

# 無農薬栽培のためのイネの種子処理

筑波国際センター 業務二課 農業開発栽培班 稲作担当 小長谷裕宝

## 緒論

私が有機農業を始めたとき、イネ種子の消毒方法をどうするかという課題に直面した。当時、(1)消毒不要、(2)化学的消毒、(3)湯に漬ける消毒法、という3つの方法が一般的に行われていた。

私は自然界に存在しない物質を使いたくなかったので、(1)の方法を試みたところ育苗箱120枚のうち20枚の苗が苗細菌病類の被害のため使えなかった。次に(3)を試みたところ、全く被害は出なかった。温湯処理(パストール法)の有効性は農家の間では通説となっており、もともとは秋田県大曲市の有機栽培農家佐藤栄氏が60の湯に5分間つけるという方法で始めたのが最初ではないかと思われる。佐藤氏に尋ねたが、その根拠が明らかではなかった。そこで農家が手軽にできる種子消毒法として温湯処理法の効果について調査した。種子の処理については、野菜では乾熱処理が一般的である<sup>1,2)</sup>が、稻穀では発芽率が著しく低下するため実用的でない<sup>24,25)</sup>という報告がなされているので、処理の対象から外した。

イネ種子伝染性の病害は、これまでに次の7種類が確認<sup>9)</sup>されている。菌類による馬鹿苗病、ゴマハガレ病、イモチ病；バクテリアによる褐条病、粉枯細菌病、苗立枯細菌病；センチュウによる心枯線虫病。

また、現在の種子消毒法には化学的方法を除き次のようなものがある。

例1) 比重1.15の比重選で80%の馬鹿苗防除可、酵素ビタナール(1000倍液)+玄米酢(200倍液)<sup>5)</sup>

例2) 60 5~10分間浸漬<sup>13)</sup>

例3) 比重1.18で比重選、60 5分間浸漬し、さらに水でさます<sup>14)</sup>

例4) 60 の湯に5分浸漬する(佐藤)<sup>15)</sup>

例5) 乾燥粉を56~57 の湯に10~15分間浸漬してから水で冷却。粉枯細菌病発生地は、乾燥粉を55 の湯に60分間浸漬し水で冷却<sup>18,37)</sup>

例6) 52 の湯に15分間浸漬。馬鹿苗、粉枯細菌病に有効<sup>19)</sup>

例7) 20 16~20時間浸漬後、51 7分間浸漬<sup>50)</sup>

例8) 冷水に12時間予浸後、50 の湯に1分間浸漬し、次に52 の温湯に10分間浸漬してから水でさます<sup>55)</sup>

上記を要約すると、強い比重選をして健全な種粉を選んだ後、温湯処理により殺菌するという手順が一般的とみることができる。

しかし、いくつの比重が適当なのかが明確でないことと、温湯と処理時間がそれぞれ非常に異なっている。そこで、比重についてはキヌヒカリを用いて、温湯と処理時間についてはイネ6品種について発芽率に及ぼす影響を調査し、種子の殺菌について考察したので報告する。

## 1、種粉(キヌヒカリ)の比重が発芽および苗の生育に及ぼす影響

### 実験方法

脱穀機で収穫したキヌヒカリの種子を比重(1)1.00以下、(2)1.06以下、(3)1.08以下、(4)1.10以下、(5)1.13以下、(6)1.16以下、(7)1.16以上に分類し、発芽と苗の生育について調査した。発芽試験は、シャーレに粉をそれぞれ50粒並べ、30の恒温器内にて実施した。反復は6とした。苗の生育試験は、シードリングボックスを用い、育苗用培土の上に播種して21日めに調査した。

