

## 研究・技術ノート

# 温湯消毒時における水稻品種「ひとめぼれ」の種子の高温耐性の解析

濱田晃次・三田村芳樹・佐野直人・山田哲也・金勝一樹  
(東京農工大学農学部)

**要旨**：水稻種子の温湯消毒法は、有害な薬剤を含む廃液を生ずることがないので、クリーンな農業技術として最近注目を集めている。しかしながら水稻品種の中には種子が高温処理に弱く、温湯消毒によって発芽が著しく抑えられるものがある。また温湯消毒では十分に防除することが難しい病害があることも報告されている。したがって温湯消毒法を広く普及させるには、多くの品種の種子に「温湯に強い」という形質を付与する必要がある。そのためには高温処理に極めて強い種子を持つ品種を見出すことと、その種子が高温に耐性となる要因を解明することが重要である。本研究では「ひとめぼれ」の種子が極めて強い高温耐性をもつことを確認し、高温耐性を示す機構を明らかにするための解析を行った。その結果、「ひとめぼれ」の種子は、対照として用いた「日本晴」と比較して著しく強い高温耐性を有していることが明らかになった。さらに穎を除去した玄米を温湯処理する実験結果から、「ひとめぼれ」の種子が強い高温耐性を示す要因は、穎と、玄米の両方にあることが示唆された。

**キーワード**：温湯消毒、高温耐性、種子消毒、水稻。

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病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はきわめて重要な作業である(内藤 1999)。現在の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は極めて高いが、消毒を実施した後に出る大量の廃液の処理は常に問題となる(黒田ら 2007)。また化学農薬を継続使用すると、薬剤耐性形質を獲得した病害虫の出現の危険性も常に伴う(山下ら 2000)。さらに、消費者も安全で安心な食品を志向する傾向が高まってきており、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している(田中 2008)。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きた。

温湯消毒法は、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報告があるとされている(重久・金子 2008)。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いなかった。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、化学農薬による種子消毒に代わる技術として再び注目を集めるようになった。温湯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なので、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、岡部ら(2009)の調査では日本全国の普及率は未だ約 10% に留まっている。

温湯消毒法を農業現場に導入するうえでの最大の関心事は、その防除効果である。慣行の化学農薬を用いた消毒法と比較して著しく効果が劣るようであれば、導入を検討する意義がない。したがって、化学農薬と比較しながら温湯消毒法の防除効果を試験した研究例は複数あり、温湯消毒法が十分に化学農薬に代わる技術であることが実証されている(山下ら 2000, 早坂ら 2001, 角田ら 2002)。温湯消毒では、処理の温度条件が高いほど、もしくは処理時間が長いほど病害虫を強く駆除でき防除効果は高くなる。しかし温度が高すぎるほど、また処理時間が長すぎるほど種子自体が受けるダメージも大きくなり、発芽率の著しい低下や発芽後の成長の異常をまねくことになる。したがって、温湯消毒の処理条件は、病害虫の防除効果と水稻の発芽率の低下との兼ね合いで決定されることになり、最近では「60℃で 10 分間」という条件が最も一般的とされている(岡部ら 2009)。

しかしながら「60℃で 10 分間」の条件では防除の面で十分とは言えないという報告もある。林ら(2002)は、「ばか苗病」の防除試験において汚染程度が高い種子を用いる

と60℃以下の温度処理では発病率の抑制効果が低いことを示している。さらに林ら(2002)は、宮城県で温湯消毒法を導入して栽培を行っている篤農家で、ばか苗病の被害が出ていることも述べている。江口ら(2000)も、「ばか苗病」に対しては処理時間を長くする必要があることを指摘している。また江口ら(2000)は、もみ枯細菌病に関しても60℃で10分間の処理では効果が十分ではなく「15分間の処理が必要である」と報告している。したがって「60℃で10分間」という処理は「病害虫の生存」という視点で見ると、絶対的な防除効果をあげるものではない可能性もある。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。より確実な防除効果を上げるためには、さらに厳しい条件で温湯消毒を行うことが望まれる。

