虫の4段階に分類し、調査した。

2) 結果

A 抵抗性の検定

キワノおよびメロンの根部における根こぶ着生数は株当たり4.3個で、メロンの24個と比較し極めて少なかった（第5表）。

第5表 各供試植物の根こぶ着生数*

供試植物	供試株数	根こぶ着生数
キワノ	3	6.3±4.6
メロン	3	24.0±8.9

* 定植20日後調査

B 抵抗性の発現に及ぼす温度の影響

メロンおよびキワノ根部組織内での各温度におけるネコブセンチュウの侵入、発育状況を第6、7、8表に示した。

感受性のメロンの根部への侵入虫率はいずれの温度でも70%台で、ほぼ一定であった。しかし、キワノ根部へのネコブセンチュウの侵入虫率は20°C、30日で24.1%、25°C、30日で34.6%、30°C、20日では58.9%となり、温度の上昇とともに高くなる傾向であった。

20°Cにおける接種10日後のメロン根部内では78.5%の個体が肥大化していたが、キワノで

第6表 20°Cにおける根部組織内侵入虫の発育状況

供試植物	接種後 日数	供試 株数	ステージ別侵入割合(%)				接種線 虫数/株	侵入線 虫数/株	侵入虫 率(%)
			2期幼虫	肥大前期	肥大後期	雌成虫			
キワノ	10	3	90.5	9.5	0.0	0.0	202.7	19.0	7.3
	30	3	17.2	73.2	9.6	0.0	193.7	46.7	24.1
メロン	10	3	21.5	78.5	0.0	0.0	202.0	155.0	76.7
	30	3	7.7	29.1	57.3	5.8	195.7	137.3	70.2

第7表 25°Cにおける根部組織内侵入虫の發育状況

供試植物	接種後 日数	供試 株数	ステージ別侵入割合(%)				接種線 虫数/株	侵入線 虫数/株	侵入虫 率(%)
			2期幼虫	肥大前期	肥大後期	雌成虫			
キワノ	10	3	47.2	52.8	0.0	0.0	193.3	57.0	29.5
	30	3	9.3	37.2	53.6	0.0	201.7	69.7	34.6
メロン	10	3	13.1	77.1	9.8	0.0	189.5	133.0	70.2
	30	3	3.2	7.1	19.6	70.1	197.5	138.5	70.1

第8表 30°Cにおける根部組織内侵入虫の發育状況

供試植物	接種後 日数	供試 株数	ステージ別侵入割合(%)				接種線 虫数/株	侵入線 虫数/株	侵入虫 率(%)
			2期幼虫	肥大前期	肥大後期	雌成虫			
キワノ	10	3	33.6	66.4	0.0	0.0	190.3	129.7	68.2
	20	3	9.6	55.3	27.0	8.1	208.3	122.7	58.9
メロン	10	3	7.0	44.3	48.6	0.0	190.0	142.0	74.7
	20	3	0.0	4.0	26.7	69.3	189.0	141.7	75.0

のネコブセンチュウの發育は、90.5%の個体が移動性の2期幼虫であった。また、接種30日目のメロンでは、半数以上が肥大後期の幼虫となり、わずかながら卵囊を持った雌成虫も認められた。一方キワノでは發育が遅く、73.2%の個体が肥大前期幼虫で、雌成虫は全く認められなかった。

25°Cでのネコブセンチュウの發育は、メロンではほぼ90%が定着し、肥大化していたのに対し、キワノでは接種10日目で2期幼虫と肥大前期幼虫がほぼ同数であった。接種30日後にはメロンで70%の個体が卵囊形成雌成虫であったが、キワノでは雌成虫は認められなかった。

30°Cでは接種20日後に、メロンで約70%が雌成虫となっていたが、キワノではわずかに雌成虫が認められたに過ぎなかった。

2 キワノフルーツ利用によるネコブセンチュウ防除

1) 材料および方法

1991年に、II-2-1)-Aと同様のネコブセンチュウ汚染圃場において以下の試験区を設け、キワノの利用方法を検討した。

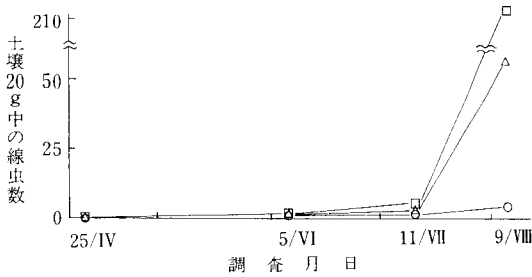
キワノを台木としてメロン(品種:アンデス)を栽培する区(キワノ台木区)、キワノをメロンの株間に混植する区(キワノ混植区)および自

