

## イネ白葉枯病萎凋症発生の品種間差異

野田 孝人・佐藤 善司

Takahito NODA and Zenji SATO : On varietal resistance to kresek phase of bacterial leaf blight of rice

### Summary

Four different methods of artificial inoculation; injection bacterial suspension into the basal part of leaf sheaths, needle puncture at the basal part of leaf sheaths, dipping the root part injured by removing a dijested seed into bacterial suspension and dipping the root part into bacterial suspension were applied for seedlings of rice variety Kinmaze in order to establish the more effective inoculation method to induce kresek symptoms. Kresek symptoms were induced more or less with every inoculation method used and first two methods caused severer incidence of kresek symptoms as compared with the other method. To determine the minimum value of bacterial concentration for inducing kresek, the inoculation experiment was conducted with bacterial suspension at concentrations from  $10^1$  to  $10^8$  cells/ml. The Kinmaze seedlings inoculated with the needle puncture method were infected with kresek at high percentages with the inocula at concentrations over  $10^6$ , and at low percentage with the inoculum at a concentration of  $10^3$  cells/ml. Relationship between the occurrence of kresek symptoms and the combination of rice varieties (Kinmaze, Nipponbare : Kinmaze group, Tokai 12, Sigadagabo : Kogyoku group, Te-tep, Zenith : Rantai Emas group, Chugoku 45, Wase Aikoku 3 : Wase Aikoku group), bacterial isolates (T7174 : bacterial group I, T7147 : bacterial group II, T7133 : bacterial group III) and ages of rice seedlings (2-week-old, 4-week-old, 6-week-old) was observed using the needle puncture method. The young seedlings were affected more severely than the old ones. Sigadagabo, Te-tep were showed less kresek incidence caused by T7174, and T7174 and T7133 respectively, in contrast to that the other varieties were susceptible to every differential isolate belonging to bacterial group I, II and III.

イネ白葉枯病の病徴には葉枯症と萎凋症がある。萎凋症は本田移植1～3週間後から病徴が現われ、株全体又は分けつ茎の一部が急激に萎凋し、激しい場合にはそのまま枯死する急性症状である。1950年、Reitzma ら<sup>1)</sup>はインドネシアにおいて本症状を Kresek 病として報告したが、後に後藤<sup>2)</sup>が現地では本症状の病原は葉枯症と同じイネ白葉枯病菌 *X. oryzae* (*X. campestris* pv. *oryzae*) であることを確認している。我が国では、吉村ら<sup>3)</sup>によって本病によるイネの異常生育(ズリコミ症状)として初めて報告され、その後数県でその発生が認められているが、本病に関する研究は主として葉枯症について行なわれてきたので、萎凋症についてはまだ解明

されずに残されている問題点が多い。本試験では先ず萎凋症を高率かつ確実に発生させることができる接種方法を確立し、さらにその方法を用いて菌系・苗令の違いによる萎凋症発生の品種間差異について試験を行ったものである。なお、本報告の一部は既に昭和53年度日本植物病理学会大会で発表した<sup>5)</sup>。

本試験を行うに当たり当場病害第1研究室堀野修主任研究官から種々の御教示ならびに本稿の御校閲を頂いた。また、野菜試験場渡辺康正室長、当場病害第2研究室山元剛主任研究官から有益な御助言を頂いた。供試菌 *X. campestris* pv. *oryzae* は中国農試江塚昭典環境部長から分譲して頂いた。ここに、あわせて深謝の意を表する。

