

事前乾燥処理を組み込んだ水稲種籾の高温温湯消毒法の開発

金勝一樹¹⁾・村田和優²⁾・尾崎秀宣²⁾・藤晋一³⁾・岡部蘭子⁴⁾・柏木めぐみ¹⁾

(¹⁾ 東京農工大学, (²⁾ 富山県農林水産総合技術センター, (³⁾ 秋田県立大学, (⁴⁾ 高崎健康福祉大学)

水稲種籾の温湯消毒法は、農薬を用いないクリーンな技術である。しかしながら、現在普及している「60℃・10分」の処理条件では防除できない病害があることや、温湯処理により発芽能が低下する品種があることが課題となっている。金勝氏は「種籾の水分含量を消毒前に低下させる（事前乾燥処理）と温湯消毒時の高温耐性が著しく向上する」ということを見出し（業績1）、慣行法より5℃も高い65℃の高温で処理できる消毒法（高温温湯消毒法）を確立した。これにより防除効果の高い消毒が可能となり、農薬の使用を大幅に削減した水稲栽培の実現が期待できる。

以下に、高温温湯消毒法の開発過程とこの技術の特徴、およびその普及状況等を記す。

1. 水稲種籾の温湯消毒法の状況

水稲種籾の温湯消毒法は、種籾を温湯に浸漬するだけの簡便な消毒法であり、「60℃・10分間」の処理条件が一般に用いられている。この消毒法では化学農薬を使用しないため廃液処理の必要がないこと、薬剤耐性を獲得した病原菌にも防除効果があること、農薬の使用を望まない消費者のニーズにマッチしていること等、多くの優れた特徴がある。しかしながら「60℃・10分間」の処理では防除しきれない病害もある。特に、ばか苗病については63℃以上の高温での処理が必要との試験結果があり、温湯消毒が普及している地域ではばか苗病の深刻な被害が出ている。その一方で、インド型品種、糯米系統や酒造好適米品種では、温湯消毒を行うと発芽能が著しく低下することも知られており、これらの種籾に対しては温湯消毒法を適用しにくいとされている。したがって、温湯消毒法を広く普及させるためには、多くの品種の種籾に高温耐性を付与し、防除効果の高い厳しい条件で消毒をできるようにすることが重要である。

2. 種籾の水分含量を低下させることによる高温耐性の強化

金勝氏は、様々な品種の種籾に温湯消毒時の高温耐性を付与することを目的とした解析を行っており、「ひとめぼれ」の種籾の高温耐性が高いことや（業績2）、インド型品種や糯米品種の中にも「ひとめぼれ」と同等以上の高温耐性を示す品種があること（業績3）等を明らかにした。これらの解析を行う中で、種子の長期保存において発芽能の維持に重要となる「乾燥」に着目し、種籾の水分含量と温湯消毒時の高温耐性について詳細な解析を行った。その結果、種籾の水分含量を温湯処理前に低下させること（事前乾燥処理）により高温耐性が著しく向上することを見出した（業績1）。そして、「このことを用いれば様々な品種で高温での温湯消毒（高温温湯消毒法）が可能になる」との着想により、この技術を実用化するための研究を進めた。

3. 事前乾燥処理を組み込んだ高温温湯消毒の処理条件の確立

温湯消毒法はすでに実用化されている技術であり、高温温湯消毒法を安定して普及させるためには、実践的な事前乾燥処理法を確立することが重要であった。そこで「日本晴」と「コシヒカリ」の種籾を材料として、乾燥器を用いて40～60℃で最長72時間加温して事前乾燥処理を行い、発芽能への影響や温湯消毒時の高温耐性について検討した。その結果、「40～50℃で12～24時間乾燥処理して水分含量を7～9.5%とすること」が事前乾燥処理の条件として最も適していることを明らかにした（業績4）。また、温湯処理時の消毒の条件として、ばか苗病の防除には63℃以上の処理が必要とされていること、さらに普及している温湯消毒装置の上限の温度が65℃であることなどを勘案して、「65℃・10分間」とすることとした。この条件で国内の主要な粳米、糯米、酒造好適米、新規需要米（飼料米等）の合計15品種の種籾を処理したところ、事前乾燥処理によりすべての品種で90%以上の発芽率を確保できることを明らかにした。以上のことから、事前乾燥処理をして種籾の水分含量を7～9.5%に低下させ、慣行法より5℃も高い65℃で10分間消毒する技術を「高温温湯消毒法」として確立した。

4. 高温温湯消毒法で消毒した種籾を用いた栽培試験

確立した高温温湯消毒法の生産現場での実用性を評価するために、高温温湯消毒と慣行法（水分含量14.5%で60℃・10分間の温湯消毒）で処理した「コシヒカリ」の種籾（各700kg）を準備して、全国8軒の生産者に苗づくりからの栽培を依頼し、育苗の様子や移植後の成長度合、収量性について複数年にわたる試験を実施した。その結果、すべての観点で高温温湯消毒法と慣行法の間に大きな差はなく、十分な収量を確保できることを明らかにした。

