

トマトのネコブセンチュウに対する アミノ酸メチオニンの効果

茨城県農業総合センター農業研究所 諏 訪 のぶ 子・上 だ やす お 郎

はじめに

植物寄生性線虫の防除対策の中心的役割を担っている土壌くん蒸剤などの化学合成農薬は、非常に効率的な線虫防除手段であり、農作物の安定生産に果たす役割は極めて大きい。しかし、臭化メチル剤の全廃をはじめとする周辺環境に対する問題の顕在化や農薬を取り巻く社会情勢により土壌くん蒸剤の使用は制限されつつある。また、薬剤抵抗性やリサージェンスなど新たな問題の原因になり得ることから、化学農薬に偏重した防除体系を見直し、環境への負荷が少ない防除手段を利用した総合的な線虫防除技術の確立が求められている。

アミノ酸の一種であるメチオニンに線虫抑制効果があることは、1960年代に海外で確認されたが、当時メチオニンは高価なものであったため、実用技術とならなかった。現在では、メチオニンは家畜飼料や食品添加物として安価に供給されており、環境への負荷が少なく、残留毒性の問題がないと考えられることから、新しい素材の線虫抑制資材として注目されるようになった。ここでは、トマトのネコブセンチュウに対するメチオニンの効果と圃場における試験を行ったので、概要を紹介する。

I アミノ酸を利用した線虫関係の研究

OVERMAN and WOLTZ (1962) は、数種のアミノ酸がユミハリセンチュウ (*Trichodorus* sp.) とラセンセンチュウ (*Helicotylenchus* sp.) の増殖を抑制し、サツマイモネコブセンチュウ (*Meloidogyne incognita*) によるトマトの根こぶ形成を抑制することを報告し、アミノ酸に線虫増殖抑制効果があることを初めて明らかにした。その後、各種のアミノ酸の線虫抑制効果が検討され、メチオニンは、ムギシストセンチュウ (*Bidara avenae*, PRASAD and WEBSTER, 1967), ジャガイモシストセンチュウ (*Globodera rostochiensis*, EVANS and TRUDGILL, 1971), サツマイモネコブセンチュウ (REDDY et al., 1975 ab;

NIDRY et al., 1994) に対して高い抑制効果を示した。アミノ酸にはD-体とL-体の鏡像異性体が存在するが、EVANS and TRUDGILL (1971) は、メチオニンはD-体とL-体で線虫抑制効果に差はないと報告している。サツマイモネコブセンチュウに対しては、メチオニン以外にもフェニルアラニン、バリリン (REDDY et al., 1975 a), アスパラギン酸 (NIDRY et al., 1994) に線虫抑制効果があることが確認されている。しかし、海外におけるこれらの研究は基礎研究に留まり、実用化技術の開発研究には至っていない。

近年、日本国内においてもメチオニンを利用した線虫抑制効果に関する研究が行われるようになり、皆川ら (1998) は、メチオニンがサツマイモネコブセンチュウに対して選択的な殺線虫作用を有する可能性がある一方で、自活性線虫に対する影響が少ないと報告している。また、土壌病害に対する試験も行われ、メチオニンの施用によりダイコン萎黄病の発病抑制効果が認められ、この効果はメチオニンの微生物分解に伴うジメチルスルファイドやメタンチオールがダイコン萎黄病菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*) 密度を低減させたためと考えられた (武地, 1996)。

II トマトのサツマイモネコブセンチュウに対する各種アミノ酸施用の効果

海外において各種のアミノ酸がサツマイモネコブセンチュウに対して抑制効果があると報告されているが、その中でDL-メチオニン、DL-フェニルアラニン、DL-バリリンおよびDL-アスパラギン酸の4種のアミノ酸についてトマトのサツマイモネコブセンチュウの被害抑制効果を検討した。4種のアミノ酸をサツマイモネコブセンチュウ汚染土壌に混和処理して、1/5,000 aのワグネルポットに処理土壌を充填し、7日後にミニトマト (品種: プリッツ MR) を植付け、64日間栽培した。DL-メチオニン処理区では、植付け時のネコブセンチュウ密度の低下が顕著で、64日後の根こぶの形成は少なかった。これに対し他の3種のアミノ酸を処理した区は、植付け時のネコブセンチュウ密度が低下せず、DL-フェニルアラニン処理区において植付け64日後のネコブセンチュウ密度がやや低下したものの、いずれの処理区も根こぶの形

