

温湯処理によるクリ黒色実腐病の防除

瓦谷光男・浜崎健児¹⁾・柴尾 学

Control of Chestnut Black Rot with Hot Water Treatments

Mitsuo KAWARADANI, Kenji HAMASAKI and Manabu SHIBAO

Summary

Botryosphaeria dothidea causes chestnut black rot. However, treating chestnuts with water heated to 50 °C for 30 or 40 min and 52 °C for 30 min resulted in a < 30% rate of rotting. Moreover, compared to untreated controls, the heat treatments extended the number of days required for the appearance of symptoms by six. Treating naturally infected chestnuts (infection rate: 22%) with hot water decreased the rotting rate by 4% to 6% compared to untreated controls; this percentage is lower than the 12% achieved with methyl iodide fumigation. Heat-treated chestnuts either inoculated or naturally infected with *B. dothidea* and then refrigerated at 5 °C did not show symptoms for five months, while untreated controls showed symptoms after about two months.

I. はじめに

収穫後のクリ種実に腐敗等障害を及ぼす原因として炭疽病 *Colletotrichum gloeosporioides* (Penzig) Penzig & Saccardo や黒色実腐病 *Botryosphaeria dothidea* (Mougeot) Cesati & De Notaris があるが、その発生はこれまで害虫（クリシギゾウムシやクリミガ等）の防除のために行われていた臭化メチル剤くん蒸処理によって抑えられてきたと考えられる。しかし、本剤はモントリオール議定書によりオゾン層破壊物質に指定され、2013年以降クリでは使用できなくなったり、その代替技術としてヨウ化メチル剤によるくん蒸処理が導入されているものの、本剤は臭化メチル剤よりも処理費用が高い上、十分な供給体制が整わず、新たなくん蒸施設も必要であることから、氷蔵処理²⁾や温湯処理³⁾など、くん蒸処理に頼らない防除技術の開発が進められてきた。筆者らは、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「クリのくん蒸処理から脱却するクリシギゾウムシ防除技術の開発」（2013-2015年）により、くん蒸処理に替わる温湯処理技術を実用化する中で、農家や共同出荷グループなどが利用できるコンパクトな温湯処理機と乾燥機を開発を進めてきた。しかし、本技術の導入によりクリシギゾウムシは完全に防除できるが、黒色実腐病は完全には防除することができなかった⁴⁾。そこで、クリシギゾウムシの防除技術として確立された50°C30分温湯処理条件での黒色実腐病発病経過の観察と、温湯処理条件の改善による黒色実腐病防除効果の向上を試みた。

II. 材料および方法

黒色実腐病菌は、菌叢を直接水中で49°C44分、50°C33分、51°C20分以上処理することにより死滅することから⁴⁾、本菌を接種したクリ種実を50°C30分の通常処理に加えて、50°C40分、52°C30分温湯処理することにより黒色実腐病を防除することを試みた。なお、52°Cを超える温湯処理は種実の発芽率が低下するとされているため^{3,5)}、検討対象から除外した。黒色実腐病菌に自然感染していると考えられるクリ（品種‘銀寄’）のヨウ化メチル剤くん蒸処理なし種実（以下、自然感染クリ種実とする）とくん蒸処理済み種実（収穫後24時間以内にヨウ化メチル剤で2時間くん蒸し、翌日出荷

1) 豊田市矢作川研究所

されたもの)を2017年10月3日に大阪北部農協から購入し試験に使用するまで5°Cで冷蔵保存した。

試験 1. 黒色実腐病菌接種クリ種実に対する温湯処理の効果

黒色実腐病菌は、2013年に大阪府能勢地域で収穫されたクリ種実から分離した菌株を用い、2017年10月3日に自然感染クリ種実の上部と下部それぞれ1か所(計2か所)へ、先の尖ったピンセットで深さ2mm程度の穴をあけ、ピンセットの先端を黒色実腐病菌の培養菌叢に触れて穴に差し込むことにより本菌を接種し、穴をパラフィンで封じた。感染を成立させるため25°Cで3日間静置した後、同年10月6日に10個ずつ網袋に入れて恒温水槽に沈め、50°C30分、50°C40分、52°C30分間温湯処理した。処理後は直ちに流水で5分間冷却し、風乾後ポリ袋に入れて25°Cで保存した。対照として、25°Cの水中に40分間置いたものを風乾後ポリ袋に入れて25°Cで保存した。保存中は毎日調査し、軟化症状(外部から指で強く押さえることにより確認)を示した種実を半分に切断し、断面が黒変したものを黒色実腐病と判定するとともに、黒変以外のものは断面を再び合わせてビニルテープで固定し25°Cで1週間保存後、断面の黒変の有無により発病を確認した。これら切断した種実は元のポリ袋から除去した。処理55日後(11月30日)に、残りすべての種実を切断し、発病を調査した。

