

温湯浸漬法によるイネ種子伝染性病害の発病抑制

— 細菌病に対する検討 —

角田 巖・中野 学^{*}・湯浅和宏

Control of Seed-borne Diseases of Rice Plants by Hot Water Treatment

— A Study on Bacterial Diseases —

Iwao KAKUDA, Manabu NAKANO, Kazuhiro YUASA

キーワード: イネ種子, 温湯浸漬法, 褐条病, 種子消毒, 苗立枯細菌病, もみ枯細菌病 (苗腐敗症)

化学合成農薬に依存しないイネの種子消毒技術として, 温湯浸漬法を検討し, 種子伝染性細菌病に対する発病抑制効果ともみ品質が発芽率に与える影響および湯温維持法を明らかにした。

- 1) もみ枯細菌病 (苗腐敗症), 苗立枯細菌病, 褐条病は発病抑制効果および温湯による発芽率への影響から判断すると60~62℃10分間の温湯浸漬処理が有効であった。
- 2) 高温の温湯による発芽率の低下は, 滋賀県の水稲奨励品種では, 「日本晴」と「キヌヒカリ」が大きかった。
- 3) 貯蔵期間が長いもみは, 高温の温湯により発芽率が低下した。
- 4) 充実度が劣るもみは, 高温の温湯により発芽率が低下した。
- 5) 塩水選と温湯浸漬処理が連続する作業行程では, 塩水選後のもみの湿潤時間が長いほど, 湿潤時の温度が高いほど, 発芽率が低下した。
- 6) 浸漬浴比やもみの温度により, 設定温度で処理できない危険性があるが, 1)の条件で処理を行う場合, 60~62℃ 5分間の予浸を行うと設定温度の維持が可能で, 発芽率への影響も少なかった。

1 緒 言

近年, 消費者の食品に対する安全・安心志向が高まるなか, 化学合成農薬や化学肥料の使用を可能な限り少なくした農産物への関心が高まり, その需要が増加する傾向にある。国ではこうした流れに対応するため, 平成12年 (2000年) 6月に「農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律」いわゆる改正JAS法を施行した。その結果, 登録認定機関の認定を受けて有機JASマークがつけられたものでなければ, 「有機」等の表示ができなくなった。このことは, 有機農産物生産のための栽培技術の体系化が必要になったことを意味している。

本県においても平成13年 (2001年) 度より「滋賀県環境こだわり農産物認証制度」を創設し, 化学合成農薬・肥料の使用を少なくした農産物の生産振興に努めている。

しかしながら, 本県の基幹作物である水稲の種子消毒にあっては, 薬剤耐性菌の出現による防除効果の不安定化や種子消毒後の廃液対策等, 化学合成農薬に依存した種子消毒の問題点も顕在化してきている。

こうした背景から, 水稲の生産安定には, 化学合成農薬に依存しない種子消毒技術の開発により, 種子伝染性病害の発病を抑制することが重要であると考えられる。

イネ種子の種子消毒技術として, これまで, いもち病¹⁾²⁾³⁾, ばか苗病¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾, もみ枯細菌病 (苗腐敗症)²⁾⁸⁾⁹⁾, 苗立枯細菌病²⁾³⁾⁹⁾¹⁰⁾, 褐条病²⁾, シンガレセンチュウ¹¹⁾¹²⁾に対する温湯浸漬処理の防除効果が報告されている。本報では, 本県において発病が確認されている種子伝染性細菌病として, もみ枯細菌病 (苗腐敗症), 苗立枯細菌病, 褐条病に対する温湯浸漬処理による発病抑制および温湯浸漬処理実施上の諸条件について検討したので報告する。

^{*} 現農業総合センター農業大学校

2. 材料および方法

2. 1 温湯浸漬処理の方法

恒温槽は、T社製Personal-10（ヒータ最大能力：1 kW）を用いた。槽内に水道水を10liter注入し、所定の水温にした後、所定量の供試もみをナイロン製の網袋に入れ、攪拌しながら所定時間浸漬した。その後直ちにプラスチック製容器内で水道水をかけ流しながら浸漬、冷却した。

2. 2 細菌病に対する温湯浸漬処理の発病抑制効果

2. 2. 1 [試験Ⅰ] もみ枯細菌病（苗腐敗症）に対する温湯浸漬処理の発病抑制効果と発芽率

汚染もみは、1998年に当场保存のもみ枯細菌病菌（*Burkholderia glumae*）を約 1×10^8 cfu/ml の菌懸濁液とし、開花期に噴霧接種し調製後、保冷庫内10℃で貯蔵した。試験は1999年11月に実施した。供試品種は「コシヒカリ」を用い、当场貯蔵（15℃、30%RH）の原種もみ（1998年産）に汚染もみを35%の割合で混合したものを供試した。

800粒の供試もみをナイロン製網袋に入れ、57、60、62、64および66℃の温湯にそれぞれ10分間浸漬した。温湯浸漬処理の方法は2. 1に準じて実施した。その後、直ちに10℃4日間の浸種を行い、30℃24時間で催芽処理後、市販の育苗用土に播種した。育苗器を用いて、30℃2日間の出芽処理後、ガラス室内で通常の育苗管理を行った。試験区は育苗箱あたり乾もみ160gを播種した。育苗箱を1/8に仕切り、3反復で実施した。対照区はイブコナゾール・水酸化第二銅フロアブル200倍液で24時間浸漬処理を行った。発病調査は、播種13日後に各区中央部の苗150本について調査し、下記により発病度を算出した。

$$\text{発病度} = (3A + 2B + C) \times (1/3N) \times 100$$

A：枯死苗数、B：明瞭な葉鞘褐変が発現した苗数、

C：わずかな葉鞘褐変が発現した苗数、

N：調査対象苗数

また、温湯浸漬処理による発芽率への影響を調査するため、発病抑制効果試験と同条件で供試もみの温湯浸漬処理を行った。処理後、プラスチック製シャーレ（90mm×15mm）にろ紙を敷き、蒸留水を吸水させた後、処理もみを100粒ずつ並べ、28℃恒温器内暗黒条件下に静置し、7日後に発芽率を調査した。調査は、2反復とし、芽と根の伸長したものを発芽もみとみな

