土壌群がリンゴ紫紋羽病に対する液状複合肥料地表面灌注処理の 発病抑制効果に及ぼす影響

浅利 正義^{1*}

ABSTRACT

ASARI, M.^{1*} (2013). Influence of soil groups on suppression of violet root rot caused by *Helicobasidium mompa* using a paste fertilizer on soil surface around the trunk base of apple plants. Jpn. J. Phytopathol. 79: 150–153.

A 10-fold-diluted suspension of a fertilizer paste (product name: TP, Taki Chemical, Hyogo) was tested for suppression of violet root rot of apple caused by *Helicobasidium mompa* in infested kuroboku soil (soil texture: L), gray lowland soil (SL, LiC) and brown forest soil (HC, SL). In pot experiments with infested soils, disease severity on apple rootstocks (*Malus prunifolia* var. *ringo*) in all soils treated with TP was lower than on those treated with tap water. These results suggested that a fertilizer paste applied to the soil surface around the trunk bases of apple trees will suppress disease in most apple orchards.

(Received October 5, 2012; Accepted January 28, 2013)

Key words: apple, disease suppression, *Helicobasidium mompa*, paste fertilizer, soil group, violet root rot

リンゴ (*Malus pumila* var. *domestica*) 紫紋羽病は生産上極めて重要な影響を及ぼす難防除土壌病害である。紫紋羽病菌 (*Helicobasidium mompa* Tanaka) が引き起こす本病は古くから養蚕業、果樹園芸をはじめとする農業および林業の重要病害として著名であり、また、その寄主植物も 51 科 130 種に及ぶことから (日本植物病理学会, 2000)、本病菌はわが国のほとんどの農耕地土壌に生息していると思われる。

筆者は、黒ボク土において液状複合肥料の地表面灌注処理が本病に対して発病抑制効果を示すことを明らかにした (浅利, 2010a)。しかし、秋田県では黒ボク土のほか、灰色低地土や褐色森林土でもリンゴ栽培が行われており、これらの土壌でも本病の発生が黒ボク土と同様に問題となっている。一般に黒ボク土は腐植含量が他の土壌と比べて高いなど、特異的な性質を有する土壌である (鎌田, 1985)。したがって、本処理を広く適用していくためには、土壌特性の異なる土壌群においても黒ボク土と同様の発病抑制効果が得られるかどうかを確認する必要がある。そこで、2010 年および 2012 年の 2 か年において、液状複合肥料の地表面灌注処理の灰色低地土および褐色森林土における発病抑制効果を、ポット試験によって黒ボク土と比較した。なお、土壌群および土壌統群

は秋田県 (1996) に準拠した。

2010 年は、秋田県鹿角市花輪小坂野にある秋田県鹿角地域振興局農林部果樹センター (元: 秋田県農林水産技術センター果樹試験場鹿角分場) 内の圃場の黒ボク土 (壤土, pH 6.3)、秋田県横手市増田町真人の灰色低地土 (砂壤土, pH 6.3) (以下、灰色低地土 A) および秋田県湯沢市小野大滝沢の褐色森林土 (重埴土, pH 5.4) (以下、褐色森林土 A) を供試した。

2012 年は、2010 年と同じ黒ボク土と、秋田県鹿角市十和田土深井の灰色低地土 (砂壤土, pH 6.5) (以下、灰色低地土 B)、秋田県鹿角市花輪寺坂の灰色低地土 (軽埴土, pH 4.7) (以下、灰色低地土 C)、秋田県大館市曲田の褐色森林土 (重埴土, pH 5.5) (以下、褐色森林土 B)、および秋田県山本郡三種町琴丘鯉川の褐色森林土 (砂壤土, pH 6.2) (以下、褐色森林土 C) を供試した。供試土壌はいずれも目合い 8 mm の篩を通した。

紫紋羽病菌は 1985 年 10 月に秋田県由利郡西目町 (現: 秋田県由利本荘市西目町) のリンゴ樹から分離した菌株 AH-4 を供試した。本菌を直径 9 cm のガラスシャーレに流し込んだブドウ糖加用ジャガイモ煎汁寒天培地 (Difco) で、25°C、

¹ 秋田県鹿角地域振興局農林部果樹センター (〒018-5201 秋田県鹿角市花輪) Akita Prefectural Kazuno Regional Development Bureau, Agriculture and Forestry Department, Fruit Tree Research Center, Hanawa, Kazuno, Akita 018-5201, Japan

* Corresponding author (E-mail: Asari-Masayoshi@pref.akita.lg.jp)

3週間培養した後、菌そうの先端部から1cm四方の含菌寒天片を切り出した。接種源は、リンゴの1年生休眠枝を長さ2～3cmに切断し、その40gを120°C、20分間オートクレーブで滅菌処理した後、このリンゴ枝片に含菌寒天片を置き、25°Cで2か月間培養したものを用いた。

