

オオムギの耐病性に関する研究 ウドンコ病に対する抵抗性遺伝子について (予報)*

日浦運治・部田英雄

I. 緒 言

幾つかのオオムギ品種にウドンコ病菌を接種すると、品種によつて夫々特徴のある罹病型を示す。ウドンコ病菌の或る1つの生理品種 Physiologic race に対して抵抗性に差のあるオオムギ品種でも互に全く異つた抵抗性遺伝子を持つてゐるとは限らない。この場合抵抗性に関する遺伝子構成が違つておれば仮令共通の遺伝子があつても抵抗反応に違いを生ずる筈である。他方1つの品種でもウドンコ病菌の系統が違つたと全く違つた反応を示す場合がある。オオムギのウドンコ病菌のような純活物寄生菌の生理品種は特定オオムギ品種のウドンコ病菌に対するこうした特異反応によつて決定される。このように数品種の抵抗反応によつて多数の生理品種が識別されることは、抵抗性遺伝子が生理品種に対して極めて鋭敏な特異性を持つてゐるということである。

Fred N. Briggs⁽⁸⁾ はオオムギのウドンコ病に対する抵抗性の遺伝を研究するに当り、研究目標として (1) 各品種の持つてゐる抵抗性遺伝子の数、(2) 各抵抗性遺伝子の同定、(3) 夫々の遺伝子が単独に作用した時の結果の3つを挙げ、この線にそつて多くの実験を遂行し、彼及びその後継者らによつて現在までにオオムギのウドンコ病に対する12の抵抗性遺伝子 Ml_h (Hanna), Ml_g (Goldfoil), Ml_y (Arlington), Ml_p (Psaknon), Ml_k (Kwan), Ml_b (Black Russian), Ml_a (Algerian), Ml_m (Monte Cristo), Ml_c (Cebada Negra), ml_d (Duplex), ml_w (West China), ml_n (Nigrate) を決定した。^(1,2,3,4,5,6,9,10,15) Briggs らが実験に供したウドンコ病菌は California に普通発生する race 3 である。オオムギのウドンコ病菌の生理品種を決定するために従来使われてきた判別品種は Black Hull-less C.I. 666, Chevron C.I. 1111, Goldfoil C.I. 982, Heil's Hanna 3 C.I. 682, Nepal C.I. 595, Peruvian C.I. 935 の6品種である。この6判別品種に日本のウドンコ病菌を接種すると、日本の生理品種は race 3 とは全く違つたものであることがわかる。ところがこれら6判別品種は比較的少数の品種に、しかも限られた地域で採集されたウドンコ病菌を接種した結果選定されたものであるから^(7,14,10) 6判別品種に接種することによつて生理品種が違つたということがわかつても、その生理品種が日本のオオムギ品種に対してどのような病原性を持つてゐるかということになると全く見当がつかない。また6判別品種の中で抵抗性遺伝子について研究されている品種は Goldfoil だけである。それ故我国の如く菌の生理品種及びオオムギの品種が共に欧米と著しく異つてゐる場合は race 3 に対する12もの抵抗性遺伝子が明らかになつてゐるにも拘らず、日本の生理品種と抵抗性遺伝子との微妙な特異関係については何等予測できないのである。

筆者らはオオムギのウドンコ病に対する抵抗性の研究を進めるため、先づ日本の生理品種に対するオオムギ品種の抵抗性遺伝子を分析することからはじめた。本報告は1950年以来大原農業研究所で行つた実験結果である。未だ遺伝子を確定するまでにはいたつていないが、取敢ずこれまでの実験経過を報告する。

* 昭和27年度文部省科学研究助成補助金による研究成果。

II. 実験材料及び方法

供試生理品種：1950年より1952年の3年間に日本で採集されたオオムギのウドンコ病菌 *Erysiphe graminis hordei* の5系統を供試した。これらの系統I, II, III, IV及びVはW. J. Cherewick がオオムギのウドンコ病菌の判別品種として供試した6品種の反応のみでは race 8, 13及び14の3 races となる。それで前報告では系統II及びIVは race 8に、系統I及びVは race 13に包含させて置いた。⁽¹²⁾その後改良坊主麦及びColsess C. A. 772を判別品種に加えると5系統を極めて明瞭に区別できることがわかつた。その結果系統Iを race 13, 系統IIを race 8B, 系統IIIを race 14, 系統IVを race 8C, 系統Vを race 15とすることとした。⁽¹³⁾判別品種と各 race との関係は第1表の如くである。