した。発芽率は、水稻種子の生産物審査基準¹⁰⁾において種子として適切と定義される発芽率90%以上で判定した。

2. 2. 2 [試験Ⅱ-1] 苗立枯細菌病（減圧接種もみ）に対する温湯浸漬処理の発病抑制効果と発芽率

汚染もみは、試験開始21日前に当场保存の苗立枯細菌病菌（*Burkholderia plantarii*）を約 1×10^8 cfu/ml の菌懸濁液とし、減圧条件下で約1時間浸漬し調製後、保冷庫内10℃で貯蔵した。試験は1999年11月～12月に実施した。供試品種は「日本晴」を用い、当场貯蔵（保冷庫内8℃）のもみ（1996年産）に汚染もみを25%の割合で混合したものを供試した。試験は2. 2. 1 [試験Ⅰ] に準じて実施したが、浸種は15℃4日間とし、硬化期の8日間は最低気温12℃に加温した。対照区はオキシリニック酸水和剤200倍液で24時間浸漬を行った。発病調査は、播種33日後に各区中央部の苗150本について調査し、下記により発病度を算出した。

$$\text{発病度} = (3A + 2B + C) \times (1/3N) \times 100$$

A：枯死苗数、B：明瞭な葉鞘褐変が発現した苗数、

C：白化、またはわずかな葉鞘褐変が発現した苗数、

N：調査対象苗数

また、発芽率の試験は2. 2. 1 [試験Ⅰ] に準じて実施した。

[試験Ⅱ-2] 苗立枯細菌病（開花期接種もみ）に対する温湯浸漬処理の発病抑制効果と発芽率

汚染もみは、1999年に当场保存の苗立枯細菌病菌（*Burkholderia plantarii*）を約 1×10^8 cfu/ml の菌懸濁液とし、開花期に噴霧接種し調製後、保冷庫内10℃で貯蔵した。試験は2000年11月～12月に実施した。供試品種は「コシヒカリ」を用いた。20gの供試もみをナイロン製網袋に入れ、60℃および62℃の温湯にそれぞれ10分間浸漬した。対照区はイブコナゾール・水酸化第二銅フロアブル200倍液で24時間浸漬処理を行った。試験は2. 2. 1 [試験Ⅰ] に準じて実施した。ただし、発病調査は播種20日後に実施した。発芽率の調査は実施しなかった。

2. 2. 3 [試験Ⅲ] 褐条病に対する温湯浸漬処理の発病抑制効果と発芽率

汚染もみは、試験開始21日前に当场保存の褐条病菌

(*Burkholderia avenae*) を約 1×10^8 cfu/ml の菌懸濁液とし、減圧条件下で約 1 時間浸漬し調製後、保冷库内 10°C で貯蔵した。試験は 1999 年 11 月～12 月に実施した。供試品種は「コシヒカリ」を用い、当场貯蔵 (15°C , 30%RH) の原種もみ (1998 年産) に汚染もみを 45% の割合で混合したものを供試した。試験は 2. 2. 1 [試験 I] に準じて実施したが、浸種を 15°C 4 日間とし、硬化期の 12 日間は最低気温 12°C に加温した。対照区はイブコナゾール・水酸化第二銅フロアブル 20 0 倍液で 24 時間浸漬を行った。発病調査は、播種 37 日後に各区中央部の苗 150 本について調査し、下記により発病度を算出した。

$$\text{発病度} = -(3A + 2B + C) \times (1/3N) \times 100$$

A : 枯死苗数, B : 第 2 葉の葉身・葉鞘褐変が発現した苗数, C : 第 1 葉以下の葉身・葉鞘褐変が発現した苗数, N : 調査対象苗数

発芽率の調査は 2. 2. 1 [試験 I] に準じて実施した。

2. 3 もみの品質、温湯浸漬温度が発芽率に及ぼす影響

2. 3. 1 [試験 IV] 品種、温湯浸漬温度が発芽率に及ぼす影響

供試もみは「コシヒカリ」、「キヌヒカリ」、「ゆめおうみ」、「秋の詩」、「日本晴」、「吟おうみ」、「滋賀羽二重糯」、当场貯蔵 (15°C , 30%RH) の原種もみ (1999 年産) を用いた。試験は 2000 年 12 月に実施した。各品種 300 粒ずつをナイロン製網袋に入れ、2. 1 に準じて温湯浸漬処理を行った。ただし、処理温度、時間は 60°C 10 分間、 64°C 10 分間、 66°C 10 分間とし、発芽試験は各区 100 粒の 3 反復とした。

2. 3. 2 [試験 V] もみ貯蔵期間、温湯浸漬温度が発芽率に及ぼす影響

供試もみは 1997 年、1998 年、および 1999 年産の当场貯蔵 (15°C , 30%RH 貯蔵後、 10°C , 25%RH で供試前約 7 か月間貯蔵) の原種もみ「日本晴」を用いた。試験は 2000 年 12 月に実施した。試験は 2. 3. 1 [試験 IV] に準じて実施した。

2. 3. 3 [試験 VI] もみの充実度、温湯浸漬温度が発芽率に及ぼす影響

比重 1.13 の食塩水で塩水選を行い、浮上もみと沈下

もみに選別したものを供試した。試験は 2000 年 12 月に実施した。供試もみは、当场貯蔵 (15°C , 30%RH) の原種もみ (1999 年産) 「コシヒカリ」を用いた。試験は 2. 3. 1 [試験 IV] に準じて実施した。

