

いもち病抵抗性育種についての提言

東 正 昭

1. 雲南品種のいもち病真性抵抗性

いもち病抵抗性は真性抵抗性（質的抵抗性）と圃場抵抗性（量的抵抗性）に分けられる。このうち真性抵抗性はイネの過敏感反応による抵抗性で、イネがいもち病に侵されるか否かの質的な抵抗性である。一方圃場抵抗性はこのような真性抵抗性をもたない品種の間に圃場条件でみられる抵抗性の量的な差である。

雲南品種の真性抵抗性遺伝子型は改良粳稻では+、 $Pi-k^s$ 、 $Pi-a$ 、 $Pi-i$ などと推定されるものが多く、日本品種と同様単純な場合が多い（表1，熱研・雲南農科院 1985）。一方，陸稻は日本陸稻とは異なりレース037，047，403，177などに抵抗性を示し，粳稻と同様，特殊な真性抵抗性遺伝子をもつと推定された（藤田 1986）。

表1 雲南品種のいもち病真性抵抗性遺伝子型の推定
Table 1. Estimated true resistance genes to rice blast
in Yunnan paddy rice varieties.

（昆明）

+	麗江新団黒谷 西紅 131 (雲 83-144)	昭通麻線谷 西南 175	(雲 粳 129) 晋寧 65-36	雲 粳 9 号 (雲 83-140)
$Pi-k^s$	(半 節 芒) 雲 粳 5 号 澄江 65-113	冷水谷 西晋 1 号選 科情 3 号	(粳 掉 3 号) (晋 糯 1 号) (京 国 9-2)	玉 溪 8126 (大 理 75-64) 京 国 9-3
$Pi-a$	雲 粳 79-635			
$Pi-k^s$ $Pi-a$	(昆明小白谷) 大理 50-701	西盟黄皮谷 大理 635-781	雲 粳 21 雲 粳 20	晋寧 277 雲 83-137
$Pi-i$	(李 子 黄) 雲 粳 133 逐浪高選雜	(札 晋) (雲 粳 79-219) 雲 83-128	(攀 農 1 号) 晋紅 1 号 (雲 83-147)	(雲 粳 136) (晋寧 768)
$Pi-k$	(紀 念 稻)			
$Pi-k^m$	昆 明 830	(雲 83-138)		
$Pi-z$	沈 農 1033			

* 作物第一研究室長，東北農業試験場栽培第一部，〒014-01 大曲市四ツ屋

表2 各抵抗性遺伝子を侵すレースの頻度
Table 2. Frequency of pathogenic races
which have virulence to each
differential variety in Yunnan.
(昆明)

判別品種 Dif	抵抗性 遺伝子	レース頻度(%)	
		A	B
新 2 号	$Pi-k^s$	96	95
愛 知 旭	$Pi-a$	86	85
石 狩 白 毛	$Pi-i$	81	35
関 東 51 号	$Pi-k$	59	52
ツ ユ ア ケ	$Pi-k^m$	21	17
フ ク ニ シ キ	$Pi-z$	8	6
ヤ シ ロ モ チ	$Pi-ta$	59	49
Pi No. 4	$Pi-ta^2$	7	5
と り で 1 号	$Pi-z^t$	0	6
BL 1	$Pi-b$	3	14
K 59	$Pi-t$	53	35
麗江新団黒谷	+	100	100

Dif : Differential varieties

A : 農業科学院付近で採集。Collected around the
Y. A. A. S.

