

サツマイモ「べにはるか」の形状の優れるウイルスフリー新系統「S-3」の選抜

山下雅大・田村 創^{*1}・向後俊佑^{*2}・深見正信・草川知行・安藤利夫

キーワード：サツマイモ，べにはるか，ウイルスフリー苗，系統選抜

I 緒 言

サツマイモは千葉県を代表する品目であり，県内の作付面積は4,040haで，鹿児島県，茨城県に次ぐ全国3位，産出額は177億円で茨城県に次ぐ全国2位となっている（2019年度）．千葉県産のサツマイモの多くが青果用として市場に出荷されており，2020年の都中央卸売市場における占有率は54%となっている（千葉県，2021）．

青果用サツマイモでは，塊根1個重や形状，色沢などの外観品質によって販売単価を左右する等階級が決定するため，産地からはこれらの外観品質を向上させる栽培技術が常に求められている．サツマイモ栽培において1970年代から問題となっていた帯状粗皮症は，サツマイモ斑紋モザイクウイルス（SPFMV）の感染によって塊根の表面に横しま状のひび割れや退色を生じる病害であるが，ウイルスフリー苗の利用により，その発生を効果的に防ぐことができることが明らかとなったため，全国のサツマイモ産地でウイルスフリー苗が導入された（加勇田・坂本，1987）．また，猪野・屋敷（1994）は主力品種である「ベニアズマ」において，ウイルスフリー化による塊根の早期肥大に伴う増収や皮色の濃色化，貯蔵中の減耗・腐敗・変色の減少といった効果を明らかにした．こうした，多様な品質向上効果が得られることが生産者や関係機関に認知されたことで，1990年代には千葉県でウイルスフリー苗の導入が大きく進んだ．

最近，千葉県では従来から栽培されている粉質系品種である「ベニアズマ」の生産が減少し，「べにはるか」や「HE306」（商標名：シルクスイート）といった粘質系品種の栽培が増加傾向にある（千葉県，2021）．国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（以下農研機構とする）九州沖縄農業研究センターで育成され2010年に品種登録された「べにはるか」は，サツマイモネコブセンチュウに強い抵抗性を持つことや貯蔵性に優れた栽培し

やすいことが特徴である（甲斐ら，2017）．また，貯蔵すると肉質が粘質になり，糖度が高くなることから国内外で焼き芋を中心とした新たなサツマイモ需要の創出に貢献している．千葉県農業総合研究センター北総園芸研究所（現 千葉県農林総合研究センター水稲・畑地園芸研究所）では，奨励品種決定調査として品種登録前の2002年から2006年の5か年供試し，いもの外観と蒸しいもの食味について「ベニアズマ」や「高系14号」よりも優れる“上”と評価し（甲斐ら，2017），品種登録後の早期の普及に向けて栽培法の確立や種苗の確保に取り組んだ．具体的には，千葉県農林総合研究センターが現地圃場から優良母本を収集し，ウイルスフリー化して得られた培養系統から優良な株を選抜して基核株として網室で維持し，この株を基に（公社）千葉県園芸協会で1次増殖，全国農業協同組合連合会千葉県本部（以下JA全農ちばとする）で2次増殖した苗を生産者に配布している．サツマイモでは，同じ塊根の茎頂に由来する培養系統であっても塊根形状や収量性といった形質が異なることが明らかとなっており（大越，2002），培養系統の中から品種特性を維持しつつ，生産者や消費者のニーズに合った優良な形質を持つ株を選抜することが重要となっている．また，大越（2002）は基核株を維持している間に変異によって塊根形状や収量性といった形質が変わる可能性を示唆しており，千葉県では形質の変化に備えて常に新規系統の選抜を行い，5年をごとに更新している（千葉県農林総合研究センター，2010）．

千葉県における「べにはるか」の種苗生産は，育成者権者の農研機構から利用許諾を得ているJA全農ちばが千葉県に委託しており，千葉県はJA全農ちばと協力しながら，形質が優良な塊根が収穫できる苗を県内の生産者に安定供給するために基核株の選抜及び維持を実施している．千葉県では，「べにはるか」が品種登録された翌年の2011年に，収量が多く障害の発生の少ないウイルスフリー系統「07-5」を選抜して基核株として維持してきた（千葉県，2012）．近年，当初は形状が良好とされていた「07-5」において「細長い」や「曲がり」といった障害の増加による正品率の低下が問題となっている．「07-5」の塊根長の増加は，大越（2002）で示されている遺伝的な変異だけではなく，自然環境や栽培環境の変化が複合的

2021年8月13日受領 (Received August 13, 2021)

2021年12月7日登載決定 (Accepted December 7, 2021)

*1 現 千葉県立農業大学校

*2 全国農業協同組合連合会千葉県本部

に關与している可能性がある。自然環境に関する知見として、中谷ら(1989)は地温と塊根長との關係について、多くの品種で根の伸長の最適温度が30℃程度であるとしており、近年の4月～5月の植付け時期の気温は高く、地温が高くなりやすいことから根の伸長を促進していると考えられる。栽培環境の変化に関しては、宇都木ら(1984)が窒素肥沃度の低下が塊根の短紡錘化の要因となることを明らかにしている。「べにはるか」は窒素の過剰施肥で地上部が過繁茂となり、塊根の肥大が抑制される「つるぼけ」が発生しにくい耐肥性に優れる品種であることから(門脇ら, 2013)、窒素施肥量が増加していることも塊根長の増加に影響している可能性がある。また、現在産地で広く普及しているクロルピクリンによるマルチ内の土壤消毒も塊根長を長くすることが報告されており(岩瀬ら, 1984)、品種や系統によって感応性が異なる可能性や、サツマイモの連作の常態化によって薬液の処理量が増加していることが塊根長に影響を及ぼしている可能性がある。

以上のことから、産地からは収量性を維持しながら、「07-5」に代わって、現在の自然環境及び栽培環境の変化に対応した塊根が短く形状の優れる新たな系統の選抜が求められている。これまで、ウイルスフリー化した培養系統の選抜による収量や外観品質の向上の報告はあるが(横田ら, 2002; 宮本ら, 2009; 三好ら, 2010; 岡野ら, 2012)、塊根長に着目して選抜を行った事例はない。そこで、塊根長の短い優良な形状の母本株を基にウイルスフリー化を進め、現行系統「07-5」よりも塊根が短く形状の優れる新系統「S-3」(写真1)を選抜し、系統選抜によって塊根長を短くできることを明らかにした。ここでは、2022年から本格的に産地に導入されることとなった「べにはるか」のウイルスフリー系統「S-3」の選抜経緯と特性について報告する。

II 材料及び方法

ウイルスフリー系統の選抜は、培養系統の作出と選抜、主要土壤病害の検定、現地圃場における基核株の選抜の順に行った。

1. 培養系統の作出と選抜

ウイルスフリー化の材料は、現地試験に使用する苗の増殖のために生産者に配付した株または農林総合研究センター水稲・畑地園芸研究所畑地利用研究室(以下畑地利用研究室とする)で維持している原種由来の株(以下原種とする)とした。肥大性が良く、塊根が短めで外観品質や塊根の揃いが良好な優良母本について収穫後の蔓をポットに植付け、腋芽を伸長させて得た茎頂を株当たり10～20個切り出し無菌的に培養した。茎頂培養は、