2. 3. 4 [試験 VII] 温湯浸漬処理前の湿潤もみの放置時間が発芽率に及ぼす影響

供試品種は「コシヒカリ」、「日本晴」とし、当场貯蔵 (15°C , 30%RH) の原種もみ (2000 年産) を用いた。試験は 2001 年 12 月に実施した。塩水選と温湯浸漬処理が連続作業となる場合、湿潤もみの放置時間が発芽率に及ぼす影響を調査した。処理は、もみの湿潤状態を均一にするため、恒温器内で 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 7, 8 時間、 15°C または 20°C の水に浸漬した後、 60°C 10 分間、温湯浸漬処理を行った。発芽試験は 2. 2. 1 [試験 I] に準じて実施した。

2. 4 温湯浸漬時の湯温維持法

2. 4. 1 [試験 VIII] 浸漬浴比と湯温の変化

供試もみは当场貯蔵 (15°C , 30%RH) の原種もみ (1998 年産) 「滋賀羽二重糯」を用いた。恒温槽は T 社製 Personal-10 (ヒータ最大能力: 1kW) を用いた。試験は 2000 年 12 月に実施した。気温 17.2°C 条件で槽内に水道水を 8 liter 注入し、湯温を 60°C とし、次に浸漬浴比 (温湯: もみ) が重量比で 10: 1, 20: 1, 50: 1, 100: 1 になるよう、もみを計量し、ナイロン製網袋に入れ、もみの中心部に温度計 (T 社製 Thermo Recorder TR-71S) のセンサを設置し、網袋を動かしながら 60°C に達するまでの時間を計測した。この時の乾もみの温度は 11.2°C であった。使用した温度計が温湯投入前温度 11.2°C から湯温 60°C を計測するまでの平均時間は 56 秒であった。もみ部で計測した値がタイムラグによるかを判断するため、湯温の変化も同時に計測した。もみの浸漬時に湯温の変化がない場合は、タイムラグと判断した。また、塩水選と温湯浸漬処理が連続作業となる場合を想定して、湿潤もみについても検討を行った。湿潤もみは、乾燥もみをもみの温度が水温 (8.6°C) と同じになるまで水道水に浸漬後、よく水切りしたものを供試した。この場合、湿潤もみ重は乾燥もみ重に対し 1.12～1.16 倍になるが、乾燥もみ重を基準とした浴比で検討した。試験は各区 3 反復とした。

2. 4. 2 [試験IX] 予浸による湯温の維持

2000年12月、2001年11月に試験を実施した。供試もみは、2000年試験では、当场貯蔵（15℃、30%RH）の原種もみ（1999年産）「コシヒカリ」を用い、2001年試験では、当场貯蔵（15℃、30%RH）の原種もみ（2000年産）「日本晴」を用いた。2. 4. 1 [試験VIII]の結果から、処理は60℃10分間、60℃12分間、60℃15分間、62℃10分間、62℃12分間、62℃15分間とした。発芽試験は2. 2. 1 [試験I] に準じて実施した。

3. 結 果

3. 1 細菌病に対する温湯浸漬処理の発病抑制効果

3. 1. 1 もみ枯細菌病（苗腐敗症）に対する発病抑制効果と発芽率

もみ枯細菌病（苗腐敗症）に対しては、無処理の発病度94.2という甚発生条件下にもかかわらず、温湯浸漬の57℃10分間処理では防除価63と発病抑制効果が劣った以外、60、62、64、66℃各10分間の処理では、対照のイブコナゾール・水酸化第二銅フロアブル200倍液24時間浸漬と同等の高い発病抑制効果が認められた。しかし、64および66℃各10分間処理では高温の温湯による影響で発芽率は90%以下となった（図1）。

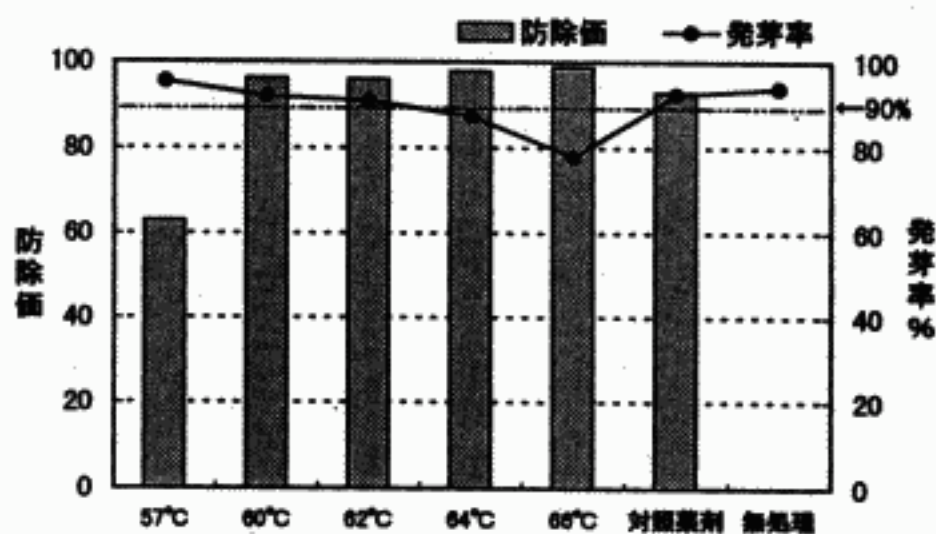


図1 もみ枯細菌病に対する温湯浸漬処理の発病抑制効果と発芽率（1999年）

注）温湯浸漬は10分間処理

対照薬剤：イブコナゾール・水酸化第二銅フロアブル
200倍液24時間浸漬

無処理発病度：94.2

3. 1. 2 苗立枯細菌病に対する発病抑制効果と発芽率

苗立枯細菌病（減圧接種もみ）に対しては、無処理の発病度63.0という甚発生条件下で、57、60、62、64、66℃各10分間処理において対照のオキシリニック酸水

和剤200倍液24時間浸漬にまさる高い発病抑制効果が認められた。64、66℃各10分間処理ではそれぞれ、発芽率が78.5、68.0%と高温の温湯の影響による発芽率の低下が認められた。この試験で、高温処理時の発芽率の低下が他の試験に比べて大きくなった原因は、3. 2. 1および3. 2. 2で述べるように供試もみに貯蔵期間の長い「日本晴」を用いたことによるものと推察された（図2）。

