沖縄県の畑作物、果樹、雑草等における 植物寄生性線虫相

岩堀 英晶・上杉 謙太・立石 靖
(九州沖縄農業研究センター)

Plant-parasitic nematode fauna in upland field crops, fruit trees, and weeds in Okinawa Prefecture, Japan. Hideaki Iwahori, Kenta Uesugi and Yasushi Tateishi (National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, Koshi, Kumamoto 861-1192, Japan)

A field survey of the plant-parasitic nematodes in upland field crops, fruit trees, weeds, etc., was carried out at 94 sites in Okinawa Prefecture, Japan. The nematodes were extracted by the Baermann funnel technique and classified into root-knot (*Meloidogyne* spp.), root-lesion (*Pratylenchus* spp.), reniform (*Rotylenchulus reniformis*), stunt, spiral, pin, and ring nematodes on the basis of their morphological characters. Root-knot and root-lesion nematodes were identified by polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism (PCR-RFLP) analysis. *Meloidogyne arenaria* (Type Okinawa), *M. incognita*, *Pratylenchus zeae*, and *P. coffeae* (Type A) were the dominant species. *M. hapla* and *P. kumamotoensis* were recorded for the first time in Okinawa.

Key words : distribution, *Meloidogyne* spp., PCR-RFLP analysis, *Pratylenchus* spp.

結 言

沖縄県における植物寄生性線虫については、古くから栽培されているサトウキビやパイナップル、ニガウリ、サツマイモ、サトイモ等の圃場で分布調査がなされてきた(後藤, 1965; 1968; 1976; 照屋, 1971; 1992; 中園ら, 1984; 岩堀ら, 2001)。しかし、近年栽培が盛んとなっているマンゴー、ヒモサボテン(ドラゴンフルーツ)、ウコン、ヤエヤマアオキ(ノニ)等の圃場ではほとんど調査されていない。また、ネコブセンチュウやネグサレセンチュウ等の識別法としてのDNA解析が主流になった1990年代以降、同法を用いた調査がサツマイモやサトイモの圃場でなされた(岩堀ら, 2001)。しかし、他の作物圃場ではほとんど利用されていないため、より広い範囲の植物に寄生する線虫について、同法を用いた見直しが必要になっている。

そこで本研究では、近年沖縄県において重要性の増している作物や、線虫の侵入源となりうる圃場周辺の根圏土壌中の植物寄生性線虫相を明らかにすることを目的として、畑作物、果樹、雑草等45種の生育地(計96地点)の根圏土壌中の植物寄生性線虫を形態形質に基づいて識別調査するとともに、ネコブセンチュウとネグサレセン

チュウについては、DNA解析法を用いて調査した。

報告にあたり、土壌採集に多大なるご協力をいただいた九州沖縄農研センター南西諸島農業研究チームの生駒泰基氏、原 貴洋氏、山口典子氏、琉球大学農学部の中場 聡博士に厚く御礼申し上げる。

材料および方法

1. 調査対象植物および土壌採取

根圏土壌中の線虫相の調査は、亜熱帯作物を中心に、畑作物、果樹、雑草等を対象として実施した。調査植物は45種類、調査地点は96箇所であった(第4表)。サンプルは1地点につき1つとした。

根圏土壌の採取は、2007年4月3～4日に沖縄本島、古宇利島、屋我地島で、5月12～14日に石垣島、西表島、竹富島、黒島で、1月に南大東島で、3月に粟国島で、3月と6月に宮古島で行った。土壌は、各調査地点の調査対象植物につき5～10箇所から、移植こてを用いて、深さ5～15cmの土壌を、約2kgずつ採取し、線虫分離を行うまで、ビニール袋中に保存した。