第1表 ウドンコ病菌の5生理品種に対する判別用8オオムギ品種の反応。

判別品種	Black Hull-less C.I.666	Chevron C.I.1111	Colsess C.A.772	Goldfoil C.I.928	Heil's Hanna3 C.I.682	Nepal C.I.595	Peruvian C.I.935	改良坊主麦
I race13	4	2-3	1	i-0	i-0	4	1	i-1
II race8B	4	2-4	1	i-0	4	4	1	4
III race14	4	2-3	1	2-4	i-0	4	1	i-1
IV race8C	4	2-4	1	i-0	4	4	1	i-1
V race15	4	2-4	3-4	i-0	i-0	4	1	i-1

これら5 races はランプのホヤで隔離したコピンカタギに接種して純粹に保存してきたものである。ランプのホヤの上部には厚いネルを被せて汚染を防いだ。

供試オオムギ品種：岡山縣に普通発生するrace13に対し高度の抵抗性を示すもの10品種、かなりの抵抗性を示すもの5品種計15品種を抵抗性品種として、この他に5 races に同じように激しく侵される3品種を罹病性品種として供試した。これら18品種はすべて高橋隆平博士より分譲されたものである。

実験方法：実験はすべて温室内における幼苗検定方法によつた。実験中の管理、罹病型の判定等は本研究第3報と同様である。⁽¹¹⁾

III. 実験結果及び考察

1. 5 racesに対する供試品種の反応

抵抗性遺伝子を研究するためには生理品種に対する品種の反応が基本となる。それで各品種共10乃至15個体ずつを1つの木箱に同時に播種し、第2葉が展開した時各raceに対する反応を検定した。実験は少なくとも3回以上反復した。オオムギ品種のウドンコ病に対する反応は極めて安定したもので、10°乃至25°Cのガラス室内で幼苗に接種する時は、環境の影響を殆んど考慮する必要がない。それでも1品種内の個体間、あるいは同一葉上においてさえも多少の違いは認められる。それで罹病型をあまり詳細に区分することは却つて結果をわかり難くする場合があるから、ここでは罹病型 i, 0, 1 の範囲内にあるものを抵抗性 (R), 1, 2, 3 の範囲にあるものを中等 (M), 3, 4 を罹病性 (S) として表わすこととした。3回の実験結果より判定された5 races に対する18品種の反応は第2表の如くである。

第 2 表 ウドンコ病菌の 5 生理品種に対する供試オオムギ品種の反応。

オオムギ品種	8B	8C	13	14	15	反 應 グループ
<i>Hordeum spont. nigrum</i>	R	R	R	R	R	I
Manmuth	R	R	R	R	R	
Weichenstephaner I	R	R	R	R	R	
Caucasus	M	M	R	R	R	II
六角シバリー	M	M	R	R	R	
大 政 官	M	M	R	R	R	
Goldfoil	R	R	R	S	R	III
改良坊主麦	S	M	M	M	M	
Golden Melon	S	M	R	R	R	IV
H. E. S. 4	S	S	R	R	R	
Chevalier	S	S	R	R	R	V
Nigrinudum	M	M	M	M	M	
中 泉 在 來	M	M	M	M	S	VI
細 麦 C	M	M	M	M	S	
岩手メッシュアリーC	M	M	M	M	S	
無 葉 耳	S	S	S	S	S	VII
有 苞 種	S	S	S	S	S	
奉 天 黒	S	S	S	S	S	

R=i-1, M=1-3, S=3-4

改良坊主麦は race13, 14及び15に対ししばしば感染するがごく僅であるから Golden Melonと同じ感染型に入れると、5 races に対する反応によって 18 品種を 8つの群に分けることができる。

この反応によるグループと抵抗性遺伝子との関係を考察すると、先づ同一グループに属する品種は、(1) 同じ抵抗性遺伝子を持つか、(2) 遺伝子は違うが供試生理品種に対しては両遺伝子は同じ反応を示すか、あるいは (3) 幾つかの遺伝子が関係し、その総合結果として同じ反応を示すかである。次に違ったグループに属する品種間では、(4) 全く違う遺伝子を持つか、(5) 共通した遺伝子もあるが、違った遺伝子も持っているものと考えられる。この他に細胞質、その他の影響によつて遺伝子が違つていても同じ反応を示す場合や、逆に遺伝子は同じでも反応は違つてみえる場合も考えられるが、これまでの経験では未だそのような例を見ない。

このように生理品種に対する反応によつて品種をグループすることによりその抵抗性遺伝子に関して 5つの場合が考えられるが限られた生理品種を接種するだけでは結局抵抗性遺伝子の異同を決定することはできない。しかしある生理品種に対して違つた反応を示す場合は少なくとも 1つ以上の違つた遺伝子があるといえるであろう。また供試生理品種の数が増せば増す程 (2) 及び (3) の場合は少なくなり、多数の生理品種に対して 2つの品種が互に同じ反応を示す場合はそれらの 2 品種は同じ抵抗性遺伝子を持つている可能性が多くなる。

