

イネいもち病真性抵抗性遺伝子型の推定とその供試菌系

林 長 生

農業生物資源研究所

1. はじめに

イネ品種のいもち病抵抗性は抵抗性程度の強い真性抵抗性 (true resistance, complete resistance) と抵抗性程度の弱い圃場抵抗性 (field resistance, partial resistance) があり, 両者を区分して解析することで品種抵抗性の理解が図られ, 真性抵抗性や圃場抵抗性の特長を活かした品種育成が進められている. 抵抗性程度が強い真性抵抗性は, しばしば圃場抵抗性をマスクし, その評価を困難にする. そのため, 圃場抵抗性程度を知るためには, 品種の真性抵抗性遺伝子型を明らかにしておくことが必須となる.

また, イネの品種登録においては, 既知のいもち病抵抗性推定遺伝子型のどれを保有するか, また葉いもち圃場抵抗性及び穂いもち圃場抵抗性の程度を明示することが求められる (農林水産省食料産業局新事業創出課, 2015). 既知のいもち病抵抗性推定遺伝子型は, + (抵抗性遺伝子なし), *Pia*, *Pii*, *Pik*, *Pik-s*, *Pik-p*, *Pik-h*, *Pik-m*, *Pita*, *Pita-2*, *Piz*, *Piz-t*, *Pib*, *Pit*, *Pi13*, *Pi9* の 16 種が記載されている.

本マニュアルでは, いもち病抵抗性評価のうち微生物遺伝資源マニュアルでとりあげなかった真性抵抗性遺伝子型推定の具体的な手順や推奨菌系を示す. いもち病菌の培養, 保存, 孢子作製, 噴霧接種, 抵抗性評価については微生物遺伝資源利用マニュアル No. 18 (林, 2005) や JIRCAS Working Report (Hayashi *et al.*, 2009) を参照していただきたい.

2. 真性抵抗性遺伝子型推定法の考え方

いもち病菌の病原性レースの検定は, イネ判別品種に形成される病斑型を質的形質として捉え, 抵抗性反応 (Resistant) と罹病性反応 (Susceptible) の 2 つのカテゴリーに分けて行われる. 一方, イネ品種の真性抵抗性遺伝子型の推定は, いもち病菌レースが持つ非病原力遺伝子とイネ品種が持つ真性抵抗性遺伝子の間の遺伝子対遺伝子の関係に基づいて実施される. 従って, 真性抵抗性遺伝子型推定法の基本は, 品種の抵抗性に関係すると考えられるすべての真性抵抗性遺伝子を侵すことのできるレース (基準レース) と, それら真性抵抗性遺伝子のうち 1 つだけを侵すことのできない” マイナスワンレース” のセット (判別菌系群) を用意することである. ここで, 2 つの抵抗性遺伝子 A, B と, これに特異的に対応する 2 つの非病原力遺伝子 a, b を想定する. まず, 抵抗性遺伝子 A, B の両方を侵すことのできる菌系を基準レースとして選定し, その後, 抵抗性遺伝子 A のみを侵せない菌系, 抵抗性遺伝子 B のみを侵せない菌系をそれぞれ抵抗性遺伝子 A の判別菌系と抵抗性遺伝子 B の判別菌系として選定する. これらは宿主の 4 つの遺伝子型 AB, A+, +B, ++ を分別しうる最少の病原菌の遺伝子型となる. これらの菌系を 4 ~ 5 葉期のイネ品種に噴霧接種し, 7 ~ 8 日後に病斑型による調査を行う. 病斑型は 0: 無病斑 ~ 5: 一次支脈 2 本を越える拡大した病斑の 6 段階に分け, 0 ~ 2 を抵抗性, 3 ~ 5 を罹病性と判定する. 詳細は微生物遺伝資源マニュアル No. 18 を参照されたい (林, 2005). 抵抗性遺伝子 A の判別菌系に抵抗性であれば品種は抵抗性遺伝子 A を持つ. 一方, 抵抗性遺伝子 B の判別菌系に抵抗性であれば, 抵抗性遺伝子 B を持つ. 両方の判別菌系に共に抵抗性であれば抵抗性遺伝子 A, B を持つと推定できる (表 1, 図 1).

表 1. 抵抗性遺伝子型推定の基本となる宿主抵抗性遺伝子と病原菌非病原力遺伝子の相互関係

宿主	抵抗性遺伝子	病原菌			
		マイナスワンレース		基準レース	
		抵抗性遺伝子 A の判別菌系	抵抗性遺伝子 B の判別菌系		
		非病原力遺伝子			
		<i>a</i> +	+ <i>b</i>	<i>a b</i>	++
非病原力遺伝子 <i>a</i> の判別品種	<i>A B</i>	R	R	R	S
	<i>A</i> +	R	S	R	S
	+ <i>B</i>	S	R	R	S
	++	S	S	S	S

R, 抵抗性; S, 罹病性; +, 該当遺伝子なし.

宿主(抵抗性遺伝子)

病原体(非病原力遺伝子)

