

# サツマイモネコブセンチュウに対するアワユキセンダングサ ( *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Scherff. ) 煮沸抽出液の異なる土壌における防除効果と土壌微生物相に及ぼす影響

誌名	土と微生物
ISSN	09122184
著者名	田場, 聡 島袋, 由乃 安次富, 厚 諸見里, 善一
発行元	土壌微生物研究会
巻/号	64巻2号
掲載ページ	p. 95-100
発行年月	2010年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 原著論文

サツマイモネコブセンチュウに対する  
アワユキセンダングサ (*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Scherff.) 煮沸抽出液の  
異なる土壌における防除効果と土壌微生物相に及ぼす影響

田場 聡・島袋由乃・安次富厚・諸見里善一\*

琉球大学農学部, 〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原1

The effects of boiled extracts of *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Scherff. in  
controlling the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White)  
Chitwood, and on soil microflora in differing soils

Satoshi Taba, Yoshino Shimabukuro, Atsushi Ajitomi and Zen-ichi Moromizato \*

Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, 1 Senbaru Nishihara, Okinawa 903-0213, Japan

The effects of boiled extracts of *Bidens pilosa* var. *radiata* on the control of *Meloidogyne incognita* and soil microflora in three differing Okinawan soils (*Kunigami mahji*, *Shimajiri mahji* and *Jyagaru*) were evaluated. In all soil types, root-knot formation and the population density of *M. incognita* were highly suppressed. In addition, the above-ground tissues of tomato plants grown in all three soils treated with a stock solution of *B. pilosa* extract increased significantly. The plant extracts did not have an appreciable effect on reducing the number of soil microorganisms, including free-living nematodes and did not change the composition of soil microflora. Thus, this study demonstrated that boiled extracts from *B. pilosa* var. *radiata* can significantly control nematodes in differing soil types, whereas the effect of the extract on other soil microorganisms is small.

**Key words** : *Bidens pilosa* L. var. *radiata*, *Meloidogyne incognita*, allelopathy, control, soil microflora

## 1. はじめに

アレロパシーとは、元来「ある植物から放出される化学物質が他の植物に阻害あるいは促進作用などの何らかの影響を及ぼす現象」と定義され (Molisch, 1937), 他感作用とも呼ばれている。古くから、アカマツ (*Pinus densiflora* Siebold & Zucc.) 由来の水滴は樹下の草を枯らし、作物に有害であることが知られ (Lee and Monsi, 1963), 海草から樹木にいたる多くの植物がこのような作用を有することが知られている (Silamar and Leandro, 2004)。広義では「植物、微生物、動物などの生物により同一個体外に放出される化学物質が、同種の生物を含む他の生物個体における発生、生育、行動、栄養状態、健康状態、繁殖力、個体数、あるいはこれらの要因となる生理・生化学的機構に対して何らかの作用や変化を引き起こす現象」と定義されている (藤井, 2000)。近年このようなアレロパシー作用を利用した除草や病虫害防除に関する研究が試みられ、特に植物自体や植物由来成分を活用した研究を挙げれば枚挙に遑がない (藤井, 2000; Silamar and Leandro, 2004; Rice, 1984)。

近年では自然志向の高まりから、合成農薬に代わりアレ

ロパシー植物あるいはアレロパシー物質の農業への利用が注目されている (山村・長谷川, 2005)。Taba *et al.* (2008) は、植物寄生性線虫の1種である、サツマイモネコブセンチュウ (*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood) に対して環境低負荷型の防除技術を開発するために、キク科雑草であるアワユキセンダングサ (*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Scherff.) の煮沸抽出液を用いて、本線虫に対する抗線虫活性を評価した結果、高い殺虫作用に加え、不動化、忌避および孵化阻害作用を有することを明らかにした。また本植物から得られた抽出液を用いた土壌灌漑、種子浸漬処理および本植物抽出液を吸着させた担体や乾燥細断物を土壌混和した場合には、ネコブセンチュウによるトマトの被害が軽減される一方で、主要な栽培作物に対して生育阻害作用を示さないことも明らかとなっている (田場ら, 2008; Taba *et al.*, 2010)。

本研究では、サツマイモネコブセンチュウに対するアワユキセンダングサ煮沸抽出液の異なる土壌における防除効果と自活性線虫を含めた土壌微生物に及ぼす影響について検討を行った。

## 2. 材料および方法

### 1) 抽出液の作製

乾熱滅菌機 (100℃, 2時間) で乾燥させた開花期のア

2010年2月26日受付・2010年5月31日受理

\* Corresponding author.

