

さび病抵抗性を有する ‘ねぎ中間母本農 1 号’ の育成とその特性

若生 忠幸・山下 謙一郎・塚崎 光・小原 隆由
小島 昭夫*・野口 裕司

(平成 23 年 8 月 29 日受理)

Development of ‘Negi Chuukanbohon Nou 1’, a Bunching Onion (*Allium fistulosum* L.) Parental Line with Rust Resistance

Tadayuki Wako, Ken-ichiro Yamashita, Hikaru Tsukazaki,
Takayoshi Ohara, Akio Kojima and Yuji Noguchi

I 緒 言

近年、ネギの生産では安価な輸入品に対抗するため、コスト低減や高品質化が重要な課題となっている。また、消費者の信頼を得るための安全性確保や環境保全型農業への関心の高まりとともに、生産現場では化学合成農薬の使用量低減に向けた取り組みが求められている。その一方で、周年栽培や連作などにより、病害の多発が深刻化している。

ネギさび病は、糸状菌 *Puccinia allii* (de Candolle) Rudolphi によって発病し、ネギ葉身部の表面に楕円形ないし紡錘形のやや盛り上がった橙黄色の小斑点が多数形成され、ネギの商品価値を著しく低下させる重要な地上部病害である。秋季から梅雨季の長期にわたり発生するため、栽培期間中殺菌剤による防除が高頻度に行われており、延防除面積はネギの病害では最も大きく、3万3千haにのぼる(日本植物防疫協会, 2009)。殺菌剤散布の労力・コストの低減のため抵抗性品種の育成が望まれているが、ネギさび病に強度な抵抗性をもつ育種素材は明らかになっていない。著者らは、国内外のネギ遺伝資源 133 品種・系統についてさび病菌の接種による抵抗性素材の検索を行ったところ、本病に強い抵抗性を持つ

素材は認められなかったものの、発生した病斑数に品種・系統間差が存在することを確認した(若生ら, 1999)。さらに、発病程度が比較的lowだった複数の品種を基本集団として、抵抗性に関する遺伝子頻度を高める循環選抜を試みたところ、そのサイクルを進めるにしたがって、抵抗性を向上させることが可能であることを明らかにした(Yamashitaら, 2005)。そこで、循環選抜後のさび病抵抗性改良集団から抵抗性および一般形質を固定することにより、既存品種よりも強い抵抗性を示す‘ねぎ中間母本農 1 号’を育成したので、その経過と特性を報告する。

‘ねぎ中間母本農 1 号’の育成に際し、特性検定試験の実施にあたっては、青森県産業技術センター野菜研究所および千葉県農林総合研究センター育種研究所の担当者各位に多大な御協力を頂いた。また、野菜茶業研究所研究支援センター業務第 1 科の方々には選抜系統の栽培管理等に多大な業務支援を頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

II 育成経過

‘ねぎ中間母本農 1 号’の育成経過を図-1に示す。ネギ遺伝資源 133 品種・系統の中から、さび病接種検定

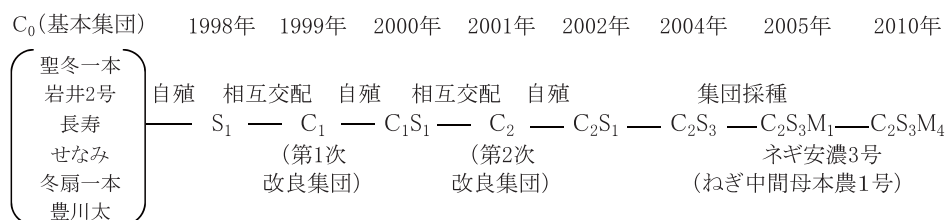


図-1 ‘ねぎ中間母本農1号’の育成系統図

Sは自殖, Cは相互交配, Mは集団交配後の世代を示す

において発病程度が比較的低かった‘聖冬一本’, ‘岩井2号’, ‘長寿’, ‘せなみ’, ‘冬扇一本’および‘豊川太’の6品種を基本集団(C₀)として選定し, 1998年にこれらの自殖次代を得た。その後, 接種検定による自殖系統の選抜とそれらの相互交配・母株別採種による母系系統集団の育成および母系選抜を1サイクルとする選抜を2サイクル行い, さび病抵抗性改良集団(C₂)を育成した。C₂の選抜個体から自殖系統選抜を3回繰り返し, 抵抗性および主要形質を固定させた系統を育成した。その後, 集団交配により採種し, ネギ安濃3号の系統名を付して特性検定試験(2008~2010年度)を実施した結果, 本系統は既存品種に比べて強度のさび病抵抗性を示し, また, その抵抗性は後代に遺伝することが確認された。そこで, 2011年3月31日に‘ねぎ中間母本農1号’として品種登録出願し(出願番号第25781号), 6月28日に出願公表された。

