

寄生細菌の利用によるイチジクのネコブセンチュウ防除

誌名	静岡県柑橘試験場研究報告
ISSN	04886828
著者名	鎌田,憲昭 岡田,正道 安間,貞夫
発行元	静岡県柑橘試験場
巻/号	27号
掲載ページ	p. 53-59
発行年月	1998年3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



寄生細菌の利用によるイチジクの ネコブセンチュウ防除

鎌田憲昭・岡田正道・安間貞夫*

Biological Control of *Melodgyne incognita* on Fig Trees with the Bacterium *Pasuteuria penetrans*

Noriaki KAMATA, Masamichi OKADA and Sadao ANMA

I 緒 言

イチジク栽培においてセンチュウの寄生は樹勢の低下や果実収量の減少を引き起こし、栽培上の大きな問題となっている。しかし、その対策としては永年性作物であるため植え付け後の土壤消毒ができず、寄生園地では、確実に効果のある防除方法は確立されていないのが現状である。

イチジクに寄生するセンチュウ類は数種類あるが、サツマイモネコブセンチュウの被害が最も大きく、全国でも広い範囲でみられる⁷⁾。

近年、ネコブセンチュウに対して高い宿主特異性を示し、その繁殖を抑制する出芽細菌 *Pasteuria penetrans* (パストリア) の生物農薬としての利用が注目されており、トマトやサツマイモなどで防除効果が認められている^{3) 6)}。しかし、永年性作物であるイチジクにおいては試験事例が報告されていない。

そこで、本報ではパストリアを施用したコンテナ植えのイチジク‘柵井ドーフィン’においてパストリアの付着状況と樹体生育及び果実収量との関係を検討した。

II 材料及び方法

試験 1. 成木寄生樹における防除効果

平成 3 年 4 月に 2 年生苗を定植し、屋根掛けハウス内で育成した 70 l コンテナ植えの‘柵井ドーフィン’を用いた。用土は火山灰性未耕土に牛糞堆肥を

30%程度混和して用いた。供試樹はネコブセンチュウの寄生が多く認められる個体 15 樹を選定した。このうち 6 樹を平成 6 年 4 月 27 日に 2.5 l の水で希釈した土壤表面 m² 当たり 2×10^{10} 相当数のパストリアを含む懸濁液を散布して処理区とした。散布を行わない残り 9 樹を無処理とした。

調査樹は 1 樹結果枝 2 本仕立てとし、芽かきは展葉数が 6~8 枚の時期に行い、結果枝は 17 節で摘心して管理した。結果枝の長さ及び基部の太さ、節間長は落葉後に調査した。

収穫は着色と果実熟度を目安として、8 月上旬から 10 月下旬までの樹毎に毎日行い、果実重量を測定して 1 樹収量を求めた。

サツマイモネコブセンチュウの密度調査は平成 6 年は 11 月下旬、7 年は 10 月下旬、8 年は 11 月上旬に行い、各処理区の樹毎に土壤を採取し、ベルマン法により土壤 20 g から 48 時間分離して 2 期幼虫の頭数を測定した。パストリアの付着数はネコブセンチュウ 20 頭当たりで計算し、2 反復で調査した。

試験 2. 植栽時処理による防除効果

場内で挿し木育成した柵井ドーフィン 1 年生苗 30 個体を平成 6 年 6 月に 25 l コンテナに植栽した。用土は試験 1 と同様に調製したが、ネコブセンチュウの寄生を確実にするため、試験 1 で供試しなかった 70 l コンテナの土壤を 1 コンテナ当たり 2.5 l ずつ混和した。

植栽後にパストリアの処理濃度を以下の様に設定し、2.0 l の水で希釈して散布した。

* 現農業試験場

	処 理 濃 度	反 復 数
処理区 1	5 × 10 ¹⁰ / 土壌表面 m ²	7
処理区 2	2 × 10 ¹⁰ / 土壌表面 m ²	7
処理区 3	5 × 10 ⁹ / 土壌表面 m ²	8
無処理区		8

また、同時期に挿し木育成し、クロールピクリンによる消毒を行った同じ組成の用土に植栽した個体 10 樹を対照区として平成 7 年及び 8 年の比較に用いた。

供試樹は植え付け後 1 年目は新梢を 1 樹 2 本に整理した後、無摘芯で管理した。2 年目以降は展葉数 7～8 枚時に芽かきを行い、17 節で摘心した。

結果枝の生育は試験 1 と同様に調査した。収穫は植え付け 2 年目から行い、同様に調査した。センチウの土壌密度及びパストリアの付着状況については試験 1 と同時期に土壌を採取し、同様の調査を行った。

