

Breeding of 'ER3', a Powdery Mildew Resistant Line in Italian Ryegrass, and its Characteristics.

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): early maturing, intermediate parent line, Italian ryegrass, powdery mildew, disease resistance 作成者: 荒川, 明, 矢萩, 久嗣, 杉田, 紳一, 清, 多佳子, 小松, 敏憲, 内山, 和宏, 水野, 和彦 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00002172

イタリアンライグラスうどんこ病抵抗性中間母本「ER3」の育成とその特性

荒川 明・矢萩久嗣¹⁾・杉田紳一²⁾・清多佳子³⁾・小松敏憲⁴⁾・内山和宏⁵⁾・水野和彦²⁾

飼料作物育種研究チーム

¹⁾ 茨城県畜産センター

²⁾ 草地研究支援センター

³⁾ 飼料作物育種工学研究チーム

⁴⁾ 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター

⁵⁾ 畜産温暖化研究チーム

要 約

イタリアンライグラスのうどんこ病抵抗性が高い中間母本を育成した。2倍体で早晚性が極早生または早生の8品種・系統を育種素材とし、うどんこ病が罹病しやすい条件である隔離圃場およびガラス室において、自然発病による3世代の表現型循環選抜を行い、うどんこ病抵抗性の新系統「ER3」を選抜した。

本系統は、「ニオウダチ」並の早生で、うどんこ病に対する抵抗性が主要な既存早生品種より強い。選抜材料に用いた品種・系統は、集団として高度に罹病性であったが、これらの品種・系統集団中にも抵抗性遺伝子を保有していたことが確認された。また、既存の罹病性品種との交雑後代において高い頻度で抵抗性個体が得られたことから、本系統のうどんこ病抵抗性は遺伝性が高く、うどんこ病抵抗性を効率よく高めることができると考えられた。

本系統の収量性は「はたあおば」より劣るものの、「ニオウダチ」より優れた。しかし、耐倒伏性がこれらの品種より劣ることから、本系統を利用する場合には、母材選定や選抜過程において、これに配慮する必要がある。なお、「ER3」は平成19年に「イタリアンライグラス中間母本農1号」の名称で品種登録出願が受理された（出願番号：第21404号）。

キーワード：イタリアンライグラス、うどんこ病、中間母本、抵抗性、早生

緒 言

イタリアンライグラスうどんこ病（以下、うどんこ病）は、1996年の宮崎県における発生が国内で最初の報告である¹²⁾。これまで、農業現場での甚大な被害は報告されていないが、イネ科作物においても麦類やオーチャードグラス等でうどんこ病が重要病害となっていることから、今後の温暖化等の気候変動により、イタリアンライグラスにおいてもうどんこ病が重要病害となる可能性がある。

農業の利用が難しい牧草類においては、抵抗性品種の

利用が最も有効な防除方法となるが、我が国のイタリアンライグラス栽培での主力である2倍体の早生品種には、うどんこ病に抵抗性を有するものは見いだされていない。これらの品種は鳥取在来、宮崎在来、黒石在来など、国内の在来系統をその主な母材としているので、これら母材中のうどんこ病抵抗性遺伝子の頻度が低いと推察される。通常、新品種の育成には長期間を要することから、本病による被害が農業現場で顕在化する以前に抵抗性系統を中間母本として育成しておき、迅速に抵抗性品種が育成される態勢を整えておくことは重要である。

うどんこ病は、通常の圃場では発生が安定せず、罹病

性品種においてもほとんど発生が認められない場合もある。そこで、うどんこ病が発生しやすい条件である、日当たりと風通しが悪い隔離圃場および雨滴が植物体に当たらないガラス室において、抵抗性個体を繰り返し選抜する表現型循環選抜を3回行って、うどんこ病抵抗性系統「ER3」を育成した。なお、本系統は、平成19年度に「イタリアンライグラス中間母本農1号」の名称で品種登録出願が受理された（出願番号：第21404号）。

