

ブルーベリー樹に対する温水処理の影響について

武田 甲

Effects of Hot Water Treatment on Blueberry Trees

Hajime TAKEDA

摘 要

近年ブルーベリーにおいて白紋羽病の発生が報告されており、神奈川県内でも類似の症例が散見される。ブルーベリー白紋羽病に対する防除方法の一つとして白紋羽病温水治療法の適用が考えられるが、実施事例はない。そこで、適用可否の判断に資することを目的として、ブルーベリー成木に対する温水処理を実施し、その影響を調査した。その結果、12月処理では樹容積に若干影響した可能性があるが、処理翌年の単位樹容積当たりの収量には影響がなかった。また、10月処理では樹体への影響と収量への影響ともに観察されなかった。

キーワード：ブルーベリー，治療法，温水処理，白紋羽病

Summary

White root rot has been reported in blueberries in recent years, and similar cases have occasionally been seen in Kanagawa Prefecture, Japan. The application of the hot water treatment is one possible method of controlling white root rot in blueberry trees, but there are as yet no relevant case studies available. We therefore trialed the hot water treatment on mature blueberry trees and studied its effects, with the aim of helping growers to decide whether to adopt this treatment method. The results showed that the December treatment may have had some effect on tree volume, but did not affect the yield per unit tree volume. No effects on either the bush volume or yield were observed as a result of the October treatment.

Key words: blueberry, cure, hot water treatment, white root rot

緒 言

白紋羽病を引き起こす *Rosellinia necatrix* Prilleux はきわめて多犯性の植物病原糸状菌である。その寄主は170種以上、63属に渡るとされており (Kulshrestha ら 2014)、果樹栽培では甚大な被害となることが多い。白紋羽病の化学的防除法としてはフルアジナムの土壌灌注の効果が認められているが、より持続的な効果や、より環境影響の低い方法が期待されるため、物理的防除や生物的防除が試みられている (Schena ら 2008, 中村 2004)。

Rosellinia necatrix に罹病した果樹成木に対する温水処理による防除技術は、Eguchi ら (2008) によりナ

シを対象に開発された。この方法は、(独法)農研機構果樹研究所、エムケー精工、長野県果樹試験場他による共同研究により実用化され、ナシ、ブドウ及びりんごを対象とした「白紋羽病温水治療マニュアル」(2013)として発表されているが、ブルーベリーに対しては適用例がない。

一方、ブルーベリーはツツジ科スノキ属シアノカス節内の種に属する小果樹類の総称であり、栽培品種には北部ハイブッシュ (*Vaccinium corymbosum* L.) 系品種やラビットアイ (*V. virgatum* Aiton) 系品種があり、加えて極寒地で育成されたローブッシュ (*V. angustifolium* Aiton) 由来の半樹高ハイブッシュ系品

種など多数の品種がある（玉田 2009）。一般に北部ハイブッシュ系品種と半樹高ハイブッシュ系品種は、樹勢はラビットアイ系品種に劣るが食味が良く、そのうちの多数の品種が神奈川県内でも栽培可能である（片野・重田 1984, 武田ら 2015）。

ブルーベリーの商業栽培は日本国内では 1970 年代から行なわれてきたが、白紋羽病の発生は長く報告されていなかった。ところが、近年の長野県において北部ハイブッシュ系ブルーベリーである‘コリンズ’等の品種において白紋羽病の発生が報告され（近藤ら 2010）、その後、神奈川県内のハイブッシュ系ブルーベリーでも類似の症状が散見されている。

ブルーベリー白紋羽病の発生条件は未解明だが、他の植物の事例では白紋羽病は有機物が多い土壌で生育しやすいとされており（糸井 1965）、土壌 pH が中性付近（例えば pH 5 から 8）であることもマイナーな要因とされる（Schena ら 2008）。ハイブッシュ系ブルーベリーは酸性土壌での生育が良いとされるので、白紋羽病は比較的発生しにくいと考えられるが、黒ボク土等の関東の平地土壌を長期間 pH 5.5 以下に保つのは難しいため、長期栽培している圃場では、土壌 pH が上がっている可能性がある。また生産園では、乾燥抑止のために植物由来の有機物を土壌表面に多量に施用している園もあるが、腐熟が十分でない場合はそれも白紋羽病の発生要因になると思われる。従って今後もブルーベリー白紋羽病の発生は懸念される。

そこで本研究では、将来、ブルーベリー樹に温水治療法を実施することが可能か否かの判断に資することを目的として、温水処理がブルーベリー樹に及ぼす影響を調査した。

材料及び方法

1. 供試材料

試験 1（2015 年 12 月温水処理）は、‘チペワ’（半樹高ハイブッシュ）及び‘トロ’（北部ハイブッシュ）を用いた。試験 2（2016 年 10 月実施）では、‘チペワ’及び‘ブルーレイ’（北部ハイブッシュ）を供試した。

