

新潟県において1998～2002年に分布したイネいもち病菌のレース

石川浩司・小潟慶司*・堀 武志・原澤良栄**・佐々木行雄

Kouji ISHIKAWA, Keiji OGATA*, Takeshi HORI, Ryoei HARASAWA** and Yukio SASAKI:

Distribution of pathogenic races of rice blast fungus (*Pyricularia oryzae*) in Niigata Prefecture from 1998 to 2002

新潟県において1998～2002年に分布したいもち病菌のレースを調査し、その特徴について検討した。5カ年のいもち病菌のレース構成は年次による変動が小さく、主にレース001.0, 003.0, 005.0, 007.0, 037.1の菌株が分離され、なかでも001.0, 003.0の頻度が高かった。レース構成は品種の真性抵抗性遺伝子型別作付率の影響を強く受け、*Pia*型や*Pii*型品種の作付率が高い地域ほどレース003.0や007.0の分離率が高く、*Pik-s*型以外の品種の作付率が増加すると、レース001.0の分離率は急速に低下する傾向がみられた。

Key words: レース, イネいもち病, 真性抵抗性, pathogenic races, *Pyricularia oryzae*, rice blast, Niigata Prefecture

緒 言

イネの最重要病害であるイネいもち病に対する耕種的防除法として、1950年代の後半から真性抵抗性遺伝子を持つ品種の利用が試みられた。しかし、導入された品種はいずれも数年間は発病抑制効果が高かったが、親和性レースの出現・蔓延により罹病化する抵抗性の崩壊現象が問題となった⁸⁾。いもち病抵抗性同質遺伝子系統の混合栽培（以下マルチライン）はその欠点を補う方法として期待され、宮城県「ササニシキ」や富山県「コシヒカリ」のマルチラインがすでに普及に移されている^{11,12)}。新潟県でも「コシヒカリ」の同質遺伝子系統を育成・種苗登録し⁹⁾、2005年から従来の「コシヒカリ」に替えて「コシヒカリ」マルチラインの一般栽培を全県で開始した。

マルチラインでは、抵抗性系統の混植比率が高いほど発病抑制効果が高いことが明らかになっているが^{15,16)}、ある系統が抵抗性系統として機能するかどうかは地域に分布するいもち病菌レースの種類によって決まる。そのため、マルチラインの利用にあたっては県内に分布するレースの把握が前提となる。

新潟県内のレース分布については、多くの報告がある^{17,18,19,20,21)}。近年は2001年に調査が実施されているの

みで、単年度の調査のため分布の変動要因などは詳細に解析されていない¹⁸⁾。そこで、1998～2002年の新潟県内のいもち病菌のレース分布とその特徴を明らかにすることを目的に調査を実施した。

本研究にあたり、いもち病罹病標本の採集に協力いただいた病害虫防除所、農業改良普及センター職員の方々に厚く御礼申し上げる。

材料および方法

1998～2002年に新潟県内の発生予察ほ場および一般ほ場を対象に1地点1ほ場として葉いもち、穂いもち病斑を採集した。1病斑からは1菌株を単孢子分離し、PSA斜面培地に移植して検定菌株とした。1地点あたり、1998～2000年は2菌株、2001、2002年は4菌株としたが、1～3菌株しか分離できない地点もあった。検定菌株の年次、地域および品種別の分離状況を第1表に示した。

これらの菌株はオートミール培地で25℃、7～10日間培養し、培地表面に生じた気中菌糸を滅菌した絵筆で取り除き、BLBランプを照射した25℃の定温器内に3～4日間静置し分生胞子を形成させた。

レースの判別にはYamada et al. (1976)¹⁸⁾の9判別品種と真性抵抗性遺伝子*Pik-p*, *Pib*, および*Pii*をそれぞれ

新潟県農業総合研究所作物研究センター Crop Research Center, Niigata Agricultural Research Institute, Nagakura-cho, Nagaoka, Niigata 940-0826

*現在：新潟県農業総合研究所 Present address: Niigata Agricultural Research Institute, Nagakura-cho, Nagaoka, Niigata 940-0826

