

45°C温水点滴処理によるビワ白紋羽病の治療技術

内川敬介, 古賀敬一¹⁾, 副島康義²⁾

キーワード: ビワ, 白紋羽病, 点滴処理, 治療, 45°C温水

Curative Technology of Dripping 45°C Hot Water Against Loquat Trees Affected by White Root Rot.

Keisuke UCHIKAWA, Keiichi KOGA, Yasuyoshi SOEJIMA

目次

1. 緒言
2. 温水が生育に与える影響
 - 1) 生育に対する温水の影響評価
 - 2) 根の活性に対する温水の影響評価
 - 3) 花芽分化に対する温水の影響評価
 - 4) 結果および考察
3. 45°C温水点滴(地下 30cm 地温 32°C到達条件)による白紋羽病治療効果
 - 1) 地下 30 cm 32°C到達条件での治療効果の検証
 - 2) 土壌の白紋羽病菌に対する抑止性の評価
 - 3) 結果および考察
4. 45°C温水点滴(地下 30cm 地温 35°C到達条件)による白紋羽病治療効果
 - 1) 地下 30 cm 35°C到達条件での治療効果の検証
 - 2) 結果および考察
5. 総合考察
6. 摘要
7. 引用文献

Summary

¹⁾ 現長崎県農林部農産園芸課 ²⁾ 現長崎県県央振興局

1. 緒言

Rosellinia necatrix Prill.を病原とする白紋羽病は、一旦発生すると防除が非常に困難である。発病した樹は下葉のしおれ、黄化を呈し、その後これらの葉は落葉し、最終的には枯死に至る(写真 1)。また樹間の根の接触によって隣接樹へ発病が拡大することから、特に果樹などの永年作物においては、経済的な被害が深刻である。長崎県の特産果樹であるビワ (*Eriobotrya japonica* Lindl.)においても、本病の発生が問題となっている。2014年に抽出した県内のビワ園 31 園の調査では、約 2 割の 6 園で発病が確認されている。現地では、本病の対策としてフルアジナム水和剤のかん注処理が実施されており、その効果が確認されている。しかし、1 樹あたり 50~200L の薬液をかん注あるいは根部を露出後に処理する必要があることや、予防的な効果のため、2 年に 1 度程度の再処理が必要な場合もあるなど、多大な労力を要するとともに環境への負荷の懸念などの課題がある。そのような中、ナシ白紋羽病発病樹に対し、50℃の温

水を点滴処理することで、樹に対する障害もなく、本病の防除が可能であることが明らかにされた¹⁾。この成果を基に、長野県、農研機構果樹研究所、エムケー精工株式会社などが参画した農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業が実施され、専用の温水点滴処理機(写真 2)によるナシ、リンゴおよびブドウの白紋羽病の防除技術が開発された²⁾。

そこで、環境への負荷が少ないと考えられる温水点滴処理による白紋羽病の治療技術をビワに応用するための試験研究を実施した。

なお、本研究の一部は農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業(2015~2017年度)で実施された「弱熱耐性果樹の白紋羽病温水治療を達成する体系化技術の開発」において実施した。また、研究実施にあたり多大なご指導、ご助言をいただいた国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門中村仁博士に心から感謝申し上げます。

2. 温水が生育に与える影響

ナシ等で確立されている白紋羽病の治療技術は、白紋羽病菌が熱に弱いことを利用して、白紋羽病発病樹の周辺土壌表面から 50℃の温水を点滴することにより、地温を 35~45℃に維持し樹体に影響を与えずに本病菌を殺菌する技術である³⁾。

この方法に従い、予備試験として 2011 年に長崎市のハウスビワ圃場で実施したところ、樹が枯死する事例が認められた。温水そのものによるビワへの影響が考えられたため、ここでは、温水による白紋羽病治療技術を確立する上で必要な、ビワの温水耐性の評価と併せて花芽分化へ及ぼす影響を調査した。

1) 生育に対する温水の影響評価

材料および方法

果樹・茶研究部門内圃場において、2012 年 8 月 7 日~11 日に、温水点滴処理機(エムケー精工株式会社製、EB-1000、写真 2)を用い、25L のプラスチックポットに植えたビワ苗(品種「なつたより」、「長崎早生」

各 2 年生苗、1 区 3 ポット、各品種の台木は「茂木」)に対し、温水処理機の温度設定 40、45、50 および 55℃で、それぞれ 4、8 および 12hr 温水を 10~13L/min の水量でかん注(かけ流し)した。

各区 2 ポット×2 箇所の地下 20cm に温度センサーを設置して、地温の推移を測定した。温水かん注終了後は鉢内の温度を下げるため、地温が 30℃以下になるまで、22~23.5℃の井水をかん水した。

