

ネギの連作障害における土壤消毒剤と対抗植物を組み合わせた サツマイモネコブセンチュウの防除法

白岩裕隆^{1*}・鹿島美彦¹・井上 浩¹・山下 聡²

¹鳥取県園芸試験場弓浜砂丘地分場 684-0073 境港市中海干拓地 27

²鳥取県中部総合事務所農林局東伯農業改良普及所 689-2301 琴浦町八橋 212-1

Development of the Protection System Combined with Soil Disinfection and an Antagonistic Plant Against Injury by Continuous Cropping of Japanese Bunching Onion by *Meloidogyne incognita*

Nobutaka Shiraiwa^{1*}, Yoshihiko Kashima¹, Hiroshi Inoue¹ and Satoshi Yamashita²

¹Tottori Horticultural Experiment Station, Kyuhin Sand Dune Sub-Station, Sakaiminato, Tottori 684-0073

²Tottori Prefectural Central District Management Office, Touhaku Agriculture Extension Station, Kotoura, Tottori 689-2301

Abstract

We established a four-year management system that decreased the population of *Meloidogyne incognita* to avoid injury due to continuous cropping of Japanese bunching onion by combination with soil disinfection and an antagonistic plant. In the first year, chemical treatments (chloropicrin + 1,3-dichloropropene, dazomet and oxamyl) were added to the soil before cultivation, the population of root-knot nematodes decreased after these treatments, resulting in an increased yield of Japanese bunching onion. Soil disinfections (chloropicrin + 1,3-dichloropropene and dazomet) had a higher effect on decreasing the population of root-knot nematodes. Positive effects of soil disinfection persisted for two years. In the third year, a leguminous antagonistic plant *Crotalaria spectabilis* was planted. There after, the population of root-knot nematodes greatly decreased, so the yield of Japanese bunching onion recovered the next year. The four years management system with soil disinfection and growth of an antagonistic plant crop was shown to be effective for reducing economic loss and the times of soil disinfection. This system should contribute to maintaining stable production of Japanese bunching onions.

Key Words : *Crotalaria spectabilis*, gall index, root-knot nematode, Welsh onion

キーワード : *Crotalaria spectabilis*, 根深ネギ, ネコブセンチュウ, ネコブ指数

緒 言

鳥取県の弓浜砂丘地は、古くから根深ネギが栽培されているが、周年栽培の確立、稚苗移植技術の普及などの栽培体系の変遷に伴い、連作障害による減収が顕在化している。連作障害の要因として、土壤中の植物寄生性センチュウは重要であり、多くの防除技術が検討されてきた(水久保, 2000)。これまでネギでは、ネコブセンチュウ類、ネグサレセンチュウ類ともに寄生し増殖することが報告されており(百田, 2003)、著者ら(2004, 2005)は、サツマイモネコブセンチュウおよびキタネグサレセンチュウがネギの生育に悪影響を及ぼすことを報告した。

これら植物寄生性センチュウの防除には、殺センチュウ剤による化学的方法、輪作や湛水処理などの耕種的方法、蒸気や熱水を利用した物理的方法、パストリア菌(*Pasteuria*

penetrans)などの天敵微生物を利用した生物的方法がある(三枝, 1993; 佐野, 2001)。ネギでは、サツマイモネコブセンチュウを薬剤防除することで収量が回復すること、特に土壤消毒剤で防除効果が高いことを報告した(白岩ら, 2004)。植物寄生性センチュウの防除は、土壤消毒剤を中心に薬剤防除が主体となっているが、薬剤の人畜に対する毒性や環境汚染などが問題視され、薬剤に依存しない防除が求められている(佐野, 2001)。このため耕種防除の果たす役割は大きく、対抗植物(近岡, 1983; 北上ら, 1993; 古賀・古閑, 1981; 水久保ら, 2004; 上田・渡辺, 1997)を利用した研究が多く行われ実用化されている。著者ら(2005)は、サツマイモネコブセンチュウが多発したネギ連作圃場において各種ネコブセンチュウ、ネグサレセンチュウに高い抑制効果を有するマメ科のクロタラリア(*Crotalaria spectabilis*) (橋爪, 1995; 松井, 1993)を1作栽培することで、次作のネギの生育および収量が回復する結果を得ている。このように対抗植物は、植物寄生性センチュウの防除対策として有効であるが、一方で、対抗植物はセンチュウ

2005年11月1日 受付. 2006年7月10日 受理.