Ⅲ 特 性

1 育成地における試験成績

a さび病抵抗性

さび病抵抗性検定は, Yamashitaら(2005)の方法に従い, ビニルハウス内に定植後5~6か月栽培したネギにさび病菌夏孢子懸濁液(5×10^8 個孢子/ml)を噴霧接種し, 接種約1~4か月後に発病程度を調査した。表-1に各年次の抵抗性検定における播種, 定植, 接種および調査時期を示した。抵抗性程度は, 調査日における病斑発生程度に基づいて設定した発病評点, もしくは調査日ごとの発病評点の累積値として算出した発病度(area under the disease progress curve: AUDPC)に基づいて判定した。2010年度は, 植物体の発育段階が抵抗性に及ぼす影響を調べるため, 播種時期を約1か月ずつずらして生育が3段階に異なる植物を用いて, 同時に抵抗性を検定した。試験規模は, 供試品種・系統あたり10個体を5反復栽植し, 栽植密度は畝間70cm, 株間4

cmとした。施肥量は, $N:P_2O_5:K_2O=15:17.5:15$ kg/10aとした。標準品種として, 秋冬どり作型に適応する代表的な根深ネギ品種‘吉蔵’を用い, 対照品種としては, さび病に中程度の抵抗性を有する‘長寿’およびさび病に罹病性の‘東国’を用いた。さらに, 2009年度からは‘長寿’よりやや強度の抵抗性を有する‘夏扇3号’を対照品種に加えた。接種源には, 2008年度は新潟県で採取したさび病菌を野菜茶研で経年増殖した夏胞子を用い, 2009年度および2010年度は, 青森県で採取した菌を野菜茶研で増殖した夏胞子を用いた。

2008年度の検定では, 接種後1~2か月は全体的に発病が緩慢であった。試験区により発病程度に差がみられたものの, 7月3日の調査日には標準・対照品種の80%以上が発病したのに対し, ‘ねぎ中間母本農1号’の発病株率は56%にとどまった(表-2)。罹病性の‘東国’では激しい病徴が見られ, 発病評点は3.8に達し, 中程度抵抗性の‘長寿’では発病評点2.2であったのに対し, ‘ねぎ中間母本農1号’では0.6と低い数値にとどまった。本結果より, ‘ねぎ中間母本農1号’は標準・対照品種に対して明らかに強い抵抗性を示した。

2009年度は, より高い発病条件での抵抗性の比較を行うため, 発病評点の定義を表-3脚注の通り変更した。4月17日には全供試品種で発病株率が100%となったが, ‘ねぎ中間母本農1号’の平均発病評点は1.6と標準品種(3.9)および中程度抵抗性の対照品種(3.3)と比べ低い値であった(表-3)。以上の結果, ‘ねぎ中間母本農1号’は青森県で採取された菌に対しても明らかに強い抵抗性を示した。

2010年度第1回播種の試験では, 接種約3週間後の3月1日に‘吉蔵’, ‘長寿’, ‘東国’に発病がみられ(データ略), 3月10日にはすべての供試品種・系統に病徴が認められた(表-4)。「ねぎ中間母本農1号」では病徴の進展が遅く, 4月7日および22日の調査では, 標準・対照品種は発病評点4以上と高い発病程度を示したのに対し, ‘ねぎ中間母本農1号’の発病評点は

2.4~2.6 と比較的軽微のまま経過した。発病度 (AUDPC) については 66 と対照品種 ‘夏扇3号’ (142) の半分以下の数値であった。

本試験では、播種時期の異なる植物を用いて同一調査日に発病程度を比較したところ、いずれの播種期においても、‘ねぎ中間母本農1号’は標準・対照品種と比べ明らかに発病度が低く、異なる発育段階でも安定した抵抗性を発揮した。

表-1 育成地における‘ねぎ中間母本農1号’のさび病抵抗性検定実施時期

年度	播種日	定植日	接種日	調査日	接種源採取地
2008	2007年8月24日	10月10日	2008年3月4日	7月3日	新潟
2009	2008年7月15日	9月3日	2009年3月6日	4月17日	青森
2010	2009年7月1日	8月28日	2010年2月8日	3月10日~4月22日	青森
2010	2009年7月31日	9月16日	2010年2月8日	3月10日~4月22日	青森
2010	2009年8月31日	10月22日	2010年2月8日	3月10日~4月22日	青森