## 材料及び方法

供試品種及び供試菌：試験Ⅰ及びⅡの供試イネ品種は金南風，供試イネ白葉枯病菌 *X. campestris* pv. *oryzae* はⅠ群菌 T7174である。試験Ⅲの供試品種は金南風群品種の金南風，日本晴，黄玉群品種の東海12号，Sigadagabo, Rantai Emas 群品種の Te-tep, Zenith, 早稲愛国群品種の早稲愛国3号，中国45号，の8品種，供試菌はⅠ群菌 T7174，Ⅱ群菌 T7147，Ⅲ群菌 T7133の3菌株である。供試各菌を P S A 斜面培地に移植し，28°C で2日間培養した後，蒸留水10mlに懸濁（約 $10^6$ 個/ml）して接種源とした。試験Ⅱでは上記懸濁液に蒸留水を加えて10倍段階希釈し，所定濃度の細菌懸濁液を調製した。

育苗方法：プラスチック製育苗箱（5×10×15cm）に化成肥料（成分量 N：15，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：15，K<sub>2</sub>O：10%）を箱当たり1g施用し，芽出した上記種子を1条10粒，2条，計20粒播種しガラス室内で育苗した。試験Ⅰ及びⅡでは播種後20日目の苗（4～5葉期）を，また試験Ⅲでは播種後2週間（3～4葉期），4週間（5～6葉期），6週間（6～7葉期）目の苗をそれぞれ供試した。

接種方法：試験Ⅰでは苗を引き抜き根に付着した土を水で洗い落とした後，成長点から下方の葉鞘基部へ菌液を注射して接種する方法（葉鞘基部注射接種法），同様に根を水洗した苗の成長点から下方の葉鞘基部へ菌液を滴下し，滴下部位に針を挿入して接種する方法（葉鞘基部針接種法），苗に残存している籾を除去することにより付傷し，菌液に浸漬して接種する方法（籾除去浸漬接種法）及び根を菌液に浸漬して接種する方法（根浸漬接

種法）の4種類の方法を用いた。試験Ⅰ及びⅡでは接種後1/5000aワグネルポットに移植し，調査時点までガラス室内に保った。なお，葉鞘基部針接種法の簡便法として，移植を行わず育苗箱で育成した苗の葉鞘基部（成長点から上部）へ菌液を滴下し直接針接種を行った結果，葉鞘基部針接種法と同様高率に萎凋症の発生が認められたので，実験Ⅲではこの簡便法を用いた。

調査方法 接種2週間後に萎凋症の発生程度を調査した。試験Ⅰでは萎凋症状の程度を下記の5段階で示した。試験Ⅱ及びⅢでは萎凋症発生率と第4葉（不完全葉枯死（Death））：全葉が萎凋し枯死した苗。

重症（Severe）：全葉の半数以上が萎凋し枯死には至らない苗。

中症（Moderate）：全葉の $\frac{1}{3}$ ～ $\frac{1}{2}$ が萎凋した苗。

軽症（Slight）：全葉の $\frac{1}{3}$ 以下が萎凋した苗。

健全（Healthy）：外見上健全苗と相違の認められない苗。

を含む）以上の萎凋葉率を調査した。

## 結果

試験Ⅰ：各接種方法による萎凋症発生程度の差異 葉鞘基部注射接種及び葉鞘基部針接種では供試したすべての苗で萎凋葉が認められ，枯死株率もそれぞれ45，24%とかなり激しく萎凋症が発生した。籾除去浸漬接種では根浸漬接種と比べて，より高率に萎凋症の発生が認められその程度も激しかったが，萎凋症状を示さない外見上健全な苗が42%も認められた。一方，根浸漬接種では40%の萎凋症苗の発生が認められたが，他の接種方法と比べて発生率，発生程度とも最も低かった（Table 1）。

Table 1. Occurrence of kresek symptoms on rice seedlings inoculated by different methods

Methods of Inoculation	Degree of wilting					No. of seedlings tested
	Death	Severe	Moderate	Slight	Healthy	
Injection bacterial suspension into the basal part of leaf sheaths	45%	23	25	7	0	40
Needle puncture at the basal part of leaf sheaths	24	35	33	8	0	37
Dipping the root part injured by removing a digested seed into bacterial suspension	5	10	35	8	42	40
Dipping the root part into bacterial suspension	0	0	15	25	60	40

