

東北地方におけるダイズウイルス病への対応研究

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者	松本, 重男 飯塚, 典男 長沢, 次男
巻/号	29巻5号
掲載ページ	p. 215-219
発行年月	1974年5月

東北地方におけるダイズウイルス病への対応研究

—育種と病理研究の展開—

松本 重男*・飯塚典男**・長沢 次男*

1. はしがき

東北農業試験場栽培第2部大豆育種研究室では、東北地方のだいず作を改善するためには、生産性の向上と同時に豆の品質の標準化をはかって商品性を高めることが必要であると考え、1954年より粒質向上を育種目標にかかげた。一方、東北地方のだいず生産を阻害している大きな要因は、ダイズシストセンチュウとウイルス病の発生被害であるということが、そのころ行なわれた諸調査の結果明らかにされた¹⁾²⁾。当時、シストセンチュウに関する基礎的研究が北海道において進展していたので、大豆育種研究室はウイルス病対策をあとまわしにして、1955年よりダイズシストセンチュウ抵抗性品種の育成を開始することにした。

これと前後して、東北農業試験場環境部病害研究室ではダイズウイルス病についての病理学的研究を進め、だいずを犯すウイルス病の種類と系統、およびそれらの東北地方における分布を順次明らかにし、それら個々のウイルス系統に対する品種の抵抗性も多くの品種について明らかにするにいたった。その結果、すべてのウイルス系統に対して抵抗性であり、しかも他の重要な育種目標である豆の品質の標準化にもかなうような品種は、東北地方には存在しないことがわかった。

ダイズウイルス病に罹病すると、健全株に対して罹病程度「疑似」で86%、「軽」で58%、「中」で48%の子実収量しかあがらないというように、罹病株は子実生産に大きな影響を受ける³⁾。その上、子実には褐色または黒色などの特有の斑紋を生じ、子実品質をはなはだしく低下させるので、市場銘柄の単純化、統一化をはばむことになる。

1963年当時、だいずにおいてはウイルス病抵抗性を目標とした育種は、わが国はもとより諸外国においても実施されたことがなく、設計樹立の参考とすべき資料がなかった。しかし当時、栽培第2部作物第3(だいず育種)研究室長の石川正示技官は、研究室の規模(人員、経費、施設など)でもどうにか遂行できそうに思える育種設計を策定し、翌1964年よりウイルス病抵抗性品種の育種に着手した。なお、1967~1968の両年には農林省特別研究「寒冷地における豆類生産阻害要因と対策に関する研究」のなかの課題として、ダイズウイルス病に関する

育種(作物第3研究室)および病理学的研究(病害研究室)を実施することができた。その後は両研究室とも経常研究費により試験を継続し現在におよんでいる。

2. 東北地方に分布するウイルス病の種類と既存品種の抵抗性

越水・飯塚は1954~1958年の試験で、だいずの主な病原ウイルスはダイズモザイクおよび萎縮ウイルスであることを認め、各ウイルスに対しては抵抗性品種が多数存在することを明らかにした³⁾。その後、1961~1962年に高橋らは東北地方のダイズウイルス病の発生実態調査を行ない、各地より分離された病原ウイルスの種類と系統の同定を試み、子苗に汁液接種してその病原性と病徴の違いから、ダイズモザイクウイルス(SMV)には、A、B、C、D系統、ダイズ萎縮ウイルス(SSV)には、A、C系統を類別した⁴⁾⁵⁾。また、分離されたこれらの病原ウイルスの各系統を79の主要品種に子苗接種した結果、全系統に抵抗性の品種はなかったが、ウイルス系統の2つ以上に対して抵抗性である品種が約半数であることを確か

第1表 SMVおよびSSV各系統の判別品種

判別品種	ウイルス系統	SMV				
		A	B	C	D	E
農林4号		+ ^M	+ ^M	+ ^M	+ ^M	+ ^M
奥羽3号		-	-	+ ^M	+ ^{M,N}	+ ^{M,N}
白鳳1号		+ ^N	-	+ ^N	+ ^N	-
白豆		-	+ ^M	-	+ ^{CS}	+ ^M
Harosoy		-	+ ^M	-	-	+ ^M
東北45号		-	-	-	-	+ ^{M,N}
Peking		-	-	-	-	-
判別品種	ウイルス系統	SSV				
		A	B	C	D	A _E
農林2号		+ ^M	+ ^M	+ ^M	+ ^{M,N}	+ ^M
白鳳1号		-	+ ^M	+ ^M	+ ^M	-
ネマシラズ		-	-	+ ^M	+ ^M	+ ^M
刈羽滝谷28号		+ ^M	-	+ ^M	-	+ ^M
奥羽3号		-	-	+ ^M	-	-
Harosoy		-	-	-	+ ^M	-
十勝長葉		-	-	-	-	-
ササゲ(黒種三尺)		L	S	S	S	L