材料と方法

1. 「ER3」の育成

図1に、「ER3」の育成経過を示した。1998年10月10日に選抜基礎集団となる8品種・系統639個体を、畜産

草地研究所（那須塩原市）の日当たりと風通しが悪い隔離圃場に定植した。1999年、出穂期頃にうどんこ病の病徴が認められなかった28個体を隔離条件で交配して個体毎に採種した（「ER1」）。2002年3月22日に「ER1」28母系のうち、種子量が十分であった21母系457個体をガラス室に定植した。うどんこ病の病徴が認められず、草型が立ち型で草勢の良い19母系37個体を選抜し、隔離条件で交配して個体毎に採種した（「ER2」）。2003年3月18日に「ER2」37母系705個体をガラス室に定植し、うどんこ病の病徴が認められず、草型が立ち型で草勢の良い15母系30個体を選抜し、隔離条件で交配し個体毎に採種し、「ER3」とした。各個体からの等量混合種子を1世代増殖し、それによって「ER3」のうどんこ病抵抗性および農業形質を評価した。

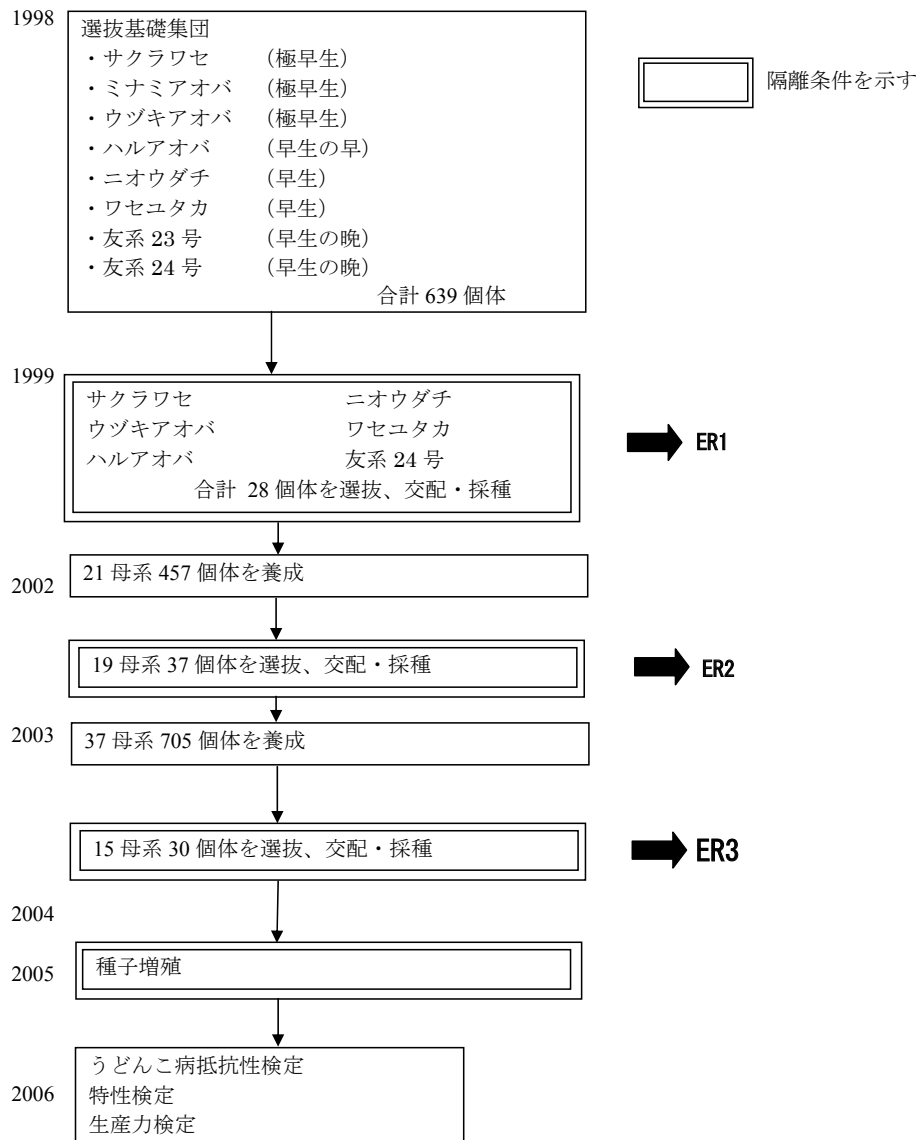


図1. イタリアンライグラスうどんこ病抵抗性系統「ER3」の育成経過

2. 「ER3」および単交雑後代のうどんこ病抵抗性

「ER3」のうどんこ病抵抗性を明らかにするために、試験Aでは、「ER1」、「ER2」、「ER3」、「ワセアオバ」、「ニオウダチ」、「ワセユタカ」および「はたあおば」を密個体植え（株間6cm）で、試験Bでは、「ER2」、「ER3」、「ニオウダチ」および「ワセユタカ」を条播で、それぞれ品種・系統間の罹病程度を比較した（表1）。また、試験Cでは「ER3」の任意の個体と早生品種の任意個体（いずれもうどんこ病罹病程度は未調査）との間で4組み合わせの単交雑を行い、後代の罹病程度を個体毎に調査した（表1）。

