

ワイルドライス(アメリカマコモ)に発生したいもち病

誌名	日本植物病理學會報 = Annals of the Phytopathological Society of Japan
ISSN	00319473
著者名	生井,恒雄 貫名,学 三枝,正彦 富樫,二郎
発行元	日本植物病理學會
巻/号	62巻3号
巻号補足	
掲載ページ	p. 247-253
発行年月	1996年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ワイルドライス (アメリカマコモ) に発生したいもち病

生井 恒雄*・貫名 学*・三枝 正彦**・富樫 二郎*

Tsuneo NAMAI*, Manabu NUKINA*, Masahiko SAIGUSA** and Jiro TOGASHI* :
Blast Disease Occurred on Wild Rice, *Zizania palustris* L. Caused by *Pyricularia* sp.

Abstract

Many blast lesions appeared on the leaf blades, leaf sheath, and panicles of wild rice (*Zizania palustris* L.) cultivated in paddy field, Narugo-machi in Miyagi Prefecture (University Farm of Tohoku University) in summer in 1993. The conidia collected from lesions on leaf blades and panicles were identified as *Pyricularia* sp. under light microscope. However, the size of the conidia and colony characteristics of wild rice isolates differed from *Pyricularia* sp. obtained from leaf blast lesion on Manchurian wild rice, *Zizania latifolia*. The wild rice isolates from leaf blade and panicle were produced the same, rather greater blast lesions on wild rice by spray inoculation. Thus, it is clear that the *Pyricularia* sp. is responsible for this disease on wild rice. Pathogenicity test on the wild rice isolates to many gramineous plants showed the same results as those of isolates from rice plant grown around the wild rice paddy field. And also the pathogenicity of the isolates were same to 2 isolates of *Pyricularia oryzae* Cavara maintained on PSA medium in our laboratory. Furthermore, the HPLC profile of toxic substances released in culture filtrate of wild rice isolate was the same as the profile of isolates from rice plant almost. From these results, it is revealed that the blast disease of wild rice was caused by rice blast fungus *Pyricularia oryzae* Cavara which came from the neighboring rice paddy field. This might be the first report of blast disease on cultivated wild rice.

(Received December 18, 1995 ; Accepted February 15, 1996)

Key words : blast disease, wild rice (*Zizania palustris* L.), *Pyricularia oryzae*.

緒 言

ワイルドライス (*Zizania palustris* L.) は北アメリカ原産のイネ科マコモ属の植物で、和名ではインデアンライス、アメリカマコモなどとも呼ばれている⁵⁾。かつてはアメリカ原住民が採集して食用としていた植物であったが、1950年代からアメリカのミネソタ州で商業的な栽培が始まり、近年では同州を始め、カリフォルニア、アイダホなどのいくつかの州やカナダの一部を中心に栽培され、栽培面積がさらに増加しつつある¹⁾。わが国では近年の食生活の多様化とともに、副食としてのワイルドライスの需要が増えるという予想と、価格が高いことなどから転作水田跡地の有望な作物として注目され、いくつかの場所で試験栽培が行われている。

宮城県玉造郡鳴子町の東北大学農学部附属農場はその試験栽培地の一つであるが、1993年夏にワイルドライスの葉身、葉鞘、穂などに原因不明の斑点性病害が大発生した。本実験ではその病害の診断を行い、本病は周辺に栽培され

ているイネに発生したイネいもち病菌の感染により引き起こされたことを明らかにした。これらの結果をふまえて、本病をワイルドライス (アメリカマコモ) いもち病と名付けることを提案したい。なお、ワイルドライスのいもち病については世界で初の報告と思われる。

材料および方法

発生状況観察 1993年8月にワイルドライス栽培水田でワイルドライス地上部に発生した病徴の観察を行った。また、採集した罹病葉や穂は乾燥状態で保存し、病斑上での孢子形成を観察した。

病原菌胞子の形態観察 葉身および小穂に形成された病斑から分生胞子を絵筆でかき取り光学顕微鏡下で観察した。なお、前述のようにワイルドライスはマコモ属の植物であることから、山形県鶴岡市内の自生マコモに発生したいもち病病斑から同様に病原菌をかき取り、そのサイズを計測し形態的に両者を比較した。