**現在：新潟県農林水産部経営普及課 Present address: Agricultural Management Extension Division, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Shimko-cho, Niigata, Niigata 950-8570

単独に有するK60, BL1およびK59を用いた¹⁰⁾。これら12品種を1品種約10粒ずつ、シードリングケース(縦15cm×横5cm×高さ10cm)あたり6品種を播種し、温室内で育苗した。育苗には市販の粒状培土にピートモスを容積比で4:1に混合し、N, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ成分量で1ケースあたり0.19, 0.28, 0.23gとなるよう加えた培土を用いた。

接種は分生孢子濃度を約1.0×10⁵個/mlに調整し、0.01%のTween80を加えた孢子懸濁液を、4~5葉期まで生育させた判別品種に約5ml/ケース噴霧した。接種後は24℃、相対湿度100%の接種箱に20~24時間静置した後、23~28℃の温室で7~10日間管理し、葉身に生じた病斑型からレースを判別した。病斑型が不明瞭であったり、病斑数が少ないなどレースの判別が困難な場合、または、これまで県内で分離されたことのないレースと判別された場合には、再度接種試験を行った。レースの判別は病斑を採集した年の9月から翌年の3月に行った。

レース分布の変動と品種作付率の変化との関係を解析するため、1993年以降の県内の品種作付率を新潟食糧事務所資料「米穀の市町村別作付状況」をもとにして、真性抵抗性遺伝子型別に整理した。また、品種と分離菌株

のレースとの関係を合わせて解析した。

結 果

1. 品種の作付状況

第2表に1993~2002年の真性抵抗性遺伝子型別の品種作付率(以下品種作付率)を示した。1993~2002年までの10カ年の間に「コシヒカリ」に代表される*Pik-s*型品種が増加し、*Pia*型と*Piz*型品種が減少した。1998年~2002年の5カ年では、*Pik-s*型品種は79.6%から82.4%に増加した。また、*Pia*型は9.7%から6.5%に減少したが、*Pii*型は5.1%から8.2%に増加し、2002年には*Pia*型と*Pii*型の作付率が逆転した。これは、*Pii*型の早生品種「こしいぶき」が奨励品種に採用されて作付面積が増加し、*Pia*型の「ゆきの精」が減少したことによる。このほか、*Pii*と*Pik*を併せ持つ品種が1.3~2.0%作付されていた。

第3表に県内を上越, 魚沼, 中越, 新潟, 下越および佐渡の6地域に区分し、各地域の1998~2002年における品種作付率の平均を示した。魚沼地域では*Pik-s*型品種の作付率が96%と高く*Pia*型は2.4%とわずかであるのに対し、他の5地域では*Pik-s*型が90%未満となり、代わって*Pia*型と*Pii*型品種の作付率が高くなった。このよ

第1表 菌株の採集地域および品種の真性抵抗性遺伝子型別の菌株数

年	新潟県内の地域						品種の真性抵抗性遺伝子型					
	上越	魚沼	中越	新潟	下越	佐渡	<i>Pik-s</i>	<i>Pia</i>	<i>Pii</i>	<i>Pia, Pii</i>	<i>Pii, Pik</i>	不明
1998	22	30	40	19	20	14	58	9	5	0	2	71
1999	15	27	24	16	8	2	18	6	4	2	2	60
2000	8	28	10	4	8	0	44	2	0	0	2	10
2001	40	183	50	4	10	0	236	16	5	1	4	25
2002	60	230	105	119	70	30	429	44	8	0	0	133
計	144	498	229	162	116	46	785	77	22	3	10	299

