

Pseudomonas avenae によるイネの株腐症状

門田 育生・大内 昭*

Ikuo KADOTA and Akira OHUCHI*: Symptoms of rice plants
in panicle formation stage caused by *Pseudomonas avenae*

イネ褐条病はイネの幼苗期に発生する細菌病であり^{2, 6, 10, 11, 13}、北陸地域を中心に育苗箱に多発生し大きな被害をもたらしている^{6, 13}。発芽期に感染した苗では、第1葉（あるいは不完全葉）の葉鞘から葉身にかけて褐色の細長い条斑が現れて衰弱し、第3葉期まで生育することなく枯死する場合が多い。しかしながら感染時期が遅い個体では比較的軽微な病徴に止まり見かけ上健全な上位葉や分けつ茎が順次抽出するため、病徴は次第に隠れいされる。それゆえ、通常の栽培環境において分けつ期以降の病徴を見いだすことは不可能となる。このような理由から、イネ褐条病の病徴は幼苗期に限って顕在化すると想定してきたが、冠水という異常環境条件に遭遇すると分けつ期以降のイネも本病に侵され、株腐症状を呈することが新たに判明した⁷。本報告では新たに見いだされたイネ褐条病の病徴と病原細菌の詳細を記述する。

株腐症状の発生状況とその病徴

昭和60年7月上～中旬に、数回の集中豪雨に見舞われた新潟県上越地方の低水田では排水することが困難となり、幼穂形成期を迎えたイネが1～3日間にわたって冠水した。水が引いた数日後、これらの冠水田において株腐細菌病に類似したイネの細菌病が新たに発生し、発生率が60%以上にも達する激発圃場が数多く観察された（図版1-1）。

被害イネの病徴は冠水後数日してから急激に目立ち始め、被害茎の葉鞘がまず暗緑色となって水没状を呈する。ついで、葉鞘内部の若い組織が次第に侵されて、抽出途中の葉身が黒褐色となり、被害茎は出穂しないまま枯死する（図版1-2）。比較的被害の軽い個体では、抽出葉の中肋に沿って褐色の細長い条斑（図版1-3）が現れるだけで、一応正常に生育して出穂するが、穂は奇形を呈し多くの場合不稔である（図版1-4）。穂の奇形

として、1) 第1～第2節間の異常伸長、2) 穂軸のわん曲、3) 枝梗の退化と褐変、4) 内・外穎の長軸方向への異常伸長および、5) 穎花の未開花があげられ、これらの現象がしばしば同時に観察された。

病原細菌の分離および接種試験

1 被害標本からの細菌の分離

被害が発生した16地点の圃場（第1表）からそれぞれ1点ずつの被害標本を採集し、普通寒天培地を用いる平板希釈法によって細菌を単集落分離した。その結果、いずれの被害標本からも集落が乳白色～白色の細菌が高頻度で分離された。これらの分離細菌を凍結乾燥保存するとともに、接種試験に供試して病原性を確認した。

第1表 イネ被害標本の採集地と分離細菌の病原性

採集地	品種	冠水の有無	分離細菌	分離細菌の病原性	
				催芽籾浸接種	葉鞘針接種
新潟県上越市	新潟早生	有	H8501	+	+
上越市	新潟早生	有	H8502	+	+
上越市	新潟早生	有	H8503	+	+
三和村	新潟早生	有	H8504	+	+
三和村	新潟早生	有	H8505	+	+
三和村	新潟早生	有	H8506	+	+
三和村	新潟早生	有	H8507	+	+
三和村	新潟早生	有	H8508	+	+
三和村	新潟早生	有	H8509	+	+
三和村	新潟早生	有	H8510	+	+
頸城村	新潟早生	有	H8511	+	+
頸城村	新潟早生	有	H8512	+	+
中瓜村	こがねもち	有	H8513	+	+
三和村	新潟早生	有	H8514	+	+
頸城村	新潟早生	有	H8515	+	+
頸城村	新潟早生	有	H8516	+	+

2 接種試験による病原性の確認

PPGA 培地上に28°C、24時間培養した分離細菌16株をそれぞれ滅菌水に懸濁して、その濃度が約10⁸個/mlとなるように調整した。これらの菌体懸濁液を次の3つの方法で供試植物に接種し、病原性の有無を検討した。