病原菌の分離と接種試験 病原菌は保存培養中の病原性

* 山形大学農学部 Faculty of Agriculture, Yamagata University, Wakabamachi 1-23, Tsuruoka 997, Japan

** 東北大学農学部附属農場 Experimental Farm of Faculty of Agriculture, Tohoku University, Narugo-machi, Tamazukuri-gun, Miyagi 989-67, Japan

の変異を防ぐため、罹病組織を低温室(10°C)内のデシケーターで保存し、接種試験の直前に罹病病斑から鈎菌法で単孢子分離した。分離菌はワイルドライスに対する病原性を確認するため接種試験を行った。分離菌はオートミール培地で培養して常法で孢子形成させ、 10^5 個/ml の孢子懸濁液を作製し、噴霧接種した。なお、ワイルドライスは前述の様にマコモ属の植物であるので、その接種試験にマコモもあわせて供試した。ワイルドライスはあらかじめ発芽させた幼苗を、またマコモは鶴岡市内の川岸に自生しているマコモの苗を用い、いずれもイネ試験用の土をつめた1/5000 a ポットに移植し、育苗してから接種した。育苗に際してはイネ育苗用化成肥料(チッソホスカ 13-12-10, 丸菱肥料)を用い、ポット当たり約 10 g 施肥した。

ワイルドライス分離菌の病原性 ワイルドライス分離菌の類別のため数種のイネ科植物を用いて病原性の試験を行った。比較のため、ワイルドライス水田周辺に栽培されていたイネ(サトホナミ)の葉の病斑から単孢子分離した2菌株と、山形大学農学部植物病理学研究室保存のイネいもち病菌2菌株[F 67-54 (レース 047), TH 67-22 v (レース 031)]を用い常法に従って噴霧接種した。供試植物は、イネ、ヒロハノウシノケグサ、ネズミムギ、オオムギ、コムギ、クサヨシ、シナダレスズメガヤ、シコクビエ、メヒシバ、ヒエ、キビ、アワ、トウモロコシであり、いずれも幼苗を用いた。それらのうちイネは Yamada *et al.*⁹⁾ により提案されたいもち病菌のレース判別9品種を用いた。メヒシバは本学学内圃場に自生した苗を移植して用いた。また、トウモロコシは市販の園芸種カクテル E-15 (タキイ種苗)を用い、オオムギとコムギの品種はそれぞれベンケイムギ、キタカミコムギを供試した。残りの植物は、市販の牧草種子(雪印種苗)を供試し、イネとメヒシバを除いて小型の園芸用プランター(25×15×12 cm)に直接播種し、約3週間目の幼苗を用いた。

イネいもち病菌接種試験 ワイルドライスに対し、イネいもち病菌を接種した。ワイルドライスは前述の様に育苗し、供試菌株は前述のイネからの分離菌株と本研究室保存のイネいもち病菌4菌株であり、いずれも常法に従って噴霧接種した。

毒素生産性 分離菌の類別の一手段として培養ろ液中に生産される毒素成分の解析を行った。分析法は Nukina⁶⁾の方法に従った。すなわち、ワイルドライス菌、イネ菌およびマコモ菌をそれぞれ soy sauce-sucrose 培地で 25~28°C、暗黒条件で10日間振とう培養し培養ろ液を得た。ろ液を C₁₈ セツパックカートリッジを通してからメタノールで流出し、メタノール流出液を HPLC で分析した。なお、HPLC の条件は以下の通りである。カラム: Inertsil ODS-2, カラムサイズ 4.6×150 mm, プレカラム: 4.0×10 mm, 溶出溶媒: CH₃CN:H₂O=2:3, 流

Table 1. Size of conidia of *Pyricularia* spp. collected from wild rice (*Zizania palustris* L.) and Manchurian wild rice (*Zizania latifolia* Turcz.)

