

水稻の種子伝染性病害虫の防除における化学農薬使用の

低減化のための課題に関する調査

東京農工大学大学院 金勝 一樹

水稻の主要な病害であるばか苗病、いもち病、もみ枯細菌病、苗立枯細菌病、褐条病、シンガレセンチュウビヨウなどは種子伝染性の病害であるので、稲作を行うにあたって種籾の消毒を行うことはきわめて重要な作業といえる。現在、種子消毒は化学農薬による方法が一般的である。化学農薬を用いた種子消毒法は、防除効果が極めて高いが、消毒を実施した後に出る大量の廃液は常に問題とされる。また化学農薬を継続して使用した結果、薬剤耐性形質を獲得した病害虫による被害が蔓延することも心配されている。さらに、消費者の意識としても、安全で安心な食品を志向しており、有害な物質を含む可能性のある化学農薬や化学肥料をできるだけ使用しない農産物の需要が増加する傾向がある。以上のような状況から、水稻の種子消毒においては化学農薬を利用した方法の代替技術が強く求められている。

温湯種子消毒法は、種子を 60℃程度の温湯に浸漬することによって消毒を行う技術である。この技術そのものは新しいものではなく、古くは 1920 年代にばか苗病の消毒法としての記録がある。ただし、温湯への浸漬の際、温湯の温度を一定に維持することが難しく、そのため防除効果が不安定であったことから、最近までは一部の篤農家でしか行われてこなかった。しかし 1990 年代以降、正確に温度管理ができる装置が開発されて、化学農薬に代わる種子消毒技術として再び注目を集めるようになった。温湯種子消毒法の最大のメリットは、消毒過程において化学的な薬剤を全く使用せずに済むという点である。これによって、有害な薬剤を含む廃液を生ずることがないので、環境への負荷を減らすことができ、廃液の処理コストも軽減できる。さらに、温湯種子消毒法を導入することにより消費者の志向が強い減農薬栽培へも取り組みやすくなる。またこの消毒法で病害虫を防除できるのは基本的に「熱」という物理的な要因によるものであるため、薬剤耐性菌の出現の可能性もない。この技術は一部の地域では急速に普及しつつあるが、日本全国の普及率は未だ約 10%に留まっている。

温湯種子消毒法を広く普及させるためには、様々な視点に立った基礎研究を行う必要があり、これまでもいくつかの有用な成果が報告されている。例えば化学農薬と比較しながら温湯種子消毒法の防除効果を検討した試験研究では、温湯種子消毒法が化学農薬を利用した方法と同等の効果があることが科学的に示されている。一方、温湯処理をするための機器の開発研究も順調に進められてきているといえる。現在では、温湯の処理温度や時間をはじめとしたすべての工程を厳格にコンピュータで制御でき、1 時間当たり 2 t、1 日あたり 16 t もの種子を処理できる大型のシステムが開発されている。このように「防除効果の研究」や「処理機器の開発」は、多くの研究者によって精力的に行われているものの、作物生理学や育種学の視点に立った研究は非常に限られている。そこで本調査研究では、温湯種子消毒法を普及させる上で作物生理学や育種学分野で解決すべき具体的な課題を抽出することを目的として、①過去に行われてきた防除効果の研究成果を精査することにより作物生理学および育種学としての課題を洗い出す作業を行い、②実際に温湯種子消毒法を導入している現場を訪れ、現場レベルで抱えている課題を見出す調査を行った。さらに、これらの調査結果を踏まえて、温湯種子消毒に関する作物生理学的研究を開始した。得られた知見は以下のとおりである。

1. 過去の研究報告に見られる作物生理学および育種学的課題の抽出

温湯種子消毒法の農業現場における現地調査を行う前に、現在までに行われてきた研究成果を整理して総括しておくことは重要な作業である。そこで、過去に行われてきた温湯種子消毒法に関する試験研究の成果を、作物生理学および育種学の視点で精査した。

岡部ら(2009年)によると、科学的データを基に「60℃で10分処理する」ということが温湯消毒の一般的な処理条件としてほぼ固定されてきたと報告されている。そこで「60℃で10分という条件が最良であるか?」ということ意識しながら過去の研究報告の成果を検討した。その結果、まず防除効果の面ではこの条件で、ばか苗病、いもち病、および苗立枯細菌病に対して確かに化学農薬と同等の効果のあることが複数の研究者から報告されている。しかしながら温湯消毒法による防除の程度や、十分な防除効果を得るための処理条件は、同じ病害虫を対象としていても必ずしも一致していない場合もある。例えば「ばか苗病」は、林ら(2002年)によると汚染程度が高い種子を用いた試験では60℃以下の温度処理では抑制効果が低いことが示されている。また「もみ枯細菌病」に関しても58℃~60℃で10分の処理では十分な効果がなく、「15分の処理が必要」と指摘されている(江口ら2000年)。このように同一の病害虫を対象としていながら防除効果が安定しないのは、「60℃で10分」という処理が「病害虫の生存」という視点で見ると微妙な条件であり、絶対的な防除効果をあげるものではないことを意味している。すなわち、特定の病害虫が大流行するような状況においては十分な防除効果が上げられない危険性も考えられる。一方、「種子の発芽率の維持」という視点で過去の研究を見ると、「60℃で10分」の処理で十分な発芽率を示す品種が多い反面、90%を下回る品種もあることもわかる。特に糯系統は温湯処理に弱い傾向がある。農業現場で大量の種子を扱う場合は、わずかに1%でも発芽率が低下すると経済的な損失は大きい。したがって発芽率を90%以上に保つことは極めて重要である。以上のように、「60℃で10分」という条件は、「十分に防除する」意味でも、「十分に発芽する」という意味でもギリギリの境界線ということになる。ただし「温湯処理に対する強弱」という形質については明らかに品種間差があり、高温に極めて強い種子を持つ品種も存在する。例えば「ひとめぼれ」の種子は、65℃で10分間処理しても95.8%の発芽率を示すとの報告がある。このような品種が「なぜ高温に耐性となるのか?」という点についてその要因を明らかにできれば、多くの品種に「高温に強い」という形質を付与できると期待される。

