

エステラーゼ同位酵素遺伝子型による オオムギ縞萎縮病抵抗性系統の選抜

早乙女和彦・吉田 久¹⁾・小林俊一²⁾・天谷正行³⁾

I 緒 言

オオムギ縞萎縮病は、オオムギ縞萎縮病ウイルス (BaYMV) によって起こる土壤伝染性病害であり、麦の根に寄生する菌の一種である *Polymyxa graminis* によって媒介される¹⁰⁾。その症状は、1 ~ 2 月の最も気温の下がる頃から新葉にかすり状のモザイク斑が現れ、次第に植物体全体に広がるに従い、黄化、萎縮症状を呈し、著しい減収を招くもので、オオムギの重要病害の一つである。

本県においても、ビール大麦の連作地帯において、本病害が蔓延し、1980年には、栽培面積の約 1 / 4 (4000ha) に達する発生を見たが、有効な防除法はなかった。そこで、この根本的な解決策として、当场栃木分場において抵抗性品種が育成され、1985年にミサトゴールデン¹¹⁾、1987年にはミカモゴールデン¹⁰⁾ が普及に移された。これらは、県内外のビール大麦生産に大きく貢献しているところであるが、これらの BaYMV 抵抗性遺伝子は中国産六条オオムギ“木石港3”から導入されたものである。

ところで、小西、松浦は育成経過の情報や、交配親のよく保存されているわが国の二条オオムギを材料に用いて、同位酵素に関与する遺伝子が、育種の流れの中でどのように伝達されてきたかをエステラーゼ同位酵素について調べた

結果、木石港3の持つ BaYMV 抵抗性を導入した品種・系統には、木石港3のエステラーゼ同位酵素遺伝子型が付随的に取り込まれていることを発見した⁶⁾。これは、エステラーゼ同位酵素のうち、*Est1*、*Est2*、*Est4* に着目したもので、これら3種の遺伝子座は、*Est2-Est1-Est4*の順に並び、互いに密接に連鎖した (*Est2*と*Est4*の組換え価は0.59%) 遺伝子ブロックであることが明らかになっている²⁾。上記の発見は、この遺伝子ブロックが、BaYMV 抵抗性遺伝子の標識遺伝子となり得ることを示唆しており、国内外の関心を集めている。

以上述べてきたように、近年大きな成果を上げている縞萎縮病抵抗性育種の遺伝子給源となった木石港3の抵抗性遺伝子とエステラーゼ同位酵素遺伝子型との関連が明らかになりつつある中で、これを育種の現場へフィードバックさせ、新しい選抜手法としての可能性を検討することが、当面の課題となっている。本研究では、二条オオムギ育成地である当栃木分場の育成中の材料を用いて、小西らの研究の確認を行い、更に、実際の育種における抵抗性選抜への利用の可能性を検討したので、その概要を述べるとともに、遺伝学的見地から、若干の考察を加えたので報告する。

1) 現農研センター作物第二部 2) 現栃木県農蚕課 3) 現栃木農試生物工学部

II 主な育種素材のエステラーゼ同位酵素 遺伝子型 (試験1)

目的

大麦縞萎縮病抵抗性育種を目標として、当分場では、これまでに第1表に示すような品種・系統を素材に交雑を行い、育種を進めてきた。本試験では、これらの品種・系統のエステラーゼ同位酵素遺伝子型の検定を目的として、1987年1月に、でんぶんゲル電気泳動実験を行った。

第1表に示した品種・系統の発芽種子の第一葉からの抽出液を用い、そのアイソザイムパターンを調査した。エステラーゼ同位酵素 (アイソザイム) の検定には、でんぶんゲル電気泳動法を用いた。本法の概要は以下の通りである。

でんぶんゲル：水360mlに0.19Mトリス(Tris Hydroxymethyl Aminomethane) 30ml, 0.05Mクエン酸30mlの割合で混合した緩衝液に、電気泳動用加水分解デンプン35gを加え、95℃まで加熱してデンプンをゲル化し、20cm×10cm×0.6cmの枠に流し込み、ゲルを作成した。