2. 線虫の分離および同定

線虫はベルマン法(土壌20g, 20℃以上の室温下, 3日間, 2反復)により分離した。分離された植物寄生性

第1表 沖縄県の畑作物、果樹、雑草等の根圏土壌における植物寄生性線虫の検出頻度^{a)}

調査地域	ネコブ センチュウ	ネグサレ センチュウ	ニセフクロ センチュウ	イシユク センチュウ	ラセン センチュウ	ビン センチュウ	ワ センチュウ
沖縄本島・島嶼	14/42 (33.3)	4/42 (9.5)	23/42 (54.8)	9/42 (21.4)	10/42 (23.8)	6/42 (14.3)	2/42 (4.8)
石川市	0/3	0/3	3/3	0/3	3/3	0/3	0/3
具志川市	1/3	2/3	1/3	0/3	2/3	1/3	0/3
うるま市	0/4	0/4	1/4	0/4	0/4	1/4	0/4
西原町（琉球大学構内）	3/9	0/9	2/9	3/9	1/9	2/9	1/9
読谷村	4/11	1/11	8/11	3/11	2/11	1/11	0/11
今帰仁村（古宇利島）	3/6	0/6	5/6	0/6	1/6	0/6	1/6
名護市（屋我地島）	1/2	0/2	2/2	1/2	0/2	0/2	0/2
粟国村（粟国島）	0/2	0/2	0/2	1/2	0/2	0/2	0/2
南大東村（南大東島）	2/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	0/2
先島諸島	13/52 (25.0)	9/52 (17.3)	29/52 (55.8)	9/52 (17.3)	29/52 (55.8)	4/52 (7.7)	5/52 (9.6)
宮古市（宮古島）	1/5	0/5	5/5	2/5	1/5	0/5	0/5
石垣市（石垣島）	4/14	4/14	7/14	3/14	10/14	2/14	3/14
竹富町（竹富島）	3/6	1/6	4/6	0/6	5/6	1/6	0/6
竹富町（黒島）	0/6	1/6	1/6	2/6	3/6	0/6	1/6
竹富町（西表島）	5/21	3/21	12/21	2/21	10/21	1/21	1/21
計	27/94 (28.7)	13/94 (13.8)	52/94 (55.3)	18/94 (19.1)	39/94 (41.5)	10/94 (10.6)	7/94 (7.4)

a) 結果は検出地点数／調査地点で示した。（ ）内は検出率％。

線虫は、形態的特徴に基づいて同定し、ネコブセンチュウ、ネグサレセンチュウ、ニセフクロセンチュウ、イシユクセンチュウ、ラセンセンチュウ、ビンセンチュウ、ワセンチュウに分けて計数し、検出率を算出した。

ネコブセンチュウとネグサレセンチュウは、既報（Orui, 1996；Orui and Mizukubo, 1999；岩堀ら, 2000；Mizukubo et al., 2003）の方法に従って、1頭の線虫を用いたPCR-RFLP法により種を同定した。ネコブセンチュウは2期幼虫、ネグサレセンチュウは3期幼虫以降の発育ステージを供試した。2種以上が混発している可能性もあるため、1地点につき、分離された線虫10頭を無作為に選び、1頭ずつ同定した。分離線虫が10頭未満の場合は、全個体を同定した。

結 果

沖縄県の畑作物、果樹、雑草等の根圏土壌における植物寄生性線虫の平均検出率は、ネコブセンチュウが28.7％、ネグサレセンチュウが13.8％、ニセフクロセンチュウが55.3％、イシユクセンチュウが19.1％、ラセンセンチュウが41.5％、ビンセンチュウが10.6％、ワセンチュウが7.4％であった（第1表）。

ネコブセンチュウは、アレナリアネコブセンチュウ沖縄型の検出率が最も高く（42.3％）、次はサツマイモネコブセンチュウであった（33.3％）。ジャワネコブセン

チュウ、ナンヨウネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウは、それぞれ、27調査地点のうち2地点から検出された（検出率：7.4％）（第2表）。これらの3種が検出された2地点は、同一島内で、直線距離で約5km以内と近接していた。複数種が混発していた調査地は1地点のみであった。