注) M:モザイク, N:えそ, CS:退緑斑点, L:局部病斑, S:全身感染, -:全身感染せず。

め⁹⁾、さらに高橋・飯塚は病原ウイルスの種類および系統を判別できるだいたひ品種およびマメ科植物の種を定めた⁷⁾。これらの研究成果は抵抗性品種の育成を実施する上のよりどころとなった。

その後、SMVについてはE系統が見出された結果、現在は5系統が、またSSVについては、A、B、C系統のほか、DおよびAE系統の発生が確認されるにいたり、SMVおよびSSV各系統の判別品種も第1表のように改められた。

一方、抵抗性の性質を知るため、病害研究室において汁液接種による反応と接木接種による反応との比較試験を行なったところ、SMVまたはSSV抵抗性品種はそれぞれ3群に分けられ、それらの群の中には母本として優れた特性をもっているものが認められた。すなわち、第2表によりまずSMVに対する抵抗性をみると、供試

第2表 汁液接種と接木接種の反応によるSMVまたはSSV抵抗性品種の類別

ウイルス群	接種葉の病徴 (汁液接種)	上葉の病徴 (接木接種)	品 種
SMV I	えそ斑点(±)	えそ(±)	ネマシラズ、農林2号など
II	無病徴(+)	モザイク(+)	Harosoy
III	無病徴(+)	無病徴(+)	Peking
SSV I	無病徴(±)	モザイク(+)	ネマシラズ、Harosoy
II	無病徴(±)	えそ(±)	刈羽滝谷28号
III	無病徴(-)	無病徴(-)	十勝長葉、Peking

注) (+) : ウイルスが回収できる。(-) : 回収できない。
(±) : 僅かに回収できる。

した全品種は汁液接種では接種葉でウイルスが増殖し、接木接種では全身感染した。とくに、第III群の品種(Pekingなど)はSMV全系統に対し抵抗性を示し、品種育成上母本として最適のようであったが、接種葉におけるウイルス増殖量は感受性品種の増殖量と同程度であり、他の群と異なった抵抗性機作をもつものと考えられた。これに対して、SSVに対する抵抗性は、SMVの抵抗性と異なって、接木接種によってもウイルスが増殖しない品種があった(III群)。このような抵抗性ももっとも理想的なものであろう。

3. 抵抗性の導入

1) 抵抗性の遺伝 ウイルス病抵抗性の遺伝については越水・飯塚³⁾の罹病性品種と免疫性品種の交配組合せの実験がある。これによれば、F₁の反応は品種の組合せによって異なるが、多くの場合免疫性が優性に示された。F₁において免疫性が優性であった組合せのF₂における分離比は、組合せによっては7:9に分離する場合もみられたが、このようなごくわずかの例外を除き、大

部分の組合せでは、免疫性と罹病性が3:1の割合に分離した。したがって抵抗性の選抜はなるべく初期世代に行なった方が有効と考えられた。

しかしながら、越水・飯塚の供試したウイルスはSMV-Aであり、その他のウイルス系統に対する抵抗性の遺伝様式は明らかでなかった。このため、病害研究室ではSMV-BおよびDに対する数品種の抵抗性の遺伝様式を解明する予備的実験を行なった。この結果、いずれの組合せでも抵抗性は劣性に現われ、F₂では抵抗性が14~70%の範囲で出現した。とくに「Peking」を片親とした場合、F₂の抵抗性個体出現率は明らかに低く、接木実験の結果を裏付けた。

このように、SMVの抵抗性はウイルス系統および品種によって差異があるものと考えられ、抵抗性の遺伝様式に関する知見は品種育成上きわめて重要であるにもかかわらず、まだその全容が明らかにされていない。

またSSVに対する抵抗性は、病徴がわかり難いことおよび汁液接種による感染率に変動がみられることなどの理由により、再三の試みにかかわらず抵抗性の遺伝様式は不明である。