ブリッジ液：水1ℓに水酸化ナトリウム4g, ホウ酸18.5gを加え、pHを8.6に調整した緩衝液をブリッジ液とした。ゲルとの接続は、10×10cmのろ紙 (アドバンテック社製No.526) を用いた。

試料抽出：採取した葉片を小試験管内で摩擦し、その汁液を4×7mmのろ紙 (アドバンテック社製No.2) に吸収させ、試料とした。このろ紙片は、ゲル板の陰極側から7cmの位置に剃刀で垂直に切込みをつけ、その中に挿入した。

電気泳動：5℃の恒温下で、始めの30分間は200Vで、その後、挿入したろ紙片を除去し、更に300Vで、泳動先端部がろ紙を挿入した位置より陽極側へ8cmのところまで到達するまで通電した。

染色：泳動後、厚さ6mmのでんぶんゲルを3mm×2枚にスライスし、その一方を、切断面が上になる状態で染色した。染色液は、リン酸緩

衝液 (水1ℓにリン酸第二カリウム1.74g, 正リン酸2ml, pH6.3) 200mlにナフチルアセート (水100mlに酢酸 α ナフチル2g+アセトン100ml) 16mlを加えたものである。室温、暗黒下で約1時間染色し、明瞭な染色像が現われた後、水洗し、像を観察した。

結果

各々のエステラーゼ同位酵素遺伝子型を第1表に、そのザイモグラムを第1図に示した。これらの育種素材には、各種の泳動パターンが認められ、木石港3と同様に、抵抗性遺伝子給源として育種に用いられてきた“はがねむぎ” “Ea-52” は、木石港3と同じ遺伝子型 ($Est1^{Ca}-Est2^{nu11}-Est4^{Nz}$) であった。木石港3から抵抗性を導入した“ミサトゴールドン” “ミカモゴールドン” “きぬゆたか” は、木石港3と同じ遺伝子型であった。はがねむぎから抵抗性を導入した“イシュクシラズ” は、はがねむぎとは異なり、prior型 ($Est1^{Pr}-Est2^{Pr}-Est4^{Su}$) を示した。

III 大麦縞萎縮病抵抗性系統のエステラーゼ 同位酵素遺伝子型のスクリーニング (試験2)

目的

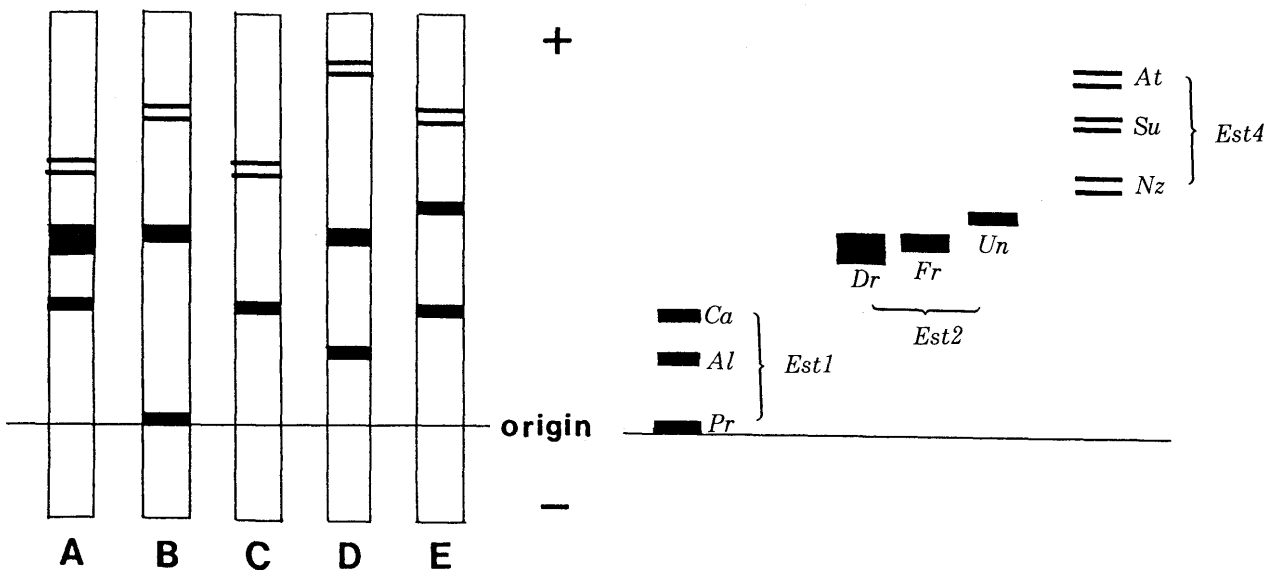
当場育成の大麦縞萎縮病抵抗性系統のエステラーゼ同位酵素遺伝子型のスクリーニングを目的とし、1987年2月～3月に、 F_4 世代以上の系統を対象に検定を行った。