‘チペワ’は、低温要求性が高い半樹高ハイブッシュ系品種であり、‘トロ’及び‘ブルーレイ’とは温水処理に対する感受性が異なる可能性があると思われ

たため、これらの品種を用いた。なお、これらはいずれも神奈川県相模原市の試験地における品種比較試験の結果、栽培可能であることが確認された品種である（武田ら 2015）。

供試ブルーベリー樹は、2006 年 3 月 27 日に列間 2 m × 株間 1.5 m で平坦な露地圃場に定植し、2009 年に初結果させ、以後は慣行に準じて管理した樹を用いた。土壌は厚層多腐植質黒ボク土（pH 5.6）であり、有機物は毎年、0.5 kg m⁻² のせん定屑堆肥を施用した。せん定は通常管理に準じ、次回及び翌年の収穫を想定して枝数を調整し、樹勢の衰えた前年枝と枯死した結果枝を除去した。また、樹高は 160 cm 以下に管理した。

2. 温水処理方法

温水処理は白紋羽病温水治療マニュアル（2013 年版）に準じ、（株）エムケー精工の温水処理機（EB-1000H）と同社の 150 cm × 150 cm の点滴器具（EB-1000T）を用いた。給湯温度は 55°C に設定して、ブルーベリー樹の株周辺を点滴加温した。

試験 1 は 2015 年 12 月 19 日 12 時から 16 時まで 4 時間温水処理し、その後ポリビニールで土壌処理面を被覆し、3 日間放置した。試験 2 は 2016 年 10 月 19 日 10 時から 14 時まで 4 時間温水処理し、被覆しなかった。試験 1、2 ともに各区 1 樹について実施した。

なお、「白紋羽病温水治療マニュアル」では、温水処理を 6 月から 10 月までに実施すると地温上昇の効率がよく、冷涼な期間は避けることが望ましいとされている。ブルーベリーの収穫期は 8 月までだが、神奈川県ではブルーベリー専業の農家は少ないことと、降雪は少量であることを考慮し、本研究では神奈川県内の主要落葉果樹であるナシ及びブドウの収穫繁忙期以後となる 10 月及び 12 月に処理を実施した。

3. 調査方法

地温は、深さ 10 cm 及び 30 cm の土中に熱電対を挿入し、30 分間隔（2015 年）または 20 分間隔（2016 年）でデータロガーにより記録した。計測は 2 か所で行い、結果は最高地温が高温となった方の数値を示した。収穫調査は、収穫期間の完熟果実をすべて収穫し、選果後の収量を調査した。葉への影響については、温水処理

直前に1樹あたり50枚の当年枝中央付近に着生した健全な緑色葉をランダムにマーキングして、その後の変色葉数を調査した。また、全葉数と積算落葉枚数を計数して変色及び落葉時期を調査した。

結果及び考察

1. 試験 1 12 月処理がブルーベリー根域の地温と生育に及ぼす影響

2015年12月19日にブルーベリー株元を温水処理した結果、深さ10cmの地温は、温水処理開始後1時間以内に顕著に上昇し、40℃～47℃に4時間30分保たれた。深さ30cmの地温は、40℃以上に2時間以上保たれ、35℃以上に10時間以上保たれた(図1)。また、深さ30cmの地温は48時間以上20℃以上であり、処理を行った12月19日12時に、無処理区の地温は深さ10cm及び30cmで12.0℃だった(図略)。

温水処理後のブルーベリー樹には、目視では枝枯れ等の影響は観察されなかった。しかし処理翌月の1月下旬に通常管理によるせん定を行い、せん定前後の樹容積を調査したところ、‘チペワ’、‘トロ’ともに無処理区より処理区のせん定後樹容積が小さくなり、樹あたりの収量も少なくなった。この樹容積及び収量の違いは、12月に温水処理を実施した影響である可能性もあるが、各区1樹で実験したため、有意性は不明である。樹容積あたりの収量では大差なかった(表1)。その後も目視観察では、葉色、樹勢等に顕著な差はなかった。

2. 試験 2 10 月処理がブルーベリー根域の地温と生育に及ぼす影響

2016年10月に実施した試験では、深さ10cmの地温は、処理開始後2時間以内に顕著に上昇し、40℃～49℃に6時間40分以上保たれた。深さ30cmの地温は40℃以上に4時間程度、35℃以上に24時間程度保たれた(図2)。温水処理区の地温は無処理区と比較して、4日間以上、顕著に高く、処理当日12時の無処理区の地温は、深さ10cmで20.4℃であり、30cmで20.1℃だった(図略)。

