

## 鹿児島市内で購入した市販園芸培養土の土壌特性とネコブセンチュウ混入の有無

赤木 功\*・富田莉那・樗木直也

鹿児島大学農学部植物栄養・肥料学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

### The Presence or Absence of Root-Knot Nematodes in Commercial Culture Soils Purchased at Kagoshima city

Isao Akagi\*, Rina Tomita and Naoya Chishaki

Laboratory of Plant Nutrition and Fertilizer, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065

#### Summary

We analyzed fundamental soil properties of commercial culture soils purchased at Kagoshima city, and investigated the presence or absence of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in them. The water content, pH and electric conductivity (EC) of the commercial culture soils ranged from 0.06-0.62 (median: 0.47) kg kg<sup>-1</sup>, from 3.1 to 8.5 (median: 6.4) and from 0.009 to 10.8 (median: 0.663) dS m<sup>-1</sup>, respectively. *Meloidogyne* spp. was not found in the nematodes separated from commercial culture soils by Baermann funnel technique. The galls were not found at tomato roots grown in commercial culture soils on bioassay. Thus, it was concluded that the commercial culture soils analyzed in this study were safe agricultural material without causing crop damage by root-knot nematodes.

**Key Words:** Baermann funnel technique, bioassay with young tomato plants, commercial culture soils, root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.), soil property.

キーワード：バールマン法, 土壌特性, ネコブセンチュウ (*Meloidogyne* spp.), 市販培養土, トマト幼植物による生物検定

#### 緒言

植物寄生性線虫の一つであるネコブセンチュウ (*Meloidogyne* spp.) は、我が国において多くの農作物に対して被害を及ぼしている難防除病害虫として知られている。九州地方においてもサツマイモ、サトイモ、ウリ科果菜類 (キュウリ, メロン, ニガウリなど), ナス科果菜類 (トマト, ナス, ピーマンなど) などの多品目にわたる農作物でネコブセンチュウによる被害が深刻な問題となっている (岩堀・上杉, 2013; 古賀, 1992)。

ネコブセンチュウの土壌中における動きは非常に緩慢であり、線虫自身による移動性は極めて限られている (奈良部・稲垣, 1992)。しかしながら、ネコブセンチュウをはじめとする多くの有害線虫が圃場、地域、あるいは国境を超えて、分布域を拡大していることが報告されている。例えば、その国内での事例として、これまでサツマイモネコブセンチュウ (*M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood) の分布が確認されていなかった北海道の施設トマト、キュウリ栽培において発見された事例 (水越, 1997) が挙げられる。このような、有害線虫の

伝搬は一般に人為的な手段、例えば、有害線虫に汚染された種苗や農業資材、また汚染土壌が付着した農業機械、運搬容器、生産者の靴・衣類からの持ち込み等が関与していると考えられている (奈良部・稲垣, 1992)。しかしながら、日常の作物生産活動におけるこのような有害線虫の人為的移動の可能性については、未だ十分な調査がなされていない。

圃場へ持ち込まれる機会の多い農業資材の一つとして園芸培養土があげられる。従来、育苗床土などの園芸培養土は生産者がそれぞれ自家作製することが多かったが、最近では、多種多様の園芸培養土が市販されるようになり、これらを利用する機会も増えてきている。本研究では、市販の園芸培養土によるネコブセンチュウの伝搬の可能性を検証するための一知見を得ることを目的として、鹿児島市内で販売されている園芸培養土およびその他土壌改良資材の基本的な土壌特性 (水分含有率, pHおよび電気伝導率) を調査するとともに、これらにネコブセンチュウが混入していないか、その存在の有無について調査を行った。

#### 材料および方法

鹿児島市内のホームセンターから購入した園芸培養土

2016年9月15日 受付日

2016年10月29日 受理日

\*Corresponding author. E-mail: akagi046@chem.agri.kagoshima-u.ac.jp

(配合土およびその他土壌改良資材) 18種類を供試した。園芸培養土の内訳は、配合土 8 種類 (それぞれ製造メーカーの異なるものを選定)、その他土壌改良資材 9 種類 (腐葉土、ピートモス、川砂、ケト土、桐生砂、家畜ふん堆肥、有機性資材) である。これら園芸培養土は購入後、調査前まで直射日光の当たらない涼しいところで保管した。