ネグサレセンチュウの検出率は、モロコシネグサレセンチュウが最も高く（38.5％）、次はミナミネグサレセンチュウA型であった（23.1％）。クマモトネグサレセンチュウは1地点（うるま市の露地キク圃場）で検出された（第3表）。既報のPCR-RFLPパターンとは一致しないネグサレセンチュウ *Pratylenchus* sp. 1が沖縄本島のサツマイモおよびバショウから、*P.* sp. 2が黒島のハマダイコンから検出された。複数種のネグサレセンチュウが混発した調査地点はなかった。

アザミ属不明種、アメリカサトイモ、アロエ、ウコン、キュウリ、クワズイモ、サツマイモ、トマト、ヒモサボテン、ノアサガオ、バショウの根圏土壌中からネコブセンチュウが生土20gあたり10頭以上検出された（第4表）。ネグサレセンチュウが生土20gあたり10頭以上検出された植物は、ノアサガオとバショウの根圏土壌であった。同一植物でも、調査地点によって検出される種が異なることがあった（第4表）。

シマトウガラシ、シ馬拉ッキョウ、トマト、パパイヤ

第2表 沖縄県の畑作物、果樹、雑草等の根圏土壌中において検出されたネコブセンチュウの検出頻度^{b)}

	アレナリアネコブ センチュウ沖縄型	サツマイモネコブ センチュウ	ジャワネコブ センチュウ	ナンヨウネコブ センチュウ	キタネコブ センチュウ	不明 ^{a)}
沖縄本島・島嶼	6/14 (42.9)	4/14 (28.6)	0/14 (0.0)	2/14 (14.3)	2/14 (14.3)	0/14 (0.0)
先島諸島	5/13 (38.5)	5/13 (38.5)	2/13 (15.4)	0/13 (0.0)	0/13 (0.0)	2/13 (15.4)
計	11/27 (42.3)	9/27 (33.3)	2/27 (7.4)	2/27 (7.4)	2/27 (7.4)	2/27 (7.4)

a) 結果は各種検出地点 / ネコブセンチュウ検出地点で示した。() 内は検出率%。b) PCR の不成功等で同定が不可能だったものの。

第3表 沖縄県の畑作物、果樹、雑草等の根圏土壌中において検出されたネグサレセンチュウの検出頻度^{a)}

	モロコシネグサレ センチュウ	ミナミネグサレ センチュウ A 型	クマモトネグサレ センチュウ	<i>Pratylenchus</i> sp.1 ^{b)}	<i>Pratylenchus</i> sp.2 ^{b)}	不明 ^{c)}
沖縄本島・島嶼	1/4 (25.0)	0/4 (0.0)	1/4 (25.0)	2/4 (25.0)	0/4 (0.0)	0/4 (0.0)
先島諸島	4/9 (44.4)	3/9 (33.3)	0/9 (0.0)	0/9 (0.0)	1/9 (11.1)	1/9 (11.1)
計	5/13 (38.5)	3/13 (23.1)	1/13 (7.7)	2/13 (15.4)	1/13 (7.7)	1/13 (7.7)

a) 結果は各種検出地点 / ネグサレセンチュウ検出地点で示した。() 内は検出率%。b) 既報の PCR-RFLP パターンに該当するものがない種。c) PCR の不成功等で同定が不可能だったもの。

の根圏土壌でニセフクロセンチュウが、ネギ、ヒモサボテンの根圏土壌でラセンセンチュウが、キク、ゲットウの根圏土壌でピンセンチュウが、それぞれ生土20gあたり100頭以上検出された(第4表)。カボチャ、ヒモサボテン、ゲットウの根圏土壌でイシユクセンチュウが、イヌビワの根圏土壌からワセンチュウが、それぞれ生土20gあたり10頭以上検出された(第4表)。ツルナ、ニンジン、モチキビ、ゴレンシ(スターフルーツ)、アカバナユウゲショウ、アワユキセンダングサ、ゲンバイヒルガオの根圏土壌から植物寄生性線虫は検出されなかった(第4表)。

