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

田場 聡¹・澤田寿里^{1,2}・島袋由乃¹・諸見里 善一^{1,3}

Nematode control efficacy of *Bidens pilosa* L. var. *radiata* extracts against *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood and their effects on host plants. Satoshi Taba¹, Juri Sawada^{1,2}, Yoshino Shimabukuro¹ and Zen-ichi Moromizato^{1,3}.

Soil drench, bare root or seed dip treatments of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) were used to test the control efficacy of *Bidens pilosa* var. *radiata* (Bpr) aqueous extracts against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. Although the effects of Bpr extracts on nematode populations were ambiguous, knot or gall formation on roots was clearly suppressed by soil drench or seed dip treatments. Tomato plant growth was reduced by some seed dip treatments, but there was no growth or germination inhibition attributable to Bpr extracts among tested crop species in the Leguminaceae, Solanaceae or Cucurbitaceae. Thus, the possibility of nematode control by Bpr soil drench or seed dip treatments was suggested. Jpn. J. Nematol. 38 (2), 79-87 (2008).

Key words: allelopathy, biocontrol, nematicidal plant, root-knot nematode, wild plant.

緒 言

ネコブセンチュウに対する代表的な対抗植物は、ギニアグラス (*Urochloa maxima* (Jacq.) R. Webster)、マリーゴールド (*Tagetes erecta* L., *T. patula* L.) およびクロタリア (*Crotalaria juncea* L., *C. spectabilis* Roth) などが挙げられるが、一般的にイネ科、キク科およびマメ科に多いことが知られている。根内における作用としては、過敏感反応による組織的变化や生育阻害 (佐野ら, 1983)、アルカロイド、テルペン、フェノールおよびアミノ酸類などの殺線虫物質の関与が指摘されている (Gommers, 1981; Tanda et al., 1989)。根外ではアスパラガスが産生するアスパラガス

酸がシストセンチュウの孵化阻害や殺虫効果を示すことが明らかになっている (高杉ら, 1977)。このように、対抗植物の作用には線虫を根に寄生させて殺虫するトラップ作用と、植物体内の含有成分あるいは滲出成分が示す殺線虫作用とがある。

地球上にはすでに抗線虫性が明らかにされ農業利用されている植物のほかに、いまだ利用価値が見出されていない植物が数多く存在し、雑草として作物栽培の妨げになる場合も少なくない。近年、このような未利用植物やすでに食用として利用されている植物を用いた抗線虫活性や防除効果についての研究が多く行われている (Silamar and Leandro, 2004)。沖縄県には、在来植物や帰化植物が多数混在し、独特な植物相を形成している。これらの多くが伝統的に薬草として病気の治療や健康の維持・増進に利用されてきた (吉川, 2002)。藤井 (2000) は、多くの薬草植物には他生物の生育や生理活性に対して促進的または阻害的に作用する物質 (アレロパシー物質) が含まれていると述べている。

¹ 琉球大学農学部植物病理学研究室 沖縄県中頭郡西原町字千原1番地

² 現 宮崎大学農学部獣医学科 宮崎県宮崎市学園木花台西1丁目1番地889-2192

³ Corresponding author: b986087@agr.u-ryukyu.ac.jp

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

² Faculty of Agriculture, University of Miyazaki, Gakuen-kihanadai-nishi 1-1, Miyazaki 889-2192, Japan.

そこで著者らは、植物の産生する物質に注目し、沖縄県に自生する植物（草本および木本）の抽出成分を用いて、サツマイモネコブセンチュウ（*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood）に対する抗線虫作用を評価した結果、多くの植物で活性が認められ、このうち最も抗線虫活性を示した植物種としてキク科センダングサ属のアワユキセンダングサ（*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Scherff.）を選抜した（Taba et al., 2008）。

本研究ではアワユキセンダングサ抽出液を用いたサツマイモネコブセンチュウの防除法について検討するとともに、抽出液が数種寄主植物の生育および種子発芽に及ぼす影響について調査を行った。

材料および方法

1. 抽出液の作成

アワユキセンダングサの地上部100 g（生重）を乾熱滅菌器（100、150分）で乾燥させた後、乾燥物から10 g（乾重）取り、これを剪定鋏で5 mm程度に刻んで100 mlビーカーに入れ、これに蒸留水50 mlを入れて30分間煮沸し、濾紙（No.2, Advantec社製）で濾過したものを原液とし、滅菌蒸留水で希釈することにより10および20倍希釈液を作製した。これを以後の実験に供試した。抽出液は実験当日に作製して使用した。

