

イネ褐条病の発生が苗質、本田における生育および種子での保菌に及ぼす影響

門 田 育 生・金 忠 男

Ikuko KADOTA and Tadao KON: Influence of bacterial brown stripe of rice caused by *Pseudomonas avenae*, upon the quality of seedlings, plant growth in paddy fields and the seed transmission

Summary

The growth of the rice seedlings infected with *Pseudomonas avenae*, the causal agent of bacterial brown stripe, and the transmission of the pathogen from infected seedlings to the seeds were investigated. The growth of the leaves and the roots of the infected seedlings were inhibited, and plant height, fresh weight, and percentage of dry matter were declined with disease severity. After symptoms of the disease disappeared in paddy fields, the number of the stem in tillering stage, percentage of ripened grains and thousand-grain weight of infected plants were inferior to those of non-infected ones. After the seeds of infected plants were sown in nursery boxes, the disease occurred on seedlings with high incidence.

イネ褐条病は幼苗期に発生し、苗の葉鞘から葉身にかけて褐色の条斑が形成される病害である^{1,2,4)}。本病に罹病した苗の発病程度は、軽微な病斑にとどまり生育にはほとんど影響が認められないものから、褐色条斑がイネ体全身に及んで生育が顕著に抑制され、ついには枯死に至るものまで観察される。これらの罹病苗の移植時の苗質についてはこれまでほとんど明らかにされておらず、そのため本病の防除要否や移植用苗としての使用可否の判断などを行うことは困難であった。また、本病の発生した育苗箱内の苗にはこれら種々の発病程度を示すイネが健全苗に混在して比較的均一に分散しているが、これを本田に機械移植して栽培した場合のイネの生育や種子における保菌についても不明な点が多く残されており、本病の発生生態を解明する上で大きな障害となっていた。

そこで、本病の育苗箱内での発生が移植時の苗質、移植後のイネの生育および種子における褐条病細菌の保菌にどのような影響を与えているかを明らかにするために、1990年と1991年にいくつかの試験を行ったのでここに報告する。

本試験を行うに当たり、元北陸農業試験場水田利用部病害研究室長の鈴木穂積氏には有益な御助言を頂いた。また同病害研究室長の山元剛氏には御校閲頂いた。ここに記して深謝の意を表する。

材料および方法

1. 供試菌株およびイネ品種

供試菌株は、当研究室で分離し、凍結乾燥によって保存した褐条病細菌 H8301株である。接種に際しては、本凍結乾燥菌をジャガイモ煎汁加用ペプトン-グルコース寒天培地³⁾で増殖させたものを用いた。また、イネ品種には越路早生およびコシヒカリを用いた。

2. 接種方法

イネ種子を15℃で6日間水中に浸漬して鳩胸状態にした催芽粒を、褐条病細菌の菌体懸濁液に20℃で12時間浸漬して接種した。菌体懸濁液はA区が約10⁸CFU/ml (1990年は接種3日後さらに約10⁸CFU/mlの菌体懸濁液50ml/箱を出芽中のイネに噴霧接種)、B区が約10⁷CFU/mlおよび無接種区(C区)が蒸留水とした。これらの接種粒をそれぞれ別々に育苗箱に約200g/箱播種して30℃で3日間高湿に保ち、その後慣行に従って育苗することにより発病苗を得た。

3. 苗の発病調査

接種20日後に各接種区および無接種区から任意に苗を抜取り、これらの苗の発病程度を褐色条斑の見られる葉位によって5段階(0:無発病, 1~4:それぞれ鞘葉, 不完全葉, 第1葉, および第2葉に褐色条斑が認められるもの)に類別することにより、発病調査を行った。

4. 移植時の苗質

移植時の苗質について明らかにするために、1990年に越路早生を供試し、発病苗としてB区の発病程度別に類

別した苗および無接種健全苗としてC区の苗の草丈、葉令、生体重、乾物重、活着率および発根能力を調査した。ここで、活着率は、各苗の根長を約2cmに切りそろえた後、シードリングケースに移植して気温約20℃のガラス室内で灌水状態で生育させ、10日後に活着した苗の割合から算出した。また、発根能力については、各苗の根をすべてハサミで切断し、これら活着率の調査の場合と同様に生育させ、10日後における発根数、最長根長、草丈、茎葉および根部の生体重と乾物重を測定することにより判定した。