考 察

沖縄県における植物寄生性線虫の調査はこれまでもなされてきたが、県下全域の網羅的な調査は20年余りなされていない。近年行われた調査の多くは一部地域に限定されたものであり、また、近年栽培が盛んとなっているマンゴー、ヒモサボテン、ウコン、ヤエヤマアオキ等の亜熱帯作物での調査はほとんど行われていない。他方、近年分子生物学的手法による線虫の識別法が発達した結果、我が国に分布するネコブセンチュウがアイソザイムパターンやミトコンドリア DNA の部分的解析により容易に識別可能となった(奈良部, 1994; 1995; Orui, 1996; 岩堀ら, 2000)。ジャワネコブセンチュウについての過去の同定は正確ではなく、そのほとんどがアレナリアネコブセンチュウ本州型であった可能性が大きい。このように、種の同定法の発達が著しいことから、線虫相に関する調査および記録の再検討が必要とされている。

形態形質に基づくネグサレセンチュウに関する過去の

調査(後藤, 1965; 1968; 1976; 照屋, 1971; 1992; 中園ら, 1984)では、モロコシネグサレセンチュウとミナミネグサレセンチュウが高頻度で検出されている。ネコブセンチュウについては、形態識別の困難さや煩雑さから、種の同定はあまりなされていないものの、照屋(1992)は、サツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウが沖縄県全域に、アレナリアネコブセンチュウが沖縄本島南部に分布するとしている。

岩堀ら(2001)はサツマイモおよびサトイモ圃場を中心に沖縄本島および石垣島を広く調査し、ネコブセンチュウおよびネグサレセンチュウについて PCR-RFLP 法を用いて種を同定した結果、サツマイモネコブセンチュウおよびミナミネグサレセンチュウのみが発生していると報告した。しかしながら、さまざまな植物を対象とした本調査の結果、沖縄県下に広く生息するネコブセンチュウは、アレナリアネコブセンチュウ沖縄型とサツマイモネコブセンチュウ、ネグサレセンチュウはモロコシネグサレセンチュウとミナミネグサレセンチュウ A 型であることが明らかとなった(第2表, 第3表)。

従来アレナリアネコブセンチュウと同定されていたものは、アイソザイムおよびミトコンドリア DNA の塩基配列の違いにより、過去にはジャワネコブセンチュウと同定されていたと思われるアレナリアネコブセンチュウ本州型、およびアレナリアネコブセンチュウ沖縄型、ナンヨウネコブセンチュウに分けられることが明らかとなっている(奈良部, 2003; 岩堀ら, 2007)。本調査では、アレナリアネコブセンチュウ沖縄型が高い頻度で検出されたが、本州型は検出されず、ナンヨウネコブセンチュウは南大東島でのみ検出された。アレナリアネコブ