「ER2」、「ER3」の選抜時（2002年および2003年）および試験A～Cを通じ、うどんこ病罹病程度を評価するための試験は、無加温、自然日長のガラス室において地表灌水により栽培し行った。うどんこ病罹病程度の評価はいずれも、罹病個体で病徴が甚だしくなる5月の出穂期頃に植物体全体を観察し、病徴が確認されなかったものを無、植物体全体が甚だしく罹病しているものを甚とした。試験Cでは0：無～5：甚の6段階で、それ以外は1：無～9：甚の9段階で評点を付した。

外は1：無～9：甚の9段階で評点を付した。

3. 「ER3」の農業特性の調査

「ER3」の形態形質や農業特性を評価するため、「ニオウダチ」および「はたあおば」を比較品種として、圃場において個体植えによる特性調査（試験D）および生産力検定試験（試験E）を行った（表1）。試験Dにおける各特性の調査は、種苗特性分類調査（昭和52年）に従って実施した。

結 果

1. 「ER3」育成過程におけるうどんこ病抵抗性の向上

表2に、選抜基礎集団の隔離圃場における罹病程度と、「ER1」への選抜における選抜個体数および選抜率を示した。選抜基礎集団8品種・系統のそれぞれの罹病程度の平均は3.4～7.2であり、最も著しく罹病した個体の罹病程度は「ハルアオバ」で6であった他は9と甚だしい罹病であった。しかし、「ミナミアオバ」と「友

表1. うどんこ病抵抗性検定および特性調査試験の方法

試験名	播種または移植の時期 年 月 日	場所	栽植様式 (畦間×株間) cm	1区個体数	一区面積 m ²	反復数	備考
A	2004.3.11	ガラス室	密個体植 (70×6)	25	1.05	4	
B	2003.12.2	ガラス室	条播 (70)	-	1.05	4	
C	2006.4.11	ガラス室	密個体植 (70×10)	20	1.4	2	
D	2005.10.19	圃場	個体植 (80×40)	20	6.4	3	
E	2005.10.5	圃場	条播 (30)	-	6.0	4	生産力検定

表2. 選抜基礎集団のうどんこ病罹病程度と「ER1」への選抜

品種・系統	早晩性	個体数	罹病程度(1～9：甚)		無病微個体数 (選抜個体数)	選抜率 (%)
			平均	(レンジ)		
サクラワセ	極早生	29	5.6	(1-9)	2	6.9
ミナミアオバ	極早生	8	7.0	(6-9)	0	0
ウヅキアオバ	極早生	62	4.9	(1-9)	3	4.8
ハルアオバ	早生の早	80	3.4	(1-6)	4	5.0
ニオウダチ	早生	253	4.9	(1-9)	4	1.6
ワセユタカ	早生	162	3.4	(1-9)	14	8.6
友系23号	早生の晩	22	7.2	(4-9)	0	0
友系24号	早生の晩	23	6.2	(1-9)	1	4.3
合計又は平均		639	4.6		28	4.4

系23号)を除く6品種・系統からは無病徴個体が得られ、選抜基礎集団個体の4.4%にあたる28個体が病徴の認められない個体であり、これら28個体全てを選抜して「ER1」とした。表3に、「ER2」および「ER3」への選抜経過を示した。それぞれの世代の選抜時において、その選抜母集団となった「ER1」および「ER2」の無病徴個体の割合はそれぞれ59.3%および87.2%であった。「ニオウダチ」の罹病程度からみて、罹病性個体が十分に罹病する条件であったと考えられる。

2. 「ER3」および単交雑後代のうどんこ病抵抗性

「ER1」、「ER2」および「ER3」は、比較4品種より有

意に罹病程度が低く、これら3選抜世代間に罹病程度の有意差はなかった(試験A, 図2)。試験Bにおいても同様の結果であり(図3),「ER2」および「ER3」は「ニオウダチ」および「ワセユタカ」よりも罹病程度が有意に低かった。「ER2」と「ER3」との間には有意差がなかったが、わずかに「ER3」は「ER2」よりも罹病程度が低かった。