B : 省内各地から採集。Collected from various
parts of Yunnan

2. 雲南のいもち病菌レース

限られたサンプルであるが雲南省農業科学院付近で採集した菌および雲南省内各地から採集した菌の病原性をみると、ほとんどのレースが $Pi-k^s$, $Pi-a$ を侵し, $Pi-i$, $Pi-k$, $Pi-k^m$, $Pi-ta$, $Pi-t$ を侵すレースも多い。他の遺伝子も頻度は少ないが侵すレースが存在している (表2, 熱研・雲南農科院 1985)。これらのレースのもとでは $Pi-k^s$, $Pi-a$, $Pi-i$, $Pi-k$, $Pi-k^m$, $Pi-ta$, $Pi-t$ などの抵抗性遺伝子はほとんど役にたたない。

3. 真性抵抗性の崩壊

真性抵抗性は主働遺伝子 (単一の優性遺伝子) により支配されており, いもち病菌のレースに対し特異的に働くため, レースの変化に対して不安定である。

日本で最初に中国稲の抵抗性遺伝子 $Pi-k$ を導入して育成されたクサブエは, 育成当初いもち病には全く侵されなかったが, 普及3年目でレースの変化により激しく侵されるようになり抵抗

性は崩壊した。その後も同様の現象が次々に経験されている(ユーカラなどの $Pi-k$, レイホウの $Pi-ta^2$, やまてにしきの $Pi-i, z$, アキユタカの $Pi-k, z$, ハマアサヒの $Pi-a, i, k, b$ など)。雲南でも $Pi-b, Pi-ta^2, Pi-z, Pi-z^1$ を侵すレースは少ないが、これらの遺伝子をもった品種の作付が増加すると、それを侵すレースが増加し、抵抗性の崩壊が生じるであろう。したがって品種の抵抗性を真性抵抗性だけに依存するのは極めて危険である。

4. 雲南品種のいもち病圃場抵抗性

昆明においても日本品種の葉いもち圃場抵抗性は、日本における評価の序列とほぼ一致する。穂いもちの場合は日本陸稲の発病が多いが、これらは耐冷性が弱いため不完全抽出穂や障害不稔が多いことなどが影響しているためであろう。雲南の改良粳稲品種の葉いもち圃場抵抗性は日本の水稻とほぼ同じ水準であり、日本の陸稲ほどの強さのものはない。穂いもち圃場抵抗性も耐冷性極強の在来種、昆明小白谷、半節芒、李子黄、麗江戸新団黒谷や雲粳133を除き日本稲と同じ水準にある。そして最大普及品種西南175は葉・穂いもちともに弱い(表3, 熱研・雲南農科院 1985)。これらのことから雲南の改良粳稲のいもち病圃場抵抗性の水準向上の余地は十分あると思われる。

5. 圃場抵抗性の効果

圃場抵抗性は量的な抵抗性であり、完全な抵抗性ではない。したがっていもち病が多発する条件下では圃場抵抗性品種でもかなり発病する。しかしいもち病多発条件では圃場抵抗性の強い品種と弱い品種の間では収量に大きな差が生じてくる。

トヨニシキは日本の実用水稻品種の中では圃場抵抗性の最も強い品種の一つである。これと圃場抵抗性の弱いササニシキを比較すると、穂いもち少発生条件では収量がほぼ同じであるが、多発条件になるとササニシキの収量低下が大きいいため収量に大きな差が生じてくる。激発条件ではこの差が一層拡大する(表4, 東・斉藤 1982)。このように圃場抵抗性のいもち病被害軽減の効果はかなり大きい。

6. 圃場抵抗性の遺伝様式

真性抵抗性は1個の優性遺伝子に支配されており、育種的な取扱いは簡単である。これに比べ圃場抵抗性の遺伝様式は複雑である。日本の水稻や陸稲の圃場抵抗性は一般には複数の遺伝子(同義遺伝子やポリジーン)により支配されているとみられる。例えば陸稲戦捷の葉いもち圃場抵抗性は、5本の染色体に座乗する7個以上の複数遺伝子(同義遺伝子)により支配され、これ以外に戦捷のもたない遺伝子の存在も推定される(表5, 東・斉藤 1985)。これらの遺伝子の個々の作用力はあまり大きくないが相加効果があり、全体として強い圃場抵抗性を示す。優性効果はないが部分優性とみられ、圃場抵抗性の遺伝率はかなり高い(東・櫛淵 1978)。