調査は、苗の障害程度を下記の程度別調査基準で、処理 3 週間および 3 ヶ月後に行った。

(調査基準) - : 影響なし, ±: 上位の軽いしおれ, + : 株全体のしおれ, ++ : 一部枯死, +++ : 枯死

2) 根の活性に対する温水の影響評価

材料および方法

α-ナフチルアミン法によるナシ根の根活性測定法^{1,2)}に準じ行った。25℃の温室内で管理したビワ苗(茂木、茂木台)の細根を、2012 年 11 月中旬に採集し、40、42.5、

45, 47.5°Cに設定したウォータバスを用い、それぞれ 0, 3, 6, 12hr 温水処理を行った。なお、根の処理水の実温度を測定 (KNラボラトリーズ, ハグロウ) した。温水処理終了後、 α -ナフチルアミン法により α -ナフチルアミンの酸化量を測定し、根活性を算出した。なお各区の供試根重は約 1g とした。

3) 花芽分化に対する温水の影響評価

材料および方法

25L のプラスチックポットに植えたビワ苗 (品種「なつたより」各区 5 樹, 「長崎早生」各区 4 樹, 3 年生生苗, 各品種の台木は「茂木」) に対し, 2013 年 5 月 14 日, 6 月 17 日, 7 月 16 日および 8 月 15 日に 45°C 設定で 8hr, 温水を 10~13L/min の水量でかん注 (かけ流し) した。無処理として温水を施用しない区を設けた。

温水かん注終了後は鉢内の温度を下げるため、地温が 30°C 以下になるまで、22~23.5°C の井水をかん水した。

調査は、2013 年 9 月 27 日に主枝の新梢における出蕾数と花房進度を長崎果試基準 (図 1) に準じ調査し、出蕾率を算出した。

4) 結果および考察

健全なビワ樹に対して、40°C (実測値 39.1°C, 以下括弧内は実測値を記載) では、いずれの樹も影響は認められなかった。45°C (41.4~43.7°C) では、8hr 処理まではいずれの樹も影響を受けなかったが、12hr 処理 (43.3°C) では、枯死する株が一部認められた。50°C (45.6~47.6°C) では、4hr 処理を含め 2/3 の株が枯死した。55°C (51.3~54.3°C) では、いずれの処理時間でも処理 3 週間後にすべての株が枯死した。「長崎早生」, 「なつたより」において品種間差は認められなかった。このことは台木が共通であるためと考えられた (表 1)。

根の活性に関する試験では、45°C (44.0) 以上、3hr 以上で根の活性が対無処理比で 40~60% に低下した。40°C (40.0°C), 42.5°C (42.5°C), では根活性の低下は認められず、根に対する負の影響はないと判断された (図 2)。

温水処理が花芽分化に対して影響を及ぼすかを調べたところ、5~8 月までの間では、処理時期が早いほど、花房出蕾率は高くなり、花房進度も早く進む傾向が認められた。品種「長崎早生」および「なつたより」における明確な出蕾率および花房進度の差は認められなかった (表 3, 4)。新梢数の発生については、いずれの時期の処理でも大きな影響はなかった。

以上より、ビワへの温水処理では、45°C (43.3°C), 12hr 以上および 50°C (45.6~47.6°C), 4hr 以上で障害 (枯死) が発生しており、根活性は 42.5°C を超える温度では、低下することが明らかとなった。ナシ根での同様な根活性試験では、47.2°C 以上で活性の低下が認められており、ビワ根はナシ根と比較し、高温に対する耐性が低いと考えられた¹⁾。これらのことより、ビワにおいて温水処理を実施する場合は 45°C 設定、処理時間は 8 時間まで実施可能と考えられ、地温が 42.5°C を超えない温度域で地温を維持するべきと考えられた。

また、6 月処理までは花房の出蕾率が高かった。開花が早まり、高温期に開花すると不稔になりやすく、その後の生育としても、果実が寒害を受けやすくなるなど問題がある。ビワ白紋羽病に対する温水処理は発病した樹はもとより、周辺のみかけ健全 (感染極初期) の樹に対しても処理することが想定されるため、このような場合は、5~6 月の処理は、避けるべきであると考えられた。



図 1 花房進度長崎果試基準 (田頭原図)