* Corresponding author. E-mail: shiraiwah@pref.tottori.jp

の活動が活発な高温期には効果を発揮するが、低温期には効果が劣ること、わが国のように集約的な農業が行われている地域では、収益性の低い対抗植物の導入は難しいことなどが指摘されている(佐野, 2001)。本県のネギ栽培でも集約的な周年栽培が行われており、対抗植物単独での防除対策は難しい現状がある。

以上のように、土壤消毒剤と対抗植物はそれぞれ防除に有効であるが、土壤消毒剤の多投は避けたく、対抗植物の作付けでは収益面や効果の安定性に問題がある。そこで本研究は、両者を組み合わせたサツマイモネコブセンチュウの防除法について、同一圃場で4か年の調査を実施し、いくつかの知見を得たので報告する。

材料および方法

試験は、中海干拓地にある鳥取県園芸試験場弓浜砂丘地分場の砂畑圃場(砂丘未熟土)において2001年から2004年に実施した。この間にネギ栽培は、2001年、2002年および2004年の3作を行った。いずれの作期においても、品種は‘長宝’(協和種苗)を用い、448穴セルトレイに1穴当たり3粒播種し、ハウス内で約50日育苗し機械移植の適期に達した苗を、セル間隔5.8 cm、条間1 mで機械移植した。本圃の施肥は、N:P₂O₅:K₂O=19.5:26.9:21.0 (kg・10 a⁻¹)とした。

薬剤による防除試験は、2000年にネコブセンチュウおよび土壤病害でネギが減収した圃場に対して3つの薬剤処理を行った。土壤消毒剤としてクロロピクリン+1,3-ジクロロプロベン剤(商品名ソイリン:各成分42.0%, 50.0%以下、CP+D-D剤)およびダゾメット剤(商品名バスマド微粒剤:成分98.0%)、粒剤としてオキサミル剤(商品名バイデードL粒剤:成分0.8%)を供試した。CP+D-D剤30 L・a⁻¹、ダゾメット剤30 kg・a⁻¹は、2001年5月18日に処理し5月25日までポリエチレンフィルム(厚さ0.02 mm)で被覆した後、ガス抜きを行った。オキサミル剤30 kg・a⁻¹は、5月25日に土壤混和処理した。試験規模は、1処理当たり40 m²の2区制とした。2001年、2002年にネギを栽培した後、2003年には薬剤処理試験の2区のうち1区に対して対抗植物であるクロタラリア(*Crotalaria spectabilis*)品種‘ネマキング’(雪印種苗、以下、クロタラリア区)を、

残りの1区に対してネギ(以下、ネギ区)を栽培した。クロタラリア区は、6月27日に9 kg・10 a⁻¹播種し、9月6日に鋤き込んだ。ネギ区は、品種‘長宝’を4月4日播種、5月24日移植、基肥にN:P₂O₅:K₂O=7.2:7.2:7.2 (kg・10 a⁻¹)施肥し、9月6日に鋤き込んだ。その後、除草管理のため随時耕耘を行い、翌年5月まで放置した。

2001年のネギ栽培(処理1作目)は、4月3日播種、5月29日移植で11月16日に収穫調査した。葉害は随時目視評価した。その後、12月22日までですべて収穫し、圃場は翌年5月まで放置した。2002年のネギ栽培(処理2作目)は、4月4日播種、5月26日移植で12月18日に収穫調査した。その後、翌年1月26日までですべて収穫し、圃場は5月まで放置した。2004年のネギ栽培は、4月2日播種、5月24日移植で12月21日に収穫調査した。