「ER3」個体と早生品種の個体との間の4組み合わせの単交雑後代のうどんこ病罹病程度を表4に示した(試験C)。罹病程度の頻度分布は組み合わせごとに0~5まで分布するもの、1以下の罹病程度の低い個体のみ出現したものなど異なったが、4組み合わせの合計では

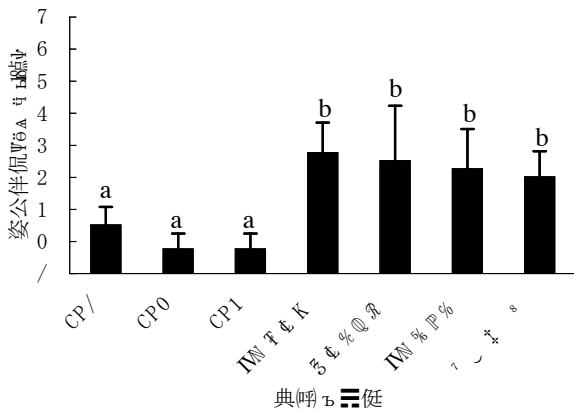


図2. 選抜各世代および早生品種のうどんこ病罹病程度(試験A)。誤差線は標準偏差。Ryan法により異なるアルファベット間に5%水準で有意差があることを示す。

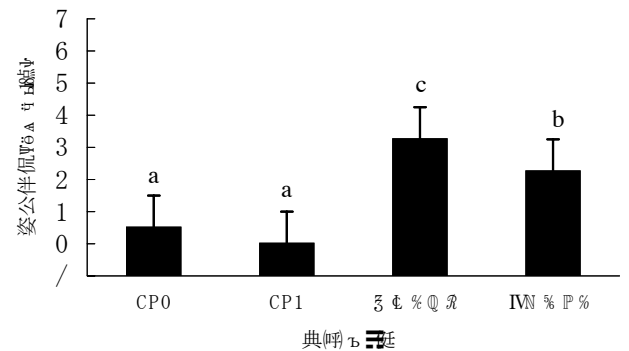


図3. 「ER2」、「ER3」、「ニオウダチ」および「ワセユタカ」の罹病程度(試験B)。誤差線は標準偏差。Ryan法により異なるアルファベット間に5%水準で有意差があることを示す。

表3. 「ER2」および「ER3」への選抜における選抜母集団の無病徴個体割合と選抜率

選抜母集団	選抜母集団の個体数	無病徴個体数	無病徴個体割合 (%)	選抜率 (%)	選抜母集団罹病程度	ニオウダチ罹病程度
ER1	457	271	59.3	8.1	1.8	4.3
ER2	705	615	87.2	4.3	1.5	3.7

選抜母集団および「ニオウダチ」の罹病程度は評点(1~9:甚)による。「ニオウダチ」の罹病程度は20個体平均。

表4. 「ER3」個体と早生品種個体間の単交雑後代のうどんこ病罹病程度

組み合わせ	罹病程度 (0~5:甚)						合計
	0	1	2	3	4	5	
ER3-1 × ND1	18	3	2	3	8	6	40
ER3-2 × ND2	23	16	0	0	0	0	39
ER3-3 × HA1	0	1	9	6	6	18	40
ER3-4 × WA1	28	4	3	2	3	0	40
合計	69	24	14	11	17	24	159
(%)	(43.4)	(15.1)	(8.8)	(6.9)	(10.7)	(15.1)	(100)

ER3-1~4は「ER3」の個体。ND1およびND2は、「ニオウダチ」の個体。HA1およびWA1はそれぞれ「はたあおば」および「ワセアオバ」の個体。

43.4%の個体が無病徴であった。

3. 「ER3」の一般特性および収量性

1) 出穂の早晩性および形態的特性

「ER3」の早晩性は、その出穂始日において「ニオウダチ」および「はたあおば」との差が試験DおよびEのいずれにおいても1日以内で”早生”に属する(表5, 表6)。また、草型、稈長および葉身長など、主要な形態形質や越冬前後の生長において、「ニオウダチ」および「はたあおば」と有意差がみられたものはなかった(表5)。