写真1 現行系統「07-5」(A)と新系統「S-3」(B)
(2020年)

0.5mm大に摘出した茎頂を用い、大越の方法(大越, 2002)に準じて行った。培地組成は、MS基本培地 + 0.01mg/L NAA + 0.5mg/L BA + 30g/L ショ糖 + 2g/L ゲルライトとした。株当たり7～10株を馴化して同じ茎頂ごとに由来するそれぞれの個体を培養系統とした。培養系統については、Mtvプライマーセット(鈴木, 2002)を用いて、RT-PCRによるウイルスフリー化の確認を行い、SPFMVが検出されなかった株をその後の試験に供した。なお、培養系統からのRNAの抽出にはRNAeasy Plant Mini Kit(キアゲン社)を、RT-PCRにはPrimScript One Step RT-PCR Kit Ver.2(タカラバイオ社)をそれぞれ用い、実験操作手順はキットに付属の説明書に従った。RT-PCRの反応条件は56℃30分、94℃2分の逆転写反応後、94℃30秒、56℃30秒、72℃90秒を40サイクルとした。増幅産物をアガロースゲルにより電気泳動し、1.34kbpのバンドが認められなかった場合にSPFMVが検出されないものと判断した。培養系統の選抜は最初に苗形質について行い、苗の伸びが悪いものや奇形葉がみられる培養系統を除いて、優良母本1株当たり4～5系統とした。選抜した培養系統をそれぞれ3株に分けて、それぞれ1年目の病害抵抗性検定に供試、2年目以降の採苗用にウイルスフリー管理用温室で維持、ウイルス汚染時の予備として無菌培養維持とした。病害抵抗性の低下がみられなかった培養系統については2年目以降の現地試験に供試した。また、継続試験を行う系統については2年目以降、ウイルスフリー管理下の温室で維持している培養系

統から得た茎葉を基に苗を増殖して試験に用いた。

2. 病害抵抗性検定

サツマイモでは、ウイルスフリー化によって土壤病害である立枯病の抵抗性が低下することが報告されている(高野ら, 2006)。そこで、立枯病と同様に現地で問題となっているがウイルスフリー化の影響が明らかになっていないつる割病を加えた2種の主要土壤病害の抵抗性検定を行った。2017年と2018年は立枯病とつる割病の抵抗性検定、2019年は立枯病抵抗性検定のみ実施した。

(1) 供試した培養系統

2017年に供試した培養系統は2013年作出の「07-5-6」, 2015年作出の「07-5-6-3」, 「07-5-6-4」及び、2016年に作出した「H1-1」～「H1-5」, 「H2-1」～「H2-5」, 「S-1」～「S-5」の合計18培養系統とした。2018年は2017年に作出した「H3-1」, 「H3-2」, 「H3-5」と「07-5-6-6」～「07-5-6-10」の8培養系統, 2019年は2018年に作出した「S-3-1」～「S-3-4」, 「H4-1」～「H4-4」の8培養系統を供試した。

(2) 立枯病抵抗性検定

サツマイモ立枯病に対する抵抗性検定は簡易検定法(高野ら, 2006)を一部改変して実施した。すなわち、現地の立枯病発生圃場から採取した土壌180gを200mlスチロールカップに充填し、展開葉1枚を残して切除した約10cmの苗を植付け、畑地利用研究室の室内に設置した30℃設定の恒温槽を用いて2017年は9月1日から9月22日まで21日間、2018年は9月4日から9月24日までの20日間、2019年は7月17日から8月9日までの23日間管理した。水分管理は植付け時にそれぞれのカップに40mLを注水し、活着後はカップの重量を測定し、やや乾燥気味になるように減少に応じて週2～3回20mLを注水した。発病程度を判断する指標品種として、立枯病に抵抗性が強い「IDN-47」、抵抗性が弱い「パールスイートロード」、比較系統として「07-5」を用いた。各品種及び系統10株について、茎及び根の褐変・腐敗の発生、枯死状況から総合発病度を算出した。また、指標品種の総合発病度を参考にして抵抗性を5段階(強, やや強, 中, やや弱, 弱)で判定した。2017年は総合発病度0～20を“強”, 21～40を“やや強”, 41～60を“中”, 61～80を“やや弱”, 81～100を“弱”, 2018年は総合発病度0～15を“強”, 16～30を“やや強”, 31～55を“中”, 56～70を“やや弱”, 71～100を“弱”, 2019年は総合発病度0～15を“強”, 16～35を“やや強”, 36～53を“中”, 54～66を“やや弱”, 67～100を“弱”と判定した。

(3) つる割病抵抗性検定

サツマイモつる割病に対する抵抗性検定は簡易検定法(高野・猪野, 2007)を一部改変して実施した。立枯病の検定と同様に現地の汚染土壌を200mlスチロールカッ

プに180g充填し、展開葉1枚を残して切除した長さ約10cmの苗を植付け、畑地利用研究室の室内に設置した30℃設定の恒温槽を用いて2017年は7月28日から8月16日の19日間、2018年は8月15日から9月3日までの19日間ポット試験を行った。水分管理は植付け時にそれぞれのカップに40mL注水し、活着後はカップの重量を測定し、減少に応じて週2～3回20～40mL注水した。発病程度を判断する指標品種として、つる割病抵抗性が強い「べにはるか(原種)」, 抵抗性が弱い「ベニコマチ」、比較系統として「07-5」を用いた。各品種・系統10株について、茎割れ及び枯死状況から発病度を算出した。また、指標品種の発病度を参考にして抵抗性を5段階(強, やや強, 中, やや弱, 弱)で判定した。2017年は発病度0～20を“強”, 21～40を“やや強”, 41～50を“中”, 51～60を“やや弱”, 70～100を“弱”, 2018年は発病度0～6を“強”, 7～16を“やや強”, 17～27を“中”, 28～38を“やや弱”, 39～100を“弱”と判定した。

(4) 外観評価

収穫物の外観を、達観で対照系統(07-5)に対して○(優れる), △(同程度), ×(劣る)の3段階で評価した。

3. 現地圃場における基核株の選抜

現地試験では、生産者、普及指導員、営農指導員及び試験研究等の関係者を参集した現地検討会を実施して現行系統「07-5」以上の評価が得られたものを継続評価とし、複数年に渡って優れる評価を得たものを基核株の候補とした。

(1) 栽培概要と外観評価

現地試験は成田市(A, B, C)及び香取市(D, E)の生産者圃場(いずれも腐植質普通黒ボク土)で5月下旬植え、10月上旬収穫で実施した。施肥、栽植密度、植付け方法は生産者の慣行(第1表)とした。