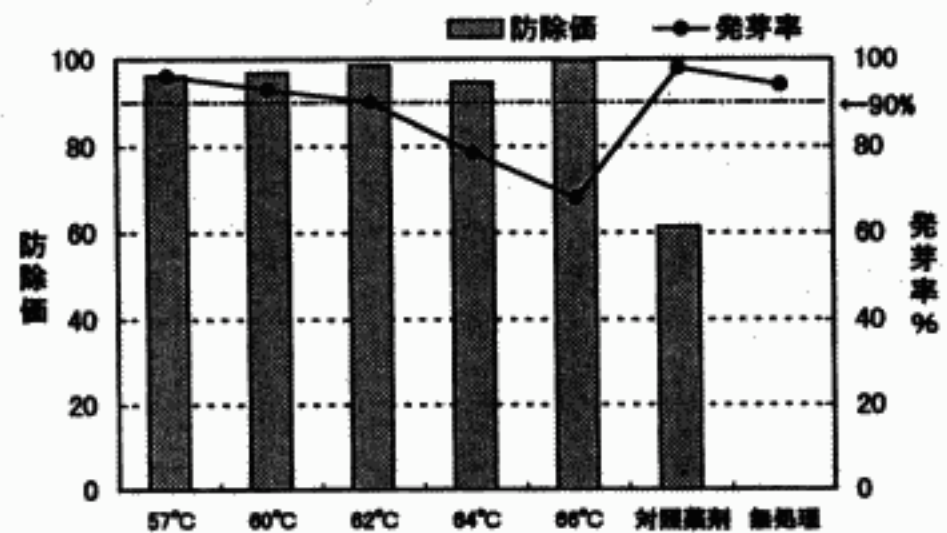


図2 苗立枯細菌病（減圧接種もみ）に対する温湯浸漬処理の発病抑制効果と発芽率（1999年）

注）温湯浸漬は10分間処理

対照薬剤：オキシリニック酸水和剤200倍液24時間浸漬

無処理発病度：63.0

開花期接種もみに対して検討した結果、無処理の発病度27.6と中発生条件下であったが、減圧接種もみを供試した場合と同様に60、62℃各10分間処理ともに対照のイブコナゾール・水酸化第二銅フロアブルと同等の発病抑制効果が認められた（図3）。

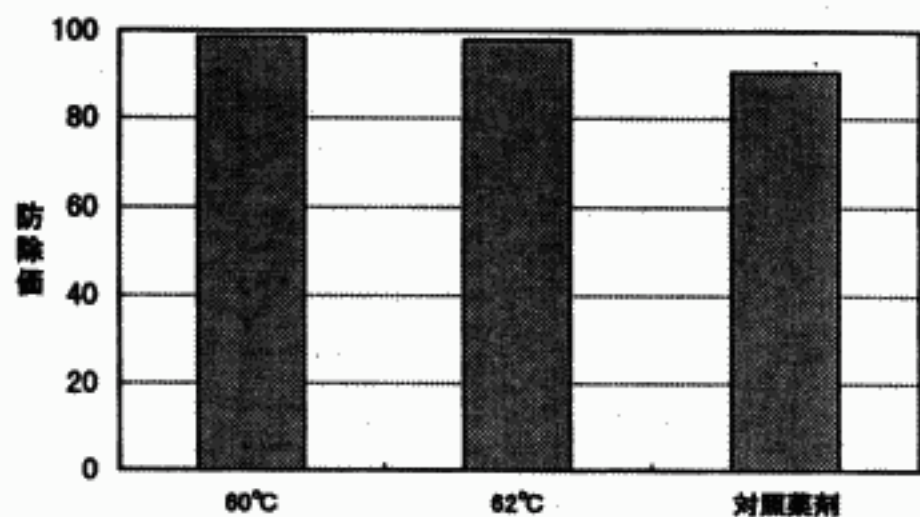


図3 苗立枯細菌病（開花期接種もみ）に対する温湯浸漬処理の発病抑制効果（2000年）

注）温湯浸漬は10分間処理

対照薬剤：イブコナゾール・水酸化第二銅フロアブル
200倍液24時間浸漬

無処理発病度：27.6

3. 1. 3 褐条病に対する発病抑制効果と発芽率

褐条病に対しては、無処理の発病度35.4という多発生条件下で、57、60、62、64、66℃各10分間処理で、対照のイブコナゾール・水酸化第二銅フロアブル200倍液24時間浸漬と同等の高い防除効果が認められた。66℃10分間処理では高温の温湯の影響による発芽率の低下が認められた(図4)。

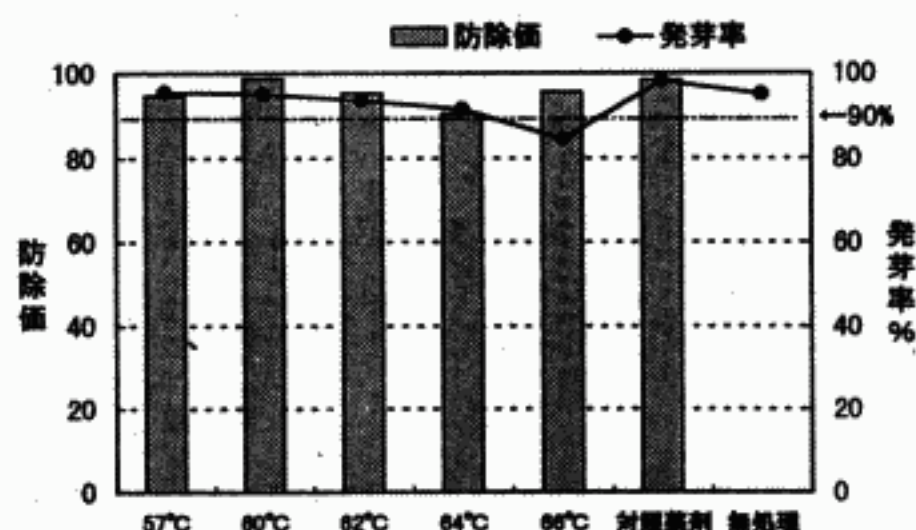


図4 褐条病に対する温湯浸漬処理の発病抑制効果と発芽率(1999年)