材料と方法

第2表に示す41組合せ244系統について、その発芽種子第一葉の抽出液をでんぶんゲル電気泳動法により泳動、染色し、エステラーゼ同位酵素遺伝子型を調査した。これらの材料は全て、当分場内の大麦縞萎縮病汚染圃場において、極強と判定、選抜され、その後も系統維持をしながら、固定を図ってきた F_4 ～ F_{14} 世代のオオムギ縞萎縮病抵抗性系統である。

第1表 主な育種素材とそのエステラーゼ同位酵素遺伝子型

品種名 系統名	縞萎縮病に 対する反応	エステラーゼ同位酵素遺伝子型 <i>Est1</i> - <i>Est2</i> - <i>Est4</i>	記号
栃木ゴールデンメロン	罹病性	<i>Ca</i> - <i>Dr</i> - <i>Nz</i>	(A)
関東二条2号	"	"	
栃系163	"	"	
にらさき二条	"	"	
Prior	"	<i>Pr</i> - <i>Fr</i> - <i>Su</i>	(B)
ダイセンゴールド	"	"	
あまぎ二条	"	"	
はるな二条	"	"	
つゆしらず	"	"	
木石港3	抵抗性	<i>Ca</i> - null - <i>Nz</i>	(C)
はがねむぎ	"	"	
Ea-52	"	"	
ミサトゴールド	"	"	
ミカモゴールド	"	"	
きぬゆたか	"	"	
イシュクシラズ	"	<i>Pr</i> - <i>Fr</i> - <i>Su</i>	
Etiopia71-450	"	<i>Al</i> - <i>Fr</i> - <i>At</i>	(D)
Hungarian	"	"	
なす二条	"	<i>Ca</i> - <i>Un</i> - <i>Su</i>	(E)