Efficacy of Methionine for Control of Root-knot Nematode *Meloidogyne incognita* on Tomato. By Nobuko SUWA and Yasuo UEDA

(キーワード: アミノ酸, メチオニン, ネコブセンチュウ, トマト, 被害抑制)

表-1 各種アミノ酸によるトマトのネコブセンチュウに対する被害抑制効果 (諏訪, 未発表)

供試アミノ酸	施用量 kg/10 a	線虫密度 (頭/土壌 20g)			地上部重 g/株	根こぶ 指数
		処理前	植付け 時	植付け 64日後		
DL-メチオニン	40	850	4	40	131	25
DL-フェニルアラニン	40	818	685	202	47	92
DL-バリン	40	698	645	605	39	92
DL-アスパラギン酸	40	1,132	711	842	37	92
ホスチアゼート粒剤	30	752	209	91	108	42
無処理		736	653	126	13	100

注) 根こぶ指数 = \sum (根こぶ形成程度 (0~4) × 当該個体数) ÷ (調査個体数 × 4) × 100.

成は多かった (表-1)。今回供試した4種のアミノ酸の中では、DL-メチオニンが最も根こぶ形成を抑制した。

III メチオニン

メチオニン (C₅H₁₁NO₂S) は、タンパク質の構成成分として、生体内におけるメチル基供与体として重要な働きをするアミノ酸である。また、人間が体内で合成できない必須アミノ酸でもある。DL-メチオニンは、水に可溶性の白色粉末で、家畜用飼料として大量の需要がある他、医薬、食品等の分野においても利用されている (日本化学会編, 1986)。

IV トマトのサツマイモネコブセンチュウに対するメチオニン施用の効果

1 施用時期の検討

メチオニンの施用量は、10 a 当たり 20~60 kg で作物に被害が発生せず、かつ線虫密度の抑制効果に有効とされている (川田・涌井, 2000)。この施用量に準じてトマトのサツマイモネコブセンチュウに対するメチオニンの効果的な施用時期を検討した。サツマイモネコブセンチュウ汚染土壌に植付け 30 日前, 15 日前, 植付け直前にそれぞれ DL-メチオニンを 10 a 当たり 20 kg, 40 kg, 60 kg 土壌混和処理し, 1/5,000 a のワグネルポットでミニトマト (品種: プリッツ MR) を 62 日間栽培した。その結果, 植付け 15 日前の 10 a 当たり 20 kg, 40 kg, 60 kg 処理および植付け直前の 40 kg, 60 kg 処理において被害抑制効果があった (図-1)。また, 植付け 15 日前処理において, 植付け時のネコブセンチュウ密度が低下したのに対して, 植付け 30 日前処理におい

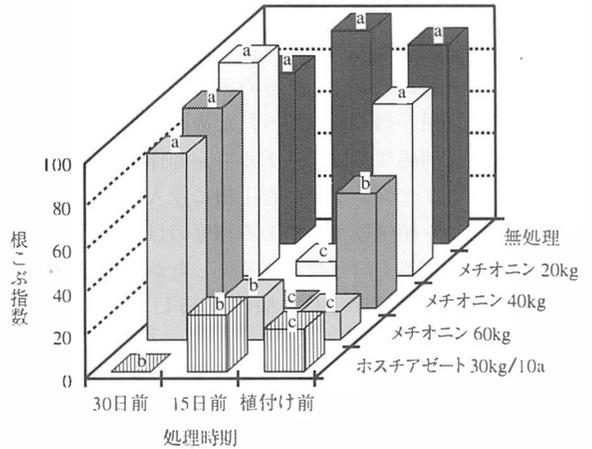


図-1 メチオニンの施用によるトマトの根こぶ形成抑制効果 (植付け 62 日後) (諏訪・上田, 2001)

注) 各処理時期において同一英文字間には, Tukey's multiple range test による 5% 有意差がないことを示す。

表-2 メチオニン施用後のネコブセンチュウ第 2 期幼虫密度の推移 (諏訪・上田, 2001)