一方、「種子の発芽率の維持」という視点で過去の温湯消毒の研究を見ると「温湯処理に対する強弱」という形質については明らかな品種間差があり、「60℃で10分間」の処理で十分な発芽率を示す品種が多い中で、90%を下回る品種があることも報告されている。特に糯系統は温湯処理に弱い傾向があり、「ヒメノモチ」や「こがねもち」は60℃で10分間処理すると70~80%程度の発芽率しか得られていない(早坂ら2001, 林ら2002)。水稲の苗の生産では多量の種子を扱うことになるので、わずかに1%でも発芽率が低下するとその経済的な損失は大きい。したがって農業現場では、温湯処理に弱い系統については発芽率の低下を防ぐために温湯の処理時間を6~7分に短縮しているケースもある(岡部ら2009)。しかしこのような時間の短縮は、病害虫防除の面ではリスクが高いといわざるを得ない。十分な防除効果を確保できない状況でこの消毒を継続し、結果的に病害虫の蔓延を招く事態に陥ったら、消毒を行う意味は全くなくなってしまう。温湯消毒法を安定して広く普及させていくためには、温湯処理に弱い系統の種子にも高温耐性を持たせる必要がある。

多くの品種や系統の種子に「温湯に強い」という形質を付与するためには、高温処理に極めて強い種子を持つ品種を見出すこと、見出された品種が高温に耐性となる要因を解明すること、さらにその形質を支配する遺伝子を明らかにすることなどが重要である。先に述べたように種子の高温耐性には品種間差があり、高温に強い種子を持つ品種も存在することが示されている。しかしこれまでに行われてきた試験研究は、実用面を重視している関係で、発芽率が90%を大きく下回るような過酷な条件で試験を行った例が少ない。すなわちこれらの研究は「高温処理に極めて強い種子を持つ品種を見出すこと」に視点をおいた解析ではなく、既存の品種が「60℃で10分間」程度の処理で90%以上の発芽率を維持できるかを確認する試験がほとんどであった。そのため供試した品種の種子がどの程度高温耐性を有しているのかを正確に評価していない可能性もある。例えば早坂ら(2001)の報告によると「コシヒカリ」は

60℃で15分間という処理で「あきたこまち」と同じ99%の発芽率を示しており、この条件では2品種間に差はなくどちらの品種も強いことになる。ところが60℃の温度でも処理時間を25分間とすると、「あきたこまち」は94%の発芽率を維持しているのに対して「コシヒカリ」は90%を下回る(88%)ことが示されている。したがって、この2品種の高温耐性を正しく比較して評価するためには、90%のラインを下回るような過酷な条件においても試験を行う必要がある。

これまでに行われてきた試験研究の中では、「ひとめぼれ」の種子が高温に対して強い耐性を持つことが示されている。早坂ら(2001)は供試した他の10品種の全ての発芽率が90%を下回る「62℃で20分間」という条件で処理しても「ひとめぼれ」の場合は93%の発芽率を維持していたことを示している。また林ら(2002)も、65℃で10分間処理しても「ひとめぼれ」の種子は95.8%という高い発芽率を示すことを報告している。したがって「ひとめぼれ」は高温処理に極めて強い種子を持つ品種である可能性が高い。しかしながら65℃よりも高温の過酷な条件での処理は行われていないため、「ひとめぼれ」の種子にどの程度の高温耐性が備わっているのかは明らかにされていない。さらに「ひとめぼれ」の種子が高温耐性を示す要因については全く解析が行われていない。「ひとめぼれ」の種子が高温処理にきわめて強いことが示され、そしてその要因について明らかにすることができれば、高温処理に強い種子の品種育成のための基盤となる知見を得ることができる。そこで本研究では、66℃以上の高温条件で種子を処理して「ひとめぼれ」の種子が高温に強いことを確認する実験を行った。その上で、「ひとめぼれ」の種子が高温耐性を示す機構を明らかにするための解析を行った。なお本研究では、「ひとめぼれ」の種子の高温耐性を評価する上で対照となる品種として「日本晴」を用いることにした。