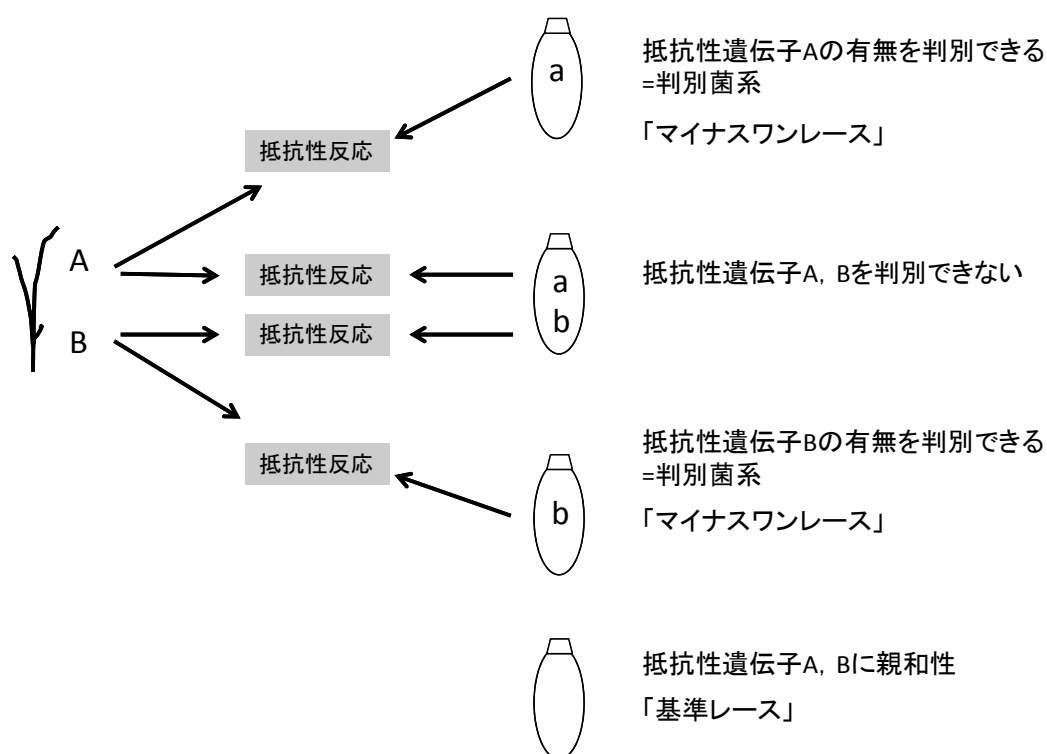


図 1. 宿主抵抗性遺伝子と病原菌非病原力遺伝子の関係に基づく病原菌の判別能力

3. 各抵抗性遺伝子保有品種の抵抗性病斑型

いもち病抵抗性推定遺伝子型は、抵抗性なしも含め、これまで 16 種が記載されている。抵抗性反応の病斑型は抵抗性遺伝子により異なり、全くの無病斑からやや拡大した小型病斑までである (図 2)。真性抵抗性遺伝子 *Piz-t* などを持つ品種の抵抗性反応は無病斑型、同じく *Pia* などを持つ品種は褐点型、同じ褐点型でも *Pii* を持つ品種は大きな褐点になる。*Piz*, *Pita* などを持つ品種はやや拡大した小型病斑型になる。*Pit* を持つ品種の抵抗性反応では鳥の眼状の褐変が現れ特徴的な病斑となるが、多数形成されると罹病性反応と見誤る場合もある。これらの真性抵抗性遺伝子を保有する品種にはいずれも罹病性にさせる菌系が存在し、抵抗性病斑とは明瞭に区別できる図 2 下段に示したような拡大した浸潤型の罹病性病斑を形成する。



















抵抗性病斑	抵抗性遺伝子	保有品種・系統
	<i>Pia</i>	愛知旭
	<i>Pii</i>	石狩白毛
	<i>Pik</i>	クサブエ
	<i>Pik</i>	関東51号
	<i>Pik-s</i>	新2号*
	<i>Pik-p</i>	K60
	<i>Pik-h</i>	IRBLKh-K3
	<i>Pik-m</i>	ツユアケ
	<i>Pita</i>	ヤシロモチ
	<i>Pita-2</i>	Pi No.4
	<i>Piz</i>	フクニシキ
	<i>Piz-t</i>	とりで1号
	<i>Pib</i>	BL1
	<i>Pit</i>	K59
	<i>Pi13</i>	富山コシヒカリ BL7号
	<i>Pi9</i>	IRBL9-W
罹病性病斑		
	<i>Pik-s</i>	新2号
	+	LTH*

図2. 真性抵抗性遺伝子保有品種・系統の抵抗性，罹病性反応（病斑型）

4葉期イネにいもち病菌菌系 93-406（レース 001.0）を 5×10^4 個/ml の孢子密度で噴霧接種し，7日後の病斑。ただし，* の品種・系統には菌系 H07-195-1（ラオス産，*Pik-s* に非親和性）を接種した。

4. 真性抵抗性遺伝子型推定法の実際

1) 基本的な手順

- (1) 交配組合せなどの品種情報から検定品種が保有する可能性がある抵抗性遺伝子を調べる。これらの抵抗性遺伝子のすべてを侵せる広域な病原性を持った菌系群を基準レース候補として選定する。
- (2) これらの候補菌系を検定品種に噴霧接種する。罹病性となった接種菌系の病原性レースを比較し，共通して侵される抵抗性遺伝子とその品種が保有する抵抗性遺伝子型の候補となる。
- (3) 候補とした抵抗性遺伝子のうち1つの抵抗性遺伝子だけを侵せない菌系（マイナスワンレース）を判別菌系として選定する。候補遺伝子のすべてについて選定できることが望ましい。
- (4) これらの判別菌系を検定品種に噴霧接種する。抵抗性反応を示す場合のみ判別菌系の非病原力遺伝子に対応する抵抗性遺伝子を保有すると判断する。罹病性反応の場合は対応する抵抗性遺伝子を保有しないと判断する。

抵抗性遺伝子を判別するための理想的な菌系セットが得難い場合もあるが、農業生物資源ジーンバンクに登録されたイネいもち病菌菌系を用い、以下に複数の抵抗性遺伝子の有無を判別する実例を示す。

2) 真性抵抗性遺伝子型 *Pia*, *Pii* の推定

抵抗性遺伝子型推定の対象となる *Pia*, *Pii* に病原性を示す基準レースは 007.0 となる。抵抗性遺伝子 *Pia* の判別にはレース 005.0 菌系を接種する。抵抗性反応であれば、品種は *Pia* を保有すると推定される。抵抗性遺伝子 *Pii* の判別にはレース 003.0 菌系を用いる。抵抗性反応であれば、品種は *Pii* を保有すると推定される。表 2 の検定品種 -3 は両方の判別菌系に抵抗性 (R) であるので *Pia* と *Pii* を保有すると推定される (表 2)。