マーキングした葉50枚/樹の試験開始後の葉色の変化を調査したところ、無処理区と温水処理区は同様の

推移を示し、温水処理の影響は見られなかった(表3、表4)。

試験直前には、‘チペワ’の温水処理予定区の樹の葉は9750枚であり、無処理予定区の樹の葉は5440枚だった。また、‘ブルーレイ’の温水処理予定区の樹の葉は2540枚、無処理予定区の樹の葉は3446枚だった。温水処理後、数日から数週間おきに葉数を計数し、積算落葉数から落葉割合を算出して調査日に対してプロットした。その結果、2品種とも、無処理区と温水処理区は同様の落葉経過を示し、温水処理の影響は見られなかった(図3)。

せん定後樹容積と1樹あたりの収量は、10月に温水処理した区は、無処理区と同程度以上だった(表2)。

3. ブルーベリー白紋羽病への温水治療法の適用可能性

江口ら(2009)は白紋羽病に罹患したナシ樹に温水処理を行い、「地下20cmにおいて5地点中の4地点が35℃を超える」条件で、十分な治療効果を確認した。また、「白紋羽病温水治療マニュアル」(2013)では、ナシ、リンゴ及びブドウに関して、給水時間は4から6時間とし、地下10cmと地下30cmの地温を3反復計測して、地下10cmの地温が1か所でも45℃を超えるか、地下30cmの地温が3か所すべてで35℃を超えたら処理を終了するとしている。さらに同マニュアルでは、40℃の温水中では*Rosellinia necatrix*は3時間でほぼ死滅し、45℃では30分、50℃では5分で死滅するとしている。

「白紋羽病温水治療マニュアル」では、50℃の温水を点滴処理することとなっており、Eguchi et.al. (2008)は、50℃より55℃の温水処理をした場合の方が深さ10cmでの地温の上昇が激しいことを示している。今回実施した2回の実験の条件は、マニュアルに記された以上の高温条件であり、*Rosellinia necatrix*の死滅条件も満たしていたと考えられる。

また、「最新樹木根系図説」では、ブルーベリーの根系は、根系の最大深さ30cmの事例を収録したウスノキ(*Vaccinium hirtum* Thunb. var. *pubescens*)とともに、低木型の根系型のうちでも極めて浅根性であるとされており、藤本植物型の中で浅根型とされるブドウと同

程度か、より強く浅根性を示す浅根型垂直分布に分類されている。同資料では、リンゴは高木の根系型のうちで浅根型垂直分布に分類され、根系の最大深さ120cmの事例が収録されている。さらに、ナシは高木の根系型のうちで浅根型と深根型の間中型とされ、根系の最大深さ130cmの事例が収録されている（苅住2010）。

これらのことから、少なくともナシ及びリンゴの温水処理の先行例における根域の地温上昇と比較して、今回実施した温水処理によるブルーベリーの根域の地温上昇は激しかったと考えられるが、実験結果より、ブルーベリー根部の高温耐性は高いと考えられ、温水治療が可能であることが示唆された。

極寒地で育成された‘チペワ’は、筆者の試験圃場では1月にも一部の緑色葉が残るが、北部ハイブッシュ系の‘トロ’及び‘ブルーレイ’は、ほとんどの葉が冬季に落葉する。そこで‘チペワ’は、温水処理の影響が北部ハイブッシュ系と異なる可能性があると思っていたが、今回の試験に用いた2系統3品種は、いずれも温水処理の影響は少なく、枯死や落葉等の顕著な違いは、系統間には観察されなかった。

温水処理の実施時期については、温度保持の観点からも寒冷的な時期は避けることが望ましいが、本研究の結果、12月処理では翌年収量に若干の影響が出る可能性が示唆されたことから、冬季より秋季の実施のほうが望ましいと考えられた。