2) 収量性、草丈および倒伏程度

「ER3」の乾物収量は、1番草は「ニオウダチ」より

優れ、「はたあおば」より劣った。2番草は、「ニオウダチ」および「はたあおば」より優れ、合計では「ニオウダチ」より優れ、「はたあおば」より劣った(表6)。草丈は1番草は「ニオウダチ」および「はたあおば」と同等であり、2番草は「ニオウダチ」および「はたあおば」よりやや高かった(表6)。耐倒伏性は、「ニオウダチ」および「はたあおば」より劣った(表6)。

考 察

ライグラス類のうどんこ病については、イギリスなどでもいくつかの報告がある^{6, 8, 11)}。Carver, T. L. *et al.*⁶⁾は、イギリスではライグラス類のうどんこ病は穀類の作物のように被害が問題になっていないとし、その要因

表5. 個体植試験における諸特性(試験D)

形質	調査日 年 月 日	ER3	ニオウダチ	はたあおば	
出穂始日		5月6日	5月7日	5月6日	n. s.
草型 ¹⁾	2006. 4. 25	3.3	3.7	3.5	n. s.
穂数	2006. 6. 8	161	153	155	n. s.
茎の太さ ²⁾	2006. 5. 26	2.0	2.2	2.1	n. s.
稈長 ³⁾	2006. 5. 26	76.2	78.1	77.0	n. s.
穂長 ³⁾	2006. 5. 26	24.1	25.4	25.5	n. s.
小穂数	2006. 5. 26	20.6	20.7	20.6	n. s.
葉身長 ^{a)}	2006. 5. 17	23.9	24.6	23.1	n. s.
葉幅 ^{a)}	2006. 5. 17	9.8	9.9	9.9	n. s.
初期草丈 ³⁾	2005. 12. 15	19.6	19.2	18.9	n. s.
春期草丈 ³⁾	2006. 4. 19	35.7	34.6	32.1	n. s.

¹⁾1:直立~9:ほふく, ²⁾mm, ³⁾cm

^{a)}止葉の下第1葉

n. s. は有意差がないことを示す。

表6. 乾物収量、草丈および倒伏程度(試験E)

系統名		調査日 年 月 日	ER3	ニオウダチ	はたあおば	L. S. D. (5%)
出穂始日	1番草		5月1日	5月2日	5月1日	n. s.
乾物収量 ¹⁾	1番草	2006. 5. 8	104	57.4	110	n. s.
	2番草	2006. 6. 8	107	28.0	105	n. s.
	合計		105	85.4	108	n. s.
	草丈 (cm)	1番草	2006. 5. 8	105	105	105
	2番草	2006. 6. 8	93	88	91	n. s.
倒伏程度 (1:無~9:甚)	1番草	2006. 5. 8	3.5	1.0	1.0	1.9
	2番草	2006. 6. 8	3.0	1.0	1.0	0.8

¹⁾ニオウダチ比%, ニオウダチはkg/a.

の一つとして、葉の裏面のワックスが発芽胞子の発生を抑制している可能性を示唆した。国内では、1996年の宮崎県での発生が初めて報告されたものであり¹²⁾、その後、新潟県^{1, 2)}、栃木県など、国内各地で発生が観察されている。特に宮崎県での発生は罹病程度が甚しく、株全体の枯死も観察されている。しかし、今のところ国内の生産現場で大きな問題となっていない。筆者らは畜産草地研究所（那須塩原市）の圃場においてもその発生を観察しているが、その発生の程度は年次によって著しく変動する。一般にうどんこ病は高温かつ湿度が低い条件下で発生しやすいことが知られており⁵⁾、今後の温暖化等の気候変動でイタリアンライグラスにうどんこ病が発生しやすくなる可能性がある。従って、これが多発するような事態が生じた場合、その抵抗性を効率的に付与できる中間母本があれば迅速な育種の対応が可能になる。

佐々木（日本草地畜産種子協会、未発表）の調査によると、イタリアンライグラス 92 品種・系統の中に明瞭にうどんこ病抵抗性を示したものはなく、特に2倍体の極早生および早生のものは高度に罹病性であるものが多かった。「ER3」の選抜基礎集団も2倍体の極早生および早生の品種・系統からなり、甚だしく罹病した個体もみられたが、4.4%の抵抗性（無病徴）個体が認められたことから、これら罹病性の品種・系統の中にも低頻度ながら抵抗性遺伝子が含まれており、その頻度を「ER3」の選抜過程において高めることができたと考えられる。