2018年は、現行系統「07-5」の優良母本から作出した培養系統で2014年から現地試験に供試している「07-5-6」、病害抵抗性に優れ、外観の達観評価の高かった「H1-3」, 「H1-5」, 「S-3」の3培養系統を2圃場(B, D)において各培養系統20株ずつ反復無しで供試した。2019年は前年からの継続系統である「S-3」, 「H1-3」と病害抵抗性検定で新たに選抜した「H3-1」の3培養系統と現行系統の「07-5」を3圃場(A, B, D)において各培養系統20株ずつ反復無しで供試した。また、2018年の現地試験で有望であった「S-3」について、現行系統「07-5」との比較を2圃場(C, E)において各培養系統20株ずつ反復無しで実施した。2020年は継続系統3年目の有望系統「S-3」, 「H1-3」と病害抵抗性検定で新たに選抜した「S-3-1」, 「S-3-3」, 「H4-1」の5培養系統と現行系統の「07-5」を3圃場(A, B, D)において各培養系統10株ずつ反復無しで供試した。

第1表 現地試験の栽培概要

年次	圃場	前作	畝間 (cm)	株間 (cm)	植付け 方法	植付日	収穫日	施肥分量 (kg/10a)			堆肥 施用
								窒素	りん酸	加里	
2018	B	サツマイモ	110	30	船底	5月23日	10月3日	0	24	15	有
	D	ギニアグラス	100	36	水平	5月25日	10月3日	4	13	5	無
2019	A	ニンジン	88	39	水平	5月28日	10月9日	3	18	6	有
	B	サツマイモ	115	30	水平	5月28日	10月9日	0	24	15	有
	C	サツマイモ	96	36	船底	5月26日	10月9日	2	20	8	有
	D	ギニアグラス	90	45	水平	5月25日	10月9日	4	13	5	無
	E	サツマイモ	100	36	水平	5月26日	10月9日	3	13	6	無
2020	A	サツマイモ	85	39	水平	5月30日	10月7日	3	19	7	有
	B	サツマイモ	115	30	水平	5月23日	10月7日	0	21	15	有
	D	ギニアグラス	90	45	水平	5月26日	10月7日	4	13	5	無

注) 圃場の同一アルファベットは同じ生産者が管理している圃場を示す。

10月上旬の検討会時に生産者、JA、農業事務所、試験研究等の担当者約15名により、塊根の形状や大きさの整否、表皮の粗滑等の外観を評価した。外観評価では、供試した培養系統の塊根の外観が対照より優れていれば1点、同等なら0点、劣っていれば-1点とした採点の平均値を評点とした。

(2) 収穫物調査

採点した株について調製、洗浄後に収穫物調査を行った。調査項目は総塊根重、A品重、平均塊根1個重、株当たり塊根数、重量規格別割合、障害発生率とした。2019年と2020年は塊根長と塊根径についても調査を行い、長径比を算出した。外観品質は千葉県園芸作物標準出荷規格(青果物編)(千葉県他, 2014)に準じて評価し、A品重、重量規格別割合を算出した。“細長い”、“曲がり”、“下膨れ”は産地の出荷規格で等級落ちと判定された本数を調査し、発生率を算出した。また、評点と収穫物調査の結果を総合して継続評価を行う培養系統を決定した。

4. 特性評価

(1) 栽培概要

2020年に有望系統の詳細な栽培特性を評価するため、現地試験に供試した培養系統と、参考系統として民間種苗会社が選抜したウイルスフリー系統(以下民間系統とする)及び原種を供試して、畑地利用研究室圃場(腐植質普通黒ボク土)において栽培面積3.2m²、3反復で特性評価を実施した。10a当たり施肥分量は窒素6.0kg、りん酸14.4kg、加里12.0kgとした。栽植様式はサツマイモ慣行の黒色ポリマルチ単条高畝栽培とし、畝間90cm、株間30cmの斜め植えとし、2020年5月28日に植付け、10月14日に収穫(在圃日数139日)した。

(2) 植付け1か月後の初期生育

植付け35日後にあたる7月2日に総茎長、主茎長、長さ5cm以上の分枝数、総分枝長(長さ5cm以上の分

枝の長さの合計)を調査した。

(3) 収穫物調査

「3. 現地圃場における基核株の選抜」と同様に行った。

(4) 貯蔵試験及び食味評価

収穫1週間後に各反復5株に着生する50g以上の塊根を切り離してプラスチックコンテナに入れ、14℃設定のプレハブ冷蔵庫で貯蔵し、食味の低下が問題となる出荷後期(収穫翌年6~7月)における腐敗発生率と蒸しいものの可溶性固形物含量(以下糖度とする)の調査及び食味官能評価を実施した。腐敗発生率は2021年6月24日に調査し、貯蔵中に腐敗が発生した塊根の本数の割合を算出した。また、蒸しいものの糖度は2021年7月2日に各試験区の300~500gの平均的な塊根を2本サンプリングし、吉永・山川(1992)の方法を改変して測定した。試験管に試料5gを秤量し、純水15gを加えてホモジナイザーで30秒間摩砕、攪拌後に摩砕液を遠心分離機(CENTRIFUGE 05P-21, HITACHI)で4,000rpm、10分間遠心分離してから上清をデジタル糖度計(PR-101, (株)アタゴ)で測定した。食味官能評価は「S-3」, 「民間系統」, 「原種」, 「07-5」の4系統について糖度測定に用いた蒸しいもを用いて行った。評価は千葉県農林総合研究センター職員12名が行い、肉質、甘さ、食味のそれぞれについて5段階で評価した。肉質の評価は1:粉質, 2:やや粉質, 3:中間質, 4:やや粘質, 5:粘質、甘さの評価は1:甘い, 2:やや甘い, 3:普通, 4:やや甘くない, 5:甘くない、食味評価は1:上, 2:やや上, 3:中, 4:やや下, 5:下とした。

III 結果

1. 培養系統の作出と選抜(2016年~2018年)

第2表 培養系統の病害発病度及び抵抗性評価（2017年）

系統・品種	培養系統 作出年	立枯病			つる割病		外観評価	
		発病度			抵抗性	発病度		抵抗性
		茎	根	総合				
07-5-6	2013	57	77	61	やや弱	15	強	△
07-5-6-3	2015	49	91	57	やや弱	-	-	△
07-5-6-4		49	74	54	やや弱	-	-	△
H1-1	2016	63	77	66	やや弱	20	強	△
H1-2		43	80	51	中	14	強	△
H1-3		49	94	58	やや弱	2	強	○
H1-4		51	80	57	やや弱	4	強	△
H1-5		49	91	57	やや弱	14	強	○
H2-1		66	91	71	やや弱	22	やや強	△
H2-2		66	86	70	やや弱	4	強	×
H2-3		60	87	65	やや弱	6	強	△
H2-4		40	67	45	中	6	強	△
H2-5		51	89	59	やや弱	22	やや強	×
S-1		54	77	59	やや弱	10	強	△
S-2		69	97	74	弱	4	強	△
S-3		57	89	63	やや弱	8	強	○
S-4		60	74	63	やや弱	18	強	△
S-5		60	86	65	やや弱	6	強	△
シルクスweet（参考品種）	60	97	67	やや弱	56	やや弱		
07-5（対照系統）	63	93	69	やや弱	16	強		
パープルスweetロード （指標品種・弱）	83	100	86	弱	-	-		
IDN-47（指標品種・強）	0	33	7	強	-	-		
べにはるか原種（指標品種・強）	-	-	-	-	14	強		
ベニコマチ（指標品種・弱）	-	-	-	-	70	弱		