液状複合肥料は多木尿素有機入り液状複合肥料1号（登録番号69008、登録昭和60年10月25日、保証成分TN12(AN2)TP12(SP11.5(WP9))TK12(WK11.5)、多木化学）を用い、粘性を弱めるために水道水で10倍に希釈した液（TP）を供試した。

2010年5月6日に、供試土壌を素焼きポット（上径20cm、下径16cm、高さ17cm）の底部から2cmの高さまで入れ、その中央部に接種源40gを直径約10cmの円形に広げて置き、その上にリンゴ台木のマルバカイドウ（*Malus prunifolia* var. *ringo*）（2年生）の根底部を密着させて接種し、さらにポット底部から15cmの高さまで供試土壌を充填した。接種5日後の5月11日に、1ポット当たり300mlのTPを手付きピーカーを用いて偏りが生じないように少量ずつ地表面に灌注した（TP区）。また、対照区では同量の水道水を灌注した。本実験では1区当たり10個体を供試した。接種約4か月後の9月6日に根を掘り上げて調査を行い、全根量に対する紫紋羽病菌の付着割合と発病割合を、指数0：なし、1：全根量の1/3未満、2：同1/3以上2/3未満、3：同2/3以上を基準として菌糸指数および発病指数の評価を行った。本調査では、根面に侵入座が形成され、かつ皮層部に褐変等の腐敗症状が認められるものを発病根と判定した。

2012年は、2010年に準じて5月3日に接種を行い、接種源からの菌糸伸長抑制による発病抑制効果を明らかにする

ため、接種5日後の5月8日にTPを灌注した（5日後処理区）。また、接種20日後の5月23日に各土壌から任意に5個体を抽出し、根面への菌糸束の伸長状況を観察した結果、いずれの土壌においても供試樹の根底部から根幹部にかけて5cm程度の菌糸束が1～2本伸長していたことから、根面への菌糸束伸長後の発病抑制効果を明らかにするため、接種21日後の5月24日にTPを灌注した（21日後処理区）。対照として無処理区を設けた。なお、菌糸束の伸長状況観察に用いた個体は試験から除外した。調査は接種約4か月後の8月29日に行った。

TPの地表面灌注処理が根の発病に及ぼす影響を、2010年に3種の土壌群を対象としてポットを用いた接種試験で調べた結果（第1表）、黒ボク土の対照区では供試樹10本中9本が発病し、発病樹9本中9本が菌糸指数および発病指数ともに3を示した。一方、TP区では全供試樹で菌糸の付着および発病が認められなかった。灰色低地土Aの対照区では全供試樹が発病し、発病樹10本中9本が菌糸指数3を示し、菌糸指数3を示した9本中7本が発病指数3を、2本が発病指数2を示した。一方、TP区では全供試樹で菌糸の付着および発病が認められなかった。褐色森林土Aの対照区では全供試樹が発病し、発病樹10本中8本が菌糸指数、発病指数ともに3を示し、1本が両指数ともに2を示した。一方、TP区では全供試樹で発病が認められず、菌糸の付着も10本中1本が菌糸指数1を示したのみであった。いずれの土壌群の試験においても、TP区では対照区と比べて菌糸指数および発病指数ともに有意（ $p < 0.05$ ）に低かった。

2012年は（第2表）、黒ボク土の無処理区では供試樹10本中9本が発病し、発病樹9本中8本が菌糸指数3を示した。

第1表 土壌群がリンゴ紫紋羽病の根の発病に対する液状複合肥料（TP）地表面灌注処理の抑制効果に及ぼす影響（2010年）^{a)}

供試土壌 ^{b)} （土壌群）	試験区	供試 本数	菌糸指数 ^{c)} 別本数				菌糸指数 代表値 ^{d)}	発病指数 ^{c)} 別本数				発病指数 代表値 ^{d)}	発病本数 ^{e)}
			0	1	2	3		0	1	2	3		
黒ボク土	TP	10	10				0(0,0)*	10				0(0,0)*	0
	対照	10	1			9	3(3,3)	1			9	3(3,3)	9
灰色低地土A	TP	10	10				0(0,0)*	10				0(0,0)*	0
	対照	10		1		9	3(3,3)		1	2	7	3(2,3)	10
褐色森林土A	TP	10	9	1			0(0,0)*	10				0(0,0)*	0
	対照	10		1	1	8	3(3,3)		1	1	8	3(3,3)	10

a) 2010年5月11日処理、対照は水道水を同量処理、同年9月6日調査

b) 黒ボク土は秋田県鹿角市花輪小坂野、灰色低地土Aは秋田県横手市増田町真人、褐色森林土Aは秋田県湯沢市小野大滝沢から採取した

c) 菌糸指数、発病指数はそれぞれ0：根に菌糸の付着なし、腐敗根なし、1：全根量の1/3未満、2：全根量の1/3以上2/3未満、3：全根量の2/3以上に菌糸、腐敗根が認められる

