

種子審査における水稻種子の休眠打破条件および発芽調査の方法

山口 修*・石橋正文・宮原克典

水稻の種子審査において、収穫後の種子の発芽能力を正確に判定するため、休眠打破における過酸化水素水処理の条件および発芽調査におけるビーカーを利用した簡易法について検討した。その結果休眠打破では、過酸化水素水の処理濃度 0.7%, 浸漬日数 2日, 温度15~25℃が適しており、最適温度は20℃であった。発芽調査の方法では、ビーカーを利用した方法は常法のシャーレを利用した方法と発芽率に差はなく代替は可能であり、その際の水替え頻度は 3日に 1回でも問題はなかった。

これまで、休眠打破や発芽調査の条件が不明確で、調査場所によりやり方が異なっていたが、条件を統一することにより発芽能力を正確に判定することができ、種子審査の円滑な運営に貢献できる。

[キーワード: 発芽調査, 過酸化水素水, 休眠打破, 種子, 水稻]

Conditions for Dormancy Breaking and Germination Testing in Rice Seed Examination. YAMAGUCHI Osamu, Masafumi ISHIBASHI and Katsunori MIYAHARA (Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 6:10-14 (2020)

In rice seed examination, to accurately determine germination capacity of seeds after harvest, the conditions of hydrogen peroxide treatment in dormancy breaking and a simplified method using a beaker were studied. As a result, dormancy breaking was found to occur under treatment with 0.7% hydrogen peroxide for two days at 15-25℃, with the optimal temperature being 20℃. Concerning the method for conducting germination testing, it was found that there was no difference between the conventional method of using a laboratory dish and using a beaker, therefore it was possible to use a beaker. When using a laboratory dish, there were found to be no problems when water was changed once in 3 days. Up until now the conditions for dormancy breaking and germination testing have been unclear, and methods have varied between testing sites, however by unifying the conditions, germination capacity can be determined accurately, thereby contributing to the smooth operation of seed testing.

[Key words: dormancy breaking, germination testing, hydrogen peroxide, rice, seed]

緒 言

福岡県の水稲作においては、種子の更新率が93%（平成30年産）と高く、優良種子による良質米生産の取り組みが進んでいる。このため福岡県は、県内13の種子生産組合で、採種ほの設置面積 306ha, 契約数量1,201tの種子を取り扱う種子生産県である（福岡県米麦品質改善協会 2019）。

これまで、水稻の種子生産は「主要農作物種子法」に基づき行われてきたが2018年 3月廃止され、福岡県では「福岡県稲、麦類及び大豆の種子の安定供給に関する基本要綱」を2018年 4月に制定し、引き続き種子生産を進めている（福岡県 2018）。その中で、優良種子を確保するため、県審査員（農林試、普及指導センター）が「ほ場審査」及び「生産物審査」を行い、速やかに合否を判定し、次の作業に進める流れとなっており、「生産物審査」での発芽率の基準は90%以上が求められている。

発芽調査の方法については、福岡県・福岡県米麦品質改善協会がこれまで1999年、2000年、2014年に発行してきた「種子生産の手引き」（福岡県・福岡県米麦品質改善協会 1999, 2000, 2014）の中で、休眠打破は予熱（50℃, 7日以内）の方法（Roberts 1961, 太田・藤代 2015）から、過酸化水素水処理の方法に移行してきた。しかし2014年手引きでは過酸化水素水処理の条件が過酸

化水素水濃度 1%, 浸漬日数 2日間とあるものの、温度条件が記載されておらず、不明確である。

一方、温暖化で夏期の気温が高くなる年が多くなり、以前に比べ、高温登熟により休眠が深い（池橋 1973, 林・日高 1979）種子が生産されていることも予想され、近年の気象にも対応した休眠打破の条件を検討することも重要である。

そこで、水稻の種子審査において、収穫後の種子の発芽能力を正確に判定するため、休眠打破における過酸化水素水処理の条件や、簡便に同処理を室温で行う場合に恒温器での実施条件に合わせて暗黒にする必要性の有無、および簡易法として発芽床にビーカーを使用する方法の条件について検討した。

