

# 琉球大学学術リポジトリ

沖縄に分布する3種土壌におけるサツマイモネコブセンチュウおよび土壌微生物相に及ぼす米ぬか混和の影響

メタデータ	言語: 出版者: 沖縄農業研究会 公開日: 2009-01-29 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 田場, 聡, 諸見里, 善一, Taba, Satoshi, Moromizato, Zen-ichi メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002015674">http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002015674</a>

# 沖縄に分布する3種土壌におけるサツマイモネコブセンチュウ および土壌微生物相に及ぼす米ぬか混和の影響

田場 聡・諸見里 善一  
(琉球大学農学部)

Satoshi TABA and Zen-ichi MOROMIZATO: Effects of rice bran mixture on the microflora and the southern-root knot nematode in three typical soils of Okinawa.

## はじめに

有機物を土壌混和すると、植物寄生性線虫類による植物被害が軽減されることが知られている (Johnson, 1959; Mankaw, 1968; 中園, 1990; Van der laan, 1956; Vawdrey and Stirling, 1997). このうちキタネグサレセンチュウ (*Pratylenchus penetrans* (Cobb) Filipjev & Schuurmans Stekhoven) およびサツマイモネコブセンチュウ (*Meloidogyne incognita* Kofoid & White) に対して高い密度抑制効果を有する有機物として米ぬかの効果が知られている (松山, 1999; 中園, 1990; 田場ら, 2003). 有機物の線虫密度抑制機作として、その分解過程で生じる有機酸 (酪酸) (Sayre et al., 1965), フェノール類や低級脂肪酸類 (酢酸, プロピオン酸および酪酸) (Taysirら, 1979) およびアンモニア (Okaら, 1993; 田場・諸見里, 2003) の関与が指摘されている。これまで、島尻マージを供試土壌として、米ぬか混和のサツマイモネコブセンチュウに対する防除効果を評価した結果では高い防除効果が得られている (田場・諸見里, 2003) が、他の土壌における評価は行われていない。一方、田場ら (2003) は、ネコブセンチュウの密度低下に及ぼす細菌や細菌食性線虫の関与以外に、米ぬかに含まれる成分がネコブセンチュウに対する致死作用を

示唆しているが、実際の影響については検討していない。そこで本研究では、沖縄に分布する他の代表的な土壌である国頭マージおよびジャーガルにおいても島尻マージと同様な防除効果が得られるか試験するとともに、米ぬかのサツマイモネコブセンチュウの分離に及ぼす影響について検討し、滲出成分あるいは分解過程で生じる物質の関与について考察した。

## 材料および方法

### 1. 供試土壌

国頭マージ (市販土壌, 母岩: 国頭礫層, pH5.3), ジャーガル (中城村原野より採取, 母岩: 泥炭岩, pH8.9) および対照として島尻マージ (市販土壌, 母岩: 琉球石灰岩, pH7.1) 未滅菌土壌を使用した。

### 2. サツマイモネコブセンチュウ

沖縄県与那城町西原産 (ナス「長者」由来) サツマイモネコブセンチュウ (*Meloidogyne incognita* Kofoid & White) をガラス室内で育苗したトマト「ちびっ子」で増殖させた後、柄付き針で卵のうを回収してシャーレ内に置き、25°Cに設定したインキュベーター内で自然孵化させた2期幼虫を供試した。

### 3. 防除効果試験

実験は、対照（無処理）、薬剤処理（ホスチアゼート粒剤）および米ぬか混和処理の3処理で行った。対照の場合、各土壌を1/10,000aワグネルポットに充填し、これに堆肥（商品名：みのり、主成分牛糞堆肥）を3t/10aになるように調整して混和した。薬剤処理区は対照と同様に堆肥を混和し、米ぬか処理区では堆肥の代わりに米ぬかを3t/10aになるように調整して混和した。有機物混和後1ヶ月間（2005年3月14日から4月15日まで）置き、土壌に等間隔になるように深さ約5cmの穴を3ヵ所空け、ここにサツマイモネコブセンチュウ2期幼虫をポット当たり1,000頭/10ml接種した。ただし、薬剤処理のみネコブセンチュウ接種後に粒剤を混和（20kg/10a）した。全ポットにネコブセンチュウを接種した後、播種後2週間のトマト「ちびっ子」苗（約5cm）を定植した。ポット試験は5反復で行った。栽培は、琉球大学農場内ガラス室において2005年4月15日から5月30日の45日間行った。