このように多くの遺伝子が集っていれば、仮に個々の圃場抵抗性遺伝子にレース特異性があっ

表3 葉いもち抵抗性と穂いもち抵抗性
Table 3. Field resistance to leaf blast and panicle blast in
Japanese and Yunnan rice varieties. (In Kunming)

(昆明)

穂いもち Panicle blast score	葉いもち発病程度 (1983) Leaf blast score									
	1 ~	2 ~	3 ~	4 ~	5 ~	6 ~	7 ~	8 ~	9 ~	10 ~
穂いもち 9 ~								(宮崎25)	①ツクシハレ	十石
穂いもち 8 ~					(②ササニシキ)		(③とやまにしき ④シシレイ)		西南175 愛知旭	農林18 蒙古稻
穂いもち 7 ~						79-635 (⑤オトメモチ ⑥アキホマレ ⑦はつかおり)		金南風 (⑧みやぎもち)	(攀農1) 65-113 ⑨イナバワセ	
穂いもち 6 ~		⑩ハタホナミ			西紅131 科情3 83-144		西誉1選	(麻線谷) 83-147 ⑪コナヒビキ	日本晴 黄金晴	
穂いもち 5 ~	⑫ミズハタモチ	陸N 24 ⑬チヨミノリ ⑭オオスミ ⑮アツハタモチ	陸N 20	雲梗129 83-140 ⑯キヨニシキ ⑰ナゴユタカ	(雲梗21) 83-137 ⑱ササミノリ ⑲ホウネンワ セ	雲梗9 635-781	雲梗136	⑳ヤマビコ ㉑あそみのり	8126 晋紅1	
穂いもち 4 ~		陸NG 4 陸NG 26 陸N 21 ㉒ハツサクモチ	晋寧277 75-64 50-701 83-128 ㉓レイメイ ㉔トヨニシ キ	晋寧768 ㉕トドロキワセ	79-219 逐浪高選 (㉖オトリ)		梗掉3	晋糯1	雲梗5 65-36	
穂いもち 3 ~			黄金錦			雲梗133	李子黄	新団黒谷		
穂いもち 2 ~	㉖シンハカブリ	㉗ハタキヌモチ	小白谷		半節芒					

True resistance : +, $Pi-k^s$, $Pi-a$ or $Pi-i$

①筑紫晴, ②笹錦, ③富山錦, ④新麗, ⑤乙女糯, ⑥秋誉, ⑦初香, ⑧宮崎糯, ⑨因幡早生, ⑩畑穂波, ⑪東風響, ⑫水畑糯, ⑬千代稔,
⑭大隅, ⑮福岡糯, ⑯清錦, ⑰名護豊, ⑱世稔, ⑲豊年早生, ⑳山彦, ㉑阿蘇稔, ㉒八朔糯, ㉓黎明, ㉔豊錦, ㉕轟早生, ㉖鳳, ㉗畑絹糯,
㉘立稔, ㉙新葉冠

表4 品種の穂いもち発病程度と収量
Table 4. Interrelations among field resistance, disease severity and yield losses. (Ohmagari)

(大 曲)