「ER3」の選抜過程において、3世代の選抜のうち第1世代の選抜の効果が最も大きかったことから、少数の効果の大きい抵抗性遺伝子の関与が示唆される。また、世代による無病徴個体割合の推移から、抵抗性遺伝子の優性効果も高いと考えられた。本報告の試験Cで、「ER3」と既存品種と単交雑後代においては、組み合わせによっては抵抗性個体から罹病性個体まで分布するものや、抵抗性個体が出現しなかったものもあったが、交雑を行った4組み合わせ全体としてみれば43.4%もの抵抗性個体が出現した（表4）。これらのことは、「ER3」のうどんこ病抵抗性は遺伝性が高く、中間母本として交雑に用いることにより、効率よく罹病性系統の抵抗性を高めることができることを示している。

ライグラス類においては、Roderick, H. W. *et al.*¹¹⁾によってペレニアルライグラスで抵抗性の種内変異について報告されているが、抵抗性の選抜や選抜効果の検証はされていない。筆者ら³⁾は、「ER3」育成の材料とは異なるイタリアンライグラスの単交雑後代で、うどんこ病罹病程度が軽微であった個体と甚しく罹病した個体と

に明瞭に分離し、その分離比が1:1に適合した組み合わせを見いだしており、このことは効果の大きい抵抗性遺伝子の関与を示唆すると考えられる。オーチャードグラスにおいては、Nasinec, I.⁹⁾が選抜初期世代で高い抵抗性を持つ系統を得たが、以後4世代までの選抜では抵抗性の向上はほとんどなかったと報告している。我が国で育成されたオーチャードグラスうどんこ病抵抗性系統「ER571」も、幼苗接種および圃場検定を併用しているとはいえ、1世代のみの選抜で育成された高度抵抗性系統である（藤本ら⁶⁾）。これらのことから、オーチャードグラスにおけるうどんこ病抵抗性には、比較的効果の大きい遺伝子が関与していることが推察される。なお、オーチャードグラスうどんこ病菌は麦類等のイネ科植物に感染しないことが報告されている¹⁰⁾が、ライグラス類うどんこ病については、他のイネ科植物への病原性は明らかになっていない。

「ER3」は隔離圃場およびガラス室で、うどんこ病抵抗性を指標に選抜したが、「ER2」および「ER3」への選抜では、選抜母集団の半分以上の個体で罹病が認められなかったため、草勢による選抜を行った。このように育成した「ER3」の乾物収量は既存品種である「ニオウダチ」や「はたあおば」と比較して同程度の水準であった。しかし、耐倒伏性はこれらの品種より劣った。耐倒伏性は我が国のイタリアンライグラスの最も重要な育種目標の1つであり、指定試験地等の育種場所においても精力的に耐倒伏性を強化した品種が育成されてきた。「ER3」のうどんこ病抵抗性は遺伝性が高いことから、耐倒伏性品種・系統との交雑とその後代からの選抜により、耐倒伏性に優れたうどんこ病抵抗性のイタリアンライグラス品種が迅速に育成されることが考えられる。また、我が国のイタリアンライグラスの熟期別シェア（コモンを除く）は、夏作の飼料作物と組み合わせた二毛作で利用できる早生品種が70%を占めており、育種における最重要な熟期である。「ER3」は「ニオウダチ」や「はたあおば」と同じ早生で、この熟期のものとの交雑が容易であることも、今後の育種に利用するための重要な点であると考えられる。

冬作単年利用が主体のイタリアンライグラスにおいては、気候温暖化の進行によって病害発生が増大が懸念される。うどんこ病についても、冠さび病、いもち病とならんで育種の重要目標となる可能性があり、抵抗性の強化に「ER3」が利用できることを期待される。