試験 2. 黒色実腐病自然感染クリ種実に対する温湯処理の効果

自然感染クリ種実を5°Cで3日間冷蔵後、2017年10月6日に各処理50個を試験1と同様に温湯処理した後、同様に保存、調査した。また、比較のため、くん蒸処理済みクリ種実を5°Cで3日間冷蔵後、同年10月6日から25°Cで保存し発病を調査した。

試験 3. 冷蔵貯蔵時の黒色実腐病発病経過

試験1と同様に、2017年10月3日に黒色実腐病菌を接種したクリ種実10個を3日間25°Cに置いた後、同年10月6日に50°Cで30分温湯処理したものと、25°Cの水に30分浸漬したものを、処理後5°Cの冷蔵庫中に保存し、経時的に発病を調査した。また同時に、接種していない自然感染クリ種実を50°Cで30分温湯処理したものと、25°Cの水に30分浸漬したもの各50個を5°Cの冷蔵庫中に保存し発病を調査した。比較のため、温湯処理しないくん蒸処理済みクリ種実についても同様に冷蔵保存して調査した。

Ⅲ. 結果および考察

試験 1. 黒色実腐病菌接種クリ種実に対する温湯処理の効果

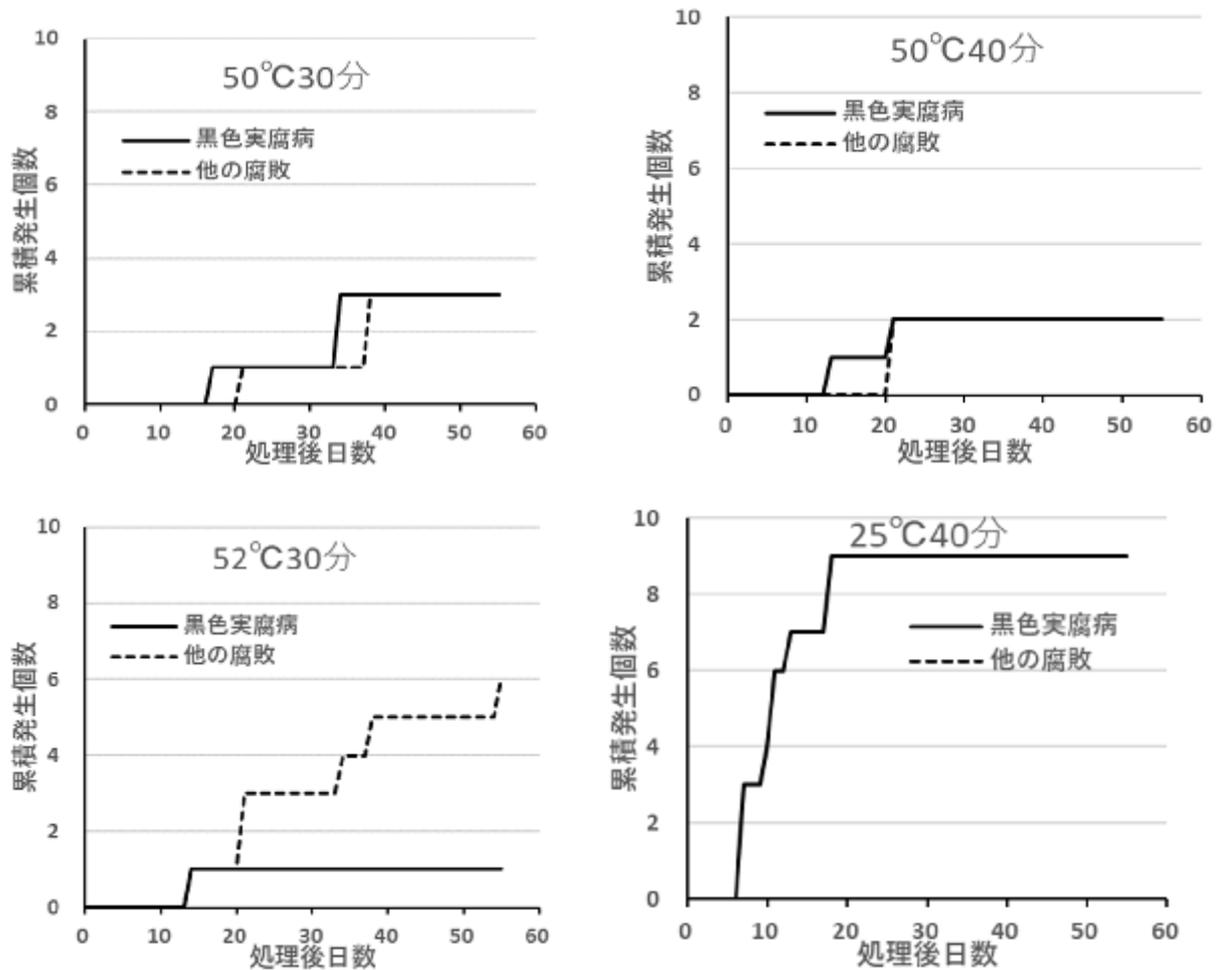
黒色実腐病菌を接種した対照区(25°C40分)のクリ種実は10個中9個(90%)が発病したのに対し、接種3日後に温湯処理(50°C30分、50°C40分、52°C30分)した種実は10個中3個以下(30%以下)の発病で、有意に発病が抑制された(第1表)。しかし、クリシギゾウムシに比べると防除効果は低下した。対照区(25°C40分)の種実の内、軟化症状が認められたものはすべて黒色実腐病によるものであったが、温湯処理したものには同病以外の原因で軟化・腐敗するもの(以下、他の腐敗とする)が多く見られた。接種したクリ種実は、25°Cで保存すると10月6日の処理日から7日で軟化(発病)が始まったが、50°C30分、50°C40分、52°C30分のいずれの温湯処理でも発病に13~17日を要し、発病を遅らせる効果が認められた(第1図)。