

育苗管理方法がイネばか苗病の発生に及ぼす影響

笹原教子¹⁾

Effects of Seed and Seedling-raising Management on *Gibberella fujikuroi* Infection Rates

Noriko SASAHARA

抄 録

近年、温湯浸漬法が急速に普及しているが、その一方でばか苗病の発生面積が増加している。同じ工程で温湯処理を行った種子を用いたにも関わらず、ばか苗病の発生程度に違いが見られ、温湯処理後の育苗環境により防除効果が低下する可能性が考えられた。そこで、温湯処理後の種子管理や育苗管理方法がばか苗病の発生に及ぼす影響を検討したところ、ばか苗病発生量と有意な相関関係が得られたのは浸種温度、催芽温度、出芽方法であり、高温での浸種、低温での催芽及び無加温出芽で発生量が多かった。また、現地のばか苗病発生農家では無発生農家に比べて浸種温度が高い傾向が見られ、浸種温度はばか苗病発生量に大きな影響を及ぼすと考えられた。

キーワード：水稲 イネばか苗病 温湯浸漬法 育苗管理 浸種温度

key words : paddy rice, *Gibberella fujikuroi*, hot-water treatment, seedling-raising management, seed-soaking temperature

緒 言

宮城県では近年、育苗期や本田でイネばか苗病 (*Gibberella fujikuroi*) が多発傾向にあり、その主な原因として、急速に普及した温湯浸漬法の影響があげられる。温湯浸漬法は、化学合成農薬の使用で生ずる廃液処理の問題が無く、使用農薬成分を減らせるため、環境に配慮した防除技術として広く活用されている。2011年における県内での温湯浸漬法の普及面積は、全作付面積の約7割に達している。

防除効果については化学合成農薬とほぼ同等との報告があるが^{4) 5)}、多発生条件下では効果が劣るとの報告もある⁶⁾。

県内では、各地域に大規模な温湯浸漬施設があり、種子の温湯処理、その後の冷却、乾燥、保管まで流れ作業で一括処理を行っているところが多い。すなわち同じ工程で温湯処理が行われた種子が各農家へ配布される。しかし、その種子を用いたにも関わらず、個々の農家ではばか苗病の発生程度に違

第1表 温湯浸漬後の種子管理および育苗管理における試験区

試験区	温湯浸漬	保管期間	浸種温度	催芽温度	出芽方法	緑化温度	育苗方法
慣行区	60℃10分	なし	10℃	30℃	加温	20℃	プール育苗
保管期間区	-	1ヶ月	-	-	-	-	-
	-	2週間	-	-	-	-	-
浸種温度区	-	-	5℃	-	-	-	-
	-	-	15℃	-	-	-	-
催芽温度区	-	-	-	26℃	-	-	-
	-	-	-	34℃	-	-	-
出芽方法区	-	-	-	-	無加温	-	-
緑化温度区	-	-	-	-	-	10℃	-
	-	-	-	-	-	5℃	-
育苗方法区	-	-	-	-	-	-	畑育苗

注1) - : 慣行と同様の操作

注2) 種子の保管：外気温（網室）でパイプにつるす

注3) 畑育苗：育苗ハウス内に育苗箱をべたおき

いが見られ、毎年同じ農家で発生する事例も散見された。これより、温湯処理後の育苗管理の中でばか苗病の発生を助長する要因となる工程があると考えられた。そこで、2007年から2009年にかけて温湯処理後の種子管理や育苗管理がばか苗病の発生に及ぼす影響について検討した。

材料及び方法

I 温湯処理後の種子管理と育苗管理がばか苗病発生に及ぼす影響に関する試験

試験には、開花期にばか苗病菌を接種した籾を健全籾に10%混合した種子を用いた(2007年産、品種:「ひとめぼれ」)。全処理区について60℃10分間の温湯浸漬後、慣行区を「保管期間:なし(温湯浸漬後すぐに浸種)、浸種温度:10℃(10日間)、催芽温度:30℃(24時間)、出芽方法:加温、緑化温度:20℃、育苗方法:プール育苗」とし、保管期間から育苗方法について、第1表のとおり異なる試験区を設置し、ばか苗病発生程度の違いを調査した(2008年)。標準育苗箱の1/10サイズのプラスチック容器を用いて、4月22日に16g/箱(乾籾)を播種し(3反復)、育苗はガラス室内で行った。調査は5月13日(播種後21日目)に1/2苗の徒長苗及び枯死苗を調べ、発病苗率を算出した。