Ⅲ 結 果

試験 1. 成木寄生樹における防除効果

土壌中のサツマイモネコブセンチュウの密度は処理 1 年目で無処理区よりも明らかに少なくなった。処理 2 年目も同様の傾向であったが、3 年目では差

第 1 表 パストリア散布がコンテナ植栽のイチジク樹のサツマイモネコブセンチュウ密度に及ぼす影響

区	密度 頭数 / 土壌 20 g		
	処理 1 年目	2 年目	3 年目
処理区	84	195	123
無処理区	281	703	221
有意性	*	*	ns

が認められなくなった (第 1 表)。

パストリアの付着率は処理 1 年目から高い水準であったが、無処理区においても 2 年目以降パストリアの混入が認められた。処理区のネコブセンチュウ 2 期幼虫 1 頭当りのパストリア付着数は処理期間を通してほぼ一定の値を維持した (第 2 表)。

処理期間中の樹体生育の推移を第 3 表に示した。結果枝の基部径及び長さは処理 1 年目及び 2 年目には差が認められなかったが、3 年目では処理区で基部径、長さとも無処理区よりも大きく、樹勢の回復が認められた。

また、節位別の節間長は処理区の 3 年目で 10 節以上の節位が無処理区よりも長くなった (第 4 表)。

果実重では処理 1 年目は処理区の果実重が無処理区よりも小さかったが、2 年目以降は処理区の方が

第 2 表 コンテナ植栽のイチジク樹におけるパストリアの付着状況の推移

区	センチウ 1 頭当たり付着数			付着率 ^Z %		
	処理 1 年目	2 年目	3 年目	1 年目	2 年目	3 年目
処理区	15.34	15.05	15.61	95.0	87.1	67.4
無処理区	0.04	0.35	1.09	2.2	13.1	36.0
有意性	**	**	**	**	**	**

Z) Arcsin^{1/2}変換して有意差検定

第 3 表 パストリア散布がネコブセンチュウ寄生イチジク樹の樹体生育の推移に及ぼす影響

区	結果枝基部径 mm			結果枝の長さ cm		
	処理 1 年目	2 年目	3 年目	処理 1 年目	2 年目	3 年目
処理区	19.2	18.9	20.8	82.9	87.0	97.5
無処理区	21.4	18.3	17.7	92.7	85.0	82.4
有意性	ns	ns	*	ns	ns	**

第4表 パストリア散布がネコブセンチュウ寄生イチジク樹の節間長の推移に及ぼす影響

区	平均節間長cm					
	0~10節			10~17節		
	処理1年目	2年目	3年目	処理1年目	2年目	3年目
処理区	4.94	5.26	4.78	4.79	4.92	7.10
無処理区	5.34	5.30	4.75	5.79	4.57	4.99
有意性	ns	ns	ns	ns	ns	**

第5表 パストリア散布がコンテナ植えイチジクの果実収量の推移に及ぼす影響

区	収量 kg/樹			平均果実重 g		
	処理1年目	2年目	3年目	処理1年目	2年目	3年目
処理区	1.58	1.68	1.99	67.3	73.0	75.4
無処理区	2.00	1.39	1.63	76.4	65.4	67.6
有意性	ns	ns	Δ10	*	*	Δ10

大きくなった。また、処理3年目の果実収量は処理区で無処理区よりも多かった(第5表)。

2. 植栽時処理による防除効果

土壌中のサツマイモネコブセンチュウ密度は成木寄生樹と同様に処理1年目で明らかに少なくなった。しかし、2年目ではいずれの処理区でも無処理区と差が認められず、3年目では処理区1のみが無処理区よりも少なかった(第6表)。

ネコブセンチュウの2期幼虫1頭当たりのパストリアの付着数は処理1年目で6~11頭の範囲であり、処理濃度による違いは認められなかった。また、付着率においても試験1と同様高い水準であった。2年目では付着数、付着率とも処理濃度による差が認められたが、無処理区にパストリアの混入が認められ、3年目ではいずれの処理区でも無処理区と差が認められなかった。パストリアの混入が成木寄生樹の場合よりも進行した原因として、処理2年目まで屋外においていたため雨水のはね返り等が起りやすかったためと考えられた(第7表)。

樹体の生育は、処理1年目ではどの処理区も無処理区と差が認められなかったが、2年日以降ではいずれの処理区でも結果枝の基部径及び長さとも、無処理区よりも大きくなった。一方、クロルピクリン対照区の結果枝基部径はいずれの処理区よりも大き