ネコブセンチュウ種の同定は、Harrisら(1990)のプライマーを用い、岩堀ら(2000)の方法で行った。土壤中のサツマイモネコブセンチュウ数は、各区当たり5か所の土壤を100 gずつ混合して、ベルマン法(20 g 土壤, 25°C, 72時間)(佐野ら, 2004)で2期幼虫を検出し顕微鏡下で計数した。ネギの生育調査は、各区20株の草丈、新鮮重およびネコブ指数を調査した。収穫調査は、2001年と2002年に各区2 m²の2か所、2004年に各区2 m²の3か所を掘り取り、ネコブ指数、収量(本数および重量)を調査した。ネコブ指数は、0.1%フロキシシンB液で卵嚢を染色し、ネコブ程度を、0—全く認めない、1—わずかに認める、2—形成が中程度、3—形成が多い、4—形成が極めて多い、の5段階に分け、ネコブ指数 = Σ(ネコブ程度別の株数 × ネコブ程度) ÷ (調査株数 × 4) × 100 で算出した。

結 果

試験圃場のネコブセンチュウの種類は、PCR-RFLP法による同定を行った結果、サツマイモネコブセンチュウであった(データ省略)。

薬剤処理後1作目(2001年)の移植約50日後の防除値は、CP+D-D区で最も高く、次いでダゾメット区、オキサミル区の順となり、防除効果が高いほどネギの生育は良好であった(第1表)。各区とも葉害は認められなかった。処理1作目の収穫時の防除値は、CP+D-D区およびダゾ

第1表 薬剤防除がネギの生育、収量および防除値に及ぼす影響(2001)

試験区	生育(2001年7月19日)				葉害	収穫(2001年11月26日)			
	草丈(cm)	新鮮重(g/本)	ネコブ指数	防除値 ²		収量(本・a ⁻¹)(kg・a ⁻¹)		ネコブ指数	防除値
CP+D-D	61.3 a ³	45.6 a	0	100	—	3675 a	446.1 a	1.8 a	93.3
ダゾメット	57.0 b	28.9 b	2.5	84.7	—	3450 a	406.1 ab	5.5 a	79.4
オキサミル	51.7 c	19.4 c	5.0	69.3	—	3225 ab	365.2 ab	22.3 b	16.5
無処理	45.7 d	16.9 d	16.3			2875 b	286.3 b	26.7 b	

²防除値 = 100 - (処理区のネコブ指数 ÷ 無処理区のネコブ指数) × 100

³同一列の異なるアルファベットは、多重比較法(Tukey)により5%水準で有意差あることを表す

第2表 薬剤防除がネギの生育, 収量および防除価に及ぼす影響 (2002)

試験区	生育 (2002年9月2日)				収穫 (2002年12月18日)			
	草丈 (cm)	新鮮重 (g/本)	ネコブ指数	防除価 ^z	収量		ネコブ指数	防除価
					(本・a ⁻¹)	(kg・a ⁻¹)		
CP+D-D	67.8 a ^y	72.3 a	13.8	69.9	3725 a	494.9 a	24.6 a	63.8
ダゾメット	66.0 ab	70.3 ab	26.3	42.6	3550 a	439.1 ab	49.6 ab	27.0
オキサミル	64.5 b	61.9 bc	47.9	-4.6	2875 b	319.0 b	65.6 b	3.4
無処理	63.5 b	58.1 c	45.8		2850 b	321.8 b	67.9 b	

^z防除価 = 100 - (処理区のネコブ指数 ÷ 無処理区のネコブ指数) × 100

^y同一列の異なるアルファベットは, 多重比較法 (Tukey) により 5%水準で有意差あることを表す

第3表 薬剤処理後のネコブセンチュウ密度の推移^z (2001 ~ 2002)