### 4. 植物の生育調査

栽培終了後にトマトを掘り起こし、草丈および根長（cm）をメジャーで測定した。

### 5. 根こぶ指数評価

根こぶの着生状況から根こぶ指数（0：こぶが全く認められない，1：わずかに散見される，2：こぶは中程度でほとんど連なっていない，3：こぶが多く連なっている，4：こぶがほとんど連なって細根がない）を評価し、根こぶ指数を算出した。根こぶ指数 =  $\{ \sum (\text{階級値} \times \text{その植物個体数}) / \text{調査個体総数} \times 4 \} \times 100$  の式より求めた。

### 6. 土壌線虫調査

栽培終了後に各処理区ごとにポットから土壌を100gずつ採取して良く混和し、これから20gの土壌を取って、ベルマン漏斗法により48時間分離し、得られた線虫類をサツマイモネコブセンチュウおよび細菌食性線虫に区別して計数した。

### 7. 土壌微生物相調査

土壌希釈平板法により各種土壌の細菌、放線菌および糸状菌を分離し、放線菌は菌数のみを計数し、細菌は菌数の計数および3%水酸化カリウム（KOH）溶液による識別法（土屋，1993）による判定、糸状菌は菌数の計数および光学顕微鏡により属レベルの同定を行った。

### 8. サツマイモネコブセンチュウの検出に及ぼす米ぬか混和の影響

方法1. の3種の土壌を用いて実験を行った。本実験では全土壌をオートクレーブで加圧滅菌（120℃/20分）したものを使用した。1/10,000aワグネルポットに、各土壌を入れ、サツマイモネコブセンチュウ2期幼虫をメスピペットでポット当たり10,000頭/10ml添加し、同時に米ぬか（3t/10a換算）を加え、良く混和したものを米ぬか混和処理、米ぬかを加えず、そのまま良く混和したものを対照とした。混和後、50mlの滅菌水を各ポットに加え、25℃条件下に置いた。各処理区は5反復で行った。ネコブセンチュウは、混和後、1、3、5および7日後に各ポットから約50gの土壌を取り、同じ処理の土壌を混ぜて良く混和したものから20gの土壌を採取し、ベルマン漏斗法で分離した（2反復）。得られた各処理のネコブセンチュウ数を光学顕微鏡下で計数した。

結果

1. 米ぬか混和処理の植物生長に及ぼす影響

米ぬか混和処理において、国頭マージおよびジャーガルではいずれの土壌の場合も他の処理に比べ草丈が有意に高くなったが、島尻マージのみ薬剤と米ぬか処理間で有意な差は認められなかった。根長は米ぬか混和処理した場合、対照に比べて島尻マージ以外の土壌において有意に長くなったが、薬剤処理との差は認められなかった (Table 1)。

2. 根こぶ線虫および土壌線虫密度に及ぼす影響

対照に比べて、米ぬか処理した全ての土壌では根こぶの程度が明らかに減少した。一方、米ぬか処理したジャーガルでは薬剤処理に比べて根こぶ形成の軽減が認められたが、他の土壌では薬剤処理とほぼ同等であった。またジャーガルの対照区は他の土壌の対照区に比べて根こぶ形成が減少した (Table 1)。

土壌中のネコブセンチュウ数は無処理で最も多く、米ぬかおよび薬剤処理間では有意な差は認められなかった。細菌食性線虫数は3種土壌のうち、米ぬか処理で最も多く、薬剤および対照に対して有意に増加した。最も本線虫の増殖が認められた土壌は島尻マージで、次いで国頭マージ、ジャーガルの順であった (Table 1)。

3. 土壌微生物相に及ぼす影響

国頭マージの米ぬか処理では、対照に比べて細菌、放線菌および糸状菌数が増加し、薬剤処理と比較すると、放線菌と糸状菌数が増加した。島尻マージの米ぬか処理では他の全ての処理に対して、菌数が有意に増加した。これに対し、ジャーガルの米ぬか処理では糸状菌数のみ対照に対して増加したが、薬剤処理に対しては全ての菌数が増加した (Table 2)。

分離された細菌のグラム判定を行った結果、国頭マージでは対照に対して米ぬかおよび薬剤処理のグラム陽性細菌の分離率が高くなった。島尻マージでは米ぬか処理のみグラム陽性細菌

Table 1. Effects of rice bran on the growth of tomato and the root-knot development caused by *Meloidogyne incognita*.