E-mail: b986087@agr.u-ryukyuu.ac.jp

ワユキセンダングサ（根を除く）を剪定鋏を用いて約2 cmに細断し、ミキサー（SKP-B701SF, タイガー製）を用いて粉碎した。500 ml 容量ビーカーに細断物 10 g あたり 50 ml の蒸留水を加え葉さじで十分に混合し、ラップフィルムおよびアルミホイルで蓋をした。これを30分間煮沸した後室温で冷却してガーゼに包み、圧搾して得られた粗抽出液を遠心分離（3,000 rpm, 5分間）し、その上澄みを濾過（ADVANTEC No2）したものを原液とした。また10倍希釈液は滅菌水を用いて作製した。

## 2) 供試土壌

国頭マージ（母岩：国頭礫層, pH 4.9）は沖縄県名護市字名護から、鳥尻マージ（母岩：琉球石灰岩, pH 8.0）は読谷村字座喜味から、ジャーガル（泥炭岩, pH 8.5）は中城村字北上原から採取した土壌を供試し、各土壌は人為的影響の少ない原野から採取したものをを用いた。各土壌に含まれる植物残渣を除去し、篩（網目1×1 mm）にかけ、これに元肥として有機肥料（商品名：みのり, 北中有機肥料有限会社, N:P:K = 1,140:1,416:1,398 mg/ポット）を3t/10a換算（1/5,000 a ワグネルポットあたり60 g）で混和したものを実験に供試した。

## 3) ポット試験

未滅菌の各供試土壌を1/5,000 a ワグネルポット（畑作用）に2.5 kg 充填し、十分に灌水して1週間静置した。ミニトマト「ちびっこ」（*Lycopersicon esculentum* Mill.）（丸種株式会社）で継代飼育したサツマイモネコブセンチュウの卵のうを滅菌水中で孵化させて得られた2期幼虫を用いて1ポットあたり約1,000頭（10 ml）に調整したサツマイモネコブセンチュウ浮遊液を接種し、約5 cm（2週間生育）のミニトマト「ちびっこ」の苗を定植した。定植後直ちに各濃度（原液および10倍希釈液）に調整したアワユキセンダングサ抽出液を、ポット当たり1日30 ml, 3日間連続して灌注処理（計90 ml）を行った。対照区として薬剤および無処理区を設置した。薬剤区はホスチアゼート粒剤（商品名：ネマトリンエース粒剤, 成分1.5%, 石原産業株式会社）を15 kg/10a換算（1/5,000 a ワグネルポットあたり0.3 g）で定植時に各供試土壌に全面混和した。無処理区は、線虫無接種（無処理区Ⅰ）および線虫接種区（無処理区Ⅱ）を設置した。栽培は接種線虫が成熟し次世代を形成するのに十分な期間である45日間とし、国頭マージは2008年5月5日から6月19日、鳥尻マージは2008年5月12日から6月26日、ジャーガルは2008年5月27日から7月11日とした。

栽培終了後、植物体を掘り起こし、草丈(cm), 地上部重(生重g)および根重(生重g)を計測した。実験は5反復行った。根こぶ程度は、0から4の5段階（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っていない, 3：こぶが多く連っている, 4：こぶがほとんど連って細根がない）に中間値を設けた9段階で評価（線虫学実験法編集委員会編, 2004a）し、5反復の平均値を算出した。土壌中の線虫密度は、各処理区（5反復/処理）から、採取前に土壌を十分に混和し、それぞ

れ土壌を小型スコップ3杯分（約1 kg）採取して十分に混和し、各土壌20 gを用いてベルマン法（線虫学実験法編集委員会編, 2004b）により線虫を分離し、サツマイモネコブセンチュウおよび自活性線虫それぞれについて計数した。実験は3反復行なった。

## 4) 土壤微生物の分離・同定

ポット試験終了後、各処理区の土壌をポット当たりそれぞれ小型スコップ3杯分（約1 kg）を採取し十分に混和した後に定法の希釈平板法により土壌中の細菌および糸状菌の分離を行った。なお本実験の無処理区は無処理区Ⅱ（抽出液無処理, 線虫接種）のみ調査を行った。供試培地は、細菌分離用としてアルブミン培地（エッグアルブミン0.25 g, グルコース1 g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>0.5 g, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O0.2 g, Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>痕跡, 寒天15 g, 蒸留水1,000 ml, pH 6.8）、糸状菌分離用としてMartin培地（KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>1 g, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O0.5 g, ペプトン5 g, グルコース10 g, ローゼベンガル0.033 g, 寒天20 g, 蒸留水1,000 ml, pH 6.8）を使用した。