試験Ⅱ：菌濃度による萎凋症発生程度の差異 葉鞘基部針接種法を用いて菌濃度と萎凋症発生との関係を調査した。その結果，Table 2 に示すように $10^6$ 個/mlの濃度から萎凋症の発生が認められ，菌濃度が高まるにつ

れて高率に発生し， $10^6$ 個/ml以上の菌濃度では萎凋症発生程度に顕著な差異は認められなかった。この結果は渡辺<sup>1)</sup>がスリランカで行った試験結果とほぼ一致している。

Table 2. Effect of inoculum concentration on the development of kresek symptoms on rice seedlings inoculated by the needle puncture method

No. of bacterial cells per ml of inoculum	No. of leaves tested	No. of leaves wilted	Percentage of leaves wilted	No. of seedlings kresek-affected
0	110	0	0	0/20*
10 <sup>1</sup>	110	0	0	0/20
10 <sup>2</sup>	94	4	4	4/20
10 <sup>3</sup>	109	35	32	11/20
10 <sup>4</sup>	110	47	43	16/20
10 <sup>5</sup>	107	48	45	15/20
10 <sup>6</sup>	104	66	63	19/20
10 <sup>7</sup>	93	53	57	19/20
10 <sup>8</sup>	98	73	74	19/20

\* : No. of seedlings tested.