注) 温湯浸漬は10分間処理

対照薬剤: イブコナゾール・水酸化第二銅フロアブル

200倍液24時間浸漬

無処理発病度: 35.4

3. 2 もみの品質、温湯浸漬温度が発芽率に及ぼす影響

3. 2. 1 品種、温湯浸漬温度が発芽率に及ぼす影響

供試したいずれの品種も処理温度が64、66℃では無処理、60℃処理に比べて発芽率が低下する傾向が認められた。特に「キヌヒカリ」、「日本晴」は処理温度64℃以上における発芽率低下が顕著で90%以下となった。さらに「日本晴」では、処理温度66℃で発芽率が72.3%となり高温の温湯の影響により発芽率が著しく低下した(表1)。

表1 品種・処理温度と発芽率の関係(2000年)
(単位: %)

品 種 名	無処理	60℃	64℃	66℃
コシヒカリ	96.7	97.3	96.3	91.3
キヌヒカリ	95.0	96.0	88.3	86.3
ゆめおうみ	93.0	94.0	91.0	91.0
秋の詩	97.3	98.6	96.0	95.3
日本晴	92.0	93.3	87.7	72.3
吟おうみ	96.3	96.7	93.0	90.7
滋賀羽二重糯	97.7	97.7	95.7	89.7

注) 温湯浸漬は10分間処理

1999年産貯蔵原種もみを供試

3. 2. 2 もみ貯蔵期間、温湯浸漬温度が発芽率に及ぼす影響

1997年産もみは、64℃処理で発芽率79.3%、66℃処理で58.3%と高温の温湯の影響による発芽率の低下が顕著に認められた。60℃処理では貯蔵期間の長短による発芽率への影響は認められなかった(図5)。

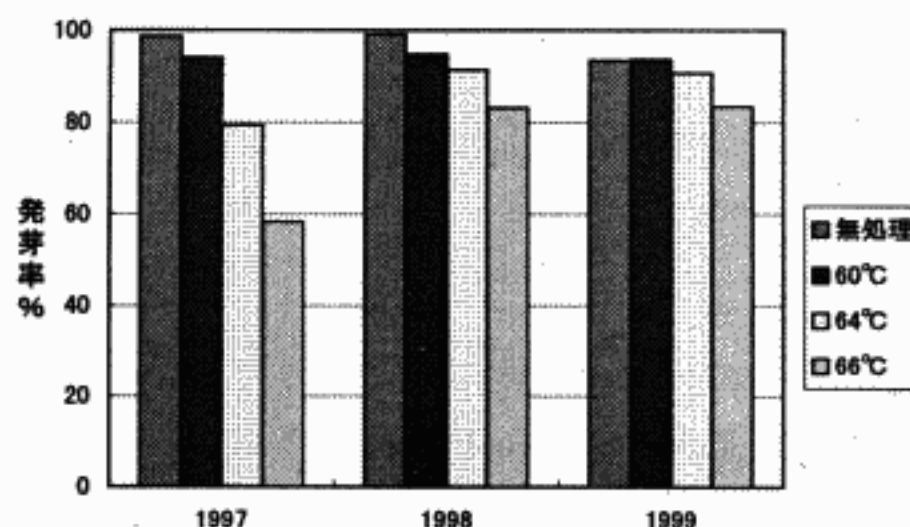


図5 もみの貯蔵期間・処理温度と発芽率の関係

(2000年)

注) 温湯浸漬は10分間処理

1997、1998、1999年産貯蔵原種もみ(「日本晴」

10℃貯蔵)を供試

3. 2. 3 もみの充実度、温湯浸漬温度が発芽率に及ぼす影響

塩水選による浮上もみは沈下もみに比べ、いずれの処理温度も発芽率が低い傾向が認められた。浮上もみは処理温度64℃以上では発芽率90%以下となった。一方、沈下もみはいずれの処理温度も90%以上であり、高温の温湯による発芽への影響は少なかった(図6)。

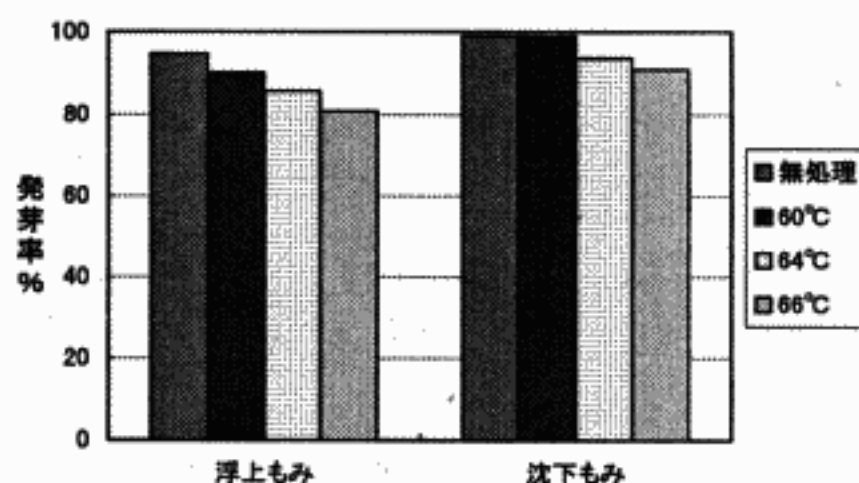


図6 もみの充実度・処理温度と発芽率の関係

(2000年)