### 結果および考察

以上の試験より表1の結果を得た。

表1 種子(キヌヒカリ)の比重が発芽および苗の生育に及ぼす影響

比重	粒数分布** (粒)	重量分布** (g)	千粒重** (g)	発芽率** (%)	葉齢**	充実度** (mg/cm)
<1.00	127.0	1.41	13.14	38.3	3.2	0.373
1.00<1.06	93.0	1.23	16.58	65.8	3.2	0.716
1.06<1.08	64.5	0.77	17.60	76.7	3.3	0.806
1.08<1.10	64.5	0.82	18.38	80.8	3.2	0.921
1.10<1.13	541.8	11.02	20.95	84.2	3.4	1.321
1.13<1.16	1322.0	31.29	24.04	95.8	3.6	1.531
1.16<	1914.7	48.97	25.86	99.2	3.7	1.661
合計	4127.5	95.51				
/平均			23.14	92.9	3.6	1.525

注) 葉齢は不完全葉を含む、充実度は乾物重を草丈で割った値。

( Bouco<sup>7</sup>), Konagaya, 1993 )

以上の結果より、粒の比重が大きいほど発芽率は高く、より健全な苗が得られた。したがって、できるだけ比重の大きな種粉を準備することが望ましい。今回供試したサンプルについては、4 kgの種粉の内、比重の大きな方から2 kg取った場合、ほぼ比重1.16以上となった。種子の必要量の倍を準備し、比重選により二等分し、重い方を種もみに、軽い方は食用またはカモの餌にしてはどうだろうか。

筆者の経験だが、農協より無消毒のコシヒカリの種を取り寄せ、比重1.13の塩水につけたところ半分が浮いてしまった。種粉として販売されているものでも信用はできないことを実感した。

## 2、温湯処理の温度と時間が稻の発芽に与える影響(1)

### 材料および方法

コシヒカリ(短粒)とオオチカラ(巨大粒)の種粉を風選機によって選抜(比重1.13相当、無消毒)し、ボールの湯に規定時間浸種した。湯は、熱線によって加温、またスクリューによって常に攪拌され、水温むらが出ないようにした。温度管理は棒温度計を用い、処理温度±1°となるようにコントロールした。

### 結果および考察

以上の試験について表2の結果を得た。

表2 温湯処理がコシヒカリとオオチカラの発芽率(%)に及ぼす影響

湯の温度	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C	75°C	80°C
浸漬時間	1/6分	-	-	-	-	-	100
	1/2分	-	-	-	-	98-80	0
	1分	100	-	96	94	98-94	40-18
	3分	-	-	100-94	86-82	72-42	0
	5分	100	98	98	86-56	22-4	-
	8分	-	-	94-92	72-22	-	-
	10分	100	100	96-56	50	0	-
	15分	-	100	-	-	-	-

( 小長谷、1996 )

以上の結果より、できるだけ高い温度で、90%以上の発芽率を保証し、短時間に処理できかつ作業時間に余裕を持つことを考慮すると70~1分・65~1分・60~8分のコンビネーションが考えられるが、温度の測定誤差やうっかり温度を上げてしまったり、下げてしまった場合を想定して、普及段階では温度設定は60℃が適当であろうと考えた。稻葉<sup>17)</sup>の結果もほぼ同様であった。

## 2、温湯処理の温度と時間が稲の発芽に与える影響(2)

### 材料および方法

イネ4品種について、温湯(60℃)処理が発芽率に与える影響を(1)と同様にして調査した。品種は、ベレパトナ(長粒、ウルチ)、初星(短粒、ウルチ)、タカナリ(長粒、モチ)、ツクバハタモチ(短粒、モチ)を供試した。

表3 60℃での異なる浸漬時間が4品種の発芽率(%)に及ぼす影響

品種	浸漬時間	2.5分	5分	7.5分	10分	12.5分
ベレパトナ(長粒、ウルチ)	94	96	96		64	64
初星(短粒、ウルチ)	100	98	100		64	96
タカナリ(長粒、モチ)	100	94	96		88	71
ツクバハタモチ(短粒、モチ)	94	92		84	80	88

(Babou<sup>16)</sup>, Konagaya, 1996)