3) 真性抵抗性遺伝子型 *Pia*, *Pii*, *Pik*, *Pik-m* の推定

抵抗性遺伝子型推定の対象となる *Pia*, *Pii*, *Pik*, *Pik-m* すべてに親和性を示す基準レースは 037.1 となる (表 3)。 *Pia* の判別菌系レース 035.1 に抵抗性であれば、品種は *Pia* を保有すると推定される。同様に *Pii* の判別菌系レース 033.1 に抵抗性で *Pii* を、 *Pik/Pik-m* の判別菌系レース 007.0 に抵抗性で *Pik* または *Pik-m* を保有すると推定される。 *Pik* と *Pik-m* の判別はレース 007.0 判別菌系に加えレース 017.1 判別菌系の反応を調べる。レース 007.0 判別菌系のみ抵抗性であれば *Pik*、レース 017.1 判別菌系に対しても抵抗性であれば *Pik-m* を保有すると推定される。例えば、表 3 の供試品種 -4 はレース 033.1、レース 007.0、レース 017.1 の各判別菌系に抵抗性であるので *Pii* と *Pik-m* を保有すると推定される。

4) 真性抵抗性遺伝子型 *Pik* 座遺伝子の推定

Pik 座の複数の抵抗性遺伝子は複対立の関係にあり、いもち病菌の非病原力遺伝子と直接相互作用する。しかも、抵抗性遺伝子が複数の非病原力遺伝子と相互作用する複雑な関係にある (Kanzaki *et al.*, 2012)。そのうち品種登録に必要な *Pik* 座のいもち病抵抗性推定遺伝子型は、 *Pik*, *Pik-s*, *Pik-p*, *Pik-h*, 及び *Pik-m* の 5 つである。これらの遺伝子の判別について表 4 に示した。

抵抗性遺伝子型推定の対象となるすべてに親和性を示す基準レースは *Pik* と *Pik-m* を判別する場合と同じ 037.1 となるが、5 つの抵抗性遺伝子を判別することは簡単ではない。まず、 *Pik-h* については判別菌系 H05-72-1 (新国際いもち病菌レース判別システムにおける反応型 k137 (Hayashi and Fukuta, 2009)) に抵抗性反応であれば、品種は *Pik-h* を保有すると推定される。しかし、 *Pik*, *Pik-p*, *Pik-m* の判別についてはレース 007.0 (反応型 k100)、レース 303.1 (反応型 k106)、レース 017.1 (反応型 k107) の 3 判別菌系の反応を比較して推定する。レース 007.0 のみに抵抗性であれば、品種は *Pik-p* を、レース 303.1 にも抵抗性であれば *Pik* を、さらにレース 017.1 にも抵抗性であれば *Pik-m* を保有すると推定される。 *Pik-s* の判別は、国内のい

表 2. 真性抵抗性推定遺伝子型 *Pia*, *Pii* の判別

		いもち病菌				真性抵抗性 推定遺伝子型
		マイナスワン レース = <i>Pia</i> の判別菌系	マイナスワン レース = <i>Pii</i> の判別菌系	基準レース		
イネ		レース 005.0 新 83-34 MAFF 101510	レース 003.0 九 89-246 MAFF 101506	レース 001.0 93-406 MAFF 243640	レース 007.0 稲 86-137 MAFF 101511	
イネ品種・系統	抵抗性遺伝子型	<i>AvrPia</i> +	+ <i>AvrPii</i>	<i>AvrPia</i> <i>AvrPii</i>	++	
<i>AvrPia</i> 判別品種	<i>Pia</i> +	R	S	R	S	
<i>AvrPii</i> 判別品種	+ <i>Pii</i>	S	R	R	S	
検定品種 -1	?	R	S		S	<i>Pia</i>
検定品種 -2	?	S	R		S	<i>Pii</i>
検定品種 -3	?	R	R		S	<i>Pia Pii</i>
検定品種 -4	?	S	S		S	+

R, 抵抗性; S, 罹病性; +, 該当遺伝子なし。

表 3. 真性抵抗性推定遺伝子型 *Pia*, *Pii*, *Pik*, *Pik-m* の判別

		いもち病菌					真性抵抗性 推定遺伝子型
		マイナスワン レース = <i>Pia</i> の 判別菌系	マイナスワン レース = <i>Pii</i> の 判別菌系	マイナスワン レース = <i>Pik/Pik-m</i> の 判別菌系	マイナスワン レース = <i>Pik-m</i> の 判別菌系	基準レース	
イネ		レース 035.1 TH68-140 MAFF 101518	レース 033.1 TH68-126 MAFF 101517	レース 007.0 稲 86-137 MAFF 101511	レース 017.1 九 92-22 MAFF 101514	レース 037.1 24-22-1-1 MAFF 101519	
イネ品種・系統	抵抗性遺伝子型	<i>AvrPia</i> + + +	+ <i>AvrPii</i> + +	+ + <i>AvrPik</i> <i>AvrPikm</i>	+ + + <i>AvrPikm</i>	+ + + +	
<i>AvrPia</i> 判別品種	<i>Pia</i>	R	S	S	S	S	
<i>AvrPii</i> 判別品種	<i>Pii</i>	S	R	S	S	S	
<i>AvrPik</i> 判別品種	<i>Pik</i>	S	S	R	S	S	
<i>AvrPik-m</i> 判別品種	<i>Pik-m</i>	S	S	R	R	S	
検定品種 -1	?	S	S	R	S	S	<i>Pik</i>
検定品種 -2	?	S	S	R	R	S	<i>Pik-m</i>
検定品種 -3	?	S	R	R	S	S	<i>Pii Pik</i>
検定品種 -4	?	S	R	R	R	S	<i>Pii Pik-m</i>
検定品種 -5	?	R	S	R	S	S	<i>Pia Pik</i>
検定品種 -6	?	R	S	R	R	S	<i>Pia Pik-m</i>
検定品種 -7	?	R	R	R	R	S	<i>Pia Pii Pik-m</i>
検定品種 -8	?	S	S	S	S	S	+

R, 抵抗性; S, 罹病性; +, 該当遺伝子なし.