根メロンのみを栽培する区(自根区)の3区を1区16m²(8×8m)の2連制で配置し、ネコブセンチュウの密度推移を定植11日前(11/IV)、定植41日後(5/VI)、77日後(11/VII)および106日後(9/VIII)に、II-1-1)と同様の方法で調査した。また、定植37日後(1/VI)にメロンの生育を、収穫時(25/VII)には、II-2-1)-Bと同様の方法で根こぶ着生程度を調査した。メロンおよびキワノは4月25日に定植(栽植密度は12株/区)し、7月25日まで栽培した。施肥は、各区ともN、P₂O₅、K₂Oいずれも0.2g/m²とした。

2) 結果

メロン栽培期間中の土壌中におけるネコブセンチュウの密度推移を第8図に示した。キワノ台木はネコブセンチュウの増加を抑制し、収穫時まで密度は低く推移した。キワノの混植による密度抑制効果は認められず、定植106日後(9/VIII)には無処理を上回る200.5頭/20gのネコブセンチュウが検出された。

第9表はネコブセンチュウによるメロンの被害を示したものである。キワノ台木区は枯死株率は0%で、根こぶ着生株率、根こぶ指数ともに低く、ネコブセンチュウの被害を明らかに抑制していた。キワノ混植区のメロンの枯死株率は13.3%と低いものの根こぶ着生株率と根こ



第8図 キワノ利用を利用したメロン栽培圃場におけるネコブセンチュウの密度推移

○—○：キワノ台木 □—□：キワノ混植 △—△：白根

第9表 メロンのネコブセンチュウによる被害*

処理区	調査株数	枯死株率	根こぶ着生率	根こぶ指数**
キワノ台木	3	0%	60.0%	20.0
キワノ混植	3	13.3	100.0	60.4
白根	3	60.0	100.0	80.0

* 7月25日調査

** 第4表参照

第10表 メロンの生育および収量

処理区	調査株数	つる*長(cm)	つる*径(cm)	葉面積*(cm ²)	収量**(kg/a)
キワノ台木	3	171.1	11.0	308	216
キワノ混植	3	154.3	8.6	259	132
白根	3	158.8	8.8	271	167

* 6月1日調査

** 7月25日調査

ぶ指数は白根区のメロンのそれらとほぼ同等で防除効果はなかった。メロンの生育および収量もキワノ台木は他の処理に比べ優れていた(第10表)。

3 考 察

キワノのネコブセンチュウに対する抵抗性についてはすでに知られているが⁷⁾、本試験においてもキワノでの根こぶ着生数はメロンと比較して著しく少なく、抵抗性が確認された(第5表)。しかし、侵入が完了したと思われる20から30日後のキワノ根部へのサツマイモネコブセンチュウの侵入虫率は20°C、30日で24.1%、25°C、30日で34.6%、30°C、30日で63.7%と(第6、7、8表)、温度によって明らかに異なることがわかった。ネコブセンチュウに対する植物の抵抗性は、線虫の侵入を阻止する免疫性、線虫の侵入を許すが根部組織内において発育や増殖を阻止または遅延させる抵抗性および発育や増殖は許すが被害が認められない耐虫性に大別される¹⁶⁾。しかし、これらの発現は環境条件の影響を著しく受け、変化するものも知られている。特に地温は重要な因子と考えられ²⁷⁾、高温によ

り抵抗性品種に対するネコブセンチュウの寄生が高まることはトマト、サツマイモ、タバコなどで既に報告されている²⁰⁾。本試験においても、温度の上昇によってキワノに対するネコブセンチュウの侵入虫率は高くなり(第6、7、8表)、キワノのネコブセンチュウに対する侵入阻害効果は高温によって低下している。