第1図 主な育種素材にみられたエステラーゼ同位酵素泳動像のダイアグラム

注) A~Eは第1表中の記号を示す

栃木県農業試験研究報告第37号

第2表 試験2に供試された材料¹⁾の由来および系統数

通し 番号	交 配 組 合 せ		世 代	供試 系統数
♀ (遺伝子型ないし抵抗性給源)	×	♂ (遺伝子型ないし抵抗性給源)		
1	大系R1842	(木石港3)	新田二条5号 (Pr-Fr-Su)	7 5
2	栃系144	(")	" (")	" 2
3	栃系157	(")	" (")	" 2
4	(栃系140×Klages)F ₁	(")	はるな二条 (")	" 1
5	南系B4641	(")	新田二条1号 (")	14 16
6	南系B4718	(")	" (")	12 19
7	²⁾	(")	はるな二条 (")	6 2
8	²⁾	(")	あまぎ二条 (")	" 3
9	³⁾	(")	はるな二条 (")	" 1
10	³⁾	(")	あまぎ二条 (")	" 2
11	⁴⁾	(")	はるな二条 (")	" 6
12	大系R1842	(")	にら系62 (Ca-Dr-Nz)	7 27
13	栃系161	(")	栃系163 (")	6 18
14	大系R1842	(")	にらさき二条14号(不明 ⁵⁾)	7 3
15	"	(")	やす系50 (")	" 3
16	"	(")	栃系133 (")	8 3
17	"	(")	栃系150 (")	" 14
18	大系R1810	(")	栃系133 (")	" 4
19	大系R2067	(Pr-Fr-Su)	栃系144 (木石港3)	6 3
20	"	(")	栃系161 (")	" 6
21	(Aura×はるな二条)F ₁	(不明 ⁵⁾)	" (")	7 3
22	野洲二条3号	(")	大系M1 (")	6 7
23	(西海皮32号×栃系133)F ₄	(はがねむぎ)	新田二条5号 (Pr-Fr-Su)	" 2
24	"	(")	あまぎ二条 (")	" 3
25	(西海皮33号×栃系133)F ₄	(")	新田二条5号 (")	" 2
26	"	(")	あまぎ二条 (")	" 2
27	{(西海皮32号×栃系133)F ₄ ×新田二条5号} F ₄	(")	あまぎ二条 (")	4 1
28	"	(")	栃系166 (")	" 1
29	{(西海皮32号×栃系133)F ₄ ×あまぎ二条} F ₄	(")	" (")	" 1
30	{(大系R661×栃系133)F ₂ ×はるな二条} F ₂	(")	はるな二条 (")	6 13
31	"	(")	あまぎ二条 (")	" 2
32	(羽系N107×羽系P20)F ₃	(")	はるな二条 (")	7 1
33	(西海皮32号×栃系133)F ₄	(")	にらさき二条15号 (Ca-Dr-Nz)	6 3
34	栃系144	(木石港3)	大系R1842 (木石港3)	7 1
35	大系R1863	(")	栃系144 (")	8 14
36	(西海皮32号×栃系133)F ₄	(はがねむぎ)	栃系144 (")	6 5
37	"	(")	栃系157 (")	" 5
38	"	(")	栃系161 (")	" 12
39	(西海皮33号×栃系133)F ₄	(")	栃系144 (")	" 7
40	"	(")	栃系157 (")	" 10
41	"	(")	栃系161 (")	" 9
合 計				244

注1) : 表中の組合せから作出された縮萎病抵抗性系統である。

2) : [(栃系133×{(南系B4718×新田二条1号)F₂×新田二条1号})F₄×はるな二条] F₂

3) : [はるな二条×(栃系133×(南系B4718×新田二条1号)F₂×新田二条1号)] F₄ F₂

4) : [(栃系133×{(南系B4718×新田二条1号)F₂×新田二条1号})F₄×あまぎ二条] F₂

5) : エステラーゼ遺伝子型が不明

エステラーゼ同位酵素遺伝子型によるオオムギ縞萎縮病抵抗性系統の選抜

結 果

第3表に結果を示した。a表中の組合せ欄は、第2表に示す各組合せを、抵抗性給源毎に分類して、更に、もう一方の罹病性親のエステラーゼ同位酵素遺伝子型で細分したものである。木石港3由来の抵抗性を持つ150系統のエステラーゼ遺伝子型は、その96.7% (145系統) が木石港3型となり、極めて高い確率で、木石港3のエステラーゼ遺伝子型が伝達されていた。はがねむぎ由来の抵抗性を持つ31系統は、全てがPrior型となり、はがねむぎのエステラーゼ遺

伝子型は伝達されていなかった。b表については、両親とも縞萎縮病抵抗性を持つもの同士は、木石港3から抵抗性を導入した系統を両親とした雑種後代の抵抗性系統は、15系統とも全て木石港3型であった。木石港3から抵抗性を導入した系統とはがねむぎから抵抗性を導入した系統との組合せによる雑種後代の抵抗性系統は、48系統中、45系統までは木石港3型であったが、2系統はPrior型、1系統は、木石港3型とPrior型のヘテロであった。