引用文献

- 1) 荒井治喜・荒川 明・田瀬和浩・江柄勝雄・中島敏彦 (2000). 新潟県におけるイタリアンライグラスうどんこ病の発生, 北陸病虫研報, 48, 61p.
- 2) 荒井治喜・荒川 明・田瀬和浩・江柄勝雄・中島敏彦 (2000). イタリアンライグラスうどんこ病の新潟県における発生, 北陸病虫研報, 48, 45-48.
- 3) 荒川 明・杉田紳一・藤森雅博・菅原幸哉・御子柴義郎・大久保博人・内山和宏・小松敏憲 (2002). イタリアンライグラスうどんこ病抵抗性遺伝子の推定, 日草誌, 48 (別), 364-365.
- 4) 荒川 明・矢萩久嗣・内山和宏・水野和・杉田紳一 (2005). イタリアンライグラスにおけるうどんこ病抵抗性の選抜効果, 日草誌, 51 (別), 440-441.
- 5) 浅田泰次・井上忠男・後藤正夫・久能 均 (1991). 最新植物病理学概論, 第2次改訂版, 養賢堂, 東京, 156-157.
- 6) Carver, T. L. W., Thomas, B. J., Ingerson-Morris, S. M. and Roderick, H. W. (1990). The Role of the abaxial leaf surface waxes of *Lolium* spp. in resistance to *Erysiphe graminis*, *Plant Pathology*, 39, 573-583.
- 7) 藤本文弘・神戸三智雄・小田俊光・川端習太郎・樋口誠一郎・山口秀和・水野和彦・佐藤信之助・稲波 進 (1993). オーチャードグラスうどんこ病抵抗性中間母本「ER571」の育成, 草地試研報, 48, 27-36.
- 8) Hardison, J. R. (1944). Specialization of pathogenicity in *Erysiphe graminis* on wild and cultivated grasses, *Phytopathology*, 34, 1-20.
- 9) Nasinec, I. (1981). The efficiency of selection of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) for resistance to powdery mildew (*Erysiphe graminis* DC.) under greenhouse conditions, *Troubsko u Brna*, 7, 191-198.
- 10) 奥尚・山下修一・土居養二・西原夏樹 (1985). オーチャードグラスうどんこ病 (*Erysiphe graminis* DC.) の寄主範囲と分化型について, 日植病報, 51, 613-615.
- 11) Roderick, H. W., Clifford, B. C., Tyler, B. F., Chorlton, K. H. and Thomas, I. D. (1988). Differences in susceptibility of some perennial ryegrass populations to powdery mildew, *Tests of Agrochemicals and Cultivars 9*, (supplement to *Annals of Applied Biology* 112, Ed. by G. A. Wheatley), 80-81.
- 12) 月星隆雄・田中友子・島貫忠幸 (1998). イタリアンライグラスの新病害うどんこ病, 日植病報, 64, 437-438.

Breeding of 'ER3', a Powdery Mildew Resistant Line in Italian Ryegrass, and its Characteristics.

Akira ARAKAWA, Hisashi YAHAGI¹⁾, Shin-ichi SUGITA²⁾, Takako KIYOSHI³⁾,
Toshinori KOMATSU⁴⁾, Kazuhiro UCHIYAMA⁵⁾, Kazuhiko MIZUNO²⁾

Forage Crop Breeding Research Team

¹⁾ Ibaraki Prefectural Livestock Research Center

²⁾ Grassland Research Support Center

³⁾ Forage Crop Biotechnology Research Team

⁴⁾ National Agricultural Research Center for Hokkaido Region

⁵⁾ Livestock Research Team on Global Warming

Summary

'ER3', an Italian ryegrass line resistant to powdery mildew was developed from 8 diploid, very early and early maturing cultivars after 3 generations of recurrent phenotypic selection for powdery mildew resistance. Superior genotypes, expressing powdery mildew resistance, were selected after natural infection in the field and greenhouse, where plants were easily infected with powdery mildew.

Heading date of 'ER3' is as early as that of 'Nioudachi'. 'ER3' clearly has higher resistance to powdery mildew than the existing early maturing cultivars, though the material cultivars from which 'ER3' is derived are susceptible. Therefore, these very early or early maturing cultivars might have resistance gene (s). Resistant plants were frequently obtained from progenies of paircrosses between genotypes of 'ER3' and susceptible cultivars, so 'ER3' is considered to be effective for the use in breeding powdery mildew resistant cultivars. Dry mater productivity of 'ER3' placed between those of 'Hata-aoba' and superior to that of 'Nioudachi'. But because lodging resistance of 'ER3' was inferior to that of 'Nioudachi' and 'Hata-aoba', the trait will need to be incorporated from other lines when 'ER3' is used for breeding.

Keywords: early maturing, intermediate parent line, Italian ryegrass, powdery mildew, disease resistance