2) 母本の選定と人工交配の実施 病原ウイルスの各系統に対する品種の抵抗性と、抵抗性の遺伝様式がある程度明らかとなったので、品種間交雑によって、SMVの既知の系統すべてに対して抵抗性であるだいたひ新品種が効率よく育成できる期待がもたれるにいたった。

たまたま1962年に、作物第3研究室では良質・多収・シストセンチュウ抵抗性・機械化栽培適応性を目標として、刈交71(ネマシラズ×Harosoy)の人工交配を実施して、1964年にはF₂個体選抜を行なった。しかし当時の高橋ら⁹⁾の試験結果から、この組合せは第3表に示すように、両親のうち少なくともどちらか一方はウイルス

第3表 刈交71の両親品種の各病原ウイルスに対する反応

両親品種	ウイルス系統				SSV		
	SMV		D		A	B	C
♀ ネマシラズ	R	R	S	S	R	R	S
♂ Harosoy	R	S	R	R	R	R	R

注) Rは抵抗性、Sは感受性。

病の個々の系統に対して抵抗性であることがわかったので、ダイズウイルス病抵抗性品種の育種にすこぶる好適していると認め、元来の育種目標にそって進める刈交71の残余種子全部をウイルス病抵抗性育種に供用した。

その後、1969年から1973年までの各年に6、9、4、8および8組合せの人工交配を実施した。これらの諸組合せも、ウイルスの各系統に対して少なくとも両親のいづ

れか一方は抵抗性（真性）であるものが大部分である。しかし中には多くのウイルス系統には罹病性の反応を示すが褐斑粒の発生が少ないような量的抵抗性（圃場抵抗性？）をねらった組合せも2, 3含まれている。

4. 育種の方法

1) 選抜の場の確立 ウイルス病抵抗性品種の育成には、病原ウイルスの明らかな系統が十分に存在し、自然発病しやすいような圃場のあることが成果をあげやすい条件となる。したがって、供試圃場ではウイルス病の自然感染が強度にしかも均一に行なわれるような措置を講じ、選抜の場を一層確かなものとするのが望ましい。すなわち、全ウイルス系統に感受性である品種の保毒種子（明らかに罹病した株から採種したものを）、栽培中の供試材料の間や周辺に播種養成してウイルスの伝染源とすることや、ウイルス媒介昆虫であるアブラムシ類の防除を一切行なわないことである。

このような圃場に育成材料を数世代栽培する間には、これらウイルス系統に感受性の個体は感染発病する機会が多く、罹病株を淘汰した健全個体後代はそれらのウイルス系統に対して抵抗性である確率が高い。もし目標とする病原ウイルス系統が自然圃場に存在しない時は、人工接種により育成材料の抵抗性を検定し罹病株を淘汰しなければならない。

作物第3研究室では幸いにもSMVおよびSSVが激発する山形県農試内の圃場で、同農試の積極的な協力を得てF₃以降の育成材料の世代を進めることができた。しかし、SMVおよびSSVの両C系統については、この自然発病圃場では正確を期すことができないので、別に病害研究室（盛岡）と山形県農試で人工接種により、また愛媛県農試で圃場の自然発病により、抵抗性に対する特性検定を実施している。これらの検定は雑種後代系統の選抜に貴重な役割を果している。

2) 病徴の判別と淘汰 立毛生体についてウイルス病の病徴判別はそう難しいものではない。高橋・飯塚²⁾によれば、モザイクウイルス病の病徴は次のとおりである。まず開いたばかりの若い葉に葉脈透明が現われ、続いて葉面に濃淡さまざまなモザイク病状を示し、葉脈に沿って水泡状に膨れ、激しいものでは萎縮状または笹葉状に変形する。萎縮ウイルス病の病徴は、初生葉が展開する頃から微細な斑紋が霜降り状に現われ、葉は外観が小さく発育が遅れて草丈も低い、モザイク病のようなはげしい捲曲をおこすことはない。ただし品種によっては病徴がほとんどなく、健全株と区別がつかないこともあるので、淘汰の精度が落ちる場合もある。

以上の病徴が、生体の大部に明瞭で重い程度のもを「甚」、生体の一部にのみ病徴が認められその症状が軽いものを「少」、葉の症状がウイルス病的で罹病しているらしいがはっきりそれと判定し難いものを「疑似」、さらに「甚」と「少」の間に「多」「中」を設けるなど、調査は「無」を含めた6階級区分によっている。