第4表 ベルマン分離法による沖縄県の畑作物、果樹、雑草等の根圏土壌中における植物寄生性線虫密度^{a)}

調査植物 (調査地点数)	ネコブ センチュウ	ネグサレ センチュウ	ニセフクロ センチュウ	イシユク センチュウ	ラセン センチュウ	ビン センチュウ	ワ センチュウ
草本35種(78)							
アカバナユウゲショウ(1)							
アザミ属sp. (1)	117. 0, Mh		8. 0				
アメリカサトイモ(1) ^{b)}	115. 0, Ma沖						
アメリカハマグルマ(1)				3. 0			
アロエ(1)	24. 0, Mi						
アワユキセンダングサ(1)							
インゲン(1)			44. 0				
ウコン(1)	12. 5, Ma沖	4. 0, PcA	25. 5		2. 0		
オクラ(1)			96. 5		1. 5		
カボチャ(7)	9. 3, Ma沖 + Mi		27. 1	16. 5	17. 8		
キク(2)		6. 5, Pk				164. 0	
キャッサバ(1) ^{b)}				5. 0			
キュウリ(1)	42. 5, Mi		76. 0		8. 5		
クワズイモ(2)	73. 0, Ma沖			0. 5	11. 3	5. 0	2. 0
ゲンバイヒルガオ(1)							
ゲットウ(2)	3. 5, Mi			49. 0	7. 5	665. 0	
サツマイモ(10) ^{-部b)}	92. 0, Mi	4. 3, PcA + Pz + Psp1	41. 4	2. 0	66. 8		
サトイモ(4)	1. 5, Ma沖		25. 1	0. 5	8. 8		
サトウキビ(6)	1. 2, Mm		0. 6	5. 9	6. 2	1. 0	
シマトウガラシ(2)			234. 0		4. 0		
シ馬拉ッキョウ(1)			227. 5		10. 5		
タバコ(1)			0. 5				
ツルナ(1) ^{b)}							
トマト(1)	24. 5, Mi		285. 0		4. 5		
ドラセナ(1)			1. 5				
ナス(2)			49. 5				
ニガウリ(3)			51. 5				
ニンジン(2)							
ネギ(1)			9. 5		115. 5		
ノアサガオ(4)	317. 5, Ma沖 + Mh	53. 8, Pz + Psp1	1. 0		47. 5		2. 5
パイナップル(5)	3. 0, Mj	2. 0, Pz	91. 2		19. 8		1. 0
バショウ(3)	15. 3, Ma沖	553. 5, PcA + 不明	81. 0		19. 0		
ハマダイコン(1)		1. 5, Psp2					
ホウレンソウ(2)			13. 0		67. 5		
モチキビ(1)							
木本10種(18)							
イスビワ(1) ^{b)}				3. 0		11. 5	30. 0
クワ科sp. (3)			1. 5		10. 0	6. 5	
コーヒー(1) ^{b)}			18. 5	2. 0			
ゴレンシ[スターフルーツ](1)							
パパイヤ(3)	1. 0, 不明		135. 0		15. 0	6. 0	
ハマゴウ(1)							0. 5
ヒモサボテン[ドラゴンフルーツ](3)	40. 5, Ma沖 + Mi			23. 0	102. 0	3. 0	
マンゴー(2)	5. 5, Ma沖		11. 5		24. 5		
ヤエヤマアオキ[ノニ](1) ^{b)}	4. 5, Ma沖						
ヤエヤマヤシ(2)					14. 0	12. 5	1. 5
検出された種数 (調査45種中)	19種	7種	25種	11種	22種	9種	6種

a) 数値は同一寄生全調査地点の生土20gあたり平均頭数。Ma 沖：アレナリアネコブセンチュウ沖縄型, Mi：サツマイモネコブセンチュウ, Mj：ジャワネコブセンチュウ, Mm：ナンヨウネコブセンチュウ, Mh：キタネコブセンチュウ。Pz：モロコシネグサレセンチュウ, PcA：ミナミネグサレセンチュウ A 型, Pk：クマモトネグサレセンチュウ, P. sp. 1, P. sp. 2：既存の報告に該当するものがないネグサレセンチュウ種。b) 琉球大学構内の植栽。

センチュウ沖縄型はサツマイモに対して寄生性を持たないため、岩堀ら（2001）のサツマイモ圃場を中心とした調査では検出できなかったものと考えられる。照屋（1992）はアレナリアネコブセンチュウが沖縄本島南部に分布するとしているが、これが上記のいずれを指すものかについては不明である。

これまでに分子生物学的方法によりジャワネコブセンチュウと同定された例は、我が国では極めて少なく、沖縄本島で検出された例はない。本調査においても、ジャワネコブセンチュウが検出されたのは石垣島のみであった。照屋（1992）はジャワネコブセンチュウが沖縄県全域に分布するとしたが、形態的特徴であるペリニアルパターンが近似するナンヨウネコブセンチュウ、あるいは沖縄県では今のところ検出例はないアレナリアネコブセンチュウ本州型と混同している可能性がある。