発生 ¹⁾ 条件	品 種 名 ²⁾	1980年				1981年				
		出穂期 ³⁾ (月・日)	穂いもち ⁴⁾ 発病程度	玄米 ⁵⁾		出穂期 ³⁾ (月・日)	発病程度		玄米 ⁵⁾ 収量 (kg/g)	収量 ⁶⁾ 収量 (%)
				収量 (kg/a)	比率 (%)		葉いもち ⁷⁾	穂いもち ⁴⁾		
少発区	奥羽304号 (標)*	—	—	—	—	8.8	0.0	0.0	51.1	100
	ミズハタモチ	8.6	0.0	49.9	100	8.10	0.0	0.3	38.6	100
	トヨニシキ	8.7	0.7	65.2	100	8.10	0.2	1.0	52.6	100
	キヨニシキ	—	—	—	—	8.10	0.8	2.0	50.8	100
	ササニシキ	8.8	2.3	64.7	100	8.13	1.7	3.0	50.5	100
多発区	奥羽304号 (標)*	—	—	—	—	8.8	0.0	1.5	50.1	98
	ミズハタモチ	8.10	3.3	48.2	97	8.10	0.0	3.0	35.4	92
	トヨニシキ	8.11	4.0	63.9	98	8.10	1.0	4.2	48.7	93
	キヨニシキ	—	—	—	—	8.10	1.5	5.3	44.5	88
	ササニシキ	8.11	7.0	55.1	85	8.13	2.3	6.7	38.3	76
激発区	奥羽304号 (標)*	—	—	—	—	8.8	0.0	1.7	50.2	98
	ミズハタモチ	8.11	5.7	41.2	83	8.8	0.0	4.7	33.8	88
	トヨニシキ	8.10	6.7	55.5	85	8.11	0.5	5.7	42.6	81
	キヨニシキ	—	—	—	—	8.10	0.8	6.8	39.1	77
	ササニシキ	8.11	9.0	38.2	59	8.12	2.2	9.0	23.8	47

ミズハタモチ (水畑糯) は畑かん水稲で抵抗性極強, トヨニシキ (豊錦) : 強, キヨニシキ (清錦) : 中～やや強, ササニシキ (笹錦) : 弱～やや弱, 奥羽304号 : $Pi-a$, k , z

1) Disease severity 2) Variety 3) Heading date 4) Panicle blast score 5) Yield
6) % yield 7) Leaf blast score

* : Line with true resistance genes $Pi-a$, $Pi-k$, $Pi-z$, others are varieties with field resistance of various level.

たとしても, レースの変化に対し劇的な抵抗性の崩壊は起こらないであろう。真性抵抗性品種の抵抗性崩壊は日本でしばしば経験されているが, 圃場抵抗性品種についてはこれまでそのような現象はみられず安定している。ただし日本で圃場抵抗性の比較的強いヤマビコや黄金錦がフィリピンの菌系に対しては抵抗性が弱く, 圃場抵抗性にもレース特異性がありうる (池橋・清沢 1981)。また St No. 1 の $Pi-f$, (篠田ら 1971) や越南 108 号 (井上ら 1987) の場合, 単一の遺伝子が高度な圃場抵抗性を支配している。これらは抵抗性の性質が真性抵抗性と圃場抵抗性の中間に位置する特殊な例と考えられ, 真性抵抗性の場合と同様, 抵抗性の崩壊に注意する必要がある。

表5 戦捷の葉いもち圃場抵抗性と標識遺伝子座の連鎖および抵抗性遺伝子（群）の作用効果
 Table 5. Linkage relations between field resistance to leaf blast and marker loci, and effects of the resistance genes in upland rice variety Sensho.

(大 曲)

Linkage group	Chromosome	Marker gene	Linkage between ¹⁾ marker locus and resistance	Effect of resistance gene(s) linked with marker locus		Tester
				Additive ²⁾	Dominance ³⁾	
I	6	<i>wx</i>	ns	(0.35)		H-84
		<i>fs-1</i>	ns	(0.13)		H-84
		<i>Cl</i>	ns	(-0.17)		H-337
		<i>Ur-1</i>	ns	(0.20)		H-232
II	11	<i>d-2</i>	*	0.62	—	H-79
		<i>lg</i>	***	2.03	±	H-79
		<i>Ph</i>	***	1.73	+	H-337
III	3	<i>lax</i>	**	-0.86	—	H-453
IV	10	<i>d-6</i>	*	0.69	—	H-84
		<i>d-6</i>	ns	(-0.02)		H-126
		<i>Rc</i>	ns	(0.08)		A-5
VI+IX	2	<i>gh-1</i>	ns	(0.05)		H-143
		<i>st-2</i>	ns	(-0.01)		H-143
		<i>ri</i>	ns	(0.22)		H-68
		<i>nl-1</i>	ns	(-0.08)		H-103
		<i>gl-1</i>	ns	(-0.53)		H-103
VII・V	1	<i>Dn-1</i>	ns	(0.04)		H-232
		<i>Dn-1</i>	ns	(0.01)		H-147
		<i>I-Bf</i>	ns	(-0.16)		A-5
VIII	9	<i>la</i>	**	1.09	+	H-79
		<i>sp</i>	***	0.89	+	H-452
X	8	<i>bl-1</i>	***	2.39	+	H-68
XI	5	<i>bc-1</i>	*	0.62	±	H-79
		<i>bc-1</i>	ns	(0.55)		H-84
		<i>d-14</i>	***	1.79	+	H-147
XII		<i>Hg</i>	ns	(0.23)		H-126