表1 温水に対する各温度での耐性

品種	処理時間	温度 (°C)		処理日	障害の程度 ^z					
		設定	実測値		8月31日調査			11月9日調査		
					反復1	反復2	反復3	反復1	反復2	反復3
長崎早生 (台木：茂木)	4hr	40	39.1	8月7日	-	-	-	-	-	-
		45	42.4	8月8日	-	-	-	-	-	-
		50	46.2	8月10日	+++	+	±	+++	+++	-
		55	54.3	8月11日	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	8hr	40	欠測	8月7日	-	-	-	-	-	-
		45	43.7	8月8日	-	-	-	-	-	-
		50	47.0	8月10日	+++	+	+++	+++	±	+++
		55	54.1	8月11日	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	12hr	40	欠測	8月7日	-	-	-	-	-	-
		45	43.3	8月8日	++	-	-	+++	-	-
		50	47.6	8月10日	+	+	++	±	+++	+++
		55	54.3	8月11日	+++	+++	+++	+++	+++	+++
なつたより (台木：茂木)	4hr	40	38.7	8月7日	-	-	-	-	-	-
		45	41.4	8月8日	-	-	-	-	-	-
		50	45.7	8月10日	+	-	+++	+++	-	+++
		55	52.9	8月11日	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	8hr	40	欠測	8月7日	-	-	-	-	-	-
		45	42.1	8月8日	-	-	-	-	-	-
		50	45.6	8月10日	+++	+++	-	+++	+++	-
		55	52.3	8月11日	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	12hr	40	欠測	8月7日	-	-	-	-	-	-
		45	42.2	8月8日	-	-	-	-	-	-
		50	46.9	8月10日	+++	+++	+	+++	+++	-
		55	51.3	8月11日	+++	+++	+++	+++	+++	+++

^z 障害の程度 - : 影響なし, ± : 上部部の軽いしおれ, + : 株全体のしおれ, ++ : 一部枯死, +++ : 枯死

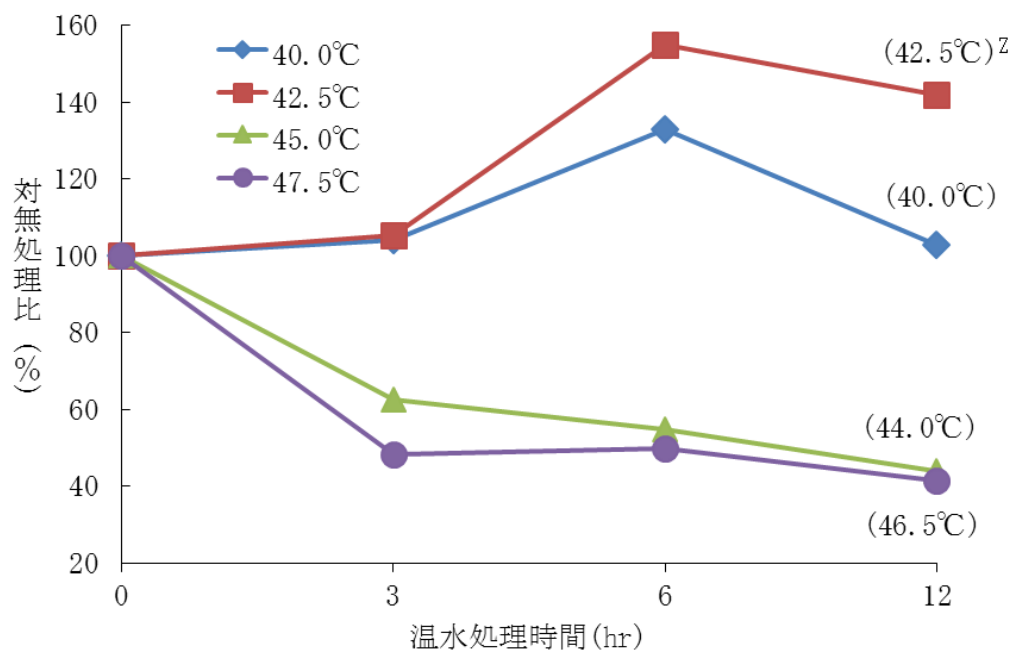


図2 各処理温度および処理時間での根活性

^z () 内は細根処理水中の実測値

表3 温水処理時期と花房進捗の関係 (品種:長崎早生)

温水処理 時期	新梢数 (本)	花房 出蕾数	花房出 蕾率 (%)	花房進捗 ^z				
				1	2	3	4	5
5月14日	37	21	56.8	4	5	3	6	3
6月17日	33	18	54.5	12	6	0	0	0
7月16日	37	4	10.8	3	0	0	1	0
8月15日	36	3	8.3	0	1	1	1	0
無処理	35	1	2.9	1	0	0	0	0

^z 花房進捗は長崎果試基準に準じ2013年9月27日に調査した。

表4 温水処理時期と花房進捗の関係 (品種:なつたより)

温水処理 時期	新梢数 (本)	花房 出蕾数	花房出 蕾率 (%)	花房進捗 ^z				
				1	2	3	4	5
5月14日	36	20	55.6	12	1	1	6	0
6月17日	26	9	34.6	4	2	1	2	0
7月16日	42	8	19.0	8	0	0	0	0
8月15日	57	1	1.8	0	1	0	0	0
無処理	53	0	0.0	0	0	0	0	0