2. 灌注処理による防除効果

市販の島尻マージ（商品名：島尻赤土、緑土産業株式会社）とパーミキュライト（サンテック株式会社製、GL）を4：1の割合で混和し、加圧滅菌器（121、20分）で滅菌後、これに基肥として有機肥料（商品名：みのり、主成分牛糞）を60 g（10 a / 3 t換算）混和したものを供試土壌とし、これを1/5,000 aワグネルポットに2.8 kg充填し、地上部が約10 cmのトマト苗「ちびっこ」（*Lycopersicon esculentum* Mill.、丸種株式会社）を定植した。薬剤区としてホスチアゼート粒剤（商品名：ネマトリンエース粒剤、石原バイオサイエンス株式会社、成分1.5%）を設置した。2日後、10 mlメスピペットを用いてポットあたり

サツマイモネコブセンチュウ2期幼虫浮遊液（1,000頭 / 10 ml）を接種し、その後アワユキセンダングサ抽出液（10および20倍希釈液）を10 mlメスピペットを用いて各30 ml灌注した。処理区は、1）10倍希釈液灌注（3日間に処理3回）、2）10倍希釈液灌注（6日間に処理6回）、3）10倍希釈液灌注（9日間に処理9回）、4）20倍希釈液灌注（6日間に処理6回）、5）20倍希釈液灌注（9日間に処理9回）、6）無処理区、7）薬剤処理区（ホスチアゼート粒剤0.3 g / ポット）の7区とした。薬剤は苗定植前に混和し、各区ともに線虫接種後45日間（2005年9月16日～10月31日）無加温ガラスハウスで栽培を行った後、植物体を掘り起こし、植物体の生育量（草丈、地上部生重および根生重）調査を行った。実験は5反復で行った。

根こぶ形成程度は、栽培終了当日に土壌から掘り起こしたトマト根のこぶ形成の状況を指数評価（0：こぶがまったく認められない、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）し、各処理区における根こぶ程度の平均値で示した。

土壌線虫については、ベルマン法により線虫の分離を行った。各処理区から十分混合した土壌20 gを採取し、48時間分離を行った。分離後に光学顕微鏡を用いてネコブセンチュウおよび自活性線虫類をそれぞれ計数した。実験は3反復で行った。

3. 根浸漬処理による防除効果

供試土壌および抽出液の作製方法は上記実験に準じた。原液、2倍、10倍希釈液および滅菌水をそれぞれ30 mlずつ滅菌済ガラスシャーレ（直径6 cm）に入れ、次にその抽出液に約10 cmのトマト苗の根を30分間浸漬した後、1/5,000 aワグネルポットに滅菌した供試土壌を8分目まで充填して定植した。無処理（滅菌蒸留水）区を設置し、薬剤区にはホスチアゼート粒剤（0.3 g / ポット）を設置した。薬剤は苗定植前に混和した。2日後、ポットあたりサツマイモネコブ

センチュウ2期幼虫浮遊液(1,000頭/10 ml)を10 mlメスピペットを用いて接種し、45日間(2005年9月16日~10月31日)無加温ガラスハウスで栽培を行った。栽培終了後に植物体を掘り起こし、生育量(草丈および地上部重)および根こぶ程度を調査するとともに線虫の分離を行った。調査は上記実験方法と同様な方法で行った。

4. 種子浸漬処理による防除効果

供試土壌および抽出液の作製は上記実験に準じた。原液、2倍、10倍希釈液および滅菌水が入ったシャーレ(直径9 cm)に、それぞれトマトの種子を30分間浸漬した後、キムワイプ上で種子表面を乾燥させた。その種子を滅菌した供試土壌に植え、無加温人工気象器内で2か月育苗した後、ビニールポット(15×18 cm)に定植した。2日後、ポットあたりサツマイモネコブセンチュウ2期幼虫浮遊液(1,000頭/10 ml)を10 mlメスピペットを用いて接種し、40日間(2005年9月11日~10月21日)無加温ガラスハウスで栽培を行った後、植物体を掘り起こし、生育量(草丈および地上部重)および根こぶ程度を調査するとともに線虫の分離を行った。調査は上記実験方法と同様な方法で行った。

5. 数種栽培作物の生育および発芽に及ぼすアワユキセンダングサ抽出液の影響

供試植物は、インゲン「丸莢プロバイダー」(*Phaseolus vulgaris* L.、丸種株式会社)キュウリ「秋蒔はやみどり」(*Cucumis sativus* L.、株式会社トーホク)およびツルレイシ「あばし」(*Momordica charantia* L.、株式会社トーホク)およびナス「くろすけ」(*Solanum melongena* L.、丸種株式会社)の4種を用いた。