試験区	処理1作目 (2001年)			処理2作目 (2002年)		
	処理前 (5/18)	移植時 (5/29)	収穫時 (11/16)	移植時 (5/26)	栽培中 (9/5)	収穫時 (12/18)
CP+D-D	60.0	1.0	16.0	5.5	82.0	50.0
ダゾメット	27.0	1.5	120.5	16.0	220.0	117.0
オキサミル	30.0	20.0	438.5	36.5	432.5	166.5
無処理	45.0	44.5	226.5	65.5	531.5	173.0

^z土壌 20 g 中の 2 期幼虫数

第4表 処理3作目のネギの生育, ネコブ指数^z (2003)

試験区	草丈 (cm)	新鮮重 (g/本)	ネコブ指数	防除価 ^y
CP+D-D	62.7 a ^x	56.5 a	51.3	4.6
ダゾメット	61.7 a	54.7 a	48.8	9.3
オキサミル	58.7 a	48.6 a	57.5	-6.8
無処理	58.2 a	51.1 a	53.8	

^x2003年9月5日に調査した

^y防除価 = 100 - (処理区のネコブ指数 ÷ 無処理区のネコブ指数) × 100

^x同一列の異なるアルファベットは, 多重比較法 (Tukey) により 5%水準で有意差あることを表す

第5表 2003年~2004年のサツマイモネコブセンチュウ密度の推移^z (2003~2004)

試験区		2003年			2004年		
2003年作付け	2001年防除	初期 (6/22)	すき込み後		移植時 (5/24)	栽培中 (9/15)	収穫時 (12/21)
			(9/14)	増殖比 ^y			
クロタラリア	CP+D-D	52.0	0	0	12.0	118.0	128.0
	ダゾメット	88.0	4.0	0.05	6.0	83.0	123.0
	オキサミル	65.0	3.0	0.04	8.0	140.0	115.0
	無処理	78.0	0	0	23.0	169.0	152.0
ネギ	CP+D-D	77.0	237.0	3.10	56.0	381.0	418.0
	ダゾメット	102.0	229.0	2.25	87.0	542.0	374.0
	オキサミル	91.0	190.0	2.08	43.0	311.0	382.0
	無処理	81.0	169.0	2.08	48.0	299.0	312.0

^z土壌 20 g 中の 2 期幼虫数

^y増殖比 = すき込み後密度 (2003年9月14日) / 初期密度 (2003年6月22日)

メット区で高かったが, オキサミル区では低かった. 収量は, 防除効果が高いほど多かった.

処理2作目 (2002年) の収穫時の防除価は, CP+D-D区で最も高く, 次いでダゾメット区となり, オキサミル区では防除効果が認められなかった (第2表). 収量は CP+D-D区およびダゾメット区で多収となり, オキサミル区では無処理区と同等であった.

処理1作目から2作目のサツマイモネコブセンチュウ密度の推移を第3表に示した. 薬剤処理前のサツマイモネコブセンチュウ密度は, 50頭/20g土壌前後であったが, 薬

剤処理によって密度が低下し, 防除効果は CP+D-D区およびダゾメット区で高かった. 処理1作目でサツマイモネコブセンチュウ密度を低く抑えた CP+D-D区およびダゾメット区においても, 処理2作目では密度が増加し, ネコブ指数が大きくなる傾向がみられた.

処理3作目 (2003年) のネギの生育は, 各処理区とも無処理区と同等となり, 薬剤の防除効果は認められなかった (第4表). クロタラリア区とネギ区のすき込み時のサツマイモネコブセンチュウ密度は大きく異なり, その増殖比は, クロタラリア区で平均 0.02, ネギ区で平均 2.38 であった

第6表 前作が次作のネギの生育, 収量およびネコブ指数に及ぼす影響 (2004)