以上の結果より、ツクバハタモチを除いて7.5分までは発芽率90%以上であったが、汎用性を考慮すると発芽率90%を保証する処理時間は、5分程度が適当であると考えた。処理温度と時間についての結論は、上記佐藤の方法と一致した。

ところが、長野県農事試験場<sup>24)</sup>、早坂<sup>25)</sup>によると、60℃より高い温度でも発芽率は90%以上を保持したとしており、処理前の粉の水分に関係があるのではないかと考えられた。追試が必要なところである。

次に温湯処理と病害の防除について考察する。

### 馬鹿苗病

茨城県総合農業センター<sup>24)</sup>は、温湯処理で発芽率が90%以上となるのは、45~16時間、50~60分、60℃では10分まで、これらの処理で馬鹿苗の発生はないとした。

茨城県総合農業センターの馬鹿苗病罹病粉を供試し、比重選と温湯処理の効果について調査した。

表4 異なる比重選による馬鹿苗病の発生程度

比重	馬鹿苗病発生率	効果
未処理	70	100
1.00>	72	103
1.13>	70	100
1.13<	64	91

(1998未発表、Bernard, Konagaya)

1.00と1.13の比重液を準備して、供試粉を処理し、馬鹿苗の発生率を比較したが、比重による汚染

粉の選別はできなかった。供試した粉では、比重液1.13でほとんど浮いてしまったので、比重1.13以上の健全な粉であったならば、発生程度に差が現われたのではないかと考えられた。

表5 馬鹿苗汚染粉の温度処理と発生程度

温度	苗立ち率	発生程度
無処理	100	100
50 5分	96	70
60 5分	100	12
70 5分	46	-

(1998未発表、Bernard, Konagaya)

この結果より馬鹿苗の発生程度は、60 5分の処理によってある程度は抑えられた。

早坂<sup>25)</sup>は、ササニシキを供試し、ベンレートT 100%に対して60 10分の処理で72%の効果を認めた。また、長野県農事試験場<sup>24)</sup>は、馬鹿苗病菌について汚染程度の低い稻粉は45 6時間、50 30分、55 10分、60 5分間で保菌率が0になる。しかしながら、汚染程度が高い場合は、いずれの処理でも著しい保菌率の低下が認められたが、馬鹿苗病菌を完全に死滅させることはできない。したがって、温湯処理は、現在使用されている農薬(スルタルタック)よりは効果が劣るもの、一般的な種粉の汚染程度を想定すれば、実用性を否定するものではないとした。

### イモチ病

長野県農事試験場<sup>28)</sup>によると、55~60 の5~10分間の温湯処理により、胞子形成率でみたイモチの防除効果はチウラム・ベノミル(ベンレートT)水和剤とほぼ同等で、苗イモチの発病抑制効果は、55 10分で認められたものの、その程度は高くはなく、60 10分ではベンレートTの防除効果100%に対して、85%の防除率であった。早坂<sup>23)</sup>は、品種どまんなかでいもち病の胞子形成についての試験を実施し、60 10分の種子処理がベンレートT : 100%に対して95%の効果を認めた。

### 褐条病

長野県農事試験場<sup>31)</sup>は、褐条病に対する温湯処理は、銅水和剤と比較して劣るが、防除効果は認められ、温湯処理が苗の初期生育に対する影響を3品種について調査し、55 5分、60 5~10分処理のいずれの処理も草丈、葉齢、乾物重について無処理区との差は認められないとした。

### 粉枯細菌病

牧野<sup>32)</sup>、十河<sup>33)</sup>、後藤<sup>34)</sup>、安永<sup>38)</sup>らは、塩水選で苗の腐敗症や本田での発病・もみの保菌率などが低下することを明らかにし、比重1.13以上で保菌率が50%以下、1.16以上では10%以下に抑えられたと報告している。