注) 温湯浸漬は10分間処理

1999年産貯蔵原種もみ「コシヒカリ」を供試

塩水選1.13により浮上もみと沈下もみに選別

3. 2. 4 温湯浸漬処理前の湿潤もみの放置時間が発芽率に及ぼす影響

温湯浸漬処理前のもみの湿潤時間と温湯処理による発芽への影響を調査したところ、60℃10分間の温湯浸漬処理下では、浸種温度15℃の条件で「コシヒカリ」は浸種時間が3時間、「日本晴」は2.5時間、20℃の条件で「コシヒカリ」、「日本晴」とも2.5時間を超えると発芽率が90%以下となった。また、両品種とも浸種時間が同じ場合は、浸種温度が15℃よりも20℃で発芽率低下の程度が大きかった(図7)。

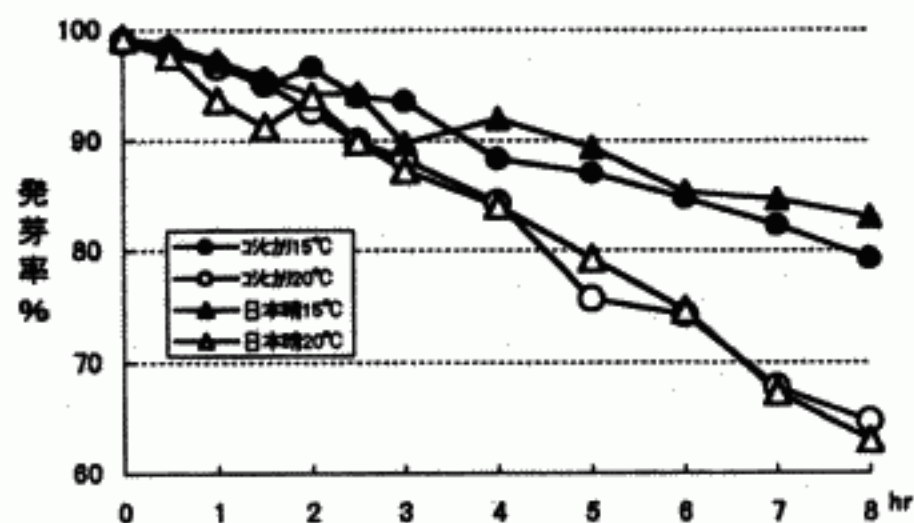


図7 温湯浸漬処理前の浸種時間と発芽率(2001年)

注) 温湯浸漬は60℃10分間処理

3. 3 温湯浸漬時の湯温維持法

3. 3. 1 浸漬浴比と湯温の変化

乾燥もみの浸漬浴比100:1(温湯:もみ)処理では、もみ部の温度が60℃になるまでの時間は約57秒であり、計測に使用した温度計が乾もみ温度から湯温60℃を計測できる時間が約56秒であった。この際、もみ

の浸漬による湯温の低下が認められなかったことから、浸漬とほぼ同時にもみ部の温度が湯温に等しくなったと判断された。浸漬浴比が50:1以上では、もみ部の温度が湯温と等しくなるには、乾燥もみ、湿潤もみとも浸漬浴比が小さくなるに従い、また、湿潤もみは乾燥もみより時間を要した(表2)。

表2 浸漬浴比ともみ部の温度が湯温に達する時間(2000年)

(単位:sec)

浸漬浴比	乾燥もみ		湿潤もみ	
100:1	57±2.6	[0]	62±4.2	[32±2.8]
50:1	69±3.1	[31±1.4]	75±7.3	[49±4.2]
20:1	96±3.1	[73±4.2]	125±6.5	[111±5.7]
10:1	157±6.0	[139±4.2]	233±8.7	[203±3.5]

注) 数値: 平均±標準偏差

[] 内はもみの浸漬により湯温が低下し、60℃に回復するまでの時間

浸漬浴比 湯:もみ 重量比

湯温: 60℃、気温: 17.2℃、水浸水温: 8.6℃、乾燥もみ温度: 11.2℃、湿潤もみ温度: 8.6℃

恒温槽: T社製 Personal-10 (ヒータ最大能力: 1kW)

供試品種: 1997年産貯蔵原種もみ「滋賀羽二重糯」

湿潤もみ: もみ温が水温(8.6℃)と同じになるまで乾燥もみを水道水に浸漬して、よく水切りしたものを供試

(乾燥もみ重に対し1.12~1.16倍になるが、乾燥もみ重を基準とした浴比で浸漬)

使用した温度計で乾燥もみ温度から湯温60℃を計測できるまでの平均時間(タイムラック)は約56秒

3. 3. 2 予浸による湯温の維持

予浸による発芽への影響を調査するために、処理温度・時間と発芽との関係を「コシヒカリ」および「日

本晴」を用いて調査したところ、60、62℃処理ともそれぞれ処理時間を12、15分間にしても90%以上の発芽率が認められた(表3)。

表3 処理温度・時間と発芽率の関係(2000、2001年)

(単位: %)

品種名	60℃10min	60℃12min	60℃15min	62℃10min	62℃12min	62℃15min	無処理
コシヒカリ ¹⁾	95.7	94.7	93.3	94.0	93.0	91.7	97.0
日本晴 ²⁾	98.3	96.3	97.0	97.0	95.3	96.7	98.7