かった(第8表)。また、処理2年目の節位別の平均節間長では、10節以上の節間で対照区が長くなった(第9表)。このことから、処理区においてもネコブセンチュウの寄生はある程度生育を抑制するものと判断された。

結果枝の生育状況をみると無処理区では生育初期から伸長の抑制が認められた(第1図)。

果実収量は、処理2年目、3年目とも無処理区で収穫期間内の収穫果数が少なく、果実重量が小さかったため少なくなった。収量、収穫果数、平均果重に処理濃度による違いは認められなかった(第10表)。

また、収穫時期は無処理区で処理区よりも遅くな

第6表 パストリア散布がコンテナに新植したイチジクのサツマイモネコブセンチュウ密度に及ぼす影響

区	処理濃度	センチュウ密度 頭数/土壌20g		
		処理1年目	2年目	3年目
1	5×10^{10}	26 b	192	129 b
2	2×10^{10}	31 b	227	206ab
3	5×10^9	46 b	139	243ab
無処理		216a	352	276a
有意性		**	ns	*

注) 表中の同一符号間には Ryan の多重検定 (5%) で有意差なし

第 7 表 コンテナに新植したイチジクにおけるサツマイモネコブセンチュウへのパストリアの附着状況

区	処理濃度	パストリア附着数/頭			附着率 ² %		
		処理 1 年目	2 年目	3 年目	処理 1 年目	2 年目	3 年目
1	5 × 10 ¹⁰	8.09a	19.02a	7.88	86.0a	92.9a	70.5
2	2 × 10 ¹⁰	6.23ab	5.04 b	7.49	71.9a	69.3 b	65.4
3	5 × 10 ⁹	10.57a	6.17 b	5.94	86.9a	66.9 b	66.9
	無 処 理	0.15 b	1.24 b	7.05	9.6 b	44.3 c	67.1
	有 意 性	**	**	ns	**	**	ns

注) 表中の同一符号間には Ryan の多重検定 (5%) で有意差なし
Z) Arcsin^{1/2}変換して有意差検定

第 8 表 植栽時からのパストリア散布がコンテナ植えイチジクの樹体生育に及ぼす影響

区	処理濃度	結果枝基部径 mm			結果枝の長さ cm		
		処理 1 年目	2 年目	3 年目	処理 1 年目	2 年目	3 年目
1	5 × 10 ¹⁰	20.3	20.8 b	19.5 b	100.0	94.7a	99.8ab
2	2 × 10 ¹⁰	19.7	19.7 b	19.7 b	99.8	93.0a	100.0ab
3	5 × 10 ⁹	20.3	19.8 b	20.0 b	96.9	92.8a	95.3 b
	無 処 理	18.2	16.4 c	15.8 c	89.2	69.3 b	61.2 c
	対 照	—	24.6a	24.5a	—	98.4a	107.1a
	有 意 性	ns	**	**	ns	**	**

注) 表中の同一符号間には Ryan の多重検定 (5%) で有意差なし

第 9 表 植栽時からのパストリア散布がコンテナ植えイチジクの節間長に及ぼす影響

区	処理濃度	平均節間長 cm			
		0~10節		10~17節	
		処理 2 年目	3 年目	処理 2 年目	3 年目
1	5 × 10 ¹⁰	4.74a	5.11a	6.76 b	6.96ab
2	2 × 10 ¹⁰	4.80a	4.86a	6.43 b	7.36ab
3	5 × 10 ⁹	4.65a	4.81a	6.61 b	6.75 b
	無 処 理	2.93 b	2.75 b	5.72 c	4.82 c
	対 照	4.76a	5.20a	7.25a	7.88a
	有 意 性	**	**	**	**

注) 表中の同一符号間には Ryan の多重検定 (5%) で有意差なし

第10表 植栽時からのパストリア散布がコンテナ植えイチジクの収量に及ぼす影響

区	処理濃度	収量 kg/樹		収穫果数/樹		平均果重 g	
		処理2年目	3年目	処理2年目	3年目	処理2年目	3年目
1	5×10^{10}	1.65a	2.00a	25.8a	25.6a	64.1a	74.3a
2	2×10^{10}	1.64a	1.97a	26.0a	26.9a	63.3 b	73.7a
3	5×10^9	1.48a	1.92a	23.5a	24.9a	64.0 b	76.0a
無処理		0.83 b	0.71 b	14.0 b	10.8 b	48.7 c	64.7 b
対照		1.65a	1.77a	21.6a	23.4a	77.1a	74.8a
有意性		**	**	**	**	**	**