試験区		生育				収穫		
		7月23日		9月15日		12月21日		ネコブ指数
2003年作付け	2001年防除	草丈 (cm)	新鮮重 (g/本)	草丈 (cm)	新鮮重 (g/本)	収量 (本・a ⁻¹) (kg・a ⁻¹)		
クロタラリア	CP+D-D	48.4	33.4	67.6	64.2	3483	457.6	17.5
	ダゾメット	50.1	31.0	65.0	63.7	3667	458.6	18.9
	オキサミル	48.9	32.7	64.0	58.4	3433	437.9	17.4
	無処理	50.7	34.0	62.9	60.4	3450	429.5	19.3
ネギ	CP+D-D	48.4	28.8	52.3	31.5	2667	227.6	71.4
	ダゾメット	48.6	29.6	55.7	37.4	2367	233.9	68.3
	オキサミル	45.7	28.6	56.0	39.1	2650	277.2	56.1
	無処理	49.4	27.7	52.5	33.8	2567	272.1	53.1
分散分析 ²	2003年作付け	NS	**	**	**	**	**	**
	2001年防除	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

²分散分析により, **は1%水準で有意差あり, NSは有意差なしを表す

(第5表).

2004年には, 前作が次作のネギの生育, 収量およびネコブ指数に及ぼす影響を調査した. 7月23日調査での新鮮重は, クロタラリア区で平均32.8g, ネギ区で平均28.7gとその差は4.1gであったが, 9月15日調査では, クロタラリア区で平均61.7g, ネギ区で平均35.5gとその差は26.2gとなり, 夏越し後に大きな差を生じた(第6表). サツマイモネコブセンチュウ密度は, ネギ区に比べクロタラリア区で低く抑えられていたが, 収穫時にはクロタラリア区でも100頭・20g⁻¹土壌以上の密度となった(第5表). 収穫時のネコブ指数は, クロタラリア区で平均18.3, ネギ区で平均62.2となり, クロタラリア区で防除効果が認められた. a当たりの収量(本数と重量)は, クロタラリア区で平均3508本と平均445.9kg, ネギ区で平均2563本と平均252.7kgと, クロタラリア区で多収となった(第6表).

考 察

ネギは低温性作物で光合成適温は15~20°Cであり(山崎ら, 1998), 夏場の高温期に生育が緩慢となる(位田ら, 1985; 西畑ら, 2000). 一方, サツマイモネコブセンチュウは高温を好み, 発生適温は24~37°Cと高く(吉田, 1992), ネギの生育が弱まる8~9月に発生が多くなることから被害が大きくなる(白岩ら, 2004). 弓浜砂丘地区のネギ圃場のネコブセンチュウの種類は, 一部アレナリアネコブセンチュウが検出されたものの, 大部分がサツマイモネコブセンチュウであったことから(白岩ら, 2005), サツマイモネコブセンチュウの防除対策が重要であると考えられる.

ネギの連作圃場における薬剤処理後の1作目は, 供試した3剤ともサツマイモネコブセンチュウ防除による増収が認められ, その防除効果は, オキサミル剤に比べてCP+D-D剤およびダゾメット剤が高かった. 土壌消毒剤であるCP+D-D剤とダゾメット剤を比較すると, 処理10日後

の土壌中のサツマイモネコブセンチュウ密度は, 両剤とも同等に低く抑えたが, 収穫時の密度は, CP+D-D剤で低く, ダゾメット剤が高かった. この要因として, 薬剤の種類による卵(卵囊)への効果を調べるため, 冬期に採取したサツマイモネコブセンチュウの卵囊を両剤の処理土壌中に埋設し, 処理後に回収し孵化させた. その結果, CP+D-D剤に比べダゾメット剤は孵化数が多くなった(白岩ら, 未発表). このことから, CP+D-D剤とダゾメット剤の防除効果が異なった要因の一つは, 卵囊への防除効果が異なったためと考えられる.