Plant and organs	Range (μm)	Average (μm)
Wild rice		
on leaf lesion	22-29×8-11	25.6×9.4
on panicle lesion	20-27×8-10	24.3×9.2
Manchurian wild rice		
on leaf lesion	13-32×11-14	28.7×12.7

出量/時間: 0.6 ml/min, 検出: UV (235 nm)。

結 果

ワイルドライスいもち病の特徴

ワイルドライスの葉身、葉鞘、穂軸、枝梗、小穂まで地上部組織のすべてに斑点性病斑が認められた。葉身では褐色で大型の紡錘形斑点が多かったが、中央に崩壊部をもつ細長い斑点もみられた (Plate I-1)。葉鞘にも褐色の細長い大型病斑が形成され、中央に灰色の崩壊部をもつものも多数みられた (Plate I-2)。穂では雄花の枝梗と、その上部の雌花部の付け根に当たる穂軸首部が褐変した (Plate I-3)。小穂は白穂状態となったが護穎は褐変し (Plate I-4) 表面に灰色ビロード状に多量の分生孢子が形成された (Plate I-6)。

病斑上の孢子の形態

葉身と穂の病斑上には洋梨型3細胞の典型的な *Pyricularia* 属菌の分生孢子が認められた (Plate I-5)。分生孢子の大きさは、野生マコモのいもち病病斑に形成されたものに比較して明らかに小さかった (Table 1)。

分離菌のワイルドライスに対する病原性

ワイルドライス病斑からの分離菌をワイルドライスに接種した結果、葉身に最初、灰色、楕円形の典型的な急性型病斑が形成された (Plate II-1)。この小病斑はやがて中央に灰色の崩壊部をもつ大型の病斑に発達した (Plate II-2)。さらに病勢が進むと、中毒部が拡大し、葉身が黄化して先端部から枯死する場合も見られ、これらは自然発病の場合よりも激しいものであった (Plate II-3)。葉鞘にも崩壊部をもつ大型の病斑が形成され、出穂した穂はすでに枯死しているものも見られた (Plate II-4)。さらに、病斑が形成された葉身の次展開葉が萎縮したり、黄色に変色したり、穂が出すくみ状態となる、いわゆるズリコミ症状に類似した症状を示すものも認められた (Plate II-5)。葉の病斑からは *Pyricularia* 属菌の分生孢子が採集された。

同様の供試菌株をマコモに接種した結果では、マコモの葉身に全く病斑を形成せず、病原性は認められなかった。

ワイルドライス分離菌の宿主範囲

イネに対する接種試験の結果、新2号、愛知旭の2品種にのみ明らかに罹病型の病斑を形成し、イネいもち病菌の

レース判別方式ではレース 003 と判定された。そのほかヒロハノウシノケグサ、ネズミムギ、オオムギ、トウモロコシ、クサヨシ葉では病斑が形成され、分生孢子も形成された。しかし、シナダレスズメガヤ葉では病斑が形成されたものの、孢子の形成が見られる場合と見られない場合があった。そのほかの供試植物では微小斑点が形成されるもの

の孢子が形成されないか、全く斑点が形成されなかった。この宿主範囲の検討結果は、ワイルドライス栽培地周辺に栽培されていたイネの葉いもち病斑から分離した菌株および本研究室保存のイネいもち病菌 2 菌株の宿主範囲の検討結果とほぼ一致した (Table 2)。

Table 2. Pathogenicity of *Pyricularia* sp. isolated from wild rice, rice plant and of 2 isolates maintained in our laboratory on PSA medium to many kinds of Gramineous plants

Plants	Isolates							
	WL-1	WL-2	WP-1	WP-2	RL-1	RL-2	F 67-54	TH 67-22 v
Rice plant	+	+	+	+	+	+	+	+
Meadow fescue	+	+	+	+	+	+	+	+
Manchurian wild rice	-	-	-	-	-	-	nt	nt
Italian ryegrass	+	+	+	±	+	+	+	+
Barley	±	+	+	+	+	+	+	+
Wheat	-	-	-	-	-	-	-	-
Reed canary grass	±	+	+	+	+	+	+	+
Weeping lovegrass	±	+	+	±	±	±	±	+
Finger millet	-	-	-	-	-	-	-	-
Crabgrass	-	-	-	-	-	-	-	-
Japanese millet	-	-	-	-	-	-	-	-
Bromcorn millet	-	-	-	-	-	-	-	-
Italian millet	-	-	-	-	-	-	-	-
Maize	+	±	+	+	+	+	+	+

WL-1, WL-2 : WP-1 WP-2 : isolates obtained from leaf lesion and panicle lesion of wild rice, respectively. RL-1, RL-2 : isolates obtained from leaf lesion of rice plants neighboring the wild rice paddy field. F 67-54, TH 67-22 v : *Pyricularia oryzae* maintained on PSA medium in the Laboratory of Phytopathology, Faculty of Agriculture, Yamagata University.