注) 表中の同一符号間には Ryan の多重検定 (5%) で有意差なし

る傾向が認められたが、これは下位節の着果が少なかったためと判断された (第2図)。

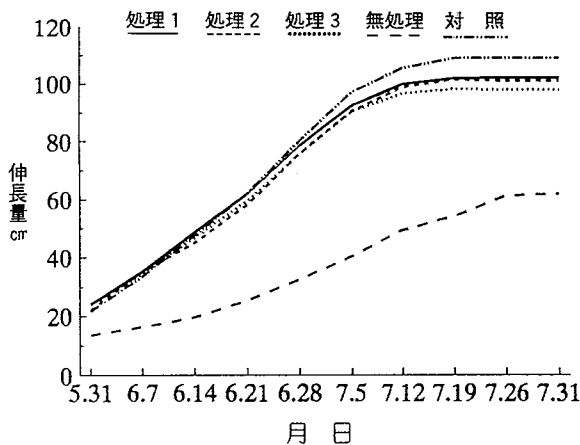
IV 考 察

パストリアの付着は成木寄生樹においても、新植時からの処理においても1年目から高い密度で認められた。これは、本試験がコンテナ樹を用いて行われており、土壌が制限されていることから、センチュウの移動が少ないこととさらに、灌水を十分行っていたため、パストリアの拡散が促進されたためと考えられる。

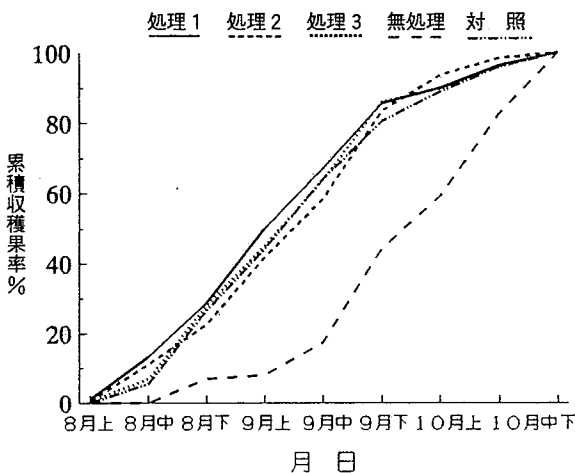
成木寄生樹の土壌中サツマイモネコブセンチュウ密度は年次毎に違いがみられたが、パストリアの付着数は1頭当たり15孢子程度とほぼ一定であった。Daviesら¹⁾はパストリア孢子の発芽、感染には第2期幼虫1頭当たり5~15孢子の着生が必要としている。本結果において、新植時からの処理1年目では、パストリアの付着は6~11孢子程度であったがサツマイモネコブセンチュウ密度の抑制が認められた。

パストリアによるセンチュウ密度の抑制作用は、孢子着生幼虫の移動性や寄主植物への侵入率の低下、罹病雌虫の産卵抑制による繁殖阻害によってもたらされるが¹⁾、寄生されたセンチュウでも作物への侵入ができるため、センチュウ密度の高い畑では処理1作目の被害を避けることが難しいとされている³⁾。本試験においても処理による樹体生育への影響が認められたのは、成木寄生樹で処理3年目、新植樹で2年目であった。

果実重は成木寄生樹では処理3年目に、新植樹で



第1図 パストリア散布がコンテナ植え3年生イチジク樹の新梢育成に及ぼす影響



第2図 パストリア散布がコンテナ植え3年生イチジク樹の累積収穫果率に及ぼす影響

は処理 2 年目以降に処理区が無処理区よりも大きくなった。イチジクは、結果枝の太さ 20mm 程度の中庸な樹勢の結果枝で品質良好な果実が多く生産されるが²⁾、新植樹の無処理区の 2 年目以降の結果枝生育は生産面で劣ると判断された。一方、新植樹の処理 2 年目のクロルピクリン対照区の平均果実重はいずれの処理区よりも大きかったが 3 年目にその傾向は認められなかった。この原因は明らかではないが、本試験において処理 2 年目に当たる平成 7 年は 8 月の平均気温が例年よりも 2℃以上高い猛暑であったことから、センチュウの寄生により根の通導機能が低下している個体では、水分吸収の低下により果実重が減少したものと推定される。

新植時の処理試験では、無処理区において果実重の減少だけでなく、着果率の減少が収量低下の原因となった。筆者らは養液栽培を行ったコンテナ植えイチジク樹について夏期以降の窒素吸収量の減少により次年度の低位節位の果実着生が減少したことを観察している²⁾。新植樹の無処理区では高密度のネコブセンチュウの寄生による根の伸長抑制と養分吸収の低下から、貯蔵養分が減少し、次年度初期からの結果枝生育の抑制と果実着生率の低下につながったものと考えられる。本試験では、新植時処理からのパストリアの処理濃度は 5×10^9 / 土壌表面 m^2 程度で顕著な効果が認められた。しかし、露地栽培においては効果の確認がされておらず、防除効果が上がりやすい園地条件、処理方法について検討する必要がある。