土壌消毒剤は, 硝酸化成菌の密度に影響を及ぼし, 処理直後は硝酸化成菌の密度が低下し硝酸化成が抑制され, 窒素肥料がアンモニア態窒素で土壌に残存するため肥料の流亡が少なく, その1か月後に硝酸化成菌が増加し肥効が高まることが知られている(三枝, 1993; 小野・矢野, 1993). 処理1作目の移植約50日後の生育が土壌消毒剤で良好となったことには, 窒素肥効の影響もあったと推察される. また, CP+D-D剤とダゾメット剤は, 萎凋病, 白絹病および軟腐病など夏場に発生するネギの土壌病害(竹内, 1999)の防除効果もあり, サツマイモネコブセンチュウと病原菌を同時に防除したことで増収したとも考えられる.

処理2作目でも, CP+D-D剤およびダゾメット剤は無処理区に対して増収効果が認められたが, 処理1作目に比べサツマイモネコブセンチュウ密度が増加しネコブ指数も大きくなり, 処理3作目では両剤とも防除効果は認められなかった. この結果からネギ栽培における土壌消毒剤の効果は, 処理2作目までであることが示唆された.

2003年のクロタラリア区とネギ区の栽培後のサツマイモネコブセンチュウの増殖比は, 前者で平均0.02, 後者で平均2.38となり, クロタラリア区で高い抑制効果が認められ, これまでの報告と一致する結果となった(北上ら, 1993; 白岩ら, 2005). 2004年のネギ収量は, ネギ区に比べクロタ

ラリア区で約 1.8 倍となり、ネギの連作圃場にクロタラリアを 1 作導入することで収量が大きく回復した。また、7 月 23 日調査でクロタラリア区とネギ区とのネギ生育の差はわずかであったが、夏を越した 9 月 15 日では大きな差となり、圃場で夏を越す作型で被害が大きくなるという指摘(白岩ら, 2004)を裏付ける結果となった。一方、2004 年のネギ収穫時には、クロタラリア区においてもサツマイモネコブセンチュウが 100 頭・20 g⁻¹ 土壌以上検出されており、2005 年に秋冬どりネギの栽培を行った結果、クロタラリア区の 2 作目では防除効果が認められなかった(データ省略)。

サツマイモネコブセンチュウとフザリウム菌との関連は、今日までさまざまな知見が蓄積(吉田, 1992)されており、トマトでは萎凋病(平野, 1983)、メロンではつる割病(並木・佐野, 1999)の抵抗性品種がネコブセンチュウの加害により感染が誘導されることが報告されている。ネギにおいて萎凋病の抵抗性品種は見つかっていないが、サツマイモネコブセンチュウ、萎凋病ともに夏場に発生が高まることから両者の複合的な感染が疑われる。著者ら(2005)は、ネギ幼苗へのサツマイモネコブセンチュウと萎凋病菌の同時接種を行った結果、単独接種に比べ同時接種で枯死株率が高くなる結果を得ている。本試験では、ネコブ指数が大きくなるほど収穫本数が少なくなる傾向となり、特に 2004 年の栽培でクロタラリア区に対し、ネギ区では約 30%の欠株が生じていると推定され、サツマイモネコブセンチュウと萎凋病の複合的な感染を示唆する結果となった。

対抗植物の効果は、植物寄生性センチュウの密度抑制以外にも、土壌への有機物投入、土壌微生物相の改善、集積塩類の除去、圃場の風食防止などがあり、緑肥作物として輪作に利用されてきた(橋爪, 1995; Quimby ら, 2002)。畑作物の連作圃場では、糸状菌および放線菌の菌数と活性が低下し、逆に土壌病原菌が増加することが指摘されており(成田, 1984)、ネギの連作圃場でも微生物相の単純化、病原菌の増加が起こっていると推察される。輪作・間作の耕種的防除の作用機構は、土壌微生物の量的および質的变化と拮抗微生物数の増加に伴い、拮抗作用が増強され病原菌の活動が抑えられることによるとされている(LaMondia ら, 2002; 渡邊, 1998)。エンバク野生種では、数種の土壌病害を軽減し得ることが報告され、土着の微生物群集による発病抑制が指摘されている(小長井ら, 2005; 佐久間ら, 2002)。また、クロタラリアは、マメ科の作物で根粒菌の着生は良く知られている(橋爪, 1995)。本試験では土壌微生物相等の調査は実施していないが、クロタラリアの作付けは、ネギの連作で単純化した微生物相に量的および質的变化を及ぼし、その結果として、次作のネギの生育が良好となったと推察される。