+ : susceptible reaction (sporulation occurred on the lesion), - : resistant reaction (sporulation did not occur) or did not produce visible lesion. ± : different results obtained in two experiments. nt : not tested.

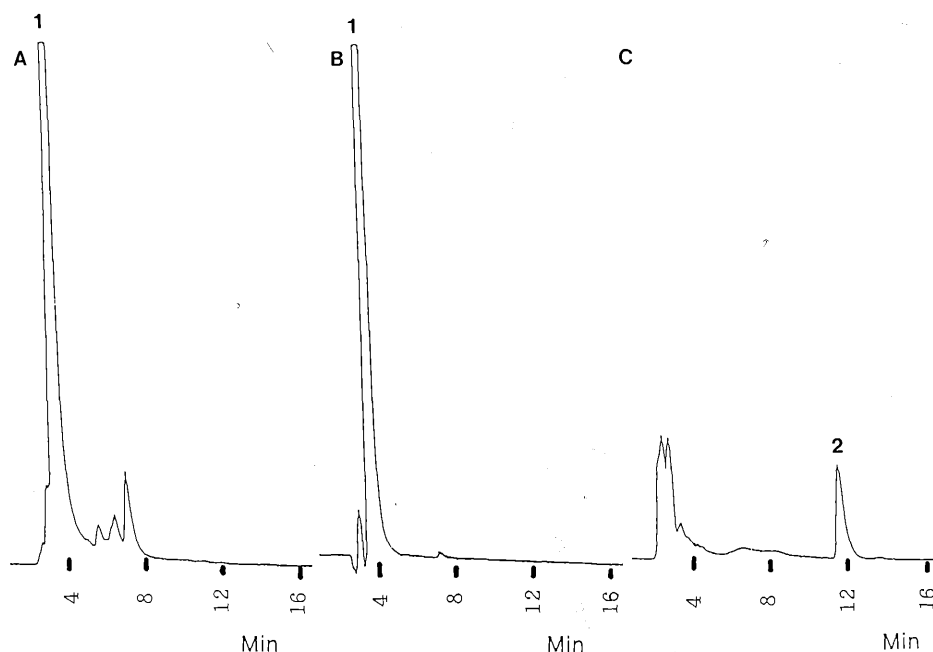


Fig. 1. HPLC chromatograms of toxic substances in culture filtrate of wild rice isolate (A), rice plant isolate (B) and manchurian wild rice isolate (C). Peak 1 : dihydropyriculol, Peak 2 : pyrichalasin H. Column : Inertsil ODS-2 (4.6×150 mm) with precolumn (4.0×10 mm). Eluent : CH₃CN : H₂O=2 : 3, Flow rate : 0.6 ml/min, Detection : UV (235 nm).

イネいもち病菌のワイルドライスに対する病原性

イネ品種サトホナミからの分離菌と本研究室保存のイネいもち病菌を接種した結果、いずれもワイルドライスの葉、葉鞘、穂に、中央に崩壊部をもつ大型の病斑が多数形成され、イネのいもち病菌がワイルドライスに病原性を持つことが確認された (Plate II-6)。

毒素生産性

ワイルドライスからの分離菌、イネからの分離菌、マコモからの分離菌の培養ろ液に分泌された毒素成分の HPLC 分析の結果を Fig. 1 に示した。ワイルドライス分離菌の培養ろ液に生産される毒素成分のパターンはイネ分離菌とほぼ同様で、マコモ分離菌とはピリカラシン H を生産しない点で明らかに異なった。