1) ***, **, * : Significant at 0.1%, 1 % and 5% levels, respectively.

2) Additive effect : Difference of the means of blast scores between tester type group and Sensho type group on the marker gene.

3) + : Resistance is dominant, ± : No dominance, — : Resistance is recessive.

7. 多系品種の効果

いもち病抵抗性に関する多系品種は、一般形質は均一で、いもち病真性抵抗性遺伝子だけが異なるいくつかの同質遺伝子系統を混合し、抵抗性に多様性をもたせた品種である。日本では最近、日本晴、ササニシキなどで近似同質遺伝子系統が育成された。

レース007や003に罹病性のササニシキ ($Pi-a$) と抵抗性の奥羽304号 ($Pi-a, k, z$) を混植かるとレース007による穂いもち発生条件下でササニシキ単植の場合にくらべ、混植したササニシキの穂いもち発病が少なく、抵抗性個体混植による発病抑制効果がみられる(横尾・斉藤 1982)。葉いもちでも同様の効果がみられる(小泉・加藤 1987)。これらは多系品種がいもち病の被害軽減に有効であることを示している。

8. いもち病抵抗性育種の基本

いもち病抵抗性育種において真性抵抗性遺伝子はレースの変化に伴ない、抵抗性の崩壊を引き起こすので単独には利用できない。これに対し圃場抵抗性は量的であり、不完全な抵抗性であるが、いもち病が多発する条件でも耕種的防除や若干の薬剤防除を組合わせることにより、実際の被害はかなり軽減される。圃場抵抗性のレース特異性の問題もありうるが、多くの遺伝子が集まっていれば劇的な抵抗性の崩壊は起こらないであろう。また圃場抵抗性遺伝子は相加効果があるから、その遺伝子を集積すれば抵抗性の水準は高くなり完全な抵抗性に近づく。このようなことから、いもち病抵抗性育種は圃場抵抗性の水準向上を基本にすべきである。

9. 圃場抵抗性の検定と選抜

圃場抵抗性育種において重要なのは、葉いもち、穂いもち圃場抵抗性の着実な検定とそれに基づく選抜である。そのためには真性抵抗性遺伝子型を推定しておく必要がある。

一般に葉いもち圃場抵抗性は畑(水田でも可)晩播検定、穂いもちは本田多窒素栽培により検定される。自然発病による検定では各々の地域に優占レースが存在するが、レースは単一とは限らない。むしろ頻度や発生時期が異なったりして、いくつかのレースが混在するのが一般的である。雲南省農業科学院付近でも多くのレースが分離されている。畑晩播検定や本田検定の際、特定のレースを接種することも可能であるが、その場合も自然菌が混入する。

このような場合、ある真性抵抗性遺伝子型のものは完全に侵され、圃場抵抗性水準がそれと同一でも、他の真性抵抗性遺伝子型のものは、侵すレースが少ないため発病が少ないという状況が生じる。これらは共に罹病性反応を示すが、圃場抵抗性を直接比較することができない。したがって真性抵抗性遺伝子型を推定しておき、同じ遺伝子型のもの同士で比較する必要がある。展開初年目単独系統などは数が多く、いちいち真性抵抗性遺伝子型の推定はできないかもしれない。その場合は両親の遺伝子型からある程度の見当をつけるとか、選抜に際して極端に弱い系統だけを廃棄するとかの方法をとる。