表-2 ‘ねぎ中間母本農1号’のさび病抵抗性検定結果 (2008年度)

系統・品種	発病評点 ^z	発病株率 (%)
ねぎ中間母本農1号	0.6 a	56 a
吉蔵	2.6 bc	80 b
長寿	2.2 bc	92 b
東国	3.8 c	100 b

^z発病評点: 0 無病徴

- 1 1葉あたり病斑1~3個
- 2 1葉あたり病斑4~10個
- 3 1葉あたり病斑11~30個
- 4 1葉あたり病斑31個以上

異なるアルファベット間にはTukeyの多重比較検定により5%水準で有意差あり

表-3 ‘ねぎ中間母本農1号’のさび病抵抗性検定結果 (2009年度)

系統・品種	発病評点 ^z	発病株率 (%)
ねぎ中間母本農1号	1.6 a	100
吉蔵	3.9 b	100
夏扇3号	3.3 b	100
長寿	3.3 b	100
東国	4.4 b	100

^z発病評点: 0 無病徴

- 1 1葉あたり病斑1~5個
- 2 1葉あたり病斑6~20個
- 3 1葉あたり病斑21個~葉の半分程度を覆う状態
- 4 病斑が葉の半分程度~全体を覆う状態
- 5 葉全体が病斑に覆われ、大量に胞子を放出

異なるアルファベット間にはTukeyの多重比較検定により5%水準で有意差あり

表-4 ‘ねぎ中間母本農1号’のさび病抵抗性検定結果 (2010年度)

系統・品種	草丈 ^z (cm)	葉鞘径 ^z (mm)	調査日および発病評点 ^y				発病度 (AUDPC) ^x
			3月10日	3月24日	4月7日	4月22日	
第1回播種 (2009年7月1日)							
ねぎ中間母本農1号	73.5	16.7	0.4 a	0.7 a	2.4 a	2.6 a	66 a
吉蔵	83.4	20.5	1.7 b	3.2 b	4.7 b	5.0 b	163 c
夏扇3号	78.6	19.1	1.6 b	2.6 b	4.1 b	4.6 b	142 b
長寿	86.1	21.4	2.0 b	3.3 b	4.7 b	5.0 b	166 c
東国	85.2	18.9	1.8 b	3.3 b	4.6 b	5.0 b	162 c
第2回播種 (2009年7月31日)							
ねぎ中間母本農1号	67.1	11.2	0.3 a	0.6 a	2.2 a	2.1 a	58 a
吉蔵	74.5	15.6	1.1 b	2.2 b	4.0 b	4.5 b	131 bc
夏扇3号	73.3	14.6	1.3 b	2.1 b	3.7 b	4.3 b	125 b
長寿	81.4	14.3	1.4 b	2.7 b	4.2 b	4.7 b	144 bc
東国	83.3	15.6	1.7 b	3.0 b	4.3 b	4.6 b	151 c
第3回播種 (2009年8月31日)							
ねぎ中間母本農1号	38.2	5.8	0.0 a	0.4 a	1.0 a	1.3 a	30 a
吉蔵	49.8	7.5	0.9 b	2.1 bc	3.8 c	4.0 bc	121 c
夏扇3号	46.2	7.1	0.5 b	1.3 b	3.1 b	3.4 b	93 b
長寿	54.2	7.9	0.7 b	1.9 bc	3.6 bc	4.3 c	115 c
東国	54.4	7.4	0.8 b	2.2 c	4.0 c	4.1 c	125 c

^z2010年2月5日調査

^y発病評点: 表-3脚注参照

^x発病度 (AUDPC) = $\sum \{(t_{i+1} - t_i) \times (DS_{i+1} + DS_i) / 2\}$

($t_{i+1} - t_i$): i回目の調査とi+1回目の調査の間の日数

DS_{i+1}: i+1回目の調査における平均発病評点

DS_i: i回目の調査における平均発病評点

異なるアルファベット間にはTukeyの多重比較検定により5%水準で有意差あり

b さび病抵抗性の遺伝解析

‘ねぎ中間母本農1号’とさび病に罹病性の短葉性ネギ育成系統、短葉 26-4 s-2 s-2 s との交雑による F₂ 分離集団を自殖して得た F₃ 100 系統を供試した。2008年7月5日に播種、9月3日に抵抗性検定用ハウスに各系統10個体ずつ5反復となるように定植した。2009年3月6日に夏孢子懸濁液を接種し、4月17日に発病評点

