

# 出芽細菌パスツériaによるイチジクのネコブセンチュウ防除

誌名	愛知県農業総合試験場研究報告 = Research bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center
ISSN	03887995
著者名	市川, 耕治 鳥澤, 恵理子
発行元	愛知県農業総合試験場
巻/号	32号
掲載ページ	p. 135-139
発行年月	2000年12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



## 出芽細菌パストーリアによるイチジクのネコブセンチュウ防除

市川耕治\*・鳥澤恵理子\*\*

**摘要** : イチジクを加害するサツマイモネコブセンチュウに対して出芽細菌パストーリアの土壌表面処理による密度抑制効果について検討した。

パストーリア処理区では、処理2年目から土壌中のネコブセンチュウの密度が低下し始め、3年目には高い密度抑制効果が認められた。ネコブセンチュウへのパストーリア胞子の付着は、処理5か月後に3濃度区とも1頭未満であったが、年が経過するにつれ増加し3年目には、 $5.0 \times 10^9$  / $m^2$ 、 $2.5 \times 10^9$  / $m^2$ 、 $1.0 \times 10^9$  / $m^2$  処理区において、それぞれ25.7個、29.1個、40.1個と多くなった。また、パストーリア付着率も徐々に高くなり3年目には 100%近くまで達した。3年目にイチジクの根を調べた結果、パストーリア処理区では、根重が無処理区の3~4倍と重く、根の張りもよく白くきれいな根が多くみられ、根に付着するこぶの数も明らかに少なくなった。

以上の結果から、パストーリアの処理はイチジクのネコブセンチュウに対して高い密度抑制効果のあることが確認された。

**キーワード** : イチジク、サツマイモネコブセンチュウ、パストーリアペネトランス、根こぶ、密度抑制効果

## Control of Root - Knot Nematode of Fig by *Pasteuria Penetrans*.

Kohji ICHIKAWA and Eriko TORIZAWA

**Abstract** : The effect of the density control of the soil surface treatment of *pasteuria penetrans* to southern root-knot nematode of fig was examined.

The density of root-knot nematode in the soil began to decrease the processing two years later, and a high effect of the density control was admitted in the *pasteuria penetrans* processing district three years later. The number of adhesions to root-knot nematode of *pasteuria penetrans* spores was three density district and less than 1 later the processing five months. However, the number of adhesions of *pasteuria penetrans* spores increased as years passed, and became 25.7 pieces, 29.1 pieces, and 40.1 respectively in  $5.0 \times 10^9$  / $m^2$ ,  $2.5 \times 10^9$  / $m^2$ , and  $1.0 \times 10^9$  / $m^2$  processing district three years later. Moreover, the spore adhesion rate reached gradually near 100% rising three years later. The weight of the root of the fig tree was examined three years later so as for the *pasteuria penetrans* processing district, a lot of 3-4 times the no processing district and roots where putting the root became heavy, and was often white and is beautiful were seen. In addition, the number of root-knot has decreased clearly, too.

As for the processing of *pasteuria penetrans*, it was confirmed that there was a high effect of the density control for root-knot nematode of fig from the above-mentioned result.

**Key Words** : Southern root-knot nematode, *Pasteuria penetrans*, Root-knot, Density control effect

## 緒言

愛知県におけるイチジク栽培は、1998年の調査で作付面積 253ha、出荷量4880 t、粗生産額24億円で全国1位を占めており、主要な作物のひとつになっている。県内のイチジク栽培においてネコブセンチュウの被害は大きな問題となっている。イチジクに寄生するセンチュウ類は数種あるが、そのうちサツマイモネコブセンチュウによる被害が最も大きい<sup>1)</sup>。

サツマイモネコブセンチュウは果樹・野菜・花きなど寄生作物は極めて多い。特にイチジクには寄生しやすく、ネコブセンチュウが寄生すると根はこぶ状になり通導機能が著しく低下し、これを補うため細根が多くなり、こぶが大きくなると根は腐敗する。したがって地上部は結果枝の伸長が悪く、葉は小さくなる。また、結果数も減り、小果になるため収量・品質ともに低下する。