病徴調査の回数と時期は、生育途中多に越したことはないが、育種圃場が遠く、調査回数を多くすることが困難な場合にも、開花期頃を前後して最低2回行なう。病徴がマスクされて罹病個体を見落とすということはこの2回の調査でまず避けられる。

育種材料の間に感受性品種を挿入している場合には、生育中「疑似」以上の罹病性材料個体は調査の都度ただちに淘汰する。育種圃場全般に自然発病の程度が軽い場合には、罹病株の淘汰を開花期後の調査時まで延期するなど、育成材料ができるだけ発病しやすい環境にとりまかれるよう配慮する。

子実粒では、褐斑あるいは黒斑粒の発生の主な原因はウイルス病である³⁾ということから、褐斑粒や黒斑粒の淘汰はウイルス病抵抗性育種の場合、きわめて効果の高い方法といえる。しかし、罹病株でも必ず全粒に褐斑が生じるわけでないので、育成材料は株単位で脱穀し、1粒でも褐斑粒があればその株につく全粒を淘汰しなければ、罹病株淘汰の効果が上らない。この点に特に注意する必要がある。

3) 集団法と系統法の適用 作物第3研究室の圃場（刈和野試験地）では、自然条件でウイルス病の発病が激しくないのも、もし研究室の所在地で育種を行なうとすれば人工接種に頼らなければならない。しかし、ウイルス病抵抗性育種を開始した当時の研究室の規模では人工接種によってウイルス病抵抗性を検定しながら個体や系統を淘汰するのは無理のように考えられたので、最初の育成材料である刈交71はウイルス病の自然激発圃場を利用して集団栽培を行ない、集団育種法によって目標を達成しようとした。そこで前述したように山形県農試の積極的な協力を得て、同農試内圃場でF₃以降の育成材料を集団栽培した。

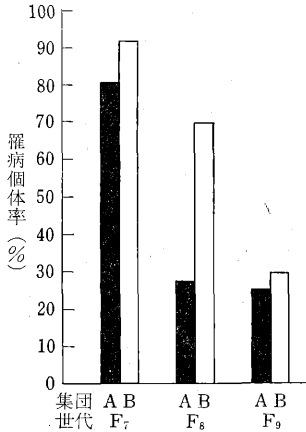
集団栽培中は自然淘汰のまま放任することを避け、生育中3, 4回観察してウイルス罹病病徴の認められる個体は徹底的に淘汰した。淘汰を免れた健全株は一括収穫脱穀してウイルス病の病徴である褐斑を有する種子を必ず排除し、無褐斑粒のみを選び翌年度の種子に供した。

当初の計画では集団栽培第3年目のF₃の際に、集団から個体選抜する予定であったが、予期に反してまだ罹病個体が多かったので、1世代おくらせてF₆集団から

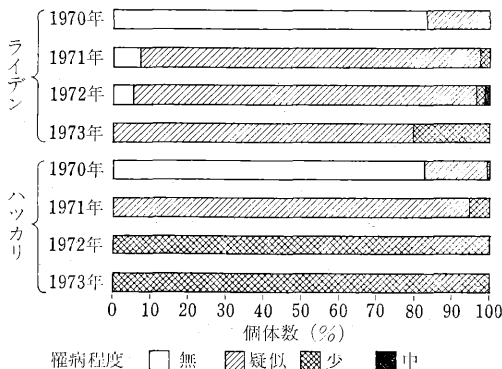
個体選抜し、F₇から系統法に移した。系統法に移してからは罹病個体の発生割合は第1図にみられるように急激に減り、抵抗性の固定がとみに進んだ。

その後、1969年に交配した刈交174以下の育成材料は、次の理由によって初期世代から一般的な系統育種法によって世代を進めることにした。すなわち、集団法では抵抗性の固定系統の取得がおく

ること、集団法によっても淘汰を行なうことにすれば、立毛中に健全株とみなした株を個体ごとに収穫脱粒して褐斑粒の有無を確認し、褐斑粒が皆無の株だけを選抜しなければならぬので、労力がかかりすぎること、研究室の所在地(刈和野試験地)でも年々ウイルス病自然発生率が高まり(第2図)、淘汰がしやすくなったこと、遠隔地の圃場で育成を進めるとすれば集団法によらざるを得ないが、育種研究室の所在地なら系統栽培も行ないやすいこと、などのためである。従来は個体別脱粒を怠ったため抵抗性の固定がおくれたものと考えられる。なお、ここ数年間は選抜の場の比較検討のため、研究室の所在地(刈和野)と、山形県農試の自然激発圃場とに育成材料を折半して系統育種法を実施してきたが、研究室の所在地に幼苗接種検定用温室が建ち、人工接種を行な