表 4. 真性抵抗性推定遺伝子型 *Pia*, *Pii*, *Pik-s*, *Pik*, *Pik-p*, *Pik-m*, *Pik-h* の判別

		いもち病菌					真性抵抗性 推定遺伝子型
					マイナスワン レース = <i>Pik-h</i> の 判別菌系	基準レース	
イネ		k000* Laos 産 H07-195-1	レース 007.0 k100 稲 86-137 MAFF 101511	レース 303.1 k106 P-2b MAFF 101528	レース 017.1 k107 九 92-22 MAFF 101514	レース 037.1 k177 24-22-1-1 MAFF 101519	
イネ品種・系統	抵抗性遺伝子型	<i>AvrPiks</i> 等	<i>AvrPikp</i> 等	<i>AvrPik</i> 等	<i>AvrPikm</i> 等	<i>AvrPikh</i>	+
<i>AvrPik-s</i> 判別品種	<i>Pik-s</i>	R	S	S	S	S	S
<i>AvrPik-p</i> 判別品種	<i>Pik-p</i>	R	R	S	S	S	S
<i>AvrPik</i> 判別品種	<i>Pik</i>	R	R	R	S	S	S
<i>AvrPik-m</i> 判別品種	<i>Pik-m</i>	R	R	R	R	S	S
<i>AvrPik-h</i> 判別品種	<i>Pik-h</i>	R	R	R	R	R	S
<i>AvrPia</i> 判別品種	<i>Pia</i>	S	S	S	S	R	S
<i>AvrPii</i> 判別品種	<i>Pii</i>	R	S	R	S	R	S

R, 抵抗性; S, 罹病性; +, 該当遺伝子なし.

*, k000 などは新国際いもち病菌レース判別システムにおける *Pik* 座の判別品種に対する反応型.

もち病菌がすべて *Pik-s* に親和性であるため国内産に判別菌系を見つけないことができない. 外国産菌の反応型 k000 の菌系に抵抗性であれば, *Pik-s* を保有すると推定される.

5) 真性抵抗性遺伝子型 *Piz* の推定

真性抵抗性遺伝子 *Piz* はアメリカ品種 ‘Zenith’ から日本品種に導入された。検定品種が *Piz* を保有する可能性がある場合、他の遺伝子の保有情報も考慮し適切な菌系を選定する。たとえば、*Piz* の他に *Pia*, *Pii*, 及び *Pik* 座の抵抗性遺伝子を保有する可能性がある場合、基準菌系にレース 077.1, *Piz* の判別菌系にレース 037.1, または *Pik* 座の判別菌系にレース 047.0 の各菌系を用いる。レース 077.1 に親和性で、レース 037.1 およびレース 047.0 に抵抗性であれば *Piz* と *Pik* 座の抵抗性遺伝子を保有することが推定される (表 5)。 *Piz* の判別レース 037.1 に罹病性であれば、*Piz* は保有せず、*Pia*, *Pii*, *Pik* 座の抵抗性遺伝子を保有する可能性が残る。別途、*Piz* を除いた判別の菌系セットを用いた接種試験を設計し、遺伝子型の推定を進める。

6) 真性抵抗性遺伝子型 *Piz-t* の推定

Piz-t はインド品種 ‘TKM.1’ と ‘CO.25’ から日本品種に導入された。検定品種が *Piz-t* を保有する可能性がある場合、他の遺伝子の保有情報も考慮し適切な菌系を選定する。たとえば、*Piz-t* の他に *Pia*, *Pii*, *Pik* 座及び *Piz* を保有する可能性がある場合、基準レースとして 477.1, 判別菌系として *Piz-t* の判別にレース 077.1, *Piz* の判別にレース 437.1, *Pik* 座抵抗性遺伝子の判別にレース 447.0 などの各菌系を用いる。レース 077.1 に抵抗性であれば *Piz-t* を保有することが推定され、罹病性であれば、*Piz-t* を保有しないことが推定される。*Piz* の有無はレース 437.1, *Pik* 座抵抗性遺伝子の有無はレース 447.0 によりそれぞれ判別される (表 6)。

7) 真性抵抗性遺伝子型 *Pib* の推定

Pib はインドネシア品種 ‘Tjahaja’ やマレーシア品種 ‘Milek Kuning’ から日本品種に導入された。検定品種が *Pib* を保有する可能性がある場合、他の遺伝子の保有情報も考慮し適切な菌系を選定する。たとえば、*Pib* の他に *Pia*, *Pii* を保有する可能性がある場合、基準レースとしてレース 007.2, 判別菌系として *Pib* にレース 007.0, *Pia* にレース 005.2, *Pii* にレース 003.2 などの各菌系を用いる。レース 007.0 菌系に抵抗性であれば *Pib* を保有することが推定され、罹病性であれば、*Pib* を保有しないことが推定される。*Pia* の有無はレース 005.2, *Pii* の有無はレース 003.2 の各菌系によりそれぞれ推定される (表 7)。

8) 真性抵抗性遺伝子型 *Pita* の推定

Pita はフィリピン品種 ‘Tadukan’ および中国品種 ‘おかいね’ から日本品種に導入された。検定品種が *Pita* を保有する可能性がある場合、他の遺伝子の保有情報も考慮し適切な菌系を選定する。たとえば、*Pita*