1) 催芽籾への浸漬接種

20°Cで5日間、水に浸漬して催芽させた籾（品種：新潟早生）を、同温度に保った供試懸濁液にそれぞれ別々

農林水産省北陸農芸試験場 Hokuriku National Agricultural Experiment Station, Inada, Joetsu, Niigata, 943-01

*農林水産省東北農芸試験場 Tohoku National Agricultural Experiment Station, Simokuriyagawa, Morioka, Iwate, 020-01

第2表 イネ被害標本から分離された病原細菌16株の細菌学的性質

細菌学的性質	分離細菌				
	16株	<i>P. avenae</i>	<i>P. glumae</i>	<i>P. plantarii</i>	<i>P. marginalis</i>
鞭毛の着生部位	極毛	極毛	極毛	極毛	極毛
鞭毛の数	1	1	1~5	3~7	2~5
酸素との関係	好気性	好気性	好気性	好気性	好気性
グラム染色	-	-	-	-	-
O-F試験	O	O	O	O	O
栄養要求性	-	-	-	-	-
脂胞粒の蓄積	+	+	+	+	-
41°Cでの生育	+	+	+	-	-
緑色蛍光色素の産生	-	-	-	-	+
水溶性色素の産生	-	-	+	-	-
レバンの産生	-	-	-	-	-
アルギニンジヒドロラーゼ活性	-	-	-	-	+
オキシダーゼ活性	+	+	-	+	+
硝酸塩の還元	+	+	+	+	+
ゼラチンの液化	-	-	-	+	+
でんぷんの水解	+	+	d	-	-
炭素源の利用					
アドニトール	-	-	+	-	+
β-アラニン	+	+	+	+	-
D-アラビノース	-	-	+	-	-
L-アラビノース	+	+	+	+	+
DL-アルギニン	-	-	+	+	+
ベタイン	-	-	+	+	+
2,3-ブチレングリコール	+	+	-	-	+
セロビオース	-	-	+	+	-
グラニオール	-	-	-	+	+
グルコース	+	+	+	+	+
メソ-イノシトール	+	+	+	+	+
スクロース	-	-	-	-	-
D-酒石酸	+	+	-	+	+
メソ-酒石酸	+	+	-	+	+
トレハロース	-	-	+	-	d
L-バリン	+	+	+	+	+

に24時間浸漬した。ついで、これらの籾を育苗箱に播種してガラス室で育苗し、病徴発現の推移を観察した。その結果、いずれの懸濁液に浸漬した個体でも第1葉が抽出し始めるころから、葉鞘および葉身に褐色の細長い条斑が現れたので(図版2-1)、分離16株はすべて病原細菌と判断された(第1表)。なお、本実験で確認された病徴は褐条病のそれにきわめて酷似していた。

2) 成穂期イネへの葉鞘針接種

分離細菌16株の懸濁液をそれぞれ別々に幼穂形成期のイネ(品種:新潟早生)葉鞘内に針接種した後、病徴の発現を観察した。いずれの個体も2~3日後頃から接種部位を中心に葉鞘が暗褐色に変色し始め、新抽出葉に黒褐変と褐色条斑が現れ、被害茎の多くは枯死した(図版2-2)。それゆえ、葉鞘針接種法においても分離16株はすべて病原細菌と判定された(第1表)。

3) 分けつ期イネへの浸漬接種

菌体の濃度を約10²~10⁸個/mlとなるように段階的に希釈した懸濁液をプラスチック製容器(60×30×10cm)に満たした中に、シーリングケースに栽培した第6~

12葉期イネの全身が完全に埋没するよう横倒しに入れ、28°Cで24時間浸漬接種した。約10⁴個/ml以上の懸濁液に浸漬した個体では、いずれも新抽出葉に黒褐変と細長い褐色条斑が現れた(図版2-3)。同様に、浸漬接種した幼穂形成期のイネでは以上の病徴のほか、奇形穂が出穂した。これらの奇形穂では、第1~第2節間が異常に伸長するとともに(図版2-4)、穂軸は波打ってわん曲し、第1および第2次枝梗が褐色となって退化する事例が数多く観察された(図版2-5)。この際、内外穎も細長く変形し、多くの場合穎花は開花することなく不稔であった(図版2-6)。これらの一連の病徴は冠水田における被害株の症状によく一致した。