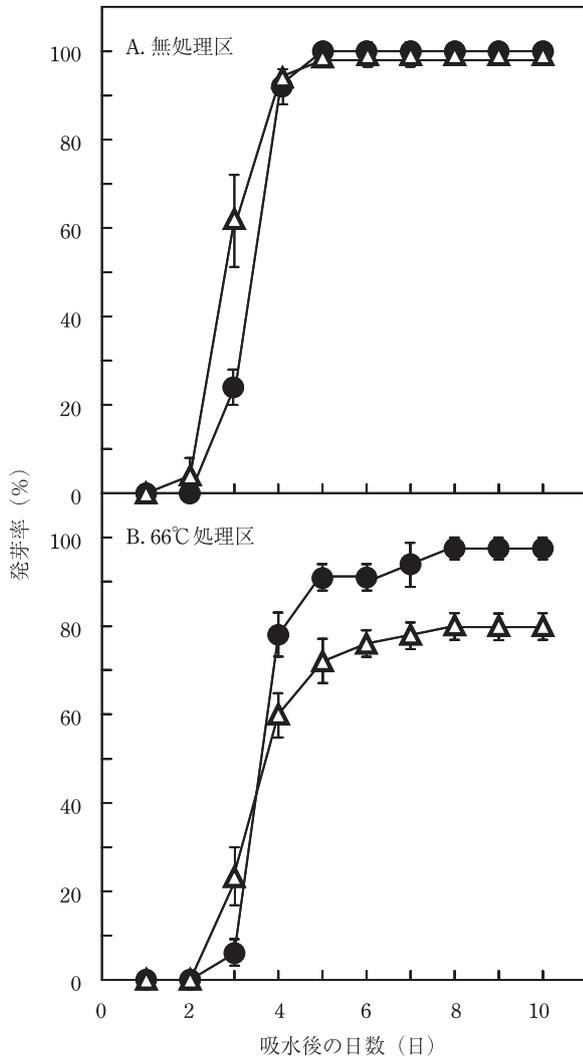
## 材料と方法

### 1. 供試種子

「ひとめぼれ」および「日本晴」の種子は、2008年度産と2009年度産を購入し、比重1.13の食塩水で塩水選後乾燥させて用いた。種子は実験に供試するまで4℃で保存した。実験の前に割れ粉の有無を確認し、混入していた割れ粉は取り除いた。また全ての種子は、25℃で吸水させたときの10日後の発芽率が95%以上であることをあらかじめ確認して実験に用いた。

### 2. 温湯処理

「ひとめぼれ」と「日本晴」の種子をネットで50粒ずつ包み、所定の温度に加温した温湯に正確に10分間浸漬した。温湯浸漬処理装置には、約10リットル容量の水を室温+5~80℃まで0.1℃単位の水温調節が可能なウォーターバスを用いた。処理時には水槽内の温度をデジタル温



第1図 温湯処理した「日本晴」と「ひとめぼれ」の種子の吸水後の発芽率の変動。

(A) は温湯処理しなかった無処理区。(B) は66°Cで10分間処理した種子。△は「日本晴」、●は「ひとめぼれ」。図中の棒線は標準偏差(1回50粒, 3反復, 以下の図も同様)。