細菌のグラム染色は3%KOHを用いた簡易識別（脇本編, 1993）により行なった。指示菌は*Bacillus* sp. (RB5株), *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi, Kosako, Yano, Hotta and Nishiuchi (NK1株) を供試した。糸状菌は分生子形成様式および形態の特徴から属レベルの同定を行なった。なお同定は、渡邊（1997）およびBarnet and Hunter (1987)を用いて行った。なお各処理区の菌数はlog変換後に統計処理を行った。また菌相調査は各土壌において複数のプレートから無作為に分離した50菌株を供試した。

## 3. 結 果

### 1) ポット試験

未滅菌の国頭マージ, 鳥尻マージおよびジャーガル土壌を用いてアワユキセンダングサ抽出液原液および10倍希釈液を灌注処理した場合、国頭マージにおけるトマトの生育は、原液処理区では、地上部重が無処理区Ⅰ（抽出液無処理, 線虫無接種区）およびⅡ（抽出液無処理, 線虫接種区）と比較して有意に増加し、草丈および根重は無処理区Ⅱに比べ有意に増加した。また10倍希釈液区では、地上部重のみ無処理区Ⅱに比べ有意な増加が認められた（表1）。鳥尻マージにおいても原液処理区で生育量が増加し、草丈および地上部重では無処理区ⅠおよびⅡ, 根重においては無処理区Ⅱと比較して有意に増加した。また10倍希釈液区では、地上部重のみ無処理区Ⅱに比べ有意な増加が認められた（表1）。ジャーガル区では、無処理区Ⅱは、栽培終了までに全株が枯死した。また原液処理区では地上部重および根重が無処理区Ⅰに比べ有意に増加した。10倍希釈液区では、草丈のみ無処理区Ⅰに比べ有意な減少が認められた（表1）。

線虫抑制効果については、全供試土壌の原液処理区において、根こぶ程度が0~0.4, 土中のサツマイモネコブセンチュウ密度も0と著しく低下し、ホスチアゼート粒剤処理区と同等であった（表1）。また10倍希釈液区は原液処理には劣るが、3種土壌においてそれぞれ根こぶが1.8~

2.1, サツマイモノコブセンチュウ密度が0.7~7.0と高い抑制効果を示した(表1)。一方, 原液処理区の自活性線虫数は, 国頭マージおよびジャーガルでは, 無処理IおよびII区と比較して有意な差は認められなかったが, 鳥尻マージの10倍希釈液区では無処理区Iに比べ有意に減少した(表1)。

2) 土壤微生物に及ぼす影響

国頭マージでは, 抽出液を処理することにより細菌および糸状菌数が無処理区II(抽出液無処理, 線虫接種)と比較して有意に増加し, 鳥尻マージでは, 原液処理区の細菌数が無処理区に比べ有意に増加したが, 糸状菌数においては全処理区間で差は認められなかった。またジャーガルでは, 鳥尻マージ区と同様, 原液処理区において細菌数が有意に増加したが, 糸状菌数に差は認められなかった(表2)。

細菌相を調査した結果, 国頭マージでは, 全処理区においてグラム陽性菌に比べてグラム陰性菌が多く検出されたが, 処理間における各細菌の割合に有意な差は認められなかった。鳥尻マージでは, 抽出液処理区はいずれも70, 54%とグラム陽性菌が多く分離され, ホスチアゼート区のみグラム陰性菌が多く分離された。ジャーガルでは, 全処理区においてグラム陽性菌が50%以上となった。これら2種土壤においても処理間における各細菌の割合に有意な差は認められなかった(表3)。

糸状菌相については, 国頭マージでは抽出液処理による大きな変動はみられず, *Penicillium* 属菌が最も多く分離され, 次いで *Trichoderma* および *Peacilomyces* 属菌が分離