他の腐敗は、同菌接種・感染時(元々自然感染していたものも含む)に、比較的高温に耐性の細菌等が感染し、温湯処理時の高温で活性化され増殖したものと考えられる³⁾。

第1表 黒色実腐病菌接種クリ種実の温湯処理後の病害等発生個数(25°C保存)

種実の状態	処理区(各区10個)			
	50°C30分	50°C40分	52°C30分	25°C40分
黒色実腐病発生*	3	2	1	9
他の腐敗発生	3	2	6	0
病害・腐敗発生なし	4	6	3	1

温湯処理55日後までの累計

* Fisherの正確確率検定により、25°C40分処理区と他の処理区の間には5%水準で有意差が認められた。



第1図 黒色実腐病菌接種クリ種実での温湯処理後の同病等の発生個数の推移（25°C保存）

試験2. 黒色実腐病自然感染クリ種実に対する温湯処理の効果

対照区（25°C 40分）の自然感染クリ種実は50個中14個（28%）が害虫，14個（28%）が病害等（黒色実腐病＋他の腐敗）による被害を受けていた（第2表）。くん蒸処理済みクリ種実では害虫被害は認められなかったが，病害等による被害は認められた。また，50°C 30分，50°C 40分，52°C 30分の温湯処理では害虫被害は同じく認められなかったが，50個中9～17個（18～34%）が病害等（同上）により腐敗し，対照区（50個中14個）に比べて減少はわずかまたはほとんどなかった。しかし，黒色実腐病のみについてみると，対照区（25°C 40分）で50個中11個（22%）の種実が発病したのに対し，くん蒸処理では発病は6個（12%）に減少し，さらに温湯処理では2～3個（4～6%）に減少したことから，発病抑制効果が認められた（第2表）。これらの防除効果は，農研機構の技術紹介パンフレット⁶⁾に紹介された結果と同様であった。