材料および方法

第 1表に示す通り2016~2018年度に福岡県農林業総合試験場で生産した原原種、原種および朝倉農林管内で生産された原種を用い、各時期に発芽調査を行った。休眠の深さは登熟温度が高いと深くなる（池橋 1973, 林・日高 1979）ことから、年によって休眠の深さが異なると考えられる。そこで生産年、調査時期ごとの休眠の深さを、3か年の共通データがある過酸化水素水濃度 1%, 浸漬日数 2日, 処理温度20℃で休眠打破を行いシャーレ

*連絡責任者（農産部：yamaguchi-o1700@pref.fukuoka.lg.jp）

受付2019年7月19日；受理2019年11月11日

第1表 試験供試材料の概要

調査年度	供試品種・産地	調査時期	調査時の休眠の特徴		調査内容	
			程度 ²⁾	発芽勢 ¹⁾		
				発芽率 ¹⁾		
2018	夢つくし・農産部	10月	深	82%	・休眠打破の条件 (第1図)	
	夢つくし・朝倉農林管内2か所 ヒノヒカリ・朝倉農林管内			90%		
		1月	やや深	90%		
						94%
2017	夢つくし・朝倉農林管内2か所	10月	並	95%	・過酸化水素水処理暗黒 ・発芽床ビーカー (第2図)	
	元気つくし・農産部			96%		
	ヒノヒカリ・朝倉農林管内	11月				
	夢つくし・農産部	9月				
2016	夢つくし・朝倉農林管内	10月	やや深	89%	・発芽床ビーカー水替え頻度 (第3図)	
	元気つくし・筑後分場					
	ツクシホマレ・農産部					
	ヒノヒカリ・朝倉農林管内	11月				92%
	実りつくし・筑後分場 ヒヨクモチ・筑後分場					

1) 調査時の休眠の特徴の発芽勢、発芽率は、共通供試品種夢つくし、ヒノヒカリの過酸化水素水 1%, 2日間, 20℃で休眠打破したものの平均値

2) 程度は発芽勢、発芽率がそれぞれ85%以下、90%以下を「深」、85～90%、90～95%を「やや深」、90%以上、95%以上を「並」とした

で発芽調査を行った。「夢つくし」、「ヒノヒカリ」の平均の発芽勢、発芽率で評価した。評価の基準は、発芽勢、発芽率がそれぞれ85%以下、90%以下を「深」、85～90%、90～95%を「やや深」、90%以上、95%以上を「並」とした。なお、休眠打破の条件を調査した2018年度は 8月の平均気温が平年より 2.3℃高く、収穫直後の10月に調査した評価でも「休眠が深い」条件であったことから、休眠の違いによる影響を考慮するため、同一サンプルを用い、約 3か月後の2019年 1月にも調査を行った。

調査は種子 100粒× 2反復で行った。休眠打破は、100mLビーカーに各種濃度 (0.7%, 1%) の過酸化水素水 100mL及び種子を入れ、ラップでふたをして、恒温器で各種温度 (10, 15, 20, 25, 30℃)、日数 (2日, 3日) 静置し、液は取り換えなかった。処理後、茶こしで種子を回収して蒸留水ですすいだ。過酸化水素水処理を室温で行う場合の暗黒の必要性については、大きな段ボール箱を全体にかぶせて暗黒条件にした。

発芽方法は、常法の発芽床にシャーレを用いる方法では、9cmプラスチックシャーレにろ紙No. 2を 1枚敷いて蒸留水10mL注いで気泡を抜いたものに、種子が重ならないよう広げ、シャーレを積み重ねた。最上位に重石のガラスシャーレを乗せ、乾燥を防ぐため全体をビニル袋で密閉し、30℃の恒温器に静置した。シャーレに置床した翌日を 1日後とし、4日後の発芽率を「発芽勢」、7日後の発芽率を「発芽率」とした。発芽床にビーカーを用いる方法では、休眠打破で使ったビーカーをそのまま使い、ビーカーに蒸留水 100mL及び種子を入れ、ラップでふたをして、30℃の恒温器に静置した。発芽勢、発芽率はシャーレを用いた方法と同じ測定日に調査した。水替え時は茶こしを利用し、発芽勢、発芽率の調査時にも茶こしを利用し、水を替えた。