注1) 1区10株調査した。

- 立枯病の発病度は茎及び根の褐変・腐敗の発生、枯死状況から発病指数を無（0）～甚（5）の6段階で判定し、以下の式で総合発病度を算出した。

$$\text{茎及び根の発病度} = \{ \Sigma (\text{発病指数} \times \text{株数}) / (\text{調査株数} \times 5) \} \times 100$$

$$\text{総合発病度} = (\text{茎の発病度} \times 0.8) + (\text{根の発病度} \times 0.2)$$
- つる病の発病度は茎割れ及び根の褐変、枯死状況から発病指数を無（0）～甚（5）の6段階で判定し、以下の式で発病度を算出した。

$$\text{発病度} = \{ \Sigma (\text{発病指数} \times \text{株数}) / (\text{調査株数} \times 5) \} \times 100$$
- 立枯病抵抗性は、発病度（総合）0～20を“強”，21～40を“やや強”，41～60を“中”，61～80を“やや弱”，81～100を“弱”と判定した。
- つる割病抵抗性は、発病度0～20を“強”，21～40を“やや強”，41～50を“中”，51～60を“やや弱”，61～100を“弱”と判定した。
- 外観評価は達観評価で○が現行系統より優れる，△が同程度，×は劣ることを示す。

2016年に塊根長が短い優良母本として、現地圃場で収集した現行系統「07-5」1株及び畑地利用研究室圃場で栽培した「原種」2株を収集し、それぞれの優良母本から培養系統を10系統作出した。作出した培養系統のうち、形質の優れた5系統を選抜し、現地由来の系統を「S-1」～「S-5」、畑地利用研究室圃場由来の系統は優良母本ごとにそれぞれ「H1-1」～「H1-5」、「H2-1」～「H2-5」とした（第2表）。2017年は、塊根の短い優良母本として、現地圃場で収集した「07-5-6」1株及び畑地利用研究室圃場で栽培した「原種」から収集した1株から7系統ずつ培養系統を作出し、形質に優れた5系統を選抜し、それ

ぞれ「07-5-6-6」～「07-5-6-10」、「H3-1」～「H3-5」とした（第3表）。2018年は塊根の短い優良母本として、現地圃場で収集した「S-3」1株及び畑地利用研究室圃場で栽培した「原種」から収集した1株から8系統ずつ培養系統を作出し、形質に優れた4系統を選抜し、それぞれ「S-3-1」～「S-3-4」、「H4-1」～「H4-4」とした（第4表）。

2. 病害抵抗性検定

(1) 2017年の選抜結果

2017年の病害抵抗性検定の結果を第2表に示した。立枯病の総合発病度は「H1-2」及び「H2-4」が45～51で

第3表 培養系統の病害発病度及び抵抗性評価 (2018年)

系統・品種	培養系統 作出年	立枯病				つる割病		外観評価
		発病度			抵抗性	発病度	抵抗性	
		茎	根	総合				
H3-1	2017	30	80	40	中	6	強	○
H3-2		57	87	63	やや弱	6	強	△
H3-5		43	83	51	中	8	やや強	△
07-5-6-6		43	83	51	中	0	強	△
07-5-6-7		23	90	37	中	8	やや強	△
07-5-6-8		40	97	51	中	6	強	△
07-5-6-9		53	90	61	やや弱	10	やや強	△
07-5-6-10		50	97	59	やや弱	8	やや強	△
IDN-47(指標品種・強)		13	0	11	強	-	-	
パープルスイートロード(指標品種・弱)		77	93	80	弱	-	-	
べにはるか原種(指標品種・強)	-	-	49	中	0	強		
ベニコマチ(指標品種・弱)	-	-	-	-	46	弱		

- 注1) 第2表の注1と同じ。
 注2) 第2表の注2と同じ。
 注3) 第2表の注3と同じ。
 注4) 立枯病抵抗性は、発病度(総合)0~15を“強”, 16~30を“やや強”, 31~55を“中”, 56~70を“やや弱”, 71~100を“弱”と判定した。
 注5) つる割病抵抗性は、発病度0~6を“強”, 7~16を“やや強”, 17~27を“中”, 28~38を“やや弱”, 39~100を“弱”と判定した。
 注6) 第2表の注6と同じ。

抵抗性“中”, そのほかの系統は“弱”と判定された「S-2」以外は54~65で現行系統の「07-5」と同様の“やや弱”であった。つる割病の発病度は、「H2-1」と「H2-5」を除き、2~20の低い水準で、「07-5」の16に比べて同等またはやや低く“強”と判定した。また、「H1-3」、「H1-5」、「S-3」が細長い塊根が少なく収穫物の外観が優れていた。以上の結果に基づき、立枯病の発病度が低く、つる割病の発病度が同等以下で外観も併せて優れていた「H1-3」、「H1-5」、「S-3」の3培養系統を2018年の現地試験に供試することとした。

(2) 2018年の選抜結果

2018年の病害抵抗性検定の結果を第3表に示した。立枯病の総合発病度は「H3-1」、「H3-5」、「07-5-6-6」~「07-5-6-8」の5培養系統が37~51で「べにはるか(原種)」と同程度の抵抗性“中”, 「H3-2」、「07-5-6-9」、「07-5-6-10」の3培養系統が59~63で抵抗性“やや弱”と判定した。つる割病については、培養系統の発病度は0~10と全体的に発病程度が低く、そのなかでも発病度の低かった「H3-1」、「H3-2」、「07-5-6-6」、「07-5-6-8」を「べにはるか(原種)」と同等の抵抗性“強”, 残りの4系統を抵抗性“やや強”と判定した。また、外観評価では「H3-1」が現行系統よりも優れていた。これらの結果から、立枯病とつる割病の抵抗性の低下がみられず、外観評価が良好な「H3-1」を2019年の現地試験に供試することとした。

(3) 2019年の選抜結果

2019年の立枯病抵抗性検定の結果を第4表に示した。総合発病度は対照系統「07-5」が61で“やや弱”の判定に対し、「S-3-1」、「H4-1」、「H4-3」、「H4-4」は46~53で抵抗性は“中”の判定で優れていた。また、「S-3-2」は培養系統で68と最も総合発病度が高く、抵抗性は“弱”と判定し、残りの3培養系統は対照系統と同様の“やや弱”と判定した。外観評価については、「S-3-1」~「S-3-4」と「H4-1」で対照系統よりも優れていた。これらの結果から、立枯病抵抗性と外観評価の両方が優れていた「S-3-1」と「H4-1」、また、外観品質が最も優れていたが立枯病抵抗性が対照系統と同等であった「S-3-3」を2020年の現地試験に供試することとした。