生育に及ぼす影響では、1/5,000 aワグネルポットに滅菌した供試土壌を2.8 kg充填し、供試土壌とパーミキュライト4:1の割合で混合し加圧滅菌器で滅菌した土壌に各供試植物の種子を播種して、無加温育苗棚に置き、第1本葉を生じた10日目の供試作物を定植した。その後、各作物にアワユキセンダングサの抽出液を10 mlメス

ピペットを用いて連続灌注した。処理区は1)10倍希釈液(6日間に処理6回)、2)10倍希釈液(12日間に処理12回)、3)20倍希釈液(12日間に処理12回)、4)20倍希釈液(30日間に処理30回)、5)無処理区を設置した。定植後35日間(2005年11月26日~12月31日)栽培を行った後、生育量(草丈、地上部生重、根長および根生重)を調査した。実験は5反復で行った。

種子発芽に及ぼす影響では、生育実験で用いた供試植物のナスをピーマン「西洋早生」(*Capsicum annuum* L.、丸種株式会社)に換え、オクラ「五角オクラ」(*Abelmoschus esculentus* Moench、株式会社トーホク)を加え計5種で実験を行った。アワユキセンダングサ抽出液原液、2、10および20倍希釈液および対照区である滅菌水を滅菌済み50 mlビーカーに入れ、各種供試作物の種子25粒を使用し30分間浸漬した。浸漬後、キムワイプ上で乾燥させた。これを生育実験と同じ土壌を入れた育苗セル(28×28 cm、30穴)に播種し2週間後に発芽した種子を計数した。実験は無加温育苗棚で行った。なお発芽率は百分率で算出した。

6. 統計解析

実験データはStatistica Pro(StatSoft Japan)を用いてANOVA分析を行った。各実験のデータはTukeyのHSD多重比較検定($p<0.05$)で分析した。

結 果

1. 灌注処理による防除効果

草丈、地上部重ではすべての処理区で有意な差は認められなかった。根重では10倍希釈液6回処理および薬剤区間で有意差が認められたが、無処理区に対して有意な差は認められなかった(Table 1)。

根こぶ指数は無処理区で3と最も高く、薬剤区および抽出液処理区では1.2~1.8と低下したが、無処理区に対しては10倍抽出液3および6回処理、20倍希釈液6および9回処理区において有意に低下した。サツマイモネコブセンチュウ密度は薬剤処理区で最も少なく有意に減少した。また抽出液処理区は無処理区に比べ有意に

減少する場合や同等である場合など処理区により異なった。自活性線虫密度は無処理区で最も低く、その他の処理区では抽出液濃度や処理回数と線虫密度間に関連性は認められなかった (Table 1)。

2. 根浸漬処理による防除効果

草丈または地上部重は滅菌水区に比べて原液処理区で有意に増加したが、根重では有意な差

は認められなかった (Table 2)。

根こぶ指数はすべての処理区間において有意な差は認められなかった。ネコブセンチュウ密度は原液処理区で有意に高く、その他の処理区では有意な差は認められなかった。自活性線虫密度は無処理区に対してすべての処理区で有意な差が認められたが、減少する場合や増加する場合など抽出液濃度や処理回数との関連性は認められなかった (Table 2)。

Table 1. Effects of soil drench treatments of *Bidens pilosa* var. *radiata* extracts on the growth of tomato and *Meloidogyne incognita* induced root-knot development¹

Treatments	Plant length (cm) ^{3,4}	Fresh shoot weight (g) ^{3,4}	Fresh root weight (g) ^{3,4}	Root-knot index ^{3,4}	Number of nematodes / 20 g soil ^{2,4}	
10-fold dilution (3) ⁵	43.0 ± 4.7 a	13.9 ± 1.8 a	8.2 ± 3.1 ab	1.2 b	60.0 ± 11.3 b	182.0 ± 104.7 c
10-fold dilution (6)	45.6 ± 5.5 a	14.2 ± 2.1 a	9.1 ± 2.5 a	1.6 b	73.0 ± 2.8 ab	358.0 ± 209.3 bc
10-fold dilution (9)	42.2 ± 7.6 a	14.0 ± 0.9 a	7.9 ± 2.2 ab	1.8 ab	97.0 ± 19.8 ab	824.5 ± 55.9 a
20-fold dilution (6)	48.6 ± 2.1 a	14.1 ± 1.7 a	8.0 ± 2.6 ab	1.6 b	54.5 ± 2.1 b	371.0 ± 43.8 bc
20-fold dilution (9)	41.9 ± 7.0 a	11.9 ± 1.3 a	8.0 ± 2.2 ab	1.6 b	28.0 ± 1.4 bc	626.0 ± 60.8 ab
Fosthiazate ⁶	40.3 ± 5.5 a	11.0 ± 3.3 a	4.1 ± 1.2 b	1.8 ab	8.5 ± 0.7 c	343.5 ± 3.5 bc
Control ⁷	45.8 ± 3.4 a	11.7 ± 1.7 a	7.2 ± 2.5 ab	3.0 a	112.0 ± 24.0 a	121.0 ± 11.3 c

