

ホスチアゼートの感染後のサツマイモネコブセンチュウに 対する産卵抑制効果および土壌幼虫防除効果

佐野 善一 (九州農業試験場)

Effects of postinfection treatment of organophosphorus nematicide, fosthiazate, on fecundity and soil population of *Meloidogyne incognita*. Zen-ichi SANO (Kyushu National Agricultural Experiment Station, Nishigoshi, Kumamoto 861-11)

The organophosphorus nematicide, fosthiazate, was applied as an aqueous solution to the soil of potted tomato plants infected with *Meloidogyne incognita* to examine the effect of postinfection soil treatment on production of egg-masses and soil population densities of 2nd stage juveniles (J2). Fosthiazate was applied prior to egg-mass formation at 16 days postinoculation, or after egg-mass formation at 21, 26, 34, or 38 days postinoculation. The nematicide was applied at the concentration of 0.56, 1.67, or 5.0 ppm a. i. at 16 days postinoculation or at 1.25, 2.5, or 5.0 ppm a. i. at 21, 26, 34, or 38 days postinoculation. All treatments were evaluated for production of egg-masses and soil J2 population densities at 47 days postinoculation. Number of egg-masses were reduced by 80-90% when the nematicide was applied at 5 ppm, 16, 21, or 26 days after inoculation of *M. incognita*. Applying 1.25 ppm fosthiazate 21 days after inoculation of *M. incognita* significantly suppressed egg-mass production. Numbers of J2 were also reduced by 70-90% at 5 ppm when the chemical was applied at 16, 21, or 26 days postinoculation, but the reduction in J2 numbers was less than 50% when 2.5 ppm fosthiazate was applied.

従来から使用されている D-D 等の土壌くん蒸剤は一般に薬害が激しく、作物の栽培中に施用することは出来ない。これに対して、近年使用されるようになった有機燐系やカーバメート系の接触性殺線虫剤は、栽培中に施用しても薬害を発生させる危険性が少ない。これらの薬剤の作用機作はコリンエステラーゼの阻害によるとされ、殺線虫作用の他に、寄主植物への定位行動や侵入、摂食、ふ化などを阻害する。また、浸透移行性を有し、根の内部の線虫の発育や産卵を抑制することが知られている (EVANS, 1973; WRIGHT, 1981)。このような特性を持つことから、これらの薬剤には栽培中の作物に対して治療的な利用が期待されているが、実用化を図るためには、効果的な処理条件を明らかにする必要がある。

本試験では、最近わが国で開発された有機燐系殺線虫剤、ホスチアゼート (WOODS et al., 1991; 西澤, 1992) を、寄主植物に感染後のサツマイモネコブセンチュウに対して時期別に処理し、処理時期による産卵抑制効果と土壌中の 2 期幼虫防除効果の違いを検討した。

報告に当たり、供試薬剤を提供していただいた石原産

業株式会社に深謝の意を表する。

材料および方法

供試薬剤：ホスチアゼート (30%) 液剤 (石原産業株式会社) を供試した。

供試線虫：九州農業試験場 (熊本県菊池郡西合志町) の圃場から採集したサツマイモネコブセンチュウ (*Meloidogyne incognita*) のレース 1 で、単卵囊から増殖し、累代飼育している個体群を供試した。

供試作物：ミニトマト (*Lycopersicon pimpinellifolium*, 品種：プリッツ) を用いた。

作物の栽培：土壌を 200 g 入れたポリエチレンポットに、播種 6 日後のミニトマトを 1 株ずつ移植し、14 時間照明 (約 27,000Lux), 平均室温約 27°C (夜温 24°C, 昼温 30°C) の人工気象室で栽培した。土壌は滅菌した黒ボク土壌を用いた。

線虫の接種：移植 2 日後に、上記線虫のふ化 48 時間以内の 2 期幼虫を、223.6 ± 12.7 頭ずつ 1 ml の懸濁液として各ポットの土壌表面に接種し、直ちに十分灌水した。