第3表 当分場育成のオオムギ縞萎縮病抵抗性系統のエステラーゼ同位酵素遺伝子型分析結果

交配組合せ			組合せ数	系統数	エステラーゼ同位酵素遺伝子型			
♀	×	♂			木石港3型 (Ca-null-Nz)	Prior型 (Pr-Fr-Su)	Golden Melon型 (Ca-Dr-Nz)	両親の ヘテロ型
a) 片親に抵抗性系統, もう一方に罹病性系統を用いた組合せ								
木石港3由来 抵抗性系統		罹病性系統 (Pr-Fr-Su)	11	59	58	1	0	0
"		罹病性系統 (Ca-Dr-Nz)	2	45	41	0	4	0
"		罹病性系統 (不明)	5	27	27	0	0	0
罹病性系統 (Pr-Fr-Su)		木石港3由来 抵抗性系統	2	9	9	0	0	0
罹病性系統 (不明)		"	2	10	10	0	0	0
はがねむぎ 由来抵抗性系統		罹病性系統 (Pr-Fr-Su)	10	28	0	28	0	0
"		罹病性系統 (Ca-Dr-Nz)	1	3	0	3	0	0
b) 両親とも抵抗性系統を用いた組合せ								
木石港3由来 抵抗性系統		木石港3由来 抵抗性系統	2	15	15	0	0	0
はがねむぎ 由来抵抗性系統		木石港3由来 抵抗性系統	6	48	45	2	0	1
計			41	244	205	34	4	1

IV エステラーゼ同位酵素遺伝子型によるオオムギ縞萎縮病抵抗性系統の選抜 (試験3)

目的

エステラーゼアイソザイム遺伝子型による、オオムギ縞萎縮病抵抗性選抜の可能性を検討することを目的とし、現行の選抜法と、同遺伝子型分析結果との整合性の実証試験を行った。

材料と方法

供試材料には、当分場で交配した8組合せを用いた(第4表)。これらは全て、木石港3由来の抵抗性系統を片親に、もう一方に罹病性親を用いた組合せで、同病抵抗性に関しては、無選抜の雑種第4代の穂別系統群である。これらを、現行の選抜法として、1987年10月30日、場内のBaYMVに均一に汚染された圃場に播種し、翌年2月に同病の発病が顕著になった後、個々の穂別系統毎に抵抗性の有無を検定した。この際に、抵抗性を示す系統および罹病性の系統からそれぞれ新葉をサンプリングし、でんぷんゲル電気泳動法によりエステラーゼ同位酵素遺伝子型を調べ、現行法による抵抗性選抜と、エステラーゼ遺伝子型による選抜との整合性を検討した。各組合せとも、抵抗性および罹病性を7~14系統ずつ用いて、抵抗性101系統、罹病性101系統の合計202系統を調査した。また、この時期における新葉は、第4葉から第7葉であった。なお、現行法による選抜の際に、ひとつの穂別系統の中で、抵抗性に関して分離が認められるものは、用いなかった。

結果

現行法による汚染圃場での選抜で、抵抗性を示した101系統のエステラーゼ同位酵素遺伝子型は、99%の100系統が木石港3型であった。残る1系統は、罹病性の遺伝子型であった。罹病性を示した101系統は、89系統が罹病性親方の遺伝子型となり、10系統が罹病性親と木石港3のヘテロ型であった。罹病性親を示し、エステラーゼ遺伝子型が木石港3のホモ型となった