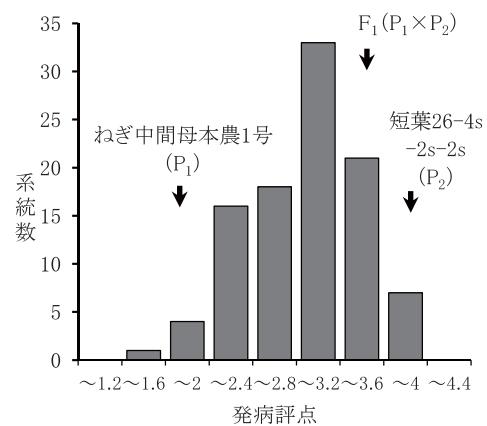


図-2 ‘ねぎ中間母本農1号’と短葉 26-4 s-2 s-2 s との交雑 F₃ 系統群におけるさび病の発病評点の分布

発病評点: 0 無病徴

- 1 1葉あたり病斑1~5個
- 2 1葉あたり病斑6~20個
- 3 1葉あたり病斑21個~葉の半分程度を覆う状態
- 4 病斑が葉の半分程度~全体を覆う状態
- 5 葉全体が病斑に覆われ、大量に胞子を放出

を調査した。

‘ねぎ中間母本農1号’と短葉26s-4s-2s-2sとの交雑F₁の発病評点は罹病性親にやや近い値を示し、交雑F₃系統群の発病評点は、抵抗性親に近いものから罹病性親に近いものまで連続的な分布を示した(図-2)。このことから、‘ねぎ中間母本農1号’のさび病抵抗性は複数の遺伝子に支配され、部分優性に発現すると考えられ、後代における抵抗性の発現には、交雑親の抵抗性程度も関与することが示唆された。

c 一般特性

‘ねぎ中間母本農1号’を2006年4月5日にセルトレイに1穴あたり2粒播種し、6月1日に畝間100cm、株間2.5cmで各系統50個体2反復になるように露地圃場に定植した。施肥量は、N:P₂O₅:K₂O=16:20.3:16kg/10aとした。農業生物資源研究所ジーンバンクの植物特性調査マニュアル(農業生物資源研究所, 1997)に準拠して生育中の特性を調査するとともに、11月22日に収穫し、収穫物の諸特性を調査した。標準品種は‘吉蔵’、対照品種として‘夏扇3号’を用いた。

‘ねぎ中間母本農1号’の栽培中の生育特性は、草姿、葉色およびろう質については‘吉蔵’と同程度であった(表-5, 図-3)。収穫物特性については、襟部の縮まりや収穫物の揃いは‘吉蔵’と同程度であったが、草勢は劣り、収穫物の葉鞘長、葉鞘径、地上部生重については、‘吉蔵’および‘夏扇3号’より小さかった(表-6, 図-4)。分け



図-3 ‘ねぎ中間母本農1号’の栽培中の草姿
(2010年11月18日撮影)



図-4 ‘ねぎ中間母本農1号’の収穫物
バーは20cm
(2011年1月13日撮影)

表-5 ‘ねぎ中間母本農1号’の春まき栽培における生育特性

系統・品種名	草姿 ^z	葉色 ^y	葉折れ ^x 程度	ろう質 ^w
ねぎ中間母本農1号	7	7	3	5
吉蔵	7	7	5	5
夏扇3号	8	7	3	5

^z草姿:1(開張性)~9(立性), ^y葉色:1(淡)~9(濃)

^x葉折れ程度:1(少)~9(多), ^wろう質:1(少)~9(多)

表-6 ‘ねぎ中間母本農1号’の春まき秋どり栽培における収穫物特性

系統・品種名	襟部の ^z 縮まり	収穫物の ^y 揃い	最大葉身長 ^y (cm)	葉身折径 ^y (mm)	葉鞘長 ^y (cm)	葉鞘径 ^y (mm)	地上部生重 ^y (g)	分けつ発生率 ^y (%)	欠株率 ^y (%)	葉身の ^x 硬さ	葉鞘の ^x 硬さ
ねぎ中間母本農1号	5	5	50.2	30.8	29.0	18.5	127.2	0.0	2.6	7	8
吉蔵	5	5	51.7	33.5	36.0	21.4	205.9	2.8	5.3	7	8
夏扇3号	7	7	49.8	34.3	34.3	20.0	194.5	0.0	0.0	9	9

^z襟部の縮まり:1(劣)~9(優), ^y収穫物の揃い:1(劣)~9(優), ^x葉身・葉鞘の硬さ:1(軟)~9(硬)