葉いもち圃場抵抗性と穂いもち圃場抵抗性は一致する品種が多いが、両者が一致しない品種があったり、独立に遺伝している場合もあるので、育成にあたっては両抵抗性とも検定する必要がある。穂いもち検定は葉いもち検定より面積や労力を要し、検定の適地も少ないので、育成にあたっては、葉いもちで先に選抜し、しぼられた材料について穂いもちを検定すればよい。幸い昆明では、葉いもち、穂いもちともよく発病し、検定や選抜には好都合である。特性検定圃場では確実な検定ができるし、育成圃場の個体選抜や系統選抜の段階でも穂いもちの選抜はある程度可能であろう。

10. 圃場抵抗性の育種法

圃場抵抗性を支配する遺伝子は、一般に数が多く、個々の作用力は弱いので、育種における取扱いは困難である。圃場抵抗性の強い水稻品種を育成する一つの方法は、日本陸稲などの圃場抵抗性強の母本を使い、水・陸単交雑、あるいは抵抗性の選抜と水稻の戻し交雑をくり返す。そして、その中から選抜した姉妹系統同士を交雑し、離散した抵抗性遺伝子を再集積する(図1)。こうして圃場抵抗性水準の高い系統の育成が期待できる。もう一つの方法は圃場抵抗性遺伝子が異なる水稻品種の交雑から遺伝子を集積し、両親より強いものを選抜する超越育種である。

圃場抵抗性水準の高い品種に $Pi-ta^2$, $Pi-z^1$ などの特殊な真性抵抗性遺伝子を導入したものなど、圃場抵抗性と真性抵抗性を結合させた品種は、育成当初は真性抵抗性の効果も利用できるほか、真性抵抗性の崩壊を起こしても、被害は少ないであろう。このような品種を育成する途中で $Pi-ta^2$, $Pi-z^1$ など特殊な真性抵抗性遺伝子を侵す菌がなくても、それらをもつ系統の圃場抵抗性は間接的に検定できる。すなわち真性抵抗性遺伝子について分離する系統(または系統群)を選抜し、その中の罹病個体(または系統)の圃場抵抗性から同一系統(または系統群)内の真性抵抗性をもつ個体(または系統)の圃場抵抗性を間接的に推定する(図2, 浅賀・東 1973)。

11. 多系品種の利用

雲南省の主要普及品種である西南175や滇榆1号のような多収優良品種で、いもち病抵抗性だけが欠点となっている場合、種々の真性抵抗性遺伝子をもった同質遺伝子系統を育成して、多系品種として利用するのが抵抗性育種としては早道である。しかし雲南では同一地域内のレース構成が日本にくらべ複雑と思われるので、多系品種の効果や利用する遺伝子の組合わせと混合割合などについて十分吟味しておく必要がある。

12. F_1 品種の場合

真性抵抗性は完全優性で、両親(細胞質雄性不稔系統と稔性回復系統)の抵抗性はそのまま F_1 に集積される。これに対し圃場抵抗性は相加効果が大きく、優性効果は小さいので F_1 は両親のほぼ中間かやや抵抗性側に発現する場合が多い。したがって両親系統育成の際、なるべく圃場抵抗性の強いものを選抜しておくことが望ましい。