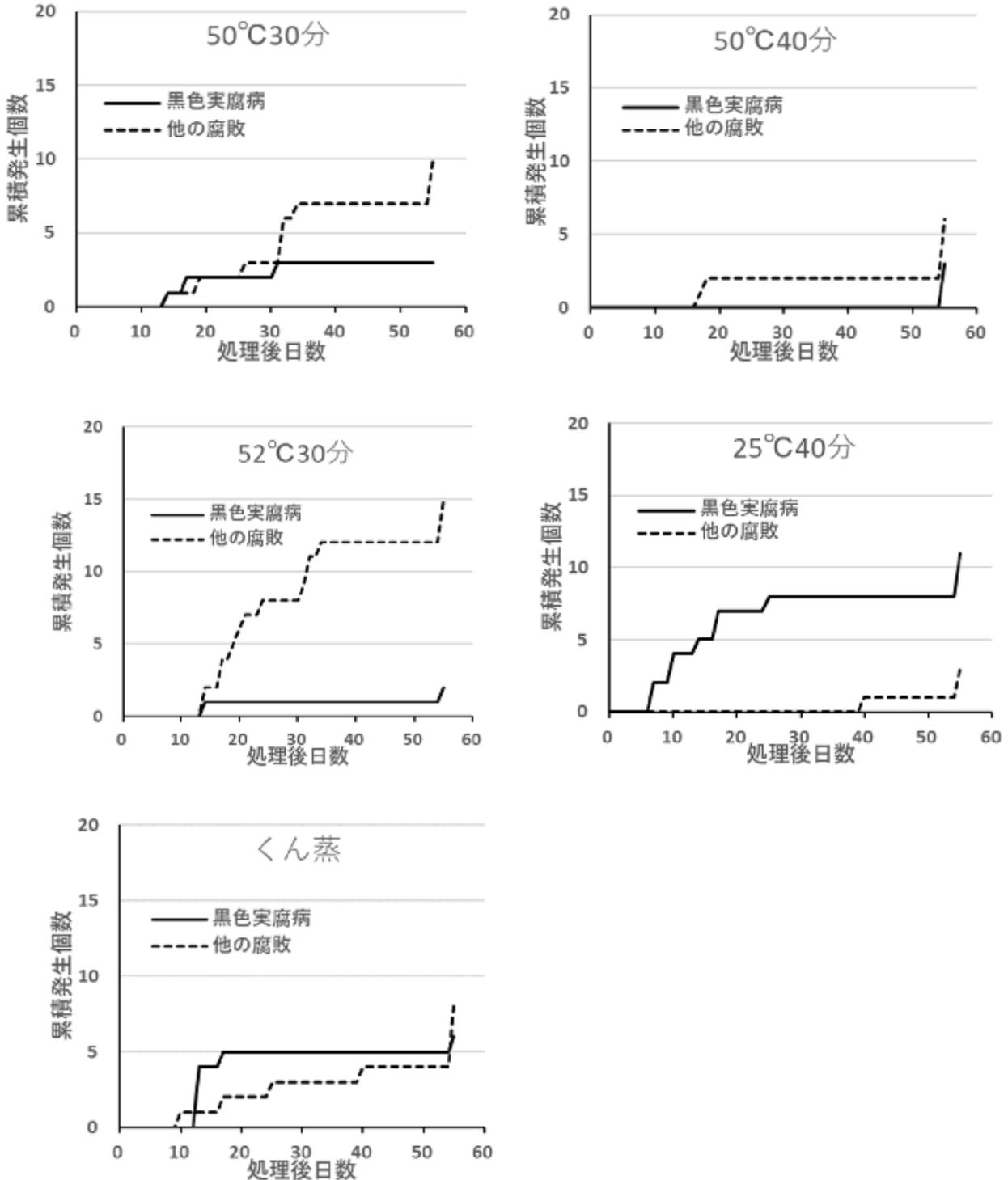
本試験での温湯処理で防除できなかった黒色実腐病以外の種実の腐敗（他の腐敗と表記）の原因については，二井ら³⁾が，炭疽病はこれら温湯処理で完全に防除できると報告していることから除外され，本病感染時に付随して感染した比較的高温に耐性の細菌等が繁殖したものと考えられる³⁾。