2. 供試品種の抵抗性遺伝子の数

前項で述べた如く限られた数の生理品種を供試した接種結果のみでは仮令反応が違つてい

も抵抗性遺伝子を同定することはできない。しかし各品種の持っている抵抗性遺伝子の数がわかれば考察範囲はより狭くなる。即ち2つの品種が抵抗性遺伝子を夫々1つずつしか持つていなくてしかも互に異つた抵抗反応を示す場合、両者の抵抗性遺伝子は違うといえる。ところで抵抗性遺伝子の数を決定するためには病原性の最も弱い生理品種を供試しなければならない。例えばrace13及び8Bには抵抗性であるがrace15には罹病性の遺伝子(A)と、race13及び15には抵抗性であるがrace8Bには罹病性の遺伝子(B)とがあり、A、B両遺伝子は互に独立したものであるとする。このA、B2つの遺伝子を持つた品種とrace13、8B及び15の3racesに罹病性の品種とを交雑したF₂にrace13を接種するとA、B両遺伝子が働いて2因子雑種分離をする筈である。しかるに同じF₂にrace15を接種するとA遺伝子はrace15には罹病性であるからB遺伝子のみが働く。同様にrace8Bを接種するとA遺伝子のみが働いて共に単因子雑種分離をする。従つてrace13を供試すれば2遺伝子が認められる品種でもrace15あるいはrace8Bを供試すれば1遺伝子しか認められない場合がある。しかもrace15を供試した場合とrace8Bを供試した場合とでは違つた遺伝子について実験していることになる。

race13は供試した5racesの中で最も病原性が弱い(第2表)。筆者らがこれまでに多数の品種について接種実験を行つた結果では、race13に罹病性で他の4racesに抵抗性を示すような品種は全くなかつた。それ故本研究で抵抗性遺伝子の数を決めるためにはrace13を供試した。罹病性親品種として5racesに同じように激しく侵される無葉耳、有苞種及び奉天黒のどれかを選び、1950~1951年に交雑し、1951~1952年にF₁及びF₂について実験した。実験結果は第3表の如くである。

H.s.nigrum (*Hordeum spontaneum* var. *transcaspicum* Vav.), Caucasus, 六角シバリー、改良坊主麦のウドンコ病に対する抵抗性の遺伝については既に報告したが、⁽¹¹⁾共通した罹病性品種との交雑について実験されていながつたので参考のため実験を反復した。

H.s.nigrum, H.E.S. 4: 抵抗性は完全優性な単遺伝子によつて支配される。

Manmuth: 高度の抵抗性(R)であるが、F₁はM型を示す。F₂ではM型が46(Manmuth×無葉耳)及び48(Manmuth×有苞種)ずつ分離している。ヘテロになるとM型を示すとすれば、この数は少なすぎる。この点F₃試験の結果を待つて論ずることとして、R型及びM型を抵抗性とするとき抵抗性個体と罹病性個体の比は15:1の分離比に非常によく適合する。

Weichenstephaner I: F₁は親同様完全な抵抗性(R)である。F₁でR型を示すにも拘わらず、F₂でM型が分離しているのは抵抗性の弱い遺伝子が含まれているためと考えられる。それでM型も抵抗性とするとき、抵抗性個体と罹病性個体の比は63:1の分離比に適合する。

Caucasus: F₁は親同様R型である。F₂におけるS型の数からすれば1因子遺伝であるがヘテロ(F₁)でR型を示すにも拘わらずF₂でM型が80個体も現われることは理解できない。これもF₃試験を待つて検討することとしてF₂におけるS型の数からして抵抗性に関する主な遺伝子は1つといえよう。

六角シバリー、大政官, Golden Melon, Chevalier: F₁は親同様R型である。F₂におけるS型の数から2遺伝子によつて支配されていることがわかる。六角シバリーのF₂でM型が分離しているのは2遺伝子の中1遺伝子はrace13に対してM型を示すためであることがF₃試験の結果明らかとなつた。この点については稿を改めて詳しく報告する予定である。大政官, Golden Melon, Chevalierの場合も恐らく似たような現象があると思われる。