ネコブセンチュウの多い場合は植付け後5、6年は被害はあまり目立たないが、それ以降、急激に樹勢が衰え、乾燥や過湿の影響を受けやすくなり、秋には早期に落葉する<sup>2)</sup>。イチジクのネコブセンチュウに対する防除薬剤は、作付け前の処理でクロルピクリン、D-Dの2剤があるが、被害が見られるのは作付け5～6年後からであり、生育中での処理可能な薬剤はほとんどなく、防除に苦慮しているのが現状である。

近年、センチュウ防除において生物農薬として出芽細菌パストゥーリア ベネトランス (*Pasteuria penetrans*) の研究が進んでいる。パストゥーリアは芽胞をつくるグラム陽性の細菌で、直径3～4  $\mu\text{m}$  の皿形の付着器を有する内生胞子の状態で土壤中に耐久生存する。内生胞子はネコブセンチュウ2期幼虫に遭遇すると幼虫体表に付着し、ネコブセンチュウの発育に伴って線虫体内へ侵入し増殖する。本菌に感染した線虫は、健全な線虫と同様に成長するが、正常な卵の成熟が阻害されるのでネコブセンチュウの増殖は抑制される。ネコブセンチュウが世代を重ねるとともに、土壤中の胞子密度は累積的に高まり、反対にネコブセンチュウ密度は次第に減少する<sup>6, 8, 9)</sup>。

パストゥーリアの試験は野菜の果菜類において数多く実施されているが、イチジクにおいての試験例はまだ少ない。そこで、イチジクを加害するネコブセンチュウに対して、パストゥーリア胞子の土壌表面処理による密度抑制効果について、3年間にわたり調査したので報告する。

## 材料及び方法

試験は愛知県農業総合試験場園芸研究所内のビニルハウスで実施した。品種は梶井ドーフィン(樹齢1年生)を用い、各区25  $\ell$  ポット植えのイチジクを8樹供試した。栽培管理は慣行で実施した。1997年6月23日に、トマトの根に寄生したサツマイモネコブセンチュウによる根こぶを、1ポット当たり約30 gの割合でハサミで刻み鉢土に混和し汚染源とし、そのポットに1樹ずつイチジク苗を移植した。土壌は砂壤土を使用した。

試験区は、パストゥーリア処理区ではパストゥーリア胞子を1  $\text{m}^2$  当たり $5.0 \times 10^9$ 個、 $2.5 \times 10^9$ 個、 $1.0 \times 10^9$ 個処理区、対象薬剤のDCIP乳剤200倍液処理区と無処理区を設けた。薬剤処理方法は1997年7月6日にパストゥーリア胞子を所定倍数に希釈し10 a 当たり300  $\ell$  の割合で、DCIP乳剤は200倍液を10 a 当たり2000  $\ell$  の割合でイチジク植付けポットの土壌表面に均一に散布した。

調査は薬剤処理年から3年間継続した。1997年11月20日、1998年5月1日、11月20日、1999年5月6日、11月18日の5回にわたり、全ポットから土壌を採取し、土壌20gからベールマン法で48時間分離したサツマイモネコブセンチュウ数(各区5反復)と、センチュウへのパストゥーリア付着数/頭及びパストゥーリア付着率(各区センチュウ150頭について)を調査した。

被害状況をみるために、1998年1月21日と1999年12月14日に各区8樹のうち5樹についてポットから根を出し土をふるい、根に形成されたこぶの状況(根こぶ指数)を調査した。特に1999年12月の調査では、新しい根に形成されたこぶについて調査した。根こぶ指数<sup>7)</sup>は、0から4までの5段階で次のように表した。0: 全く認めら