表-7 特性検定場所における試験設計

検定場所	年度	播種日	定植日	調査日	試験規模	採植密度		施肥量(kg/10a)		
						畝間 (cm)	株間 (cm)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
青森県産業技術センター野菜研究所	2008	5月7日	7月8日	9月4日	40株 3反復	100	2.5	20.0	20.0	20.0
	2009	3月23日	5月19日	7月14日～9月2日	40株 3反復	100	2.5	20.0	20.0	20.0
	2010	3月23日	6月2日	7月15日～11月5日	40株 3反復	100	2.5	20.0	18.0	20.0
千葉県農林総合研究センター育種研究所	2008	6月25日	8月25日	3月28日	30株 3反復	100	2.5	13.5	22.5	13.5
	2009	6月19日	8月27日	3月31日	30株 3反復	90	2.0	13.5	22.5	13.5

つの発生はなく、葉身及び葉鞘部は比較的硬かった。

以上の結果、‘ねぎ中間母本農1号’は、既存の根深ネギ品種に比べ収量性は劣るものの、根深ネギとして必要な形質は概ね備わっており、さび病抵抗性の育種素材として有望とみなされた。

2 特性検定試験場所における試験成績

青森県産業技術センター野菜研究所および千葉県農林総合研究センター育種研究所で実施した特性検定試験の設計概要を表-7に示す。標準品種として‘吉蔵’、対照品種としてさび病に中程度～やや強い抵抗性を示す‘夏扇3号’、中程度抵抗性を示す‘長寿’および罹病性の‘東国’を用いた。いずれの検定地でも自然発病によるさび病の発生程度に基づき抵抗性を調査した。

2008年度における青森県の検定では、‘ねぎ中間母本農1号’は‘夏扇3号’および‘長寿’とくらべて有意に発病評点が高く、罹病性の‘東国’と同程度の発病程度を示し、抵抗性は認められなかった(表-8)。

なお、本検定地では夏季にさび病に罹病したニンニクからの伝搬により菌密度が高く、発生程度が大きくなりやすいため、本試験で設定された発病評点では抵抗性を比較しにくいと考えられた。このことから、2009年度からは発病評点を野菜茶研と同様の基準に見直した(表-9脚注)。

2009年度の検定では、7月上旬から発病が認められ、対照品種‘夏扇3号’では8月10日に発病評点が最も高くなった(表-9)。一方、‘ねぎ中間母本農1号’の発病評点は、標準・対照品種と比べ極めて低く推移した。

2010年度は平年より夏季が高温であったため、いずれの品種においても9月まで病徴の進展は緩慢であったが、その後やや進展した。11月5日までの発病度(AUDPC)は、‘ねぎ中間母本農1号’では極めて低い値を示し、他の品種とくらべて明らかな抵抗性を示した(表-10)。

表-8 青森県における‘ねぎ中間母本農1号’のさび病抵抗性検定結果(2008年度)

系統・品種	発病評点 ^z	発病株率(%)
ねぎ中間母本農1号	2.8 c	100 b
吉蔵	2.2 c	97 b
夏扇3号	0.4 a	37 a
長寿	1.5 b	80 b
東国	2.9 c	100 b

^z発病評点: 0 無病徴

- 1葉あたり病斑1～3個
- 2葉あたり病斑4～10個
- 3葉あたり病斑11～30個
- 4葉あたり病斑31個以上

異なるアルファベット間にはTukeyの多重比較検定により5%水準で有意差あり

表-9 青森県における‘ねぎ中間母本農1号’のさび病抵抗性検定結果(2009年度)

系統・品種	調査日および発病評点 ^y				発病度 ^y (AUDPC)
	7月14日	7月28日	8月10日	9月2日	
ねぎ中間母本農1号	0.4 a	0.3 a	0.5 a	0.1 a	17 a
吉蔵	1.6 c	1.6 b	2.6 b	1.0 b	92 b
夏扇3号	1.0 b	1.2 b	2.5 b	0.2 a	70 b
長寿	1.5 c	2.7 c	4.0 c	1.8 c	139 c
東国	1.6 c	3.1 c	4.6 c	1.5 c	154 c

^y発病評点: 0 無病徴

- 1葉あたり病斑1～5個
- 2葉あたり病斑6～20個
- 3葉あたり病斑21個～葉の半分程度を覆う状態
- 病斑が葉の半分程度～全体を覆う状態
- 葉全体が病斑に覆われ、大量に胞子を放出

^y発病度(AUDPC) = $\sum \{(t_{i+1} - t_i) \times (DS_{i+1} + DS_i) / 2\}$
 $(t_{i+1} - t_i)$: i回目の調査とi+1回目の調査の間の日数
 DS_{i+1} : i+1回目の調査における平均発病評点
 DS_i : i回目の調査における平均発病評点