表2表 新潟県におけるイネ品種の真性抵抗性遺伝子型別作付率の推移(1993~2002年)(%)^{a)}

年	品種の真性抵抗性遺伝子型									
	<i>Pik-s</i>	<i>Pia</i>	<i>Pii</i>	<i>Pia, Pii</i>	<i>Pik</i>	<i>Pii, Pik</i>	<i>Piz</i>	<i>Pia, Pik-m</i>	<i>Pib</i>	
1993	69.3	16.4	4.9	0.1	1.7	1.1	5.3	—	—	
1994	67.1	16.9	5.5	0.1	1.4	1.6	6.0	—	—	
1995	69.3	16.0	7.1	0.2	0.4	1.2	5.3	—	—	
1996	72.9	12.3	7.1	0.1	0.3	0.9	5.3	—	—	
1997	75.3	11.1	6.0	0.1	0.2	1.1	4.9	—	—	
1998	79.6	9.7	5.1	0.1	0.3	1.8	1.5	—	—	
1999	81.4	8.8	5.9	0.7	—	1.8	0.7	—	—	
2000	81.8	8.2	6.1	1.2	0.1	2.0	0.4	<0.1	<0.1	
2001	82.6	7.4	6.8	1.2	0.1	1.5	0.1	<0.1	<0.1	
2002	82.4	6.5	8.2	0.9	0.1	1.3	<0.1	<0.1	<0.1	

a) 新潟食糧事務所資料「米穀の市町村別作付状況」をもとに作成した。

うに、品種構成は地域で異なった。

2. 分離菌株のレース

5カ年の供試菌株数と分離菌株のレース別分離率を第4表に示した。レース構成は年次間で変動が小さく、主にレース001.0, 003.0, 005.0, 007.0, 037.1の菌株が分離され、なかでも001.0, 003.0の分離率が高かった。この他、まれに007.2, 013.1, 017.1, 035.1, 041.0, 101.0, 137.1, 303.0, 337.1が認められた。

分離源としたイネ品種の真性抵抗性遺伝子型と分離された菌株のレースとの関係を見ると(第1図), *Pik-s*型品種からは001.0, *Pia*型品種からは003.0, *Pii*型品種からは007.0, *Pii+Pik*型品種からは037.1の分離率が最も高かった。

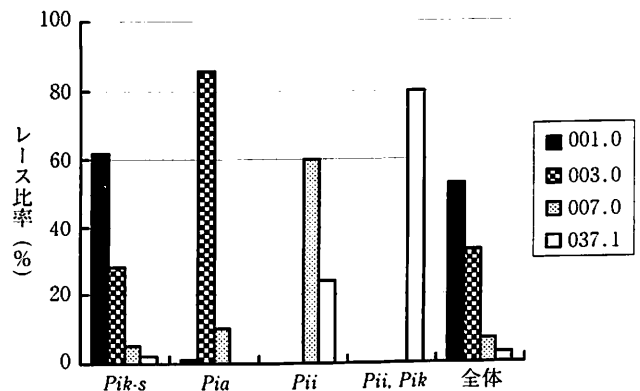
3. 地域別のレース分布

1地点から分離された菌株のレースは1~4種類で、地点によってレースの種類や比率は異なった(データ省略)。そこで、地域毎に1地点から単一のレースのみが分離される地点率をみると(第5表), *Pik-s*型品種の作付率が高い魚沼で001.0のみが分離される地点は58%であったのに対し、魚沼より*Pik-s*型品種の作付率が低いその他の地域では22~40%と低かった。また、魚沼以外では003.0のみが分離される地点が増加し、007.0や037.1のみが分離される地点もあった。

第2図に5カ年の分離菌株数が比較的多かった魚沼地

域と中越地域における品種作付率と主要なレースの菌株分離率の推移を示した。両地域とも年次による品種作付率の変動は小さく、レース構成の年次変動も小さかった。5カ年の平均値で見ると魚沼地域では*Pik-s*型品種の作付率は96.3%と高く、レース001.0の分離率は73%であり優占レースであった。これに対して、中越地域では*Pik-s*型品種の作付率は76.8%であったが001.0の分離率は32%と低く、他方、*Pia*型品種の作付率は11.1%であったが、レース003.0の分離率は59%と高かった。

第3図に6地域の品種作付率とレース別分離率の関係を示した。魚沼・中越地域以外は各年の分離菌株数が少なかったため、6地域とも5カ年の平均値を用いた。*Pia*型や*Pii*型の真性抵抗性を持った品種の作付率が高い