第 2 表 自然感染クリ種実の温湯処理後の病害等発生個数（25℃保存）

種実の状態	処理区(各区50個)				
	50℃30分	50℃40分	52℃30分	25℃40分	くん蒸
黒色実腐病発生*	2	3	2	11	6
他の腐敗発生	11	6	15	3	8
虫害発生	0	0	0	14	0
病害虫・腐敗発生なし	37	41	33	22	36

温湯処理 55 日後までの累計

* Fisher の正確確率検定により、25℃40分処理区と他の処理区の間に 5%水準で有意差が認められた。



第 2 図 自然感染クリ種実での温湯処理後の黒色実腐病等の発生個数の推移（25℃保存）

対照区（25℃40分）の自然感染クリ種実は、25℃で保存した7日後に黒色実腐病の発病が始まったのに対し、くん蒸処理済み種実は13日後に発病が始まり（他の腐敗は10日後）、50℃30分、52℃30分温湯処理したものでは14日後（他の腐敗も14日後）、また50℃40分処理したものでは55日後（他の腐敗は17日後）に発病が見られ、くん蒸処理と温湯処理は発病遅延による保存期間の延長にも効果があることが示された（第2図）。なお、試験1では、接種後50℃40分処理では13日後に黒色実腐病の発病が始まったので、50℃40分処理で発病に55日要したのは、感染程度が軽微だった等により発病まで長時間かかったためと思われる。

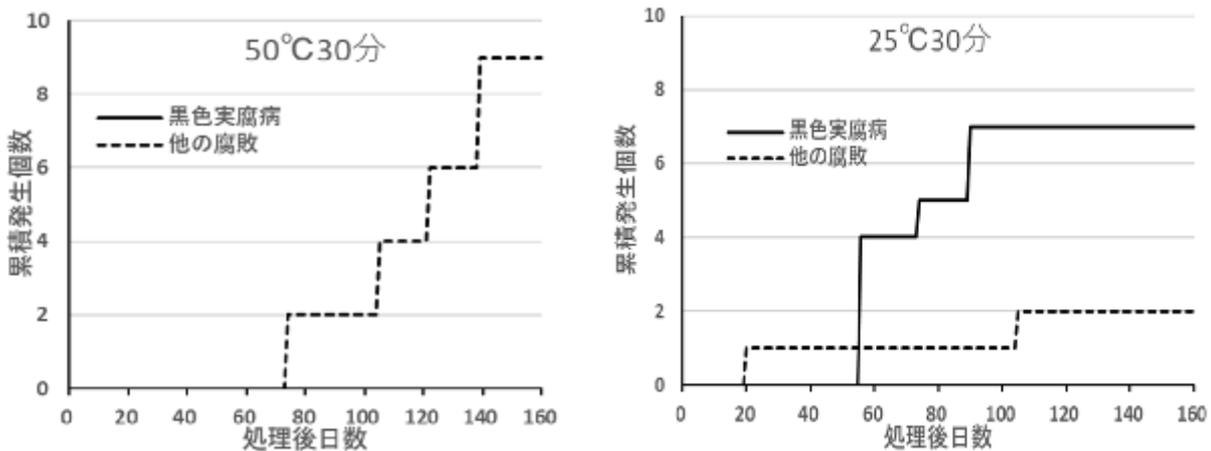
試験3. 冷蔵貯蔵時の黒色実腐病発病経過

温湯処理を行わずに25℃で種実を保存した場合、7日程度で黒色実腐病による軟化が見られたが（第1, 2図）、黒色実腐病菌接種種実を5℃で保存すると、56日経過してようやく黒色実腐病の発病が認められ（他の腐敗は20日で発生）低温保存のみでも本病の防除に有効であることが示された（第3表, 第3図）。さらに、接種後50℃30分温湯処理した種実は、5℃冷蔵期間中は処理後5か月経過しても黒色実腐病は発病せず（他の腐敗は74日で発生）、本病に対する有効性が認められた。しかし、黒色実腐病以外の腐敗に対する防除効果は低かった。