Type of soil	Plant height (cm)	Root length (cm)	Root-knot index	Number of nematodes / 30 g soil	
				I <sup>a)</sup>	II
Kunigami mahji					
A <sup>b)</sup>	35.5±1.5 a <sup>c)</sup>	16.9±3.3 a	10	0.0±0.0 a	596.0±107.5 a
B	26.8±3.2 b	14.2±3.0 b	10	0.5±0.6 a	146.0±5.7 b
C	4.5±0.8 c	2.4±0.3 b	75	176.0±33.9 b	210.5±14.8 c
Shimajiri mahji					
A	27.3±1.9 a	12.8±0.9 a	5	0.0±0.0 a	3100.0±480.8 a
B	23.9±2.9 a	13.4±3.5 ab	10	0.5±0.7 a	83.5±6.4 b
C	5.7±2.5 b	7.6±4.2 a	75	62.5±6.4 b	630.0±14.1 c
Jahgaru					
A	36.9±2.2 a	16.9±1.5 a	5	0.0±0.0 a	121.5±9.2 a
B	21.5±1.7 b	13.6±2.4 ab	30	7.5±4.5 a	9.5±2.1 b
C	12.2±1.8 c	9.9±3.4 c	50	28.5±2.1 b	6.5±0.7 b

a) I : J2s of *M. incognita*, II : bacteriotrophic nematodes.

b) A: rice bran admixture (3 t / 10 a), B: fosthiazate granule (20 kg / 10 a), C: control.

c) Mean±S.D. Different letters in the same vertical column indicate significant differences (Tukey's HSD multiple comparison test,  $p < 0.05$ ).

Table 2. Number of microorganisms in the soil with different treatment.

Type of soil	Bacteria	Actinomycetes	Fungi
Kunigami mahji			
A <sup>a)</sup>	$4.4 \times 10^8$ <sup>b)</sup>	$1.8 \times 10^8$	$5.3 \times 10^7$
B	$14.0 \times 10^8$	$1.9 \times 10^7$	$6.6 \times 10^5$
C	$3.1 \times 10^7$	$6.5 \times 10^6$	$3.9 \times 10^5$
Shimajiri mahji			
A	$7.3 \times 10^8$	$2.9 \times 10^9$	$4.7 \times 10^7$
B	$6.0 \times 10^7$	$1.6 \times 10^7$	$1.0 \times 10^5$
C	$1.7 \times 10^7$	$9.8 \times 10^6$	$6.3 \times 10^4$
Jahgaru			
A	$4.4 \times 10^8$	$1.8 \times 10^8$	$5.3 \times 10^7$
B	$8.6 \times 10^7$	$7.9 \times 10^7$	$1.7 \times 10^6$
C	$4.6 \times 10^8$	$8.0 \times 10^8$	$8.6 \times 10^6$

a) Treatment is the same as in Table 1.

b) Colony forming unit (cfu/1 g soil).

の分離率が有意に高くなった。ジャーガルでは米ぬかおよび薬剤処理のグラム陽性細菌の分離率が対照に対して有意に高くなったが、特に米ぬか処理した場合、分離率が高くなった。またグラム不定菌は国頭マージではほとんど検出されず、その他の土壌では2~8%検出された (Table 3)。

糸状菌相を調査した結果、国頭マージでは

*Chaetomium*, *Humicola*, *Paecilomyces*, *Penicillium* および *Trichoderma* 属菌が全処理で共通に分離され、このうち最も多く分離されたのは *Penicillium* 属菌であった。また米ぬか処理では分離率は高くないが接合菌である *Cunninghamella*, *Gongronella* 属菌が分離された。島尻マージでは *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Dratomyces*, *Fusarium* および *Penicillium* 属菌が

Table 3. Rate of gram-negative and gram-positive bacteria isolated from the soil with different treatment.

Type of soil	Gram positive	Gram negative	± <sup>a)</sup>
Kunigami mahji			
A <sup>b)</sup>	64 <sup>c)</sup>	36	0
B	66	34	0
C	20	78	2
Shimajiri mahji			
A	58	40	2
B	12	86	2
C	16	78	6
Jahgaru			
A	84	14	2
B	66	26	8
C	48	50	2

a) Gram aerobic bacteria.

b) Treatment is the same as in Table 1.

c) Frequency (%) = (number of isolates / 50 isolates) × 100.