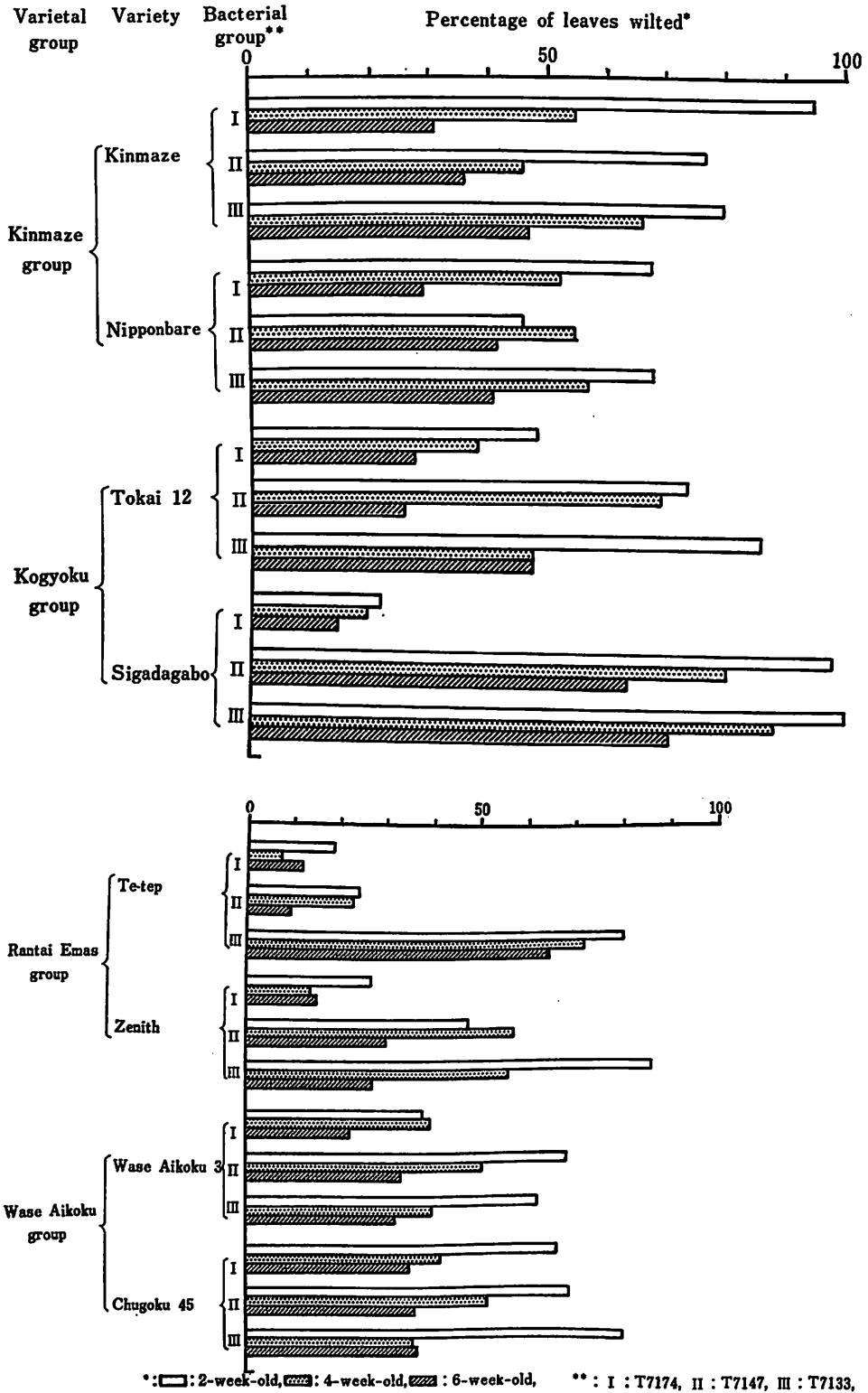
試験Ⅲ：菌系・苗令による萎凋発生程度の品種間差異葉鞘基部針接種法の簡便法を用いて品種（8品種）・菌系（3菌株）・苗令（3苗令）の組合せと萎凋症発生との関係を調査した。その結果、一般に苗令が進むにつれて萎凋葉率が減少する傾向が認められた。品種と菌系の関係を見ると、金南風群品種の金南風、日本晴では供試した3菌株に対して顕著な差異は認められず、いずれも高率に萎凋苗の発生が認められた。黄玉群品種の Sigadagabo では T7174 (I) を接種した場合は萎凋苗率、萎凋葉率とも非常に低かったが、T7147 (II), T7133 (III) を接種した場合には播種後2週間目の苗ではほとんどの苗が枯死した。Rantai Emas 群品種の Te-tep では T7174 (I), T7147 (II) と比べて T7133 (III) を接種した場合、萎凋苗率、萎凋葉率とも非常に高く、Sigadagabo 同様成稲時における葉枯症に対する品種抵抗性と病原細菌の病原性との反応と類似した関係が認められた。一方、早稲愛国群品種の早稲愛国3号、中国45号は供試各菌に対して萎凋症発生程度に顕著な差は認められず、いずれもかなり高率に萎凋葉が発生した。東海12号、Zenith の播種後2週間目の苗では T7174 < T7147 < T7133 の順で萎凋葉率の増加が認められ、葉枯症に対する品種抵抗性と病原細菌の病原性との反応とは異なった結果となった (Fig. 1)。

### 考 察

従来、イネ白葉枯病萎凋症を発生させるための接種方法<sup>7,8,9,10</sup>や組織観察による萎凋症の発生機構<sup>11</sup>について検討されてきたが、解明されずに残されている問題点が多い。当初、病原細菌の感染経路に関して議論が分かれていた<sup>11,12</sup>が、渡辺<sup>9</sup>はスリランカでの萎凋症株の解剖観察結果から葉身の水孔、傷口からの侵入により、また、茎基部の葉跡の損傷部分からの侵入によっても萎凋症が発生することを報告した。その外、萎凋症に関しては、品種抵抗性と病原細菌の病原性との関係が必ずしも認められないこと<sup>6,10</sup>、本病の多発地帯である西南暖地におい