薬剤処理：線虫接種16, 21, 26, 34および38日後に、蒸留水で3段階に希釈した供試薬剤をポット当たり10mlずつ灌注した。希釈は16日後は3,000（土壌中濃度は5ppm, 以下の括弧内も同様）、9,000（1.67ppm）および27,000（0.56ppm）倍、それ以後は3,000（5ppm）、6,000（2.5ppm）および12,000（1.25ppm）倍とし、各試験区の繰り返しは26日以前の処理は5回、その後は6回とした。

線虫の発育ステージの調査：薬剤処理日にトマトの根を洗浄し、フロキシシンBで染色して着生卵囊数を調査した。その後根をラクトフェノールで煮沸し、0.005%アニリンブルーラクトフェノールで根内の線虫を染色し、発育状態を調査した。線虫のステージは TRIANTAPHIROU and HIRSHMANN (1960) を参照したが、外形によって、体形が発育初期（未肥大～わずかに肥大の2期幼虫初期）、発育中期（体形がソーセージ状の2期幼虫後期から成虫初期）および発育後期（最大径が体後部にある肥大中から産卵中の成虫）の3段階に区分した。ステージ調査後の根は次亜塩素酸ナトリウムで処理して卵囊を分解し、産卵数を調査した。

防除効果の調査：線虫接種47日後にトマトを掘り上げ根を洗浄し、着生卵囊数を上記の方法で調査した。また、

土壌中の線虫密度をベルマン法（室温、土壌20g、3昼夜分離）で調査した。ホスチアゼートの効果は卵囊形成抑制率 $\left\{ \left| 1 - \frac{\text{処理区最終卵囊数} - \text{薬剤処理時の卵囊数}}{\text{無処理区最終卵囊数} - \text{薬剤処理時の卵囊数}} \right| \times 100 \right\}$ と土壌幼虫防除率 $\left\{ \left(1 - \frac{\text{処理区分離虫数}}{\text{無処理区分離虫数}} \right) \times 100 \right\}$ を算出して比較した。

結 果

1. 薬剤処理時の線虫の発育ステージ

薬剤処理時の寄生虫数は株当たり平均で約50頭であった（第1表）。これらの線虫の発育ステージは、線虫接種16日後の処理ではやや発育した成虫が30%を占める段階であり、接種21日後には大半が成虫となり、肥大も進んでいた（第1図）。産卵は接種16日後までは認められなかったが、21日後にはわずかに、26日後にはポット当りの卵囊数が7.2個、寄生虫の約1割が産卵し、卵数では905個であった。34日後になると卵囊数と卵数はそれぞれ42個および23,000個となった。既に一部の卵は孵化しており、この時期には第2世代の幼虫の寄生によると思われる未肥大幼虫の増加（第1図）が観察された。