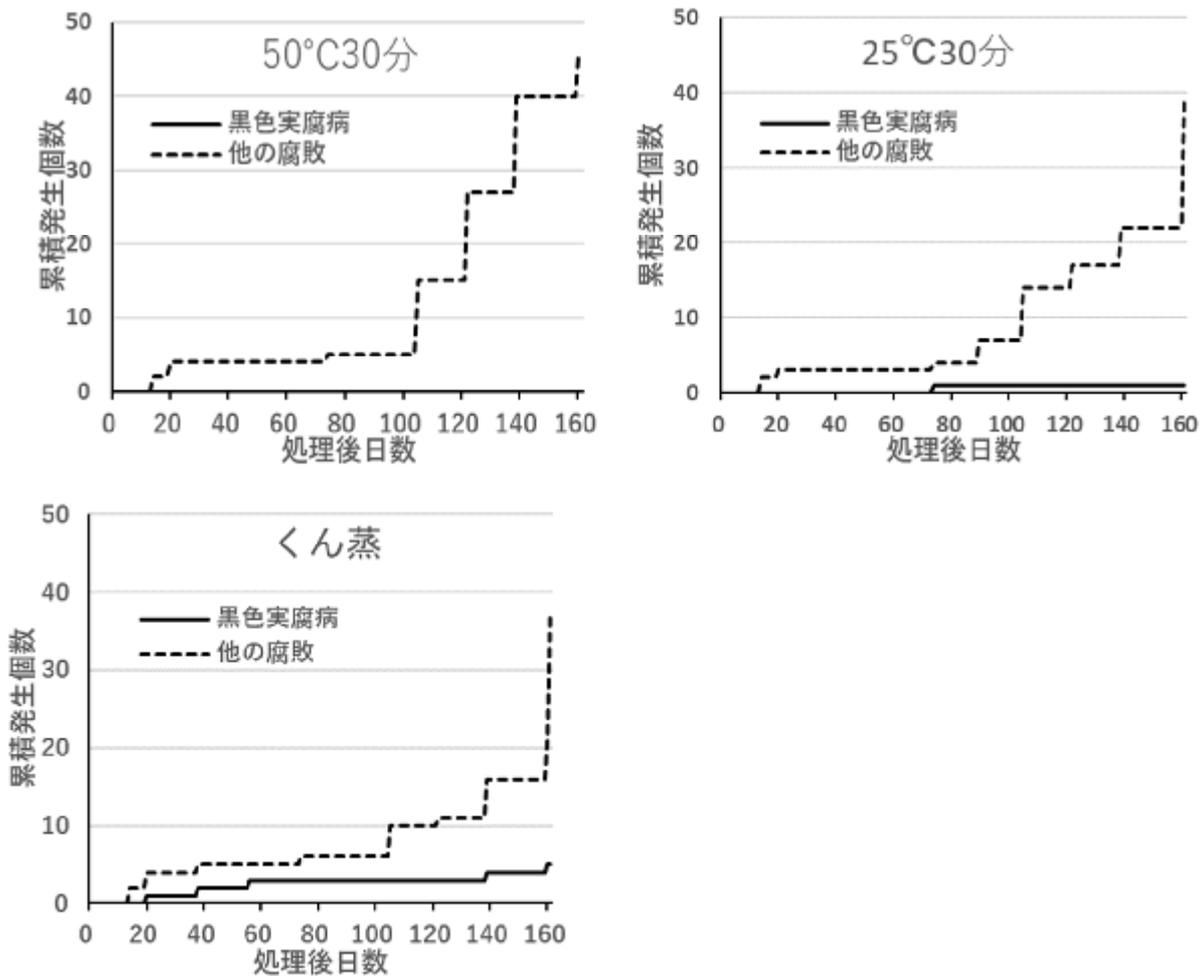
自然感染クリ種実（感染率22%）を5℃の冷蔵庫で保存すると74日後に発病が認められ、25℃保存に比べて2か月以上発病が遅れたばかりでなく、5か月経過後も50個中1個しか発病せず低温保存は自然感染時の本病防除に有効であることが示された（第3表, 第4図）。さらに、50℃30分の温湯処理後は冷蔵期間中5か月経過しても、接種時と同様に本病の発病は見られず、高い防除効果が認められた。しかし、黒色実腐病以外の腐敗に対してはほとんど防除効果が認められなかった。また、くん蒸処理済み種実は20日後に黒色実腐病の発病が始まり、25℃保存の場合（13日）に比べて発病までの日数は伸び、55日後では50個中3個（6%）の発病となり、25℃保存（50個中6個（12%））の半分程度となった（第3表, 第2, 4図）。