長野県農事試験場<sup>44)</sup>は、粉枯細菌病に対しては60 5分の処理で十分な効果を示すとした。ところが当方の予備試験では、60 5分では防除効果が認められなかった。その後、長野から正式な発表にはなっていないものの、60 10分では40%、62 10分で99%の効果という結果が示された。

### 苗立枯細菌病

長野県農事試験場<sup>48)</sup>は、苗立枯細菌病に対する防除効果は、60 5分間で極めて高く、銅水和剤処理よりも優れた効果が認められたとしたが、早坂<sup>49)</sup>は、はえぬきで、60 10分では効果なしと報告した。

### 心枯線虫病

心枯線虫病について吉井・山本<sup>50)</sup>は、被害種粉を20 以下の冷水に16~20時間浸漬した後、

これを50～52の温湯によって5～10分間の消毒で防除が可能とした。三枝<sup>54)</sup>は、乾燥粉を56で10～15分浸漬し、処理後直ちに冷水に移すことで死滅させることができると報告した。

埼玉県農試のセンチュウ自然感染粉(タマミノリ)を比重選し、(0)無処理、(1)1.00>、(2)1.00<、(3)1.13<、(4)1.16<にグループ分けし、各々20粒づつをベルマン法で線虫の頭数を数えたが、各区とも20頭前後で全く差がなかった。同様の種子を塩水選後、冷蔵庫(8)にて一定期間保存した後、頭数調査したが線虫の活動を確認することはできなかった。線虫防除の簡単な手法となりうるかさらなる調査が必要である。

### 考察

種子伝染性の病気について、手に入った材料を使って研修の範囲内で実験を実施した。表6は、種子消毒剤として登録のなる主な薬剤である。菌類・バクテリア・線虫のすべてに効果的な薬剤はないので、一般的には当地で発生が見込まれる病害を特定して、薬剤を選択するか、いくつかの薬剤を組み合わせて種子消毒を実施している。

古野<sup>55)</sup>は種子消毒に玄米酢を利用している。玄米酢の主成分は酢酸であり、登録農薬のモミエースの主成分も酢酸であり、同様の効果が期待できる。

表6 稲種子伝染性病害と主な対応消毒剤

種類	商品名 病名	ペント T	トリフミン	ヘルシード	テックリー ト	モミエース	キャッチャー	コサイド	スター・ トリフミン	ヒセカ トリフミン
菌類	馬鹿苗病 コマガレ病 狂病									
バクテリア	褐条病									
	粉枯細菌病									
	苗立枯細菌 病									
線虫	心枯線虫病									

(イネの種子伝染性病害と防除、田代<sup>9)</sup>、1996)

農薬の処理に対して比重選や温湯処理の効果を表7に示した。

表7 稲種子伝染性病害に対する比重選と温湯処理の効果

種類	病名	比重選		温湯処理	
		有効	無効	有効	無効
菌類	馬鹿苗病 コマガレ病 仔病				
バクテリア	褐条病 粉枯細菌病 苗立枯細菌病				
線虫	心枯線虫病				

注) は報告数が一つまたは当センターでの結果のみ、 は複数の報告がなされているもの

総合的に判断して、1.13以上の比重選と60度5~10分間の温湯処理を同時に実施することでおむね種糲の消毒は可能なようである。

実施時には、比重選及び温湯処理の各々の技術が糲を完全に殺菌するものではない事を理解した上で、できる限り比重の重い種糲を選別する、処理中に湯温が下がらないように処理糲に対してお湯の割合を多くする、つまりドラム缶等の大きな入物を準備する、糲をお湯に浸けたら糲を上下させて温度むらを無くす、毎回の処理時に必ずお湯の温度を確認する等の工夫が必要である。

しかしながら、種取りの段階で病害発生の無い場所を選ぶという基本に立ち返ることが最大事で、これにより苗代での病害発生を極力抑えられる。

繰り返しになるが、病気に犯されていない健全な糲を得るために、健全に育った稻の糲を採種する。外的要因に対して耐えられる、つまり体力のある重い糲を選種する。それでも病害が心配な場合は、病原の相対数を減らすため温湯処理等の処置をとる。これらの実施により、育苗期での病害の発生を抑える。