供試材料の水分含有率、pHおよび電気伝導率 (以下、EC) は常法に従って測定した。すなわち、水分含有率は加熱減量法 (今井ら, 1988)、pHは水抽出 (1:2.5) によるガラス電極法 (亀和田, 1997a)、ECは 1:5 水抽出法 (亀和田, 1997b) によりそれぞれ測定した。

ネコブセンチュウ混入の有無は、ベールマン法による分離・計数およびトマトを用いた生物検定によって検証した。ベールマン法は供試材料20gを室温 (冬季は室温 20℃以上に維持) で 3 日間静置することで線虫を分離した (佐野, 2014)。分離された線虫は顕微鏡下でネコブセンチュウとそれ以外の線虫に分けて計数した。トマトによる生物検定は以下のとおりに行った。各供試材料を充填したポリポット (直径 9 cm) にトマト (品種: プリッツ) 幼苗を定植し、鹿児島大学農学部附属農場内のガラス温室内 (加温装置を用いて最低気温18℃以上で管理) で栽培した。定植60日後にトマト苗を掘り上げ、根に付着した土壌を洗浄した後、根こぶの形成程度を 5 段階根こぶ形成程度別基準 (0:根こぶなし、1:根こぶがわずかに認められるが、被害は目立たない、2:一見

して根こぶが認められる。大きな根こぶやつながった根こぶは少ない。3:大小の根こぶが多数認められる。根こぶに覆われて太くなった根も認められるが、根域全体の50%以下。4:多くの根が根こぶだらけで太くなっている) を基に判定した (上田, 2014)。また、陽性対照として、ネコブセンチュウ被害が発生している鹿児島大学附属農場内の圃場 (汚染圃場) から採取した土壌についても同様の試験を実施した。以上のベールマン法による分離・計数は 3 反復、トマトを用いた生物検定は 2 反復ずつ行った。

## 結果および考察

### 1. 市販園芸培養土および土壌改良資材等の土壌特性

供試した市販園芸培養土の土壌特性を第 1 表に示した。園芸培養土の水分含有率は、0.06~0.72 (中央値: 0.47) kg kg<sup>-1</sup> の範囲にあり、川砂を除けばいずれも 0.3kg kg<sup>-1</sup> 以上の水分含有率を保持していた。pHは3.1~8.5 (中央値: 6.4) の範囲にあり、ピートモスが最も低く、家畜ふん堆肥が最も高い値を示した。一方、ECは0.009~10.8 (中央値: 0.332) dS m<sup>-1</sup> の範囲にあり、ピートモスが最も低く、家畜ふん堆肥が最も高い値を示した。

配合土は、その他土壌改良資材とは異なり、そのまま単独で使用されることが想定される。そこで 8 種類の配合土について注目してみると、pH: 4.1~7.4、EC: 0.229~1.94 dS m<sup>-1</sup> の比較的幅広い範囲にあり、製品によって