^z 花房進捗は長崎果試基準に準じ2013年9月27日に調査した。

3. 45℃温水点滴 (地下30cm地温32℃到達条件) による白紋羽病治療効果

前項において、ビワの温水に対する熱耐性を検討した結果、すでにナシ等で確立された50℃の温水点滴による治療技術はビワに枯死等の障害があるため、そのまま適用することは出来ないことが明らかとなった。ビワにおいて、温水による白紋羽病の治療を行う場合には、治療効果と樹体への影響を考慮すると45℃設定で行うことが妥当であると考えられるが、45℃の温水処理では、50℃の温水処理と比較し、地温を上昇させる効率が悪い。しかし、ビワは浅根型とされ⁸⁾、ナシに比べ地下部の浅い部分に多くの根が存在していることもあり、機器の設定温度は従来より低温でも治療効果が得られると考えられた。また、温水処理により高い治療効果を得るためには、熱による白紋羽病菌への直接的な効果だけではなく、土壤中に生息している白紋羽病菌に拮抗性を示す菌の存在が重要であるということが示唆されている⁴⁾。拮抗菌は、熱により死滅した一部の白紋羽病菌を基質(餌)にして増殖し、温水熱で死滅しなかった白紋羽病菌を死滅させると考えられている³⁾。

そこで、ビワ白紋羽病発病樹に対して、ビワに障害を与えない45℃設定による治療効果と併せて土壤の白紋羽病菌に対する抑止性と治療効果との関連を調査した。なお、ここでの温水処理は地下30cm3

カ所の地温が32℃に達する条件で行った。

1) 地下30cm32℃到達条件での治療効果の検証 材料および方法

治療効果の確認ため、県内の白紋羽病発生圃場2箇所(露地:大村市, 施設:長崎市)において、試験を実施した。温水処理は長崎市, 大村市でそれぞれ2015年8月および9月に白紋羽病感染樹に対して行い、温水処理条件は機器設定温度45℃とし、1樹あたり3ヶ所に設置した温度計により、全ての地下30cmの地温が32℃になるまでとした。なお、地温の推移を自記記録温度計(各樹2か所, おんどとり, TR-71U)によりを調査した。

大村市圃場においては、予め白紋羽病菌(LTR-1:大村市鬼橋町の現地ビワ圃場より分離し、ビワに対する病原性を確認)を、4~5cmの滅菌ナシ枝で培養して得られた感染枝を1樹あたり6箇所のビワ根に、3培養枝をロックタイで密着させ、1ヶ月間感染を促した。その後、温水処理を実施し、温水処理2, 10, 14および23ヵ月後に再度根域を掘り上げ、白紋羽病の根部での菌糸生育状況を調査した。また接種枝は処理2, 10および14ヵ月後に、各接種箇所から1本ずつ(計6培養枝/樹)回収し、水洗して23℃の湿室に保ち、2日後に枝片上の菌糸生

育状況を調査した。温水処理は 4 樹に対して行い、対照として無処理の 2 樹を用いた。

長崎市圃場においては、温水処理前に根部を掘り上げ細根状況、根への白紋羽病感染状況を見取りにより調査した。また、温水処理後 11、16 および 25 ヶ月後に再度根域を掘り上げ、白紋羽病の根部での菌糸生育状況を調査した。温水処理は 4 樹に対して行い、対照として無処理の 3 樹を用いた。

2) 土壌の白紋羽病菌に対する抑止性の評価

材料および方法

3-1)の温水処理樹の根域土壌を採集し、白紋羽病に対する抑止性を調査した。採集は対象樹の表土 5cm を取り除き、深さ 25cm までの土壌を採集した。採集した土壌は温水処理を行った際の土壌の白紋羽病菌に対する抑止性を評価する簡易手法：白紋羽病菌培養爪楊枝・プラントボックス法 (図 3) によって調査し、抑止程度を算出した。

3) 結果および考察

大村市の試験では、細粒赤色土の圃場で処理 4 樹に対して 10L/分の流量で点滴を行った。処理開始から終了までの時間は 3 時間 29 分～ 4 時間 3 分であった (表 5)。地下 10cm の 35℃以上の継続時間は 4 時間 40 分～11 時間 20 分で、32℃以上の継続時間は、地下 10cm で 13 時間 30 分～18 時間 20 分、地下 30cm で 1 時間 30 分～20 時間 20 分であった。地下 10cm、30cm の最高到達温度はそれぞれ 40.7℃、39.5℃であった。温水による障害と思われる症状はいずれも認められなかった (表 6)。