ても発生の報告が少なく、発生地帯が局在化していること、人工接種の際、高濃度の接種菌液を用いても確実に本症状を発生させることが困難であること、本症状が病原細菌による維管束系の閉塞だけで引き起こされるのかどうか<sup>11,12</sup>、本症状を発生させることのできる菌は生理的に他の菌と比べて異なっているのかどうか<sup>13</sup>、など萎凋症の発生生態、発生機構に関して疑問の点が多く残されている。そこで、本症状の発生機構を究明するための基礎試験として菌系・苗令の違いによる萎凋症発生程度の品種間差異を調べるために、より高率に本症状を発生させる接種方法の検討を行った。品種金南風、供試菌 T7174 (I) を用いた場合、葉鞘基部注射接種及び葉鞘基部針接種により、接種4日後から萎凋葉が発生し始め、1週間後にはほぼすべての苗でその発生が認められ、その程度も激しく枯死苗もかなり認められた。根没接種法などと比べ、これらの接種方法は多少手数がかかるが確実にしかも短期間に萎凋症発生程度の検定が行える利点がある。そこで、より操作の簡単な葉鞘基部針接種簡便法を用いて品種・菌系・苗令の組合せと萎凋症発生との関係を調査した。黄玉群品種の Sigadagabo は I 群菌の T7174 を接種した場合に比べて II 群菌の T7147, III 群菌の T7133 を接種した場合、非常に高率に萎凋症が発生し、また Rantai Emas 群品種の Te-tep では T7174 (I), T7147 (II) と比べて T7133 (III) による萎凋症の発生が著しく高く、共に成稲時の葉枯症に対する品種抵抗性と病原細菌の病原性との反応と同様な関係が明確に認められた。しかし、東海12号、Zenith では、そのような関係は認められなかった。早稲愛国群品種の早稲愛国3号、中国45号では、供試各菌に対して発病程度に顕著な差はなく、すべて比較的高率に萎凋葉の発生が見られ、成稲時における葉枯症に対するような抵抗性反応は認められなかった。江塚<sup>14</sup>は早稲愛国群に属する7品種を幼苗葉への針接種で検定した結果、幼苗期接種では供試品種の大部分が感受性に近い反応を示し、苗令が進むにつれて抵抗性を増し、穂揃期における止葉接

Fig. 1 Relationship between the degree of kresek infection and the combination of rice varieties, bacterial isolates and ages of rice seedlings



種では高度の抵抗性を示したことを報告している。国内では葉枯症に関して、幼苗期においては品種抵抗性が必ずしも発現されず、苗令が進むにつれて抵抗性が増大し、止葉において高度の抵抗性を示すようになることは一般に認められている<sup>14,15,16,17)</sup>。播種後2週間目の苗を用いて萎凋症発生程度と葉身針接種による葉枯症の発生程度を比較した結果、萎凋症発生程度の激しい組合せにおいては葉身への針接種によっても激しく発病し、接種葉は急激に巻葉・萎凋し枯死する場合が多かった。また、Sigadagabo, Te-tep では幼苗葉身へ非親和性菌を接種した場合、接種傷跡がわずかに認められる程度の強い抵抗性反応を示した。今後、萎凋症の発生程度と幼苗葉身及び止葉への針接種による葉枯症の発生程度との関係、苗令による抵抗性の変動要因などを検討したい。また、本試験で用いた葉鞘基部針接種法は葉身針接種同様、侵入細菌の進展程度を見るもので自然感染における菌の侵入場面を含めた抵抗性と必ずしも一致しないかも知れない。今後、浸水接種、浸漬接種など、より自然感染に近いと考えられる<sup>10,18)</sup>接種方法による検定結果と比較し、さらに詳細に萎凋症発生程度の品種間差異を検討したい。

### 摘 要

1 葉鞘基部注射接種法、葉鞘基部針接種法、初除去浸漬接種法及び根浸漬接種法の計4種類の接種方法を用いてイネ白葉枯病萎凋症の発生程度を比較した。その結果、前2者により、高率かつ確実に本症状を発現できることが明らかとなった。

2 葉鞘基部針接種法を用いて、菌濃度と萎凋症発生との関係を調査した結果、 $10^8$ 個/mlからその発生が認められ、菌濃度が高まるにつれて高率に発生し $10^6$ 個/ml以上の濃度では顕著な差は認められなかった。