5. 移植後の生育調査

元肥としてN, P₂O₅, K₂Oを10a当り各5kg入れた水田(2a/区)に、1990, 1991年とも接種22日後の各区の苗をそれぞれ別々に5月14日に機械移植し、追肥を行わない以外は慣行に従って栽培管理を行った。これらの圃場において、移植直後の株当り植え付け本数、活着不良苗数、単位面積当り植え付け株数、および分けつ期の草丈と茎数を調査した。さらに、1990年には稈長、穂長お

よび穂数、刈り取り後のイネ体の全重、精玄米重、1穂初数、単位面積当り総初数、登熟歩合および千粒重について調査した。調査は各区とも20株ずつ2反復とした。

6. 種子における褐条病細菌保菌程度

種子における褐条病細菌の保菌程度を明らかにするために、1990年の発病苗移植水田(A~C区)において、1区当り30株からそれぞれ別々に登熟後の穂を採集した。これらをパーミキュライトを床土にしたシャーレに約200粒ずつ播種し、10日後に発病苗率の調査を行うことにより、各株の種子における保菌状況を明らかにした。また、各区の総調査個体に占める発病個体の割合を平均発病苗率として算出し、各区の保菌程度を比較した。

結果および考察

1. 病原細菌接種区および無接種区の褐条病発生状況

病原細菌を接種した苗の褐条病の発生状況は、1990年のA区では催芽初に浸漬接種した後、出芽中のイネにさらに噴霧接種したことから発病苗率83%と多発生となり、最も症状の重い発病程度4(病斑が第2葉まで進展したもの)を示す個体の割合が20%を占めた。一方、B区の発病苗率も59%と高かったが、発病程度4を示す個体の割合は4%とA区に比べて明らかに少なかった。次に、1991年の試験においては越路早生およびコシヒカリの両品種ともA区の発病苗率は50%以上であり、B区の発病苗率に比べていずれも高い値を示した。また、A, B各区の発病程度4を示す個体の割合は越路早生でそれぞれ8%, 3%, コシヒカリで15%, 13%であり、A区でやや高い傾向が認められた。また、無接種区では兩年とも発病個体はほとんど認められなかった(第1表)。

2. 発病苗の移植時における苗質

発病苗の移植時における苗質は、発病程度0(無発病)および1(鞘葉に褐色条斑が認められるもの)を示す苗と無接種健全苗との間で、草丈、葉令、生体重および乾

第1表 移植苗のイネ褐条病発病程度別割合(%)

試験区	発病程度				
	0	1	2	3	4
越路早生(1990年)					
A区	17(%)	7	16	41	20
B区	41	47	5	2	4
C区	97	3	0	0	0
越路早生(1991年)					
A区	46	22	18	6	8
B区	74	14	7	3	3
C区	99	1	0	0	0
コシヒカリ(1991年)					
A区	42	26	14	3	15
B区	55	15	12	5	13
C区	98	2	0	0	0

第2表 イネ褐条病発病苗の移植時における生育程度(1990年, 品種: 越路早生)

供試苗	草丈 ¹⁾ (cm)	葉令 ¹⁾	生体重(mg)		乾物率(%)		活着率 (%)
			根部	茎葉部	根部	茎葉部	
無接種健全苗	15.5 a ¹⁾	2.2 a	37.0	91.0	9.9	15.8	92.4
発病苗							
0	15.4 a	2.1 a	36.0	90.3	9.3	15.6	89.3
1	14.8 a	2.1 a	28.3	79.7	10.4	15.8	90.1
2	13.5 b	2.1 a	33.0	80.7	8.4	14.4	72.0
3	12.5 c	2.2 a	29.0	83.0	10.4	13.9	36.0
4	8.9 d	1.8 b	22.3	64.3	9.4	12.6	4.0

1) 草丈および葉令は分散分析を行い、Duncan's multiple range test (5%水準)による有意差の検定を行った。同一英小文字は発病程度間に有意差の認められないことを示す。

物率に差異は認められず、また活着率も高かった。一方、発病程度2（不完全葉に褐色条斑が認められるもの）以上の苗では無接種健全苗に比べて草丈、生体重、乾物率はいずれも発病程度が高くなるにつれて低下し、葉令は発病程度4で低下した。また、活着率の試験において、発病程度2以上の苗は移植後数日以内に根や茎葉がまったく進展しないままに枯死して活着しない個体が多く、活着率は発病程度が高くなるにつれて著しく低下した（第2表）。

次に、発根能力について試験を行ったところ、活着率の試験と同様に、発病程度2以上の苗は移植直後に発根しないままに枯死する個体が多かった。そこで、ここでは移植後に活着が認められた苗についてのみ、それらの発根能力を調査した。その結果、移植10日後の根数およ