表 5. 真性抵抗性推定遺伝子型 *Piz* の判別

		いもち病菌			真性抵抗性推定 遺伝子型
		マイナスワンレース = <i>Piz</i> の判別菌系	マイナスワンレース = <i>Pik</i> 座の判別菌系	基準レース	
イネ		レース 037.1 24-22-1-1 MAFF 101519	レース 047.0 九 9439013 MAFF 101521	レース 077.1 笹森 121 MAFF 101523	
イネ品種・系統	抵抗性遺伝子型	<i>AvrPiz</i>	<i>AvrPik</i> 等	+	
<i>AvrPiz</i> 判別品種	<i>Piz</i>	R	S	S	
<i>AvrPik</i> 座判別品種	<i>Pik allele</i>	S	R	S	
<i>AvrPia</i> 判別品種	<i>Pia</i>	S	S	S	
<i>AvrPii</i> 判別品種	<i>Pii</i>	S	S	S	
検定品種 -1	?	R	S	S	<i>Piz</i>
検定品種 -2	?	S	R	S	<i>Pik</i> 座
検定品種 -3	?	R	R	S	<i>Piz</i> <i>Pik</i> 座
検定品種 -4	?	S	S	S	+

R, 抵抗性; S, 罹病性; +, 該当遺伝子なし。

表 6. 真性抵抗性推定遺伝子型 *Piz-t* の判別

		いもち病菌				真性抵抗性推定 遺伝子型
		マイナスワン レース = <i>Piz-t</i> の判別菌系	マイナスワン レース = <i>Piz</i> の判別菌系	マイナスワン レース = <i>Pik</i> 座の判別菌系	基準レース	
イネ		レース077.1 笹森121 MAFF 101523	レース437.1 IW81-04 MAFF 101532	レース447.0 84R-62B MAFF 239299	レース477.1 愛74-134 MAFF 101533	
イネ品種・系統	抵抗性遺伝子型	<i>AvrPizt</i>	<i>AvrPiz</i>	<i>AvrPik</i> 等	+	
<i>AvrPizt</i> 判別品種	<i>Piz-t</i>	R	S	S	S	
<i>AvrPiz</i> 判別品種	<i>Piz</i>	S	R	S	S	
<i>AvrPik</i> 等判別品種	<i>Pik allele</i>	S	S	R	S	
<i>AvrPia</i> 判別品種	<i>Pia</i>	S	S	S	S	
<i>AvrPii</i> 判別品種	<i>Pii</i>	S	S	S	S	
検定品種 -1	?	R	S	S	S	<i>Piz-t</i>
検定品種 -2	?	S	R	S	S	<i>Piz</i>
検定品種 -3	?	S	S	R	S	<i>Pik</i> 座
検定品種 -4	?	R	S	R	S	<i>Piz-t Pik</i> 座
検定品種 -5	?	S	R	R	S	<i>Piz Pik</i> 座
検定品種 -6	?	S	S	S	S	+

R, 抵抗性 ; S, 罹病性 ; + , 該当遺伝子なし.

表 7. 真性抵抗性推定遺伝子型 *Pib* の判別

		いもち病菌				真性抵抗性 推定遺伝子型
		マイナスワン レース = <i>Pib</i> の判別菌系	マイナスワン レース = <i>Pia</i> の判別菌系	マイナスワン レース = <i>Pii</i> の判別菌系	基準レース	
イネ		レース 007.0 稲 86-137 MAFF 101511	レース 005.2 H12-1-1 MAFF 245232	レース 003.2 95Mu-29 MAFF 101509	レース 007.2 31-4-151-11-1 MAFF 101513	
イネ品種・系統	抵抗性遺伝子型	<i>AvrPib</i>	<i>AvrPia</i>	<i>AvrPii</i>	+	
<i>AvrPib</i> 判別品種	<i>Pib</i>	R	S	S	S	
<i>AvrPia</i> 判別品種	<i>Pia</i>	S	R	S	S	
<i>AvrPii</i> 判別品種	<i>Pii</i>	S	S	R	S	
検定品種 -1	?	R	S	S	S	<i>Pib</i>
検定品種 -2	?	S	R	S	S	<i>Pia</i>
検定品種 -3	?	R	S	R	S	<i>Pib Pii</i>
検定品種 -4	?	S	S	S	S	+

R, 抵抗性 ; S, 罹病性 ; + , 該当遺伝子なし.

の他に *Pib*, *Pik* 座抵抗性遺伝子を保有する可能性がある場合, 基準レースとしてレース 137.3, 判別菌系として *Pita* にレース 037.3, *Pib* にレース 137.1, *Pik* 座抵抗性遺伝子にレース 107.2 などの各菌系を用いる. レース 037.3 菌系に抵抗性であれば *Pita* を保有すること, 罹病性であれば *Pita* を保有しないことが推定される. *Pib* の有無はレース 137.1, *Pik* 座抵抗性遺伝子の有無はレース 107.2 の各菌系によりそれぞれ判別される(表 8).

表 8. 真性抵抗性推定遺伝子型 *Pita* の判別

		いもち病菌				真性抵抗性 推定遺伝子型
		マイナスワン レース = <i>Pita</i> の判別菌系	マイナスワン レース = <i>Pib</i> の判別菌系	マイナスワン レース = <i>Pik</i> 座の判別菌系	基準レース	
イネ		レース 037.3 愛 79-142 MAFF 101520	レース 137.1 研 53-33 MAFF 101525	レース 107.2 H98-315-1 MAFF 238997	レース 137.3 87-175 MAFF 239003	
イネ品種・系統	抵抗性遺伝子型	<i>AvrPita</i>	<i>AvrPib</i>	<i>AvrPik</i> / <i>AvrPikm</i> / <i>AvrPikh</i>	+	
<i>AvrPita</i> 判別品種	<i>Pita</i>	R	S	S	S	
<i>AvrPib</i> 判別品種	<i>Pib</i>	S	R	S	S	
<i>AvrPik</i> 判別品種	<i>Pik</i>	S	S	R	S	
<i>AvrPikm</i> 判別品種	<i>Pik-m</i>	S	S	R	S	
<i>AvrPikh</i> 判別品種	<i>Pik-h</i>	S	S	R	S	
<i>AvrPia</i> 判別品種	<i>Pia</i>	S	S	S	S	
<i>AvrPii</i> 判別品種	<i>Pii</i>	S	S	S	S	
検定品種 -1	?	R	S	S	S	<i>Pita</i>
検定品種 -2	?	S	R	S	S	<i>Pib</i>
検定品種 -3	?	R	S	R	S	<i>Pita Pik/Pik-m/ Pik-h*</i>
検定品種 -4	?	S	S	S	S	+

R, 抵抗性; S, 罹病性; +, 該当遺伝子なし.