¹ The cultivation period was 45 days. J2s of *M. incognita* (1,000 / pot) were inoculated 2 days after planting.

² Means ± SD of 3 replicates. I : *M. incognita*, II : Free-living nematodes.

³ Means ± SD of 5 replicates.

⁴ Different letters in the same vertical column indicate significant difference (Tukey's HSD multiple comparison test, $P < 0.05$).

⁵ Dilution of stock solution (number of soil drenches). Dilutions applied at 30 ml per pot / day.

Stock solution prepared from 10 g dry plant material / 50 ml water).

⁶ 1.5% a.i. granular fosthiazate, 0.3 g / pot (trade name: Nematorin Ace).

⁷ No treatment.

Table 2. Effects of bare-root dip treatment of uninoculated tomato seedlings in *Bidens pilosa* var. *radiata* extracts on tomato and the growth of *Meloidogyne incognita* induced root-knot development¹.

Treatments	Plant length (cm) ^{3,4}	Fresh shoot weight (g) ^{3,4}	Fresh root weight (g) ^{3,4}	Root-knot index ^{3,4}	Number of nematodes / 20 g soil ^{2,4}	
Stock solution ⁵	46.1 ± 8.0 a	14.8 ± 3.4 a	9.7 ± 2.9 a	2.0 a	96.5 ± 6.4 a	361.7 ± 126.6 b
Two-fold dilution ⁶	40.9 ± 5.0 ab	13.9 ± 2.4 ab	6.7 ± 1.2 a	2.2 a	40.0 ± 14.1 b	98.0 ± 22.5 c
10-fold dilution	32.9 ± 10.4 ab	9.4 ± 4.4 ab	4.3 ± 1.0 a	2.2 a	27.0 ± 12.7 b	119.3 ± 60.3 c
Fosthiazate ⁷	40.3 ± 5.5 ab	11.0 ± 3.3 ab	4.1 ± 1.2 a	1.8 a	8.5 ± 0.7 b	338.0 ± 9.8 b
Control ⁸	29.1 ± 6.5 b	7.6 ± 4.0 b	4.2 ± 2.4 a	2.8 a	23.5 ± 6.4 b	485.7 ± 185.3 a

¹ J2s of *M. incognita* (1,000 / pot) were inoculated 2 days after planting. The cultivation period was 45 days.

² Means ± SD of 3 replicates. I : *M. incognita*, II : Free-living nematodes.

³ Means ± SD of 5 replicates.

⁴ Different letters in the same vertical column indicate significant difference (Tukey's HSD multiple comparison test, $P < 0.05$).

⁵ Stock solution prepared from 10 g dry plant material / 50 ml water.

⁶ Dilution of stock solution.

⁷ 1.5% a.i. granular fosthiazate, 0.3 g / pot (trade name: Nematorin Ace).

⁸ Sterile distilled water.

Table 3. Effects of tomato seed dip treatment in *Bidens pilosa* var. *radiata* extracts on the growth of tomato and *Meloidogyne incognita* induced root-knot development¹.

Treatments	Plant length (cm) ^{3,4}	Fresh shoot and root weight(g) ^{3,4}	Root-knot index ^{3,4}	Number of nematodes / 20 g soil ^{2,4}	
Stock solution ⁵	27.5 ± 4.4 a	30.0 ± 3.7 a	2.0 a	19.5 ± 3.5 ab	490.0 ± 70.7 b
Two-fold dilution ⁶	23.6 ± 6.3 ab	21.0 ± 3.5 ab	0.8 b	11.5 ± 10.6 ab	1,198.5 ± 167.6 a
10-fold dilution	17.3 ± 3.3 b	14.0 ± 3.2 c	0.4 bc	4.0 ± 0.0 a	84.0 ± 19.8 c
Control ⁷	25.7 ± 4.4 ab	25.0 ± 3.3 a	2.4 a	21.0 ± 12.7 ab	849.0 ± 61.2 ab

¹ J2s of *M. incognita* (1,000 / pot) were inoculated 2 days after planting. The cultivation period was 40 days after nematode inoculation.