度計で適宜測定した。温湯処理した種子は直ちに氷水に5分間浸漬し冷却した。

### 3. 発芽率の調査

「ひとめぼれ」および「日本晴」の種子の高温耐性を評価するために、温湯処理した種子の発芽試験を行い、両品種を比較した。温湯処理後に冷却した種子を、水を張ったシャーレに並べ25°Cの暗条件下で10日間置床した。1シャーレあたりの種子数は50粒とした。なお浸種、催芽処理は行わなかった。両品種とも温湯処理を行わなかった種子を「無処理区」とし、温湯処理した種子と同時に発芽試験を行った。種子から鞘葉が穎を破って現れた段階を発芽と定義し、置床した総種子数に対する発芽した種子の比率を発芽率とした。発芽試験は全ての処理区で3反復行い、3回の値を平均して発芽率を示した。

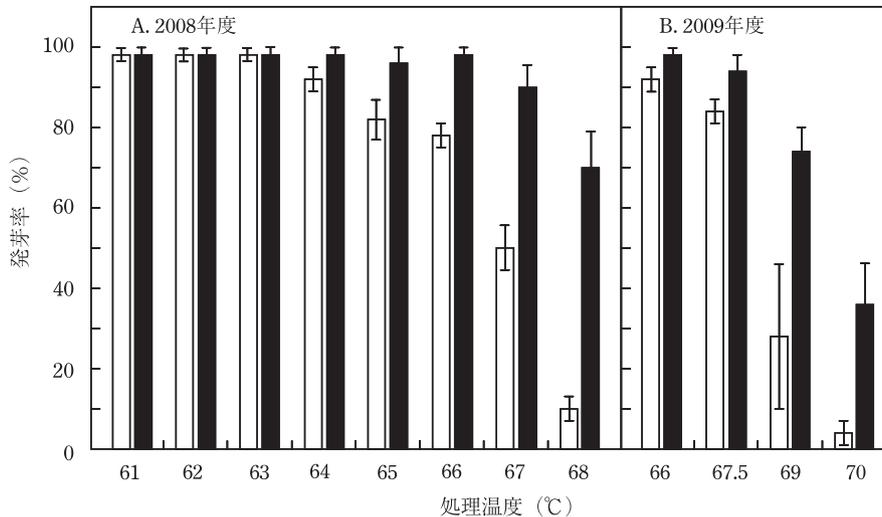
### 4. 玄米の発芽に対する温湯処理の影響

種子の示す高温耐性の要因が、穎と玄米のどちらにあるのかを明らかにするために、穎を除去した玄米に対して温湯処理を行って発芽率を調査した。穎は、玄米に傷をつけないように注意して除いた。温湯処理と発芽試験は、穎のついた種子と同じ手順で行った。

#### 結果と考察

「ひとめぼれ」の種子が高温に強い形質を持つことを確認するために、温湯処理を行い吸水後の発芽率を調査した。「ひとめぼれ」の種子は、林ら(2002)の調査によると65°Cで10分間処理しても95.8%という高い発芽率を示すことが報告されている。そこで本研究ではそれよりも1°C高い66°Cの温度条件で10分間種子を処理することにした。また温湯処理をしていない種子も「無処理区」として同時に吸水させ、その発芽率を調査した。実験には2008年度産の「ひとめぼれ」と「日本晴」の種子を用いた。その結果、温湯処理をしていない「無処理区」では、「ひとめぼれ」も「日本晴」も吸水後5日程度でほぼ100%に近い発芽率となった(第1図A)。したがって今回使用した種子は両品種とも十分な発芽能を有していることが示された。一方、温湯処理を行った場合には、「ひとめぼれ」と「日本晴」の発芽率に差が見られた。まず「日本晴」の場合、66°Cで10分間処理すると吸水後10日経過しても発芽率は90%に達せず、約80%であった。これに対して「ひとめぼれ」では同じ処理条件でも吸水後5日目には発芽率が90%を超え、8日目以降は100%近い値に達した(第1図B)。これらのことから「ひとめぼれ」の種子は66°Cで10分間という厳しい条件で処理しても十分な発芽能を維持しており、「日本晴」と比べて高温に強い形質を持つことが明らかになった。ただしどちらの品種とも66°Cで10分間処理した場合には、無処理区に比べ吸水させてから発芽に至るまでの時間がかかるようになった(第1図)。例えば「ひとめぼれ」の種子において、発芽率が90%を超えるのに要する時間は無処理区では4日であったのに対して、温湯処理した場合には5日かかった。このことは66°C程度で温湯処理を行うと、吸水直後の初期成長が遅れることを示している。しかしながら両品種とも吸水後8日以降に発芽率が大きく変動することはなく、本研究において発芽率に対する温湯処理の影響を解析するためには、種子が吸水してから10日経過すれば十分に評価できるものと考えられた。