第1図 刈交71の後代におけるウイルス罹病個体の発生率の推移
 A: F₃世代からウイルス罹病株を淘汰し続けたA集団
 B: F₄世代からウイルス罹病株を淘汰し続けたB集団



第2図 ウイルス病罹病個体割合の年次推移
 注) 刈和野試験地圃場における成績。

えるようになったので、1973年より研究室の所在地で世代を進め、F₅世代から特性検定試験地に送付してウイルス病抵抗性の検定を受けることにした。

4) 他形質との関係を考慮した選抜世代 第4表に、「刈交71」集団のウイルス罹病状況を示した。表中のA集団はF₂世代の時にシストセンチュウの淘汰を行ない、F₃からウイルス病の淘汰を開始した。これに対しB集団はF₃世代までシストセンチュウの淘汰を行ない、F₄からはじめてウイルス病の淘汰を行なった。表にみられるようにF₄世代でA集団の方がB集団より罹病割合が少なく、また後に抵抗性系統として選抜された系統数も、A集団からは10系統えられているのに対し、B集団からはわずかに2系統だけであった。以上の結果は、一世代でも早い世代から選抜をはじめた方が有利であることを示しているといえる。そこで、その後の育成材料である刈交174以下の組合せではF₂世代より徹底してウイルス病に対する淘汰を行なっている。また、今までに実施した交配組合せはウイルス病のほかにも粒質、シストセンチュウ抵抗性、多収性なども育種の目標としているので、これらの諸形質についてはF₂ではゆるやかに、F₃世代に向うにしたがってきつく選抜することになっている。

5. 現在までに得られた育成の成果

現在、最も世代の進んでいる系統はF₁₁世代に当り、このうち本年度から新たに地方番号をつけた有望系統は

第4表 刈交71 F₄集団のウイルス罹病状況

刈交71 集団名	ウイルス病 淘汰世代 (回数)	山形県農試圃場におけるF ₄ 世代		
		栽植個体数	罹病個体数	罹病割合
A—早生群	F ₃ , F ₄ (2)	1,500	480	32.0%
A—中生群	"	2,250	841	37.4
A—晩生群	"	750	367	48.9
Aの平均	"	4,500	1,688	37.5
B a	F ₄ のみ(1)	150	92	61.3
B b	"	150	72	48.0
B c	"	50	16	32.0
B d	"	250	150	60.0
B e	"	50	50	100.0
B f	"	50	50	100.0
B g	"	350	140	40.0
B h	"	150	81	54.0
B i	"	350	350	100.0
B j	"	200	80	40.0
B k	"	150	100	66.7
Bの平均	"	1,900	1,181	62.2
全体の平均	"	6,400	2,869	44.8

「東北45号」「東北46号」「東北47号」で、いずれもSMV-A, B, C, D系統と、SSV-A, B, C系統に抵抗性である。このほか同じ組合せで刈系番号を付されている7系統がある。これらの系統の特性を第5表に示した。

世代の進んでいる刈交175(ミヤギシロメ×刈系35号)のF₂世代の20系統のうちにはSMVとSSVの両A, B, C, D系統のすべてに対して抵抗性で、褐斑粒の発生も全くないものがあり、強茎で莢つきが良く、粒は中～大粒の良質で障害粒もほとんどないなど優れた特性をもっているため今後が期待される。

病害研究室の研究成果を踏まえて、作物第3研究室は1964年にウイルス病抵抗性育成試験を開始し、山形県農業試験場の積極的な協力により自然条件下におけるウイルス病激発圃場で育成を進めることができた。自然条件下における選抜はそれなりに大きな利点がある。それは大量の材料を容易に処理できることである。しかし、ここでは各種のウイルスや系統が複雑にからみ合って発生し、これに耐えたものが選抜されるというきびしさがある。これには、第1に病原ウイルスの変異は常にこのような場で行なわれやすい、第2に多種多様なウイルスの発生により、結果の正確な解析が困難である、第3には感染をまぬがれる個体がある、などの問題がある。幸い「刈交71」の後代から、当初に目標としたすべての病原性系統に抵抗性の新系統を作り出すことができた。しかし、事実育成の途中で、自然条件下における選抜の場からこれらの系統を犯す病原性新系統たとえばSMV-Eなどの出現も認めている。