3. 現地試験における基株株の選抜 (2018年~2020年)

(1) 2018年の選抜結果

2018年の現地試験における収量調査結果を第5表に示した。外観品質の評点は、0.50以上を「高い」、0.25以上0.50未満を「やや高い」、-0.25以上0.25未満を「同程度」、-0.50以上-0.25未満を「やや低い」、-0.50以下を「低い」と評価した。「07-5-6」の評点は圃場B、Dのいずれにおいても、「07-5」と同程度であった。「H1-3」の評点は圃場Bで「07-5」と同程度で、圃場Dで高かった。「H1-5」の評点は圃場Bで「07-5」と同程度で、圃場Dでやや高かった。「S-3」の評点は、圃場Bで「07-5」に比べてやや高く、圃場Dで高かった。

第4表 培養系統の立枯病発病度及び抵抗性評価（2019年）

系統・品種	培養系統 作出年	発病度			抵抗性	外観評価
		茎	根	総合		
S-3-1	2018	37	97	49	中	○
S-3-2		60	100	68	弱	○
S-3-3		45	98	56	やや弱	○
S-3-4		43	100	55	やや弱	○
H4-1		43	94	53	中	○
H4-2		51	100	61	やや弱	△
H4-3		35	100	48	中	△
H4-4		34	94	46	中	△
シルクスイート（参考品種）		46	94	55	中	
ベニアズマ（参考品種）		38	88	48	中	
07-5（対照系統）	51	100	61	やや弱		
IDN-47（指標品種・強）	3	34	9	強		
パープルスイートロード（指標品種・弱）	91	100	93	弱		

- 注1) 第2表の注1と同じ。
 2) 第2表の注2と同じ。
 3) 立枯病抵抗性は、発病度（総合）0～15を“強”、16～35を“やや強”、36～53を“中”、54～66を“やや弱”、67～100を“弱”と判定した。
 4) 第2表の注6と同じ。

第5表 現地試験における収量調査結果（2018年）

圃場	培養系統	評点	総塊根重 (kg/10a)	A品重 (kg/10a)	平均塊根 1個重 (g)	株当たり 塊根数 (個)	重量規格別割合 (%)			主な障害発生率 (%)		
							2S・S	M・L	2L・3L	細長い	曲がり	下膨れ
B	07-5-6	0.08	2,617	1,904	208	4.2	33	61	6	14	7	0
	H1-3	0.08	3,232	2,217	227	4.7	30	50	20	12	12	0
	H1-5	0.23	3,808	2,470	219	5.8	29	61	10	11	17	0
	S-3	0.38	3,651	2,540	221	5.5	28	55	17	9	15	0
	対) 07-5	—	3,432	2,428	260	4.4	23	54	23	9	8	0
D	07-5-6	0.15	2,139	1,341	193	4.5	38	52	10	19	21	1
	H1-3	0.77	2,890	1,644	275	4.3	17	57	26	14	29	1
	H1-5	0.38	2,692	1,795	216	5.1	27	68	5	13	14	6
	S-3	0.54	2,563	1,627	204	5.1	31	63	6	12	23	2
	対) 07-5	—	2,363	1,430	242	4.0	24	49	27	12	14	0

- 注1) 1区20株、反復無しとした。
 2) 評点：関係機関の担当者約15名による評点の平均値（いもの外観が対照より優れる+1点、同等0点、劣る-1点）。
 3) A品は100g～699gの範囲で外観の優れるものとした。重量規格別割合は2S・S：50g以上200g未満、M・L：200g以上500g未満、2L・3L：500g以上とした。

収量調査の結果、A品重は、「07-5」に比べて「07-5-6」が圃場Bで少なく、圃場Dで同程度であった。「H1-3」、「H1-5」、「S-3」は、いずれも圃場Bで同程度であり、圃場Dでやや多かった。細長い塊根の発生率は、「07-5」に比べて「07-5-6」が圃場B、Dのいずれにおいてもやや高く、「H1-3」、「H1-5」、「S-3」は、圃場B、Dのいずれにおいても同程度であった。「べにはるか」で発生しやすい下膨れの発生率は、圃場Bではいずれの系統も0%であったが、圃場Dでは「H1-5」が「07-5」に比べてやや高く、その他の供試系統は同程度であった。「H1-3」及び「S-3」は、圃場B及び圃場Dともに曲がりの発生率がやや高かったが軽微なものが多かった。

これらの結果とともに達観においても、極端に長い塊

根がみられないことから、「H1-3」、「S-3」を塊根の揃いに優れる培養系統として試験継続とした。「07-5-6」は、「07-5」に比べてA品重がやや少なく、細長い塊根の発生がやや多い傾向であるため、試験打ち切りとした。また、「H1-5」についても試験2圃場のうち1圃場で下膨れの発生がやや多かったため試験打ち切りとした。

(2) 2019年の選抜結果

2019年の現地試験における収量調査結果を第6表に示した。外観品質についてみると、継続系統の「S-3」の評点は、圃場Eでは同程度であったが、その他4圃場ではやや高い～高く、同じく継続系統である「H1-3」は供試した3圃場のいずれにおいても高かった。一方、新たに供試した「H3-1」の外観評価の評点は、圃場により評

第6表 現地試験における収量調査結果(2019年)

圃場	培養系統	評点	総塊根重 (kg/10a)	A品重 (kg/10a)	平均塊根 1個重 (g)	株当たり 塊根数(個)	重量規格別割合(%)			主な障害発生率(%)			塊根長 (cm)	塊根径 (cm)	長径比
							2S・S	M・L	2L・3L	細長い	曲がり	下膨れ			
A	H1-3	0.53	2,999	1,969	221	4.5	31	51	18	11	6	0	18.6	4.3	4.3
	S-3	0.67	3,043	2,242	224	4.5	30	56	14	23	10	0	15.9	4.4	3.6
	H3-1	0.67	2,786	2,464	212	4.4	30	64	6	5	5	1	16.4	4.5	3.6
	対)07-5	—	2,563	1,759	212	4.0	37	56	7	24	8	0	18.6	4.1	4.5
B	H1-3	0.75	2,523	1,968	213	3.9	32	61	7	13	9	1	16.8	4.1	4.1
	S-3	0.44	2,890	1,884	199	4.8	38	56	6	18	10	0	17.0	4.4	3.9
	H3-1	-0.31	2,491	1,496	206	4.0	37	46	17	8	8	1	16.4	4.5	3.6
	対)07-5	—	2,044	1,547	186	3.6	37	55	8	17	3	1	17.2	4.0	4.3
C	S-3	1.00	3,553	2,483	215	4.7	30	64	6	2	7	0	15.2	4.6	3.3
	対)07-5	—	2,847	1,996	203	4.0	35	55	10	10	18	0	16.4	4.4	3.7
D	H1-3	0.94	1,950	1,211	282	2.8	17	67	16	2	13	2	15.3	4.6	3.3
	S-3	0.88	1,697	1,118	211	3.3	29	54	17	3	8	0	16.9	5.0	3.4
	H3-1	0.13	1,664	969	306	2.2	18	45	37	11	9	2	17.0	5.1	3.3
	対)07-5	—	1,051	861	193	2.2	42	52	6	16	2	5	17.5	4.5	3.9
E	S-3	-0.19	2,571	1,964	250	3.7	21	67	12	9	5	1	16.9	4.8	3.5
	対)07-5	—	3,085	2,409	204	5.5	31	66	3	6	6	0	15.0	4.7	3.2