のは1系統であった(第4表)。従って、供試した202系統のうち99%の200系統までは、現行法とエステラーゼを利用した選抜の結果が一致した。

V 考 察

木石港3由来の大麥縞萎縮病抵抗性を有する系統は、育成中期~後期にわたる251系統を用いた本試験においても、小西らの結果と同様に、極めて高い確率(251系統中247系統98.4%)で、木石港3のエステラーゼ同位酵素遺伝子型が伝達されていた(試験1, 試験2, 試験3)。また、罹病性と判定されたものには、101系統中1系統(1%)の木石港3型が出現したにとどまった(試験3)。この結果は木石港3の有する抵抗性因子と、エステラーゼ遺伝子ブロック(*Est1-Est2-Est4*)が、互いに密接に連鎖していることを示している。そして、試験3では、ほぼ完全に、現行の選抜法と同様な選抜結果が得られたことから、本同位酵素遺伝子型の検定が、BaYMV抵抗性の間接的な選抜法として利用できるものと考えられた。

一方、木石港3と同様に縞萎縮病に対して極強であり抵抗性遺伝子給源として用いられてきた“はがねむぎ”は、木石港3と同一のエステラーゼ同位酵素遺伝子型を持ち(試験1)、これは、その父本の“三月”から由来する⁷⁾。これを抵抗性遺伝子給源に用いた組合せでは、はがねむぎのエステラーゼ同位酵素はその雑種後代の抵抗性系統に遺伝していなかった(試験1, 試験2)。はがねむぎが持つ抵抗性遺伝子は、対立性検定によって、木石港3の Y_m とは異なる劣性遺伝子 ym_3 とされている。^{5) 10) 14)}

以上のことから、エステラーゼ同位酵素を指標遺伝子としたBaYMV抵抗性選抜は、木石港3と同じ Y_m 、ないしはこれと複対立的、または密接に連鎖した遺伝子に対しては有効であるが、他の遺伝子座に存在する抵抗性遺伝子に

第4表 F₄世代における縞萎縮病抵抗性の分離に伴うエステラーゼ同位酵素遺伝子型の出現頻度

交配組合せ		抵抗性系統の遺伝子型		罹病性系統の遺伝子型				計	
♀(遺伝子型) × ♂(遺伝子型)		Ca-null-Nz	その他	Ca-null-Nz	Pr-Fr-Su	Ca-Dr-Nz	ヘテロ型		その他
抵抗性 ¹⁾	罹病性								
大系A6636(*) × 栃系166 (Pr-Fr-Su)		14	0	0	13	0	1 ($\frac{Pr}{Ca} - \frac{Su}{Fr-Nz}$)	0	28
大系R2435(*) ×	〃	7	0	0	6	0	1 (〃)	0	14
〃 × ヤシオゴールドン (Pr-Fr-Su)		14	0	1	10	0	3 (〃)	0	28
〃 × 栃系163 (Ca-Dr-Nz)		14	0	0	0	14	—	0	28
罹病性	抵抗性 ¹⁾								
大系R2464 (Pr-Fr-Su) × ミカモゴールドン (Ca-null-Nz)		14	0	0	11	0	3 ($\frac{Pr}{Ca} - \frac{Su}{Fr-Nz}$)	0	28
大系R2466 (Pr-Fr-Su) ×	〃	12	0	0	11	0	0	1 (Ca-Fr-Su)	24
大系R2469 (Pr-Fr-Su) ×	〃	11	1 (Pr-Fr-Su)	0	12	0	0	0	24
大系R2471 (Pr-Fr-Su) ×	〃	14	0	0	12	0	2 ($\frac{Pr}{Ca} - \frac{Su}{Fr-Nz}$)	0	28
計		100	1	1	75	14	10	1	202