5. 高温温湯消毒法の防除効果

高温温湯消毒法の防除効果を検討したところ、ばか苗病に対して慣行法よりも高い防除効果があり、化学農薬とほぼ同等の防除価（99.0）を示した。さらにこの消毒法は、ばか苗病以外にいもち病、苗立枯細菌病、もみ枯細菌病に対しても高い防除効果があることを明らかにし、例えばもみ枯細菌病に対しては、化学農薬よりも50ポイントも高い防除効果を示した（業績5）。これらの中で細菌病は、地球温暖化に伴い被害が増加する傾向があるとされており、この新しい温湯消毒法が有効な防除技術となり得ると期待される。

6. 生産現場における高温温湯消毒法の普及

金勝氏は、高温温湯消毒法についての「マニュアル」を作成し（参考資料1）、国や各都道府県の農業関連の機関、さらにJA、そして生産者等、100か所以上に配布した。また、本学会におけるミニシンポジウムや、各地の生産現場での講演会等も実施し、普及活動を行っている。これによりこの技術は確実に普及しており、例えば東北地方のO村の例では、当初は2軒の生産者だけが高温温湯消毒法を実践していたが、現時点で15軒程度の生産者が利用するようになった。2020年度の栽培面積は166ha、処理した種子量は4,666kgで平均単収662kg 10a⁻¹（作況指数104に相当）となり、この技術を導入しても収量は十分に確保できている。

特に、高温温湯消毒法の導入前には多発していたばか苗病の深刻な被害が見られないことは、この技術の実用化の成果として注目すべきである。また、全国有数の種もみ生産県である富山県では、県農業研究所内での原々種・原種生産にすでにこの技術を適用しており、種籾生産現場に出荷している。高温温湯消毒法の注目度は高く、複数の農業関連のメディアに取り上げられ（参考資料2～8）、さらに農林水産省が発表した2019年農業技術10大ニュースの第1位に選ばれている。本学会の講演会でも、高温温湯消毒に関する研究発表が散見されるようになり、この技術が作物学関係者に定着し始めていることがうかがえる。現在、農林水産省が精力的に推進している「みどりの食料システム戦略」において、「各目標の達成に貢献して現場への普及が期待される技術」にも選定され、この技術がその技術カタログ (<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/catalog.html>) に掲載された。「みどりの食料システム戦略」は、食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現するために策定され、「化学農業の低減」が目標の柱の一つとして明示されている。水稲種籾の高温温湯消毒法は、化学農業に頼らない次世代のクリーン農業の実現に直接寄与できる技術として期待できる。

以上のように、金勝氏らが開発した事前乾燥処理を組み込んだ高温温湯消毒法は、生産者、およびわが国の作物学にとって有用な技術であると評価でき、日本作物学会技術賞に十分に値すると判断できる。

研究業績

1. 金勝一樹・三田村芳樹・岡崎直人・佐野直人・山田哲也・村田和優 2013. 水稲種子の水分含量を低下させることによる温湯消毒時の高温耐性の向上. 日作紀 82: 397-401.
2. 濱田晃次・三田村芳樹・佐野直人・山田哲也・金勝一樹 2011. 温湯消毒時における水稲品種「ひとめぼれ」の種子の高温耐性の解析. 日作紀 80: 354-359.
3. 柏木めぐみ・村田和優・ハディアンペルマナ・山田哲也・金勝一樹 2017. 「世界のイネコアコレクション」における温湯消毒時の種籾の高温耐性の品種間差の解析. 日作紀 86: 177-185.
4. 柏木めぐみ・大石千理・村田和優・尾崎秀宣・山田哲也・金勝一樹 2022. 水稲種籾を65℃以上の高温域で温湯消毒するための事前乾燥処理法の確立. 日作紀 91: 120-128.
5. 伊賀優実・戸田武・古屋廣光・金勝一樹・藤晋一 2020. 事前乾燥を取り入れた水稲温湯種子消毒のイネ種子伝染性病害に対する効果. 日植病報 86: 1-8.

参考資料

1. 指導者用マニュアル「事前乾燥処理を組み込んだ防除効果の高い水稲種籾の温湯消毒技術」2019. 「水稲種子温湯消毒」コンソーシアム編.
2. 「東京農工大学が新手法 イネの種子 湯で消毒」2017. 日経産業新聞 5月18日号.
3. 「水稲種もみ温湯消毒 65度で防除効果向上 農工大、サタケなど」2019. 日本農業新聞 4月21日号.
4. 「水稲種子の温湯消毒 65度・10分間 ばか苗病に高い防除効果」2019. 農業共済新聞 4月19日号.
5. 「農水省2019年農業技術10大ニュース 1位は新たな温湯消毒を開発」2020. 全国農業新聞 1月24日号.
6. 「水稲種籾の温湯消毒に新技術誕生 事前乾燥処理が鍵 65度での温湯消毒が可能に」2020. 全国農業新聞 3月6日号.
7. 「水稲種籾の温湯消毒に新技術誕生 事前乾燥処理が鍵 65℃の高温殺菌が可能に」2020. 農村ニュース 3月23日号.
8. 村田和優 2022. 「事前乾燥を組み合わせた65℃10分間温湯消毒法」最新農業技術 作物 Vol.14: 192-197. 農文協, 東京.