第 1 表 供試した市販培養土の基本的土壌特性

園芸培養土の種類	水分含有率 (kg kg <sup>-1</sup> )	pH	EC (dS m <sup>-1</sup> )	内 容 物
配合土				
配合土 A	0.54	5.5	0.299	土壌 (黒土), ピートモス, 木炭, パーライト, バーク堆肥
配合土 B	0.38	5.3	0.573	土壌 (黒土, 赤土), バーク, 軽石 (ボラ)
配合土 C	0.50	6.1	1.88	バーク堆肥, 家畜ふん堆肥, 軽石 (ボラ)
配合土 D	0.47	5.1	1.13	土壌, バーク堆肥, ピートモス, ココヤシピート
配合土 E	0.44	7.4	0.752	土壌, 軽石 (ボラ), 家畜ふん堆肥, バーク
配合土 F	0.46	6.8	1.94	バーク堆肥, 軽石 (ボラ)
配合土 G	0.42	6.8	1.06	軽石 (ボラ), 家畜ふん堆肥, ピートモス, パーライト, パーミキュライト
配合土 H	0.47	7.1	0.402	土壌 (赤玉土), バーク堆肥, 軽石 (ボラ), ピートモス, ココヤシピート パーライト, 木炭
配合土 I	0.41	4.1	1.61	ココヤシピート, 石炭灰
その他土壌改良資材				
腐葉土 A	0.56	7.6	0.523	-
腐葉土 B	0.62	5.5	0.112	-
ピートモス	0.35	3.1	0.175	-
川砂	0.06	7.1	0.009	-
ケト土	0.72	5.2	0.332	-
桐生砂	0.32	6.0	0.013	-
豚ふん堆肥	0.51	8.5	7.56	豚ふん堆肥, バーク
牛ふん堆肥	0.43	7.7	10.8	牛ふん堆肥, おがくず
有機性資材	0.47	6.6	4.16	バーク堆肥, パーライト, パーミキュライト

ばらつきがあることが認められた。このことは、これら配合土の使用にあたっては栽培作物の特性を考慮し、それに適合した製品を選択する必要があることを示している。植え付け時におけるECの適正值は土壤型によって異なってくるものの、一般的には $0.8 \text{ dS m}^{-1}$ を超えない程度が目安とされている（加藤，1996）。いくつかの製品はECが $1.5 \text{ dS m}^{-1}$ を超えており、このような配合土を用いる場合、栽培する作物種によっては注意を払う必要がある。なお、製造メーカーによる表示および著者らの観察によれば、配合土は土壤（黒土，赤土，赤玉土），軽石（ボラ），パーライト，パーミキュライト，石炭灰等の鉱物質資材の他，パークないしパーク堆肥，ピートモス，木炭，ココヤシピート，家畜ふん堆肥等の動植物質資材などが配合されていた（第1表）。今回は分析を行っていないが、これらの配合組成および比率は多様であることから、保水性，排水性といった物理性についても製品によって大きな違いがあるものと予想される。

2. 市販園芸培養土におけるネコブセンチュウ混入の有無  
ベールマン法および生物検定によって得られた結果を第2表に示した。

ベールマン法によって市販園芸培養土から分離された総線虫密度は，土壤20gあたり0～25,515（中央値：2,301）頭と極めて幅広い範囲にあった。砂質の鉱質系資材からなる川砂および桐生土からは線虫がまったく検出されなかった。また，泥炭由来の資材であるピートモスやケト土も土壤中密度が低い傾向にあり，それぞれ43頭，121頭であった。一方，配合土C，配合土Fおよび配合土Gは5,000頭を超える線虫が検出された。自活性線虫は土壤環境における物質循環に大きく関与しており（Ferrisら，1998；Inghamら，1985；岡田，2002），それらは土壤病害虫の活動性に少なからず影響を及ぼし，ある特定の病害虫の異常な繁殖を抑制する働きがあるとも考えられている（Ishibashi・Choi，1991；Khan・Kim，2007；Naharら，2006）。

一方，市販園芸用培養土からベールマン法によって分

第2表 ベールマン法による線虫密度の測定およびトマト幼植物による生物検定の結果

	ベールマン法			生物検定
	線虫密度 <sup>2</sup>			根こぶ形成程度 <sup>3</sup>
	総線虫	<i>Meloidogyne</i> spp.		
配合土				
配合土 A	1,958 ± 54	0	0	0
配合土 B	280 ± 71	0	0	0
配合土 C	25,515 ± 2,019	0	0	0
配合土 D	1,671 ± 897	0	0	0
配合土 E	1,241 ± 425	0	0	0
配合土 F	6,270 ± 1,202	0	0	0
配合土 G	7,356 ± 782	0	0	0
配合土 H	4,525 ± 669	0	0	0
配合土 I	2,301 ± 184	0	0	0
その他土壤改良資材				
腐葉土 A	2,827 ± 109	0	0	0
腐葉土 B	1,762 ± 293	0	0	0
ピートモス	43 ± 8	0	0	0
川砂	0	0	0	0
ケト土	121 ± 14	0	0	0
桐生砂	0	0	0	0
豚ふん堆肥	2,344 ± 101	0	0	0
牛ふん堆肥	470 ± 114	0	0	0
有機性資材	657 ± 65	0	0	0
陽性対照				
汚染土壌 <sup>4</sup>	1,316 ± 419	33 ± 15	15	3.0

