

線虫寄生性細菌 *Pasteuria penetrans* によるネコブセンチュウ感受性の異なるサツマイモ品種のサツマイモネコブセンチュウ害抑制

II. *P. penetrans* 施用後第7～9作における線虫防除効果

立石 靖・佐野 善一
(九州沖縄農業研究センター)

***Pasteuria penetrans* for controlling *Meloidogyne incognita* on sweet potato cultivars with different susceptibility to the root-knot nematode. II. Nematode-suppressive effects during the 7th to the 9th cropping seasons.** Yasushi Tateishi and Zen-ichi Sano (National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, Nishigoshi, Kumamoto 861-1192, Japan)

We examined the suppressive effects of *Pasteuria penetrans* on *Meloidogyne incognita* on two sweet potato cultivars, 'Beniazuma' (moderately resistant) and 'Kokei 14' (highly susceptible), in field plots enriched with *P. penetrans* by six seasons of consecutive cropping from 1994 to 1997. Application of *P. penetrans* significantly reduced population densities of the root-knot nematode in the 7th (1998) and 8th (1999) croppings of 'Beniazuma', and increased the marketable yields of fleshy storage root. However, there was a severe yield loss in the 9th (2000) cropping, through the application of 1,3-D. The degree of adhesion of *P. penetrans* endospores to J2 was low at every harvesting. Nematode-suppressive effects by *P. penetrans* were not conspicuous in the 'Kokei 14' cropping sequence.

Key words : biocontrol, *Ipomoea batatas*, *Meloidogyne incognita*, *Pasteuria penetrans*

緒 言

著者らは、サツマイモ (*Ipomoea batatas*) の青果用栽培における重要な生産阻害要因であるサツマイモネコブセンチュウ (*Meloidogyne incognita*) の防除資材として、線虫寄生性細菌 *Pasteuria penetrans* の利用を検討してきた。その結果、本線虫に中程度の抵抗性を有する品種「ベニアズマ」、および感受性の高い「高系14号」の2品種において、殺線虫剤 (D-D 剤) 処理と同等の、線虫害 (塊根の収量低下、商品価値を低下させる障害の発生) 抑制効果を確認した (立石, 1998a)。しかし、殺線虫剤に代替する防除資材として *P. penetrans* を利用するためには、高度の線虫害抑制効果が継続して発現されることが必要である。本試験では、施用後第6作に線虫害抑制効果が発現した前報 (立石, 1998a) の *P. penetrans* 増殖圃場試験区において、サツマイモの連作試験を継続し、第7作から第9作における効果について検討した。

材料および方法

1. 供試 *Pasteuria penetrans*

(株) ネマテックが増殖・調製した、埼玉県産の *P. penetrans* 個体群を供試した (トマト根磨砕物懸濁液)。

2. 供試サツマイモ品種

サツマイモネコブセンチュウに対して中程度の抵抗性を有する「ベニアズマ」と感受性の「高系14号」、以上2つの青果用品種を供試した。

3. *P. penetrans* 増殖圃場試験区

サツマイモネコブセンチュウが発生した九州沖縄農業研究センター (熊本県菊池郡西合志町) 18号圃場に、あぜなみシートで囲んだ1.98m² (0.6m × 3.3m) の試験区を造成した。試験処理は、無処理、対照殺線虫剤処理、*P. penetrans* 施用: 5 × 10⁹ endospores/m², 同: 2 × 10¹⁰ endospores/m²を設定した (各3反復)。 *P. penetrans* 懸濁液は、試験開始時 (1994年) に試験区へ散布・土壌 (黒ボク土) 混和し、これ以降の追加施用は行わなかつ

5. 調査方法

線虫密度は、株間より内径30mmの採土管を用いて、地表下15cmまでの土壌を区当たり3点採取・混合し、

ベルマン法により、土壌20g当たりの2期幼虫数を調査した。また、同法によって収穫時の土壌から分離された2期幼虫(30頭/区)の体表における、*P. penetrans*

Table 4. Adhesion of *Pasteuria penetrans* endospores to *Meloidogyne incognita* J2 extracted from field plots culturing 'Kokei 14'^(a) at harvesting time

Treatment	7 th crop (1998)		8 th crop (1999)		9 th crop (2000)	
	Percentage of J2 with endospore	Number of endospore/J2	Percentage of J2 with endospore	Number of endospore/J2	Percentage of J2 with endospore	Number of endospore/J2
Control	9.4 (±16.2)	0.24 (±0.42)	3.3 (±3.4)	0.03 (±0.04)	46.7 (±32.1)	1.03 (±0.86)
1, 3-D (92%ai,20 ℓ /10a)	3.3 (±24.0)	0.04 (±0.04)	1.3 (±2.2)	0.01 (±0.02)	0.0	0.00
<i>Pasteuria penetrans</i> 5 × 10 ⁹ endospores/m ²	8.9 (±28.1)	0.32 (±0.21)	5.6 (±6.9)	0.12 (±0.16)	6.7 (± 5.8)	0.07 (±0.06)
<i>Pasteuria penetrans</i> 2 × 10 ¹⁰ endospores/m ²	2.2 (±19.1)	0.20 (±0.02)	1.1 (±2.0)	0.02 (±0.04)	40.0 (±10.0)	0.70 (±0.26)

Data represent means (± standard deviation) of three replicates.