近年、環境保全の面からくん蒸性の殺センチュウ剤は規制されていく方向にあり、それに替わる新しい防除技術の開発が多くの作物で望まれている。パストリアは寄主特異性が高く、他の土壌微生物に負担をかけない防除資材と考えられる。イチジクのような永年性作物においても天敵微生物等を利用する防除法は今後とも期待されるものと考えられる。

本試験を行うにあたり、(株)ネマテックの川田弘志氏には調査の協力及び御助言を頂いた。厚く感謝の意を表す。

V 摘 要

イチジク‘榊井ドーフィン’のコンテナ栽培にお

いてサツマイモネコブセンチュウ (*M. incognita*) に特異的に寄生する細菌 (*P. Penetrance*、パストリア) を利用した防除効果を検討した。

1. 70 l コンテナに植栽されたネコブセンチュウ寄生樹に 2×10^{10} / 土壌表面 m^2 の濃度でパストリアを散布した。この結果、処理開始 1 年からパストリアの付着が顕著に認められた。樹体の生育は処理 3 年目で結果枝の生育が無処理区より強くなり、平均果実重及び収量の増加が認められた。

2. 25 l コンテナに植栽した新植樹において、 5×10^{10} 、 2×10^{10} 、 5×10^9 / 土壌表面 m^2 の処理濃度でパストリアを散布した。パストリアの付着は前試験と同様に顕著に認められた。結果枝の生育は処理 2 年目でいずれの処理区でも無処理区より強くなり、平均果実重と収量の増加が認められた。

引用文献

1. Davies, K., B.R. Kerry and C.A. Flynn (1988). Observation on the *Pasteuria penetrans* Parasite of Root-knot Nematodes Ann. appl. Biol. 112 : 491-502.
2. 鎌田憲昭・岡田正道・安間貞夫 (1996). イチジクの養液栽培における時期別の窒素供給の違いが枝葉の窒素含量と翌年の果実着生に及ぼす影響. 園学雑. 65別2 : 186-187.
3. 西澤 務 (1990). 線虫の天敵細菌. 植物防疫. 44(12) : 524-529.
4. 西澤 務 (1992). *Pasteuria* 属出芽細菌の種類と特性および利用上の諸問題 (日本線虫研究会創立 20 周年記念誌) : 267-271. 日本線虫研究会
5. 仙田太洋・真子伸生・榊原正義・竹内正春・坂野 満 (1996). イチジクの樹相と生産性との関係及びその診断方法. 愛知農総試研報. 28 : 247-251.
6. 清水 啓 (1996). 線虫をめぐる最近の話題. 植物防疫. 50(1) : 2-5.
7. 山下賢一・藤本 清 (1990). イチジクを加害する害虫の防除と問題点. 植物防疫. 44(10) : 455-459.

Biological Control of *Meloidgyne incognita* on Fig Trees with the
Bacterium *Pasteuria penetrans*

Noriaki KAMATA, Masamichi OKADA and Sadao ANMA

summary

An isolate of *Pasteuria penetrans*, originating from and cultured on *Meloidgyne incognita*, was investigated in two experiments as a biological control agent against *M. incognita* infesting soil of container cultivated fig trees. In the first experiment, 2×10^{10} *P. penetrans* spores per m^2 soil surface area was applied to the 70 l pots containing five year old fig trees in soil with an established infestation of *M. incognita* in april. Seven months after treatment, an average of 15 spores of *P. penetrans* adhere to the cuticle of a second stage juvenile of *M. incognita* present. In the third year, the growth of fruit bearing fig shoots were more vigorous and the yields of fruit were greater in *P. penetrans* treated plots than those of untreated plots. In the second experiment, one year old fig trees were transplanted to 25 l containers filled with *M. incognita* infested soil and suspensions of *P. penetrans* 5×10^{10} , 2×10^{10} and 5×10^9 per m^2 soil surface spores were applied to containers for each treatment. In all treatments had *P. penetrans* spores adhering to the cuticle of *M. incognita* juveniles five months after application, and containers receiving the most dense spore suspension had the greatest numbers of adhering spores. In the second year, the growth of fruit bearing shoots, fruit weight and fruit set were greater in the *P. penetrans* treatments than in those of untreated trees.