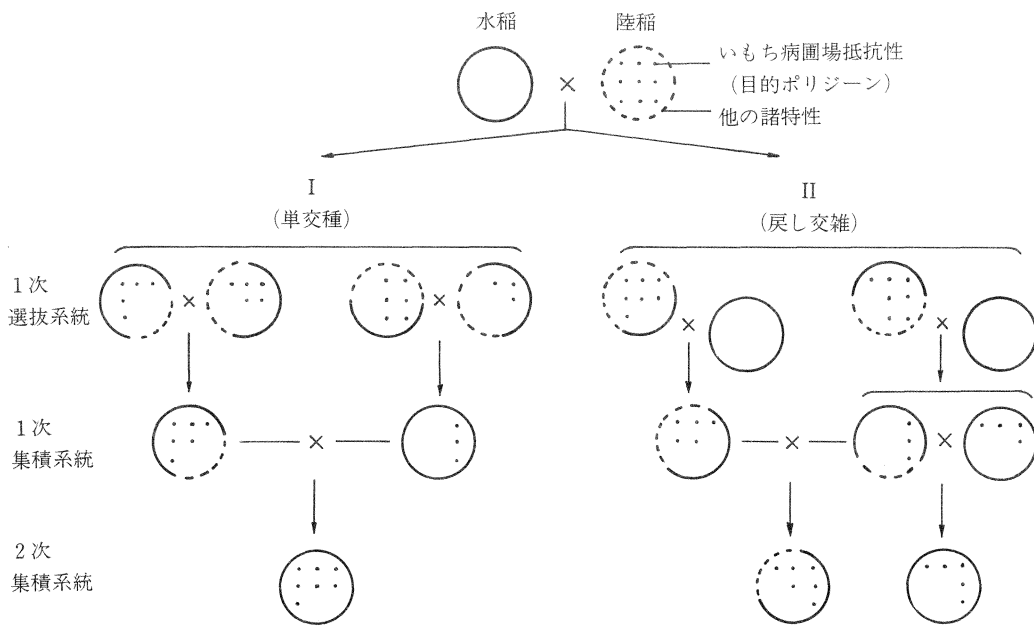
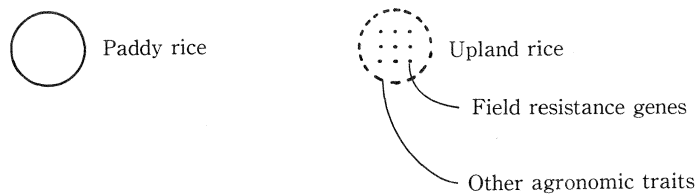


図1 陸稲のもついもち病圃場抵抗性（ポリジーン）を水稲へ導入，集積するための育種モデル

Fig. 1 Breeding model to introduce the field resistance genes of upland rice into paddy rice.