第 3 表 Race13 に対する抵抗性品種 × 非抵抗性品種の F₁ 及び F₂ 試験

反 應 グ ル ー プ	交 雑	F ₁	F ₂				遺 伝 子 の 数	χ ² *	P
			R	M	S	計			
I	<i>H.s.nigrum</i> (R) × 無葉耳(S)	R	270	0	92	362	1	0.031	非常=大
	" × 有苞種(S)	R	458	0	140	598	1	0.804	>.3
	Manmuth (R) × 無葉耳(S)	M	230	46	20	296	2	0.031	非常=大
	" × 有苞種(S)	M	233	48	19	300	2	0.003	非常=大
	Weichen. I (R) × 無葉耳(S)	R	214	74	3	291	3	0.536	>.4
" × 奉天黒(S)	R	246	47	5	298	3	0.036	非常=大	
I	Caucasus (R) × 奉天黒(S)	R	156	80	64	300	1	2.151	>.1
	六角シバリー(R) × 無葉耳(S)	R	360	193	39	592	2	0.115	>.6
	" × 有苞種(S)	R	216	57	19	292	2	0.032	非常=大
	大 政 官 (R) × 無葉耳(S)	R	208	68	16	292	2	0.295	>.5
" × 有苞種(S)	R	206	69	21	296	2	0.360	>.5	
I	Goldfoil (R) × 無葉耳(S)	M	81	207	75	363	1	1.396	>.2
	" × 有苞種(S)	M	80	204	61	345	1	0.603	>.4
IV	改良坊主麦 (M) × 無葉耳(S)	M	160	278	146	584	1	0	1
	" × 有苞種(S)	M	84	131	83	298	1	1.292	>.2
	GoldenMelon(R) × 無葉耳(S)	R	222	55	19	296	2	0.014	非常=大
" × 有苞種(S)	R	223	46	19	288	2	0.053	非常=大	
V	H. E. S. 4 (R) × 無葉耳(S)	R	448	0	157	605	1	0.291	>.5
	" × 有苞種(S)	R	434	0	161	595	1	1.345	>.2
	Chevalier (R) × 無葉耳(S)	R	232	50	18	300	2	0.032	非常=大
	" × 有苞種(S)	R	229	53	18	300	2	0.032	非常=大
VI	Nigrinudum (M) × 無葉耳(S)	S	0	79	205	284	1	1.201	>.2
VII	中 泉 在 來 (M) × 無葉耳(S)	M	78	148	62	288	1	1.851	>.1
	" × 奉天黒(S)	M	168	59	73	300	1	0.071	非常=大
	細 麦 C (M) × 無葉耳(S)	M	189	262	146	597	1	0.094	>.7
	" × 有苞種(S)	M	79	158	63	300	1	2.560	>.1
	岩手メンシユ アリーC (M) × 無葉耳(S)	M	0	228	71	299	1	0.250	>.5
" × 有苞種(S)	M	0	237	62	299	1	2.899	>.08	

* それぞれ推定された遺伝子数に基づく理論比に対して

Goldfoil: S. M. Dietz及びH. C. Murphyはウドンコ病菌のrace 4に対するGoldfoilの抵抗性遺伝子は単劣性であるとし⁽⁹⁾, J. S. Tiddはrace 6に対するGoldfoilの抵抗性は不完全優性な単遺伝子によるとした⁽¹⁰⁾. F. N. Briggsもまたrace 3に対するGoldfoilの抵抗性を研究しTiddと同様の結果を報告している.⁽²⁾ 筆者らの実験では親品種はR型であるが, F₁はS型に近いM型を示し, F₂ではヘテロとホモのS型とを区別し難い個体もあつた. しかしR型とM型とは極めて明瞭に区別されるから, 寧ろ不完全劣性とする方が妥当と思われる. 第3表に

において M 型と S 型を罹病性とする と 抵抗性個体と罹病性個体の比は 1:3 の分離比に適合する。

改良坊主麦, 中泉在来, 細麦 C: 親は R 型に近い M 型で, しばしば R 型を示す個体もある。F₁ はかなり確実に親と区別できる M 型を示す。それで抵抗性に関してホモとヘテロの個体を区別するため, F₂ で親と同程度の抵抗性を示した個体を R 型として記録した。親品種が M 型であるにも拘らず, F₂ で R 型が現れているのはその爲である。R 型と M 型を抵抗性とするば単遺伝子雑種の分離比によく適合する。

Nigrinudum: 親は S 型に近い M 型である。F₁ は S 型となる。F₂ では抵抗性個体 (M 型) と罹病性個体との比は 1:3 の分離比に適合し, 抵抗性は劣性である。

岩手メンシュアリー C: F₁ は親よりやや感受性となるが, S 型とは区別できる M 型を示す。F₂ における S 型の分離比からみて抵抗性は不完全優性な単遺伝子によるといえる。