² Means ± SD of 3 replicates. I : *M. incognita*, II : Free-living nematodes.

³ Means ± SD of 5 replicates.

⁴ Different letters in the same vertical column indicate significant difference (Tukey's HSD multiple comparison test, $P < 0.05$).

⁵ Stock solution prepared from 10 g dry plant material / 50 ml water.

⁶ Dilution of stock solution.

⁷ Sterilized distilled water.

Table 4. Effect of *Bidens pilosa* var. *radiata* extracts on the growth of several common crops¹.

Treatments	Plant length(cm)	Shoot weight(g)	Root length(cm)	Root weight(g)
Balsam pear seedling				
10-fold dilution (6) ²	41.0 ± 9.7 a ³	3.0 ± 0.6 a ³	31.0 ± 4.8 a ³	4.0 ± 0.2 a ³
20-fold dilution (12)	35.0 ± 4.7 a	4.0 ± 0.8 a	29.0 ± 4.7 a	4.0 ± 1.1 a
20-fold dilution (30)	34.0 ± 2.8 a	4.0 ± 0.3 ab	35.0 ± 1.3 a	4.0 ± 0.6 a
Control ⁴	42.0 ± 4.0 a	5.0 ± 0.5 a	31.0 ± 2.5 a	3.0 ± 0.4 a
Cucumber seedling				
10-fold dilution (6)	13.0 ± 1.5 a	2.0 ± 0.5 ab	27.0 ± 11.4 a	1.2 ± 0.3 a
10-fold dilution (12)	15.0 ± 3.2 a	2.9 ± 0.9 a	22.0 ± 7.2 a	1.4 ± 0.3 a
20-fold dilution (12)	14.0 ± 1.7 a	2.7 ± 0.5 ab	22.0 ± 8.4 a	0.9 ± 0.3 a
20-fold dilution (30)	8.0 ± 1.4 b	1.0 ± 0.1 b	24.0 ± 7.5 a	0.2 ± 0.1 a
Control	11.0 ± 1.6 a	2.0 ± 0.4 ab	24.0 ± 2.5 a	0.8 ± 0.1 a
Eggplant seedling				
10-fold dilution (6)	6.9 ± 1.3 ab	0.8 ± 0.2 a	25.6 ± 8.5 ab	0.4 ± 0.1 a
10-fold dilution (12)	5.8 ± 0.8 b	0.5 ± 0.1 a	32.3 ± 11.1 a	0.5 ± 0.1 a
20-fold dilution (12)	5.5 ± 1.9 b	0.6 ± 0.2 a	20.1 ± 8.5 ab	0.4 ± 0.3 a
20-fold dilution (30)	7.5 ± 0.8 a	0.9 ± 0.2 a	15.8 ± 6.9 b	0.3 ± 0.1 a
Control	5.6 ± 1.6 b	0.6 ± 0.2 a	16.8 ± 5.5 b	0.2 ± 0.0 a
Snap bean seedling				
10-fold dilution (6)	28.0 ± 3.3 a	4.6 ± 1.9 a	40.6 ± 2.2 a	4.4 ± 1.3 a
10-fold dilution (12)	30.9 ± 2.8 a	8.3 ± 2.1 a	42.4 ± 4.8 a	8.1 ± 1.2 a
20-fold dilution (12)	26.5 ± 7.7 a	5.8 ± 2.5 a	40.0 ± 9.0 a	5.4 ± 2.8 a
20-fold dilution (30)	23.1 ± 2.3 ab	3.3 ± 1.7 b	40.3 ± 5.4 a	3.7 ± 2.4 a
Control	27.4 ± 5.9 a	5.3 ± 1.5 a	43.5 ± 1.9 a	6.3 ± 1.7 a

¹ Each drench treatment was applied continuously from 2 days after planting. The cultivation period was 35 days.

² Dilution of stock solution (number of soil drenches).

³ Mean ± SD of 5 replicates. Different letters in the same vertical column indicate significant difference (Tukey's HSD multiple comparison test, $P < 0.05$).

⁴ Sterile distilled water.

Table 5. Effect of *Bidens pilosa* var. *radiata* extracts on the germination of several common crops¹.