表 5 各試験状況と温水処理樹での処理概要

処理樹 No.	試験場所	栽培方式	温水処理日	土壌の種類	含水率 (%)	処理水量	処理時間
1	大村市	露地	9月25日	細粒赤色土	24.7%	10L/min /4樹	3h29m
2							4h03m
3							4h02m
4							3h56m
7	長崎市	施設	8月21日	礫質黄色土	25.9%	8L/min /4樹	5h17m
8							3h46m
9							4h21m
10							3h07m
平均							4h01m

白紋羽病菌の死滅確認のために回収した接種枝片上での白紋羽病菌の生育は、処理 2 ヶ月後では温水処理で 3/24 (12.5%)、無処理では 12/12 (100%)、温水処理 10 ヶ月後では 2/24 (8.3%)、無処理では 9/12 (75.0%)、温水処理 14 ヶ月後は 1/20 (5.0%)、無処理では 8/12 (66.7%) であり、温水処理において白

紋羽病菌の死滅効果が認められた (表 7)。

根における菌糸付着率は、無処理樹では接種から時間を経るごとに増加した。そのような状況において温水処理した樹では、0～10%の間で推移した。処理 2 ヶ月後より全く菌糸を認めない樹もあったが、処理 14 ヶ月後までに新たな感染根を認める樹が 2/4 樹あった。処理 23 ヶ月後では、1/4 樹で菌糸が認められたが、菌糸付着率は 2%とわずかであった。一部菌の残存が観察されたが、地上部の症状は処理 23 ヶ月後でも健全であり、この時点で無処理樹は枯死または下葉の下垂や落葉がみとめられ、このことから高い治療効果が確認された (表 7)。

大村市の試験での土壌の抑止性と温水処理効果の関連については、判然としなかった。

長崎市の試験では、礫質黄色土の圃場で処理 4 樹に対して 8L/分の流量で点滴を行った。処理開始から終了までの時間は 3 時間 7 分～ 5 時間 17 分であった (表 5)。地下 10cm の 35℃以上の継続時間は 4 時間 10 分～12 時間 40 分で、32℃以上の継続時間は、地下 10cm で 13 時間 10 分～30 時間 50 分、地下 30cm で 10 時間 20 分～29 時間 40 分であった。地下 10cm、30cm の最高到達温度はそれぞれ 41.2℃、36.7℃であった。温水による障害と思われる症状はいずれも認められなかった (表 6)。

根における菌糸付着率は、無処理樹では処理前から時間を経るごとにわずかに増加した。そのような状況において温水処理した樹では、No.8 の 1 樹を除き処理前に認められた根の菌糸が消失し、処理 25 ヶ月後においても新たな感染がなかったことから高い治療効果が認められた。No.8 樹は、処理 11 ヶ月後に 5%に減少したが、この時点でも処理前に健全であった根に新たな感染が認められ、その後処理前の 20%まで増加した。地上部は、処理区で菌の残存が認められた No.8 樹は下葉の下垂が認められるなど症状の進行があったが、No.7 および No.10 樹では、症状の回復も認められた (表 8)。

長崎市の試験での土壌の抑止性と温水処理効果の関連については、No.8 樹の抑止性は 3.67 と他の試験樹に比べ相対的に低い数値であった。またこの樹では、処理前の菌糸付着率が 20%とその他の試験樹に比べ低いにもかかわらず、その後病勢の進展が認められた。抑止性が低いところでは、温水処理の効果が安定しないことが考えられた (表 8)。

45℃温水点滴処理によるビロ白紋羽病の治療技術

表6 45℃温水点滴処理における地温の状況と温水による障害の有無

処理樹 No.	試験場所	測定箇所 No.	処理時の地温 (°C)	地下10cm		地下30cm	最高到達温度 (°C)		樹の障害 (温水)
			地下10cm	35℃以上 継続時間	32℃以上 継続時間	32℃以上 継続時間	地下10cm	地下30cm	
1	大村市	1	23.0	10h50m	17h30m	1h30m	40.2	32.3	無
		2	24.8	8h00m	16h00m	16h50m	37.8	33.5	
2		1	23.2	10h50m	18h20m	20h00m	39.7	39.5	無
		2	23.0	4h40m	13h30m	2h20m	37.3	33.7	
3		1	22.4	8h10m	16h10m	7h50m	38.1	34.0	無
		2	23.4	9h30m	15h50m	11h30m	40.7	33.1	
4		1	22.9	11h20m	18h30m	20h20m	40.6	36.0	無
		2	22.9	8h20m	15h40m	15h10m	38.1	34.4	
7		1	25.6	12h00m	30h40m	18h20m	40.6	35.2	無
		2	25.4	12h40m	30h50m	29h40m	40.2	36.1	
8	長崎市	1	25.2	7h50m	15h10m	10h40m	38.8	33.0	無
		2	25.2	8h10m	15h20m	11h30m	38.4	34.8	
9		1	25.2	10h40m	20h50m	20h00m	38.8	35.4	無
		2	25.2	11h40m	20h00m	20h40m	41.2	36.7	
10		1	25.2	4h10m	13h40m	10h20m	38.0	33.5	無
		2	25.2	5h30m	13h10m	12h50m	36.9	34.4	