以上の如く F₂ 試験のみでは未だ疑問の点もあるが, F₂ において分離した S 型の数から抵抗性に関する主な遺伝子の数は判定できる。ところで第 3 表の結果から racel3 に対する抵抗性遺伝子を 1 つしか持っていないと判定された品種が他の race に対して抵抗性を示す時, 例えば *H.s.nigrum* は 5 races に対して同じように高度の抵抗性を示すが racel3 に対する時も race8B, 8C, 14 及び 15 に対する場合もいつも同じ遺伝子が作用しているのであらうか。若し夫々の race に対して同じ唯 1 つの遺伝子が作用しているとすれば, F₂ に racel3 を接種した時も, 同じ F₂ に他の race を接種した時も抵抗性 (あるいは罹病性) を示す個体には異動がない筈である。また F₂ に幾つかの races を同時に接種しても罹病性個体の数は増加しない筈である。*H.s.nigrum* × 無葉耳の F₂ に先づ racel3 を接種し, 3 日後に再び race8B, 8C, 14 及び 15 を同時に接種すると, その後 3 日たつて race 13 の病斑が現れ, 更に 3 日後には 4 races による病斑が現れた。しかも 4 races による病斑は racel3 に罹病した個体にだけ現れ, racel3 に抵抗性を示した個体は他の 4 races に対しても同様に高度の抵抗性であつた。このことから *H.s.nigrum* の 5 races に対する抵抗性は同一の遺伝子によつて支配されているといえよう。同様にして Goldfoil, 改良坊主麦, H. E. S. 4, Nigrinudum, 中泉在来, 細麦 C, 及び岩手メンシュアリー C が幾つかの生理品種に対して示す抵抗性は夫々唯 1 つの遺伝子によつて支配されていることが確められた。ただ Caucasus のみは F₂ において現れた M 型の反応に変異が認められたから主遺伝子以外に抵抗性の弱い遺伝子が作用していると考えた方がよいかも知れない。しかし S 型を示す個体には異動がなかつたから, 主な遺伝子は 1 つと云つてもよからう。

さて *H.s.nigrum*, Caucasus, Goldfoil, 改良坊主麦, H. E. S. 4, Nigrinudum, 中泉在来, 細麦 C, 岩手メンシュアリー C の 9 品種は本実験の範囲内ではウドンコ病に対する抵抗性遺伝子を夫々唯 1 つしか持っていないことが明らかとなつた。しかもこれらの品種は中泉在来, 細麦 C, 岩手メンシュアリー C の 3 品種を除けば或る生理品種に対しては互に違つた反応を示す品種群に属する。唯 1 つの抵抗性遺伝子しか持たずしかも反応が違ふのであるからそれらの抵抗性遺伝子は夫々違つたものであるといえる。これらの遺伝子は Briggs らによつて決定された 12 の抵抗性遺伝子の中 Goldfoil の遺伝子を除く 11 遺伝子と未だ比較されていないから, ここでは仮りに次の如き記号で表すこととした。

Ml ₁	— <i>H.s.nigrum</i>	Ml ₅	— H. E. S. 4
Ml ₂	— Caucasus	ml ₆	— Nigrinudum
ml ₃	— Ml ₂ — Goldfoil	Ml ₇	— 中泉在来, 細麦 C
Ml ₄	— 改良坊主麦		岩手メンシュアリー C

大文字M1は優性、小文字m1は劣性抵抗性遺伝子を表す。

3. 同じ反応を示す品種間の遺伝子の同定

F. N. Briggsらはオオムギのウドンコ病菌に対する抵抗性遺伝子を研究するに当り、race 3しか供試しなかつた。それで遺伝子を分析するためには比較すべき抵抗性品種と抵抗性品種とを交雑する方法によつた。若し両品種の抵抗性遺伝子が違えばF₂において罹病性個体を生ずる筈である。

前項では夫々唯1つの抵抗性遺伝子を持つた品種でしかも或る生理品種に対し互に違つた抵抗反応を示す場合は両品種の抵抗性遺伝子は違うといえることを述べたが、抵抗反応に差異が認められない場合は、それらの遺伝子を分析するためにはBriggsらの方法によらなければならない。それで第2表において同一の反応型にグループされた品種間の遺伝子を比較するために、同一グループに属する品種を相互に交雑し、そのF₂に race13 を接種して罹病性個体を生ずるか否かを試験した。結果は第4表の如くである。

第4表 同一反応グループに属する品種間交雑種のRace13に対するF₂試験。

組合せ	交 雑	F ₂			計	χ ² *	P
		R	M	S			
I × I	<i>H.s.nigrum</i> × Manmuth	260	26	7	293	1.298	>.25
	<i>H.s.nigrum</i> × Weichen.I	594	1	0	595		
	Manmuth × Weichen.I	574	17	0	591		
I × I	Caucasus × 六角シバリー	298	0	0	298		
	大政官 × 六角シバリー	295	0	0	295		
IV × IV	改良坊主麦 × GoldenMelon	234	65	0	299		
V × V	H.E.S.4 × Chevalier	298	0	0	298		
VII × VII	中泉在來 × 岩手メンシユアリーC	1	298	0	299		
	中泉在來 × 細麦C	218	182	0	400		