第3表 処理後冷蔵保存5か月後のクリ種実の状態

種実の状態	各状態の種実の個数				
	接種		自然感染		
	50℃30分	25℃30分	50℃30分	25℃30分	くん蒸
黒色実腐病発生	0	7	0	1	5
他の腐敗発生	9	2	46	39	37
虫害発生	0	2	0	8	0
病害虫・腐敗発生なし	1	0	4	4	8
処理種実数	10	10	50	50	50



第3図 黒色実腐病菌接種クリ種実での温湯処理後の同病等の発生個数の推移（5℃保存）



第4図 温湯処理後とくん蒸処理済みクリ種実での黒色実腐病等の発生個数の推移（5°C保存）

大阪府ではクリ（種実）は常温で流通販売されることが多いが、ヨウ化メチルクん蒸処理されたクリは、黒色実腐病やその他の原因による腐敗を完全には抑えることができないため、低温で流通・保存するか、できるだけ短時間で流通・消費されることが望ましい。

温湯処理はくん蒸処理に優る黒色実腐病防除効果を示したが、50°C 30分と52°C 30分の温湯処理は黒色実腐病以外の腐敗が多く実用的とは言えなかった。一方、50°C 40分処理は黒色実腐病の防除効果が高い上、その他の腐敗もくん蒸処理と差がなく、常温で1か月以上の保存が可能と思われる。さらに、処理後の冷蔵により、より長期間の保存も可能になると考えられ、今回示した方法は、クリ種実におけるクリシギゾウムシと黒色実腐病を防除できる優れた技術といえる。

摘要

1. 黒色実腐病菌接種後に50°C 30分、50°C 40分、52°C 30分温湯処理した種実の発病は30%以下に抑えられ、発病に要した日数（13~17日）も対照区（25°C 40分）より6日以上伸びた。
2. 自然感染クリ種実（黒色実腐病感染率22%）では、黒色実腐病は、ヨウ化メチルクん蒸処理により12%、温湯処理により4~6%にまで減少した。また、対照区では25°C保存7日後に黒色実腐病の発病が始まったのに対し、くん蒸処理では13日後、温湯処理では14日後に発病が始まった。
3. 黒色実腐病菌接種後5°Cで保存すると発病までに56日を要し、温湯処理した種実では、冷蔵期間中5か月経過しても黒色実腐病は発生しなかった。
4. 自然感染クリ種実を5°Cで冷蔵すると74日後に発病が認められ、5か月経過後も発病は2%であった。また、温湯処理後は冷蔵期間中5か月経過しても本病の発病は認められなかった。

5. 黒色実腐病菌接種および自然感染クリ種実における黒色実腐病以外の原因による腐敗は、温湯処理やくん蒸処理により増加する傾向が見られた。
6. 今回の試験結果より、クリ種実において、50℃40分の温湯処理を行い、処理後直ちに流水で5分間冷却、風乾後5℃で保存すると5か月間は発病が認められないことを明らかにした。

引用文献

- 1) 楯谷昭夫 (2004) . モントリオール議定書特別総会で臭化メチルの不可欠用途規制除外を決議. 今月の農業, 48, 20-24.
- 2) 小林正秀 (2014) . 氷蔵によるクリシギゾウムシ駆除技術. 植物防疫, 48, 231-236.
- 3) 二井清友・廣瀬敏晴・西口真嗣・川島誠蔵 (2014) . 温湯処理技術の現状と問題点. 植物防疫, 68, 226-230.
- 4) 浜崎健児・瓦谷光男・柴尾学 (2016) . 温湯処理によるクリシギゾウムシと黒色実腐病の同時防除の検討. 関西病虫研報, 58, 51-55.
- 5) 廣瀬敏晴 (2002) . 温湯浸漬処理によるクリ果実食入幼虫の防除技術と品質評価. 平成 13 年度成果情報, 115-116.
- 6) 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(2017). 臭化メチル剤の全廃に伴うクリシギゾウムシの代替防除技術について. 技術紹介パンフレット.