3 葉鞘基部針接種法を用いて品種・菌型・苗令の組合せと萎凋症発生との関係を調査した。一般に苗令が進むにつれてその発生程度は減少した。品種と菌系の関係では、金南風、日本晴、Te-tep、Sigadagaboの萎凋症発生程度は成稲時における葉枯症に対する品種抵抗性と病原細菌の病原性との反応と類似した傾向を示したが、他の品種ではそのような関係が明確には認められなかった。

### 引用文献

1) Reitzma, J. and Schure, P.S.J. (1950) "Kresek", a bacterial disease of rice. Contr. Gen. Agr. Res. Stn. Bogor 117: 1~17. 2) 後藤正夫 (1964) 東南アジアのイネ白葉枯病について。

日植病報 29: 291~292. 3) 吉村彰治・田原敬治・森橋俊春・吉野嶺一 (1960) 白葉枯病による稲のブリモミ症状について。日植病報 25: 43. 4) 吉村彰治・田原敬治 (1962) シラハガレ病による稲の異常生育について (第1報) 症状と発生に関する実態調査。北陸病虫研報 10: 29~32. 5) 野田孝人・佐藤善司 (1978) イネ白葉枯病萎凋症を発現させる接種方法について。日植病報 44: 382. 6) Watanabe, Y. (1975) Ecological studies on kresek phase of bacterial leaf blight of rice. Bull. Tokai-Kinki Natl. Agr. Exp. Stn. 28: 50~123. 7) 吉村彰治・岩田和夫・田原敬治 (1965) 白葉枯病によるイネの異常生育について (第2報) 接種による急性萎凋株の再現。北陸病虫研報 13: 40~42. 8) 吉村彰治・岩田和夫 (1965) イネ白葉枯病に対する品種抵抗性の検定法に関する研究 (第1報) 浸漬接種法とその適用方法その1。北陸病虫研報 13: 25~31. 9) 山元剛・安藤隆夫 (1971) イネ白葉枯病萎凋症に対する品種抵抗性の水耕苗による検定方法。北陸病虫研報 19: 27~29. 10) 山元剛 (1976) イネ白葉枯病浸漬接種法の適用方法に関する研究。北陸農試報 19: 141~177. 11) 吉村彰治・岩田和夫 (1965) イネ白葉枯病によるイネの異常生育について (第3報) 急性萎凋株の分解調査と組織観察。北陸病虫研報 13: 42~47. 12) 田部井英夫 (1968) イネ白葉枯病病原細菌の寄主体侵入に関する解剖学的研究、とくに萎凋症株の組織解剖。日植病報 34: 137~139. 13) Mew, T. W. (1978) Distinction between *Xanthomonas* strains causing leaf blight and wilt symptoms of rice. Proc. 4th Int. Conf. Plant. Path. Bact. 371~374. 14) Ezuka, A., Watanabe, Y. and Horino, O. (1974) Difference in resistance expression of *Xanthomonas oryzae* between seedlings and adults of Wase Aikoku group rice varieties (1). Bull. Tokai-Kinki Natl. Agr. Exp. Stn. 27: 20~25. 15) 向秀夫・土屋行夫・草葉敏彦・吉田孝二・田部井英夫 (1953) 水稲白葉枯病に対する品種間抵抗性の差異 (第3報)。日植病報 17: 161. 16) 久原重松・関谷直正 (1957) 稲の生育時期と稲白葉枯病の発病について。日植病報 22: 9. 17) 脇本哲・吉井甫 (1954) 稲白葉枯病に対する水稲品種の生育時期による抵抗性の変化。九大農学芸雑誌14: 475~477. 18) Zaragoza, B. A. and New, T. W. (1979) Relationship of root injury to the "kresek" phase of bacterial blight of rice. Plant Dis. Repr. 63: 1007~1011.

(1980年9月6日受領)