

オオムギうどんこ病抵抗性遺伝子 *ml-o* の各種菌株に対する反応

部田 英雄・武田 和義

Reaction of the Resistant Gene *ml-o* to Various Barley Powdery Mildew Strains

Hideo HETA and Kazuyoshi TAKEDA

Eight powdery mildew strains, four collected from the field and the other four derived from a cross between two strains, were inoculated to seven mutant barley lines having the *ml-o* gene for powdery mildew resistance and their original varieties of barley.

These eight powdery mildew strains showed a distinctive reaction to the nine testers having various resistant genes. On the other hand, the original barley varieties showed a similar reaction to all the powdery mildew strains inoculated, indicating that the genetic background of these varieties was similar. In comparison with the *ml-o* mutants and their original varieties, the type of lesion did not change in most cases, but the number of lesions decreased significantly without exception. In conclusion, the powdery mildew resistant gene *ml-o* does not affect the type of lesions but it reduces the number of lesions.

Key words: Powdery mildew resistance, Barley, *ml-o* gene, Pathogenicity

緒 言

日浦・部田 (1959), Hiura (1960) および Hiura and Heta (1953, 1955) は日本各地から採取したオオムギうどんこ病菌 (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *hordei* Em Marchal) を6つの判別品種を用いて11のレースに判別した。オオムギうどんこ病菌は活物寄生菌であるから、その生存には宿主が生きていることが必要条件である。したがって、それぞれの地域に分布

しているレースは、その地域に栽培されているオオムギ品種と極めて密接な関係にある。

日浦ら (1961 a, b) は、抵抗性遺伝子をもつ品種を用いて、それらの品種に対するうどんこ病菌の病原性遺伝子を分析した結果、どの抵抗性遺伝子でもそれに対応したただ一つの病原性遺伝子に対してだけ感受的であり、いくつもの異なった抵抗性品種を侵すレースは多くの病原性遺伝子をもっていることを明らかにした。このことは、Flor (1955) が提唱している遺伝子対遺伝子説に一致している。

Jørgensen and Mortensen (1977) および Skou (1982) は、オオムギうどんこ病抵抗性遺伝子 *ml-o* が多くのオオムギうどんこ病菌に対して強い抵抗性を示すことを報告している。

本研究では、日本において圃場から採取したオオムギうどんこ病菌 4 菌株、並びに菌株 h9 と H14 の交雑によって得られた雑種 4 菌株を供試して、うどんこ病抵抗性遺伝子 *ml-o* をもつ 7 つの突然変異系統およびそれらの原品種に対する病原性を解析した。

うどんこ病抵抗性遺伝子 *ml-o* を持つ 7 系統およびその原品種の種子を分譲していただいた J. H. Jørgensen 博士並びに種子の分譲について格別の労をいただいた小西猛朗博士に深く感謝申し上げます。

材料および方法

1. 圃場から採取したオオムギうどんこ病菌株の増殖

直径15cmの植木鉢に罹病性のオオムギ品種黒麦148号を5粒ずつ播種し、2葉期の苗に、圃場から採取したオオムギうどんこ病菌株 H1 および H14 (旧大原農研圃場で1950年に採取)、Hh4 (香川県で1953年に採取) および h9 (北海道で1953年に採取) を小筆で接種した。接種後、発病した病斑から分生胞子を採取し、顕微鏡下で単胞子分離を行い、あらかじめ育苗しておいた黒麦148号の上で増殖し、接種実験に供試した。

2. 菌株 h9 と H14 の交雑による雑種菌株の作出および増殖

直径15cmの植木鉢に罹病性のオオムギ品種黒麦148号を5粒ずつ播種し、隔離育苗枠を被せ、18~25℃の温室内で3葉期まで育苗した。生長した第3葉の1カ所に小筆を用いてうどんこ病菌株 h9 の分生胞子を1次接種した。接種後3日目に菌株 h9 の菌そう上に菌株 H14 の分生胞子をふりかけて交雑した。オオムギうどんこ病菌はヘテロタリックなので、この方法によって確実に交雑することができる。

交雑後30日目に完熟した子のう殻をオオムギの葉と共に採取し、5日間日陰で風乾した後、約35℃で5日間乾燥処理し、菌糸と分生胞子を死滅させた。乾燥処理した子のう殻をオオムギの葉に着いたまま吸水させたろ紙に貼り付け、あらかじめガラス円筒内で育苗しておいた黒麦148号に接種した。発病した病斑から分生胞子を採って顕微鏡下で単胞子分離を行い、黒麦148号上で増殖して接種実験に供試した。菌株 h9 と H14 の交雑によって得られた雑種は HK6, HK83, HK91 および HK130 の4菌株である。

3. オオムギ品種

Table 1 に示される抵抗性遺伝子を1つずつもつ9品種を判別品種として用い、また、Table 2 に示される *ml-o* を持つ突然変異系統とそれぞれの原品種 (O) を供試した。

4. 検定方法

試験管内で育苗した大麦各系統3個体の第1葉に、それぞれの菌株の分生胞子を小筆を用いて接種した後、18~23℃で約10日発病させ、次に示す判定基準に従って病斑型と病斑数を調査した。