病原細菌の同定

病原性が確かめられた細菌16株はすべて一本の極毛を有する運動性、好気性のグラム陰性桿菌で、菌体内にスダンブラックB好染性の脂肪粒を蓄積する。栄養要求性はなくYDC寒天培地に全緑、中高、平滑、湿光を帯びたやや不透明な白色の集落を形成し、D-1寒天培地で



図版 1 冠水田における株腐症状の発生

- 1 激発圃場における被害株の病徴
- 2 抽出葉の黒褐変と枯死
- 3 葉身中肋における褐色条斑
- 4 奇形穂の出穂

図版 2 生育期別の病原接種による病徴の再現

- 1 浸漬接種による幼苗の発病
- 2 葉鞘針接種による抽出葉の黒褐変と枯死
- 3 浸漬接種による葉身の発病 (左:接種区 右:対照区)
- 4 浸漬接種による節間の異常伸長
- 5 穂軸のわん曲と枝梗の退化
- 6 内・外穎の異常伸長と穎花の未開花



は生育しない。酸の産生を伴うことなく、グルコースを酸化的に利用し、緑色蛍光色素を産生しない(第2表)。これらのことから、供試16株はすべて蛍光色素非産生の *Pseudomonas* 属細菌¹⁾と判断された。

16株はいずれも41°Cの高温で生育し、オキソゲゼ活性、硝酸塩の還元が陽性、アルギニンジヒドロラーゼ活性、レバンの産生、ゼラチンの液化、でんぷん的水解が陰性である。炭素源としてD-アラビノース、グルコース、マンニトール、ソルビトール、 β -アラニン、D-酒石酸を利用し、セロビオース、トレハロース、L-ラムノース、スクロースを利用しない(第2表)。

以上の細菌学的性質は対照に用いたイネ褐条病細菌のそれらと完全に一致した。よって、病原細菌16株はすべて *Pseudomonas avenae* Manns 1909⁹⁾と同定された。

病原の同定および接種試験の結果から、新潟県上越地方で発生したイネの株腐症状には褐条病細菌が直接関与し、本症状が成稲期におけるイネ褐条病の病徴であることがここに明かとなった。

考 察

葉鞘や葉身を侵してイネ体を腐敗枯死させる細菌病として株腐細菌病が知られている。本病の記載は Goto³⁾によってインドネシアで初めてなされ、我が国でも昭和52年以降、静岡、千葉および三重県下での発生が順次確認されている^{4,12,14)}。株腐細菌病の病徴は①葉鞘の褐変腐敗と葉身の黄化、②腐敗臭の発生、③白穂および稔実不良穂の発生であり、いずれも *Erwinia chrysanthemi* pv. *zeae* (Sabet 1954) Victoria, Arboleda & Muñoz 1975に起因するとされている^{4,5,12,14)}。一方、新潟県下の冠水田で観察されたイネ株腐症状は新抽出葉の黒褐変と枯死、褐色条斑あるいは奇形穂の抽出を伴うのが特徴で、*Pseudomonas avenae* Manns 1909に起因する点で株腐細菌病と明らかに異なると結論できる。

イネ褐条病の病徴は幼苗期に限って顕在化し、分げつ期以降は完全に隠べいされるため、本病は幼苗期に特有の病害であると推考してきた^{6,8)}。しかし、分げつ期以降のイネに病原を接種することにより、自然感染の病徴に酷似した一連の症状が容易に再現できるので、前述の推考を訂正しこれらの症状を成稲期の病徴に加える必要があると考える。ただし、通常の栽培環境で株腐症状が発生することはなく、冠水などの異常環境が主な発生要因と考えられる。これまで、冠水田のイネが枯死する事例が度々観察され、いずれも酸素の供給不足として看過されてきたが、本実験の結果からその多くは褐条病細菌による被害と推測される。いずれにしても、株腐症状の発生は出穂を目前に控えた有効茎が枯死したり、不稔の奇