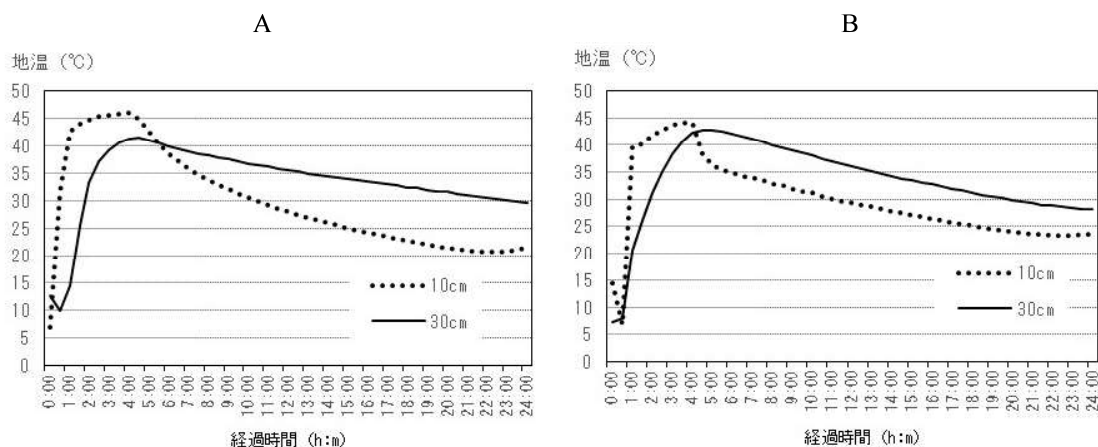


図1 12月の温水処理における地温変化（2015年実施）

A：‘チペワ’に対する処理，B：‘トロ’に対する処理

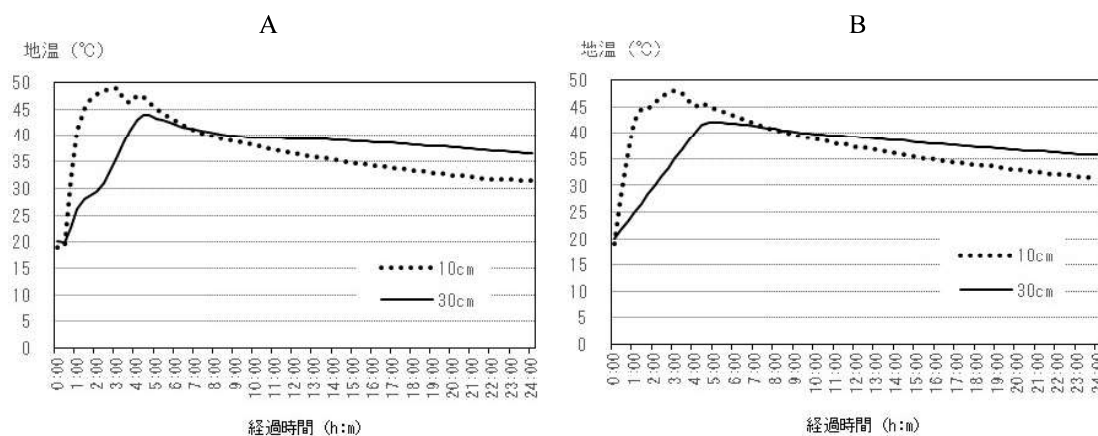


図2 10月の温水処理における地温変化（2016年実施）

A：‘ブルーレイ’に対する処理，B：‘チペワ’に対する処理

表1 2015年に温水処理したブルーベリー樹の2016年収量等

系統	品種名	試験区	樹容積(L) ^z		着蕾数 ^y	収量 ^x		1粒重	樹容積当たり収量
			処理前	せん定後		(個/樹)	(g/樹)		
半樹高ハイ ブッシュ	チペワ	無処理	1455	1240	619	2264	3250	1.44	2.62
		温水処理	1615	812	338	1603	2119	1.32	2.61
北部ハイ ブッシュ	トロ	無処理	849	662	286	2064	2007	0.97	3.03
		温水処理	855	425	281	1330	1413	1.06	3.33

^z 樹容積は、樹容積=2/3×3.14×樹高×((南北幅+東西幅)/4)²を示した。

処理前は2015年11月に調査し、せん定後は2016年1月に調査した。

^y 着蕾数は2016年4月6日の萌芽した花そう数を示した。

^x 収量は2016年に収穫した全果実について調査した(収穫日は6月20日から7月12日)。

表2 2016年に温水処理したブルーベリー樹の2017年収量等

系統	品種名	試験区	樹容積(L) ^z		花数 ^y	収量 ^x		1粒重	樹容積当たり収量
			せん定前	せん定後		(個/樹)	(g/樹)		
半樹高ハイ ブッシュ	チペワ	無処理	1991	900	1888	2857	3554	1.24	3.95
		温水処理	4056	1234	2072	2841	4159	1.46	3.37
北部ハイ ブッシュ	ブルー	無処理	1233	972	688	2099	2292	1.09	2.36
	レイ	温水処理	1403	1063	631	2702	2887	1.07	2.72