び最長根長は、活着が認められた発病苗と無接種健全苗との間で有意な差異は認められなかった。ところが、草丈は発病程度3以上で無接種健全苗との間に有意な差異が認められ、茎葉および根部の乾物率も低下した（第3表）。

以上のことから、発病程度が2以上を示す苗は茎葉および根の生育が抑制されて移植後の活着が不良となり、さらに発病程度が3以上を示す苗は活着してもその後の生育が抑制されることが明らかとなった。矢尾板ら⁹⁾は本病の発生が葉令と草丈に与える影響を発病程度別に調査しているが、本試験はこの結果ともよく一致した。

3. 活着期および分けつ期における生育状況

接種によって得られた発病苗を移植した区では、兩年とも病徴は移植直後には認められたものの上位葉には進

第3表 イネ褐条病発生苗の発根能力と生育程度（1990年、品種：越路早生）

供試苗	草丈 (cm)	根数 (本)	最長根長 (cm)	生体重 (mg)		乾物率 (%)	
				根部	茎葉部	根部	茎葉部
無接種健全苗	15.2 a ¹⁾	5.5	10.2	29.9	109.7	15.4	18.4
発病苗							
0	15.0 a	4.5	8.9	22.9	92.5	15.3	18.2
1	14.9 a	4.8	10.3	32.1	95.9	15.3	18.8
2	14.0 a	5.8	10.8	47.8	108.4	14.2	18.5
3	11.7 b	5.4	12.1	49.2	113.1	15.2	17.9
4	9.7 c	3.8	10.4	28.8	71.9	12.8	15.7

1) 草丈、根数および最長根長については分散分析を行い、5%水準で有意差の認められた草丈について Duncan's multiple range test (5%水準) による検定を行った。同一英小文字間には有意差が認められなかったことを示す。

第4表 褐条病発生苗移植水田におけるイネの生育

試験区名	植付本数 (本/株)	活着不良 苗数 (本/株)	生存株数 (株/m ²)	草丈 (cm)			株当り茎数 (本/株)			m ² 当り茎数 (本/m ²)		
				6月11日	6月28日	7月16日	6月11日	6月28日	7月16日	6月11日	6月28日	7月16日
越路早生 (1990年)												
A区	4.2	2.4	14.3 a ¹⁾	49	69		24.0 a	32.5		343 a	465 a	
B区	4.6	1.7	17.2 b	52	70		32.5 b	32.0		558 b	549 b	
C区	6.0	0.1	17.5 b	55	70		32.3 b	31.6		563 b	553 b	
越路早生 (1991年)												
A区	5.8 a	0.7	17.0	30	61	82	22.5	33.9	27.8	383	576	473
B区	6.2 a	0.6	17.2	29	58	78	22.5	33.4	27.0	387	574	464
C区	7.2 b	0.1	17.5	29	58	79	25.3	35.1	29.6	443	614	518
コシヒカリ (1991年)												
A区	5.6 a	0.6	16.8	32	59	80	20.1	27.1	24.3	338 a	455 a	408 a
B区	5.7 a	0.3	17.2	33	58	77	19.7	25.4	22.3	339 a	437 a	384 a
C区	7.6 b	0.0	17.5	31	59	79	27.2	34.5	30.8	476 b	604 b	539 b

1) 英小文字は Duncan's multiple range test (5%水準) の検定結果であり、同一文字間には有意差が認められなかったことを示す。

展せず、発病葉の消失とともに移植2週間後には病徴を全く認めることができなくなった。また、それ以後病徴が発現することはなかった。

1990年に実施した試験では、活着期において発病苗移植区(A, B区)は無接種健全苗移植区(C区)に比べ、株当たり植え付け本数が少なく、活着不良苗が多い傾向が認められた。特にA区では移植時に発病程度の高い苗の割合が多かったことから、株当たり植え付け本数が4.2本とC区の6.0本に比べて大きく減少し、そのうち2.4本が活着不良苗となった。そのため、本田移植後に株全体が枯死して欠株となる場合が多く、単位面積当りの生存株数は著しく減少した(第4表)。

分けつ期になると草丈には各区間に差異はほとんど認められなかった。株当たり茎数は6月29日にA区で明らかに少なかったものの、7月13日には差異が認められないまでに回復した。ただし、A区では欠株が多いことから、単位面積当りの茎数はいずれの時期にもC区に比べて減少していた(第4表)。