第1図 真性抵抗性遺伝子型別分離菌株の主要レースの比率

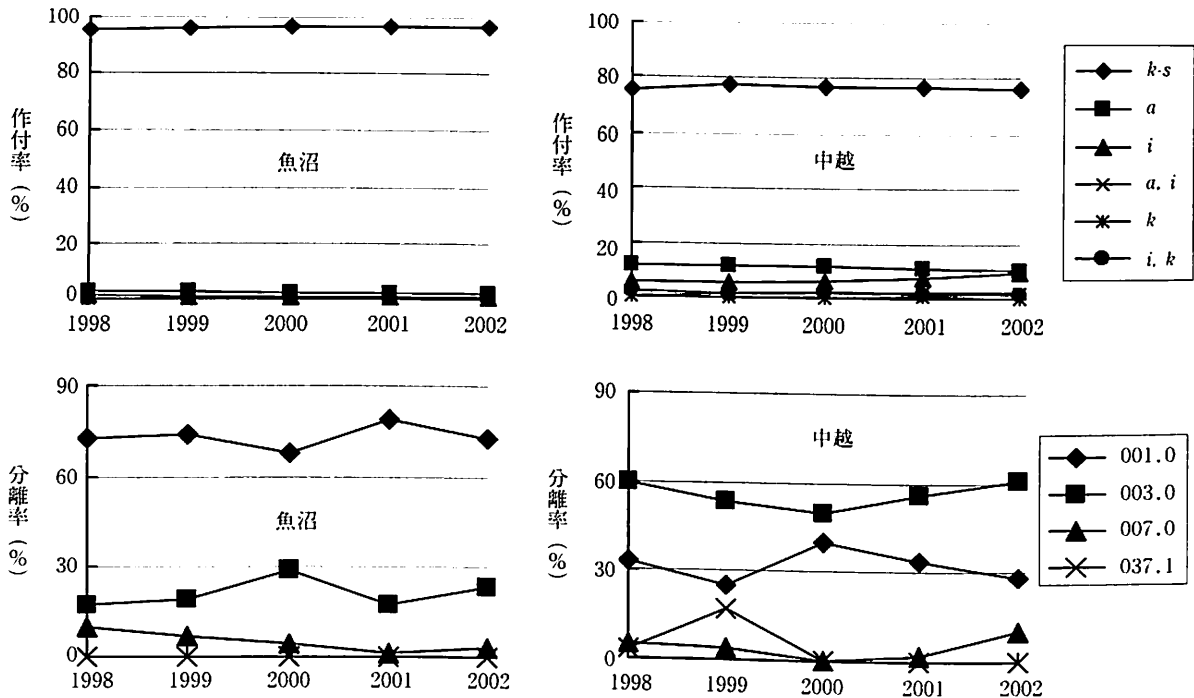
第3表 新潟県内各地域におけるイネ品種の真性抵抗性遺伝子型別作付率 (%)^{a)}

地域	品種の真性抵抗性遺伝子型								
	<i>Pik-s</i>	<i>Pia</i>	<i>Pii</i>	<i>Pia, Pii</i>	<i>Pik</i>	<i>Pii, Pik</i>	<i>Piz</i>	<i>Pia, Pik-m</i>	<i>Pib</i>
上越	76.6	7.9	11.1	1.2	0.1	1.7	<0.1	0	0
魚沼	96.3	2.4	0.8	<0.1	<0.1	0.1	0.1	0	0
中越	76.8	11.1	6.8	1.4	0.2	1.7	1.5	<0.1	0
新潟	80.4	10.3	4.5	0.9	0.2	2.7	0.4	0	<0.1
下越	80.7	6.9	8.9	0.4	0.1	1.7	0.4	0	0.1
佐渡	89.2	4.4	4.2	1.3	<0.1	0.4	<0.1	0	0

a) 新潟食糧事務所資料「米穀の市町村別作付状況」をもとに作成した、1998~2002年の平均値。

第4表 新潟県におけるイネいもち病菌レース分布の推移 (1998~2002年)