*, ここでは *Pik*, *Pik-m*, *Pik-h* のいずれかは推定はできない.

9) 真性抵抗性遺伝子型 *Pita-2* の推定

Pita-2 はフィリピン品種 ‘Tadukan’ から日本品種に導入された. 検定品種が *Pita-2* を保有する可能性がある場合, 他の遺伝子の保有情報も考慮し適切な菌系を選定する. たとえば, *Pita-2* の他に *Pii*, *Pik* 座を保有する可能性がある場合, 基準レースとしてレース 337.1, 判別菌系として *Pita-2* にレース 137.1, *Pii* にレース 333.1, *Pik* 座抵抗性遺伝子にレース 307.0 などの各菌系を用いる. レース 137.1 菌系に抵抗性であれば *Pita-2* を保有することが, また罹病性であれば, *Pita-2* を保有しないことが推定される. *Pii* の有無はレース 333.1, *Pik* 座抵抗性遺伝子の有無はレース 307.0 の各菌系によりそれぞれ判別される (表 9).

10) 真性抵抗性遺伝子型 *Pit* の推定

Pit を持つ品種はわが国にはこれまでなかったが, 2014 年に ‘コシヒカリ新潟 BL13 号’ が登録された. *Pit* はインドネシア品種 ‘Tjahaja’ から ‘K59’ を經由して日本品種に導入された. 国内では *Pit* 品種の栽培がなかったため, *Pit* を侵す菌系の分離は極めて少ない. 愛知県農業総合試験場山間農業研究所いもち病指定試験地に保管されていた菌系「長 61-14」は *Pit* 判別品種に病原性がありレース 005.4 であった. レース 005.4 菌系を基準レース, レース 005.0 菌系を *Pit* の判別菌系とすることにより, *Pit* の有無を判別することができる. 菌系「長 61-14」は 1961 年石川県で品種 ‘ホウネンワセ’ から分離され, 当時の判別体系でレースは N-5 とされた (農林省農政局植物防疫課, 1964). レース N-5 は当時の判別体系で判別品種 ‘石狩白毛’, ‘銀河’, ‘農林 22 号’, ‘農林 20 号’ に病原性を示す. *Pii* の判別品種 ‘石狩白毛’ を侵すので現行の判別体系によるレースでは 005 にあたると考えられる. 当時, *Pit* 保有品種が栽培されていない状況においても *Pit* に病原性をもつ菌が存在したことは興味深い. 今後, *Pit* を持つ品種が栽培されれば, それに対応したいもち病菌が出現することが予想される. 遺伝子型推定のための菌系の収集が必要となる.

表 9. 真性抵抗性推定遺伝子型 *Pita-2* の判別

		いもち病菌				真性抵抗性 推定遺伝子型
		マイナスワン レース =Pita-2 の判別菌系	マイナスワン レース =Pii の判別菌系	マイナスワン レース =Pik 座 の判別菌系	基準レース	
イネ		レース 137.1 研 53-33 MAFF 101525	レース 333.1 N86-221B MAFF 239023	レース 307.0 H98-173-1 MAFF 239020	レース 337.1 青 92-06-2 MAFF 101530	
イネ品種・系統	抵抗性遺伝子型	<i>AvrPita2</i>	<i>AvrPii</i>	<i>AvrPik</i> / <i>AvrPikm</i> / <i>AvrPikh</i>	+	
<i>AvrPita2</i> 判別品種	<i>Pita-2</i>	R	S	S	S	
<i>AvrPii</i> 判別品種	<i>Pii</i>	S	R	S	S	
<i>AvrPik</i> 判別品種	<i>Pik</i>	S	S	R	S	
<i>AvrPikm</i> 判別品種	<i>Pik-m</i>	S	S	R	S	
<i>AvrPikh</i> 判別品種	<i>Pik-h</i>	S	S	R	S	
<i>AvrPia</i> 判別品種	<i>Pia</i>	S	S	S	S	
<i>AvrPita</i> 判別品種	<i>Pita</i>	S	S	S	S	
検定品種 -1	?	R	S	S	S	<i>Pita-2</i>
検定品種 -2	?	S	R	S	S	<i>Pii</i>
検定品種 -3	?	R	S	R	S	<i>Pita-2</i> <i>Pik</i> / <i>Pik-m</i> / <i>Pik-h</i>
検定品種 -4	?	S	S	S	S	+

R, 抵抗性; S, 罹病性; +, 該当遺伝子なし.

*, ここでは *Pik*, *Pik-m*, *Pik-h* のいずれかは推定はできない.

5. おわりに

いもち病真性抵抗性遺伝子型の推定には、判別能力の高い菌系が求められる。理想的には、すべての抵抗性遺伝子を侵せる菌系があり、かつ、それらの抵抗性遺伝子のいずれか一つを侵せない、すなわち一つの非病原力遺伝子を持った菌系のセットがあればよい。しかし、そのようなスーパーレースは得られていない現状では、野外からの分離菌や温室内で見出された病原性の突然変異菌系の作出などから判別能力の高い菌系を探す地道な作業を続けることが大切であると考え。また、近年作付けが増加している飼料イネには、15 種のいもち病抵抗性遺伝子以外の新たな抵抗性遺伝子を導入した品種がみられる。今回の考え方をもとにすれば、飼料イネ品種における真性抵抗性遺伝子型の推定へも応用できると考える。