ところで、病原の相対数を減らす温湯処理は、ある特定の病気に対処する化学的方法と異なり、田んぼに鴨を放す合鴨水稻同時作になんと似た技術だろうか。鴨が田んぼの生物達を食べ尽くすことが不可能なように、温湯処理も病原を完璧にたたくことは出来ない。それでも田んぼの稻は健全に育つ。ここには、小さな生物達と植物との間の人智を越えた駆け引きが感じられる。

以上より普及段階での結論としては、

- (1) 種取りは病害の無いところから選ぶ。
- (2) 比重選を実施して中味の充実した種糲を選ぶ。
- (3) 目安としては選種後種糲が半分になるくらいにする。
- (4) 温湯処理は60度5~10分で実施する。
- (5) 処理後冷水にて直ちに冷やす。

以上、稻の種糲の無農薬処理法として役立てていただければ幸いである。

### 謝辞

実験実施にあたり、埼玉県農試、茨城県総合農業センターからは種子の提供を受け、植物防疫教会の田代先生、農業研究センターの皆川先生、山形県農試の早坂先生、埼玉県農試の野田先生からの助言を戴いた。筑波国際センターでもご便宜を授かり、海外からの技術研修員の教材として扱わせていただいた。ここに今までお世話になった多くの皆様にお礼を申し上げたい。

### 参考文献および資料

#### 一般

- 1) 長井雄治、1975、野菜ウイルス病の種子の伝染と種子消毒、植物防疫Vol.29-10

- 2) 植松勉、1978、トマト潰瘍病の保菌種子の作成と種子消毒法、日本植防協会、種子消毒に関するシンポジウム
- 3) 小川勝美(岩手県農試環境部)、1984、水稻種子の上手な消毒法、今月の農薬、Vol.28、No.1、p.100 105
- 4) 大畠貫一、1989、稻の病害、診断・生態・防除、全国農村教育教会、pp.565
- 5) 古野隆雄、1992、合鴨ばんざい、p.124-126、農文協
- 6) 小川勝美(岩手県農試)、1993、イネ箱育苗における主要病害の発生生態とその防除に関する研究、岩手県立農業試験場研究報告26-4、No.30、p.1 62
- 7) Bouco、1993、Tests de selection des semences et de croissance en pepiniere des plantules subsequences du riz (variete Kinuhikari)、Rapports de stage de formation au Japon、p.13-20、JICA-TBIC
- 8) 日本植物防疫協会(社)、1994、農薬ハンドブック 1994年版
- 9) 田代定良、1996、イネの種子伝染性病害と防除、(社)日本植物防疫協会研究所、講義用レジュメ

### 温湯処理

- 10) 鎌方未彦、1924、麦種子消毒法に関する試験成績、第二報風呂湯浸法、岡山県農事試験場農事試験成績、Vol.45、p.1-78
- 11) 石山哲爾、1934、小麦黒穂病防除法としての温湯消毒法、満州国立農事試験場、p.51-60
- 12) 山本重雄・吉井甫、1957、風呂湯浸法に於ける浸漬時間と小麦裸黒穂病防除効果について、九州大学農学部学芸雑誌Vol.16- 2
- 13) 天野慶之・高松修・多辺田政弘編、1985、有機農業の事典、pp.363
- 14) 稲葉光國、1993、太茎大穂のイネつくり、p.184-185、農文協
- 15) 高松修・中島紀一・可児晶子、1993、安全でおいしい有機米づくり、p.64-66、家の光協会
- 16) Babou M.、1996、Germination des semences de differentes varietes sous haute temperature、Rapports de stage de formation au Japon、p.13-17、JICA-TBIC
- 17) 稲葉光國、1998、無農薬・有機栽培のための育苗技術、民間稻作研究所、p.28-31
- 18) 岡山県農林部、有機無農薬農産物栽培指針、種子消毒
- 19) 大仁農場における育苗法、自然農法国際研究開発センター