Treatments	Germination (%)				
	Balsam pear	Cucumber	Green pepper	Okra	Snap bean
Stock solution	100.0 ± 0.0 a ⁴	76.0 ± 8.9 a ⁴	60.0 ± 0.0 ab ⁴	60.0 ± 0.0 ab ⁴	96.0 ± 8.9 a ⁴
two-fold dilution ²	96.0 ± 8.9 a	56.0 ± 8.9 bc	56.0 ± 8.9 ab	56.0 ± 8.9 ab	96.0 ± 8.9 a
10-fold dilution	92.0 ± 11.0 a	72.0 ± 11.0 ab	72.0 ± 11.0 a	72.0 ± 11.0 a	100.0 ± 0.0 a
20-fold dilution	92.0 ± 11.0 a	52.0 ± 11.0 c	52.0 ± 11.0 b	52.0 ± 11.0 b	100.0 ± 0.0 a
Control ³	100.0 ± 0.0 a	52.0 ± 11.0 c	52.0 ± 11.0 b	52.0 ± 11.0 b	100.0 ± 0.0 a

¹ Seeds were dried on tissue paper (Kimwipes) after seed dip treatment and the number of germinating seeds were counted 2 weeks after sowing.

² Dilution of stock solution.

³ Sterile distilled water.

⁴ Means ± SD of 5 replicates. Different letters in the same vertical column indicate significant difference (Tukey's HSD multiple comparison test, $P < 0.05$).

3. 種子浸漬処理による防除効果

草丈は原液および10倍希釈液処理区間において有意差が認められたが、無処理区に対しては有意な差は認められなかった。一方、地上部総重量では、無処理区に対して10倍希釈液処理区のみ有意に低下した (Table 3)。

対照区の根こぶ指数が2.4であったのに対し、原液処理区では2.0と同等、2倍希釈液処理区が0.8、10倍希釈液処理区では0.4と有意に低下した。サツマイモネコブセンチュウ密度においては全抽出液浸漬処理区で減少傾向がみられたが、有意な差は認められず、自活性線虫数は有意に増加する場合や減少する場合など、処理濃度との関連性は認められなかった (Table 3)。

4. 主要寄主作物の生育および種子発芽に及ぼすアワユキセンダングサ抽出液の影響

キュウリとインゲンでは20倍希釈液30回灌注処理で地上部の生育が無処理区に対して有意に阻害されたが、その他の植物では、ほとんど阻害作用は認められなかった (Table 4)。種子発芽についてはキュウリのみ原液および10倍希釈液処理区で有意に発芽が促進され、その他の供試植物では促進または阻害作用は認められなかった (Table 5)。

考 察

全アワユキセンダングサ抽出液灌注処理区においてトマトの生育量に有意な差が認められないことから抽出液の肥料効果はほとんどないと考えられる。これに対し、根こぶ形成に及ぼす影響について検討した結果では、抽出液を土壤灌注処理した場合、無処理に比べて根こぶ指数が減少した (Table 1)。in vitroでは、アワユキセンダングサ抽出液にサツマイモネコブセンチュウ2期幼虫を浸漬すると高い致死、不動化、忌避および孵化阻害作用を示すことが明らかとなっている (Taba et al., 2008) ことから、本抽出液を灌注処理した場合の防除効果はネコブセンチュウに対する殺虫および運動阻害などの直接的作用によるところが大きいと推察される。

根浸漬処理の実験において、滅菌水処理に比べて、抽出液浸漬処理した場合、根こぶ指数に有意差は認められなかった (Table 2)。Akhtar and Mahmood (1994) は、インドセンダン (別名ニーム) (*Azadiracta indica* A. Juss.) の精油および粉末を溶解させた溶液にトマトの根を浸漬処理すると、サツマイモネコブセンチュウに対して防除効果を示すことを明らかにしている。これは抽出液自体の線虫に対する直接的効果であると推察している。しかし、本試験では、抽出液が根にしみ込み、これが滲出して防除効果を発揮することはなかったものと考えられる。