された。しかし, 原液処理区では *Mucor* 属菌が分離され, *Trichoderma* 属菌がわずかであるが有意に減少した。鳥尻マージでは, 国頭マージと同様, 大きな変動は認められず, *Aspergillus* 属菌が特に高い割合で分離され, これに次いで *Phialophora* および *Trichoderma* 属菌が多く分離された。ま

表2 土壤微生物数に及ぼすアワユキセンダングサ煮沸抽出液の影響

処理区	微生物数 (cfu/g)	
	細菌 ×10 <sup>6</sup>	糸状菌 ×10 <sup>3</sup>
国頭マージ		
原液	3.1 a <sup>1)</sup>	3.6 a
10倍希釈液	2.3 a	1.0 b
ホスチアゼート粒剤 <sup>2)</sup>	1.8 a	0.9 bc
無処理 <sup>3)</sup>	1.4 b	0.3 c
鳥尻マージ		
原液	1.7 a	3.2 a
10倍希釈液	0.7 ab	3.0 a
ホスチアゼート粒剤	0.8 ab	3.2 a
無処理	0.3 b	2.6 a
ジャーガル		
原液	9.5 a	4.5 a
10倍希釈液	6.1 a	6.4 a
ホスチアゼート粒剤	6.9 a	7.4 a
無処理	3.0 b	5.4 a

- 1) 平均, 土壤種別の縦列の異なるアルファベットは有意差を示す (Tukeyの多重比較検定, P<0.05)。統計処理はlog変換後に行った。
- 2) ワグネルポット (1/5,000 a) 当たり0.3 g (15 kg/10 a)
- 3) 無処理区II (抽出液無処理, 線虫接種)

表1 異なる土壤におけるトマトの生育およびサツマイモノコブセンチュウの根こぶ形成に及ぼすアワユキセンダングサ抽出液の影響<sup>1)</sup>

処理区	草丈 (cm)	地上部重 (g)	根重 (g)	根こぶ程度	土壤線虫数 (土壌20g)	
					サツマイモノコブセンチュウ	自活性線虫
国頭マージ						
原液	29.8±1.6 a <sup>2)</sup>	18.3±2.4 a	2.2±0.3 a	0.2 c	0.0±0.0 b	585.0±18.4 ab
10倍希釈液	25.1±2.8 a	13.6±1.7 b	2.2±0.5 a	1.8 b	0.7±0.6 b	140.3±31.8 b
ホスチアゼート粒剤 <sup>3)</sup>	29.4±2.2 a	15.0±1.7 ab	1.5±0.2 ab	0.0 c	0.0±0.0 b	130.3±31.0 b
無処理I <sup>4)</sup>	27.5±3.2 a	12.8±2.2 b	2.1±0.4 a	0.0 c	0.0±0.0 b	1016.5±87.0 a
無処理II <sup>5)</sup>	14.9±4.0 b	5.7±3.3 c	1.1±0.7 b	3.7 a	29.0±17.0 a	392.5±97.3 b
鳥尻マージ						
原液	27.3±2.2 a	13.0±1.7 a	2.3±0.3 a	0.4 c	0.0±0.0 b	125.0±8.5 a
10倍希釈液	17.8±2.1 c	5.6±1.3 b	1.5±0.2 ab	1.8 b	4.0±2.0 b	35.7±7.4 c
ホスチアゼート粒剤	24.0±4.5 ab	8.4±2.5 b	2.1±0.7 a	1.3 b	3.0±1.0 b	74.0±12.7 abc
無処理I	22.0±0.9 bc	8.2±0.8 b	2.0±0.2 ab	0.0 c	0.0±0.0 b	91.3±25.1 ab
無処理II	10.9±2.3 c	1.9±1.1 c	1.2±0.6 b	4.0 a	9.3±6.7 a	61.7±30.7 bc
ジャーガル						
原液	23.4±1.2 ab	9.6±0.4 a	2.1±0.2 a	0.0 b	0.0±0.0 b	288.0±18.9 a
10倍希釈液	21.6±1.4 b	6.7±1.3 b	1.9±0.3 ab	2.1 a	7.0±4.2 a	259.0±58.0 a
ホスチアゼート粒剤	21.7±2.3 b	7.0±0.9 b	1.8±0.1 ab	0.3 b	0.0±0.0 b	300.3±42.0 a
無処理I	28.6±5.0 a	7.9±0.6 b	1.7±1.2 b	0.0 b	0.0±0.0 b	260.3±13.8 a
無処理II <sup>6)</sup>	-	-	-	-	-	-