異なるアルファベット間にはTukeyの多重比較検定により5%水準で有意差あり

表-10 青森県における‘ねぎ中間母本農1号’のさび病抵抗性検定結果(2010年度)

系統・品種	調査日および発病評点 ²⁾							発病度 ³⁾ (AUDPC)
	7月15日	8月3日	8月23日	9月13日	10月1日	10月19日	11月5日	
ねぎ中間母本農1号	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 a	0.2 a	1 a
吉蔵	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3 a	0.9 b	18 a
夏扇3号	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3 a	0.9 b	16 a
長寿	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1 a	1.3 b	19 a
東国	0.3	0.5	0.1	0.0	0.1	2.0 b	3.1 c	77 b

²⁾発病評点の基準, 発病度(AUDPC)の算出方法については表-9と同様

異なるアルファベット間にはTukeyの多重比較検定により5%水準で有意差あり

表-11 千葉県における‘ねぎ中間母本農1号’のさび病抵抗性検定結果

年度	系統・品種	発病評点 ²⁾	発病株率 (%)
2008	ねぎ中間母本農1号	0.0	0
	吉蔵	0.0	0
	長寿	0.1	3
	東国	0.2	10
2009	ねぎ中間母本農1号	0.0	0
	吉蔵	0.1	7
	長寿	0.2	16
	東国	0.6	33

²⁾発病評点: 0 無病徴

- 1 1葉あたり病斑1~3個
- 2 1葉あたり病斑4~10個
- 3 1葉あたり病斑11~30個
- 4 1葉あたり病斑31個以上

千葉県の検定では, 2008, 2009年度ともにさび病の発生が少なく, 標準・対照品種でも発病評点, 発病株率ともに総じて低かったが, ‘ねぎ中間母本農1号’にはさび病の病徴は全く現れなかった(表-11).

以上の結果, いずれの検定地においても‘ねぎ中間母本農1号’は, 複数年次の試験で既存品種に比べてさび病の発生が少なく, 強度の抵抗性を有すると判定された.

IV 考 察

ネギさび病の発生生態については, 発病と温度, 湿度, 土壌肥料条件等との関係について明らかにされている(竹内, 1986), 品種抵抗性に関して十分な知見は得られていない. 筆者らは, 133品種・系統のネギ遺伝資源を供試し, ビニルハウス栽培による接種検定を実施した結果, 感染初期の発病程度に品種間差を認めたが, その後の症状の進行とともに, 発病程度の差は判別できなくなったことから, 強度の抵抗性素材は存在しないと判断した

(若生ら, 1999). さび病はネギの重要病害であるが, 有効な抵抗性素材が見出されていないことから, これまで抵抗性育種はほとんど行われていなかった. また, さび病菌は絶対寄生菌のため, 年次変動の大きい(竹内, 1986)自然発病に基づく検定が行われることが多く, これまでの育種操作においては, 選抜の効果は十分得られていなかったと考えられる. そこで本研究では, さび病菌の接種検定による抵抗性評価と循環選抜法によりネギ種内のさび病抵抗性に関わる遺伝子頻度を高めた集団を育成し, 既存品種より抵抗性の強い中間母本の育成を試みた. 循環選抜は, 集団内の無作為交配と人為選抜を繰り返す行い, 組換えを促進することにより, 集団内の有用遺伝子の頻度を向上させるのに有効であり, トウモロコシなどの主に他殖性作物において遺伝率の低い量的形質の改良に用いられる(Allard, 1960). 野菜の育種では一般的ではないが, キュウリの収量増加(Wehnerら, 1996)やトウガラシの半身萎ちょう病抵抗性向上(Palloxら, 1990)に本育種法が効果的であったとの報告がある. 本研究では2サイクルの循環選抜を行った結果, 選抜世代を経るごとに発病度(AUDPC)の値が減少し, C₂S₂世代のAUDPCは基本集団(C₀)の38%と有意に低い値となった(Yamashitaら, 2005). 本結果により, 循環選抜法がネギさび病抵抗性の改良に有効であり, たとえネギ種内に強い抵抗性素材が存在しなくても, 抵抗性系統の育成が可能であることが実証された. 循環選抜の手法に関して本研究では, トウモロコシの収量向上に大きな効果を実証されているS₁系統選抜法(Weyhrichら, 1998)を用いた. これは, 素材集団の選抜個体から自殖次代を得, それらの特性を系統単位で選抜し, その後放任受粉して遺伝的組換えを促す方法で, 選抜効果が高く, 遺伝率の低い形質にも適する(鶴飼,