ネグサレセンチュウについては、過去の調査結果と同様に、ミナミネグサレセンチュウが検出された。Mizukubo et al.（2003）は、ミナミネグサレセンチュウがリボソーム DNA/ITS 領域の RFLP パターンにより、3つの系統（A 型、B 型、C 型）に分けられ、3系統の寄生性に違いがあること、また、交配試験の結果より不完全な生殖隔離が生じていることを明らかにしている。本調査では、A 型のみが検出されたが、A 型はこれら 3 系統の中では唯一サツマイモに寄生性を持つものであり、サツマイモの他に、ウコンおよびバショウから A 型が検出された。これまでにミナミネグサレセンチュウを RFLP パターンのタイプによって A 型と識別した上で寄主および分布を報告したものは、石垣島のカボチャからの検出例のみであり（Mizukubo et al., 2003）、本調査における 3 例（ともに西表島）は新たな分布・寄主の報告となる。しかしながら、後藤（1974）は、沖縄本島、久米島のサツマイモ圃場でミナミネグサレセンチュウを検出しており、その寄生性から A 型と考えられ、沖縄県下に広く分布している可能性が高い。

本調査の結果、沖縄県において、キタネコブセンチュウおよびクマモトネグサレセンチュウが初めて検出された。キタネコブセンチュウは北方系の線虫であり、南九州の平地でも散発的に見られるものの、沖縄県での発生記録がなかったことから、沖縄県は、我が国における分布の南限と考えられる。検出された植物はアザミ属不明種およびノアサガオ（ともに古宇利島）と、農耕地から離れて生育する雑草であったことから、移入種である可能性は低いと考えられる。クマモトネグサレセンチュウは、過去にその存在が知られていた種で、2003年に宮崎県のキク圃場で再確認された後、中南部九州に広く分布

していることが確認されている（Mizukubo et al., 2007）。九州では無防除の露地キク圃場において検出頻度が高く、本調査でも無防除と思われる露地キク圃場（うるま市具志川）で検出された。沖縄県は、キクの生産が盛んであるため、今後の分布拡大に注意すべき種であろう。

沖縄本島のサツマイモおよびバショウ、黒島のハマダイコンから、未同定のネグサレセンチュウ、*Pratylenchus* sp. 1 と *P.* sp. 2 が検出された。これらについては今後形態および塩基配列決定等の手法により種を同定する必要がある。

ネコブセンチュウとネグサレセンチュウ以外としては、ニセフクロセンチュウがシマトウガラシ、シマラッキョウ、トマト、パパイヤで、ラセンセンチュウがネギ、ヒモサボテンで、ピンセンチュウがキク、ゲットウで、それぞれ生土 20g あたり 100 頭以上検出された（第 4 表）ことから、これらの植物はそれぞれの線虫にとって好適な植物と思われた。ニセフクロセンチュウは、300 種以上の植物で増殖することが知られており、海外ではワタ、マメ科作物、パイナップルで被害が報告されている（Robinson et al., 1997）。従って、日本で生産されている主要な作物については、今後、その加害性を検証する必要がある。

イシユクセンチュウ、ワセンチュウの検出頭数は少なかったが（第 4 表）、照屋（1971）は、サトウキビとパイナップルがこれら線虫によって減収することを報告している。本調査では、これらの線虫はサトウキビとパイナップル圃場で検出されなかったが、被害が疑われる圃場では、密度調査を行うなどの注意が必要であろう。

以上のように、本研究により、沖縄県で栽培が盛んになった亜熱帯作物の根圏土壤中の植物寄生性線虫相が明らかになった。作物に対する被害が大きなネコブセンチュウとネグサレセンチュウについては、沖縄県下に広く分布する種や系統、および新たに検出された種を明らかにした。これらの線虫の寄主範囲は少しずつ異なることから、本研究の成果は、種や系統を考慮した線虫対策への利用など、耕種的防除法選択のための資料となる。

摘 要

1) 沖縄県の 96 地点、45 種植物の根圏土壤中の植物寄生性線虫相を調査した。

2) 検出された植物寄生性線虫は、ネコブセンチュウ、ネグサレセンチュウ、ニセフクロセンチュウ、イシユクセンチュウ、ラセンセンチュウ、ピンセンチュウ、ワセンチュウであった。

3) ネコブセンチュウの検出率は、アレナリアネコブ

センチュウ沖縄型が最も高く (42.3%), 次がサツマイモネコブセンチュウであった (33.3%)。ナンヨウネコブセンチュウ, ジャワネコブセンチュウ, キタネコブセンチュウは, それぞれ調査2地点で検出された。キタネコブセンチュウが沖縄県で初めて検出された。