<sup>2</sup> 土壤20g当たり線虫頭数（平均値±標準誤差，n=3）

<sup>3</sup> 0：根こぶなし。1：根こぶがわずかに認められるが，被害は目立たない。2：一見して根こぶが認められる。大きな根こぶやつながった根こぶは少ない。3：大小の根こぶが多数認められる。根こぶに覆われて太くなった根も認められるが，根域全体の50%以下。4：多くの根が根こぶだらけで太くなっている。2反復の平均値。

<sup>4</sup> ネコブセンチュウ汚染圃場から採取した土壌

離された線虫の中にネコブセンチュウは検出されなかった。ベールマン法による線虫の分離効率は必ずしも高いものではなく、本法によるサツマイモネコブセンチュウの分離効率は直接検鏡法による検出数の25%程度（分離期間3日の場合）であるとの報告もある（皆川，1977）。したがって、ベールマン法で得られた本結果から、供試した園芸用培養土にネコブセンチュウは全く存在しなかったと結論づけることはできない。しかし、ベールマン法により土壌20gあたり未検出という結果は、北海道で設定されているキュウリおよびトマトのネコブセンチュウに対する要防除水準（土壌25gあたり2頭以上）（日本植物防除協会online）を下回っており、園芸培養土として十分に適切であるといえる。

また、トマト幼植物を用いた生物検定においても、いずれの市販園芸培養土もネコブセンチュウによる根こぶの形成は観察されなかった。したがって、少なくともこれらの園芸培養土には、作物根に侵入して根こぶを形成するような活動性を持ったネコブセンチュウは存在していなかったと推定される。なお、土壌20gあたり33頭のネコブセンチュウ密度（ベールマン法による計数值）を有する汚染圃場の土壌も同様に生物検定を行ったが、この陽性対照では大小の根こぶが多数着生していること（根こぶ形成程度：3.0）が観察されたことから、今回の生物検定はネコブセンチュウによる影響を十分に評価できているものであったと考えられる。

以上のように、鹿児島市内のホームセンターで購入した全18種類の市販園芸培養土から植物寄生性線虫であるネコブセンチュウは確認されず、これらの園芸培養土はネコブセンチュウによる作物被害が発生する可能性のない安全な農業資材であることが示された。また、一部の市販培養土からは5,000頭を超える線虫が検出された。本研究ではネコブセンチュウ以外の線虫種については、識別・同定を行っていないので十分に議論することはできないが、このような高い総線虫密度は作物栽培に対してプラスの影響を及ぼすことはあっても、マイナスの作用を示す可能性は小さいものと考えられる。今回調査した市販園芸培養土は主として一般家庭で園芸利用されることが想定されるが、このような有害線虫等を含まない農業資材の供給は、地域への有害線虫の拡散を防ぐためにも重要である。

## 要 約

鹿児島市内で販売されている園芸培養土の基本的な土壌特性を明らかにするとともに、ネコブセンチュウの混入の有無について調査を行った。供試した園芸培養土の水分含有率、pHおよび電気伝導率（EC）は、それぞれ0.06~0.72（中央値：0.47）kg kg<sup>-1</sup>、3.1~8.5（中央値：6.4）および0.009~10.8（中央値：0.332）dS m<sup>-1</sup>の範囲にあった。園芸培養土からベールマン法によって分離された線虫の中にネコブセンチュウは検出されなかった。また、トマト幼植物を用いた生物検定においても、いずれの園