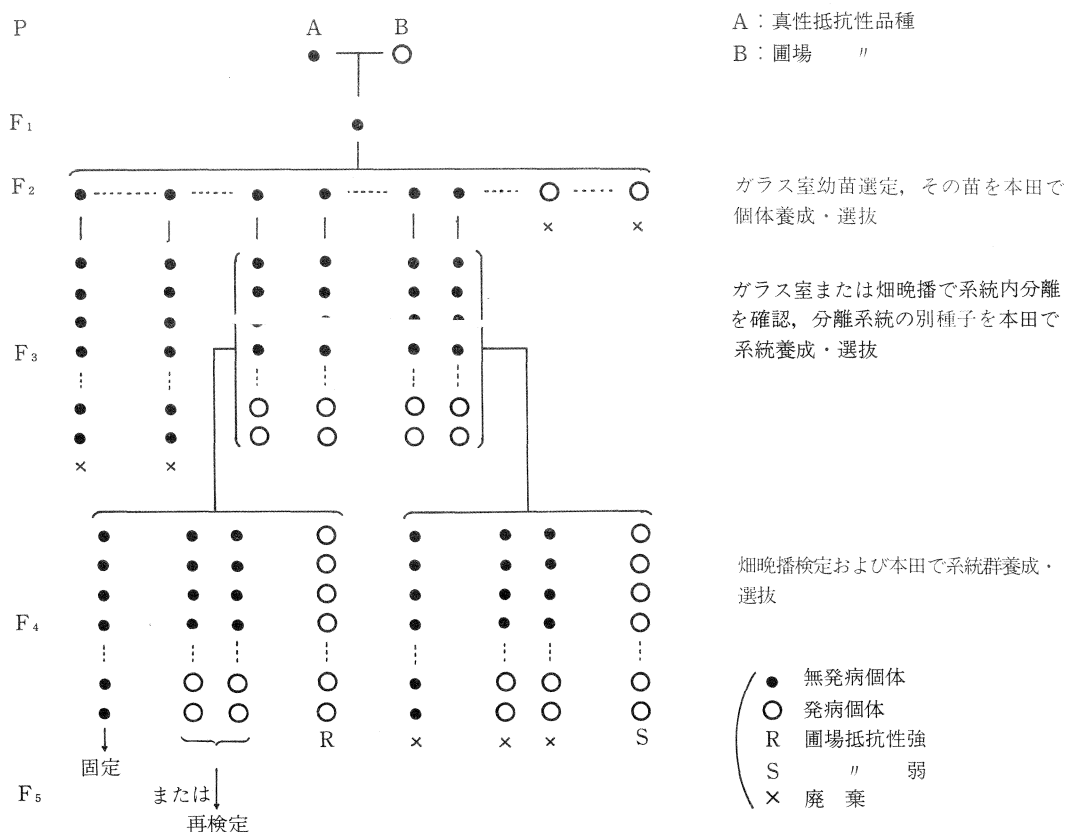


図2 育成過程における真性抵抗性系統の圃場抵抗性の間接検定法
(浅賀・東1973の個体検定モデルを系統検定用に改写)

Fig. 2 Procedure for evaluating the field resistance of the progenies from crosses between varieties with true resistance (A) and field resistance (B).

- Individual infected
- Individual not infected

R : Resistant line
S : Susceptible line) in terms of field resistance
× : Individual or line discarded

引用文献

- 浅賀宏一・東 正昭 (1973) 育雑 23: 152~154
 藤田佳克 (1986) 中国帰国報告書
 東 正昭・櫛淵欽也 (1978) 育雑 28: 277~286
 東 正昭・斉藤 滋 (1982) 北日本病虫研報 33: 7~8
 東 正昭・斉藤 滋 (1985) 育雑 35: 438~448
 池橋 宏・清沢茂久 (1981) 育雑 31: 293~301
 井上正勝・斉藤 滋・池田良一 (1987) 育雑 37 (別1) 300~301
 小泉信三・加藤 肇 (1987) 日植病報 53: 28~38
 熱帯農業研究センター・雲南省農業科学院 (1985) 熱帯農研集報 No.55
 篠田治躬・鳥山国土・柚木利文・江塚昭典・桜井義郎 (1971) 中国農試報 A 20: 1~25
 横尾政雄・斉藤 滋 (1982) 東北農業研究 31: 11~12

討 論

横尾政雄(農研センター)：王氏は $Pi-z^1$ と $Pi-b$ 遺伝子は梗稻区で有効であると報告され、また東氏はこれらは暫くの間は有効と追記されたが、両遺伝子の導入と遺伝分析を直接行った立場からいうと、雲南でも両遺伝子は単独で用いるべきでないと云った方が良いと考えるが。

回答：同感である。真性抵抗性は単独には使わない方が良いが、マルチライン等での利用の仕方はあると思う。

鳥山国土(全農)：多系品種は原則的に病原菌に対して有効に働く真性抵抗性遺伝子を数個集めて利用し、病原菌が変異して侵すようになれば、無効化した真性抵抗性遺伝子を他の有効な遺伝子と交代させて用いることと思われるが、雲南のように多数のレーズが存在する場合には、すべてに有効な真性抵抗性遺伝子はないと思われるので、一部のレースのみに有効な真性抵抗性遺伝子を集めた多系品種となると思う。このような多系品種も十分に有効と考えられるか。

回答：マルチラインの効果はいくつかあると思う。ササニシキと奥羽305号の例はいわゆるバリアーの効果で菌の増殖が抑えられる。このほか菌同士の競争を利用して菌の増殖を抑えることも考えられる。すなわち、病原性の強い菌はそうでない菌より競争力が弱いことを利用する。その場合抵抗性個体だけでなく、はじめから罹病性個体を混ぜておく。雲南のようにレースの種類が多い場合はマルチラインの効果が期待できるかどうかよく分からない。研究してみる必要がある。