以上の結果、土壌消毒剤と対抗植物を組み合わせたサツマイモネコブセンチュウの防除は、ネギの安定多収のために有効であることが示された。本試験で実施した体系、つ

まり、1 年目はクロルピクリン + 1,3-ジクロロプロペン剤、またはダズメット剤による土壌消毒後にネギ栽培、2 年目はネギ栽培、3 年目は対抗植物のクロタラリアの栽培、4 年目はネギ栽培での圃場利用という栽培体系は有効であると考えられる。このように、本体系は 4 年サイクルと比較的長い期間で圃場管理することによって、土壌消毒剤を多投せず、さらに対抗植物の作付けによる収益面での問題を最小限に抑えた、サツマイモネコブセンチュウの防除法である。

摘 要

サツマイモネコブセンチュウによるネギ連作障害における土壌消毒剤と対抗植物を組み合わせた 4 年サイクルの防除法を確立した。1 作目は、薬剤処理(クロルピクリン + 1,3-ジクロロプロペン剤、ダズメット剤およびオキサミル剤)でサツマイモネコブセンチュウの密度が減少し、ネギの増収が認められた。防除効果は、土壌消毒剤(クロルピクリン + 1,3-ジクロロプロペン剤およびダズメット剤)で高かった。土壌消毒剤の防除効果は、処理後 2 作目まで認められた。3 作目にマメ科の対抗植物 *Crotalaria spectabilis* の栽培でサツマイモネコブセンチュウの密度が抑制され、次作のネギは多収となった。本試験で実施した 4 年サイクルの体系は、土壌消毒剤と対抗植物を組み合わせることで、対抗植物の作付けによる収益面での問題を最小限に抑え、土壌消毒剤を多投しないサツマイモネコブセンチュウの防除法であり、ネギでの安定多収に有効な技術であると考えられる。

謝 辞 本研究を実施するにあたり、九州農業研究センターの岩堀英晶博士に PCR-RFLP 法によるセンチュウ類の同定をご指導頂きました。本研究をまとめるにあたり、鳥取大学農学部の板井章浩博士、鳥取県園芸試験場の伊澤宏毅博士にご助言頂きました。ここに記して篤くお礼を申し上げます。