- 1) サツマイモノコブセンチュウ2期幼虫をポット当たり1,000頭/10 ml接種し45日間栽培を行った。
- 2) 平均値±標準偏差。土壤種別の縦列の異なるアルファベットは有意差を示す (Tukeyの多重比較検定, P<0.05)。
- 3) ワグネルポット (1/5,000 a) 当たり0.3 g (15 kg/10 a)。
- 4) 抽出液無処理および線虫無接種区。
- 5) 抽出液無処理および線虫接種区。
- 6) 初期侵入過多による枯死。

た原液処理区では、有意な差ではないが無処理区に比べて *Penicillium*, *Phialophora* および子囊菌の1種の分離率がやや低下し、無処理区で検出されなかった *Staphylotrichum* がわずかにみられた。ジャーガルでは *Aspergillus* 属菌に次いで *Penicillium* および *Phialophora* 属菌が高い割合で分離され、原液処理区では無処理区において検出されなかった *Cladosporium*, *Cunninghamella*, *Fusarium* および *Humicola* 属菌がわずかに分離された(表4)。

#### 4. 考 察

本研究では、沖縄県に分布する性質の異なる3種の未滅菌土壌(国頭マージ、島尻マージおよびジャーガル)を用いてアワユキセンダングサ抽出液灌注処理による防除効果試験を行った。その結果、全供試土壌において原液処理区

が最も高い根こぶ形成およびサツマイモネコブセンチュウ密度抑制効果を示し、本抽出液は土壌の種類に左右されず、安定した防除効果を発揮することが明らかとなった。

土壌は一種の吸着剤であり、土壌中に含まれる鉄やマンガンの金属元素が吸着作用を有し、カフェ酸およびその類縁のフェノール性物質は土壌中のFe(III)およびMn(III), Mn(IV)などにより速やかに酸化されることが知られている(藤井, 2000)。Hiradate *et al.* (2005)は、種子発芽に及ぼす阻害的アレロパシーを調べるために、ユキヤナギ(*Spiraea thunbergii* Sieb)に含まれる桂皮酸類似物質を性質の異なる沖積、火山灰および石灰質土壌に添加し、レタス種子を播種したところ、後者2土壌で発芽阻害作用が低下したことを報告している。土壌中の金属原子上にある活性な表面水酸基は、有機酸のカルボキシル基などと配位

表3 細菌相に及ぼすアワユキセンダングサ煮沸抽出液の影響

細菌	処理区			
	原液	10倍希釈液	ホスチアゼート粒剤 <sup>1)</sup>	無処理 <sup>2)</sup>
国頭マージ				
グラム陽性菌	44.0 a <sup>3)</sup>	36.0 a	38.0 a	30.0 a
陰性菌	46.0 a	46.0 a	48.0 a	56.0 a
不定菌	10.0 a	18.0 a	14.0 a	14.0 a
島尻マージ				
グラム陽性菌	70.0 a	54.0 a	38.0 a	56.0 a
陰性菌	26.0 a	36.0 a	48.0 a	34.0 a
不定菌	4.0 a	10.0 a	14.0 a	10.0 a
ジャーガル				
グラム陽性菌	66.0 a	50.0 a	60.0 a	64.0 a
陰性菌	32.0 a	40.0 a	32.0 a	28.0 a
不定菌	2.0 b	10.0 a	4.0 ab	4.0 ab

1) ワグネルポット (1/5,000 a) 当たり0.3 g (15 kg/10 a)

2) 無処理区II (抽出液無処理, 線虫接種)

3) 50菌株中の割合(%). 処理区間の各菌における異なるアルファベットは有意差を示す ( $\chi^2$ 検定,  $P < 0.05$ )