次に1991年の試験では、活着期の株当たり植え付け本数は越路早生およびコシヒカリの両品種とも発病苗移植区(A, B区)で減少し、無接種健全苗移植区(C区)に比

べて有意な差異が認められた。株当たり活着不良苗数はA, B両区でやや多かったが、C区に比べ有意な差異は認められなかった。発病苗移植区において、移植時のA区の発病苗率や発病程度4を示す苗の割合はB区に比べてやや高かったが、両区間に株当たり植え付け本数や活着不良苗数の差異は認められなかった。また、株全体が枯死して欠株となる場合は少なく、単位面積当り生存株数はC区とほぼ同等であった。ここで、兩年とも移植後の株当たり植え付け本数が発病苗移植区で少ないのは、育苗箱内あるいは移植直後に枯死したためであると考えられる。

分けつ期の草丈は各区間に差異はほとんど認められなかったが、株当たり茎数は発病苗移植区で少ない傾向が見られた。特に、コシヒカリのA, B区では株当たり茎数がいずれの調査時期にもC区に比べて6.5~9.1本少なく、単位面積当り茎数では有意な差異が認められた。これは、移植後の気温が高温に経過し、分けつ発生が平年より早く終了したため、発病苗移植による茎数の低下が生育後期まで影響したものと考えられる。

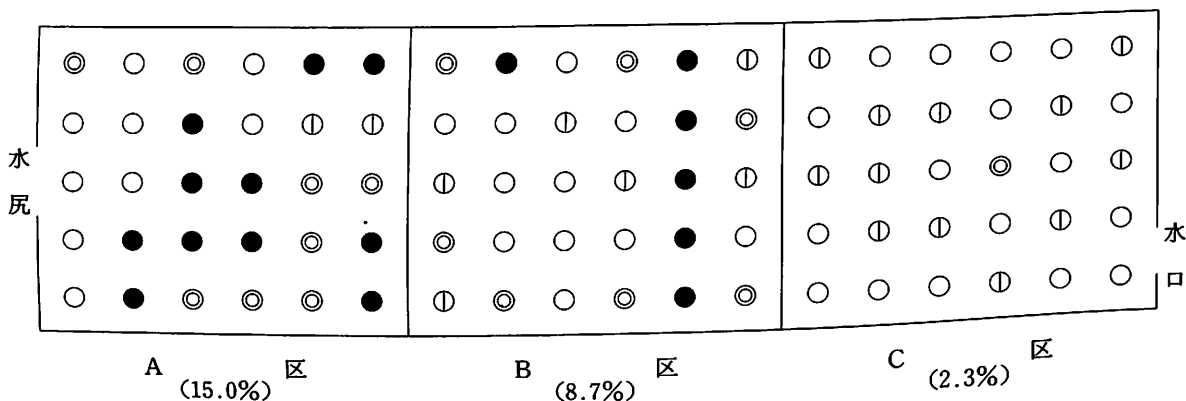
4. 出穂期以後における生育状況

1990年の試験において、稈長、穂長には各区間で差異がほとんど認められなかったが、単位面積当り茎数が減

第5表 褐条病発生苗移植水田におけるイネの収量(1990年, 品種: 越路早生)

試験区名	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	全重 (kg/10a)	精玄米重 (kg/10a)	1穂粒数 (粒)	総粒数 (x100粒/m ²)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)
A区	72	18.6	320 a ¹⁾	903	359	72.4	232	83.3 a	18.6 a
B区	72	16.2	392 b	1005	392	59.8	230	89.1 b	19.2 b
C区	73	16.1	374 b	1059	405	61.4	229	90.6 b	19.5 b

1) 英小文字はDuncan's multiple range test (5%水準)の検定結果であり、同一文字間には有意差が認められなかったことを示す。



第1図 各移植区から採集した種子における褐条病細菌の保菌状況(1990年, 品種: 越路早生)
記号は各採集地点の種子を供試して育苗した時の褐条病の発病苗率を示し、○: 0%, ◎: 5%以上10%未満, ●: 10%以上である。
また、()内の数字は各移植区の平均発病苗率を示す。

少していたA区で穂数が減少した。1穂物数はA区が多く、単位面積当り総物数には大きな差異がなかった。登熟歩合と千粒重はA区で減少し、全重および精玄米重は統計的に有意ではなかったが、発病程度の大きな苗を移植した区ほど減収する傾向が見られた(第5表)。これらが減少した要因としては、発病苗移植区では初期生育の遅延を補うために、生育後期の分けつが有効化して遅れ穂が多くなったことが考えられる。