共通に分離され、最も分離率が高かったのは *Dratomyces* 属菌であった。また米ぬか処理では、接合菌である *Circinella*, *Cunninghamella*, *Gongronella* および *Rhizopus* 属菌が分離された。ジャーガルでは *Cladosporium*, *Fusarium* および *Penicillium* 属菌が共通に分離され、最も多く分離されたのはべん毛菌類であった。なお米ぬか処理では、接合菌の *Cunninghamella* や *Fusarium* 属菌が多く分離された (Table 4)。

#### 4. サツマイモネコブセンチュウの検出に及ぼす米ぬか混和の影響

米ぬか混和1日後では、3種土壌の対照において142.5~255頭分離されたのに対し、米ぬか混和処理では、0.5~9.5頭と顕著に線虫数が減

少した。3日後では、対照の分離線虫数も37~52頭と減少したが、米ぬか処理ではわずかに分離されたのみであった (Table 5)。対照 (米ぬかを含まない) から分離されたネコブセンチュウでは運動性が認められたが、米ぬか混和土壌から分離されたネコブセンチュウを滅菌水に戻し、懸濁したところ、不動化したままであった。

#### 考 察

実験結果から、いずれの土壌に米ぬかを混和した場合も、根こぶ形成が抑制され、土壌中の根こぶ線虫数も減少するとともにトマトの生長が促進されることが明らかとなった。これは土壌中のネコブセンチュウ密度が低下したことに

Table 4. Fungal flora in three types of experimental soils.

Genus	Shimajiri mahji			Kunigami mahji			Jhagaru		
	A <sup>a)</sup>	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Aspergillus</i>	8 <sup>b)</sup>	6	2	-	2	4	-	-	8
<i>Chaetomium</i>	-	-	-	6	4	4	-	-	-
<i>Circinella</i>	6	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladosporium</i>	2	10	18	-	6	-	2	8	8
<i>Cunninghamella</i>	4	-	-	6	-	-	36	-	2
<i>Dactylaria</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Daratomyces</i>	34	16	34	-	-	-	-	-	-
<i>Fusarium</i>	14	30	2	-	2	-	28	6	12
<i>Gliocladium</i>	-	-	-	2	4	-	-	-	-
<i>Gongronella</i>	6	-	-	14	-	-	-	-	-
<i>Humicola</i>	2	2	-	6	2	4	16	-	6
<i>Mastigomycetes</i>	-	-	-	-	-	-	-	84	2
<i>Monilia</i>	-	16	-	-	-	2	-	-	-
<i>Mucor</i>	-	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Paecilomyces</i>	-	2	2	2	2	2	-	-	2
<i>Penicillium</i>	16	18	24	48	42	56	10	2	24
<i>Phialophora</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	14
<i>Rhizopus</i>	8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phoma</i>	-	-	10	-	-	-	-	-	-
<i>Trichoderma</i>	-	2	2	14	14	20	-	-	10
<i>Verticillium</i>	-	-	-	-	-	-	4	-	6
Unknown	-	4	4	2	20	8	-	-	6

a) Treatment is the same as in Table 1.

b) Frequency (%) = (number of isolates / 50 isolate) × 100. -: 0.0%.

Table 5. Effect of rice bran on the extraction of J2s of *Me-  
loidogyne incognitain* the soil with different treat-  
ment.

Type of soil	Days after nematode inoculation			
	1	3	5	7
Kunigami mahji				
A <sup>a)</sup>	8.0 <sup>b)</sup>	1.5	0.0	0.0
B	142.5	41.5	23.0	21.5
Shimajiri mahji				
A	0.5	1.5	0.5	0.0
B	145.0	37.0	27.0	22.5
Jahgaru				
A	9.5	0.0	0.0	0.5
B	255.0	52.0	45.5	45.0

a) A: rice bran admixture soil (3 t / 10 a), B: control (sterilized soil only).

b) Extracted number of J2s of *M. incognita*.

起因すると考えられるが、米ぬか自体の肥培効果も関与していると推察される。国頭マージおよび島尻マージでは米ぬか処理と薬剤処理間の根こぶ抑制効果に大きな差は認められなかったが、ジャーガルでは薬剤処理に比べて、明らかに根こぶ形成が減少していることから、特に本土壌で防除効果が高いと考えられる。しかし3種の供試土壌から分離されたネコブセンチュウ数を比較した場合、ジャーガルで最も少ないこと、また対照自体の根こぶ被害が他の土壌に比べて少ないことから、ジャーガルの特性である重粘土性がネコブセンチュウの移動を物理的に阻害した可能性も考えられる。