2003). 一般的に、循環選抜の初期世代では選抜効果は低いとされているが (Kanbe ら, 1997), ネギさび病抵抗性の選抜では比較的早い世代から大きな抵抗性の向上が認められた。循環選抜により育成した改良集団 C_1 および C_2 の抵抗性を比較したところ、両集団間での遺伝率は 0.81 と高く (若生ら, 2005), このことが高い選抜効果を得た原因と考えられる。

‘ねぎ中間母本農1号’は、さび病による病斑の発生が既存の品種にくらべて明らかに少なく、強い抵抗性を有すると判断される。また、植物体の発育段階が変わってもその抵抗性は安定して発揮されることが確認された。接種検定では、青森県および新潟県で採取された菌に対して抵抗性を示し、青森県および千葉県における自然発病による特性検定ではいずれも複数年次でも抵抗性が認められた。2008年度の青森県における特性検定では、‘ねぎ中間母本農1号’は抵抗性を示さなかった (表-8) が、その罹病植物から採取したさび病菌を用いて接種検定を行ったところ、‘ねぎ中間母本農1号’は抵抗性を示した (表-3)。また、本試験では定植後間もない幼齢期から発病が始まったとみられるが、‘ねぎ中間母本農1号’の発育段階による抵抗性の変動は認められていないことから、本試験における‘ねぎ中間母本農1号’の罹病の原因は不明である。

ネギさび病菌のレース分化は明らかになっていないが、接種検定および特性検定の結果より、本品種は国内に広く分布するネギさび病菌に対して効果を発揮すると思われる。遺伝解析の結果、本品種の抵抗性は量的に発現し、部分優性を示すことから、真性抵抗性ではなく、ポリジーンに支配される圃場抵抗性であると考えられる。近年、千葉県農業総合研究センターにおいて育成された坊主不知ネギ品種‘足長美人’は、自然発病下では従来の坊主不知品種とくらべさび病の発生が少ないことが報告されている (桑田ら, 2006)。¹ ‘足長美人’も圃場抵抗性を持つと考えられるが、‘ねぎ中間母本農1号’との抵抗性程度の違いについては不明であり、今後検討する必要がある。

‘ねぎ中間母本農1号’は、根深ネギの主力となっている千住群品種の形態的特性を示し、立性で襟じまりが良く、分けつはほとんど発生しない。一般形質の揃いについては市販の自然受粉 (OP) 品種と同程度と考えられる。ただし、本品種は循環選抜の過程で自殖を2回、その後形質固定のための自殖を3回経ており、自殖弱勢の影響から生育がやや遅く、市販品種より収量性は低い。しかし、本系統を片親とした F_1 組合せでは、市販品種

と同程度の生育量が確認されている (未公表データ)。このことから、今後本品種を育種素材として優良 F_1 親系統を育成することにより、実用性の高いさび病抵抗性品種を育成することが可能となる。なお、‘ねぎ中間母本農1号’の抵抗性は部分優性に遺伝すると推定されるため、さび病抵抗性 F_1 品種を育成する場合には、両親に抵抗性を持たせることが望ましい。

循環選抜法によって育成した‘ねぎ中間母本農1号’を素材として、本研究で行った接種検定に基づく選抜により、今後より効率的にさび病抵抗性育種が行われることを期待する。

V 摘 要

- 1) ‘ねぎ中間母本農1号’は、ネギ 133 品種・系統の中から選定した、発病程度の比較的低い‘聖冬一本’、‘岩井2号’、‘長寿’、‘せなみ’、‘冬扇一本’および‘豊川太’の6品種を基本集団として、循環選抜を2サイクル行った後、自殖系統選抜を3回繰り返して抵抗性および主要形質を固定させた品種である。
- 2) ‘ねぎ中間母本農1号’は、循環選抜の基本集団の一つとした‘長寿’や比較強い抵抗性を持つ市販品種‘夏扇3号’が激しく発病する条件下でも、さび病の病斑数が少なく、病徴の拡大も遅いことから、既存のネギ品種に比べて明らかに強い抵抗性を示す。
- 3) ‘ねぎ中間母本農1号’の抵抗性は、植物の発育段階が異なっても、安定して発現する。
- 4) ‘ねぎ中間母本農1号’と罹病性短葉系統の 26-4s-2s-2s との交雑 F_1 は、‘ねぎ中間母本農1号’より抵抗性が弱く、 F_2 の自殖により得た F_3 系統群では幅広い抵抗性の変異が認められることから、さび病抵抗性は複数の遺伝子に支配されており、部分優性に遺伝すると推定される。
- 5) ‘ねぎ中間母本農1号’は、生育がやや遅く、市販品種より収量性は低いものの、千住群品種の形態的特性を示し、立性で襟じまりが良く、分けつはほとんど発生しないため、さび病抵抗性品種を育成するための育種素材として有効である。

引用文献

- 1) Allard, R. W. (1960) : Recurrent selection. Principle of plant breeding, 282-302. John Wiley & Sons, Inc., New York and London.