考 察

今回、いもち病が発生したワイルドライス (アメリカマコモ) は、*Zizania* 属の植物である。ワイルドライスの病害としてはこれまで *Bipolaris* spp. による brown spot あるいは stem rot の発生が報告され^{1,3,6)}、そのほかには顕果から *Fusarium* spp. が分離されることなどが報告されている⁷⁾。そこで、本病も当初は *Bipolaris* spp. の感染による brown spot と考えられたが、葉や葉鞘の病斑が大型で、中央に崩壊部が形成されるなど *Bipolaris* spp. による病徴の記載と異なる点が見られた。また、病斑から病原菌を採集したところ、典型的な *Pyricularia* 属菌の分生孢子が容易に得られた。わが国においては *Zizania* 属の植物にはマコモがあり、そのいもち病は野外において普通に見ることができる。マコモの葉身に見られるいもち病病斑は一般に幅が広く、むしろ楕円形に近いが、今回ワイルドライスの葉身に形成されたものは、それと比べて細長く明らかに異なった。この野生のマコモのいもち病菌の分生孢子も容易に採集できるが、その大きさは特に横軸長が他のイネ科植物から分離されるいもち病菌のそれに比べて長く、光学顕微鏡下でも形態的にも簡単に区別できる。また、PSA 培地に形成されるコロニーの色や生育速度などの特徴からもマコモからの分離菌は他のいもち病菌とは大きく異なる。

ワイルドライスからの分離菌のワイルドライスに対する病原性を検討したところ、葉、葉鞘、穂に明らかな病斑を形成し、しかも病斑から本菌が再分離された。病徴は自然発病のものより大型でかなり激しかったが、病斑から *Pyricularia* 属菌が分離されたので、接種菌によるものであることが確かめられた。接種試験における病斑が大きかったことなどはワイルドライスの栽培条件、特に施肥条件の差に由来すると思われる。また、*Bipolaris* による斑点病に対する抵抗性はケイ酸の施肥により変化すること⁸⁾が知られているので、本病の場合にもケイ酸の影響もあるのではないと思われる。この接種試験ではワイルドライスが萎

縮するいわゆるズリコミ様症状を示すものも認められ、イネ以外の植物にこのような症状が現われるのは興味深い。

一方、このワイルドライス分離株はいずれも野生のマコモの葉には病斑を形成せず病原性が確認できなかった。これらの結果から、本病がマコモのいもち病菌の感染による可能性が低くなったため、数種類のイネ科植物を用いて病原性を検討し病原菌の類別を行った。その結果、ワイルドライスからの分離菌はワイルドライスの栽培水田の周辺に栽培されているイネの葉の病斑から分離された菌株の病原性とほぼ一致し、同時に研究室保存のイネいもち病菌の病原性ともほぼ一致した。この結果はこれまで報告されているイネいもち病菌の宿主範囲^{2,8,10)}ともほぼ一致している。したがって、本病はイネいもち病菌の感染により発生したもので、特に隣接水田に発生したイネのいもち病菌によるものであるという確信を得た。さらに、隣接水田のイネからの分離菌と本研究室保存のイネいもち病菌株をワイルドライスに接種したところ明らかに病斑が形成されたことから、ワイルドライスがイネいもち病菌に極めて罹病的な植物であることが改めて確認された。

Pyricularia 属菌の類別に関しては、病原性の範囲のほか、最近では RFLP 法などいくつかの方法が行われているが、その一つとして培養中に生産する代謝産物の種類の解析による方法も考えられる。著者らは、これまでもいもち病菌が生産する毒素に注目して検討を行ってきた。今回、ワイルドライスからの分離菌の生産する毒素の分析を行ったところ、マコモ菌、メヒシバ菌、オヒシバ菌などがピリカラシン H を分泌する⁹⁾のに対して、それを分泌しない点でイネいもち病菌と同一であった。これらの結果からも、本病菌がイネいもち病菌であることがより明らかとなった。

ワイルドライスはわが国などに自生する野生マコモとは染色体数も異なり¹⁴⁾、また、黒穂病菌に感染しない⁴⁾など大きく異なることが知られている。しかし、今回は野生マコモのいもち病斑から分離した菌株が培地上で十分な孢子を形成しなかったため接種試験を行えなかったため、ワイルドライスにマコモ菌が病原性を有するかどうかは明らかではない。今後、ワイルドライスを安定的に栽培するには、わが国のどのような病原菌に感受的であるのかなどの基礎的な研究も重要であろう。また、イネの栽培からみれば、ワイルドライスの地上部の残渣などがイネいもち病菌の越冬源や第一次伝染源になる可能性があり取扱いに注意が必要な作物になるおそれがある。