抵抗性(真性)品種の育成をより効率的に実施するためには、よりよい遺伝子源の探索および抵抗性の遺伝様式が解明される必要がある。また、収量や品質に対する実害が軽微で、種子伝染しないような抵抗性(圃場)品種の育成も一方法であろう。

ウイルス病の病徴の立毛判別は少し訓練すればそう難しいものではない。また収穫した株が罹病株であるか否かの判別は子実粒の褐斑の有無で判別できるので、両者を併用すれば判別の精度が高まる。しかし、立毛調査で健全とみなした株から、褐斑粒を含んだ株が比較的高率(たとえば刈交71のF₂では37%)にでてくるので、この率を低めるため判別技術を再検討すると同時に、発生しているウイルスの種類と系統を確かめ、罹病と褐斑粒発生との関係を的確につかむ必要がある。

前述したように、当初に目標としたすべての病原性系統に抵抗性の新系統「東北45号」などを作り出すことができたが、農家に奨励普及されるためには、粒質や収量性なども既往の新品種並みかそれ以上でなければならず、今後育成されるであろう新系統に期待される。

この育種は、育種研究室、病害研究室、山形県農試の三者の協力によって現在まで進められてきたものである。当初育種設計を立て実践に移した石川正示氏ほか関係上司の方々の御指導と御鞭撻に敬意と謝意を表する。

(*東北農業試験場栽培第2部, **同環境部)

参考文献 1) 石川正示. 1957. 東北地方の大豆作とその改善 農業技術 12(1):7~12. 2) 石川正示. 1955. 寒冷地における大豆バイラス病 農業技術 10(9):410~413. 3) 越水幸男・飯塚典男. 1963. 大豆のウイルス病に関する研究 東北農試研報 27:1~103. 4) 高橋幸吉・田中敏夫・飯田 格. 1963. 東北地方におけるダイズのウイルス病発生の実態 北日本病害虫研究年報 14:54~55. 5) 高橋幸吉・田中敏夫・飯田 格. 1964. 東北地方から分離されたダイズモザイク病および萎縮病ウイルスの系統 北日本病害虫研究年報 15:42~44. 6) 高橋幸吉・田中敏夫・飯田 格. 1965. 東北6県におけるダイズ主要品種のウイルス病抵抗性について 東北農試研速 5:27~35. 7) 高橋幸吉・飯塚典男. 1965. ダイズウイルス病の見分け方 植物防疫 19:339~342. 8) 高橋幸吉・田中敏夫・飯田 格. 1963. 岩手・山形および秋田県から分離された大豆ウイルスの大豆品種種子苗に対する病原性 東北農業研究 5:99~101. 9) 玉田哲男・後藤忠則・千葉一美・諏訪隆之. 1969. ダイズ矮化病 日植病報 35:282~285.

第5表 育成系統の特性表

系統名	SMV				SSV				線虫 抵抗性	銘柄統一形質				熟期 月日	収量性 kg/10a	草姿	
	A	B	C	D	A	B	C	D		100粒重	種皮色	臍色	蛋白			蔓化	倒伏
東北45号	R	R	R	R	R	r	R	R	強	22.0g	淡黄白	極淡褐	42.1%	10.16	197	少	中
東北46号	R	R	R	R	R	R	R	R	中	19.5	黄白	"	42.5	10.18	224	微	少
東北47号	R	R	R	R	R	R	R	S	中	28.5	黄	"	42.6	10.25	224	微	少
刈系52号	R	R	R	R	R	R	R	R	弱	20.5	黄白	"	38.4	10.5	279	無	無
刈系58号	R	R	R	R	R	R	R	R	中	22.0	黄白	"	39.9	10.13	261	少	中
刈系67号	R	R	R	R	R	R	R	R	弱	21.0	黄白	"	43.3	10.14	199	微	少
刈系61号	R	R	R	R	R	R	R	r	強	25.2	黄	"	41.1	10.13	271	無	無
刈系66号	R	R	R	R	R	R	R	r	中	21.2	黄	"	42.7	10.15	217	中	多
刈系62号	R	R	R	R	R	R	R	r	強	23.7	黄	"	41.1	10.16	219	中	中
刈系69号	R	R	R	R	R	R	R	R	中	26.7	黄	"	41.7	10.25	210	微	少

注) R:抵抗性, r:まれに発病する, S:罹病性。