2. ホスチアゼートの効果

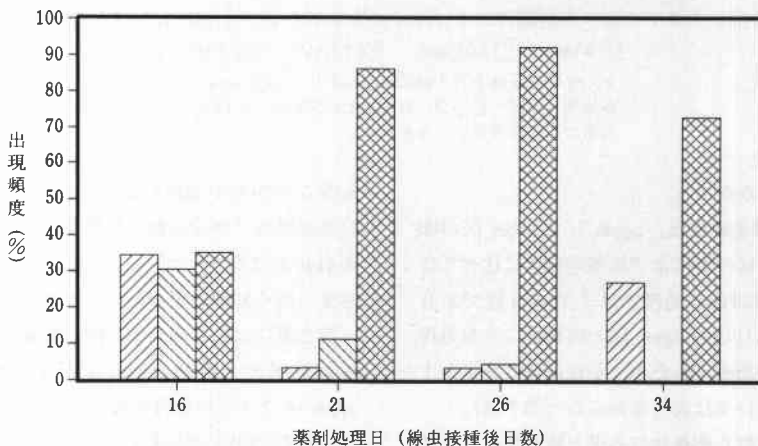
試験した処理条件の範囲内では、本剤によるトマトの

第1表 ホスチアゼート処理時のサツマイモネコブセンチュウの寄生虫数および産卵数

寄 生 虫 数 卵のう(卵)数	薬剤処理日(線虫接種後日数)			
	16	21	26	34
寄生虫数/株 ¹⁾	49.4±27.5	55.2±23.5	73.8±31.9	131.3±41.3
卵のう数/株 ¹⁾	0	1.6±1.7	7.2±3.6	42.2±14.5
卵 数/株 ²⁾	0	67	905	23,236(567)

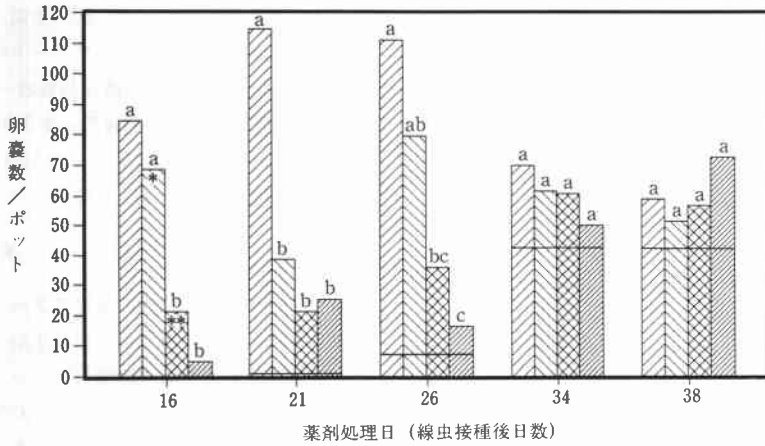
1) 平均値±95%信頼区間。

2) 5～6株の平均値で括弧内は、卵の内の既にふ化した卵数を示す。



第1図 ホスチアゼート処理時のサツマイモネコブセンチュウの発育ステージ

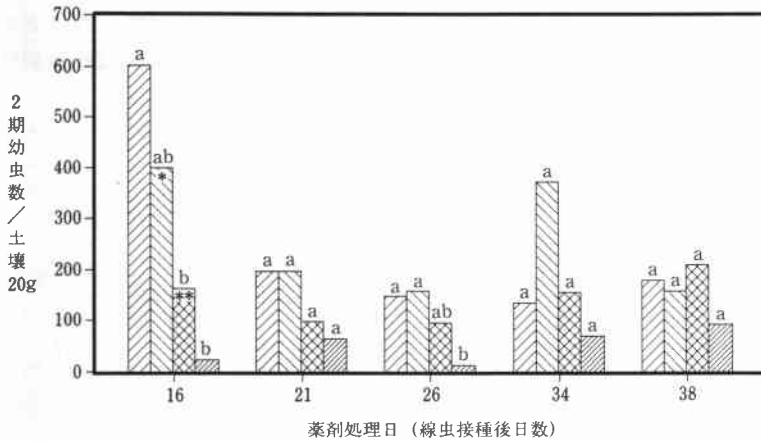
▨ 発育初期 ▨ 発育中期 ▨ 発育後期



第2図 ホスチアゼート処理後のサツマイモネコブセンチュウの卵囊形成数の比較

0 ppm 1.25ppm 2.5ppm 5 ppm

*, **の薬量はそれぞれ0.56ppmおよび1.67ppm,
棒グラフ中の横線は薬剤処理時の卵囊数。
各処理日の同一添字間にはSchefféの方法により5%
水準で有意差がないことを示す。