摘 要

ワイルドライス (アメリカマコモ) は北アメリカ原産のイネ科マコモ属の植物で、アメリカインデアン¹⁵⁾の採集食糧として知られる。近年北アメリカのいくつかの州で商業的栽培が行われており、わが国でも栽培化の研究が開始され

Plate I

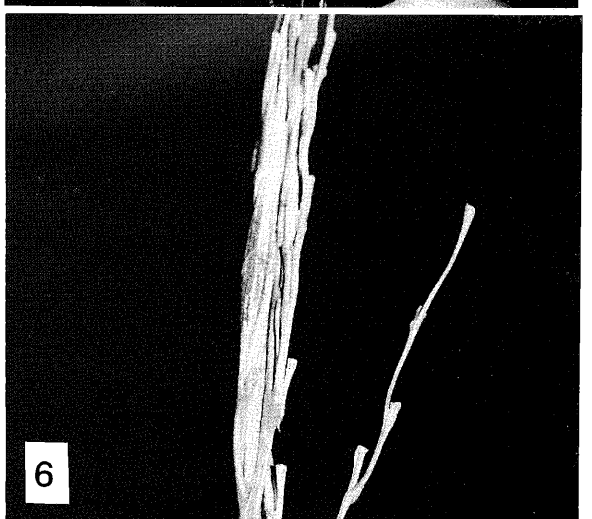
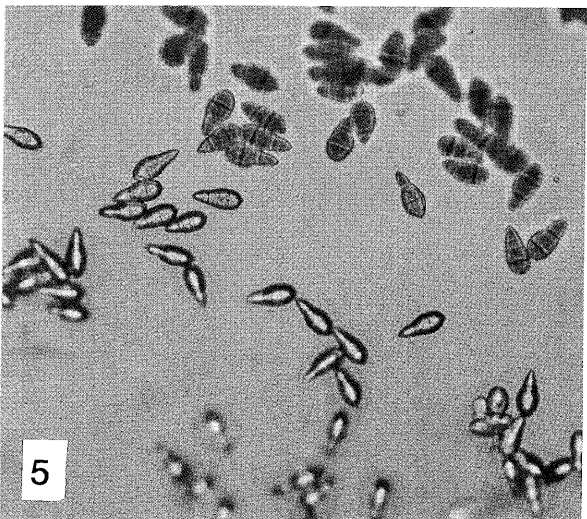