5. 種子での褐条病細菌保菌状況

褐条病発生苗移植水田から採集した種子の褐条病細菌保菌状況は第1図の通りであり、褐条病が全く発生しないものから、10%以上の発病苗率を示すものまで、採集した株によって大きく異なった。また、試験区によって各採集種子の発病苗率に偏りが認められ、発病程度の高い苗を移植したA区から採集した種子は、30点のうち11点が10%以上の発病苗率を示し、平均発病苗率も15.0%と非常に高い値を示した。また、B区から採集した種子では6点が10%以上の発病苗率を示し、平均発病苗率は8.7%であった。一方、無接種健全苗を移植したC区でも保菌種子が認められたが、それらのほとんどは発病苗率5%以下で、平均発病苗率も2.3%とA、B区の種子に比べ著しく低い値となった。このように、発病苗を移植した区から採集した種子の発病苗率が高いことから、移植された発病苗は種子が褐条病細菌を保菌するための伝染源となっていると考えられる。しかしながら、発病苗を移植した株から採集した種子がすべて保菌種子とはならないことから、種子における保菌についてはさらに検討する必要がある。

以上のことから、イネ褐条病が幼苗期に発生すると、その発病程度が高くなるにつれて苗質の劣化や活着率の低下が引き起こされ、これらを本田に移植すると、イネの初期生育が抑制されるとともに、分けつ期の茎数の低下を引き起こし、ひいては収量にまで影響を及ぼすことが明らかとなった。また、発病苗を移植した区から収穫される種子での保菌程度が高いことから、移植された発病苗は種子が褐条病細菌を保菌するための伝染源となることが示唆された。今後、イネ体上での病原細菌の動態を究明し、種子での保菌機構を解明する必要があると考えられる。

摘 要

イネ褐条病の育苗箱内での発生が移植時の苗質、移植後のイネの生育および種子における褐条病細菌の保菌にどのような影響を与えているかを明らかにするために、1990年と1991年にいくつかの試験を行い、次の結果を得

た。

1. 接種して得られた発病苗を発病程度別に0~4の5段階に類別して各苗の移植時における苗質を無接種健全苗と比較したところ、発病程度が2以上を示す苗(褐色条斑が不完全葉以上に進展している苗)は生育が抑制されて苗質が劣化するとともに活着が不良となり、活着した個体でもその生育が抑制されることが明らかとなった。
2. 発病苗を本田に移植した区は、無接種健全苗を移植した区に比べて株当たり植え付け本数が少なく、活着不良苗数がやや多くなった。分けつ期では両区に草丈の差異は全く認められなかったが、株当たり茎数が発病苗移植区で減少した。また、多発生苗の移植により欠株が増加すると、単位面積当り茎数および穂数は明らかに減少した。
3. 稈長、穂長には発病苗移植区と無接種健全苗移植区の間で差異が認められなかったが、登熟歩合と千粒重については、多発生苗を移植した区(A区、1990年)で減少した。また、全重および精玄米重については統計的に有意でないものの発病苗移植区で減少する傾向が認められた。
4. 発病苗を移植した区から採集した種子は発病苗率が高くなることから、移植された発病苗は種子が褐条病細菌を保菌するための伝染源となっていると考えられた。
5. 以上のことから、イネ褐条病の幼苗期での発生はイネの苗質を劣化させ、これを移植するとイネの本田での生育および種子における褐条病細菌の保菌程度に大きく影響することが明らかとなった。

引用文献

- 1) 後藤和夫・大畑貫一(1961) 稲細菌性褐条病・Spec. Public. Coll. Agr. National Taiwan Univ. 10: 49~59.
- 2) 門田育生・大内 昭(1983) 幼苗期におけるイネ褐条病の病徴. 日植病報 49:561~564.
- 3) 大内 昭・林 宣夫・酒井泰文・江塚昭典(1980) 本邦産キュウリ斑点細菌病菌の細菌学的性質ならびに病原性. 農技研報 C34: 1~13.
- 4) 富永時任・木村佳世・郷 直俊(1983) 育苗箱におけるイネ褐条病の発生について. 日植病報 49: 463~466.
- 5) 矢尾板恒雄・原澤良栄・藤巻雄一・富永時任(1988) 水稻の箱育苗に発生するイネ褐条病の防除. 新潟県農業試験場研究報告 36:35~44.

(1991年8月31日受領)