年次	菌株数	レース別分離率 (%)													
		001.0	003.0	005.0	007.0	007.2	013.1	017.1	035.1	037.1	041.0	101.0	137.1	303.0	337.1
1998	145	42.1	40.7	0	8.3	0	3.4	0	0	4.1	0	0.7	0.7	0	0
1999	92	38.0	41.3	0	10.9	0	0	0	0	9.8	0	0	0	0	0
2000	58	46.6	31.0	1.7	15.5	0	0	0	0	3.4	0	0	0	0	0
2001	287	60.6	27.2	4.9	3.5	0	0	0	0	2.4	0.3	0	0	0.3	0.3
2002	614	53.9	33.9	1.1	7.5	0.2	0.2	0	1.3	2.0	0	0	0	0	0



第2図 魚沼地域と中越地域における品種作付率と主要レース別菌株分離率の年次推移

第5表 全ての分離菌株が同一のレースであった地点の割合 (%)^{a)}

地域	調査地点数	レース			
		001.0	003.0	007.0	037.1
上越	12	33	8	0	8
魚沼	67	58	4	0	0
中越	23	22	26	4	0
新潟	17	29	18	6	0
下越	10	40	10	0	0
佐渡	3	0	0	0	0

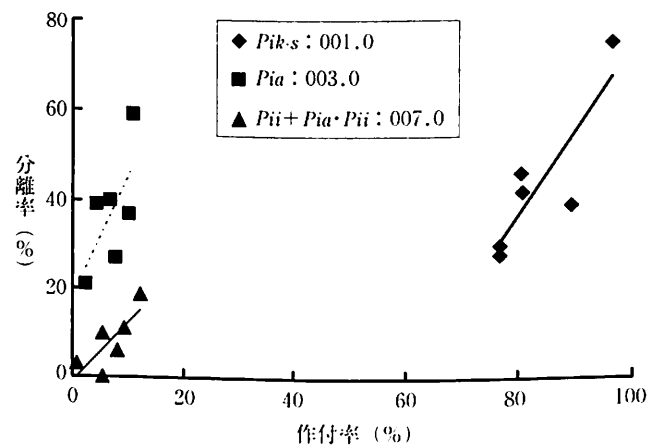
a) 2001年、2002年の「コシヒカリ」分離菌株について、3菌株以上レース判別した地点を対象とした。

第6表 新潟県内各地域の「コシヒカリ」分離株における主要なもち病菌レースの割合 (%)^{a)}

地域	菌株数	レース			
		001.0	003.0	007.0	037.1
上越	73	49.3	24.7	11.0	6.8
魚沼	372	78.0	18.5	1.9	0.3
中越	158	43.0	47.5	4.4	1.9
新潟	86	46.5	29.1	15.1	3.5
下越	52	59.6	30.8	3.8	0.0
佐渡	39	41.0	46.2	0.0	2.6

a) 1998～2002年の平均値

地域では、その品種から多く分離されるレース003.0や007.0の分離率が高まる傾向が認められた。しかし、その関係は抵抗性遺伝子型と菌株のレースとの組合せで異



第3図 新潟県内6地域における真性抵抗性遺伝子型別作付率と各レース菌株分離率の関係

注) 作付率、菌株の分離率は1998～2002年の平均値を用いた。

なり、Pik-s型品種の作付率が約60%を超えないとレース001.0の分離率が高まらないのに対し、PiaおよびPii+Pia、Piiでは作付率が20%未満でもレース003.0、007.0の分離率は急激に増加した。

第6表に新潟県内6地域における「コシヒカリ」分離株のレース分布を5カ年の平均値で示した。「コシヒカリ」においても魚沼地域でレース001.0の分離率が高

く、魚沼以外の地域では魚沼地域に比べレース001.0の分離率が低く、003.0や007.0の分離率が高かった。

考 察

いもち病菌のレース分布は真性抵抗性遺伝子型別の作付率と関連があることが知られている^{3,4,9,13,17,21,22)}。新潟県ではレースの分布調査が1965年より行われ、品種の交替に伴い優占レースが交代するなど、レース構成の大きな変動が報告されている^{1,7,9,14,20,21)}。本研究ではこれらに比べ、レース構成の年次による変動は小さく、レース001.0, 003.0の分離率が高いなど、1994年の調査結果¹⁾に近かった(第4表)。これは、近年品種作付率の大きな変化がないことによると思われる(第2表)。2001, 2002年にレース001.0の分離率が高くなるなど年次によるレース構成の変動も見られるが、菌株の採集地域による偏りが大きく影響していると推定される(第1表)。