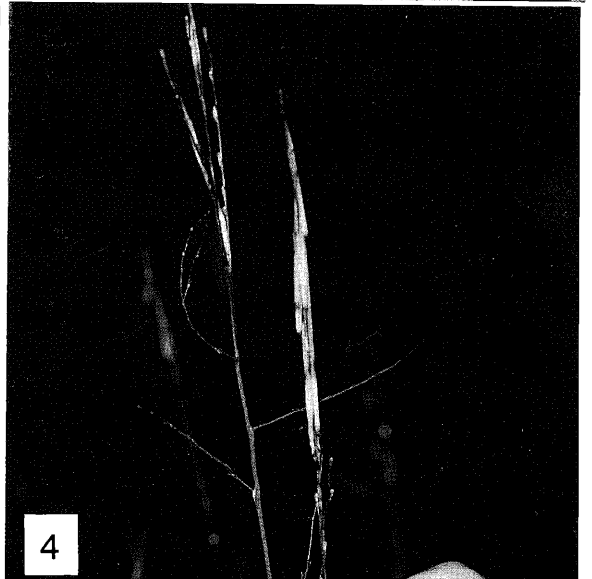
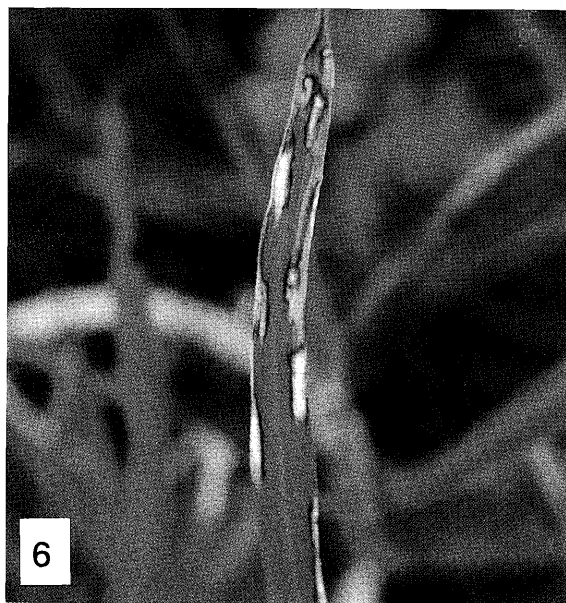
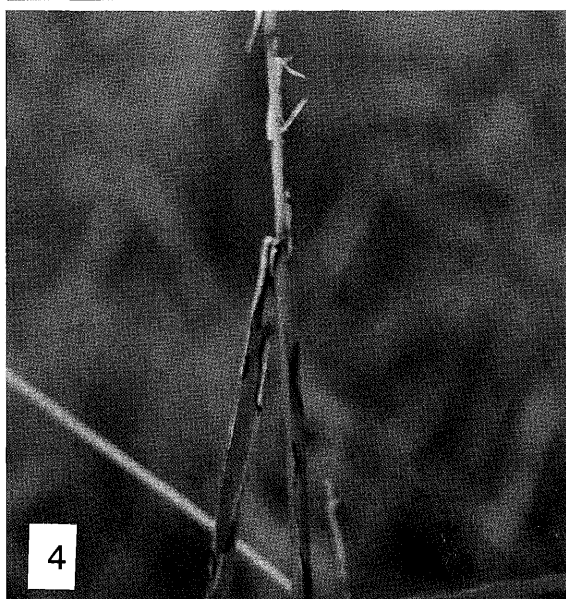
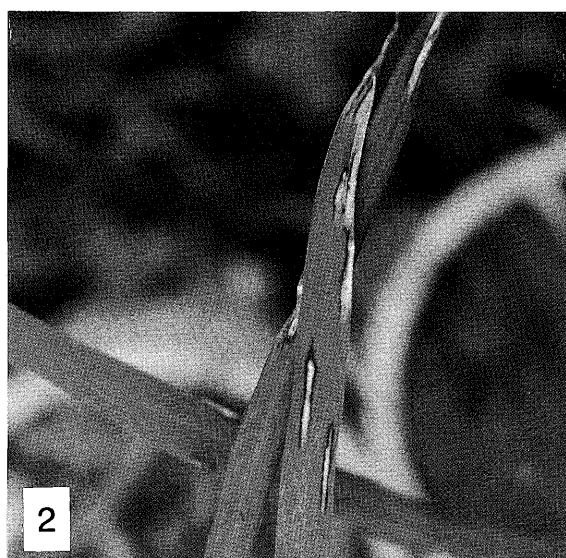
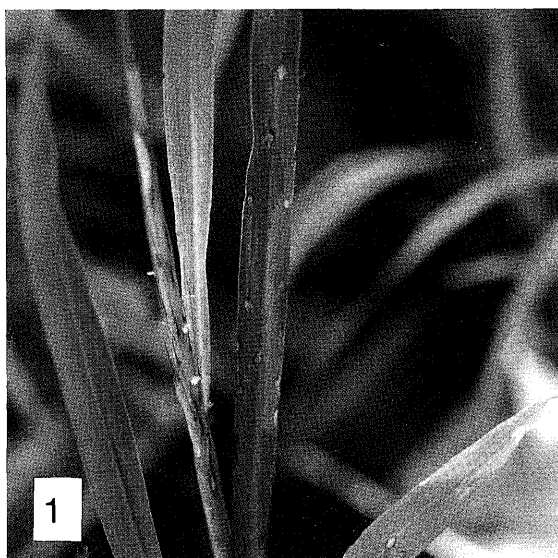