第2図Aには、61°Cから68°Cの温度の範囲で10分間処理したときの吸水後10日目の発芽率を示した。種子は第1図のとくと同じように2008年度産の「ひとめぼれ」と「日本晴」を用いた。その結果「日本晴」においては吸水後10日目の発芽率は、64°C以下の処理では90%以上を示すことが明らかになった。したがって「日本晴」の場合も64°Cで10分間程度の処理なら十分に実用的な温湯消毒の条件



第2図 各温度で温湯処理した時の「日本晴」と「ひとめぼれ」の種子の発芽率。  
 (A) は2008年度産の種子。(B) は2009年度産の種子。□は「日本晴」、■は「ひとめぼれ」。温湯処理の時間は10分間。発芽率は吸水後10日目の値。

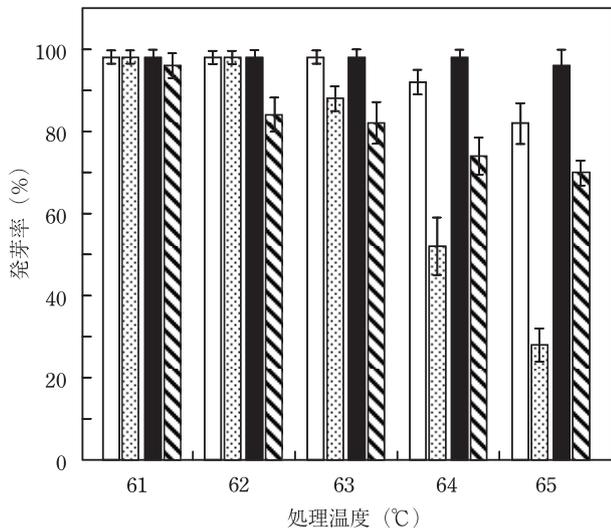
として用いることができると考えられた。しかしながら65℃以上の高い温度になると発芽率は90%を下回りはじめ、67℃の処理で著しく低下し、68℃の処理ではわずかに約10%となった。これに対して「ひとめぼれ」の吸水後10日目の発芽率は、67℃で処理しても90%であった(第2図A)。そして、「ひとめぼれ」は68℃ではじめて発芽率が90%を下回ったが、そのときの発芽率は70%という高い値を維持しており、「日本晴」の値を大きく上回っていた。以上の実験結果から「ひとめぼれ」の種子は「日本晴」と比較して高温に対して著しく強い形質を持つことが示された。

しかしながらこのように「ひとめぼれ」の種子が温湯処理時に強い高温耐性を示すのは、2008年度産の種子に限られた現象である可能性も否定できない。水稲の種子は、タンパク質成分をはじめとして様々な形質が施肥条件や気候などの栽培環境で左右されることが知られている。したがって栽培環境が「ひとめぼれ」の種子の高温耐性にも影響している可能性が考えられる。そこで生産された年度が異なる2009年度産の「ひとめぼれ」と「日本晴」の種子を用いて温湯処理の実験を試みた(第2図B)。温湯処理の温度の範囲は、2008年度産の種子の実験で「ひとめぼれ」と「日本晴」の発芽率の差が大きかった66℃から70℃とし、処理時間は10分間で行った。その結果、2009年度産の種子では「日本晴」において66℃で処理しても発芽率が92%となり、2008年度産の種子の結果とは異なっていた。この結果は「日本晴」では2009年度産の種子のほうが2008年度産よりも高温に強いことを示しており、本研究でも栽培環境の違いが温湯処理時の高温耐性に影響する可能性が示唆された。しかしながら2009年度産の種子を用いた場合にも、66℃以上の高温で処理したときには常に「ひとめぼれ」の発芽率が「日本晴」を上回っていた。特に