形穂が出穂するので、その被害は幼苗期の発病に比べより甚大で収量減に直ちに結び付く。それゆえ、本症状の発生を回避するには豪雨時に冠水しないよう水田排水に留意することが肝要で、健全苗の移植も伝染源の遮断にとって有効な手段と考えられる。

一方、イネ褐条病細菌は新潟県を中心に日本海沿岸地帯に広く分布しているため⁸⁾、北陸地帯では株腐症状が発生する可能性は常に潜在している。宿主における本病原細菌の動態について不明な点が多いため、株腐症状の発生生態も明かでないが、宿主体上に生息している病原が冠水とともに葉鞘の若い組織に流れ込み、抽出前の葉身、葉鞘あるいは幼穂を侵害すると想定される。今後これらの諸点を究明して、伝染源の遮断に基づく的確な防除法を確立することが急務と思われる。

摘 要

1 昭和60年7月の集中豪雨によって、数日間冠水した新潟県上越地方の低水田において、イネ株腐細菌病に類似した細菌病が新たに発生し、発生茎率が60%以上にも達する激発圃場が数多く観察された。

2 被害イネは葉鞘内部の若い組織が侵されて、抽出途中の葉身全体が黒褐色となり、出穂することなく枯死する。比較的被害の軽い個体では、抽出葉の中肋に沿って褐色の細長い条斑を生じた後、一応正常に生育して出穂するが、穂は奇形を呈し多くの場合不稔である。

3 被害標本16点から分離された細菌16株はいずれもイネに病原性を示し、接種試験によって被害圃場の病徴と同一の症状が容易に再現された。

4 病原細菌16株は細菌学的性質にもとづき、すべて *Pseudomonas avenae* Manns 1909と同定した。

5 以上の知見から、冠水田のイネに発生した株腐症状は褐条病細菌に起因し、本症状が成稲期におけるイネ褐条病の病徴であることを明らかにした。

引用文献

- 1) Doudoroff, M. and Palleroni, N. J. (1974) Genus *Pseudomonas* in Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 8th. ed. Williams & Wilkins co., Baltimore.
- 2) Goto, K. and Ohata, K. (1961) Bacterial stripe of rice. Spec. Public. Coll. Agr. Taiwan Univ. 10: 49~57.
- 3) Goto, M. (1965) A comparative study of the sheath rot bacteria of rice. Ann. Phytopath. Soc. Japan 30: 42~45.
- 4) Goto, M. (1979) Bacterial Foot Rot of Rice Caused by a Strain of *Erwinia chrysanthemi*. Phytopathology 69: 213~216.
- 5)

Goto, M. (1983) Nomenclature of the Rice Strain of *Erwinia chrysanthemi*, the Causal Agent of Bacterial Foot Rot of Rice. Ann. Phytopath. Soc. Japan 49: 576~579. 6) 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. 7) 門田育生・大内 昭 (1986) イネ株腐病類似症から分離された病原細菌. 日植病報 52: 501~502 (講要). 8) 門田育生・大内 昭 (1987) 籾におけるイネ褐条病細菌の保菌と侵入時期. 北陸病虫研報 35: 21~23. 9) Manns, T. F. (1909) The blade blight of oats—a bacterial disease. Ohio Agr. Exp. Sta. Res. Bull. No. 210: 91~167. 10) 宮島邦之 (1974) イネ褐条病の発生について. 日植病報 40: 119(講

要). 11) 佐藤善司・川久保幸雄・白田 昭・松田 泉・土屋行夫・伊達寛敬 (1983) イネ褐条病細菌による育苗箱における幼苗腰曲り症—第1報 病徴, 接種方法, 症状発現要因及び症状発現の品種間差異. 農技研報 C38: 149~159. 12) 田上征夫・植松 勉・山本敏夫 (1985) 三重県におけるイネ株腐病の発生について. 関西病虫研報 27: 72 (講要). 13) 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. 14) 植松 勉・田上征夫・竹内妙子・加藤 肇 (1985) 三重・千葉両県で発生したイネ株腐症の病原細菌. 関東病虫研報 32: 30~32.

(1988年9月14日受領)