結 果

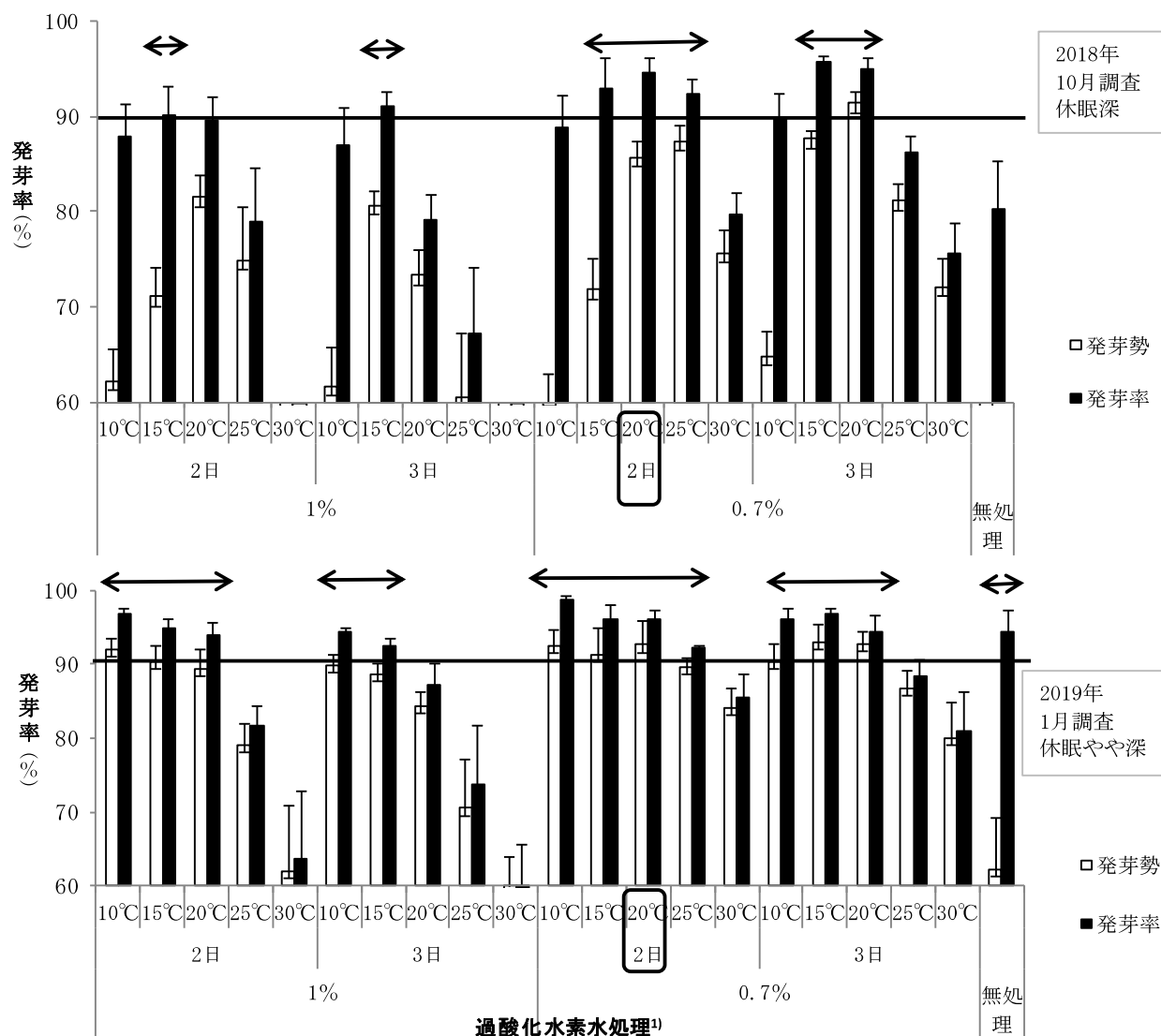
1 休眠打破における過酸化水素水処理の条件

過酸化水素水処理の濃度、日数、温度を変えて休眠打破を行い、シャーレで発芽調査を行った結果、30℃では発芽率が低かった (第 1図)。発芽率90%以上となった条件は、休眠が深い2018年10月調査では、過酸化水素水濃度 1%の場合、浸漬日数・処理温度で 2日・15℃、3日・15℃、0.7%の場合、2日・15～25℃、3日・15～20℃であり、0.7%で温度帯の条件が広がった。また最も発芽勢、発芽率が高い条件は、過酸化水素水濃度0.7%、浸漬日数 3日、処理温度20℃であった。休眠がやや深い2019年 1月調査では、過酸化水素水濃度 1%の場合、浸漬日数・処理温度で 2日・10～20℃、3日・10～15℃、0.7%の場合、2日・10～25℃、3日・10～20℃であり、休眠が深い10月調査より発芽率90%を超えた温度帯の幅が広がった。その中で、両調査時期とも最も広い温度帯の条件は、過酸化水素水濃度0.7%、浸漬日数2日間で、両調査時期とも発芽率90%を超えた温度帯は15～25℃、その中で発芽率が最も高い温度は20℃であった。

2 過酸化水素水処理を室温で行う場合の暗黒にする必要性