^{a)} The sweet potato cultivar 'Kokei 14' is highly susceptible to the root-knot nematode.

Table 5. Effects of application of *Pasteuria penetrans* on yields of fleshy storage roots of sweet potato cultivars 'Beniazuma'^(a)

Treatment	7 th crop (1998)		8 th crop (1999)		9 th crop (2000)	
	Marketable yields ^{b)} (kg/a)	Percentage of Marketable (w/w)	Marketable yields (kg/a)	Percentage of Marketable (w/w)	Marketable yields (kg/a)	Percentage of Marketable (w/w)
Control	137.3 (± 50.1)	54.8 (±20.6)	256.1 (±31.6)	77.5 (±5.3)	143.4 (±175.0)	28.4 (±43.2)
1, 3-D (92%ai,20 ℓ /10a)	322.2 (±119.4)	88.0 (±13.7)	311.4 (±57.1)	100.0	407.7 (±260.0)	59.2 (±34.9)
<i>Pasteuria penetrans</i> 5 × 10 ⁹ endospores/m ²	249.6 (± 49.4)	96.1 (± 7.0)	278.2 (±37.4)	100.0	310.5 (±132.3)	47.0 (±29.7)
<i>Pasteuria penetrans</i> 2 × 10 ¹⁰ endospores/m ²	198.7 (± 48.1)	90.5 (±17.2)	241.2 (±82.3)	94.3 (±7.9)	390.0 (±362.0)	69.1 (±33.0)

Data represent means (± standard deviation) of three replicates.

^{a)} The sweet potato cultivar 'Beniazuma' is moderately resistant to the root-knot nematode.

^{b)} Fleshy storage roots with little or no defects e.g. constriction, cracks, and lesions caused by *Meloidogyne incognita* were regarded as marketable.

Table 6. Effects of application of *Pasteuria penetrans* on yields of fleshy storage roots of sweet potato cultivars 'Kokei 14'^(a)

Treatment	7 th crop (1998)		8 th crop (1999)		9 th crop (2000)	
	Marketable yields ^{b)} (kg/a)	Percentage of Marketable (w/w)	Marketable yields (kg/a)	Percentage of Marketable (w/w)	Marketable yields (kg/a)	Percentage of Marketable (w/w)
Control	83.7 (±101.3)	40.8 (±29.8)	193.7 (± 94.3)	77.0 (±23.0)	213.6 (±234.1)	39.5 (±30.5)
1, 3-D (92%ai,20 ℓ /10a)	287.5 (±193.0)	66.7 (±34.5)	417.5 (±152.2)	94.7 (±10.6)	594.4 (±217.2)	59.3 (±30.0)
<i>Pasteuria penetrans</i> 5 × 10 ⁹ endospores/m ²	218.2 (± 52.3)	49.1 (±14.7)	316.5 (± 97.1)	100.0	149.3 (±253.7)	41.6 (±22.3)
<i>Pasteuria penetrans</i> 2 × 10 ¹⁰ endospores/m ²	211.9 (± 83.5)	74.2 (±22.3)	271.8 (±151.0)	92.0 (± 7.3)	261.3 (± 30.6)	42.3 (± 8.5)

Data represent means (± standard deviation) of three replicates.

^{a)} The sweet potato cultivar 'Kokei 14' is highly susceptible to the root-knot nematode.

^{b)} Fleshy storage roots with little or no defects e.g. constriction, cracks, and lesions caused by *Meloidogyne incognita* were regarded as marketable.

endosporeの付着程度を調査した。塊根(50g以上)収量は、試験区中央の3株を対象に調査し、サツマイモネコブセンチュウによる塊根の障害(くびれ、裂開、根基部の黒変)を、主観により甚・多・中・少・無の5段階に分別し、無ないし少に該当する塊根を「可販塊根」とした。

結果および考察

1. 土壌中のサツマイモネコブセンチュウ2期幼虫密度

挿苗時の線虫密度は、第7~9作を通じて、いずれの処理においても非常に低かった(Table 1, 2)。これは6月上旬に挿苗した第5作(Tateishi, 1998b)および第6作(立石, 1998a)と同じ傾向である。しかし、調査土壌は地表下15cmの上層部分を採取したことから、さらに深層の土壌や畝間部分では、多くの線虫が生残していたと思われる(中園ら, 1986)。一方、収穫時の線虫密度について、第7作および第8作におけるベニアズマ(Table 1)では、*P. penetrans*による有意な抑制効果が認められた。同様の効果は第5作から継続して認められている。これに対して、高系14号(Table 2)では、有意な効果は認められなかった。また、第9作では両品種ともに抑制効果は認められなかった。