69℃の処理条件では「日本晴」の発芽率が28%まで低下したのに対して「ひとめぼれ」は74%を示し、その差は大きく開いていた。これらのことから2009年度産の種子においても「ひとめぼれ」は「日本晴」と比較して高温に対して著しく強いことが確認され、この形質は生産された年度には関係なく安定していることが明らかになった。

早坂ら(2001)は、「ひとめぼれ」とともに「はえぬき」、「どまんなか」、「ササニシキ」、「あきたこまち」、「コシヒカリ」、「雪化粧」、「キヨニシキ」、および「でわのもち」、「ヒメノモチ」、「こがねもち」の合計11品種を用いて温湯処理後の発芽率を調査している。それによると、「62℃で20分間」という条件で処理した場合に「ひとめぼれ」の発芽率だけが90%以上を確保していたことを報告している。また林ら(2002)は、「65℃で10分間」という条件で処理したときに「みやこがねもち」、「ヒメノモチ」、「蔵の華」の発芽率が90%を下まわることに対して、「ひとめぼれ」と「美山錦」は90%以上を維持していたことを示している。これらの過去の試験研究と本研究で得られた結果を総合すると、「ひとめぼれ」は高温の温湯処理に対して著しく強い種子を持つ品種であると言える。

「ひとめぼれ」の種子が極めて強い高温耐性を有していることが確認できたので、次に「ひとめぼれ」の種子が高温耐性を示す機構を明らかにすることが重要になる。一般に種子植物では、胚や胚乳を取り囲む構造物が外界からの不適切な環境から種子を物理的に保護する上で重要な役割を果たすことが良く知られている。水稲ではこの構造物に当たるのが穎である(星川1975)。したがって穎は物理的に高温処理への耐性を種子に与える機能を持つことが考えられ、「ひとめぼれ」の種子が著しい高温耐性を示す要因は穎にある可能性がある。また一方で、胚や胚乳にも高温ストレスに耐性となるしくみが備わっている可能性も考え



第3図 穎を除去した「日本晴」と「ひとめぼれ」の玄米を各温度で温湯処理した時の発芽率。

□は穎のついた「日本晴」の種子. ◻は穎を除去した「日本晴」の玄米.  
 ■は穎のついた「ひとめぼれ」の種子. ▨は穎を除去した「ひとめぼれ」の玄米. 温湯処理の時間は10分間. 発芽率は吸水後10日目の値.

られる. 例えば水稻の種子の玄米中には様々なタンパク質が含まれているが, これらの中には高温ストレス耐性に関わると考えられる熱ショックタンパク質が複数存在していることが報告されている (Xuら2008). これらのタンパク質が「ひとめぼれ」の種子高温耐性機構にも重要な役割を果たしている可能性もある. そこで, 「ひとめぼれ」の種子が高温耐性を示す要因を解析するにあたって, イネ種籾の構成要素を穎と玄米に分け, この2点のどちらが高温耐性に関与するのかを明らかにする実験を行った. 実験方法として, 種籾から穎を除去した種子に第2図の実験と同じ手法で10分間の温湯処理をして発芽試験を行った. 用いた種子は2008年度産の「ひとめぼれ」と「日本晴」で, 吸水後10日目の発芽率を調査した. まず「ひとめぼれ」も「日本晴」も穎を除去しても温湯処理をしていない「無処理区」では, 吸水後3日程度でほぼ100%に近い発芽率を示した (データなし). したがって温湯処理を行わなければ, 穎の除去による発芽能の低下は起こらないことが示された. これに対して, 温湯処理を行った場合には両品種とも明らかに発芽率が低下した. 第3図に示すとおり, 穎を除去すると「日本晴」では63°Cの処理により発芽率が低下し, 90%を下回った. 穎がついている種子では64°Cの処理でも90%以上の発芽率を示していたので, 「日本晴」の種子では温湯処理における高温耐性機構で穎が重要な役割を果たしていることが明らかになった. 一方「ひとめぼれ」の種子でも穎を除去すると62°Cで明らかな発芽率の低下 (84%) が認められ, この発芽の低下が見られる温度は「日本晴」の場合よりも1°C低かった. このことは, 穎