同一地域内の同一品種からであっても、調査地点によって分離菌株のレースは異なった。石黒ら(1998)⁵⁾、原澤ら(2000)²⁾は、全般発生開始期の発病補植苗からの孢子飛散距離は最長約1 kmであり、伝染勾配には伝染源から数十m以内の急勾配とその先の緩やかな勾配があると報告している。したがって、地点によるレースのばらつきは、それぞれに由来の異なる伝染源の影響を受けたためと考えられる。

しかし、地点毎のレース分布を地域別に比較すると、*Pik-s*型品種の作付が多い魚沼地域のコシヒカリからは001.0のみが分離される地点が多く、*Pik-s*型品種の作付が比較的少ない他の地域では001.0以外のレースが分離される地点が多くなるなど(第5表)、レースの分布状況は地域の品種作付率の影響を受けていた。

魚沼地域以外の*Pia*型や*Pii*型品種の作付率が比較的高い地域では、これら品種から優先的に分離される003.0や007.0の分離率が*Pia*型や*Pii*型品種の作付率以上に高い傾向が認められた。これらは、単に*Pia*や*Pii*型品種を分離源としたサンプルが増えたためではなく、*Pik-s*型品種であるコシヒカリでも003.0や007.0の分離率が高くなったためである(第6表)。このように、真性抵抗性を持った品種の作付率に比べ、その品種に病原性を示す病原性の幅の広いレースの頻度は高いとする報告がある^{2,17,23)}。岡田ら(1991)¹⁷⁾は1990年の秋田県でのいもち病の多発生の際に*Pia*型の品種からレース007が分離されたのは、周囲の*Pii*型の「あきたこまち」でレース007の

菌が蔓延したためと推定している。新潟県の80%以上で作付されている*Pik-s*型品種「コシヒカリ」のほ場抵抗性は弱であり、他品種のほ場抵抗性は弱～強で「コシヒカリ」と同等以上である。このため、1998～2002年の新潟県において、レース003.0や007.0の分離率が高い主要因を品種のほ場抵抗性の影響と考えることはできない。例えば地域に*Pik-s*型品種と*Pia*型品種、レース001.0と003.0が存在する場合、孢子の飛散により*Pia*型品種から*Pik-s*型品種へ003.0の移入が起こり、次第に003.0の頻度は高くなると推定される。新潟県の地域ごとのレース分布はこうした現象と品種のほ場抵抗性による影響を受けていると思われる。

以上、近年の新潟県のいもち病菌レースは、*Pik-s*型品種の高い作付率の影響を受けてレース001.0が広く分布していた。また、*Pia*型や*Pii*型品種の影響も強く受けており、これら品種の作付率のわずかな上昇により、001.0の分布は急速に低下すると推察された。

2005年から全県に普及した新潟県の「コシヒカリ」マルチラインでは、本研究で明らかとなった県内のレース分布などを参考に構成系統やその混合比率を決定した。今後は抵抗性系統を侵害する新レースの出現による発病抑制効果の大幅な低下を回避するため、いもち病菌レースの分布調査を継続することとなっている。また、こうした調査からレース分布の変動に関与する要因を明らかにし、変動を予測することで計画的にマルチラインを構成する系統やその比率を変更できる可能性がある。

引用文献

- 1) 藤巻雄一・遠藤賢治・矢尾板恒雄・岩野正敬(1984) 1983年の新潟県におけるイネいもち病菌レース分布と品種「新潟早生」のいもち病多発要因。北陸病虫研報 32:1~4.
- 2) 原澤良栄・小湯慶司・堀武志・小林隆・石黒潔(2000) 葉いもち全般発生開始期における発病補植苗からの伝染勾配。日植病報 66:107(講要).
- 3) 平野哲司・内藤秀樹・斉藤初雄(1989) 愛知県におけるいもち病菌のレース分布(第1報)。愛知農総試研報 21:91~98.
- 4) 本田浩央・本間隆・佐藤智浩・内藤秀樹(1998) 山形県におけるイネいもち病菌レースの近年の分布推移。北日本病虫研報 49:5~7.
- 5) 石黒潔・小林隆・中島隆・兼松誠司(1998) 全般発生開始期において観察された発病取り置き苗