土壌微生物調査を行った結果、国頭マージおよび島尻マージでは、米ぬか処理した場合、他の処理に比べて、放線菌と糸状菌数が多くなる傾向が認められた。これに対し、ジャーガルの米ぬか処理では、糸状菌数が多くなった。本土壌は細菌の数が他の土壌と大差ないが、これを餌として増殖する細菌食性線虫が他の米ぬか処理した土壌に比べて少ない。これは、田場ら

(2003) が報告した、細菌とこれらを捕食する細菌食性線虫の代謝産物であるアンモニアの影響以外の作用、例えば米ぬかから直接的に滲出する物質、または分解過程で生じる有機酸類の関与を示唆していると考えられた。細菌のグラム判定結果では、米ぬか混和処理した場合、いずれの土壌においてもグラム陽性菌の増殖が認められた。Walkerら (1965) は、*Bacillus* sp., が、キタネグサレセンチュウに対して致死作用を有すると報告し、Okaら (1993) は *B. cereus* の産生するアンモニアがジャワネコブセンチュウに対し殺線虫作用を有することを報告している。また、田場および諸見里 (2003) は、土壌に米ぬかを混和するとグラム陽性菌である *Bacillus* 属細菌が顕著に増殖することを報告していることから、本属細菌がサツマイモネコブセンチュウに対して直接的に影響を及ぼしている可能性も考えられる。この他、米ぬか処理した土壌では、接合菌類が分離される特徴が認められた。これらの菌類は糖類糸状菌として知られており (西尾, 1996)、生の有機物である米

ぬかから直接的に滲出した単糖類を利用し、短期的に増殖したと考えられる。本菌群のサツマイモネコブセンチュウへの影響については、本研究の実験結果から考察することは難しい。ただし、糸状菌の植物寄生性線虫への影響に関して、Kimuraら（1996）は*Aspergillus melleus*の培養濾液が、キタネグサレセンチュウに対して殺虫作用を有し、さらにGotliebら（2003）は*Penicillium chrysogenum*がジャワネコブセンチュウ（*Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood）に対して防除効果を有すると報告していることから、種によってはサツマイモネコブセンチュウの生存や運動に影響を及ぼすことも十分に考えられる。今後、糸状菌のサツマイモネコブセンチュウに及ぼす影響について詳細な検討を行う必要がある。

有機改良資材から生ずるアンモニアが植物寄生性線虫類に対して殺線虫作用を示し(Okaら, 1993; Rodríguez-Kábana, 1986; Rodríguez-Kábana, 1987; Spiegelら, 1987), 細菌や細菌食性線虫によるアンモニア生成の関与(田場・諸見里, 2003)など有機物と土壌微生物が産生するアンモニアの有害線虫に及ぼす影響が報告されているが、アンモニアは酸性条件下ではイオン化するため、毒性が低下する。このような条件下では土壌に投入する有機物量を増加させる必要があるという報告がある(Duplessis and Kroontje, 1964)。本来、強酸性土壌である国頭マーヅにおいても防除効果を発揮できた理由としてアンモニア以外の要因が存在していると推察される。滅菌した土壌にサツマイモネコブセンチュウと米ぬかを同時処理し、十分に灌水して、1日後に根こぶ線虫を分離した結果では、米ぬかを混和した土壌では顕著に線虫数が減少し、分離された線虫は不動化したままであったことから、米ぬかから直接滲出する、あ

るいは分解過程に生じる何らかの物質が即効性を示し、ネコブセンチュウの運動や生存に強く影響を及ぼしているものと考えられた。今後は米ぬかに含まれる、または分解過程で生じる殺線虫成分の解析を行う予定である。

## 摘要

沖縄に分布する代表的な3種土壌（国頭マーヅ、島尻マーヅおよびジャーガル）における米ぬか混和のサツマイモネコブセンチュウに対する防除効果の評価を行った。その結果、全ての土壌において高い防除効果が認められた。また、各土壌の米ぬか混和处理では根こぶ線虫数が顕著に減少するとともに、対照に比べて細菌食性線虫が増加する傾向を示した。さらに米ぬか混和处理土壌の微生物相を調査した結果では、対照に対して、国頭マーヅおよび島尻マーヅでは放線菌および糸状菌数が増加する傾向を示したが、ジャーガルでは糸状菌数のみの増加が認められた。細菌のグラム判定試験では、いずれの米ぬか処理土壌においてグラム陽性細菌が増加した。またネコブセンチュウの分離に及ぼす米ぬかの影響を検討した結果では、迅速かつ顕著な分離阻害効果が認められた。以上のことから、米ぬか処理は供試した全ての土壌においてネコブセンチュウに対し高い防除効果を示すことが明らかとなった。