表7 温水処理前後の地上部症状と白紋羽病菌死滅および根における感染状況 (大村市, 接種条件)

樹 No.	温水 ^z 処理	処理前			処理2ヵ月後			処理10ヶ月後			新たな感染根
		地上部の状態	菌糸付着率 (%)	土壌の ^y 抑止性 (mm)	地上部の状態	菌糸付着率 (%)	回収した ^x 接種枝片での菌の生存	地上部の状態	菌糸付着率 (%)	回収した ^x 接種枝片での菌の生存	
1	有	健全	0	0.56	健全	0	0/6	健全	0	0/6	
2	有	健全	0	9.00	健全	5	1/6	健全	5	0/6	
3	有	健全	0	3.94	健全	5	1/6	健全	5	1/6	有
4	有	健全	0	0.63	健全	5	1/6	健全	0	1/6	
5	無	健全	0	-	健全	60	6/6	健全	70	5/6	有
6	無	健全	0	-	健全	80	6/6	黄化・落葉	90	4/6	有

表7のつづき

樹 No.	温水 ^z 処理	処理14ヶ月後				処理23ヶ月後		
		地上部の状態	菌糸付着率 (%)	回収した ^x 接種枝片での菌の生存	新たな感染根	地上部の状態	菌糸付着率 (%)	新たな感染根
1	有	健全	0	0/4		健全	0	
2	有	健全	0	1/4		健全	2	有
3	有	健全	10	0/6	有	健全	0	
4	有	健全	2	0/6	有	健全	0	
5	無	健全	75	4/6	有	葉数少、下葉下垂	80	有
6	無	黄化・落葉	100	4/6	有	枯死	100	有

^z 温水処理日：2015年9月25日 (処理条件は45℃温水点滴, 地下30cm³ヶ所が32℃に達するまでとした)

^y 土壌の抑止性：温水処理樹の樹冠近傍土壌における白紋羽病抑止性, -：未調査

^x 枝片での菌の生存：接種枝片より白紋羽病菌が生育した枝辺数/接種枝片数

表8 温水処理前後の地上部症状と根における感染状況（長崎市，自然感染条件）

樹 No.	温水 ^z 処理	処理前			処理11ヶ月後		
		土壌の ^y 抑止性(mm)	地上部の状態	菌糸付着率(%)	地上部の状態	菌糸付着率(%)	新たな感染根
7	有	8.19	下葉の下垂	70	健全	0	
8	有	3.67	健全	20	健全	5	有
9	有	7.13	健全	30	健全	0	
10	有	19.44	下葉の下垂	40	健全	0	
11	無	-	健全	10	健全	15	有
12	無	-	健全	40	健全	50	有
13	無	-	下葉の下垂	30	下葉の下垂	40	有

表8 のつづき

樹 No.	温水 ^z 処理	処理16ヶ月後			処理25ヵ月後		
		地上部の状態	菌糸付着率(%)	新たな感染根	地上部の状態	菌糸付着率(%)	新たな感染根
7	有	健全	0		nd ^x	nd	nd
8	有	健全	20	有	下葉やや下垂	20	有
9	有	健全	0		健全	0	
10	有	健全	0		健全	0	
11	無	健全	25	有	健全	30	有
12	無	健全	60	有	健全	65	有
13	無	下葉の下垂	40		下葉の下垂	40	