注 1) 2000年試験 1999年産貯蔵原種もみを供試

2) 2001年試験 2000年産貯蔵原種もみを供試

4. 考 察

4. 1 細菌病に対する温湯浸漬処理の発病抑制効果

もみ枯細菌病（苗腐敗症）に対しては、過去に乾熱処理や温湯浸漬処理による検討が行われた。乾熱処理については、牧野¹⁰が発病抑制効果と発芽の観点から70℃6日間の処理が有効であると報告している。温湯浸漬処理については那須ら⁹が55℃で90分間または発芽率がやや低下するが120分間の有効性を確認している。さらに、山下ら⁷は60～62℃で10～15分間の範囲で有効性を確認している。しかし、60℃10分間処理では、浸漬接種もみに対して高い発病抑制効果の確認をしているが、開花期接種もみでは効果の不安定性を指摘している。この点については、病原菌の存在部位の違いが殺菌効果に影響を及ぼしたと推察している。今回の試験では、開花期接種もみを35%混合したもみを供試し、無処理の発病度94.2という甚発生条件であったが、山下らが効果の不安定性を指摘した開花期接種もみであっても60～62℃10分間の温湯浸漬処理は対照の化学合成農薬と同等の高い発病抑制効果が認められ、もみ枯細菌病（苗腐敗症）に対し有効性を確認した。

苗立枯細菌病に対しては、林ら¹⁰が58～63℃5～8分間の温湯浸漬処理は化学合成農薬と同等の発病抑制効果があると報告している。また、山下ら⁷はもみ枯細菌病（苗腐敗症）と同じく60～62℃10～15分間の浸漬処理で発病抑制効果が認めらるが、60℃10分間処理については、開花期接種もみでは発病抑制効果が不安定であると報告している。今回の試験では、減圧接種もみを供試し、57～62℃10分間浸漬処理で化学合成農薬にまさる高い発病抑制効果を認めた。さらに、開花期接種もみを供試し、60～62℃10分間処理で化学合成農薬と同等の発病抑制効果を認め、苗立枯細菌病に対し有効性を確認した。

褐条病に対しては、江口ら²が試作の温湯処理機を用いて実用規模での検討を行い、60℃10分間、60℃15分間、62℃10分間処理の発病抑制効果を認めているが、化学合成農薬に比べて効果が劣り、他の病害に対し確認されているような高い発病抑制効果が認められないと報告している。しかし、今回の試験では、57、60、62、64℃各10分間処理において化学合成農薬と同等の高い発病抑制効果が認められ、褐条病に対し有効性を確認した。

以上の結果、種子伝染性細菌病であるもみ枯細菌病

（苗腐敗症）、苗立枯細菌病、褐条病に対しては、発病抑制効果および高温の温湯による発芽率への影響を総合的に判断すると60～62℃10分間の温湯浸漬処理が有効であると考えられた。

4. 2 もみの品質、温湯浸漬温度が発芽率に及ぼす影響

温湯浸漬処理を種子消毒の一技術として位置付ける場合、温湯による発芽率の低下を軽減することは重要である。第一に品種、処理温度と発芽率との関係を検討した。早坂²、林ら⁷、那須ら⁹、山下ら¹⁰は、温湯浸漬処理時の高温の温湯の影響により発芽率が低下しやすい品種があると報告している。林らは穂発芽性が高い品種は高温の温湯の影響により発芽率が低下しやすいと推察している。今回の試験では、滋賀県の主要な水稻奨励品種のなかでは、「日本晴」と「キヌヒカリ」が、高温の温湯による発芽率への影響を受けやすいと考えられた。「日本晴」は穂発芽性「中」、「キヌヒカリ」は「中易」であるが、「極易」の「滋賀羽二重糯」や「中易」の「吟おうみ」は高温の温湯の影響をあまり受けていないことから、穂発芽性以外にも要因があると考えられた。

第二にもみの貯蔵期間、処理温度と発芽率との関係を検討した。貯蔵期間が長くなるほど、高温の温湯の影響により発芽率が低下する傾向が認められた。温湯浸漬処理による発芽率の低下を招かないためには、可能な限り採種年の新しい種子を用いること、劣悪な条件下で貯蔵されていない種子を用いることが重要であると考えられた。

第三にもみの充実度、処理温度と発芽率との関係を検討した。塩水選による浮上もみは沈下もみに比べ、いずれの処理温度でも発芽率が低下した。すなわち、充実度の劣るもみは高温の温湯の影響を受けやすいと考えられた。このことから、温湯浸漬処理による発芽率の低下を軽減するためには、塩水選を行うこと、登熟不良のもみを使用しないことが前提になると考えられた。

第四に作業の効率化を図るため、塩水選と温湯浸漬処理が連続した作業になることを想定して、温湯浸漬処理前のもみの湿潤時間と発芽率との関係を検討した。湿潤時間が長いほど、つまり塩水選後水分が高い状態が長いほど温湯浸漬処理による発芽率が低下することが明らかになった。また、もみの湿潤時の温度が高い

ほど、発芽率低下への影響が大きいことがわかった。「コシヒカリ」、「日本晴」の両品種とも60℃10分間の温湯浸漬処理を行った場合、15℃、20℃の条件で湿潤時間が2.5時間までは、いずれの処理も発芽率が90%以上であった。早坂³⁾は、供試品種を「はえぬき」として、同様の試験を実施した。湿潤時の温度は不明であるが、58℃20分間の温湯浸漬処理では1.5時間、60℃10分間の浸漬では2時間で発芽率が90%以下になると報告している。これらの結果から、60℃10分間で処理する場合、もみの発芽率を低下させないためには、塩水選を行ったもみは長くても2～2.5時間以内を目安にできるだけ速やかに温湯浸漬処理を行う必要があるものと考えられる。ただし、気温がさらに高い時の処理は、塩水選後直ちに温湯浸漬処理するか、湿潤状態での長時間の放置を回避するため、十分に乾かしてから処理する必要があると考えられる。