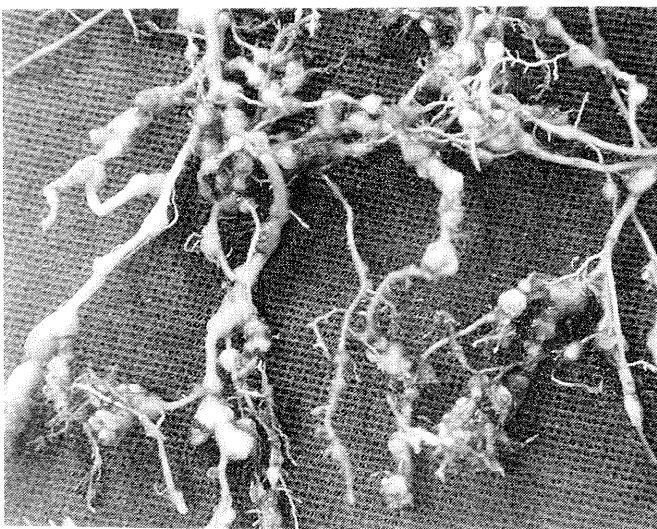


図1 ネコブセンチュウによる被害

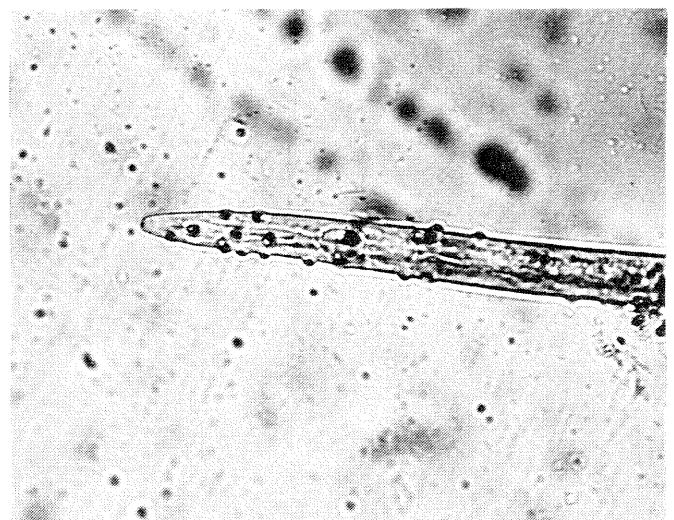


図2 ネコブセンチュウに付着したパストゥーリア

表1 パスターリア処理によるネコブセンチュウ数

処理区	サツマイモネコブセンチュウ数/土壌20g					
	1年目		2年目		3年目	
	'97年11月	'98年5月	'98年11月	'99年5月	'99年11月	
パスターリア						
5.0×10 <sup>9</sup> /m <sup>2</sup>	168.3 ( 57.5)	48.2 ( 50.0)	29.2 ( 37.2)	7.3 ( 17.2)	7.3 ( 20.6)	
2.5×10 <sup>9</sup> /m <sup>2</sup>	243.7 ( 83.3)	58.8 ( 61.0)	40.2 ( 51.1)	8.7 ( 20.5)	7.8 ( 22.0)	
1.0×10 <sup>9</sup> /m <sup>2</sup>	320.7 (109.6)	70.6 ( 73.2)	29.0 ( 36.9)	6.2 ( 14.6)	6.8 ( 19.2)	
DCIP乳剤 200倍	385.0 (131.5)	75.8 ( 78.6)	97.2 (123.7)	50.4 (118.6)	39.2 (110.4)	
無処理	292.7 (100 )	96.4 (100 )	78.6 (100 )	42.5 (100 )	35.5 (100 )	

( )は密度指数

表2 ネコブセンチュウへのパスターリア付着数

処理区	パスターリア付着数/頭					
	1年目		2年目		3年目	
	'97年11月	'98年5月	'98年11月	'99年5月	'99年11月	
パスターリア						
5.0×10 <sup>9</sup> /m <sup>2</sup>	0.7	4.7	8.3	23.8	25.7	
2.5×10 <sup>9</sup> /m <sup>2</sup>	0.3	1.2	7.2	22.4	29.1	
1.0×10 <sup>9</sup> /m <sup>2</sup>	0.2	1.0	3.7	10.6	40.4	
DCIP乳剤 200倍	0	0	0	0	0	
無処理	0	0	0	0	0	