過酸化水素水処理を濃度 0.7%、2日間室温で処理した場合に、段ボール箱で覆って暗黒の有無による発芽率の影響を検討したところ、発芽勢、発芽率いずれも暗黒処理の有無にかかわらず90%以上となり、大きな違いは見られなかった (第 2図)。

3 発芽床にビーカーを使用した簡易な発芽調査方法



第1図 各過酸化水素水処理条件における休眠打破の効果

- 1) 過酸化水素水処理は濃度、浸漬日数、温度
- 2) 矢印 $\longleftrightarrow$ は発芽率90%以上の条件
- 3) 発芽率は第1表供試材料の平均。エラーバーは標準誤差(第2, 3図も同じ)

発芽床に休眠打破で使用したビーカーをそのまま使う簡易な方法について検討するため、常法の発芽床にシャーレを使う方法との比較を行った。また、ビーカーの水替えを毎日行う場合と一部の日に水替えしない場合を比較した。

その結果、ビーカーを使用した方法は、同一の休眠打破の条件(濃度 0.7%, 浸漬日数 2日, 室温)で比較した場合、シャーレを使用した場合と大きな差はなかった(第2図)。次に、ビーカーを使用した方法で水替えの頻度を替え、2日おきの水替えや、週末の土日に水替えしなかった場合、毎日水替えを行った場合と比較して、7日後の発芽率はいずれも90%以上で差は見られなかった。

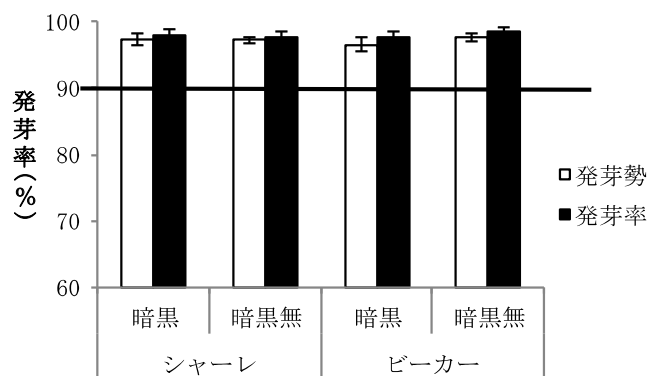
一方、4日後の発芽勢では、2日おきと土日水替えなしがわずかに低くなった(第3図)。