第2表 浸種・催芽・出芽の組み合わせ

試験区	浸種	催芽	出芽
①	5℃	26℃	加温
②	5℃	26℃	無加温
③	5℃	30℃	加温
④	5℃	30℃	無加温
⑤	5℃	34℃	加温
⑥	5℃	34℃	無加温
⑦	10℃	26℃	加温
⑧	10℃	26℃	無加温
⑨	10℃	30℃	加温
⑩	10℃	30℃	無加温
⑪	10℃	34℃	加温
⑫	10℃	34℃	無加温
⑬	15℃	26℃	加温
⑭	15℃	26℃	無加温
⑮	15℃	30℃	加温
⑯	15℃	30℃	無加温
⑰	15℃	34℃	加温
⑱	15℃	34℃	無加温
無処理区	10℃	30℃	加温

II 出芽時の温度がばか苗病発生に及ぼす影響に関する試験

出芽時の温度がばか苗病の発生量に及ぼす影響について調査した(2007年)。温湯浸漬(60℃10分間)を行った種子、対照として塩基性塩化銅・フルジオキシニル・ペフラゾエート剤(モミガードC)の浸種前24時間浸漬を行った種子、及び無処理の種子を用いて、それぞれ出芽時に慣行の温度の場合と低温に遭遇させた場合のばか苗病発生程度を調査した。

試験には、開花期にばか苗病菌を接種した籾を健全籾に5%混合した種子を用いた(2006年産、品種:「ひとめぼれ」)。浸種(15℃、7日間)、催芽(30℃、24時間)を行い、6月6日に標準育苗箱の1/10サイズのプラスチック容器に16g/箱(乾籾)播種した(3反復)。播種後、慣行区は人工気象室(昼間25~30℃、夜間10~15℃)で8日間出芽を行った。低温区は、9時から17時まで25℃の恒温室(照明点灯)に置き、17時から9時までは5℃の恒温室(暗室)に置くことで、夜間を低温とし、15日間出芽を行った。緑化開始後は慣行区、低温区ともに人工気象室内で慣行の育苗管理を行った。なお、出芽、緑化期間中は両区とも被覆資材(遮光シート及び保温シート)を使用している。調査は7月2日(播種後26日目)に慣行区、7月10日(播種後34日目)に低温区の1/2苗について徒長苗及び枯死苗を調べ、発病苗率を算出した。

III 浸種・催芽・出芽の組み合わせに関する試験

浸種と催芽と出芽について、それぞれ温度や方法を変え、浸種{5℃、10℃、15℃}×催芽{26℃、30℃、34℃}×出芽{加温、無加温}とし、組み合わせた18区を第2表のとおり設置し、ばか苗病発生程度の違いを調査した(2009年)。2008年産ばか苗病開花期接種籾を健全籾に10%混入した種子(品種「ひとめぼれ」)を用い、60℃10分間の温湯浸漬後、浸種は5℃で20日間、10℃で10日間、15℃で7日間、催芽はすべての試験区で24時間行い、標準育苗箱の1/10サイズのプラスチック容器に播種した(乾籾16g/箱、3反復)。加温出芽は3日間、無加温出芽は7日間行い、緑化開始後はガラス室内で慣行の育苗管理を行った。試験は3回行

第3表 各農家における育苗の耕種概要

農家	温湯処理	浸種	催芽	芽止め	播種	田植え
A	2月26日	3月5日	3月25日 (30℃)	3月26日	4月1日	5月1日
B	2月	2月下旬	4月3日 (28℃)	4月5日	4月8日	ゴールデンウィーク中
C	2月	2月下旬	3/30~4/2	4月2日	4月5日	ゴールデンウィーク中
D	3月24日	3月24日	4月3日 (30℃)	4月6日	4月8日	ゴールデンウィーク中
E	(化学合成農薬)	4月4日	4/16~17 (30℃)	4月17日	4月21日	5月17日