d) 中央値（第1四分位数、第3四分位数）を示す、*はSteelの方法により5%水準で対照と有意差あり

e) 発病指数1以上の本数

第2表 土壌群がリング紫紋羽病の根の発病に対する液状複合肥料 (TP) 地表面灌注処理の抑制効果に及ぼす影響 (2012年)^{a)}

供試土壌 ^{b)} (土壌群)	試験区 ^{c)}	供試 本数	菌糸指数 ^{d)} 別本数				菌糸指数 代表値 ^{e)}	発病指数 ^{d)} 別本数				発病指数 代表値 ^{e)}	発病本数 ^{f)}
			0	1	2	3		0	1	2	3		
黒ボク土	5日後処理	10	10				0(0, 0)*	10				0(0, 0)*	0
	21日後処理	10	10				0(0, 0)*	10				0(0, 0)*	0
	無処理	10	1		1	8	3(3, 3)	1	1	1	7	3(2, 3)	9
灰色低地土 B	5日後処理	10	10				0(0, 0)*	10				0(0, 0)*	0
	21日後処理	10	10				0(0, 0)*	10				0(0, 0)*	0
	無処理	10		3		7	3(1, 3)		3		7	3(1, 3)	10
灰色低地土 C	5日後処理	10	10				0(0, 0)	10				0(0, 0)	0
	21日後処理	10	10				0(0, 0)	10				0(0, 0)	0
	無処理	10	7	3			0(0, 1)	7	3			0(0, 1)	3
褐色森林土 B	5日後処理	10	10				0(0, 0)*	10				0(0, 0)*	0
	21日後処理	10	10				0(0, 0)*	10				0(0, 0)*	0
	無処理	10	3	1	2	4	2(0, 3)	3	1	2	4	2(0, 3)	7
褐色森林土 C	5日後処理	10	10				0(0, 0)*	10				0(0, 0)*	0
	21日後処理	10	10				0(0, 0)*	10				0(0, 0)*	0
	無処理	10		1	2	7	3(2, 3)		1	2	7	3(2, 3)	10

a) 2012年5月3日植え付け、接種、同年8月29日調査

b) 黒ボク土は秋田県鹿角市花輪小坂野、灰色低地土 B は秋田県鹿角市十和田土深井、灰色低地土 C は秋田県鹿角市花輪寺坂、褐色森林土 B は秋田県大館市曲田、褐色森林土 C は秋田県山本郡三種町琴丘鯉川から採取した

c) TP 処理は接種5日後および21日後にそれぞれ実施

d) 菌糸指数、発病指数はそれぞれ0:根に菌糸の付着なし、腐敗根なし、1:全根量の1/3未満、2:全根量の1/3以上2/3未満、3:全根量の2/3以上に菌糸、腐敗根が認められる

e) 中央値(第1四分位数、第3四分位数)を示す、*はSteelの方法により5%水準で対照と有意差あり

f) 発病指数1以上の本数

菌糸指数3を示した8本中1本は発病指数1を示したが、7本は発病指数3を示した。なお、発病樹9本中1本は菌糸指数、発病指数ともに2であった。黒ボク土のTPを灌注した5日後処理区および21日後処理区ともに、全供試樹で菌糸の付着および発病が認められなかった。灰色低地土Bの無処理区では全供試樹が発病し、発病樹10本中7本が菌糸指数、発病指数ともに3を、3本が菌糸指数、発病指数ともに1を示した。一方、5日後処理区および21日後処理区ともに、全供試樹で菌糸の付着および発病が認められなかった。灰色低地土Cの無処理区では3本が発病し、いずれも菌糸指数、発病指数ともに1を示した。一方、5日後処理区および21日後処理区ともに、全供試樹で菌糸の付着および発病が認められなかった。褐色森林土Bの無処理区では7本が発病し、発病樹7本中4本が菌糸指数、発病指数ともに3を、2本が両指数ともに2を、1本が両指数ともに1を示した。一方、5日後処理区および21日後処理区ともに、全供試樹で菌糸の付着および発病が認められなかった。褐色森林土Cの無処理区では10本が発病し、発病樹10本中7本が菌糸指数、発病指数ともに3を、2本が両指数ともに2を、1本が両指数ともに1を示した。一方、5日後処理区および21日後処理区ともに、