種子浸漬の実験に関して Akhtar and Mahmood

(1997) は、インドセンダン抽出液およびその成分濃縮液にトマト種子を浸漬し、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ているが、浸漬濃度が濃くなるに従い、また処理時間が長くなるにしたがって高い効果を示すことを報告している。このように一般に抽出液濃度が高いほど防除効果が高くなると考えられるが、本研究では逆の結果となった。この原因は不明である。またBunt (1975) は種子に処理した化学物質が、発芽の際に滲出し、線虫を忌避または死滅させる可能性を示唆しているが、アワユキセンダングサ抽出液を土壌に直接、連続灌注した場合に比べて、種子浸漬処理した場合の方が高い防除効果を示した。種子浸漬処理の場合では、たとえ種子から抽出成分が滲出したとしても、微量であると考えられ、抽出液の直接的効果と考えられる灌注処理レベルの防除効果を発揮することは難しいと思われる。このことから種子浸漬処理では抽出液が抵抗性発現のシグナルとなり、トマトのネコブセンチュウに対する抵抗性を誘導したのではないかと推察される。灌注および根浸漬処理においてもトマトに対する抵抗性誘導の可能性は否定できないが、種子浸漬処理の場合、とくに顕著に現れるのではないかと推察される。一方で、農薬や重金属および紫外線などの非生物、タンパク質、糖タンパク、多糖類、脂質および抗生物質などの生物起源の多様な物質がエリシターとなり、植物の抵抗性を誘導することが知られている(久能ら, 2002)。しかし、とくに高い防除効果を示した処理では、トマトの生育も低下した。植物体内では、外部から侵入した異物に対して、抗菌物質や活性酸素などを産生するが、これらの物質は病原体に対して影響を及ぼすだけでなく、植物体自身にも毒性を示すことが知られている(一瀬ら, 2004)。これにより、トマトの生育が阻害されたのではないかと考えられる。今後はアワユキセンダングサ抽出液の抵抗性誘導発現に関する研究を行う必要があると考えられる。

栽培作物に対し病害虫防除を目的として何らかの成分を散布または灌注する場合、作物自体や環境に与える影響はさることながら、食に対

する安全性についても検討する必要があるが、本試験の抽出法および利用濃度では人体への影響はないと考えられる。また、植物体の生育や発芽に対しても悪影響はなかった (Table 4, 5)。さらに、Taba et al. (2008) は、土壌の物質循環(石橋, 2003; 岡田, 2002)や肥沃度に関与している(三枝, 1993)と考えられている自活性線虫の1種、*Panagrolaimus* sp.に及ぼすアワユキセンダングサ抽出液の影響を検討した結果、植物体の部位や抽出液の濃度によっては不動化などの強い影響を受けるが、時間の経過とともに回復する現象を認めている。本研究においても、抽出液処理によって自活性線虫の著しい密度低下は認められなかったことから、サツマイモネコブセンチュウに比べ影響は小さいと考えられる。しかし、その他土壌微生物および微小動物に対する影響は不明であるため今後はこれらに対する影響評価も必要であると考えられる。

Ishimine et al. (1987) は、タチアワユキセンダングサ (*Bidens pilosa* var. *radiata* Scherff.) (近年、高江洲 (2005) によってアワユキセンダングサへの統一が提案されている) の生の植物体および枯死植物体の水抽出液を用いてダイコン、キュウリ、トマトおよびカボチャの生育に及ぼす影響を検討した結果、すべての地上部および根の乾燥重量を低下させたと報告している。しかし、本研究では、供試した植物では処理回数が極端に多い場合のみ生育阻害が認められ、ほとんど影響が認められなかった。この結果はIshimine et al. (1987) の実験で作製した抽出液の濃度が、本研究で使用した抽出液の濃度に比べて高いことや抽出法の相違によるものではないかと考えられる。また、煮沸することによりアワユキセンダングサに含まれる植物生長阻害物質が不活性化した可能性もある。いずれにせよ、実際の使用では濃度に十分配慮する必要があると考えられる。

このように本植物は、他の植物に対して生育阻害作用、いわゆる阻害的アレロパシー効果を有するほか、サツマイモネコブセンチュウに対しては非寄主であり、人工的に線虫接種を行った場合でも寄生は認められない(未発表データ)。

また *in vitro* では本植物の抽出液が、*Fusarium oxysporum* Schlechtendahl: Fries, *F. solani* (Martius) Saccardo および *Sclerotium rolfsii* Saccardo (*Corticium rolfsii* Curzi) などの数種土壌病原菌に対して抗菌活性を有することも報告されている (Deba et al., 2007)。

以上のように、本研究においてアワユキセンダングサ抽出液を用いてトマトに対し数種処理を行った結果、サツマイモネコブセンチュウ密度抑制効果は判然としなかったが、根こぶ形成が有意に抑制される場合や有意ではないが抑制傾向がみられる場合が認められた。また、数種栽培作物の生育や発芽に及ぼす影響を調査した結果では、ほとんど悪影響を示さないことが明らかとなった。今後は、アワユキセンダングサ抽出液を利用した防除法の効果の向上を検討するとともに、本植物に含まれる抗線虫物質の解析と抵抗性誘導発現の機作に関する研究を行う必要があると考えられる。