^z 樹容積は、樹容積=2/3×3.14×樹高×((南北幅+東西幅)/4)²を示した。

せん定前は2017年1月に調査し、せん定後は2月に調査した。

^y 着花数は2017年4月25日の花そう数を示した。

^x 収量は2017年に収穫した全果実について調査した(収穫日は6月26日から7月27日)。

表3 温水処理前にマーキングした葉50枚/樹のうち、緑色健全葉枚数^zの推移(枚/樹, 2016年)

品種名	試験区	10月18日	10月19日	10月21日	10月31日	11月9日	11月11日	11月16日	11月25日
チペワ	無処理	50	50	50	50	32	34	32	32
	温水処理	50	50	50	48	40	32	40	40
ブルー レイ	無処理	50	50	50	32	2	2	0	0
	温水処理	50	50	50	39	23	3	0	0

^z 落葉は含まない。

表4 温水処理前にマーキングした葉50枚/樹のうち、紅葉または変色葉数^zの推移(枚/樹, 2016年)

品種名	試験区	10月18日	10月19日	10月21日	10月31日	11月9日	11月11日	11月16日	11月25日 ^y
チペワ	無処理	0	0	0	0	19	17	16	5
	温水処理	0	0	0	2	9	17	10	4
ブルー レイ	無処理	0	0	0	18	45	45	47	0
	温水処理	0	0	0	11	24	44	47	0

^z 全体面積の50%以上が紅色、紫色または黄色等に紅葉した葉と、原因不明の黒化葉等の合計。

表中の数値には落葉は含まない。

^y 11月24日の降雪の影響により‘ブルーレイ’は11月25日までにほとんどが落葉した。

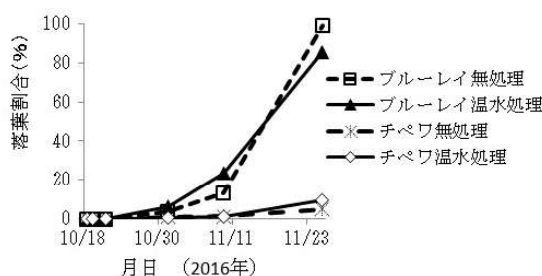


図3 温水処理実施後のブルーベリー樹の落葉割合の推移

引用文献

- 江口直樹, 徳竹浩文, 杵淵真也, 山岸菜穂. 2009. 温水灌注処理によるナシ白紋羽病罹病樹の治療. 関東東山病害虫研究会報. 56 : 59-62.
- Eguchi, N., H. Tokutake and N. Yamagishi. 2008. Hot water treatment of Japanese pear trees is effective against white root rot caused by *Rosellinia necatrix* Prillieux. J. Gen. Plant Pathol. 74 : 382-389.
- 糸井節美. 1965. 山地開発桑園における白紋羽病について. 日蚕雑. 34 (4) : 275-280.
- 片野佳秀・重田利夫. 1984. 神奈川県におけるブルーベリーの品種適応性について. 神奈川園試研報. 31 : 16-23.
- 苧住昇. 2010. 最新 樹木根系図説. 各論. p.754-755, p.595-596, p.598-599, p.872-875. 誠文堂新光社. 東京.
- 近藤賢一, 中村仁, 岩波靖彦, 吉沢英治. 2010. ブルーベリーに発生した *Rosellinia necatrix* による白紋羽病 (新称). 日本植物病理学会報. 76 (3) 要旨. 155.
- Kulshrestha, S., C. A. Seth, M. Sharma, A. Sharma, R. Mahajan and A. Chauhan. 2014. Biology and control of *Rosellinia necatrix* causing White Root Rot Disease; A Review. J. Rure. Appl. Microbio. 8 (3) : 1803-1814.
- 中村仁. 2004. 病原菌を病気にする果樹類紋羽病の生物防除. 土と微生物. 58 (2) : 87-98.
- 農研機構果樹研究所 (編). 2010 (初版). 2013 (改訂). 白紋羽病温水治療マニュアル. 農研機構果樹研究所. 茨城.
- Schena, L., F. Nigro and A. Ippolito. 2008. Integrated management of *Rosellinia* Root Rot on fruit tree crops. p. 137-158. In: A. Ciancio and K. G. Mukerji (eds.). Integrated management of diseases caused by fungi, phytoplasma and bacteria. Springer Science+Business Media B. V.
- 玉田孝人. 2009. アメリカ農水省のブルーベリー品種プログラムと新品種. 農業および園芸. 84 (11) : 1073-1083.
- 武田甲, 川嶋幸喜, 曾我部光現, 北見丘. 2015. 神奈川県北相地域におけるハイブッシュ系ブルーベリーの品種適応性及び小学生と成人による食味評価の比較. 神奈川農技セ研報. 160 : 7-15.