表3 ネコブセンチュウへのパスターリア付着率

処理区	パスターリア付着率 (%)					
	1年目		2年目		3年目	
	'97年11月	'98年5月	'98年11月	'99年5月	'99年11月	
パスターリア						
5.0×10 <sup>9</sup> /m <sup>2</sup>	33.0	64.5	88.3	91.2	95.0	
2.5×10 <sup>9</sup> /m <sup>2</sup>	13.3	35.3	84.4	94.1	100	
1.0×10 <sup>9</sup> /m <sup>2</sup>	11.4	30.8	70.0	94.6	100	
DCIP乳剤 200倍	0	0	0	0	0	
無処理	0	0	0	0	0	

れない、1：一見ただけでは目立たないが少数認められる、2：少数散見される、3：中程度認められる、4：根系の全体にわたって多く認められる。また、1999年12月14日の根こぶ調査のあとに、根部を切り根重を計測した。

また、イチジクの生育状況をみるために、1997年11月20日、1998年11月20日、1999年11月18日の3回にわたり結果枝の長さを全株について計測した。

## 試験結果

### ネコブセンチュウの密度

イチジクの根圏土壌におけるネコブセンチュウの密度は、パスターリア処理区では2年目5月頃から低下し始め、3年目11月には密度指数が20前後まで低くなり、高い密度抑制効果が認められた。処理濃度の一番高い5.0×10<sup>9</sup>/m<sup>2</sup>区では、処理6か月後からセンチュウの密度低

下が現れ始め、効果の発現が一番速かった。しかし、3年目に入る頃から、低濃度区の1.0×10<sup>9</sup>/m<sup>2</sup>区でも高濃度区と同等の効果がみられるようになった(表1)。

DCIP乳剤処理区では、無処理区と差はなく、土壌処理によるネコブセンチュウの密度抑制効果は認められなかった。また、無処理区においても調査を重ねるごとにセンチュウの密度は徐々に低下し、3年目の11月には35.5頭となり、1年目11月の密度の1/8にまで低下した。これは、センチュウによる被害が著しく、新根の発生が抑えられ、センチュウの寄生する部位が少なくなりセンチュウが増殖しにくい条件になったためと思われる。

### パスターリアの付着状況

ネコブセンチュウ2期幼虫へのパスターリア胞子の付着状況を調べた結果、パスターリア処理区ではセンチュウ1頭当たりの付着数は、1年目11月に3濃度区とも1頭未満であったが、年が経過するにつれ増加して、3年目11月には、5.0×10<sup>9</sup>/m<sup>2</sup>、2.5×10<sup>9</sup>/m<sup>2</sup>、1.0×10<sup>9</sup>/m<sup>2</sup>

表4 パスツールリア処理による根への影響

処理区	*根こぶ指数	
	1年目	3年目
	'98年1月	'99年12月
パスツールリア		
5.0×10 <sup>9</sup> /m <sup>2</sup>	3.6	1.2
2.5×10 <sup>9</sup> /m <sup>2</sup>	3.8	1.4
1.0×10 <sup>9</sup> /m <sup>2</sup>	3.8	1.2
DCIP乳剤 200倍	3.8	3.4
無処理	3.8	3.2

\*根こぶ指数

- 4:根系の全体にわたって多く認められる。  
 3:中程度認められる。  
 2:少数散見される。  
 1:一見しただけでは目立たないが少数認められる。  
 0:全く認められない。