6. 引用文献

- 林長生 (2005). 微生物遺伝資源利用マニュアル(18) イネいもち病菌 1-34. 農業生物資源研究所
- Hayashi, N. and Fukuta, Y. (2009). Proposal for a new international system of differentiating races of blast (*Pyricularia oryzae* Cavara) by using LTH monogenic lines in rice (*Oryza sativa* L.). JIRCAS Working Report 63: 11-15.
- Hayashi, N., Kobayashi, N., Cruz, C. M. V. and Fukuta, Y. (2009). Protocols for the sampling of diseased specimens and evaluation of blast disease in rice. JIRCAS Working Report 63: 17-33.
- Kanzaki, H., Yoshida, K., Saitoh, H., Fujisaki, K., Hirabuchi, A., Alaux, L., Fournier, E., Tharreau, D. and Terauchi, R. (2012). Arms race co-evolution of *Magnaporthe oryzae* AVR-*Pik* and rice *Pik* genes driven by their physical interactions. The Plant journal 72(6): 894-907.
- 内藤秀樹 (1999). イネいもち病菌レース標準菌株の選定. 総合農業の新技术 12: 148-151.
- 農林省農政局植物防疫課 (1964). 稲熱病菌の菌型に関する共同研究 第2集. 病害虫発生予察特別報告. 18: 1-132.
- 農林水産省食料産業局新事業創出課 (2015). 農林水産植物種類別審査基準. http://www.hinsyu.maff.go.jp/info/sinsakijun/botanical_taxon.html.

別表 1. いもち病真菌性抵抗性遺伝子型の推定に利用されるイネいもち病菌およびそれらのレースと抵抗性遺伝子の関係

MAFF 番号		菌株名	病原力	分生子形成	レース番号／		判別品種に対する反応											
					判別品種	石狩白毛 (藤坂 5 号)												
						ヤシロモチ (K1)	Pi No.4 とりで1号	関東51号 (クサブエ)	ツクエケ	フクニシキ	新2号	愛知旭	Pik	Pik-m	Piz	Pik-s	Pia	Pii
					抵抗性遺伝子	Pita	Pita-2	Piz-t	Pik	Pik-m	Piz	Pik-s	Pia	Pii	Pik-p	Pib	Pit	
					コード番号	100	200	400	10	20	40	1	2	4	4	0.1	0.2	0.4
MAFF 243640	93-406	極強	優 / 多量	001.0	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-
MAFF 101505*	Mu-95	強	優 / 多量	001.2	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	S	-
MAFF 101506*	九 89-246	極強	優 / 多量	003.0	-	-	-	-	-	-	-	S	S	-	-	-	-	-
MAFF 101509*	95Mu-29	極強	優 / 多量	003.2	-	-	-	-	-	-	-	S	S	-	-	-	S	-
MAFF 101510*	新 83-34	強	優 / 多量	005.0	-	-	-	-	-	-	-	S	-	S	-	-	-	-
MAFF 245231	93-681	強	優 / 多量	005.0	-	-	-	-	-	-	-	S	-	S	-	-	-	-
MAFF 245232	H12-1-1	強	良 / 十分	005.2	-	-	-	-	-	-	-	S	-	S	-	-	S	-
MAFF 238731	長 61-14	中	優 / 多量	005.4	-	-	-	-	-	-	-	S	-	S	-	-	-	S
MAFF 101511*	稲 86-137	中	優 / 多量	007.0	-	-	-	-	-	-	-	S	S	-	-	-	-	-
MAFF 238733	84-271A	中	優 / 多量	007.0	-	-	-	-	-	-	-	S	S	-	-	-	-	-
MAFF 101513*	31-4-151-11-1	中	良 / 十分	007.2	-	-	-	-	-	-	-	S	-	S	-	-	S	-
MAFF 238746	H97-370-1	極強	優 / 多量	007.2	-	-	-	-	-	-	-	S	-	S	-	-	S	-
MAFF 101514*	九 92-22	強	優 / 多量	017.1	-	-	-	-	S	-	-	S	-	S	-	-	-	-
MAFF 101515*	1804-4	極強	優 / 多量	031.1	-	-	-	-	S	-	-	S	-	-	-	-	-	-
MAFF 235003*	稲 72	強	良 / 十分	031.1	-	-	-	-	S	S	-	S	-	-	-	-	-	-
MAFF 238751	84R-45B	強	良 / 十分	031.1	-	-	-	-	S	S	-	S	-	-	-	-	-	-
MAFF 241775	H05-72-1	強	優 / 多量	031.1	-	-	-	-	S	S	-	S	-	-	-	-	-	-
MAFF 101517*	TH68-126	強	良 / 十分	033.1	-	-	-	-	S	S	-	S	-	-	-	-	-	-
MAFF 238755	84R-66A	極強	優 / 多量	033.3	-	-	-	-	S	S	-	S	S	-	-	S	S	-
MAFF 238756	84R-100A	強	優 / 多量	033.3	-	-	-	-	S	S	-	S	S	-	-	S	S	-
MAFF 101518*	TH68-140	中	良 / 十分	035.1	-	-	-	-	S	S	-	S	-	S	-	-	-	-
MAFF 101519*	24-22-1-1	極強	優 / 多量	037.1	-	-	-	-	S	S	-	S	S	-	S	-	-	-
MAFF 238766	研 60-19	中	優 / 多量	037.1	-	-	-	-	S	S	-	S	S	-	S	-	-	-
MAFF 101520*	愛 79-142	強	優 / 多量	037.3	-	-	-	-	S	S	-	S	S	-	S	S	S	-
MAFF 238767	85-141	強	良 / 十分	037.3	-	-	-	-	S	S	-	S	S	-	S	S	S	-
MAFF 238769	稲 91-5	強	優 / 多量	041.0	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-
MAFF 238770	稲 87T-56A	強	良 / 十分	043.0	-	-	-	-	-	-	S	-	S	-	-	-	-	-
MAFF 101521*	九 9439013	強	優 / 多量	047.0	-	-	-	-	-	-	S	-	S	-	-	-	-	-
MAFF 238976	83R-131B	強	優 / 多量	047.0	-	-	-	-	-	-	S	-	S	-	-	-	-	-
MAFF 238981	H97-564-1	中	良 / 十分	047.2	-	-	-	-	-	-	S	-	S	-	-	-	S	-
MAFF 101522*	TH69-8	中	優 / 多量	071.1	-	-	-	-	S	-	-	S	-	-	-	-	-	-
MAFF 101523*	笹森 121	強	優 / 多量	077.1	-	-	-	-	S	-	-	S	-	-	-	S	-	-
MAFF 238985	稲 91-10	強	優 / 多量	077.1	-	-	-	-	S	-	-	S	-	-	-	S	-	-

*, 抵抗性; S, 罹病性.