芸用培養土もネコブセンチュウによる根こぶの形成は観察されなかった。これらのことから、今回調査した園芸培養土は、ネコブセンチュウによる作物被害が発生する可能性のない安全な園芸培養土であると結論づけられた。

## 引用文献

- Ferris, H., R.C. Venette, van der Meulen and S.S. Lau. 1998. Nitrogen mineralization by bacterial-feeding nematodes: verification and measurement. *Plant and soil* 203: 159-171.
- 今井次郎・三弊正巳・山添文男・吉田信雄・越野正義・藤井国博・三輪睿太郎. 1988. 一般水分. p.20-23. 越野正義編. 第二改訂詳細肥料分析法. 養賢堂. 東京.
- Ingham, R.E., J.A. Trofymow, E.R. Ingham and D.C. Coleman. 1985. Interactions of bacteria, fungi, and their nematode grazers: effects on nutrient cycling and plant growth. *Ecological Monographs* 55: 119-140.
- Ishibashi, N. and D.R. Choi, 1991. Biological control of soil pests by mixed application of entomopathogenic and fungivorous nematodes. *Journal of Nematology* 23: 175-181.
- 岩堀英晶・上杉謙太. 2013. ネコブセンチュウ, ネグサレセンチュウ, シストセンチュウの重要種. p.13-21, 有害線虫総合防除マニュアル, 九州沖縄農業研究センター. 熊本.
- 亀和田國彦. 1997a. pH. p.195-197. 土壌環境分析法編集委員会編. 土壌環境分析法. 博友社. 東京.
- 亀和田國彦. 1997b. 電気伝導率（EC）（1：5水浸出法）. p.202-204. 土壌環境分析法編集委員会編. 土壌環境分析法. 博友社. 東京.
- 加藤哲郎. 1996. 土壌の化学性の診断方法と基準. p.87-112, 藤原俊六郎・安西徹郎・加藤哲郎著. 土壌診断の方法と活用. 農文協. 東京.
- Khan, Z. and Y.H. Kim. 2007. A review on the role of predatory soil nematodes in the biological control of plant parasitic nematodes. *Applied Soil Ecology* 35: 370-379.
- 古賀成司. 1992. 九州の線虫. p.330-333. 中園和年編. 線虫研究の歩み. 日本線虫研究会. 筑波.
- 皆川 望. 1977. ベールマン法および二重遠心浮遊法による線虫分離効率. 日本応用動物昆虫学会講演要旨 21: 44.
- 水越 亨. 1997. 北海道の施設に発生するサツマイモネコブセンチュウ. *日本線虫学会誌* 27: 81-82.
- Nahar, M.S., P.S. Grewal, S.S. Miller, D. Stinner, B.B. Stinner, M.D. Kleinhenz, A. Wszelaki and D. Doohan. 2006. Differential effects of raw and composted manure on nematode community, and its indicative value for soil microbial, physical and chemical properties. *Applied Soil Ecology* 34: 140-151.
- 奈良部 孝・稲垣春郎. 1992. 植物寄生性線虫の移動・

- 分散と分布拡大, p.82-86. 中園和年編. 線虫研究の歩み. 日本線虫研究会. 筑波.
- 日本植物防疫協会. 都道府県が設定している要防除水準(野菜). ([http://www.jppn.ne.jp/jpp/bouteq/bojosuijun\\_data/yasai.pdf](http://www.jppn.ne.jp/jpp/bouteq/bojosuijun_data/yasai.pdf): 2016年7月閲覧)
- 岡田浩明. 2002. 土壤生態系における線虫の働き - 特に無機態窒素の動態への関わり -. 根の研究 11: 3-6.
- 佐野善一. 2014. ベールマン法. p. 192-193. 水久保隆之・二井一禎編. 線虫学実験. 京都大学学術出版会. 京都.
- 上田康郎. 2014. ネコブセンチュウ被害評価法. p. 227-232. 水久保隆之・二井一禎編. 線虫学実験. 京都大学学術出版会. 京都.