^z 温水処理日：2015年8月21日（処理条件は45℃温水点滴，地下30cm3ヶ所が32℃に達するまでとした）

^y 土壌の抑止性：温水処理樹の樹冠近傍土壌における白紋羽病抑止性，-：未調査

^x nd：処理25ヵ月後のNo.7樹は，病害とは無関係の倒木のため根部調査未実施

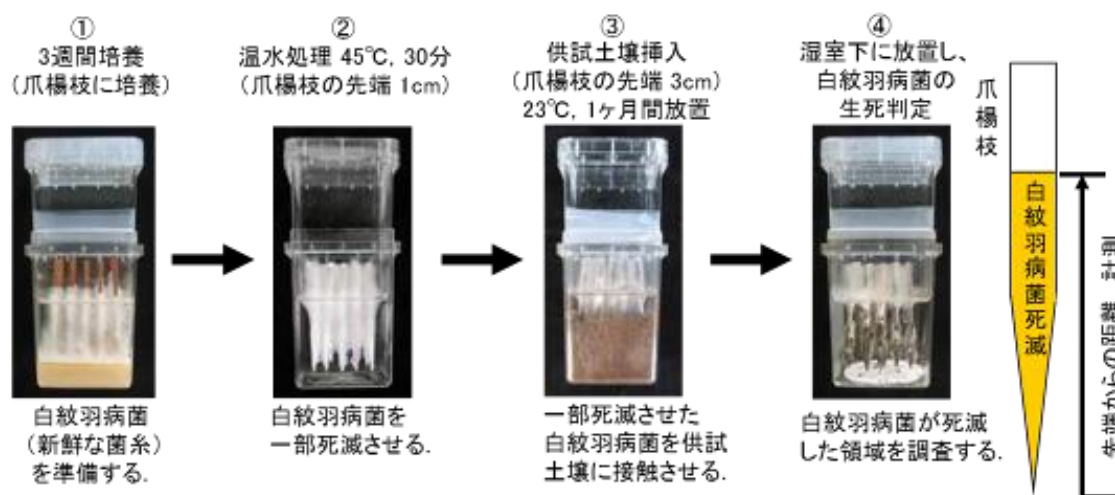


図3 白紋羽病菌培養爪楊枝・プラントボックス法（中村ら原図，2011）

4. 45℃温水点滴（地下30cm地温35℃到達条件）による白紋羽病治療効果

前項において，45℃の温水を点滴し，地下30cmの地温が32℃に達するまでを処理終了の目安とし治療効果の検証を行った。本条件により，一部菌の残存が観察されたが，地上部の症状は回復または健全を維持しており，高い治療効果が確認された。

より効果を安定させるためには，ビワに障害が発生しないことを前提として，地温の到達条件を高めることが重要であるため，ここでは45℃の温水を点滴し，地下30cmの地温が35℃に達するまでの条件での治療効果と本条件に達するまでの所要時間等を調

査した。

1) 地下 30 cm 35℃到達条件での治療効果の検証

材料および方法

2013年～2017年にかけて、防除効果の確認ため、県内の白紋羽病発生圃場6箇所において試験を実施した。処理条件は機器設定温度45℃とし、1樹あたり3ヶ所に設置した温度計の地下30cmの地温が35℃に到達するまでとした。地温の推移は日記録温度計(おんどり,TR-71U)により記録した。処理年月日、試験場所、圃場の土質、処理時間および調査方法は表9に示し、調査方法の内、枝挿入法は温水処理後7～11か月後に、処理樹の樹幹より約20cmの土壌に30cmの長さに切断した直径1～2cmのナシ徒長枝を10cm間隔(1樹あたり12～16本)で挿入し、約2か月間放置後に抜き取り、白紋羽病菌の有無を調査した。根部掘り上げは、温水処理後9～12か月後に樹幹より半径約60cmまでの範囲の土壌を掘り上げ、白紋羽病の根部での菌糸生育状況を調

査した。

2) 結果および考察

県内6箇所の計12樹の白紋羽病発病樹に対する温水処理後7～12ヵ月後の枝挿入法や根部の見取りでの調査の結果、9樹は白紋羽病菌の菌糸は認められなかった。2樹では一部菌糸の残存が認められたが、処理前と比較し、生息域の増加は認められなかった。これら計11樹では、地上部の症状は、処理前と比較し症状の改善が認められた。五島市の1樹で若干の菌糸生息域の拡大が認められたが地上部の症状悪化は認められなかった(表9)。

地下30cm3ヶ所が35℃に達するまでの時間は、3時間50分～5時間42分であった。地下30cm3ヶ所が32℃に達する条件と比較すると40分程度長くなったが、大幅な増加はないものと判断された。また地温到達条件35℃での温水によるビワ生育への影響は認められず、土質の違いによる防除効果や地温上昇に対する明確な差も認められなかった(表9)。

表9 45℃温水処理での地下30cm, 3ヶ所, 35℃到達条件での白紋羽病治療効果

試験年月日	試験場所	土質	処理樹数	処理時間 ²	処理から調査までの期間	調査方法	治療効果 ³	樹の障害(温水)
2013年8月12日	雲仙市瑞穂町	細粒黄色土	2	4h00m	8ヵ月	枝挿入法	◎, ○	無
2014年8月13日	西海市大瀬戸町	礫質黄色土	2	3h50m	11ヵ月	枝挿入法	◎, ◎	無
2014年9月8日	長崎市宮崎町1	礫質黄色土	1	4h00m	7ヶ月	枝挿入法	◎	無
2014年9月9日	長崎市宮崎町2	礫質黄色土	2	5h00m	7ヶ月	枝挿入法	◎, ◎	無
2016年9月15日	大村市鬼橋町	細粒赤色土	1	5h05m	12ヶ月	根部掘り上げ	◎	無
2017年9月8日	五島市籠淵	普通風化変質黄色土	4	5h42m	9ヶ月	根部掘り上げ	◎, ◎, ○, △	無