がなければ「ひとめぼれ」の種子も「日本晴」と同じように高温に対する感受性が強く, 場合によっては「日本晴」よりも低い温度で障害を受けはじめることを示している. すなわち「ひとめぼれ」の種子が「日本晴」と比較して著しく高温耐性を示す大きな要因として, 穎が極めて重要な役割を担っていることが明らかになった. 当然のことではあるが, 水稻において穎は食用の対象とはならない. したがって穎の形質だけを改良することができれば, 糯米のように温湯処理に弱い系統についても玄米の品質を損なうことなく高温耐性を種子に付与できるかもしれない. 今後は, 「ひとめぼれ」の穎がどのような機構で高温耐性に寄与しているのかについて, 穎の厚さや構造などに視点をおいた形態学的な解析を進める必要がある.

穎を除去した玄米を用いた実験では, 発芽率が低下しはじめる温度については「ひとめぼれ」が「日本晴」よりもわずかに1°Cだけ低いという結果になった. しかし64°C以上の高温で処理した場合には2品種間の発芽率において著しい差がみられた. 「日本晴」では64°Cの処理で発芽率が大きく低下し, 65°Cでは28%まで低下した. これに対して「ひとめぼれ」では, 温度を高くすると発芽率の低下はみられるもののその程度は小さく, 65°Cで処理しても約70%の発芽率を維持していた. このように穎が除去された「ひとめぼれ」の玄米の発芽率の低下が, 「日本晴」より大きくはないという現象は, 2009年度産の種子を用いた実験でも確認できた (データは示していない). 特に, 2008年度産の種子では行わなかった66°Cの温度条件で玄米を処理したところ, 「日本晴」の発芽率はわずかに18%であったのに対して, 「ひとめぼれ」では56%を維持していた. これらの結果は, 穎が除去されていたとしても「ひとめぼれ」には玄米の中に高温耐性となるようなしくみが備わっていることを強く示唆している. すなわち「ひとめぼれ」の種子の高温耐性は, 穎だけでなく玄米にもその要因があることが考えられる. 現時点では玄米の持つ高温耐性機構の実体は不明であるが, 先にも述べたとおり水稻の種子には熱ショックタンパク質をはじめとしてストレス応答に関与するタンパク質が複数存在しており, これらのタンパク質が高温耐性機構に関与している可能性が考えられる. 今後は「ひとめぼれ」の玄米に存在しているこれらのタンパク質の種類と量を解析することが重要である.

本研究では, 温湯処理の影響について発芽率だけに着目して実験を行った. しかし温湯処理は, 発芽以外の過程にも大きな影響を与える可能性がある. 第1図の結果のところでも述べたが, 温湯処理した個体は発芽後の成長が遅れる傾向があった. 特に高い温度で処理した場合には, 発芽はしているものの種子根が出現しない個体や, 発芽後の鞘葉の伸長が著しく抑制される個体も見られた. このような現象は実用段階では収量の確保に大きな影響を及ぼす. したがって「温湯処理に強い種子」という評価を行うときには, 「発芽」だけではなく「発根」や「発芽後の成長」と