* (R+M): Sの分離比を63:1として

第1グループに属する*H.s.nigrum* × ManmuthのF₂ではS型を7個体生じた。R型とM型を抵抗性とすれば、抵抗性個体と罹病性個体との比は63:1の分離比に適合する。*H.s.nigrum*の抵抗性は1遺伝子により、Manmuthは2遺伝子によるのであるから、この分離比からManmuthの2つの抵抗性遺伝子と*H.s.nigrum*の遺伝子M₁とは違つたものであることがわかる。

その他の交雑では罹病性個体を全く生じなかつた。それ故これら同一反応グループに属する品種は互に少なくとも1つの共通した抵抗性遺伝子を持つていると考えられる。しかし2遺伝子以上を持つた品種についてはより多くのF₂個体について試験する必要がある。

ともかく、*H.s.nigrum* × Manmuthの場合のようにF₂でS型を生じた場合は両品種の遺伝子が違うことは確実である。

4. 違う反応を示す品種間の遺伝子の同定

第2表で違つた反応グループに属する品種を相互に交雑したF₂に race13 を接種した結果は第5表の如くである。表中の分母は供試個体数の合計であり、分子はS型を示した罹病性個体

第 5 表 異つた反応グループに属する品種間交雑種のRace13に対するF₂試験

品 種	岩手 メンシ ユアリー C	細麦 C	中泉 在来	Nigri- nudum	Chev- alier	H.E. S.4	Gol- den Melon	改 良 坊主麦	Gold- foil	大政 官	六角 シバ リー	Cauca- sus
<i>H.spont. nigrum</i>	$\frac{0}{291}$	$\frac{0}{585}$	$\frac{0}{335}$	$\frac{21}{297}$	$\frac{0}{301}$	$\frac{0}{594}$	—	$\frac{51}{827}$	$\frac{15}{286}$	$\frac{0}{299}$	$\frac{0}{300}$	$\frac{0}{448}$
Manmuth	$\frac{3}{318}$	$\frac{3}{299}$	$\frac{4}{298}$	$\frac{5}{281}$	$\frac{1}{600}$	$\frac{5}{318}$	$\frac{1}{595}$	$\frac{14}{617}$	$\frac{5}{363}$	$\frac{1}{894}$	$\frac{1}{599}$	$\frac{0}{614}$
Weichen.I	$\frac{0}{600}$	$\frac{0}{296}$	$\frac{0}{300}$	$\frac{0}{512}$	$\frac{0}{300}$	—	—	$\frac{1}{299}$	$\frac{0}{596}$	$\frac{0}{598}$	$\frac{0}{580}$	$\frac{0}{301}$
Caucasus	$\frac{0}{317}$	$\frac{0}{301}$	$\frac{0}{303}$	—	$\frac{0}{295}$	$\frac{0}{556}$	$\frac{0}{298}$	$\frac{9}{613}$	$\frac{1}{601}$			
六角シバリー	$\frac{0}{298}$	$\frac{0}{299}$	$\frac{0}{300}$	$\frac{1}{326}$	$\frac{0}{300}$	$\frac{0}{291}$	$\frac{0}{299}$	$\frac{3}{298}$	$\frac{6}{574}$			
大 政 官	$\frac{0}{300}$	$\frac{0}{300}$	$\frac{0}{289}$	—	$\frac{0}{598}$	$\frac{0}{292}$	$\frac{0}{599}$	$\frac{4}{300}$	$\frac{2}{299}$			
Goldfoil	$\frac{6}{300}$	$\frac{5}{500}$	$\frac{2}{300}$	—	$\frac{7}{598}$	$\frac{21}{345}$	$\frac{2}{598}$	$\frac{7}{300}$				
改良坊主麦	$\frac{18}{296}$	$\frac{8}{300}$	$\frac{45}{748}$	$\frac{5}{281}$	$\frac{6}{300}$	—						
Golden Melon	$\frac{0}{299}$	$\frac{0}{299}$	$\frac{1}{300}$	$\frac{5}{594}$	$\frac{0}{546}$	$\frac{0}{453}$						
H.E.S.4	$\frac{0}{290}$	$\frac{0}{595}$	$\frac{1}{599}$	$\frac{11}{290}$								
Chevalier	$\frac{0}{297}$	$\frac{0}{300}$	$\frac{0}{300}$	$\frac{5}{597}$								
Nigrinudum	—	$\frac{4}{284}$	$\frac{1}{304}$									

註：分母は供試個体数

分子は罹病性個体数

数である。

Manmuth, Goldfoil, 改良坊主麦及び Nigrinudum についてみると、これら4品種は、Weichenstephaner I との組合せを除けば、どの品種と交雑した場合もいつもF₂において罹病性個体を生じている。Weichenstephaner I は3因子雑種の分離をするから、より多くの個体について試験した上で論ずることとし、Goldfoil (ml₃), 改良坊主麦(Ml₄), Nigrinudum(ml₅) は他のどの供試品種の遺伝子とも違ふといつても間違いあるまい。しかしてS型の分離比は夫々非常に違つた値を示しているから、この結果だけでは十分な判断は下し難いが、これらの遺伝子は独立しているかあるいは連鎖関係があつても弱いといえる。