### ばか苗病

- 20) 渡部茂(岩手県農試)、1980、育苗箱内におけるイネ馬鹿苗病の発生特徴、岩手県立農業試験場研究報告、No.22、p.31 54
- 21) 高橋昭二、田中孝、佐久間比路子(山形県農試)、1986、ベノミル耐性イネばか苗病菌の発生実態と防除対策、山形県立農業試験場研究報告、No.21、p.27 43
- 22) 牧野秋雄(静岡県農試)、1988、静岡県におけるベノミル耐性イネばか苗病菌の発生と防除対策、農業技術、Vol.43、No.1、p.15 18
- 23) 入江和己、二井清友(兵庫県中央農技センター)、1989、イネばか苗病の防除に関する研究第1報共同育苗施設における種子消毒方法の実態について、兵庫県立中央農業技術センター研究報告農業編、No.37、p.51 54
- 24) 埼玉県農業試験場・茨城県農業総合センター農業研究所・長野県農事試験場、1996、主要作物の健全種子生産供給のための総合管理システムの確立、平成5~7年度 地域重要新技術開発促進事業 研究成果報告(ばか苗/いもち病/もみ枯細菌病/苗立枯細菌病/褐条病)
- 25) 早坂剛、1998、種子伝染性病害における乾熱・温湯消毒の効果、農薬代替剤利用技術の開発、単年度試験研究成績、山形県農試、p.28-29(いもち/ばか苗/苗立枯)

### ゴマハガレ病

- 26) 佐藤幸夫(秋田県中央病害虫防除所)、1987、稻の育苗と新技術箱育苗におけるごま葉枯病の発生と対策、今月の農業農薬・資材・技術、Vol.31、No.2、p.24 27

### いもち病

- 27) 鈴木穂積、藤田佳克(東北農試)、1981、イネ種子のいもち病罹病程度と種子消毒の効果、北日本病害虫研究会報、No.32、p.98 99
- 28) 埼玉県農業試験場・茨城県農業総合センター農業研究所・長野県農事試験場、1996、主要作物の健全種子生産供給のための総合管理システムの確立、平成5~7年度 地域重要新技術開発促進事業 研究成果報告(ばか苗/いもち病/もみ枯細菌病/苗立枯細菌病/褐条病)

- 29) 早坂剛、1998、種子伝染性病害における乾熱・温湯消毒の効果、農薬代替剤利用技術の開発、単年度試験研究成績、山形県農試、p.28-29（いもち／ばか苗／苗立枯）

### 褐条病

- 30) 矢尾板恒雄（新潟県農業試験場）、1985、箱育苗におけるイネ褐条病とその防除対策、植物防疫、Vol.39-6、p.1-5  
 31) 埼玉県農業試験場・茨城県農業総合センター農業研究所・長野県農事試験場、1996、主要作物の健全種子生産供給のための総合管理システムの確立、平成5～7年度 地域重要新技術開発促進事業 研究成果報告（ばか苗／いもち病／もみ枯細菌病／苗立枯細菌病／褐条病）