全供試樹で菌糸の付着および発病が認められなかった。供試した黒ボク土、灰色低地土B、褐色森林土Bおよび褐色森林土Cにおいて、TPを灌注した5日後処理区および21日後処理区はいずれも無処理区と比べて菌糸指数および発病指数ともに有意($p < 0.05$)に低かった。灰色低地土Cでは無処理区においても発病本数が少なく、TP処理の効果は明らかでなかったが、TPを灌注した区ではいずれの供試樹ともに菌糸の付着および発病が認められなかったことから、発病抑制効果はあるものと推察された。なお、灰色低地土Cの無処理区は発病本数が少なかったが、同様に接種試験を行った他の供試土壌の発病本数が多かったことと比べると、本土壌が何らかの発病抑制性を有していた可能性がある。

本実験の結果から、リング紫紋羽病に対する液状複合肥料地表面灌注処理の発病抑制効果は、黒ボク土のほか、灰色低地土や褐色森林土でも得られることが示唆された。いずれの土壌においても、接種5日後処理で発病抑制効果が得られたが、TPの地表面灌注処理は黒ボク土において強い菌糸伸長抑制作用を示すことから(浅利, 2010a)、本実験の黒ボク土、灰色低地土および褐色森林土においても同様な作用を示したものと推察された。また、接種21日後処理では根面への

菌糸束伸長後の発病抑制効果を明らかにしようとしたが、いずれの土壌においても高い発病抑制効果が示され、処理時に抽出個体で観察されたような根面における菌糸束の付着個体も少なかった。既報（浅利, 2010a）の圃場試験でも TP の地表面灌注処理で発病根の根面の菌糸束の消失が認められていることから、処理後根面上の菌糸束が消失した可能性がある。筆者は、本処理の発病抑制要因として土壌酵素ウレアーゼの作用によって尿素から生成される炭酸アンモニウムと、土壌のアンモニア酸化細菌の硝化作用によって炭酸アンモニウムから生成される亜硝酸態窒素の関与を報告した（浅利, 2010b）。土壌酵素ウレアーゼおよびアンモニア酸化細菌ともに土壌中に広く存在するが、ウレアーゼ活性は土壌の有機物含量と相関し、土壌中で腐植物質と複合体を形成し安定性を保つとされる（早野, 1993）。一般に、灰色低地土や褐色森林土は黒ボク土と比べて腐食含量が少ない（鎌田, 1985）とされ、本実験で供試した灰色低地土と褐色森林土についても暗色味が少なかったことから、腐植含有率が黒ボク土と比べて低かったと考えられる。しかし、これらの土壌においても黒ボク土と同様に発病抑制効果が得られたことは、本処理が腐植含有率の高い黒ボク土において特異的に作用するものではないことを示している。

わが国のリンゴ園土壌は火山灰土壌が 49%、沖積土壌が 26%、第三紀層土壌が 15%と、これら 3 種の土壌でリンゴ園土壌の約 90%を占める（関谷, 1982）。本実験で供試した 3 土壌群はそれぞれ、黒ボク土は火山灰土に、灰色低地土は沖積土壌に、褐色森林土は第三紀層土壌に分類される。さらに、これらの 3 土壌群はいくつかの土壌統群に分類され、2010

年、2012 年に供試した黒ボク土は表層多腐植質黒ボク土、2010 年に供試した灰色低地土は灰色低地土、2012 年に供試した灰色低地土は礫質灰色低地土と灰色低地土、2010 年に供試した褐色森林土は細粒褐色森林土、2012 年に供試した褐色森林土は細粒褐色森林土および中粗粒褐色森林土であった（秋田県, 1996）。なお、黒ボク土については、表層多腐植質黒ボク土と表層腐植質多湿黒ボク土の 2 土壌統群で有効であることを先に示した（浅利, 2010a）。土壌特性の異なる 3 土壌群の計 6 土壌統群で同様の結果が得られたことから、本処理はほとんどのリンゴ園土壌で発病抑制効果を示す可能性があると思われる。今後は本処理の実用化を図るため、圃場試験によって発病抑制効果を実証する必要がある。

引用文献

- 秋田県（1996）. 秋田県農耕地土壌図（土壌保全・地力保全基本調査）, 秋田県農政部.
- 浅利正義（2010a）. リンゴ紫紋羽病に対する液状複合肥料地表面灌注処理の発病抑制効果. 日植病報 76: 85-91.
- 浅利正義（2010b）. リンゴ紫紋羽病に対する液状複合肥料地表面灌注処理の発病抑制要因. 日植病報 76: 275-281.
- 早野恒一（1993）. 土壌の事典（久馬一剛ほか編）. 土壌酵素. pp. 295-298, 朝倉書店, 東京.
- 鎌田春海（1985）. 農業技術大系 土壌施肥編 6-① 施肥の原理と施肥技術〈1〉 施肥の原理. pp. 29-31, 農山漁村文化協会, 東京.
- 日本植物病理学会（2000）. 日本植物病名目録. 日本植物防疫協会, 東京.
- 関谷宏三（1982）. 果樹園の土壌管理と施肥技術（千葉 勉編著）. pp. 21-23, 博友社, 東京.