い、5月8日(試験Ⅰ)、7月3日(試験Ⅱ)、9月4日(試験Ⅲ)にそれぞれ播種した。播種後25日後に徒長苗及び枯死苗を調べ、発病苗率を算出した。

IV 現地事例調査

現地において、温湯浸漬を行っているばか苗病が発生している農家と発生していない農家における育苗中の温度管理を比較した(2009年)。ばか苗病発生農家2件(農家A,B)、無発生農家2件(農家C,D)及び参考として化学合成農薬により種子消毒を行っている農家1件(農家E)を対象に試験を行った(農家A~Dは温湯浸漬を行っている)。浸種から移植までの期間中、おんどとり(温湿度データロガー TR-72Ui; T&D Corporation)を30分おきに記録されるよう設定し、浸種温度、催芽温度、育苗ハウス内温度を測定した。各農家の育苗における耕種概要は第3表のとおりである。

結果

I 温湯浸漬後の種子管理と育苗管理がばか苗病発生に及ぼす影響に関する試験

温湯浸漬後の保管期間、浸種温度、催芽温度、出芽方法、緑化温度、育苗方法の違いにおいて、ばか苗病発生量と有意な相関関係が得られたのは浸種温度区、催芽温度区、出芽方法区であった(第1図、第2図)。浸種温度は5℃、10℃、15℃の順に発病苗率が高くなり、催芽温度については34℃、30℃、26℃の順に発病苗率が高くなった(第2図)。また、出芽方法は加温に比べて無加温の場合に発病苗率が高かった(第2図)。これより、ばか苗病の多発には、浸種から出芽までの期間中の温度等の影響が大きく、高い温度での浸種や、低温での催芽、無加温での出芽はばか苗病の発生を助長すると考えられた。

II 出芽時の温度がばか苗病発生に及ぼす影響に関する試験

播種後約2週間(出芽時)は、慣行区と低温区で昼夜ともに温度差が5℃以上あり、夜間は慣行区で10~15℃、低温区で5~10℃に保たれた(第3図)。

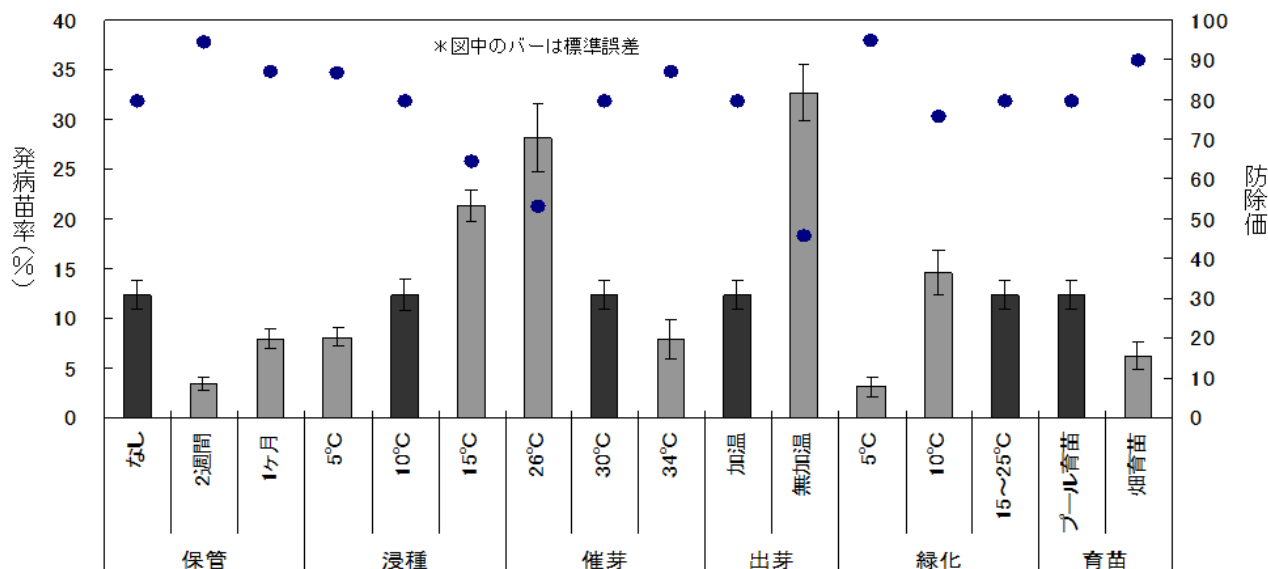
無処理の種子における発病苗率は、慣行区で61.7%、低温区で77.1%であり、多発生条件下での試験であった(第4図)。塩基性塩化銅・フルジオキシニル・ペフラゾエート剤(モミガードC)を処理した種子における発病苗率は、慣行区、低温区ともに0%であった。一方、温湯浸漬を行った種子における発病苗率は、慣行区で12.5%であったのに対し、低温区で53.1%であり、防除効果が著しく低下した(第4図)。よって、出芽時に昼間25~30℃程度に保たれ、夜間10~15℃程度の温度条件下では、ばか苗病発生は抑えられているが、日照不足等により昼間20~25℃までしか温度が上がらず、夜間も5~10℃のような低温条件下では、ばか苗病の発生が助長されると考えられた。