- から数百メートル規模の葉いもち拡散勾配. 日植病報 64:613~614 (講要).
- 6) Ishizaki, K., Hoshi, T., Abe, S., Sasaki, Y., Kobayashi, K., Kasaneyama, H., Matsui, T. and Azuma, S. (2005) Breeding of blast resistant isogenic lines in rice variety "Koshihikari" and evaluation of their characters. *Breed. Sci.* 55: 371~377.
 - 7) 岩野正敬 (1982) 1980年の北陸地域におけるイネいもち病菌レースの分布について. 北陸病虫研報 30: 1~3.
 - 8) 岩野正敬 (1987) 稲作における新品種導入・普及と病原菌レースの変動. 農林水産技術研究ジャーナル 10(6): 23~28.
 - 9) 岩野正敬・山田昌雄 (1983) イネいもち病菌レースの分布とその変動要因に関する研究. 北陸農試報 25: 1~64.
 - 10) 清沢茂久 (1979) 作物の病害抵抗性育種とその基礎研究. 農及園 54: 1427~1432.
 - 11) 小島洋一郎・蛭谷武志・山本良孝 (2004) 富山県におけるイネいもち病防除対策としてのマルチライン利用. 農業技術 59(2): 77~81.
 - 12) 松永和久 (1996) ササニシキのマルチライン育成と宮城県におけるいもち病防除への利用. 農業技術 51(4): 29~32.
 - 13) 内藤秀樹・平野哲司 (1985) 愛知県の山間, 中山間地域におけるいもち病の発生生態と分布レース. 愛知農総試研報 17: 115~125.
 - 14) 内藤秀樹・岩野正敬・藤田佳克・芦澤武人 (1999) 1994年, 日本におけるイネいもち病菌レースの分布. 農研センター資料 39: 1~92.
 - 15) 中島敏彦・根本和俊・東條浩幸 (1995) 異なる比率で混合栽培したササニシキ同質遺伝子系統がイネいもち病の発病に及ぼす影響. 日植病報 61: 644 (講要).
 - 16) 進藤敬助・堀野 修 (1989) 多系品種の利用によるいもち病の発病抑制. 東北農試研報 79: 1~13.
 - 17) 園田亮一・深谷富夫・八重樫博志 (1991) 1990年に秋田県で発生したイネいもち病菌レース. 北日本病虫研報 42: 5~7.
 - 18) 園田亮一・中島敏彦・平八重一之・野口雅子・森脇丈治 (2004) 2001年の北陸, 近畿地方に分布したイネいもち病菌のレース. 北陸病虫研報 53: 1~4.
 - 19) Yamada, M., Kiyosawa, S., Yamaguchi, T., Hirano, T., Kobayashi, T., Kushibuchi, K. and Watanabe, S. (1976) Proposal of a new method for differentiating races of *Pyricularia oryzae* Cavara in Japan. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 42: 216~219.
 - 20) 山田昌雄・浅賀宏一・高橋広治・小泉信三 (1979) 1976年に日本に発生したイネいもち病菌のレース. 農事試報 30: 11~29.
 - 21) 山田昌雄・高坂淳爾・松本省平 (1972) 農作物有害動植物発生予察特別報告 24: 66~82.
 - 22) 矢尾板恒雄・岩田和夫・山田昌雄・岩野正敬 (1977) 新潟県におけるイネいもち病菌レースの年次変化について. 新潟農試研報 26: 53~61.
 - 23) 善林 薫・フェデラペーニャ・芦澤武人・小泉信三 (2002) 2001年に北海道・東北地方に分布したイネいもち病菌レース. 北日本病虫研報 53: 19~23.
(2005年11月10日受領)