注) 第5表の注1~注3と同じ。

価が分かれた。「S-3」の総塊根重及びA品重は、「07-5」に比べて圃場Eでやや少なかったが、その他4圃場で重く、細長い塊根の発生率は、「07-5」に比べて圃場C及び圃場Dで少なく、その他3圃場で同程度であった。

「S-3」の塊根長は「07-5」に比較して圃場Eを除く4圃場で短く、塊根径は全圃場で大きかった。長径比についても圃場Eを除く4圃場で小さかった。また、「H1-3」は、「07-5」に比べて総塊根重及びA品重が供試3圃場のいずれにおいても重く、細長い塊根の発生が少なかった。塊根長は1圃場で同等で2圃場で短く、塊根径は3圃場いずれも大きく、長径比は3圃場全てで小さくなった。「H3-1」は、「07-5」に比べて総塊根重が供試3圃場のいずれにおいても重く、A品重が圃場Aで多く、圃場B及び圃場Dで同程度であった。また、「07-5」に比べて細長い塊根の発生率が供試3圃場のいずれにおいても少なかった。また、3圃場いずれも塊根長は短く、塊根径は大きく、長径比は小さかった。一方で、圃場B及び圃場Dにおいて2L、3Lの発生率が高く、塊根の揃いがやや劣った。これらの結果から、「S-3」と「H1-3」を継続とし、圃場によって外観評価のばらつきがみられた「H3-1」を試験打ち切りとした。

(3) 2020年の選抜結果

2020年の現地試験における収量調査結果を第7表に示した。外観評価の評点は、「S-3」が3圃場全てで高く、全圃場で半分以上の評価者が「07-5」に比べて優れると評価した。「S-3-1」は2圃場で同程度、1圃場で高く有望であったのに対して、「S-3-3」は1圃場で同程度、1圃場でやや低く、1圃場で低かった。「H1-3」は1圃場で同程度、1圃場でやや高く、1圃場でやや低く、「H4-1」は1圃場でやや高く、2圃場でやや低く、いずれの培養系統とも圃場によって評価が分かれた。収量調査結果

について、「S-3」は「07-5」に比較して、全ての圃場で株当たり塊根数が多く、平均塊根1個重が軽い傾向がみられた。また、3圃場中2圃場で細長い塊根の発生が少なく、全ての圃場でA品の割合が50%以上であった。

「S-3」の塊根長は3圃場全てで1cm以上短くなったが、塊根径と長径比は圃場により傾向が異なった。「S-3-1」は全ての圃場で総塊根重が「07-5」よりも重かった。一方で、「S-3-3」は全ての圃場で総塊根重が「07-5」よりも軽かった。「H1-3」は「07-5」と比較すると、全ての圃場で株当たり塊根数が多かった。塊根長は圃場Aで長く、圃場Bで同程度、圃場Dで短く、圃場によって傾向が異なる傾向がみられた。「H4-1」については、3圃場で共通の傾向はみられず、塊根長は「07-5」と比較して2圃場で短く、1圃場で長かった。

4. 特性評価(2020年)

(1) 植付け1か月後の初期生育

植付け1か月後の初期生育を第8表に示した。各供試した培養系統の総茎長は120~138cmでいずれも「07-5」との間に差はみられなかった。主茎長は「S-3」が44cmで「07-5」の39cmと差はなかったが、「S-3-1」は49cmで「07-5」よりも長かった。分枝数は「S-3」、「07-5」ともに5.0本/株で同程度であった。また、総分枝長は「07-5」が73cmに対して、各培養系統が70~89cmで差はみられなかったが、「原種」は60cmと短かった。

(2) 収量及び外観品質

場内試験における収量と外観品質を第9表に示した。総塊根重は「S-3」が2,752kg/10aで「07-5」の2,511kg/10aと同程度であった。また、「S-3-1」が3,126kg/10a、「民間系統」が3,151kg/10aで「07-5」よりも重かった。A品重は「07-5」が690kg/10aに対し、「H1-3」、「S-3」、「S-3-1」、「S-3-3」、「民間系統」が1,286~1,754kg/10a

第7表 現地試験における収量調査結果（2020年）

圃場	培養系統	評点	総塊根重 (kg/10a)	A品重 (kg/10a)	平均塊根 1個重 (g)	株当たり 塊根数 (個)	重量規格別割合 (%)			主な障害発生率 (%)			塊根長 (cm)	塊根径 (cm)	長径比
							2S・S	M・L	2L・3L	細長い	曲がり	下膨れ			
A	H1-3	-0.39	3,300	1,093	260	4.2	20	70	10	38	45	19	23.1	4.6	5.0
	S-3	0.50	2,878	1,441	207	4.5	34	66	0	16	29	13	19.2	4.3	4.5
	H4-1	-0.50	3,232	1,409	210	5.1	34	66	0	14	25	12	22.5	4.3	5.2
	S-3-1	0.17	3,717	894	246	5.0	20	66	14	42	44	8	21.6	4.0	5.4
	S-3-3	-0.03	3,132	1,345	213	5.1	34	66	0	14	25	12	23.1	4.3	5.3
	対)07-5	—	3,502	1,445	314	3.7	17	45	39	3	16	11	20.9	5.2	4.0
B	H1-3	0.06	2,702	1,251	239	3.9	28	57	15	31	21	8	20.7	4.3	4.8
	S-3	0.94	2,978	1,805	205	5.0	30	63	7	8	24	4	18.4	4.3	4.3
	H4-1	0.28	2,542	1,689	219	4.0	34	60	6	25	18	13	19.7	4.5	4.4
	S-3-1	-0.06	3,217	1,688	235	4.7	21	58	21	9	21	9	20.7	4.4	4.7
	S-3-3	-0.67	2,580	489	286	3.1	19	52	30	25	50	14	21.8	4.7	4.7
	対)07-5	—	2,589	755	235	3.8	29	62	9	21	29	18	21.5	4.5	4.8
D	H1-3	0.39	2,614	1,664	241	4.4	22	60	19	2	18	9	16.9	5.0	3.4
	S-3	0.56	2,781	1,508	245	4.6	19	63	18	0	11	2	15.6	5.3	3.0
	H4-1	-0.39	2,806	969	277	4.1	18	49	33	5	32	10	17.8	5.1	3.5
	S-3-1	0.50	3,051	1,851	317	3.9	15	53	32	8	13	8	17.8	5.5	3.2
	S-3-3	0.11	2,599	1,368	215	4.9	35	47	18	8	20	2	16.1	4.9	3.3
	対)07-5	—	2,763	1,000	273	4.1	16	66	18	17	24	2	18.9	5.1	3.7

注1) 1区10株, 反復無しとした.
2) 第5表の注2, 注3と同じ.