一方、福留・上釜³⁾はジャワネコブセンチュウ(*Meloidogyne javanica*)に対して抵抗性のタバコについて高温条件でネコブセンチュウの侵入虫率が高くなるとともに、侵入した線虫の発育も速くなり、抵抗性が失われることを報告している。しかし、本試験では30°Cの高温条件での侵入虫の発育は、キワノでは半数以上が肥大前期までのものであったのに対し、メロンでは約70%以上が雌成虫でその差は顕著であった(第8表)。キワノではネコブセンチュウに対する発育抑制効果が高温時でもかなりのレベルで維持されていたと考えられる。キワノはネコブセンチュウの寄生、増殖をある程度許し、寄主植物にはなり得るが、被害を抑制するため結果として耐虫性型の抵抗性を示すものと推察される。

他方、キワノ台木区での土壤中のネコブセンチュウ密度が他の区より低く推移することから、キワノを対抗植物として利用する場面（混植）も想定されたが、実際には収量が対照の自根メロンと比べてやや劣り（第10表）、実用性は認められなかった。室内試験においてもキワノで卵嚢を有したネコブセンチュウ雌成虫の寄生を確認しており、キワノでの世代経過が可能であると推察される。すなわち、ネコブセンチュウの世代経過が不可能なクロタラリア、ギニアグラスなどの対抗植物と比較し、その発育抑制効果は明らかに劣り、キワノの対抗植物的な利用方法は実用性がないものと思われる。

IV 摘 要

ネコブセンチュウの耕種的防除法のひとつとしてクロタラリア、ギニアグラスを対抗植物として導入する防除効果について検討した。また、ネコブセンチュウ抵抗性植物であるキワノフルーツの抵抗性発現におよぼす温度の影響とその利用法について検討した。

対抗植物の密度抑制効果

1 ネコブセンチュウに対する対抗植物の密度抑制効果は、クロタラリア、ギニアグラスともに顕著であった。

2 圃場における線虫密度の安定的な抑制にはクロタラリア、ギニアグラスともに3か月以上の栽培が必要であった。

対抗植物の利用法

3 前作に対抗植物を導入したメロンは果数、果重ともに前作に感受性植物のホウセンカを導入あるいは休閑した場合と比較して優れており、対抗植物によるネコブセンチュウの被害軽減効果が認められた。

4 メロンを対抗植物と混植栽培しても根こぶ指数、収量は無処理と同等で、ネコブセンチュウの実用的な防除効果は得られなかった。

5 前作にクロタラリアを1か月栽培し、ピラクロホス（ボルテージ）粒剤を定植前に土壤混和したトマト栽培では収穫打ち切り時までネ

コブセンチュウの密度が低く推移した。

キワノフルーツの抵抗性発現機構

6 キワノフルーツはサツマイモネコブセンチュウの寄生、増殖をわずかに許すものの根こぶ着生数はメロンと比較して極めて少なく、耐虫性型の抵抗性が確認された。

7 キワノフルーツ根部組織内へのサツマイモネコブセンチュウの侵入は、20°Cで24.2%と低かったが、30°Cでは58.9%と高く、高温条件では侵入阻害効果が低下した。

8 キワノフルーツへ侵入したサツマイモネコブセンチュウの発育は、20°C、25°C、30°Cのいずれの温度でもメロンと比較し遅れた。

9 キワノフルーツを台木としたメロンでは、ネコブセンチュウの増殖が低く抑えられ、収量も自根メロンと比較し優れていた。

引用文献

- 1) 安達 宏・奈良部孝・百田洋二 (1992) 毛状根によるサツマイモネコブセンチュウの培養応動 36 (4): 225~230.
- 2) 近岡一郎・大林延夫・推名清治 (1971) 三浦ダイコンを加害するキタネグサレセンチュウの総合防除に関する研究 神奈川県農共研報 2: 50 pp.
- 3) 福留信明・上釜耕二 (1982) ジャワネコブセンチュウに対するタバコの抵抗性II. 抵抗性の発現に及ぼす土壌温度の影響 日線研誌 11: 13~18.
- 4) 後藤 昭・佐野善一・皆川 望 (1973) 有効積算温度によるサツマイモネコブセンチュウの侵入時期別発生予察 九州病虫研報 19: 124~127.
- 5) 萩谷俊一・小川 勝 (1980) ネコブセンチュウの生息密度とゴボウ被害の品種間差異関東東山病虫研報 37: 243~244.
- 6) 萩谷俊一・篠原茂幸・白崎隆夫 (1982) ニンジン栽培畑におけるキタネグサレセンチュウの発消長とマリーゴールドの導入効果 千葉県農試研報 23: 21~29.
- 7) 五十嵐勇・菅野紹雄・川出武生 (1987) *Cucumis* 属近縁野生種数種の病虫害抵抗性と台木利用 野菜・茶試研報告 A, 1: 173~185.
- 8) 一戸 稔 (1964) ネコブセンチュウの生態と