2. *P. penetrans*のサツマイモネコブセンチュウ2期幼虫に対する付着

ベニアズマ(Table 3)、高系14号(Table 4)のいずれにおいても、サツマイモの長期連作に伴うendospore付着程度の増大は認められず、2期幼虫当たりの平均付着endospore数は、0.07~0.82と低水準で推移した。連作による付着程度の低下は、別の*P. penetrans*個体群を供試して、高系14号を6連作した圃場試験区においても認められている(立石, 未発表)。また、単一卵嚢に由来する線虫個体群においても付着程度の低下が報告されている(Tzortzakakis et al., 1996)。これらの結果から、本試験で供試した*P. penetrans*個体群と線虫圃場個体群の間には、付着性に関わる特性に、何らかの変化が生じていることが考えられる。特に、無処理区とD-D剤処理区の付着程度が、*P. penetrans*の混入によるにもかかわらず、*P. penetrans*施用区と同程度に高かったことから、施用区における線虫個体群の構成が、供試*P. penetrans*に付着されにくい状態に変化していることを示唆しているように思われる。このような*P. penetrans*と線虫の相互関係は、この天敵の効果的な利用技術を開発するために、解明しなければならない重要な課題と考えられる。

3. 塊根の収量および品質

ベニアズマ(Table 5)における*P. penetrans*施用区の可販塊根収量は、第7作では無処理区の1.4~1.8倍、第8作では低く0.9~1.1倍であったが、第9作では2.2~2.7倍と高かった。高系14号(Table 6)においては第7作の可販塊根収量は2.5~2.6倍と高かったが、第8作では1.4~1.6倍、第9作では0.7~1.2倍と低かった。ただし、前報(立石, 1998a)の第6作とは異なり、処理間に統計的な有意差は認められなかった。しかし、可販塊根率について、第8作の*P. penetrans*施用区では、両品種ともに90%以上と非常に高く、線虫被害が多発した(D-D剤処理区の可販塊根率が約60%と非常に低い)第9作においても、可販塊根率の*P. penetrans*施用区/D-D剤処理区は、ベニアズマで0.8~1.2倍、高系14号で0.7倍であり、第6作の結果(ベニアズマで0.8~1.2倍、高系14号で0.7~0.9倍)との差異は認められなかった。以上の結果から、線虫(被害)の発生程度によって効果が低下する等の問題が残されているが、施用後第9作においても、*P. penetrans*による線虫害抑制効果は保持されていると考えられた。

*P. penetrans*の効果が有意に認められなかった理由として、無処理区における線虫被害の減少が考えられる。特に第9作では線虫被害が多発したにも関わらず、高系14号の無処理区では可販塊根率が39.5%と高く(第6作では7.9%)、収量もD-D剤処理区の35.9%と高かった(第6作では6.5%)。この原因としては、混入した*P. penetrans*(Table 3, Table 4)が被害抑制的に働いていた可能性が考えられる。

塊根収量および障害の発生に関係が大きい挿苗時における線虫密度(Lawrence et al., 1986)は、これまでベルマン法により調査していた。しかし、同法により土壌から分離されない2期幼虫の存在や、それらにおける*P. penetrans*付着程度が、線虫害抑制効果に関連している可能性が考えられる。従って、今後の調査においては、供試する土壌サンプルの採取位置(深さ等)と併せて検討する必要がある。

引用文献

- Lawrence, G. W., Clark, C. A., and V. L. Wright (1986) Influence of *Meloidogyne incognita* on resistant and susceptible sweet potato cultivars. *J. Nematol.* 18: 59-65.
- 中園和年・佐野善一・荒城雅昭(1986)生育初期サツマイモ畑における主要線虫の深度別密度消長。九病虫研会報 16: 56-63.

- 立石靖 (1998a) 線虫寄生性細菌 *Pasteuria penetrans* によるネコブセンチュウ感受性の異なるサツマイモ品種のサツマイモネコブセンチュウ害抑制. 九病虫研会報 44 : 72-75.
- Tateishi, Y. (1998b) Suppression of *Meloidogyne incognita* and yield increase of sweet potato by field application of *Pasteuria penetrans*. 日線虫誌 28 : 22-24.
- Tzortzakakis, E. A., S. R. Gowen, and D. E. Goumas (1996) Decreased ability of *Pasteuria penetrans* spores to attack to successive generations of *Meloidogyne javanica*. Fundam. appl. Nematol. 19 : 201-204.