引用文献

- 近岡一郎. 1983. キタネグサレセンチュウによる作物被害と防除に関する研究、特に対抗植物の利用について。神奈川総農試研報. 125: 1–72.
- Harris, T. S., L. J. Sandall and T. O. Powers. 1990. Identification of single *Meloidogyne* juveniles by polymerase chain reaction amplification of mitochondrial DNA. *J. Nematol.* 22: 518–524.
- 橋爪 健. 1995. 緑肥を使いこなす. p. 10–129. 農文協. 東京.
- 平野和弥. 1983. トマトにおけるネコブセンチュウと萎ちょう病菌との複合病因による疾病論的考察. 千葉大園学報. 32: 129–206.
- 位田晴久・山崎 篤・浅平 端. 1985. ネギ品種の高温伸長性について. 園学要旨. 昭 60 春: 180–181.
- 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(熊本権・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.
- 北上 達・大久保憲秀・山本敏夫. 1993. *Crotalaria spectabilis* を対抗植物としたサツマイモネコブセンチュウの防除技術. 三重農技セ研報. 21: 13-20.
- 古賀成司・古閑孝彦. 1981. ネコブセンチュウの耕種的防除法に関する研究. 熊本農試研報. 7: 51-90.
- 小長井健・坂本一憲・宇佐見俊行・雨宮良幹・宍戸雅弘. 2005. エンバク野生種の栽培・すき込みが土着微生物相とトマト土壌病害発生に及ぼす影響. 日植病報. 71: 101-110.
- LaMondia, J. A., W. H. Elmer, T. L. Mervosh and R. C. Cowles. 2002. Integrated management of strawberry pests by rotation and intercropping. *Crop. Prot.* 21: 837-846.
- 松井誠二. 1993. 新センチュウ対抗植物「ネマキング」の特性と上手な使い方. 牧草と園芸. 41: 18-22.
- 三枝敏郎. 1993. センチュウおもしろ生態とかしこい防ぎ方. p. 45-103. 農文協. 東京.
- 水久保隆之. 2000. 最近の線虫研究の動向と線虫問題. 植物防疫. 54: 11-22.
- 水久保隆之・清水 啓・相場 聡・伊藤賢治・奈良部孝. 2004. サツマイモネコブセンチュウ防除に及ぼす市販線虫対抗植物の持続効果並びに対抗植物と線虫天敵細菌 *Pasteuria penetrans* との組み合わせ効果の検討. 中央農研研報. 4: 1-16.
- 百田洋二・佐野善一・皆川 望. 2003. ネグサレセンチュウ類・ネコブセンチュウ類. 日本農業害虫大辞典. p. 288. 全国農村教育協会. 東京.
- 並木史郎・佐野善一. 1999. サツマイモネコブセンチュウの介在によるウリ科植物へのメロンつる割病菌の感染誘導. 九病虫研会報. 45: 132.
- 成田保三郎. 1984. 網走地方の黒色火山性土における連・輪作畑の土壌微生物特性と連作障害の要因解明およびその対策に関する研究. 北海道農試報. 50: 1-44.
- 西畑秀次・松本美枝子. 2000. ネギの生育に合わせた肥効調節型肥料による窒素供給. 園学雑 69 (別 2): 398.
- 小野 忠・矢野輝人. 1993. 土壌消毒が土壌微生物相と野菜の生育に及ぼす影響. 大分農技セ研報. 23: 89-114.
- Quimby, P. C., L. R. King and W. E. Grey. 2002. Biological control as a means of enhancing the sustainability of crop/land management systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 88: 147-152.
- 佐久間 太・前田征之・横山和成・橋爪 健. 2002. 野生エンバクの緑肥施用によるアズキ落葉病の防除. 日植病報. 68: 203.
- 佐野善一. 2001. 線虫防除における対抗植物の利用. 農業技術. 56: 25-29.
- 佐野善一・水久保隆之・相場 聡. 2004. 線虫学実験法. p. 87-95. 日本線虫学会. つくば.
- 白岩裕隆・鹿島美彦・山下 聡. 2004. サツマイモネコブセンチュウの薬剤防除がネギの収量に及ぼす影響. 近畿中国四国農研. 4: 8-12.
- 白岩裕隆・鹿島美彦・井上 浩・山下 聡・船原みどり・小西 実. 2005. センチュウによるネギ連作障害, 並びに対抗植物のサツマイモネコブセンチュウ密度抑制効果. 近畿中国四国農研. 7: 12-17.
- 竹内妙子. 1999. 重要病害. 農業技術体系野菜編 8-①. p. 278. 農文協. 東京.
- 上田康郎・渡辺 健. 1997. 線虫対抗植物等の輪作および生態的手法によるかんしょのネコブセンチュウ防除. 茨城農総セ農研報告. 4: 27-37.
- 渡邊恒雄. 1998. 植物土壌病害の事典. p. 232-238. 朝倉書店. 東京.
- 山崎 篤・田中和夫・中島規子・米山忠克. 1998. ネギの花成における炭素および窒素栄養とその動態(第1報) ネギの光合成特性について. 園学雑. 67 (別 2): 116.
- 吉田睦浩. 1992. サツマイモネコブセンチュウ. 線虫研究のあゆみ. p. 133-137. 日本線虫研究会. つくば.