## Summary

The controlling effect of rice bran mixture on *M. incognita* in three typical soil types of Okinawa was evaluated. A high control effect was observed in all soils examined; the number of *M. incognita* decreased while that

of bacteriotrophic nematodes increased strongly in soils with the organic matter added. The application of rice bran increased fungal growth in Jahgaru soil, and that of fungi as well as of actinomycetes in Kunigami mahji and Shimajiri mahji. Gram-positive bacteria were promoted in all soils by the admixture of rice bran. Moreover, as a result of examination of the influence of rice bran mixture on extraction of *M. incognita*, an inhibitory effect that prompt and remarkable was admitted. We conclude that a significant inhibition of *M. incognita* could be achieved in all soil types by the application of rice bran.

#### 引用文献

- Duplessis, M. C. F. and Kroontje, W. 1964. The relationship between pH and ammonia equilibria in soil. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 28:751-754.
- Gotlieb, D., Oka, Y. Ben-Daniel, B. and Choen, Y. 2003. Dry mycelium of *Penicillium chrysogenum* protects cucumber and tomato plants against root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Phytoparasitica* 31(3): 217-225.
- Johnson, F. L. 1959. Effect of the addition of organic amendments to soil on root knot of tomatoes I. Preliminary report. *Plant Dis. Rep.* 43: 1059-1062.
- Kimura, Y., Nakahara, S. and Fujioka, S. 1996. Aspyron a nematicidal compound isolates from the fungus, *Aspergillus melleus*. *Biosci. Biotech. Biochem.* 60: 1375-1376.
- Mankaw, R. 1968. Reduction of root-knot disease with organic amendments under semifield conditions. *Plant Dis. Rep.* 52:315-319.
- 松山隆志. 1999. 米ぬかによるモロヘイヤのセンチュウ対策 (平成9年度環境保全型農業現地展示圃). *沖縄農業*34(46):50-53.
- 中園和年. 1990. 有機物施用と線虫被害. *植物防疫* 44: 17-20.
- 西尾道德. 1996. 畑の物質変化と微生物. 新・土の微生物 (1) 耕地・草地・林地の微生物 (土壤微生物研究会編). 博友社 (東京), pp. 25-58.
- Oka, Y., Chet, I. and Spiegel, Y. 1993. Control of the Root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Bacillus cereus*. *Biocontrol Sci. Technol.* 3:115-126.
- Rodriguez-Kábana, R. 1986. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. *J. Nematol.* 18(2):129-135.
- Rodriguez-Kabana, R. 1987. Biological control of nematodes: soil amendments and microbial antagonists. *Plant and Soil.* 100:237-247.
- 田場 聡・諸見里善一. 2003. 沖縄県で発生する土壤線虫病の生物学的および耕種の防除法ーとくにサツマイモネコブセンチュウについてー. *日本植物病理学会バイオコントロール研究会誌* 8: 49-61.
- 田場 聡・大城 篤・高江洲和子・諸見里善一・澤岬哲也. 2003. 米ぬか混和・太陽熱併用処理によるネコブセンチュウの防除および土壤微生物相に与える影響. *沖縄農業*37: 21-28.
- Sayre, R. M., Patrick, Z. A. and Thorpe, H.

- J. 1965. Identification of a selective nematicidal component in soil. *Nematologica* 11:263-268.
- Spiegel, Y., Chet, I. and Cohn, E. 1987. Use of chitin for controlling plant-parasitic nematodes. II. Mode of action. *Plant and Soil* 98:337-345.
- Taysir, B., Saleh, M. A. and Oteifa, B. A. 1979. Nematicidal activity and composition of some organic fertilizers and amendments. *Rev. Nématol.* 2:29-36.
- 土屋健一. 1993. 同定法. 植物病原性微生物研究法 (脇本 哲編). ソフトサイエンス社 (東京), 78-89.
- Van der Laan, P. A. 1956. The influence of organic manuring on the development of the potato root eelworm, *Heterodera rostochiensis*. *Nematologica* 1:112-125.
- Vawdrey, L. L. and G. R. Stirling 1997. Control of root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on tomato with molasses and other organic amendments. *Australian Plant Pathol.* 26:179-187.
- Walker, J. T., Specht, C. H. and Bakker, J. F. 1965. Nematocidal activity to *pratylenchus penetrans* by culture fluids from actinomyces and bacteria. *Can. J. Microbiol.* 12:347-351.