2. 農業現場における温湯種子消毒法の実態調査

温湯種子消毒は、処理条件については不確定な要素は残すものの、この技術はすでに農業現場に導入されている。そこで、温湯種子消毒法が導入されている農業現場を訪れて実態を把握し、特に「作物生理学や育種学の立場で早急に解決すべき課題がないか?」ということ洗い出すための調査を行った。調査した地域は、温湯種子消毒の普及率が全国2位にランクされている「鳥取県」、他の地域と比べてもととの耕地面積が広く、各農家の経営規模が大きい「北海道」、まだほとんどの技術が普及していない「愛媛県」を対象とした。また全国に先駆けて最先端の大型の全自動の温湯消毒施設が導入された栃木県のJA那須野についても聞き取り調査を行った。

① 鳥取県における水稻種子温湯消毒普及の現状

鳥取県では、先行する宮城県での成果をもとにして2000年に温湯消毒に関する試験研究を開始した。そして63℃で5分(もしくは60℃で10分)の処理条件を推奨している。普及の経緯としては、まず2001年より県内の大規模農家や有機栽培グループを中心に、この技術に対する関心が高く導入が試みられてきた。これらの高い技術を持つ生産者たちは、現在も正確で丁寧な作業により、万全の温湯消毒を行っている。

一方、一般の農家にも試験場による全面的な技術支援で普及が進んだ。そして国の補助事業により全自動で多量の種子を処理できる大型の温湯消毒装置が全国で初めて JA 鳥取いなば種子センターに導入されて本格的な温湯消毒が普及した。現在では普及率が 90%以上となっている。温湯消毒法を取り入れることで、今のところ問題となるような病害虫の発生は見られないが、酒米や糯米については「60℃で 6 分」という防除効果の面では問題のある条件で処理されている実態が確認された。

② 北海道における水稻種子温湯消毒普及の現状

北海道では、化学肥料や化学農薬を減らしたクリーン農業が積極的に行われており、その栽培法で作られた農産物は消費者に人気がある。水稻栽培では温湯消毒法を取り入れることにより、慣行法と比べて 2~3 成分の化学農薬を減らすことができ、クリーン農産物の生産につながる。これらのことからクリーン農業の進展にともない、温湯消毒も普及していった。ここ数年大型の温湯消毒装置が次々と導入され、北海道ではこの技術が広く普及し始めている。また北海道では、その冷涼な気候から他の都府県ではみられない農業事情がある。栽培されている水稻品種は北海道特有の銘柄がならび、第一位「ななつぼし」(39.9%)、第二位「きらら 397」(31.9%)、第三位「ほしのゆめ」(12.7%)の順となっている。これらの中には温湯消毒に弱い品種があり、種子に高温耐性を持たせることが温湯消毒法を安定して普及させる上で重要となる。

③ 愛媛県における水稻種子温湯消毒普及の現状

愛媛県では、水稻種子の温湯消毒がまだほとんど普及していない。愛媛県の場合、購入苗を利用する農家が多く、健全な苗が入手できさえすればその消毒法については問題にしていけないようだ。一方、育苗業者としては少しでも病気の発生や発芽率低下のリスクがあるような消毒法は組み込みにくい。確実に防除効果を挙げられる厳しい条件でも温湯消毒を行えることが今後重要である。しかし温湯消毒が普及し始める兆候はあるようで、大型の処理装置の導入がいくつかの JA で計画されている。

④ 栃木県 JA 那須野における全自動連続式温湯消毒施設による水稻種子温湯消毒普及の現状

JA 那須野に導入された全自動連続式温湯消毒施設は、従来の装置をはるかに超える処理能力がある。稼動しはじめてまだ年数があまり経過していないが、今のところ順調に消毒が行われている。このような超大型の施設を有効に利用するためには、個々の品種にあわせた条件で温湯処理を行うのではなく、多くの品種の最大公約数的な条件で処理することが求められる。したがって多くの品種に「種子が高温に強い」という形質を付与することが重要となる。

3. 本調査の結論、および開始した研究

以上のように水稻種子温湯消毒に関する今回の調査では、①「60℃で 10 分」という条件が防除の面からも、発芽能維持の面からも万全ではないこと、②現場では病害虫を完全に防除できないような条件でも温湯消毒を行っていること、さらに③大規模な温湯消毒を行う場合には多くの品種の種子に「高温に強い」という形質が求められることが明らかになった。一方で、種子の高温耐性には明らかな品種間差があり、極めて強い品種もある。そこでこれらの品種の種子がなぜ高温耐性となるのかを明らかにできれば、温湯消毒法が広く普及することに直結するであろう。したがって本調査研究では、このような高温耐性機構を示す要因を明らかにし、その形質を支配する遺伝子を特定することが作物生理学、および育種学分野で第一に行うべき課題であると結論付けた。

以上のようなことを踏まえて作物生理学的な研究を開始したところ、「ひとめぼれ」の種子が高温に対して極めて強い耐性を示すことが確認され、このように耐性となる要因が穎と玄米の両方にあることを現在までに明らかにしている。