引用文献

- Akhtar, M. and Mahmood, I. (1994) Control of root-knot nematode by bare-root dip in undecomposed and decomposed extracts of neem cake and leaf. *Nematologia Mediterranea* 22, 55-57.
- Akhtar, M. and Mahmood, I. (1997) Control of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in tomato plants by seed-coating with ahook and neem oil. *International Pest Control* 37, 86-87.
- Bunt, J. A. (1975) Effect of mode of action of some systemic nematicides. *Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen* 75, 128pp.
- Deba, F., Xuan, T. D., Yasuda, M. and Tawata, S. (2007) Herbicidal and fungicidal activities and identification of potential phytotoxins from *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Scherff. *Weed Biology and Management* 7, 77-83.
- Gommers, F. J. (1981) Biochemical interactions between nematodes and plants and their relevance to control. *Helminthological Abstracts, Series B*, 50, 9-24.
- 藤井義晴 (2000) アレロパシー 他感物質の作用と利用. 農山漁村文化協会, 東京, 230 pp.
- 一瀬勇規・井村嘉之・石賀康博・山田哲治・白石友紀 (2004) 第1章 防御応答②. 植物病の探究 (高松 進他編), 「植物病の探究」出版会, 三重, 22~27.
- 石橋信義 (2003) 土壌の線虫. 線虫の生物学 (石橋信義編), 東京大学出版会, 東京, 84-93.
- Ishimine, Y., Nakama, M. and Matsumoto, S. (1987) Allelopathic potential of *Paspalum urvillei* Steud., *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Scherff., and *Stellaria aquatica* Scop., Dominant weeds in sugarcane fields in the Ryukyu Islands. *Weed Research, Japan* 32, 274-281.
- 久能 均・白石友紀・高橋 壮・露無慎二・眞山滋志 (2002) 新編植物病理学概論, 養賢堂, 東京, 335 pp.
- 岡田浩明 (2002) 土壌生態系における線虫の働き - 特に無機体窒素の動態への関わり - . 根の研究 11, 3-6.
- 三枝敏郎 (1993) センチュウ おもしろ生態とかしこい防ぎ方. 農文協, 東京, 121 pp.
- 佐野善一・中園和年・荒城雅昭 (1983) 数種対抗植物における線虫密度抑制効果: サツマイモネコブセンチュウの侵入及び発育反応. 九州病害虫研究会報 29, 132-136.
- Silamar, F. and Leandro, G. F. (2004) Use of antagonistic plants and natural products. In: *Nematology advance and perspectives Vol. 2*. (Chen, X., Chen, Y., Dickson, D. W. eds.), CAB International, UK, 931-977.
- Taba, S., Sawada, J. and Moromizato, Z. (2008) Nematicidal activity of Okinawa Island plants on the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. *Plant and Soil* 303, 207-216.
- 高江洲賢文 (2005) 沖縄で猛威をふるう帰化植物 - アワユキセンダングサ. 植調 39, 238-247.
- 高杉光男・戸田久之・高杉百合子・正宗 直・気賀沢和男 (1977) アスパラガス酸関連化合物における構造と殺線虫活性の関連性. 北

海道農業試験場研究報告 118, 105-111.

Tanda, A. S., Atwal, A. S. and Bajaj, Y. P. S. (1989) *In vitro* inhibition of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by sesame root exudate and its amino acids. *Nematologica* 35, 115-124.

吉川敏男 (2002) 入門沖縄の薬草. ニライ社, 沖縄, 80 pp.

受領: 2008年3月12日

登載決定: 2008年11月11日

摘 要

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

田場 聡・澤田寿里・島袋由乃・
諸見里善一

アワユキセンダングサ抽出液を用いたトマトに
対して土壌灌注処理、根および種子の浸漬処理
を行い、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。その結果、線虫密度に対する影響は判然としなかったが、土壌灌注および種子浸漬の数種処理区において根こぶ形成が抑制されることが明らかとなった。しかし根こぶ形成が最も抑制された種子浸漬の一部処理区ではトマトの生育量が減少した。寄主植物(ウリ科、ナス科およびマメ科)の生育および発芽に及ぼすアワユキセンダングサ抽出液の影響を検討した結果では、ほとんど阻害作用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を用いた灌注および種子浸漬処理によるサツマイモネコブセンチュウの防除の可能性が示唆された。