4) ネグサレセンチュウの検出率は, モロコシネグサレセンチュウが最も高く (38.5%), 次はミナミネグサレセンチュウ A 型であった (23.1%)。クマモトネグサレセンチュウが沖縄県の露地キク圃場で初めて検出された。

引用文献

- 後藤 昭 (1965) 薩南諸島の主としてサトウキビ畑の植物寄生性線虫。九病虫研会報11: 105-110.
- 後藤 昭 (1968) 沖縄の主要作物の植物寄生性線虫。九病虫研会報14: 78-82.
- 後藤 昭 (1974) 本邦におけるネグサレセンチュウ *Pratylenchus* spp. の地理的分布。九農試報告17: 139-224.
- 後藤 昭 (1976) 日本の暖地・亜熱帯の植物寄生性線虫の概要。九農試研究資料54: 1-61.
- 岩堀英晶・佐野善一・小川哲治 (2000) 九州・沖縄地域のサツマイモおよびサトイモ圃場における主要有害線虫 1. 中南部九州 (熊本県・宮崎県・鹿児島県) における調査と DNA 解析による効率的な線虫種判別法の開発。九病虫研会報46: 112-117.
- 岩堀英晶・佐野善一・鳥越博明 (2001) 九州・沖縄地域のサツマイモおよびサトイモ圃場における主要有害線虫 2. 九州本土付近の島嶼部および南西諸島における調査。九病虫研会報47: 112-117.
- 岩堀英晶・立石 靖・上杉謙太・奈良部孝 (2007) 日本産ネコブセンチュウ 5 種22個体群および種未同定 3 個体群の寄生性と系統関係。第51回応動昆要旨: 71 (講要)。
- Mizukubo, T., Y. Orui, K. Hanada and Z. Sano (2003) Microevolutionary trend in *Pratylenchus coffeae* sensu strict (Nematoda: Pratylenchidae): the diversity in PCR-RFLP phenotype, compatibility on host plants and reproductive segregation. Jpn. J. Nematol. 33: 57-76.
- Mizukubo, T., K. Sugimura and K. Uesugi (2007) A new species of the genus *Pratylenchus* from chrysanthemum in Kyushu, western Japan. Jpn. J. Nematol. 37: 63-74.
- 中園和年・鶴町昌市・照屋林宏 (1984) 沖縄の野菜栽培における線虫調査。九病虫研会報30: 126-129.
- 奈良部孝 (1994) 本邦産ジャワネコブセンチュウとアレナリアネコブセンチュウの分類の再検討。日線虫誌 24: 41 (講要)。
- 奈良部孝 (1995) ネコブセンチュウの新手法による同定とわが国における分布。関東病虫研報42: 9-14.
- 奈良部孝 (2003) ネコブセンチュウ。線虫の見分け方 (日本植物防疫協会編)。日本植物防疫協会 (東京): pp. 11-16.
- Orui, Y. (1996) Discrimination of the main *Pratylenchus* species (Nematoda: Pratylenchidae) in Japan by PCR-RFLP analysis. Appl. Entomol. Zool. 31: 505-514.
- Orui, Y. and T. Mizukubo (1999) Discrimination of seven *Pratylenchus* species (Nematoda: Pratylenchidae) in Japan by PCR-RFLP analysis. Appl. Entomol. Zool. 34: 205-211.
- Robinson, A. F., R. N. Inserra, E. P. Caswell-Chen, N. Vovlas and A. Troccoli (1997) *Rotylenchulus* species: Identification, distribution, host ranges, and crop plant resistance. Nematropica 27: 127-180.
- 照屋林宏 (1971) 沖縄における有害線虫。植物防疫25: 458-460.
- 照屋林宏 (1992) 沖縄の線虫。線虫研究の歩み (中園和年編)。日本線虫研究会 (つくば): pp. 334-338.
- (2008年4月30日受領; 8月4日受理)