第8表 場内試験における初期生育（2020年）

培養系統	総茎長 (cm/株)	主茎長 (cm/株)	分枝数 (本/株)	総分枝長 (cm/株)
H1-3	131	42	5.0	89
S-3	120	44	5.0	76
H4-1	126	41	5.0	85
S-3-1	138	49 *	5.0	89
S-3-3	127	46	5.0	81
原種	95	35	4.4	60 *
民間系統	108	39	4.9	70
対) 07-5	112	39	5.0	73

注1) 2020年5月28日植付け, 7月2日調査.
2) 1区10株, 3反復とした.
3) *は対照系統との間に5%水準で有意差があることを示す (Dunnett法).

で重かった。平均塊根1個重は「07-5」が178gに対し、各培養系統は163～198gで差はなかった。株当たり塊根数は「07-5」が3.8個に対し、「S-3-1」が4.8個で多く、「原種」で2.8個と少なかった。細長い塊根の発生率は「07-5」で40.6%であったのに対し、「H4-1」を除く培養系統で7.9～19.3%と少なかった。曲がりの発生率は「07-5」の38.8%に対して、「S-3」は18.0%と低かった。下膨れの発生率については、「07-5」の5.9%に対して「民間系統」が27.1%と高かった。塊根長は「07-5」の22.5cmに対し、「H1-3」, 「S-3」, 「S-3-1」, 「S-3-3」で17.0～19.2cmと短かった。塊根径は「S-3」, 「原

種」, 「民間系統」が「07-5」より大きかった。塊根の長径比は「07-5」の5.9に対して培養系統が4.0～5.1と小さかった。特に「S-3」は「07-5」に比べて塊根長が短く、塊根径が大きかった。

(3) 貯蔵性及び糖度, 食味官能評価

貯蔵期間が8か月以上となる6月の出荷後期までの貯蔵性を調査した結果を第10表に示した。すべての系統で腐敗の発生はみられなかった。また、糖度は31.4～33.1%で供試系統すべてが「べにはるか」特有の強い甘みを有しており、系統間に差はなかった。食味官能評価では、供試した4系統ともに肉質は「粘質～やや粘質」、甘さは「中間～やや強い」、食味は「普通～やや良い」となり、食味品質に差はなかった。

IV 考 察

1. 病害抵抗性検定 (2017年～2019年)

サツマイモ立枯病によるものと考えられる立枯症状は、1970年代から県内で発生が確認されて問題となっていたが(猪野ら, 1985), 畦立てマルチ同時土壌消毒機によるクロロピクリンの効果的な処理方法(千葉ら, 1982)の普及や抵抗性の強い品種である「ベニアズマ」(志賀ら, 1985)が育成され、作付面積の多くを占めるようになったことで産地での発生は減少した。しかしながら、抵抗性の低下が起きやすいウイルスフリー苗の普及や、抵抗

第9表 場内試験における収量と外観品質 (2020年)

培養系統	総塊根重 (kg/10a)	A品重 (kg/10a)	平均塊根 1個重 (g)	株当たり 塊根数 (個)	重量規格別割合 (%)			主な障害発生率 (%)			塊根長 (cm)	塊根径 (cm)	長径比
					2S・S	M・L	2L・3L	細長い	曲がり	下膨れ			
H1-3	2,929	1,286 *	176	4.5	47	49	4	19.3 *	33.3	4.4	19.2 *	4.1	4.7 *
S-3	2,752	1,343 *	163	4.6	46	54	0	7.9 *	18.0 *	5.2	17.0 *	4.3 *	4.0 *
H4-1	3,022	1,048	198	4.2	33	60	7	23.9	36.3	5.5	20.6	4.1	5.1 *
S-3-1	3,126 *	1,754 *	175	4.8 *	47	53	0	10.4 *	29.6	6.9	18.2 *	4.2	4.4 *
S-3-3	2,915	1,303 *	182	4.3	44	56	0	13.1 *	30.9	6.7	18.9 *	4.2	4.5 *
原種	1,998	560	191	2.8 *	38	58	4	12.8 *	37.1	13.5	20.6	4.2 *	4.9 *
民間系統 対) 07-5	3,151 *	1,455 *	181	4.7	46	47	7	14.9 *	30.4	27.1 *	18.5 *	4.3 *	4.3 *
	2,511	690	178	3.8	42	58	0	40.6	38.8	5.9	22.5	3.8	5.9

注1) 1区10株, 3反復とした。
 2) 第5表の注3と同じ。
 3) A品率、主な障害発生率は角変換後に統計検定を行った。
 *は対照系統との間に5%水準で有意差があることを示す (Dunnett法)

第10表 場内試験における貯蔵性と食味品質 (2020年)

培養系統	腐敗率 (%)	糖度 (Brix%)	食味官能評価		
			肉質	甘さ	食味
H1-3	0	31.6	—	—	—
S-3	0	32.3	1.2	3.7	3.8
H4-1	0	32.3	—	—	—
S-3-1	0	31.4	—	—	—
S-3-3	0	32.7	—	—	—
原種	0	32.8	1.6	3.9	3.8
民間系統 対) 07-5	0	33.1	1.4	3.8	3.9
	0	31.6	1.2	3.9	3.8

注1) 2020年5月28日植え, 10月14日収穫の塊根を貯蔵し, 2021年6月24日に腐敗調査, 7月2日に糖度及び食味官能評価を実施した。
 2) 肉質の評価は1:粉質, 2:やや粉質, 3:中間質, 4:やや粘質, 5:粘質, 甘さの評価は1:甘い, 2:やや甘い, 3:普通, 4:やや甘くない, 5:甘くない, 食味評価は1:上, 2:やや上, 3:中, 4:やや下, 5:下とした。

性が「ベニアズマ」よりもやや劣る「べにはるか」の作付割合が増加することで再び発生が増加しつつある。そのため、「べにはるか」のウイルスフリー化においては立枯病の抵抗性の低下を防ぐ必要がある。そこで、抵抗性の劣る培養系統の排除を目的に、選抜の初期にポット試験で現行系統よりも発病程度の低い培養系統の選抜を行った。本試験で選抜した「S-3」の発病程度は現行系統よりもやや低いが、抵抗性の評価としては同等の“やや弱”と判定した。また、本試験に供試した培養系統においても2017年から2019年の3か年の試験全てで培養系統間の総合発病度の差が最大で20以上あり、培養系統間に立枯病抵抗性の差があることが示唆された。特に、対照系統よりも抵抗性が低くなる系統は3年間全てで確認されており、「べにはるか」では培養系統間には立枯病抵抗性の差があると推察された。このことから、今後も立枯