III 浸種・催芽・出芽の組み合わせ

浸種温度、催芽温度、出芽方法を変えてそれぞれ組み合わせた管理とばか苗病の発生程度を検討したところ、「浸種5℃・催芽34℃・加温出芽」、「浸種10℃・催芽26℃及び30℃・加温出芽」の組み合わせにおいて、3回の試験ともばか苗病の発生程度が低く抑えられていた(第5図)。また、特に多発生条件下では浸種温度が15℃のときに発生が多くなる傾向が見られた。

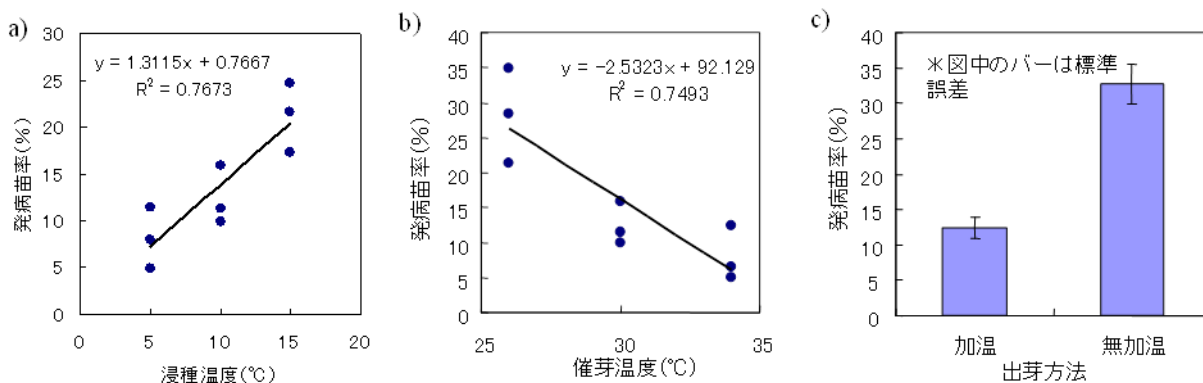
IV 現地事例調査

ばか苗病の発生程度は農家Aが10本/箱、農家Bが1~2本/箱、農家C、D、Eが無発生であった(第3表)。農家A~Dの4件における浸種中の温度は、ばか苗病無発生農家と比較して発生農家で高い傾向が認められた(第6図)。また、おんどとりによ