第3図 ホスチアゼート処理後のサツマイモネコブセンチュウの土壌幼虫密度の比較

0 ppm 1.25ppm 2.5ppm 5 ppm

*, **の薬量はそれぞれ0.56ppmおよび1.67ppm。
各処理日の同一添字間にはSchefféの方法により5%
水準で有意差がないことを示す。

生育抑制は認められなかった。

線虫に対する効果を見ると、5ppmと2.5ppm区の卵囊数は線虫接種26日後の処理までは無処理区に比べてはるかに少なく、21日以前の処理では1.25ppm区でも有意に少なかった。34日後の5ppm区の卵囊数にも無処理区より少ない傾向が認められたが、それ以下の薬量および38日後の処理については大差なかった(第2図)。

土壌中の2期幼虫数も卵囊数の多少と概ね類似した傾向を示した。5ppm区では線虫接種26日後の処理までは無処理区よりはるかに少なく、34日後と38日後の処理に

も少ない傾向が認められた。2.5ppm区でも21日後と26日後処理の2期幼虫数は無処理区よりかなり少なかったが有意差はなかった。1.25ppm区ではいずれの処理にもまったく抑制効果が認められなかった(第3図)。

第2表には第2図と第3図の数値から算出した卵囊形成抑制率と土壌幼虫防除率を示した。この表から、5ppm区では26日後の処理まで80%から90%程度の卵囊形成抑制効果が認められる。2.5ppm区でも約70%の抑制率となったが、処理の早い方が抑制率が高くなる傾向があり、21日後までは1.25ppmでも70%以上の抑制効

第2表 ホスチアゼート液剤の感染後のサツマイモネコブセンチュウの産卵抑制および土壌幼虫防除効果

抑制効果	処理濃度 (ppm)	線虫接種後の日数				
		16	21	26	34	38
卵嚢形成抑制率 (%) ¹⁾	0	0	0	0	0	0
	1.25*	18.7	66.3	28.3	11.9	7.6
	2.5**	74.3	81.3	67.6	13.3	4.2
	5.0	94.1	77.8	85.1	28.6	-23.6
土壌幼虫防除率 (%) ²⁾	0	0	0	0	0	0
	1.25*	33.3	-1.1	-6.6	-177.7	12.7
	2.5**	73.1	49.5	35.6	-15.6	-17.3
	5.0	95.9	67.6	91.4	48.7	47.6

1) 卵嚢形成抑制率 = $(1 - \frac{\text{処理区の最終卵嚢数} - \text{薬剤処理時の卵嚢数}}{\text{無処理区の最終卵嚢数} - \text{薬剤処理時の卵嚢数}}) \times 100$

2) 土壌幼虫防除率 = $(1 - \frac{\text{処理区幼虫数}}{\text{無処理区幼虫数}}) \times 100$

* : 16日後は 0.56 ppm, ** : 16日後は 1.67 ppm

果が認められた。

これに対して土壌幼虫防除率は、5 ppm 区では26日後まで約70%から90%であったが、2.5 ppm 区では50% (21日後) または36% (26日後) に留まり、卵嚢形成抑制率の70%に比べてやや低い結果となった。しかし、34日あるいは38日の5 ppm 区にも約50%の防除効果が認められた。

考 察

本試験により、ホスチアゼートは土壌中に処理すると浸透移行的に根内の寄生線虫に作用することが明らかになった。有機燐系のエトプロフロス、フェナミフロス、チオナジンやカーバメート系のアルディカーブ、オキサミル、クロソカーブ等の殺線虫剤も、同様な作用によって寄生線虫の発育や増殖を抑制することが知られている (McLEOD and KHAIR, 1975; EVANS and WRIGHT, 1982; SIKOLA and HARTWIG, 1991)。しかし、従来の試験では、これらの薬剤は多くの場合線虫の感染初期に処理され、効果が判定されている。これに対して、本剤は比較的遅く処理した場合にも効果が高く、線虫接種26日後の、線虫の発育ステージとしては産卵開始後でも強い卵嚢形成抑制作用を示した。これを薬剤が比較的遅く処理された他の試験例と比較すると、本剤の効果は接種13日後に処理されたオキサミル (土壌水 1 ml 当たり 6.25 μg) の、キュウリの *M. incognita* に対する産卵抑制率 (約14%) より明らかに高く (WRIGHT and ROWLAND, 1982)、感染15日後に処理されたアルディカーブ (土壌 1 g 当たり 5 μg) の *Heterodera schachtii* に対する発育阻害効果にも匹敵した (STEELE, 1976)。