4. 3 温湯浸漬時の湯温維持法

温湯浸漬処理において、安定的な発病抑制効果を確保し、もみの発芽率を低下させないためには、設定した温度、時間で処理する必要がある。一方、作業性の面から、一度にできるだけ多くのもみを処理することが望まれる。また、4. 2で述べたように温湯浸漬処理が塩水選と連続して実施されることが想定される。この点について検討した結果、浸漬浴比が小さい（一度に多量のもみを処理する）場合や塩水選直後のもみを処理する場合は、設定した温度、時間で処理できない危険性が増加した。温湯処理機を用いた実用的規模の試験で処理量の目安として、早坂³⁾は200literの温水に乾もみ10kg、山下¹⁰⁾は180literの温水に乾もみ8kgと報告している。しかし、これらの結果は温湯処理機のヒータ能力やもみの温度、処理時の気温によって左右される。本報では、処理時の湯温維持法として予浸の効果について検討を加えた。4. 1で述べたように、細菌性病害に対する60～62℃10分間の温湯浸漬処理の有効性を確認した。また、この設定で「コシヒカリ」、「日本晴」を供試した結果、5分間の予浸を併用（5分間の予浸+10分間処理）しても発芽率への影響は少なかった。なお、予浸により所定の処理温度の安定的な確保が可能であった。

本報の検討は、小型の恒温槽を用いた小規模なものであったが、今後、当該技術の普及を図るためには、実用的な規模での検討が必要であり、温湯浸漬処理の

普及機を用いて細菌性病害に対する発病抑制効果を検討する計画である。細菌性病害と平行して、糸状菌病害のばか苗病に対する検討を行ったが、有効な処理温度、時間は確認できなかった。今後、ばか苗病をはじめとして、苗いもちやイネシンガレセンチュウに対しても温湯浸漬処理の発病抑制効果についてさらに検討が必要である。

謝 辞

本試験の遂行に当たり、滋賀県農業総合センター農業試験場栽培部作物担当の方々から供試用のもみを提供いただいた。また、調査に際し、岡田智子氏のご協力を賜った。ここに深謝の意を表する。

引用文献

- 1) 山下 亨・江口直樹・赤沼礼一・斉藤栄成, 1999. 水稻種子の温湯浸漬法による種子伝染性病害の防除 (1) - 苗いもちおよびばか苗病に対する温湯浸漬処理の防除効果 - . 関東病虫研報47, 7-11.
- 2) 江口直樹・山下 亨・武田和男・赤沼礼一, 2000. 温湯処理機による水稻種子伝染性病害の防除. 関東病虫研報47, 27-29.
- 3) 早坂 剛, 2001. 温湯種子消毒における新たな展開. 日植防シンポ「種子消毒をめぐる諸問題と今後の展開」50-55 (講要).
- 4) 中野昭信・家村浩海, 1977. 乾籾短時間温湯浸漬によるイネ馬鹿苗病の防止について. 日植病報43, 102 (講要).
- 5) 石井正義・堀内誠三, 1977. イネ馬鹿苗病保菌もみの温度処理による消毒効果. 日植病報43, 315 (講要).
- 6) 石井正義, 1978. イネ馬鹿苗病の防除に関する研究 第2報 保菌もみの温度処理による消毒効果. 四国植防13, 35-40.
- 7) 林かずよ・城所 隆・小山 淳, 1999. 種子の温湯浸漬によるイネばか苗病の発病抑制効果. 北日本病虫研報50, 40-42.
- 8) 那須英夫・松田 泉・金谷 元・畑本 求, 1995. イネもみ枯細菌病菌感染種子に対する温湯処理の効果. 岡山農試研報13, 1-6.
- 9) 山下 亨・江口直樹・赤沼礼一・斉藤栄成,

2000. 水稻種子の温湯浸漬法による種子伝染性病害の防除(3)ーもみ枯細菌病(苗腐敗症)および苗立枯細菌病に対する温湯浸漬処理の防除効果ー. 関東病虫研報47, 17-21.
- 10) 林かずよ・小山 淳・城所 隆, 2000. 種子の温湯浸漬によるイネ苗立枯細菌病の発病抑制. 北日本病虫研報51, 31-32.
- 11) 吉井 甫, 1951. 稻線虫心枯病の生態と防除. 農業及園芸26, 23-26.
- 12) 山田 済, 1954. 稻の線虫心枯病の防除法. 植物防疫 8, 110-111.
- 13) 主要農作物種子法(昭和27年法律131号)第4条第5項の農林水産大臣が定める基準2-イ.
- 14) 牧野秋雄, 1981. イネもみ枯細菌病菌による苗腐敗症に対する乾熱種子消毒効果. 関東病虫研報28, 6.
- 15) 山下 亨・酒井長雄・江口直樹・赤沼礼一・斉藤栄成, 2000. 水稻種子の温湯浸漬法による種子伝染性病害の防除(2)ー温湯浸漬処理の水稻種子の発芽に及ぼす影響ー. 関東病虫研報47, 13-16.

Summary

To establish a method of rice seed disinfection not depending on agricultural chemicals, we evaluated the effect of hot water treatment against seed-borne bacterial diseases of rice plants. Also examined were the relationship between the quality of thus-treated unhulled rice and the effect of hot water on germination, and conditions for maintaining appropriate hot water temperatures.

1) Judging from the observations of the effect of the treatment against various seed-borne bacterial diseases, i.e., Bacterial grain rot, Bacterial seedling blight and Bacterial brown stripe, and of the effect of hot water on germination, hot water treatment at 60-62°C for 10 minutes was effective.

2) Of the paddy rice varieties officially recommended for cultivation in Shiga Prefecture, "Nihonbare" and "Kinuhikari" were found to have percentages of germination decreased due to high-temperature treatment.

3) For unhulled rice that had been stored for a long time, the percentage of germination decreased when the seeds were treated with high-temperature hot water.

4) For unhulled rice of poor fullness, the percentage of germination decreased when the seeds were treated with high-temperature hot water.

5) When seed selection with salt solution and hot water treatment took place sequentially, the percentage of germination decreased as the thus-selected unhulled rice longer remained in a wet state and as temperature in the wet state increased.

6) In the case of small treatment bath ratios or low temperatures of the unhulled rice, hot water treatment may not be achieved with preset temperature and time. When the conditions described in term 1) above are used, however, the preset temperature can be maintained with minimal effect on germination by treating the seeds in hot water at 60-62°C for 5 minutes in advance.