注1) 交配に用いた抵抗性系統の遺伝子給源は全て木石港3

2) * : 木石港3由来の抵抗性系統であるが、種子がなく遺伝子型は不明

ついては、適用できないことが明かである。

木石港3の持つ抵抗性遺伝子については、高橋らが、一つの強力な抵抗性遺伝子Ymの他に、微弱な抵抗性遺伝子持ち、Ym遺伝子は、第4染色体上の三叉芒遺伝子と連鎖していると報告している¹⁰⁾。しかし、小西、松浦は、互いに密接に連鎖したエステラーゼ遺伝子ブロック (Est1-Est2-Est4) は、第3染色体長腕末端部 (cu-2と23.8%で連鎖) にあると報告しており⁸⁾、小西らは、Ymも第3染色体上にあるかもしれないと報じている⁹⁾。また、GöTZ, R. らによれば、ドイツの抵抗性品種 “German Resistance” と “Franka” “Birgit” “木石港3” は同一ないしは複対立的な遺伝子を持つとし¹⁾、更に、KISER, R. らは、それらが遺伝子連鎖分析の結果、第3染色体上に座乗していると報告している³⁾。今回の試験でもエステラーゼ遺伝子ブロックと抵抗性遺伝子との連鎖は明かであり、木石港3の持つ抵抗性に関して強力な働きをする遺伝子は、第3染色体上にあると

考えて良いかも知れない。しかも、既に述べたように、今回の試験3では、エステラーゼ同位酵素遺伝子型が木石港3型の系統はほぼ完全に抵抗性を有し、罹病性親型や木石港3と罹病性親のヘテロ型では、抵抗性は発現されなかった。即ち、エステラーゼ遺伝子型の木石港3型を持つことが、同病に対して抵抗性であるための必要かつ十分な条件であった。このことは、木石港3から導入された抵抗性は、劣性の1遺伝子によって支配されていることを示している。しかしながら、本試験と相前後して近年、茨城県において、BaYMVの系統分化が確認され、木石港3は抵抗性であるにも拘らず、その雑種後代であるミサトゴールドンの罹病が報告された⁴⁾¹⁵⁾。これは、抵抗性給源の木石港3とその雑種後代のミサトゴールドンの間にBaYMV抵抗性に関して遺伝的な差異が存在することを示している。即ち、木石港3は、エステラーゼ同位酵素で標識される1つの遺伝子の他にも、抵抗性に関与する遺伝子を持つと考えられる。

木石港3の縮萎縮病抵抗性母本としての有用性については、上記の例によって、更に深められるところとなった。今後は、その遺伝様式の解明が、更に広範な抵抗性を持つ品種の育成やウイルス系統間の発病機作の違いを解明する手がかりを与えるに違いない。その際にも、エステラーゼ同位酵素遺伝子型の活用は、有力な解析手段の一つとなると考えられる。

VI 摘 要

当分場で育成中の二条オオムギ系統のエステラーゼ同位酵素遺伝子型を調査した結果、①木石港3から抵抗性を導入した系統は、高い確率(98.4%)で木石港3のエステラーゼ同位酵素遺伝子型が伝達されていた。一方、②はがねむぎから抵抗性を導入した系統には、はがねむぎのエステラーゼ遺伝子型は伝達されていなかった。また、③木石港3由来の抵抗性を導入しようとする交配組合せについて、現行の抵抗性選抜とエステラーゼ同位酵素遺伝子型を利用した間接選抜との整合性を調査した結果、エステラーゼによる選抜でも99%の選抜効率で抵抗性系統を得ることができた。更に、④エステラーゼ遺伝子型が、木石港3と罹病性親のヘテロ型では、抵抗性が発現しないことが判明した。

以上のことから、⑤木石港3の持つ抵抗性は、エステラーゼ同位酵素遺伝子を標識遺伝子として、間接的に選抜できるものと考えられるが、⑥木石港3と異なる抵抗性因子については、本法は適用できないことが明かである。また、⑦木石港3の持つ抵抗性遺伝子のうち強力な働きをする一つは、エステラーゼ遺伝子ブロックが座乗する第3染色体に存在し、劣性の発現機作を持つものと推測される。

本研究の遂行に当たって多大なご指導をいただいた岡山大学資源生物科学研究所の小西猛郎教授(現九州大学農学部教授)ならびに田谷省三ビール麦育種部長(現中国農試麦育種研究室