第1図 種子管理および育苗管理の違いがばか苗病の発生に及ぼす影響

注) 催芽はいずれも24時間処理であり、温度により催芽程度が異なる。色の濃い処理は慣行区。



第2図 ばか苗病発生量と有意な相関の得られた種子管理方法における関係

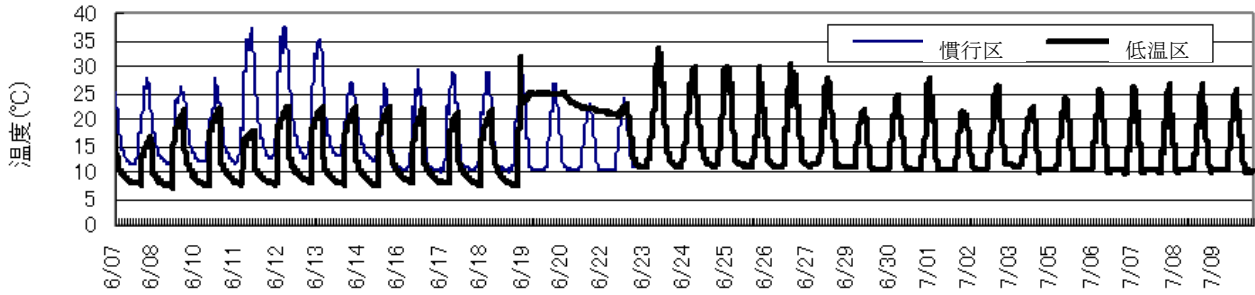
- a) 発病苗率と浸種温度の関係 b) 発病苗率と催芽温度（催芽程度）との関係
c) 発病苗率と出芽方法との関係

り30分おきに記録された温度を1回とし、浸種温度が15°C以上になった回数及び積算温度を調べると、農家Cが6回（積算温度180）、農家Dが0回（積算温度0）だったことに比べて農家Aは46回（積算温度1308）、農家Bは69回（積算温度2070）であり、15°C以上になる期間が多かったことがわかった（第4表）。なお、化学合成農薬を使用した農家Eについては、浸種温度は農家A、Bと同様に高かったものの、ばか苗病の発生はなかった。また、農家4件における催芽中の温度と播種後の育苗ハウス内の温度推移については、ばか苗病発生に関する一定の傾向が見られなかった（データ略）。

考察

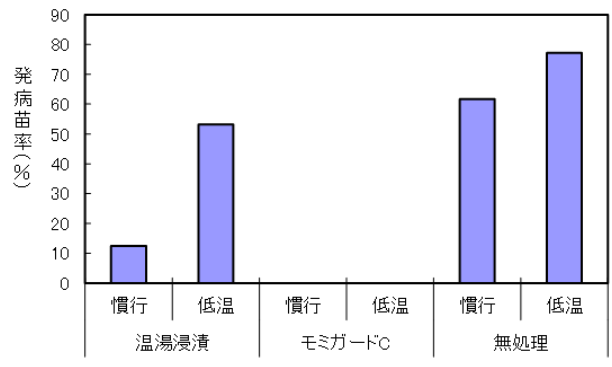
今回行った試験では、温湯処理後の管理として、浸種温度、催芽温度、出芽方法においてばか苗病発生量の違いが見られた。

浸種温度については、温度が高くなるほどばか苗病の発生量が多くなる結果となった。浸種中に罹病粒が混入していた場合、罹病粒から離脱した分生胞子が他の健全粒に付着する¹⁾。また、浸種時の水温が5°Cでは、粒への菌糸の付着が認められず、15°Cでは付着が認められたことから、15°C以上では粒表面での菌の繁殖が可能であることが明らかにされている²⁾。これより、浸種温度による粒上でのばか苗病菌の繁殖状況の違いがその後のイネと菌の生育に影響し、浸種温度が15°Cでは、5°Cや10°C



第3図 慣行区および低温区における苗付近の温度推移

注) 播種後13~15日に苗を25°C恒温室に置き十分な芽出しを行った



第4図 各処理区における慣行区及び低温区における発病苗率

の場合と比較して発病苗率が高くなったと推察される。

催芽温度については、温度が低くなるほどばか苗病の発生量が多くなる結果となった。試験を行った3つの温度(26°C, 30°C, 34°C)ともに処理時間は24時間としたため、26°Cでは芽が十分に出ず、はと胸にならない籾が多い状態、30°Cではほとんどの籾がはと胸状態、34°Cでははと胸よりやや芽が伸びている籾が多い状態であった。従って、低温での催芽により、芽の出方が不十分であった場合、ばか苗病の発生が多くなると考えられる。出芽方法については、加温出芽に比べて無加温出芽で発生量が多くなった。無加温出芽においても、特に昼間20~25°C、夜間5~10°Cのような低温条件下ではばか苗病発生量が多くなる結果となった。