- 防除 農乃園 40(6) : 973~976.
- 9) ——— (1992) 非くん蒸剤とセンチュウ圃場の管理 今月の農業 36(11) : 108~111.
- 10) 稲垣春郎 (1976) 線虫の総合防除 植物防疫 30(3) : 119~122.
- 11) 石橋信義・近藤栄造 (1974) 線虫類の発育ステージと不良環境耐性 日線研誌 4 : 1~10.
- 12) 桐谷圭治・中筋房夫 (1971) 害虫の総合防除 農業技術 26 : 105~110.
- 13) 小林義明・菅沼正光・金指平二・石塚 健 (1975) マリーゴールドによる秋ギクのネグサレセンチュウ防除 関東東山病虫研報 22 : 133~135.
- 14) 古賀成司 (1980) ネコブセンチュウの耕種的防除法に関する研究 熊本県農研報 7 : 51~90.
- 15) 皆川 望 (1978) サツマイモネコブセンチュウのは場における発生経過と密度推定法 植物防疫 32(6) : 247~252.
- 16) 百田洋二 (1986) わが国の線虫抵抗性品種と線虫防除 植物防疫 40(8) : 383~388.
- 17) 西沢 努 (1980) 対抗植物・天敵利用による土壌線虫防除 農業および園芸 55(1) : 125~130.
- 18) ——— (1987) 線虫研習会テキスト生態及び防除法 日本植物防疫協会 : 91 pp
- 19) 大林延夫 (1989) ダイコンを加害するキタネグサレセンチュウの防除技術に関する研究 神奈川県園研報 39 : 1~90.
- 20) 岡本好一・三井 康 (1977) サツマイモネコブセンチュウの寄生性に対する温度の影響 日線研誌 7 : 10~14.
- 21) 大島康臣 (1987) バイオ農薬・生育調節剤開発利用マニュアル エル・アイ・シー対抗植物の利用 414~421.
- 22) ——— (1988) 農作物の線虫害と防除 農業技術 43(8) : 347~352.
- 23) 佐野善一・中園和年 (1982) 各種植物の *Meloidogyne incognita* 密度抑制効果—栽培期間の影響 応動昆講要 (第26回) : 159.
- 24) 千本木市夫・那須恵二郎・高橋哲夫 (1982) 飼料トウモロコシ—ダイコン体系におけるキタネグサレセンチュウの耕種的防除 関東東山病虫研報 29 : 174~175.
- 25) 柴本 精・萩原博司・藤沢恒夫 (1980) マリーゴールドによるレタスのキタネグサレセンチュウ防除効果 関東東山病虫研報 27 : 172~173.
- 26) THOMASONN, I. J. & LEAR, B. (1961) RATE OF REPRODUCTION OF MELOIDOGYNE SPP. AS INFLUENCED BY SOIL TEMPERATURE Phytopathology 51 : 520~524.
- 27) TYLER, J. (1938) PROCEEDINGS OF THE ROOT-KNOT-NEMATODE Pl. Dis. Reprtr. suppl. 109 : 133~151.
- 28) 弥富善三 (1972) 殺線虫剤の残留について 日線研誌 2 : 1~5.
- 29) 横尾多美男 (1954) 土壌線虫 東京明文堂 541 pp
- 30) 結田康一・渋谷政夫・福川利玄・鈴木喜代志 (1980) ハウス栽培野菜の臭化メチル農薬に起因する臭素残留の実態—宮崎県下の農家ハウスの事例 土肥誌 51(1) : 43~43.