Manmuth×Caucasus にはS型を生じていないが他の品種との組合せの結果からしてManmuthとCaucasusの遺伝子は違ふ筈である。この点尙疑問として残しておきたい。

次に*H.s.nigrum*, Caucasus, H. E. S. 4 及び中泉在来(岩手メンシユアリーC, 細麦C) は生理品種に対する抵抗反応と抵抗性遺伝子の数からして、互に違つた遺伝子を持つてゐる筈である。しかるにこれらの品種を相互に交雑したF₂では中泉在来×H. E. S. 4の場合に599個体中1個体だけS型を生じただけでそれ以外はすべて罹病性個体を分離していない。このことは先のMl₁, Ml₂, Ml₃, Ml₇が互に違ふという仮定と矛盾する。ところが中泉在来×H.E.S. 4のF₂について予備実験を行つた結果では両遺伝子間にかなり密接な連鎖があり、遺伝子が違ふにも拘らずF₂では罹病性個体を殆んど生じないことが明らかとなつた。F₃試験は中泉在

来×H. E. S. 4 についてしか未だ行っていないが、恐らく他の場合にも同様の関係があるものと予想される。若し密接な連鎖関係があるとすれば、本実験程度の供試個体数ではF₂において罹病個体を生じなくても遺伝子が違うということと矛盾しない。

この実験結果から次のことがいえる。即ち抵抗性遺伝子を分析するために抵抗性品種と抵抗性品種とを交雑しても、両品種の抵抗性遺伝子間に密接な連鎖関係がある時は、或る1つの生理品種に対するF₂試験のみでは遺伝子の分析は極めて困難である。しかもウドンコ病に対する抵抗性遺伝子にはそのような場合が割合に多い。このような場合、幾つかの生理品種を供試して両品種の抵抗性反応の差異を予め検定しておくならば、連鎖関係の有無を容易に発見し得るであろう。

Weichenstephaner I, 六角シバリー (大政官), Golden Melon 及び Chevalier は互に違った反応グループに属する品種であるから、少なくとも1つは違った抵抗性遺伝子を持つている筈である。またこれらの品種を相互に交雑したF₂において罹病性個体を全く生じないから、若し遺伝子間に連鎖がなければ、夫々の品種間で互に共通した遺伝子を少なくとも1つは持っていないなければならない。これらの品種は2つあるいはそれ以上の遺伝子を持つた品種であるから、違った遺伝子と共通した遺伝子とを同時に持つていることはあり得る筈である。ともかく2遺伝子以上を持つた品種については更に実験を重ねた上で、稿を改めて論じたいと思う。

IV. 総 括

筆者らはこれまでに多数のオオムギ品種にウドンコ病菌の違った生理品種を接種してみたが、race13 に対して罹病性で他の race8B, 8C, 14及び15 に抵抗性を示した品種は未だ1つも見当らなかつた。それで本報告では race13 に抵抗性を示さない品種あるいは個体は race8B, 8C, 14 及び 15 に対してもいつも罹病性であるという仮定のもとに考察を進めた。若し供試品種中に race13 に対しては抵抗性を示さないが race8B, 8C, 14あるいは15 に対して抵抗性を示すような遺伝子が含まれているとすれば、論議は更に複雑になるであろう。

本研究から得た結果を要約すると次の如くである。

(1) 或る生理品種に対して違った抵抗性反応を示す品種は少なくとも1つ以上の異つた抵抗性遺伝子を持つている筈である。若しそのような品種が夫々唯一つの抵抗性遺伝子しか持たない場合は夫々の抵抗性遺伝子は互に異つたものである。この仮定のもとに、MI₁ (H. s. nigrum), MI₂ (Caucasus), ml₃ (Goldfoil), MI₄ (改良坊主麦), MI₅ (H. E. S. 4), ml₆ (Nigrinudum), MI₇ (中泉在来, 細麦C, 岩手メンシユアリーC) の7つのオオムギウドンコ病に対する抵抗性遺伝子を仮定した。大文字MIは優性、小文字mlは劣性抵抗性遺伝子を表す。

(2) MI₁ は日本の5 races に対して高度の抵抗性、MI₂ はrace13, 14及び15に対して抵抗性であるが race8B 及び8Cには中等の抵抗性、ml₃ はrace8B, 8C, 13及び15に対しては抵抗性であるがrace14に対しては罹病性、MI₄ はrace8B, 8C, 13, 14及び15に対して中等の抵抗性であるが、race8Bに対しては罹病性、MI₅ はrace13, 14及び15に対しては抵抗性であるが race8B 及び8Cに対しては罹病性、ml₆ は5 races に対し中等の抵抗性、MI₇ はrace 8B, 8C, 13及び14 に対しては中等の抵抗性であるがrace15に対しては罹病性である(第2表)。しかしてml₃, MI₄ 及びml₆ は夫々独立しているか、あるいは連鎖していても弱い程度のものであろう。MI₁, MI₂, MI₅, MI₇ は密接に連鎖していると思われる。