考 察

1 休眠打破における過酸化水素水処理の条件

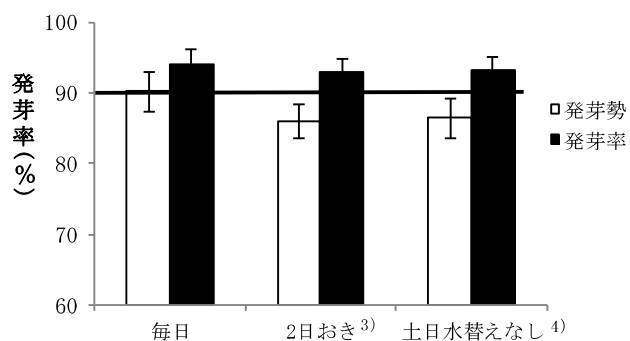
水稻の種子審査において、収穫後の種子の発芽能力を正確に判定するため、休眠が異なる種子を用いて、過酸化水素水の濃度、浸漬日数、処理温度を細かく検討し、最適な条件を検討した。その結果、発芽率90%を超えた条件は第1図の通りとなり、発芽率は条件により異なった。

高木ら（1986）によると、休眠打破の生理的な機構として、酸素の侵入に伴う酸素分圧の変化で発芽抑制物質の不活化が進むと考え、過酸化水素水もこの酸素供給の手段の1つとしている。そこで、休眠打破の適正な過



第2図 過酸化水素水処理時の室温時での暗黒化の影響

- 1) 2017 年度調査
- 2) 過酸化水素水処理条件は、濃度 0.7%, 浸漬日数 2 日
- 3) シャーレおよびビーカーによる発芽調査方法は第 4 図の通り



第3図 発芽床にビーカーを使用した場合の水替え頻度の違いによる発芽への影響

- 1) 2016 年度調査
- 2) 過酸化水素水処理条件は濃度 0.7%, 浸漬日数 2 日, 室温 (暗黒)
- 3) 発芽試験は木曜日に開始し、2 日おき水替えを 3, 4, 6 日後に行った
- 4) 同様に土日水替えなしは、2, 3 日後の水替えがない (1, 4, 5, 6 日後に水替えを行った)

酸化水素水処理の条件について 6 品種を用いて検討し、その結果過酸化水素水濃度 1~1.5%, 浸漬日数 3 日間、処理温度 30℃が良いとした。しかし、高木らは収穫後すぐ 0℃で 10 日間乾燥、その後 -10℃貯蔵した休眠が深いサンプルで、発芽率も過酸化水素水浸漬開始から 6 日後の早い時期に調査するなど、通常の種子審査時と異なる条件で実施している。また、この 6 品種でも休眠性の低い品種では、高濃度で過酸化水素水による障害が見られ、低い発芽率となった、としている。実際に今回我々が調査した過酸化水素水濃度 1%, 浸漬日数 3 日間、処理温度

30℃等の条件では、胚に障害がみられ、発芽率が劣った。これは、品種や収穫後のサンプルの状態の違いにより、適正な休眠打破の条件が異なると考えられたことから、今回生産物審査を行う原種等のサンプルで適正な条件を検討した。

また、生産物審査機関である普及指導センターでは 1 台しかない恒温器を発芽調査時の温度 30℃で連続稼働させている場合、過酸化水素水処理を室温で行うこととなる。このため収穫期間が長い水稻の場合、発芽調査期間も初秋から晩秋の時期となり、室温が時期により大きく異なることから、室温での処理を想定すると、より適温範囲が広い条件が良いと考えられる。これらを踏まえて、休眠が深い、やや深い、いずれの調査時期でも発芽率 90%を超える温度帯が広い、過酸化水素水濃度 0.7%, 浸漬日数 2 日が適すると考えられた。

特に、両調査時期で共に発芽率が 90%を超える温度帯は 15~25℃で、これは 9~11 月の平均気温の温度帯 (太宰府アメダス半旬ごとの平均気温) (気象庁 2019) と合致しており、種子審査を実施する 9~11 月の室温処理にも対応できると判断される。なお、両調査時期で最も発芽が良好な温度は 20℃であることから、恒温器で処理温度が管理できる場合や、室温が 15~25℃より大きく外れる時期、再調査の必要がある場合等では、恒温器を利用して 20℃で処理することが望ましい。また、明らかに休眠が深く発芽率が低かった場合には、休眠が深い 2018 年 10 月調査で最も発芽勢、発芽率が高かった、過酸化水素水濃度 0.7%, 浸漬日数 3 日、処理温度 20℃が望ましいと推察される。一方、本供試材料は第 1 表に示す品種であり、「山田錦」等穂発芽易の品種での試験は行っていない。このため、前述の高木ら (1986) の結果で休眠性が低い品種では高濃度条件等で発芽が低くなることから、穂発芽易の品種については、本条件で胚に障害がみられる等により発芽不良となる場合、逆に条件を緩やかにするなども検討すべきと考えられる。