供試資材	施用量 /10 a	線虫密度 (頭/土壌 20g)		
		処理前	植付け時	植付け 62 日後
植付け 30 日前				
メチオニン	20 kg	239	421 (104)	2,155 (253)
メチオニン	40 kg	239	151 (37)	3,925 (461)
メチオニン	60 kg	239	52 (13)	1,784 (209)
ホスチアゼート粒剤	30 kg	239	56 (14)	0 (0)
無処理		239	404 (100)	852 (100)
植付け 15 日前				
メチオニン	20 kg	1,235	0 (0)	0 (0)
メチオニン	40 kg	1,235	1 (0.1)	0 (0)
メチオニン	60 kg	1,235	0 (0)	13 (0.3)
ホスチアゼート粒剤	30 kg	1,235	65 (12)	8 (0.2)
無処理		1,235	555 (100)	4,550 (100)
植付け直前				
メチオニン	20 kg	2,280	—	2,048 (64)
メチオニン	40 kg	2,280	—	942 (29)
メチオニン	60 kg	2,280	—	0 (0)
ホスチアゼート粒剤	30 kg	2,280	—	2 (0.1)
無処理		2,280	—	3,210 (100)

注) () 内の数値は補正密度指数

補正密度指数 = (処理区の植付け時または植付け 62 日後の密度 × 無処理区の処理前密度) ÷ (処理区の処理前密度 × 無処理区の植付け時または植付け 62 日後の密度) × 100

ては十分な低下が見られなかった(表-2)。これは、メチオニンは対照薬剤のホスチアゼート粒剤と比較して残効性が低く、新たにふ化してきた第2期幼虫に対して十分な殺線虫効果が得られなかったためと推測される。また、植付け直前処理では、メチオニンの作用が発揮される前に、ネコブセンチュウが寄主根に侵入する可能性があり、処理から植付けまでにある程度の日数をとった方が効果が安定するものと思われる。したがって、メチオニンの効果的な施用時期は、植付け15日前から植付け直前の間と考えられた。

2 露地トマト圃場における施用効果

川田・涌井(2000)は、DL-メチオニンにpH調整剤の尿素やクエン酸を少量混和することにより、DL-メチオニン単独処理よりも安定的に線虫密度を抑制すること

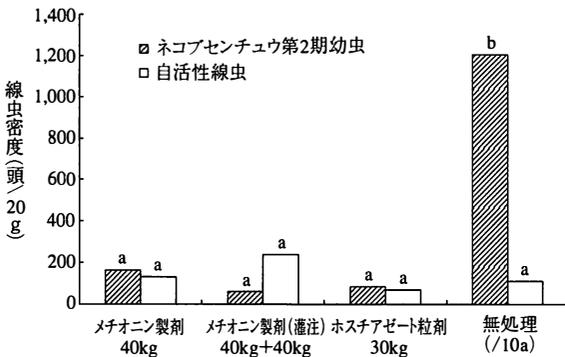


図-2 露地トマト圃場におけるメチオニン製剤の施用が線虫密度に及ぼす影響(定植62日後)(諏訪・上田, 2001)

注) 各線虫密度において同一英文字間には、Tukey's multiple range testによる5%有意差がないことを示す。

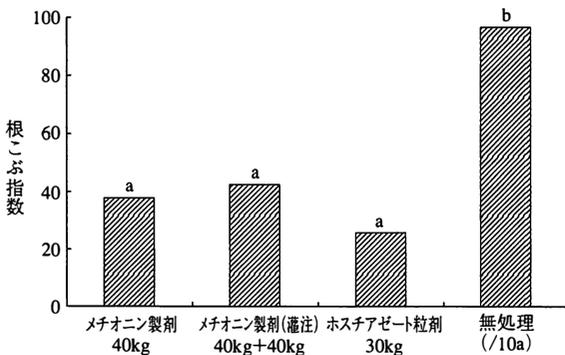


図-3 露地トマト圃場におけるメチオニン製剤の施用による根こぶ形成抑制効果(定植62日後)(諏訪・上田, 2001)