土壌中の2期幼虫密度も薬剤が早期の、産卵初期までに処理された場合には大きく低下した。これは産卵が抑制されたために、ふ化する幼虫が減少したことによると考えられ、本剤の産卵抑制作用の大きさが窺われる。一方、線虫の発育が進み、大多数の個体が産卵を開始した34日あるいは38日後に処理された場合には一定の防除効果は認められた (第2表) が、幼虫密度はそれほど低下しなかった。このことは、本剤は卵に対する殺卵作用またはふ化抑制作用が弱いことを示唆している。

以上のように、本剤には従来の接触性殺線虫剤と比べて線虫の感染後比較的遅く処理しても産卵を抑制する効果があり、哺乳類に対する急性毒性も低い (WOODS et al., 1991) ことから栽培中の処理剤として利用しやすい特性を有しているように思われる。しかし、本剤については、摂食抑制、発育・産卵抑制、殺線虫作用等、根内の寄生線虫に対する作用機作がほとんど検討されていない。上述した卵と2期幼虫間の薬剤感受性の違いも生育時処理剤として利用を図る際に解明すべき重要な課題と考えられる。有効成分の土壌中での持続性等を含め、今後、さらに詳細な検討が必要と思われる。

摘 要

有機燐系殺線虫剤、ホスチアゼートを感染後のサツマイモネコブセンチュウに処理し、処理時期による産卵抑制および土壌中の2期幼虫防除効果の違いを検討した。薬剤処理は線虫をミニトマトに接種16, 21, 26, 34および38日後に行い、処理量は、16日後は0.56, 1.67および5 ppm, それ以外は1.25, 2.5および5 ppmとした。

ホスチアゼートは、線虫接種26日後の卵嚢形成初期ま

でに処理すると卵嚢形成を大きく抑制し、2.5 ppm で約70%、5 ppm で80~90%の抑制率が認められた。また、21日以前に処理した場合は1.25 ppm でも抑制効果が大きかった。土壌中の2期幼虫数も線虫接種後早期に薬剤を処理した場合に大きく低下する傾向があり、接種26日後以前では5 ppm で70~90%の低下が認められた。2.5 ppm では防除効果は低く、いずれの処理時期とも50%以下の虫数低下に留まった。

引 用 文 献

1) EVANS, A. F. (1973) *Ann. appl. Biol.* **75** : 469-473.

2) EVANS, S. G. and WRIGHT, D. J. (1982) *Ann. appl. Biol.* **100** : 511-519. 3) MCLEOD, R. W. and KHAIR, G. T. (1975) *Ann. appl. Biol.* **79** : 329-341. 4) 西澤 務 (1992) 線虫研究の歩み (中園和年編) 日本線虫研究会 : 245-252. 5) SIKORA, R. A. and HARTWIG, J. (1991) *Revue Nematol.* **14** : 531-536. 6) STEELE, A. E. (1976) *J. Nematol.* **8** : 137-141. 7) TRIANTAPHYLLOU, A. C. and HIRSCHMANN, H. (1960) *Ann. Ist Phytopath. Benaki, N. S.* **3** : 1-11. 8) WOODS, A. C., FRENCH, J. R. and ICHINOHE, M. (1991) *J. Nematol.* **23** : 556. 9) WRIGHT, D. J. (1981) *Plant Parasitic Nematodes, Vol. III* (ZUCKERMAN, B. M. and ROHDE, R. A. eds.) Academic Press : 421-449. 10) WRIGHT, D. J. and ROWLAND, A. J. (1982) *Ann. appl. Biol.* **100** : 521-525.

(1995年4月30日 受領)