病斑型

- i : 肉眼的に葉は完全に健全である。
- 0 : 菌糸は認められないが、小さな褐斑あるいは黄変の壊死斑ができています。
- 1 : 薄い菌糸がわずかに発生し、分生胞子を形成する。多くは顕著な褐斑あるいは黄斑ができる。
- 2 : かなりの菌糸が発生し、分生胞子を形成する。多くは顕著な褐斑あるいは黄斑ができる。
- 3 : 多くの菌糸が発生し、よく分生胞子を形成する。また、わずかの褐斑あるいは黄斑ができる。
- 4 : 多くの菌糸が発生し、豊富に分生子を形成する。

病斑数

- : 無し, + : 少, # : 中, ## : 多。

結果および考察

1. 供試菌株の判別品種に対する病原性

供試8菌株の9つの判別品種に対する反応を病斑型の基準によって Table 1 に示す。

圃場で採取した菌株 H1 は Hanna にだけ強い病原性(判定基準 4)を示し、それ以外の品種には非病原性(i ~ 0-1)であった。菌株 Hh4 は Hanna および HES4 には強い病原性を示し、他の品種に対しては非病原性であった。菌株 h9 は HES4, 中尾1659, ロシア12, ロシア74 およびトルコ290 には強い病原性を示したが、他の品種に対しては非病原性であった。また、菌株 H14 は Hanna には強い病原性を、Goldfoil および Monte Cristo には中間性(1

Table 1. Reaction of nine barley varieties to various powdery mildew strains

Barley variety	Powdery mildew strain							
	H1	Hh4	h9	H14	HK6	HK83	HK91	HK130
Goldfoil	i	i	i	2	i	i	i	3
Hanna	4	4	0-1	4	0-1	4	4	4
HES4	i	4	4	i	4	4	4	4
Monte Crist	i	i	i	1-2	i	i	i	i
Nakao 1659	i	i	3-4	i	3-4	3-4	i	3-4
Nigrate	i	i	0-1	i	3-4	i	i	i
Russia 12	0-1	0-1	4	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1
Russia 74	i	i	4	i	4	i	0	4
Turkey 290	0-1	0-1	3-4	0-1	3-4	3-4	3-4	0-1

Strain H1 to H14: Collected from the field; HK6 to HK130: Derived from a cross between h9 and H14; i: Immune; 0: Resistant ~ 4: Susceptible

～2) を示し、他の品種に対しては非病原性であった。

雑種菌株 HK6 は Goldfoil と Monte Crist に非病原性で、HES4 とロシア74に強い病原性を示した。HK83 はこれとは異なり、Hanna に強い病原性を示し、Nigrate およびロシア74 には非病原性であった。HK91 は前述の2 菌株とは異なり、中尾1659に非病原性であった。また、HK130 は Goldfoil に中間性、トルコ290には非病原性であり、他の3つの菌系とは明らかに異なっていた。このように供試8 菌株は9つの判別品種のいずれかに対して反応が異なり、異なる病原性遺伝子を持っているとみられた。

2. 供試原品種のうどんこ病菌に対する反応

7つの原品種の間で供試8 菌株に対する反応を比較すると Haisa と Forma は他と比べて H1 に弱く、Diamant は h9 に強く、HK6 に弱い点を除けば、それぞれの菌株に対する反応がほとんど等しく、抵抗性に関する原品種の遺伝的背景がかなり似通っているとみられた (Table 2)。

Table 2. Reaction of seven *ml-o* strains and their original varieties (O) of barley to various powdery mildew strains

Barley variety	Powdery mildew strain							
	H1	Hh4	h9	H14	HK6	HK83	HK91	HK130
M66	2-3 +	3 +	2 +	0 -	3-4 -	1-2 +	3 +	1-2 +
Haisa (O)	2-3 +	3 #	2-3 #	0 -	3 #	2-3 #	3 #	3 #
H3502	0-1 +	0-1 +	0-1 +	0 -	0-1 +	0-1 +	0-1 +	2 +
Vollkorn (O)	i-0 +	3 #	3 #	i-0 -	3-4 #	1-2 #	3 #	1-2 #
MC20	1-2 +	3 +	3 +	i-0 -	2-3 +	2-3 +	2 +	0-1 +
Malteria Heda (O)	1 -	3 #	3 #	0-1 #	3-4 #	2-3 #	3 #	3 #
SR1	i-0 -	3 +	2-3 +	i-0 -	2 +	3 +	3 +	2-3 +
Foma (O)	2-3 #	3 #	3 #	1-2 #	3 #	2 #	3 #	2-3 #
Riso5678	i-0 -	i-0 -	2 +	i-0 -	2-3 +	2-3 +	2-3 +	1-2 +
Carlsberg II(O)	i-0 -	3 #	2-3 #	i-0 -	3 #	3 #	3 #	2-3 #
P22	i-0 -	2-3 +	1-2 +	i-0 -	2-3 +	2-3 +	1-2 +	3-4 +
Pallas (O)	i-0 -	3 #	3 #	i-0 -	3 #	3 #	3 #	2-3 #
SZ5139	1-2 +	1-2 +	0-1 +	1 +	0-1 +	1-2 +	1-2 +	2-3 +
Diamant (O)	i-0 -	3-4 #	0-1 #	i-0 -	0-1 #	1-2 #	2-3 #	1 #

i: Immune; 0: Resistant ~ 4: Susceptible
 -: No symptom; +: Few lesions ~ #: Many lesions