*: 内藤秀樹 (1999) によりイネいもち病菌レース標準菌株として選定され, 林 (2005) によりレース標準セットとして登録された.

別表 1 (続き). いもち病真性抵抗性遺伝子型の推定に利用されるイネいもち病菌およびそれらのレースと抵抗性遺伝子の関係

MAFF 番号	菌株名	病原力	分生子形成	レース番号／		判別品種に対する反応																					
				判別品種 (K1)	ヤシロモチ (K1)	Pi No.4	とりで1号 (クサブエ)	関東51号 (クサブエ)	ツユアケ	フクニシキ	新2号	愛知旭 (藤坂5号)	K60	BL1	K59												
																抵抗性遺伝子											
Pita	Pita-2	Piz-t	Pik	Pik-m	Piz	Pik-s	Pia	Pii	Pik-p	Pib	Pit																
コード番号	100	200	400	10	20	40	1	2	4	0.1	0.2	0.4															
MAFF 101524*	稲 168	中	優 / 多量	101.0	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-													
MAFF 238996	稲 88-794A	強	優 / 多量	107.0	-	-	-	-	-	S	S	S	-	-													
MAFF 238997	H98-315-1	強	優 / 多量	107.2	-	-	-	-	-	S	S	S	-	S													
MAFF 239000	N85-59A	極強	良 / 十分	133.1	-	-	-	S	-	S	S	-	S	-													
MAFF 101525*	研 53-33	強	優 / 多量	137.1	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-													
MAFF 239001	H98-190-1	強	優 / 多量	137.1	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-													
MAFF 239002	SL88-72A	強	良 / 十分	137.1	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-													
MAFF 239003	87-175	強	優 / 多量	137.3	-	-	-	S	-	S	S	S	S	-													
MAFF 239004	83R-2A	強	可	177.1	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-													
MAFF 101526*	稲 93-3	強	可	301.0	S	-	-	-	-	S	-	-	-	-													
MAFF 101527*	GFOSS-1-1	強	優 / 多量	303.0	S	-	-	-	-	S	S	-	-	-													
MAFF 101528*	P-2b	弱	良 / 十分	303.1	S	-	-	-	-	S	S	-	S	-													
MAFF 245233	83R-124A	強	優 / 多量	303.2	S	-	-	-	-	S	S	-	-	S													
MAFF 239020	H98-173-1	極強	良 / 十分	307.0	S	-	-	-	-	S	S	S	-	-													
MAFF 101529*	0528-2	中	良 / 十分	333.1	S	-	-	S	S	-	S	-	-	-													
MAFF 239023	N86-221B	強	優 / 多量	333.1	S	-	-	S	S	-	S	-	-	-													
MAFF 101530*	青 92-06-2	中	優 / 多量	337.1	S	-	-	S	S	-	S	-	-	-													
MAFF 238998	H00-579	強	優 / 多量	337.1	S	-	-	S	S	-	S	-	-	-													
MAFF 239025	H98-180-1	強	優 / 多量	337.1	S	-	-	S	S	-	S	-	-	-													
MAFF 101531*	Mu-183	弱	優 / 多量	337.3	S	-	-	S	S	-	S	-	S	-													
MAFF 239309	愛 79-199	強	良 / 十分	407.0	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-													
MAFF 239316	H98-114-1	強	良 / 十分	407.0	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-													
MAFF 239311	稲 92-1	中	良 / 十分	417.1	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-													
MAFF 101532*	IW81-04	中	優 / 多量	437.1	-	-	S	S	-	S	S	S	-	-													
MAFF 239307	K59	強	優 / 多量	437.1	-	-	S	S	-	S	S	S	-	-													
MAFF 239299	84R-62B	強	優 / 多量	447.0	-	-	S	-	S	S	S	-	-	-													
MAFF 239301	84R-89B	中	優 / 多量	447.2	-	-	S	-	-	S	S	-	-	S													
MAFF 101533*	愛 74-134	中	優 / 多量	477.1	-	-	S	S	S	S	S	S	-	-													
MAFF 239315	H97-227-1	極強	良 / 十分	477.1	-	-	S	S	S	S	S	S	-	-													
MAFF 239318	H98-313-1	強	優 / 多量	507.0	S	-	-	-	-	S	S	S	-	-													
MAFF 239314	九 79-160	強	優 / 多量	703.0	S	S	-	-	-	S	S	-	-	-													

*, 抵抗性; S, 罹病性.

*: 内藤秀樹 (1999) によりイネいもち病菌レース標準菌株として選定され, 林 (2005) によりレース標準セットとして登録された.

生 物 研 資 料

平成 27 年 12 月
December, 2015

微生物遺伝資源利用マニュアル (38)

2015 年 12 月 24 日 印刷
2015 年 12 月 25 日 発行

編集兼
発行者 国立研究開発法人 農業生物資源研究所

National Institute of Agrobiological Sciences
〒 305-8602 茨城県つくば市観音台 2-1-2

イネいもち病真性抵抗性遺伝子型の推定とその供試菌系

林 長 生
農業生物資源研究所

目 次

1. はじめに	1
2. 真性抵抗性遺伝子型推定法の考え方	1
3. 各抵抗性遺伝子保有品種の抵抗性病斑型	2
4. 真性抵抗性遺伝子型推定法の実際	3
5. おわりに	9
6. 引用文献	9
別表 1. いもち病真性抵抗性遺伝子型の推定に利用されるイネいもち病菌およびそれらのレースと 抵抗性遺伝子の関係	10

2015 年 12 月
編集兼発行者 国立研究開発法人 農業生物資源研究所