- 2) Kanbe, M., F. Fujimoto, Y. Mizukami, S. Inami and K. Fukaya (1997): Increase of resistance of alfalfa to *Sclerotinia* crown and stem rot through recurrent selection. *Breed. Sci.*, **47**, 347-351.
- 3) 桑田主税・町田剛史・湯橋勤・本居聡子 (2006): 坊主不知ネギ新品種「足長美人」の育成とその特性. 千葉農総研研報, **5**, 33-40.
- 4) 日本植物防疫協会編集 (2009): 農薬要覧-2009-, 621. 日本植物防疫協会, 東京.
- 5) 農業生物資源研究所 (1997): 植物特性評価マニュアル, 野菜類, ねぎ, http://www.gene.affrc.go.jp/manuals-plant_characterization.php
- 6) Palloix, A., E. Pochard, T. Phaly and A. M. Daubeze (1990): Recurrent selection for resistance to *Verticillium dahliae* in pepper. *Euphytica*, **47**, 79-89.
- 7) 竹内妙子 (1986): ネギさび病の発生生態と防除. 植物防疫, **40**, 583-586.
- 8) 鶴飼保雄 (2003): S₁ 系統選抜法, 植物育種学 交雑から遺伝子組換えまで, 185-186, 東京大学出版会, 東京.
- 9) 若生忠幸・小原隆由・小島昭夫 (1999): ネギさび病抵抗性の成植物および幼苗における品種間差. 園学雑, **68** (別1), 80.
- 10) 若生忠幸・山下謙一郎・塚崎光・小原隆由・小島昭夫 (2005): 循環選抜によるネギさび病抵抗性の選抜効果. 園学雑, **74** (別2), 455.
- 11) Wehner, T. C. and C. S. Cramer (1996): Ten cycles of recurrent selection for fruit yield, earliness, and quality in three slicing cucumber populations. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **121**, 362-366.
- 12) Weyhrich, R. A., K. R. Lamkey and A. R. Hallauer (1998): Responses to seven methods of recurrent selection in the BS 11 maize population. *Crop Sci.*, **38**, 308-321.
- 13) Yamashita, K., T. Wako, T. Ohara, H. Tsukazaki, A. Kojima (2005): Improvement of rust resistance in bunching onion (*Allium fistulosum* L.) by recurrent selection. *J. Japan Soc. Hort. Sci.*, **74**, 444-450.

Development of ‘Negi Chuukanbohon Nou 1’, a Bunching Onion (*Allium fistulosum* L.) Parental Line with Rust Resistance

Tadayuki Wako, Ken-ichiro Yamashita, Hikaru Tsukazaki,
Takayoshi Ohara, Akio Kojima and Yuji Noguchi

Summary

A bunching onion parental line, ‘Negi Chuukanbohon Nou 1’, which has the highest rust resistance so far found in this crop, was developed by using a recurrent selection program. After rust inoculation of 133 bunching onion accessions, six slightly resistant cultivars, ‘Seitou Ippon’, ‘Iwai 2’, ‘Chouju’, ‘Senami’, ‘Fuyuougi Ippon’ and ‘Toyokawa Futo’, were selected as the foundation population (C₀) for recurrent selection. A rust inoculation test was conducted in every generation during the recurrent selection and in the subsequent selfed-line selection. ‘Negi Chuukanbohon Nou 1’ was selected from the self-pollinated progeny (S₃) of a second-cycle improved population (C₂). The symptom severity rated according to Yamashita et al. (2005) was less in ‘Negi Chuukanbohon Nou 1’ than in ‘Chouju’ and ‘Natsuougi 3’, which were rated as moderately resistant to rust, indicating that the spread of disease was very slow in ‘Negi Chuukanbohon Nou 1’. Rust resistance in this cultivar was expressed stably at different growth stages. Rust inoculation of the progeny of a cross between ‘Negi Chuukanbohon Nou 1’ and a susceptible line suggested that the resistance is controlled by several genes with partial dominance. Although less vigorous and lower in yield than commercial cultivars, ‘Negi Chuukanbohon Nou 1’ will be useful for developing rust-resistant cultivars of the “nebuka negi” type.

Accepted: August 29, 2011

Vegetable Breeding and Genome Division
360 Kusawa, Ano, Tsu, Mie, 514-2392, Japan