県の稲作指導指針では、催芽は籾がはと胸状態になるよう30°C程度で行い、出芽は加温出芽(30°C程度)を行うよう指導している。ばか苗病菌の発芽適温及び菌糸の伸長適温は25~30°Cであるため⁷⁾、催芽時及び出芽時の温度はばか苗病菌の繁殖にとっても好適な環境である。しかし、催芽温度や出芽

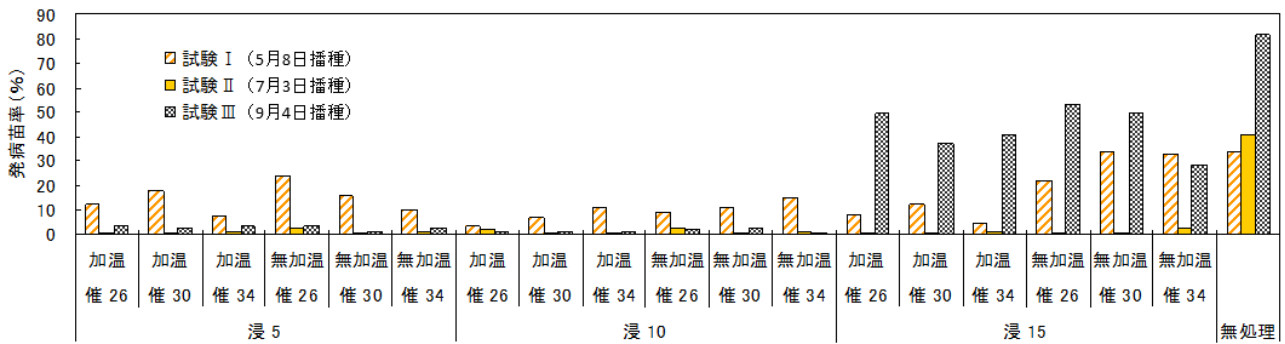
温度が低かった場合、イネの芽が十分に出るまで時間がかかるため、その分ばか苗病菌が繁殖する期間も長く、30°C程度で行った場合よりも、ばか苗病の発生量が多くなると考えられる。

ばか苗病の発生量と一定の関係が認められた浸種温度、催芽温度、出芽方法の違いに絞って調査を行ってみると、ばか苗病の発生を低く抑える管理は、浸種温度を5~10°Cにすること及び加温出芽を行うことが重要と考えられた。また、特に多発生条件下では、浸種温度が5~10°Cではばか苗病の発生量が少なかったのに対し、浸種温度が15°Cのときに顕著にばか苗病の発生が多くなったことから、浸種温度により発生量が大きく影響すると推測された。

さらに、現地でばか苗病発生農家と無発生農家の浸種、催芽、出芽のときの温度を比較してみると、浸種温度に明らかな違いが見られ、発生農家では浸種温度が高い傾向にあった。浸種温度が高くなる原因は、ハウス内あるいは野外で日が当たる場所で浸種を行っていることなどによる。日が当たる昼間は水温が上昇してしまい、今回の試験では最高で21.7°Cに達している時間帯があった。鈴木ら³⁾は現地農家の育苗管理について症例対照研究により解析を行い、浸種を行う場所に日が当たることをばか苗病の発生を助長する要因の一つであると報告しており、本試験の結果と一致している。