長)に厚く謝意を表します。また、供試材料の養成、実験器具の改良にビール麦育種部の福田暎主任ならびに石川 武技術員に御協力頂きました。記して謝意を表します。

VII 引用文献

1. GÖTZ, R., B. FOROUGHI-WEHR, R. KAISER and W. FRIEDT 1989. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 24:1-2.
2. KAHLER, A. L. and R. W. ALLARD 1970. Crop Sci. 10:444-448.
3. KAISER, R., R. GÖTZ, and W. FRIEDT 1989. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica (in press).
4. KASHIWAZAKI, S., K. OGAWA, T. USUGI, T. OMURA and T. TSUCHIZAKI 1989. Ann. Phytopath. Soc. Japan 55:16-25.
5. KAWADA, N. and M. TSURU 1987. Barley Genetics V:651-657.
6. 小西猛朗・松浦誠司 1987. 育種 37:412-420.
7. 小西猛朗 1989. 昭和63年度科学研究費補助金研究成果報告書.
8. 小西猛朗 1989. 育種学最近の進歩 29:79-82.
9. KONISHI, T., N. KAWADA, H. YOSHIDA and K. SOHTOME 1988. Japan J. Breed. 39:423-430.
10. 草葉敏彦・遠山 明・油本武義・建部美次 1971. 鳥取県農業試験場特別研究報告 第2号.
11. 瀬古秀文ら 1986. 栃木農試研報 32:43-64.
12. 高橋隆平・林 二郎・守屋 勇・平尾忠三 1970. 農学研究 53:153-165.
13. 鶴飼保雄・山下 淳 1980. 育種 30:125-130.

14. ——— 1983. 育雑 33 (別冊2) 27:23-25.
:158-159. 16. 吉田 久ら 1988. 栃木農試研報
15. 渡辺 健・戸嶋郁子・飯田幸彦・小川 35:31-50.
奎 1988. 茨城県病害虫研究会会報

Selection for the Resistance to Barley Yellow Mosaic Virus by Esterase Isozyme Geno type.
Kazuhiko SOHTOME, Hisashi YOSHIDA, Shun-ichi KOBAYASHI and Masayuki AMAGAI

Summary

A Chinese landrace of six-rowed barley, Mokusekko 3 and a Japanese six-rowed barley cv. Haganemugi have been utilized for introducing their BaYMV resistances to Japanese malting two-rowed barley. In 1987, it was reported that the locus for the Mokusekko 3's resistant gene, *Ym*, is very tightly linked with the complex loci (*Est1-Est2-Est4*) for esterase isozymes.

The authors aimed to confirm the indirect selection for BaYMV resistance by esterase isozyme genotype.

In the first place, 244 strains into which one or two previous resistant genes had been introduced were investigated their esterase isozyme genotypes. It revealed that *Ym* locus is very tightly linked with the complex loci for esterase isozymes even in 22 different crosses, whereas there is no linkage between the locus for the Haganemugi's resistant gene, *ym3*, and the loci for isozymes (table 3).

Secondly, regarding to the resistant gene only from Mokusekko 3, the selection efficiency by esterase genotype was compared with that of the current way in order to examine the possibility of indirect selection. The comparison revealed that the segregation of reaction to BaYMV fits in over 99 percent of 202 strains with that of isozyme genotype. Additionally, it also showed that the heterozygous strains, which have inherited both isozyme genotypes of parents, are not resistant to BaYMV at all (table 4).

Based on these results, it is concluded that the BaYMV resistant individuals or strains carrying *Ym* gene can be indirectly obtained by selecting the seedlings which show the same banding pattern of esterase isozyme genotype as that of Mokusekko 3, by means of starch gel electrophoresis. Besides, it is considered that the resistant gene, *Ym* is recessive.

{ Bull.Tochigi Agr.Exp. }
{ Stn.No 37: 1 ~ 9 (1990) }