いう視点でも実験を行う必要がある。また本研究では品種として「ひとめぼれ」についての解析を行ったが、他の品種の中にも強い高温耐性を示す種子をもつものが存在する可能性がある。林ら(2002)は、「65℃で10分間」で種子を処理したときに「美山錦」が94.8%の発芽率を示すことを報告している。「美山錦」をはじめとして他の品種についても本研究のように66℃以上の厳しい条件で試験を行って、高温耐性を示す品種を一つでも多く見出すことが今後は重要となる。

### 引用文献

- 江口直樹・山下亮・武田和男・赤沼礼一 2000. 温湯処理機による水稲種子伝染性病害の防除. 関東東山病虫研報 47: 27-29.
- 早坂剛・石黒清秀・渋谷圭治・生井恒雄 2001. 数種のイネ種子伝染性病害を対象とした温湯種子消毒. 日植病報 67: 26-32.
- 林かずよ・小山淳・石川志保・城所隆 2002. イネ種子伝染性病害に対する物理的・耕種的防除法. 宮城古川農試報 3: 137-147.
- 星川清親 1975. 解剖図説イネの生長. 農文協, 東京. 18-23.
- 角田巖・中野学・湯浅和宏 2002. 温湯浸漬法によるイネ種子伝染性病害の発病抑制. 滋賀農総七農試研報 42: 8-16.
- 黒田克利・富川章・鈴木啓史・鈴木素弘 2007. 1回当たり最大80kgの種もみを処理できる温湯消毒装置の開発. 植物防疫 61: 192-196.
- 内藤秀樹 1999. 水稲における種子伝染性病害虫防除の現状と種子無病化への試み. 植物防疫 53: 439-443.
- 岡部繭子・馬場正・陶山一雄 2009. 日本における水稲種子温湯消毒の普及について. 日作紀 78: 515-517.
- 重久眞至・金子誠 2008. イネ栽培における環境こだわり農業推進のための減農薬技術. 植物防疫 62: 250-254.
- 田中文夫 2008. クリーン農業. 植物防疫 62: 243-246.
- 山下亮・江口直樹・赤沼礼一・斉藤栄成 2000. 水稲種子の温湯浸漬法による種子伝染性病害の防除. 関東東山病虫研報 47: 7-11.
- Xu, S.B., T. Li, Y. Deng, K. Chong, Y. Xue and T. Wang 2008. Dynamic proteomic analysis reveals a switch between central carbon metabolism and alcoholic fermentation in rice filling grains. *Plant Physiol.* 148: 908-925.

**Analysis of Heat Stress Tolerance in Seeds of Rice Cultivar “Hitomebore” under Treatment of Hot Water Disinfection Method :** Koji HAMADA, Yoshiki MITAMURA, Naoto SANO, Tetsuya YAMADA and Motoki KANEKATSU (*Fac. of Agr., Tokyo Univ. of Agr. and Tech., Tokyo 183-8509, Japan*)

**Abstract :** Hot water disinfection of rice seeds has recently received increased attention as a clean farming technique, because it does not produce waste fluid including harmful chemical compounds. However, the seeds of several rice cultivars are sensitive to heat-shock and could not germinate after disinfection by this method. In addition, some diseases cannot be controlled efficiently by hot water disinfection method. In order to spread this disinfection method, it is necessary to introduce a trait of heat stress tolerance into the seeds of many rice cultivars. For this reason, it is important to find strains whose seeds are tolerant to heat, and to understand the mechanism of the tolerance. The present work showed that the seeds of cultivar “Hitomebore” are more tolerant to a high temperature than “Nipponbare”. Moreover, the results of experiments using seeds with and without hulls revealed that the heat stress tolerance of “Hitomebore” seed is attributed to the features in both hull and brown rice.

**Key words :** Hot water disinfection method, Heat stress tolerance, Seed disinfection, Rice.