表4 糸状菌相に及ぼすアワユキセンダングサ煮沸抽出液の影響

属名	国頭マージ				島尻マージ				ジャーガル			
	原 <sup>1)</sup>	10倍	ホスチ	無	原	10倍	ホスチ	無	原	10倍	ホスチ	無
<i>Aspergillus</i>	- a <sup>2)</sup>	- a	- a	- a	64.0 a	64.0 a	56.0 a	44.0 a	38.0 a	36.0 a	34.0 a	48.0 a
<i>Chaetomium</i>	- a	2.0 a	4.0 a	4.0 a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a
<i>Cladosporium</i>	2.0 a	- a	- a	2.0 a	- a	- a	- a	- a	2.0 a	- a	- a	- a
Coelomycetes fungus	- a	- a	- a	4.0 a	4.0 a	4.0 a	- a	12.0 a	- a	- a	- a	2.0 a
<i>Cunninghamella</i>	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	2.0 b	- b	10.0 a	- b
<i>Fusarium</i>	- a	- a	- a	- a	2.0 a	- a	4.0 a	2.0 a	4.0 a	- a	- a	- a
<i>Gongronella</i>	8.0 a	4.0 a	4.0 a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a
<i>Hansfordia</i>	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	2.0 a	- a	- a	- a	- a
<i>Humicola</i>	- a	- a	- a	- a	2.0 a	- a	- a	4.0 a	2.0 a	2.0 a	- a	- a
Mastigomycotina fungus	- a	2.0 a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a
<i>Mucor</i>	14.0 a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a
<i>Paecilomyces</i>	14.0 b	10.0 ab	20.0 a	4.0 b	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a
<i>Penicillium</i>	56.0 a	50.0 a	58.0 a	56.0 a	4.0 a	8.0 a	4.0 a	10.0 a	20.0 a	24.0 a	28.0 a	18.0 a
<i>Phialophora</i>	- a	6.0 a	- a	- a	2.0 b	14.0 a	12.0 a	12.0 a	22.0 a	30.0 a	28.0 a	24.0 a
<i>Staphylotrichum</i>	- a	- a	2.0 a	- a	2.0 a	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a
<i>Trichoderma</i>	6.0 b	26.0 ab	12.0 ab	28.0 a	16.0 a	6.0 a	12.0 a	10.0 a	- a	- a	- a	2.0 a
Unknow	- a	- a	- a	4.0 a	4.0 a	4.0 a	12.0 a	4.0 a	10.0 a	8.0 a	- a	6.0 a

1) 処理区. 原:原液, 10倍:10倍希釈液, ホスチ:ホスチアゼート粒剤 {1/5,000 a ワグネルポット当たり0.3 g (15 kg/10 a)}; 無:無処理区II (抽出液無処理, 線虫接種)。

2) 50菌株中の割合(%). -:0.0%. 各土壌の処理間における異なるアルファベットは有意差を示す ( $\chi^2$ 検定,  $P < 0.05$ )。

子交換反応を起こして結合することが知られており、沖積土壌に比べて火山灰および石灰質土壌に表面水酸基が多いことから、活性物質が土壌に多く吸着され発芽阻害作用が弱まったと考察している (Hiradate *et al.*, 2005)。一方、実験に使用した島尻マーヅは、国頭マーヅおよびジャーガルと比較して主要粘土鉱物としてマンガンノジュールと呼ばれる含鉄マンガン化合物を含んでいることが知られている (渡嘉敷, 1994)。アワユキセンダングサには主要な成分として複数のフェノールを含むことが明らかとなっている (Deba *et al.*, 2007; Kusano *et al.*, 2003) が、これらが線虫防除に関与している場合、土壌に吸着されることにより島尻マーヅでは他の2種土壌に比べ防除効果が低下すると考えられるが、全供試土壌において高い防除効果が認められたことから、抽出液に含まれるフェノール類以外の物質が防除効果に関与しているか、あるいは供試土壌に含まれるマンガンノジュールが防除効果を低下させるだけの量ではなかった可能性も考えられる。いずれにせよ抗線虫活性物質については不明であることから、今後詳細な解析を行う必要がある。