注) 同一英文字間には、Tukey's multiple range testによる5%有意差がないことを示す。

を明らかにした。このメチオニン製剤(DL-メチオニン80%, クエン酸13.5%, 尿素6.5%, 保土谷コントラクトラボ社製)を供試して、露地圃場におけるトマトのサツマイモネコブセンチュウの施用効果を検討した。メチオニン製剤をサツマイモネコブセンチュウ発生圃場に10a当たり40kg土壌混和処理し、7日後にトマト(品種: 強力米寿)を定植して62日間栽培した。その結果、メチオニン製剤の土壌混和処理は、対照薬剤のホスチアゼート粒剤処理と比較してやや劣るものの、定植62日後の土壌中のネコブセンチュウ密度を減少させ(図-2)、トマトの根こぶ形成を軽減した(図-3, 口絵参照)。また、定植7日前の処理に加え、定植30日後にメチオニン製剤の水溶液の灌注処理を併用した場合、土壌混和の単独処理と比較して根こぶ形成を軽減する効果は向上しないものの、ネコブセンチュウ密度をホスチアゼート粒剤なみに抑制した。一般に植物寄生性線虫の防除は、植付け前の殺線虫剤処理による予防的措置に限られており、生育中に線虫の被害が生じても防除対策を講ずるのは難しい。ここでは、メチオニンの生育中処理による被害軽減効果を期待したが、今回の試験では、根こぶの形成を軽減する効果は見られなかった。

なお、本試験におけるメチオニン処理は、サツマイモネコブセンチュウ密度の抑制作用が顕著である一方で、自活性線虫の密度低下は認められなかった(図-2)。

V 今後の課題

筆者らは、現在までメチオニンを用いてトマトのネコブセンチュウに対する試験を何度か実施した。ポット試験では安定した線虫抑制効果が認められるものの、圃場試験では、同じ試験方法にもかかわらず、試験によって結果にばらつきがあり、明瞭な効果が認められないことがあった。メチオニンの実用化に向けて、圃場においても安定した効果が得られる利用技術の開発が求められる。そのためには、メチオニンの作用機作の解明等の基礎的研究ならびに施用条件等の実用化技術の検討が必要である。

メチオニンの作用機作については、EVANS and TRUDGILL (1971)が、ジャガイモシストセンチュウに対するメチオニンの毒性は直接の接触によらず、寄主のジャガイモに吸収され細胞液に移行したものを線虫が経口的に摂取して発現すると推測した。一方、REDDY, et al. (1975 a)は、メチオニンのサツマイモネコブセンチュウ第2期幼虫に対する殺線虫作用は接触毒性によるものと結論した。メチオニンには線虫抑制効果が認められているものの対象とする線虫の種類によって作用機作は異

なる。シストセンチュウやネコブセンチュウ等の植物寄生性線虫に特異的に毒性を示し、自活性線虫に影響しない理由は不明であり、作用機作の解明は今後の重要な課題である。

また、メチオニンは植物ホルモンであるエチレンの前駆物質であることから、作物によって生育阻害が生じる可能性があるため、作物に対する直接的な影響について検討することも必要である。

おわりに

ネコブセンチュウをはじめとする植物寄生性線虫は、連作が原因となって密度が高まり、被害が顕在化する。植物寄生性線虫の防除対策として一般的に使用されている土壌くん蒸剤は、強力な殺線虫作用を有する反面、土壌生物相をかく乱する。メチオニンは、ネコブセンチュウおよびフザリウム菌に対して抑制効果がある一方で、自活性線虫および通常の菌類への影響が少なく、環境や農作物に対する安全性が高いと考えられる。また、天敵出芽細菌等の生物的防除法や太陽熱処理等の物理的防除