Plate II



ている。そのなかの一つである宮城県玉造郡鳴子町の東北大学農学部附属農場で栽培試験中のワイルドライスの葉、葉鞘、穂などに斑点病が発生したため、病原学的検討を行った。葉や葉鞘の病斑は紡錘形で中央に崩壊部を持つ大型の褐色斑点を形成し、葉、穂の病斑部から容易に *Pyricularia* sp. の分生孢子が検出された。分離菌を用いてワイルドライスに接種試験を行ったところ、葉、葉鞘、穂に同様の病斑が形成され、本病はいもち病であることが確かめられた。分離菌の類別のため多くのイネ科植物を用いて病原性を調べた結果、イネいもち病菌のそれとほぼ一致した。さらに分離菌の培養ろ液を用いて毒素生産性について検討したところ、本病菌はピリカラシン H を生産しないことでイネいもち病菌の特徴に一致した。以上から今回ワイルドライスに発生した病害はイネいもち病菌の感染によるものであると結論した。なお、ワイルドライスのいもち病は初めての報告と思われる。

本実験に当たり、各種牧草の種子を分譲していただいた雪印種苗 (株) 千葉営業所杉本忠宏氏、オオムギ、コムギの種子を分譲していただいた山形県農業試験場有機農業研究室長結城昭一氏に感謝する。

引用文献

1. Johnson, D.R. and Precich, J.A. (1992). Wild rice domestication, fungal brown spot disease, and the future of commercial production in Minnesota. *Plant Dis.* 76 : 1193-1198.
2. 加藤 肇・山口富夫 (1980). イネ科, ショウガ科植物より分離したいもち病菌の宿主範囲. 関東病虫研報 27 : 14-15.
3. Marrison, R.H. and King, T.H. (1971). Stem rot of wild rice in Minnesota. *Plant Dis. Rep.* 55 : 498-500.
4. 中村重正 (1991). マコモの資源化—マコモ属植物の種類と利用—. 東京農業大学農業資料室, pp. 1-12.
5. Nukina, M. and Namai, T. (1991). Productivity of Pyrichalasin H, a phytotoxic metabolite, from different isolates of *Pyricularia grisea* and from other isolates of *Pyricularia* spp. *Agric. Biol. Chem.* 55 : 1899-1900.
6. Nyvall, R.F., Porter, R.A. and Percichi, J.A. (1995). First report of scab on cultivated wild rice in Minnesota. *Plant Dis.* 79 : 82-84.
7. Nyvall, R.F., Percichi, J.A., Porter, R.A. and Brantner, J.R. (1995). Comparison of fungal brown spot severity to incidence of seedborne *Bipolaris oryzae* and *B. sorokiniana* and infected floral site on cultivated wild rice. *Plant Dis.* 79 : 249-250.
8. 八重樫博志 (1981). いもち病菌の完全世代に関する研究. 東北農試研報 63 : 49-125.
9. Yamada, M., Kiyosawa, S., Yamaguchi, T., Hirano, T., Kobayashi, T., Kushibuchi, K. and Watanabe, S. (1976). Proposal of a new method for differentiating race of *Pyricularia oryzae* Cavara in Japan. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 42 : 216-219.
10. 山中 達 (1987). *Pyricularia* 属菌の類別. 稲いもち病 (山中 達・山口富夫編), 養賢堂, 東京, pp. 43-47.

Explanation of plate

Plate I

1. Blast lesions on leaf blade naturally occurred.
2. Blast lesions on leaf sheath naturally occurred.
3. Blast lesions on rachis-branch of male florets and neck of female floret.
4. Blast symptoms on hull.
5. Conidia collected from blast lesions on hull.
6. Sporulation on dried hull.

Plate II

1. Early blast lesion on leaf blade by spray inoculation with wild rice isolate.
2. Blast lesion on leaf blade by spray inoculation with wild rice isolate.
3. Later blast lesion on leaf blade by spray inoculation with wild rice isolates.
4. Blast symptoms on leaf sheath and uppermost internode of culm by spray inoculation with wild rice isolate.
5. Stunted wild rice by spray inoculation with wild rice isolate.
6. Leaf lesion of wild rice formed by spray inoculation of *Pyricularia oryzae* (F 67-54) maintained in the Laboratory of Phytopathology, Faculty of Agriculture, Yamagata University.