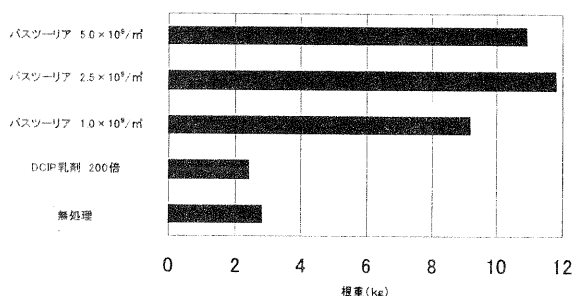


図3 各処理区におけるイチジクの根重

処理区において、それぞれ25.7個、29.1個、40.1個と多くなった(表2)。また、パスツールリア付着率も徐々に高くなり3年目11月には、5.0×10<sup>9</sup>/m<sup>2</sup>、2.5×10<sup>9</sup>/m<sup>2</sup>、1.0×10<sup>9</sup>/m<sup>2</sup> 処理区において、それぞれ95.0%、100%、100%となりほとんど全てのセンチュウへの付着が認められた(表3)。無処理区及びDCIP乳剤処理区では、全調査期間を通してパスツールリア胞子のセンチュウへの付着は認められなかった。

#### 根こぶ指数及び根重

1年目の'98年1月と3年目の'99年12月にイチジクの根を掘り取り、根こぶの状況を調べた結果(表4)、1年目は各処理区とも根へのセンチュウの寄生が多く、根こぶ指数が3.6~3.8と高く、パスツールリア処理による効果も認められなかった。しかし、3年を経過すると、根こぶ指数が無処理区の3.2に対してパスツールリア処理区では1.2~1.4と低くなり、明らかに根に付着するこぶの数も少なくなった。

また、3年目の'99年12月に各処理区におけるイチジクの根重を計測した結果(図3)、無処理区とDCIP乳剤処理区はそれぞれ2.8kg、2.4kgと軽く、黒ずんでいる根が多かったが、パスツールリア処理区では5.0×10<sup>9</sup>/m<sup>2</sup>、2.5×10<sup>9</sup>/m<sup>2</sup>、1.0×10<sup>9</sup>/m<sup>2</sup> 区において、それぞれ

表5 パスツールリア処理による結果枝長への影響

処理区	結果枝長 (cm)		
	1年目	2年目	3年目
	'97年11月	'98年11月	'99年11月
パスツールリア			
5.0×10 <sup>9</sup> /m <sup>2</sup>	39.1	13.6	27.4
2.5×10 <sup>9</sup> /m <sup>2</sup>	36.9	13.5	30.2
1.0×10 <sup>9</sup> /m <sup>2</sup>	36.7	13.7	27.2
DCIP乳剤 200倍	33.2	13.2	23.2
無処理	37.8	11.7	20.7

10.9kg、11.8kg、9.2kgと重く、根の張りもよく、白くきれいな根が多くみられた。

#### 生育状況(結果枝長)

イチジクの生育状況をみるために各処理区における結果枝長を計測した結果(表5)、1年目はイチジクをポットへ移植すると同時にセンチュウを放飼したため、センチュウによる結果枝伸長への悪影響はそれほどみられなかったが、2年目は、1年目に増殖したセンチュウの被害が結果枝に直接影響し、1年目の1/3程度にしか結果枝が伸長しなかった。パスツールリア処理による結果枝伸長への影響は、1年目、2年目では無処理区と大差はなかったが、3年目には、あきらかに無処理区より結果枝の伸長は良くなった。

## 考 察

イチジクは永年作物であり、栽培期間中にセンチュウの防除として臭化メチルやD-D剤を処理することはできない。そのため、センチュウの防除は、まず第一にはほ場へセンチュウを持ち込まないことである。植付け時には苗木をよくみてセンチュウによるこぶの着生している苗は絶対植えないようにする。また、センチュウの根への侵入を少しでも抑制するため、冬季に表土層の耕起と合わせ断根を行い深土層の根の活力を高め、樹勢の維持に努めることも必要である。