²地下30cm3ヶ所の温度が全て35℃に達するまでの処理時間。複数樹処理の場合は、最も時間を要した時間を表す。

³◎：挿入した枝や掘上げた根に菌糸は認められない。地上部の症状は回復している。

○：挿入した枝や掘上げた根の一部に菌糸が残存するが増加はない。地上部の症状は回復している。

△：挿入した枝や掘上げた根の一部に菌糸が残存し若干の菌糸増加が認められる。地上部の症状は進んでいない。

5. 総合考察

ナシ、リンゴ、ブドウで確立された50℃の温水処理による白紋羽病治療技術は、ビワでは生育への影響が大きく実施できないため、温水による治療を行う場合には、治療効果と樹体への影響を考慮すると45℃設定で行うことが妥当であると考えられた。処理終了の目安となる地下30cmの地温到達条件は32℃および35℃で検討し、いずれも治療効果が高いことが明らかとなったが、35℃においてもビワ生育への影響はなく、32℃と比較し処理時間の大幅な延伸もなかったため、より効率的に高い治療効果を得るためには、35℃に到達する条件で行うべきと考えられた。

ビワにおける温水処理の手順は、45℃温水を点滴す

ることおよび上記の地温到達条件が異なること以外は、基本的にナシ、リンゴ、ブドウで確立された50℃の温水治療技術と同様である。つまり、点滴器具を治療対象樹の樹幹を中心に、約1.5m四方に配置し、処理面を農業用マルチフィルム等で覆い、機器の設定温度を45℃とし、温水を点滴するという手順である^{5,7)}。

処理時期については、5～6月の処理では出蕾が早まり、またこの時期は収穫時期であることから、7～9月を推奨することとした。3月に実施した現地試験においては、地下30cmの地温は確保できたものの、その後の地温低下が夏期に比べ早く、白紋羽病により枯死した事例もあり、このことから45℃温水処理で

は、7～9月を推奨実施期間としている。

その他の処理条件で留意する点としては、特に施設における土壌条件である。一般的に施設の土壌は、露地に比べ固い傾向がある。固く締まった土壌では、温水の浸透が悪く、所定の地温到達条件まで地温が上がらないことがある。このような場合十分な治療効果が発揮できない可能性があるため留意する必要がある。

また、このような条件の土壌では、白紋羽病に対する抑止性が低いこともあるため、土作りも併せて実施していくことが重要である。また、土壌の白紋羽病に対する抑止性は、土壌改良資材で向上することも確認されており⁹⁾、土壌改良資材を併用することで、治療効果の安定と向上が期待される。



写真1 白紋羽病で立ち枯れしたピワ



写真2 温水処理機と処理状況

6. 摘要

- 1) ナシ, リンゴ, ブドウにおいて 50°Cの温水を点滴かん注することによって白紋羽病を治療する技術が開発された。
- 2) ビワにおいて本法の適用を検討したところ, 50°Cの温水によるビワの生育への影響が認められた。
- 3) ビワで影響のなかった 45°Cの温水処理では生育への影響もなく, 根の菌糸の消失が認められた。

7. 引用文献

- 1) Eguchi, N., H. Tokutake, N. Yamagishi : Hot water treatment of Japanese pear trees is effective against white root rot caused by *Rosellinia necatrix* Prillieux., JGPP, 74, 382-389 (2008)
- 2) 北條良夫, 石塚潤爾 : 最新作物生理実験法, p50-52 (1985)
- 3) 中村 仁 : 果樹類白紋羽病の温水治療技術 温水治療技術の概要と展望, 植物防疫, 67, 463-467 (2013)
- 4) 中村 仁・佐々木厚子・兼松聡子 : 温水を用いた白紋羽病治療技術における土壌微生物との相乗作用の簡易評価, 土と微生物, 65, 145 (2011)
- 5) 農研機構果樹茶業研究部門 : 白紋羽病温水治療マニュアル 2018 年速報版, p4 (2018)
- 6) 農研機構果樹茶業研究部門 : 白紋羽病に対する抑止性を調べる土壌診断法, p2 (2018)
- 7) 農研機構果樹研究所 : 白紋羽病温水治療マニュアル 2013 年改訂版, p22 (2013)
- 8) 森岡節夫 : 農業技術体系果樹編 (4), p36-37

Summary

- 1) A control method for white root rot caused by *Rosellinia necatrix* Prillieux, involving hot water drip irrigation at 50°C, has been developed for Japanese pear, apple, and grape.
- 2) We applied the hot water treatment to eradicate disease from loquat. However, the growth of loquat trees was affected by hot water treatment at 50°C.
- 3) Loquat trees did, nevertheless, tolerate a temperature of 45°C, without a reduction in vigor, and this temperature was sufficient to destroy the mycelia of *R. necatrix*.