2 過酸化水素水処理を室温で行う場合の暗黒にする必要性

過酸化水素水処理を室温で行う場合、暗黒にする必要性は認められなかった。このため、室温処理は段ボール等で覆うことなく簡便に放置できる。

3 発芽床にビーカーを使用した簡易な発芽調査方法

発芽床に休眠打破で使ったビーカーをそのまま使う簡易な方法は、シャーレを使用した場合の発芽率と大きな差はなく、種子審査では対応可能と考えられた (第 3 図)。また、水替えの頻度では、2 日おきの水替えや、土日水替えなしなど、3 日に 1 回程度の水替えでも、毎日水替えした場合と同等の発芽率となった。

育苗播種前の種子吸水時には、流水や毎日の水替えが催芽上通例となっているが、種子審査における発芽床にビーカーを使用した発芽調査時の水替えについては、週末土日でも水替えをする必要がないため、種子審査の負担軽減にもつながる。なお、2 日おきや土日水替えなしで

は、4日後の発芽勢が毎日水替えに比べて、わずかに低くなっている。このため、発芽勢の正確なデータが必要な場合には、毎日の水替えを行うか、発芽床をシャーレで行う方法が良いと推察された。

以上を踏まえて、第4図に種子審査に係る収穫後水稻種子発芽調査の手順を示す。これまでは、休眠打破や発芽調査の条件が不明確で、調査場所によりやり方が異なり、再調査となる場合も多かったが、条件を統一することにより発芽能力をどの場所でも正確に判定することができ、種子審査の円滑な運営につながると考えられた。



第4図 種子審査に係る収穫後水稻種子発芽調査の手順

謝 辞

本研究において、経営技術支援課真鍋泰之専門技術指

導員（現参事）には、普及指導センター等での発芽調査方法の実態等ご教授いただいた。また朝倉農林事務所農業振興課農産・金融係、農林業総合試験場筑後分場には収穫後の原種を提供いただいた。また九州各県の水稲育種・奨決関係の方々から、各県での発芽調査に関する情報を提供いただいた。ここに深く感謝申し上げる。

引用文献

- 福岡県(2018)福岡県稲、麦類及び大豆の種子の安定供給に関する基本要綱。
- 福岡県・福岡県米麦品質改善協会(1999)種子生産の手引き(暫定版)。
- 福岡県・福岡県米麦品質改善協会(2000)種子生産の手引き。
- 福岡県・福岡県米麦品質改善協会(2014)稲・麦・大豆種子生産の手引き。
- 福岡県米麦品質改善協会(2019)令和元年度通常総会資料。
- 林 満・日高洋一郎(1979)稲種子の休眠性および発芽性に関する研究Ⅷ登熟中並びに収穫後の温度条件が種子の休眠および穎の変性に及ぼす影響。鹿大農学術報告29：21-32。
- 池橋 宏(1973)稲の発芽諸特性の品種間差異および環境変動に関する育種学的研究。農事試験場研報19：1-60。
- 気象庁(2019)過去の気象データ検索。気象庁，東京，<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>。
- 太田和也・藤代 淳(2015)水稻種子の収穫直後において発芽能力を効果的，効率的に評価するための休眠打破法。千葉農林総研報7：49-57。
- Roberts, E. H. (1961) Dormancy in rice seed. II. The influence of covering structures. J. Exp. Bot. 12:430-445.
- 高木 胖・佐本四郎・岸川英利・本村孝子(1986)過酸化水素による稲種子の休眠打破。佐賀大農彙61：55-59。