このように、ばか苗病の発生は常に栽培方法と密接に結びついている。今回の試験結果からは、ばか苗病発生の助長を防ぐための管理として以下の3つがあげられる。

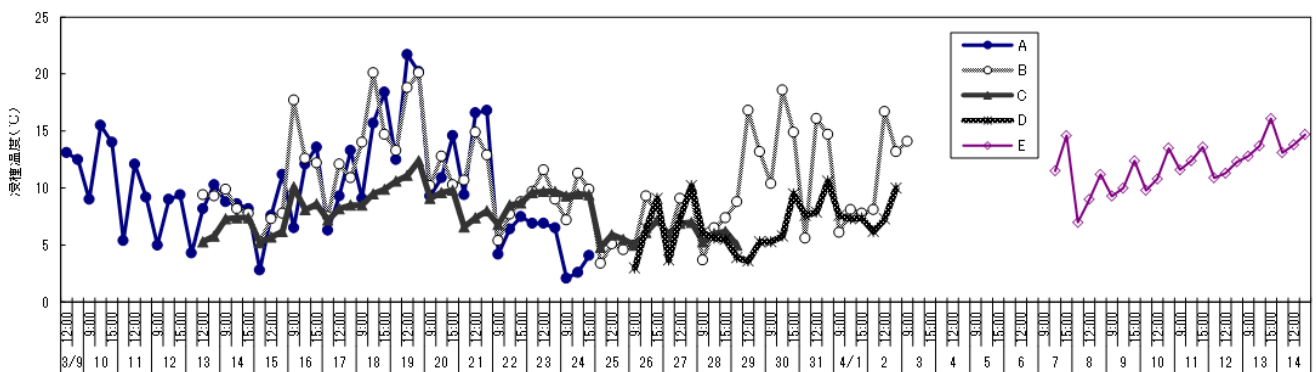
- ①浸種温度が15°C以上にならないように管理する。
- ②催芽は適正な温度(30°C前後)で十分に行う。



第5図 育苗管理（浸種温度・催芽温度・出芽方法）の違いによるばか苗病発病程度

注1) 浸5・10・15：浸種温度5℃・10℃・15℃，催26・30・34：催芽温度26℃・30℃・34℃，加温・無加温：加温出芽・無加温出芽

注2) 無処理区は浸種10℃・催芽30℃・加温出芽を行っている



第6図 現地農家5件における浸種液中の温度推移

③出芽は加温出芽を行う。無加温出芽の場合は被覆資材等により低温にならないようにする。

いずれも、県で指導している内容であり、ばか苗病発生の助長を防ぐためには基本的な技術を励行することが重要であると考える。

引用文献

- 1) 石井正義. 1975. 浸種中におけるイネ馬鹿苗病の感染とその後の発病. 日植病報 41(3) : 246
- 2) 石井正義. 1977. イネ馬鹿苗病の防除に関する研究 第1報 浸種中における感染. 四国植防 12 : 1-5.
- 3) 鈴木智貴, 畑中教子. 2011. 温湯処理後の管理におけるイネばか苗病の多発要因解析. 日植病報 77(3) : 208
- 4) 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.
- 5) 林かずよ, 小山淳, 石川志保, 城所隆. 2002.

第4表 現地農家におけるばか苗病発生と浸種温度の関係

農家	ばか苗病発生状況	平均浸種温度(℃)	浸種15℃以上の出現回数	15℃以上の積算温度
A	10本/箱	7.4	46	1308
B	1~2本/箱	7.4	69	2070
C	なし	7	6	180
D	なし	6.8	0	0
E	なし	13.2	52	1560

注1) 出現回数は30分おきに記録された温度を1回として算出している。

注2) 種子消毒はA~Dが温湯消毒, Eは化学合成農薬を使用している。

注3) 積算温度は30分おきに記録された温度のうち, 15℃以上となった温度の積算を示す。

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

6) 根本文宏, 山田真孝. 2006. 温湯浸漬を利用した水稻種子消毒の効果と問題点. 北日本病虫研報

56 : 206.

7) 秋田滋 他. 社団法人植物防疫協会. 2010.

植物防疫講座 第3版 病害編 139

Effects of Seed and Seedling-raising Management on *Gibberella fujikuroi* Infection Rates

Noriko SASAHARA

Summary

Although the use of hot-water treatment to help prevent seed-borne disease has spread quickly in recent years, the areas affected by 'bakanae' disease are increasing in Miyagi prefecture. Because there are differences in infection rates within the same farming areas, despite the use of hot-water treatment, we examined between-farm differences in rates of infection with 'bakanae' disease. We hypothesized that the effectiveness of control varied with changes in seed and seedling-raising management after hot-water treatment. We therefore examined the influence of management after hot-water treatment on rates of infection with 'bakanae' disease. Seed-soaking temperature, the temperature used to force sprouting, and seedling establishment method were significantly correlated with rates of infection with 'bakanae' disease. Seed-soaking at high temperature, forced sprouting at low temperature, and reduced warming at seedling establishment increased outbreak rates. Moreover, on farms where 'bakanae' disease appeared, compared with farms free of the disease, the seed-soaking temperature tended to be high. Seed-soaking temperature likely had a large influence on the emergence of 'bakanae' disease.