法との組み合わせなど、他の防除手法との併用によって利用効果は一層高まると考えられ、総合防除の一手段としても期待することができる。

メチオニンの実用化に当たっては、解決すべき課題が多く残されているが、環境負荷の少ない資材として早急な実用化技術の開発が望まれる。

引用文献

- 1) EVANS, K. and D. L. TRUDGILL (1971): *Nematologica* 17: 495~500.
- 2) 川田弘志・涌井 明 (2000): 土壌線虫相の改善方法, 特開 2000-7506.
- 3) 皆川 望ら (1998): 日線虫誌 (講要) 28: 28.
- 4) NIDRY et al. (1994): *Nematol. Medit.* 22: 37~40.
- 5) 日本化学会編 (1986): 化学便覧応用化学編, 丸善, 東京, pp. 708~738.
- 6) OVERMAN, A. J. and S. S. WOLTZ (1962): *Proc. Fla. St. Hort. Soc.* 75: 166~170.
- 7) PRASAD, K. S. and J. M. WEBSTER (1967): *Nematologica* 13: 318~323.
- 8) REDDY, P. P. et al. (1975 a): *Indian J. Nematol.* 5: 36~41.
- 9) ——— et al. (1975 b): *ibid.* 5: 42~48.
- 10) 諏訪順子・上田康郎 (2001): 関東東山病虫研報 48: 175~178.
- 11) 武地誠一 (1996): 農業技術体系, 土壌施肥編 5, 農山漁村文化協会, 東京, 追録 7: pp. 106 の 1 の 37~42.

(17 ページからの続き)

福本文良氏 (中央農業研究センター北陸地域基盤研究部 上席研究官兼本部融合研究チーム: 病害抵抗性組換え稲チーム) は, 併任解除・北海道農業研究センター生産環境部ウイルス病研究室長へ

堀内誠三氏 (野菜茶業研究所葉根菜研究部病害研究室長 兼東北農業研究センター野菜花き部) は, 併任解除 小林秀治氏 (近畿中国四国農業研究センター地域基盤研究部: 虫害研究室) は, 近畿中国四国農業研究センター地域基盤研究部付へ

中島 隆氏 (九州沖縄農業研究センター地域基盤部病害生態制御研究室長) は, 九州沖縄農業研究センター地域基盤研究部上席研究官へ

荒井治喜氏 (中央農業総合研究センター企画調整部主任研究官: 北陸分室) は, 九州沖縄農業研究センター地域基盤研究部病害生態制御研究室長へ

農業生物資源研究所

北村賢彬氏 (企画調整部企画室長) は, 企画調整部長へ 新保 博氏 (生体機能研究グループ長) は, 企画調整部企画室長へ

川崎健次郎氏 (企画調整部企画室研究調整官) は, 生体機能研究グループ長へ

佐藤 守氏 (昆虫適応遺伝研究グループ上席研究官) は, 昆虫適応遺伝研究グループ長へ

農業環境技術研究所

岡 三徳氏 (生物環境安全部植生研究グループ長) は, 生物環境安全部長へ

鈴木 健氏 (農林水産技術会議事務局研究調査官) は, 化学環境部主任研究官 (有機化学物質研究グループ農薬影響軽減ユニット) へ出向

桑原雅彦氏 (化学環境部ダイオキシンチーム長) は, 化学環境部ダイオキシン評価研究官へ

退職 3 月 31 日付

志賀正和氏 (中央農業総合研究センター虫害防除部長) は退職 (農林水産先端技術産業振興センターへ)

榎藤昭博氏 (近畿中国四国農業研究センター所長) は退職 (農林漁業金融公庫へ)

河本征臣氏 (九州沖縄農業研究センター地域基盤研究部長) は退職

宮崎昌久氏 (農業生物資源研究所昆虫適応遺伝研究グループ長) は退職

河部 暹氏 (農業環境技術研究所生物環境安全部長) は退職 (国際連合食糧農業機関 FAO 専門家へ)

中山正義氏 (東北農業研究センター地域基盤研究部長) は退職 (4 月 1 日付)

鈴木邦彦氏 (果樹研究所企画調整部研究交流科長) は, 退職 (東京農業大学教授短期大学部生物生産技術学科へ)

我孫子和雄 (野菜茶業研究所果菜研究部病害研究室長) は退職

佐藤章夫氏 (北海道農業研究センター生産環境部主任研究官: 病害研究室) は退職

鶴町昌市氏 (東北農業研究センター水田利用部業務科長) は退職

大矢慎吾氏 (近畿中国四国農業研究センター特産作物部上席研究官) は退職 (JICA 日中プロ長期派遣専門家へ)

後藤孝雄氏 (近畿中国四国農業研究センター特産作物部付) は退職

松田 泉氏 (農業環境技術研究所企画調整部研究交流科長) は退職

(27 ページへ続く)