(3) 幾つかの生理品種に対して同じ抵抗性反応を示す品種でもそれらの抵抗性遺伝子は全

く異つている場合がある。この場合両遺伝子間に連鎖関係がなければ両品種を交雑した F_2 において罹病性個体を生ずる筈である。この例として *H. s. nigrum* (*Hordeum spontaneum* var. *transcaspicum* Vav.) と Manmuth があつた。

(4) 抵抗性遺伝子を分析する方法に2つある。その1つは或る生理品種に対する反応の違いによつて遺伝子の違いを知る方法である。適当な生理品種を自由に供試することができれば遺伝子が違えば必ず反応の違いを見出し得る筈である。その2は抵抗性品種と抵抗性品種とを交雑した子孫に或る特定の生理品種を接種し、その結果から遺伝子の差異を推定する方法である。前者では適当な生理品種を自由に供試することは事実上不可能なことである。また後者では供試した生理品種に対して抵抗性を示す遺伝子のみが検出され、その生理品種には罹病性であるが他の生理品種には抵抗性である遺伝子を見逃してしまふことになる。そればかりでなく遺伝子間に密接な連鎖がある場合は分析が甚しく困難となる。本研究により2つの方法を併用すれば抵抗性遺伝子の分析過程は比較的容易になることがわかつた。即ち交雑の方法は生理品種の不足を補う。また幾つかの生理品種を供試することにより、かくれた遺伝子を検出できるだけでなく連鎖関係も容易に発見できる。

終に終始御指導を賜つた西門所長及び高橋隆平両博士に厚く感謝する。

文 献

- (1) Briggs, F.N. 1935, Inheritance of resistance to mildew, *Erysiphe graminis hordei*, in a cross between Hanna and Atlas barleys. Jour. Agr. Res., 51: 245—50. (2) Briggs, F. N. and Barry, C. L. 1937, Inheritance of resistance to mildew, *Erysiphe graminis hordei*, in a cross of Goldfoil and Atlas barleys. Z. Zücht., A, 22: 75—80. (3) Briggs, F. N. 1938, The inheritance of resistance to mildew. Amer. Nat., 72: 34—41. (4) Briggs, F. N. and Stanford, E. H. 1938, Linkage of factors for resistance to mildew in barley. Jour. Genet., 37: 107—17. (5) Briggs, F. N. and Stanford, E.H. 1943, Linkage relations of the Goldfoil factor for resistance to mildew in barley. Jour. Agr. Res., 66: 1—5. (6) Briggs, F. N. 1945, Linkage relations of factors for resistance to mildew in barley. Genetics, 30: 115—8. (7) Chere-
wick, W. J. 1944, Studies on the biology of *Erysiphe graminis* DC. Canad. Jour. Res., 22: C, 52—86. (8) Dietz, S. M. and Murphy, H. C. 1930, Inheritance of resistance to *Erysiphe graminis hordei*, p. f. IV. Phytopath., 20: 119—20. (9) Favret, E. A. 1949, Herencia de la resistencia a *Erysiphe graminis hordei* en cebada. II. Estudios con la raza 3 de California. Rev. Inv. Agríc., 3: 31—42. (10) Favret, E. A. 1949, On the genetics of resistance to mildew in barley. Phytopath., 39: 6. (11) 日浦運治, 部田英雄 1952, 大麦品種の耐病性に関する研究。第3報, 白澁病菌 *Erysiphe graminis hordei* Marchal の生理品種 I に対する抵抗性の遺伝。農学研究, 40: 96—102. (12) 日浦運治, 部田英雄 1952, オオムギ品種の耐病性に関する研究。第4報, 1952年に採集されたオオムギ白澁病菌の生理品種及びそれらの地理的分布。農学研究, 40: 127—30. (13) 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. landwirt. Forsch., 10: 17—28. (14) Mains, E. B. and Dietz, S.M. 1930, Physiologic forms of barley mildew, *Erysiphe graminis hordei* Marchal. Phytopath., 20: 229—39. (15) Stanford, E. H. and Briggs, F. N. 1940, Two additional factors for resistance to mildew in barley. Jour. Agr. Res., 61: 231—6, (16) Tidd, J. S. 1937, Studies concerning the reaction of barley to two undescribed physiologic races of barley mildew *Erysiphe graminis hordei* Marchal. Phytopath., 27: 51—68.