一方、パスツールリアは栽培期間中での処理が可能であり、遅効的ではあるものの、1回の処理で効果が長期にわたって認められた。パスツールリアが高い防除効果を発現するには、センチュウへの胞子付着率が80%以上必要であり、この胞子付着率に達するにはおよそ2年間が必要とされる<sup>3)</sup>。パスツールリアの効果を確実にするためには、増殖に適した環境を整えることが重要である。土壌条件としては、土壌水分は高いほど線虫への胞子の付着が多く<sup>7)</sup>、地温は24~30℃が菌の増殖に適する<sup>10)</sup>。したがって地温が高くなる夏期や施設での使用が有効であり、さらに、パスツールリア処理時に散水を行って土壌水分を高め、胞子の分散と付着を向上させることが必要になる。また、粘土質より砂質土壌の方が水の移動が容易であり根圏全域にパスツールリアが拡散する。

パスツールリアは薬剤耐性が強く、クロロピクリンと臭化メチルを除く多くの殺線虫剤との併用が可能である<sup>10)</sup>。そのためセンチュウの被害が著しい場合は、ホスチアゼ

ート粒剤<sup>5)</sup>などの接触型の殺線虫剤を併用して、パストーリアによる効果発現までの期間のセンチュウ密度を抑制することも効果的である。

パストーリアは生物農薬のパストリア<sup>®</sup> 水和剤<sup>®</sup>の商品名で、既に1998年12月4日にトマト、キュウリ、メロン、カボチャ、カンショのネコブセンチュウに対して農薬登録を取得している。本試験はパストリア<sup>®</sup> 水和剤のイチジクへの適用拡大のための1試験として実施しており、その効果が確認され2000年4月12日に登録を取得している。その登録内容は、作物名：イチジク、適用害虫名：ネコブセンチュウ、10a当たりの使用薬量：2.5~5kg（畝面積で換算して施用量を計算）、10a当たりの希釈水量：300ℓ、使用時期：生育期、使用回数：1回、使用方法：土壌表面に散布、となっている。

パストーリアは現在のところ人工培養技術は開発されておらず、植物体でセンチュウを増殖させ、そのセンチュウにパストーリアを寄生させて大量増殖を実施している。したがって生産コストが多くかかるため、製剤の価格も500gで47,500円と高く、10a当たり2kg（2.5kg/10a使用で畝面積がほ場全体の8割とした時）の使用量で190,000円と高価になり、手軽には処理できないのが現状である。しかし、1回の簡便な処理により効果が長期間持続するため、長い期間で考えると安価となる。

パストーリアは野外で自然に存在しており、イチジクほ場から採集したネコブセンチュウには、19ほ場中6ほ場からパストーリアが検出されており、センチュウ1頭当たりの付着数も他作物に比べて多い<sup>4)</sup>。パストーリアは土壌センチュウの中でもネコブセンチュウのみに寄生し増殖するため、大量に投与しても環境負荷は小さく、安全性が高い。

環境への負荷を極力抑えた環境保全型の防除技術が進められている中、センチュウ防除でのパストーリアの利用は今後大いに期待される。

## 引用文献

1. 足立年一. 線虫防除の戦略と展望シンポジウム講演要旨 果樹における線虫害の現状と防除戦略—イチジクを中心に—. 日本植物防疫協会. 122-125 (1999)
2. 株本暉久. イチジク 新特産シリーズ. 農文協. 118-120(1996)
3. 川田弘志. ブレインテクノニュース. 58:12-15 (1996)
4. 北上達. 線虫防除の戦略と展望シンポジウム講演要旨 野菜における線虫害の現状と防除戦略. 日本植物防疫協会. 108-121(1999)
5. 新田浩通. イチジクのサツマイモネコブセンチュウに対するホスチアゼート粒剤の防除効果. 関西病虫害研究会報. 41, 71-72(1999)
6. 三枝敏郎. おもしろ生態とかしこい防ぎ方. 農文協. P52(1993)
7. 佐野善一. 日本線虫学会第5回講演要旨集: 15 (1997)
8. 生物農薬ガイドブック. 日本植物防疫協会編. 58-65, 1999
9. 上田康郎. ネコブセンチュウの天敵出芽細菌の生態と防除効果. 植物防疫. 51(12), 15-19(1997)
10. 上田康郎. パストリア (天敵出芽細菌). 病虫害防除・資材編11. 農文協. 資材217-221(1997)