### 粉枯細菌病

- 32) 牧野秋雄、1979、イネもみ枯細菌病による苗腐敗症の発生生態、関東東山病虫研報、26:8  
 33) 十河和博、1980、稻モミ枯細菌病の種子消毒法、今月の農業、24(3):48-51  
 34) 後藤孝雄、1981、イネもみ枯細菌病による幼苗腐敗症の耕種的防除(1)、日植病報 47、p.397-398  
 35) 牧野秋雄、1981、イネもみ枯細菌病による苗腐敗症に対する乾熱種子消毒効果、関東東山病虫研報、28:6  
 36) 林宣夫・贊田裕行、1982、イネもみ枯細菌病による苗腐敗症の防除、関東東山病虫研報 29:14-15  
 37) 茂木静夫(九州農試環境第1部)、1984、イネもみ枯細菌病の発生生態と防除、農業および園芸、Vol.59、No.7、p.899 903  
 38) 安永忠道（愛媛県農試）1985、イネもみ枯細菌病の発生生態と防除に関する調査研究、四国試験研究成果概要、p.91-94  
 39) 吉田桂輔、吉村大三郎(福岡県農総試)、1985、イネもみ枯細菌病IV イネもみ枯細菌病の防除対策、植物防疫、Vol.39、No.9、p.410 415  
 40) 十河和博(香川県農試) 1985、イネもみ枯細菌病の発生生態と防除に関する調査研究、四国試験研究成果概要、p.87-90  
 41) 対馬誠也、茂木静夫、内藤秀樹、斎藤初男(九州農試)、1989、イネもみ枯細菌病菌の種粉での生存期間と種粉洗浄液利用による汚染粉簡易検定法、九州農業試験場報告、Vol.25、No.3、p.261 270  
 42) 加藤肇、1990、イネもみ枯細菌病発生と防除対策、住友化学工業株式会社、pp.180  
 43) 角重和浩(福岡県農総試)乙藤まり(福岡県福岡農業改良普及所)、1990、特集最近目立つイネもみ枯細菌病 イネもみ枯細菌病菌の種子から育苗期における消長および薬剤処理による影響、今月の農業農業・資料・技術、Vol.34、No.4、p.106 110、110(1)  
 44) 埼玉県農業試験場・茨城県農業総合センター農業研究所・長野県農事試験場、1996、主要作物の健全種子生産供給のための総合管理システムの確立、平成5～7年度 地域重要新技術開発促進事業 研究成果報告（ばか苗／いもち病／もみ枯細菌病／苗立枯細菌病／褐条病）

### 苗立枯細菌病

- 45) 千葉克彦、仲谷房治(岩手県農試)、1994、1993年産水稻種子の特質と種子消毒対策、北日本病害虫研究会報、No.45、p.29 31（苗立枯病）  
 46) 竹内徹(北海道中央農試)、1994、イネ苗立枯細菌病の種子消毒試験法、北日本病害虫研究会報、No.45、p.21 26  
 47) 加藤智弘、田中孝、藤田靖久、佐藤智浩(山形県農試)、1995、イネ苗立枯細菌病に関する研究第3報薬剤防除法、山形県立農業試験場研究報告、No.29、P.27 36  
 48) 埼玉県農業試験場・茨城県農業総合センター農業研究所・長野県農事試験場、1996、主要作物の健全種子生産供給のための総合管理システムの確立、平成5～7年度 地域重要新技術開発促進事業 研究成果報告（ばか苗／いもち病／もみ枯細菌病／苗立枯細菌病／褐条病）  
 49) 早坂剛、1998、種子伝染性病害における乾熱・温湯消毒の効果、農薬代替剤利用技術の開発、単年度試験研究成績、山形県農試、p.28-29（いもち／ばか苗／苗立枯）

### シンガレセンチュウ病

- 50) 吉井甫・山本重雄、1951、稻線虫心枯病の防除について、九州大学農学部学芸雑誌 Vol.12-2  
 51) 深野弘、1962、イネ線虫心枯れ病の生態および防除に関する研究、福岡県立農業試験場 特別報告18  
 52) 池田弘・吉村大三郎・吉田桂輔、1977、イネ心枯線虫病の育苗箱における感染及び発病について、九州病害虫研究会報23  
 53) 中里筆二・原栄一・高山隆夫、1979、イネシンガレセンチュウによる黒点米の発生と防除、群馬県農業

試験場報告19

- 54) 三枝敏郎、1993、センチュウ おもしろ生態とかしこい防ぎ方、pp.121、農文協  
55) 池隆肆、心枯線虫の冷水温湯浸法、農業技術体系 イネ、農村漁村文化協会