また、全供試土壌において、無処理区 I (抽出液無処理、線虫無接種) と比較して、アワユキセンダングサ抽出液原液灌注処理区でトマトの生育量 (草丈、地上部重または根重) が有意に増加した (表1)。無処理 II (抽出液無処理、線虫接種) に比べて生育量が増加したのであれば、単純に植物抽出液による線虫被害の回避によるものであると考えられる。一方、無処理区 I (抽出液無処理、線虫無接種) との比較において生育量に有意な増加がみられる場合は抽出液が生育促進に関与している可能性がある。その要因として、まず植物抽出液の肥効が考えられるため、成分分析を行った結果、微量であるが窒素 (470 mg / 抽出液原液 1, 42.3 mg / ポット)、リン酸 (1,100 mg / 1, 99 mg / ポット) およびカリウム (4,100 mg / 1, 369 mg / ポット) が含まれており、これらがトマトの生育を有意に向上させた可能性がある。また、抽出液を処理した際に増加した細菌および糸状菌が植物生育促進細菌 (PGPR) または植物生育促進糸状菌 (PGPF) 的役割 (百町, 2003) を果たした可能性も考えられるが、抽出液原液処理区と菌数が同等である10倍希釈液処理や薬剤処理区では有意な生育促進が認められないことから、抽出液処理による微生物の増加がトマトの生育促進に寄与したとは考えにくい。しかし、根圏や根面レベルの微生物の変化や関与は不明であり、自然界に存在する微生物の大半は難培養性微生物である (Ward *et al.*, 1990) との指摘もあることから、今後はこれら微生物の詳細な調査や接種試験による植物生育促進効果の有無について検討を行う必要があると考えられる。その他、植物の生育促進効果にはアレロパシーの関与が知られている。その例として、クレス (*Lepidium sativum* L.) やその他複数の植物に含まれるレピジモイド (丹野ら, 1998; Kim *et al.*, 2003) は、レタス (*Lactuca sativa* L.)、トマト (*Lycopersicon esculentum* Mill.)、エンドウ (*Pisum sativum* L.) およびイネ (*Oryza sativa* L.) の生長を促進し、シロイヌナ

ズナ (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.) やキュウリ (*Cucumis sativus* L.) の葉面積を増大させることが明らかとなっている (Okagami *et al.*, 1997) ことから、アワユキセンダングサ抽出液の肥効に加え、促進的アレロパシー (山村・長谷川, 2005) が関与している可能性が考えられる。

各種土壌における自活性線虫の調査では、アワユキセンダングサ抽出液処理による自活生線虫の減少はほとんど認められなかったことから、窒素やリンなどの物質循環に関与 (石橋, 2003) する有益な自活性線虫類に対しては大きな影響はないと考えられる。また Tabata *et al.* (2008) は *in vitro* において細菌食性線虫の1種である *Panagrolaimus* sp. に対する本植物抽出液の影響を検討した結果、浸漬初期では運動阻害などの影響が認められるが、時間が経過するにつれ回復すると報告しており、顕著な個体数の減少には至らないと考えられる。一方、生の有機物には水溶性のブドウ糖や低分子のアミノ酸が含まれ、これが *Pythium* 属菌などの植物病原菌や細菌を増加させることが知られている (土壌微生物研究会編, 1996) が、アワユキセンダングサ抽出液を処理した場合、今回供試した3種土壌に生息する土壌微生物に対して菌数の極端な減少や菌相の変化は認められないことが明らかとなった。今後はさらに実用化に向けた圃場レベルでの防除効果試験を行うとともに病害発生圃場における土壌微生物相に及ぼす影響についても検討を行う必要があると考えられる。

## 要 旨

沖縄に分布する3種の異なる土壌 (国頭マーヅ、島尻マーヅおよびジャーガル) においてアワユキセンダングサ (*B. pilosa* L. var. *radiata*) 煮沸抽出液のサツマイモネコブセンチュウ (*M. incognita*) に対する防除効果および土壌微生物に及ぼす影響を評価した。いずれの土壌においてもサツマイモネコブセンチュウに対して高い根こぶ形成および線虫密度抑制効果が認められ、原液処理区ではいずれの土壌においてもトマトの地上部重が有意に増加した。また自活性線虫を含む土壌微生物に及ぼす本抽出液の影響を調査した結果、極端な細菌および糸状菌の菌数、菌相の変化および自活性線虫数の減少は認められなかった。以上のことから、アワユキセンダングサ抽出液は種類の異なる土壌において高い線虫防除効果を示す一方で、他の土壌微生物に対する影響は小さいことが明らかとなった。

## 引用文献

- 1) Barnett HL and Hunter BB (1987) Illustrated genera of imperfect fungi, Macmillan publishing company, 218p, New York
- 2) Deba F, Xuan TD, Yasuda M and Tawata S (2007) Herbicidal and fungicidal activities and identification of potential phytotoxins from *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Scherff. *Weed Biol. Manag.*, **7**, 77-87
- 3) 土壌微生物研究会編 (1996) 新・土の微生物 (1) 耕地・草地・林地の微生物, p. 25-58, 博友社, 東京
- 4) Hiradate S, Morita S, Furubayashi A, Fujii Y and Harada J (2005)