3. うどんこ病抵抗性遺伝子 *ml-o* を持つ突然変異系統およびその原品種のうどんこ病菌株に対する反応

供試8 菌株を抵抗性遺伝子 *ml-o* を持つ7 系統とその原品種に対して接種した結果を Table 2 に示した。

病斑型に関しては、M66 とその原品種の Haisa の間にみられる HK130 に対する反応の差異、H3502 と Vollkorn の間にみられる Hh4, h9, H6 および HK91 に対する反応の差異、MC20 と Malteria Heda の間にみられる HK130 に対する反応の差異、SR1 と Foma の間にみられる H1 と H14 に対する反応の差異、Risa5678 と Carlsberg II の間にみられる Hh4 に

対する反応の差異, P22 と Pallas の間にみられる h9 と HK91 に対する反応の差異, SZ5139 と Diamant の間にみられる H1, Hh4, H14 および HK130 に対する反応の差異を除けば, *ml-o* を持つ突然変異体とその原品種の病斑型にはほとんど差異がなく, *ml-o* 変異体の抵抗性が強くなっているとは言い難い. しかし病斑数はほぼ例外なく *ml-o* 変異体の方が原品種よりも少なくなっている. 従って, *ml-o* 遺伝子の抵抗性は病斑型に対してではなく, 病斑数を減少させる方向に働くことが明らかにされた.

前述のように *ml-o* 遺伝子はヨーロッパのほとんどの菌株に対して高度の抵抗性を示すと報告されているが, 本実験の範囲では *ml-o* 遺伝子を持つ変異体の病斑型は原品種とほとんどの場合において差異が無かった. その反面, 変異体の病斑数は極端に減少しており, 圃場での感染, 病原体 (孢子) の増殖などの観点からは *ml-o* が多くの菌株に対して有効な抵抗性遺伝子源であると考えられる.

摘 要

うどんこ病抵抗性遺伝子 *ml-o* を持つ 7 つの突然変異系統と原品種に対して圃場で採取したうどんこ病菌 4 菌株と交雑由来の 4 菌株計 8 菌株を接種し, *ml-o* の突然変異系統とその原品種のうどんこ病菌に対する反応を比較した.

供試 8 菌株は判別品種に対して相互に異なる反応を示し, 従って異なる病原性遺伝子を持つものとみられた. 一方, 7 つの原品種は 8 つの菌株に対する反応が一般に良く似ており, 抵抗性に関する遺伝的背景が似通っているとみられた.

ml-o を持つ突然変異体とその原品種を比較すると, 一部の例外を除けば病斑型はほとんど等しい一方, 病斑数が顕著に減少していたので, *ml-o* は病斑型に対してではなく, 病斑数を減少させる方向に働くとみられる.

キーワード: うどんこ病抵抗性, オオムギ, *ml-o* 遺伝子, 病原性

引 用 文 献

- Flor, H. H. 1955. Host-parasite interaction in flax rust-Its genetics and other implications. *Phytopathology* 45: 680-685.
- Hiura, U. 1960. Studies on the disease resistance to powdery mildew. *Ber. Ohara Inst. landw. Biol., Okayama Univ.* 11: 235-300.
- Hiura, U. and Heta, H. 1953. Studies on the disease resistance in barley. II. Physiologic races of *Erysiphe graminis hordei* in Japan. *Ber. Ohara Inst. landw. Biol., Okayama Univ.* 10: 17-28.
- Hiura, U. and Heta, H. 1955. Studies on the disease resistance in barley. III. Further studies on the physiologic races of *Erysiphe graminis hordei* in Japan. *Ber. Ohara Inst. landw. Biol., Okayama Univ.* 10: 135-156.
- 日浦運治・部田英雄, 1959. オオムギのうどんこ病に対する抵抗性品種について. *農学研究* 47: 72-83.
- 日浦運治・部田英雄・津島孝宏, 1961a. オオムギうどんこ病菌の Heterothallism. 病原性の変異に関する研究 I. *農学研究* 48: 49-54.

オオムギうどんこ病抵抗性遺伝子 *ml-o*

- 日浦運治・部田英雄・津島孝宏. 1961b. オオムギのウドンコ病菌における交雑による病原性の変異. 病原性の変異に関する研究 II. 農学研究 48 : 107-115.
- Jørgensen, J.H. and Mortensen, K. 1977. Primary infection by *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* of barley mutant with resistance genes in the *ml-o* locus. Phytopathology 67 : 678-685.
- Skou, J.P. 1982. Callose formation responsible for the powdery mildew resistance in barley with genes in the *ml-o* locus. Phytopath. Z. 104 : 90-95.