- Plant growth inhibition by cis - cinnamoyl glucosides and cis - cinnamic acid. *J. Chem. Ecol.*, **31**, 591-601
- 5) 藤井義晴 (2000) アレロパシー - 他感物質の作用と利用 -, 農文協, 230p, 東京
  - 6) 百町満朗監修 (2003) 拮抗微生物による作物病害の生物防除 - 我が国における研究事例・実用化事例 -, p. 200-213, クミアイ化学工業株式会社, 東京
  - 7) 石橋信義編 (2003) 線虫の生物学, p. 84-93, 東京大学出版会, 東京
  - 8) Kim SK, Lee SC, Shin DH, Jang SW, Nam JW, Park TS and Lee IJ (2003) Quantification of endogenous gibberellins in leaves and tubers of Chinese yam, *Dioscorea opposita* Thunb. cv. Tukune during tuber enlargement. *Plant Growth Regul.*, **16**, 129-134
  - 9) Kusano A, Seyama Y, Usami E, Katayose T, Shibano M, Tsukamoto D and Kusano G (2003) Studies on the antioxidant active constituents of the dried powder from *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch. *Nat. Med.*, **57**, 100-104
  - 10) Lee IK and Monsi M (1963) Ecological studies on *Pinus densiflora* forest I. Effects of plant substances on the floristic composition of the undergrowth. *Bot. Mag.*, **76**, 400-413
  - 11) Molisch H (1937) Der einfluss einer Pflanze auf die andere: Allelopathie. 106 p, Fischer, Jena.
  - 12) Okagami N, Tanno N, Kawai M, Hiratsuka A, Satoh K and Terui K (1997) Expansion of trait of gibberellin-induced dormancy in the Tertiary relict species of the genus *Dioscorea* (*Dioscoreaceae*). *Plant Growth Regul.*, **22**, 137-140
  - 13) Rice EL (1984) Allelopathy (2nd Ed.), Academic Press, 422 p, Orlando, Florida
  - 14) 線虫学実験法編集委員会編 (2004a) 線虫学実験法, p. 103-105, 日本線虫学会, 茨城
  - 15) 線虫学実験法編集委員会編 (2004b) 線虫学実験法, p. 87-88, 日本線虫学会, 茨城
  - 16) Silamar F and Leandro GF (2004) Use of antagonistic plants and natural products. *In* Nematology advance and perspectives Vol. 2., Ed. X Chen, Y Chen and DW Dickson, p. 931-977, CAB International, UK
  - 17) 田場 聡・澤田寿里・島袋由乃・諸見里善一 (2008) サツマイモネコブセンチュウに対するアワユキセンダングサ (*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Scherff.) 抽出液の防除効果と寄主植物に及ぼす影響, 日線虫誌, **38**, 79-87
  - 18) Taba S, Sawada J and Moromizato Z (2008) Nematicidal activity of Okinawa Island plants on the root - knot nematode *Meloidogyne incognita* (Chitwood) Kofoid & White. *Plant Soil*, **303**, 207-216
  - 19) Taba S, Shimabukuro Y, Ajitomi A and Moromizato Z (2010) Control efficacies of the several control methods on the southern root - knot nematode, *Meloidogyne incognita* using *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Scherff. *Eur. J. Plant pathol.* (Submission for publication)
  - 20) 丹野憲昭・Garcia MB・中山真義・横田孝雄・岡上伸雄 (1998) ヤマイモ科 (*Discoreaceae*) の内生ジベレリン, *Discorea Research*, **1**, 75-83
  - 21) 渡嘉敷義浩 (1994) 土壤マンガニン物の新しい同定法 逐次選択溶解法と X 線解析分析法の併用により確立, 化学と生物, **32**, 425-427
  - 22) 脇本 哲 (1993) 植物病原性微生物研究法 - 遺伝子操作を含む基礎と応用 -, 83 p, 株式会社ソフトサイエンス社, 東京
  - 23) Ward DM, Weller R and Bateson M (1990) 16S rRNA sequences reveal numerous uncultured microorganisms in a natural community. *Nature*, **345**, 63-65.
  - 24) 渡邊恒雄 (1993) 写真と図解 土壤糸状菌 - 培養株の検索と形態 -, ソフトサイエンス社, 392 p, 東京
  - 25) 山村庄亮・長谷川宏司 (2005) 植物の知恵 - 化学と生物学からのアプローチ -, p. 1-8, 大学教育出版, 岡山