病の検定は「べにはるか」のウイルスフリー基核株の作出に不可欠と考えられた。つる割病については、立枯病とは異なり、「べにはるか」が強い抵抗性を示し、現地圃場でも罹病株がほとんど見られない。また、これまでの選抜においても抵抗性の大きな低下はみられていないが、サツマイモの主要病害であることから確認として実施した。2017年, 2018年ともに供試系統すべてが抵抗性“やや強”～“強”と判定され、発病度の系統間差異は立枯病に比較して小さく、「べにはるか」の培養系統の選抜についてはつる割病の抵抗性を確認する必要性は低いといえる。

2. 現地試験 (2018年～2020年)

現地試験は千葉県内のサツマイモ主産地の生産者圃場で実施した。2018年に2圃場で供試した「S-3」と「H1-3」は、収量調査結果で総塊根重とA品重が現行系統よりも重いことが高い評点に寄与したと考えられた。また、翌年の2019年についても「S-3」、「H1-3」の総塊根重とA品重が重いことが高い評点に繋がったと推察された。一方で、「H3-1」は、塊根長が短く細長い塊根の発生が少ない点では有望であったが、LM品の割合が50%未満になる圃場が複数みられたことから塊根の大きさの揃いに問題がある可能性が示唆された。2020年も「S-3」及び「H1-3」を継続供試したが、「S-3」の評点が高く、「H1-3」の評点が圃場によってばらついた。塊根長を測定した2019年と2020年を比較すると、いずれの圃場においても2020年で塊根長が長い傾向にあり、対照系統「07-5」では1cm以上長くなっていた。一方、「S-3」の塊根が短い傾向は2020年で顕著にみられ、全体的に塊根が短かった2019年は「07-5」との差は小さいことから、「S-3」の塊根長は環境条件の影響を受けにくい可能性がある。生産者からは、特定の条件で優れた収量や品質が得られる系統よりも、年次間差が少なく一定レベルの収量や品質が安定して得られる系統が求められていることから、

「H1-3」に比較して「S-3」が基核株候補として有望であると評価した。これらの結果から、「S-3」は、2018年から2020年の3年間の現地圃場試験において、現行の配付系統「07-5」に比べて細長い塊根の発生が少なくA品率が高い特徴が安定して認められた。また、以下に述べる特性評価の結果からも「S-3」の優良性が確認できた。以上から、配付候補系統として選抜を完了し、同系統を基核株に決定した。

3. 特性評価 (2020年)

(1) 植付け1か月後の初期生育

苗床特性における「べにはるか」の萌芽性は“中”であり、“良”である「ベニアズマ」に比較して育苗効率が劣る性質を持っている(志賀ら, 1985; 甲斐ら, 2017)。「S-3」における主茎長は「07-5」よりやや長い傾向があるが有意差は認められなかった。一方、「S-3」の優良母本から作出した「S-3-1」で植付け35日後の主茎長が有意に長かった。このことから、総茎長についても系統選抜の繰り返して少しずつ改良できる可能性が示唆された。また、蔓の伸長しやすさは「べにはるか」の栽培上の課題である採苗性の改善にもつながると考えられ、今後得られた有望な培養系統については採苗性も選抜時の評価項目に取り入れるのが望ましい。また、猪野・屋敷(1994)は「高系14号」及び「ベニアズマ」でウイルスフリー化の効果として総茎長が長くなるとしている。本試験においても非ウイルスフリーである「原種」の蔓の伸長性が劣る傾向がみられ、総分枝長では有意差がみられたことから、「べにはるか」についてもこの知見が当てはまるといえる。

(2) 収量及び外観品質

「S-3」の総塊根重、平均塊根1個重、株当たり塊根数は「07-5」と差はみられず、LM品率も約55%で同等であることから、「07-5」から「S-3」に配付系統を切り替えるにあたって、施肥や栽植密度などの栽培条件の変更は必要ないと考えられた。「07-5」よりも「S-3-1」、「民間系統」は塊根重が重く、導入するウイルスフリー系統の選択によって収量が増加する可能性が示された。形状が短く、大きさの揃った塊根が着生している株を選抜して優良母本とすることで、外観品質において「07-5」で問題となっていた細長い塊根がほとんどの培養系統で少なく、塊根長は「S-3」、「S-3-1」、「S-3-3」、「H1-3」、「民間系統」の5系統、長径比は全ての培養系統で小さくなった。このことから、茎頂培養に供した母本の形状が茎頂培養で作出した培養系統の形状に反映されており、優良母本の選定が系統選抜において重要であるとともに、培養系統の選抜によって塊根長の改良が可能であることが明らかとなった。ここで、塊根長に影響を与える要因について考察する。サツマイモでは、切苗の植付け後に節部から

伸長した不定根の一部が塊根となる。戸荻(1950)は、不定根の平均根長は植付け後20日以降、一定であることを明らかにするとともに、塊根の両端の組織観察から植付け後40日で塊根の肥大部位が決定していることを示唆している。また、佐々木ら(2004)は形状の異なる「アヤマラサキ」と「高系14号」について、植付け50日後の塊根長に品種間差異がみられ、その後は両品種ともに塊根長の増加がないとしている。このことから、本研究で得られた系統間差についても生育前半の塊根長の差が影響していると推察されるが、今後検証が必要である。本試験で選抜した「S-3」は供試系統のなかでも特に短形で、細長い塊根だけではなく、曲がった塊根の発生も少ない特性が顕著であり、現地においても圃場や年次を問わずに形状が優れており、試験栽培中に変異等による形質の劣化も生じていないものと考えられた。

(3) 貯蔵性及び糖度、食味官能評価

本試験において、培養系統間に貯蔵性の差はみられなかった。甲斐ら(2017)は「べにはるか」の貯蔵性を“易”と評価しており、安藤ら(2021)は6か月貯蔵した場合に13℃では一部で腐敗の発生がみられるが、適温以上である15℃及び17℃で腐敗は発生しなかったとしていることから、本試験の貯蔵条件においては全ての培養系統において「べにはるか」の品種特性が発揮されており、腐敗が発生しなかった。貯蔵性をより正確に把握し、系統間差異を明確にしたい場合は適温より低温で貯蔵する必要がある、今後調査が必要である。糖度と食味官能評価は系統間に差は無く、「べにはるか」の品種特性である甘さと粘質の食感について選抜による変化はなかったと推察された。

4. 新系統「S-3」の普及に向けた動き

本試験で選抜した「べにはるか」の新系統「S-3」は、本試験での選抜と並行して2019年と2020年にJA全農ちばと印旛・香取農業事務所が展示圃を設置し、本試験で取り組んだ現地圃場以外の圃場においても「S-3」の外観品質が概ね優れることが確認された。2021年に原種として配付を開始し、2022年1月からJA全農ちばから各JAを通じて県内の生産者に本格的に供給が開始される予定である。また、今後、産地に「S-3」が広く普及することで高単価なA品が増加し、生産者の所得向上につながるだけでなく、細長い塊根や曲がった塊根が少なくなることで箱詰めや袋詰め等の出荷調製の作業効率が向上することが期待される。

V 謝 辞

本研究の成果の一部はJA全農ちばの委託研究「べにはるか」のウイルスフリー化に伴う形質変化および地域適応

性」によって得られたものである。また、実施にあたり、現地試験の設置において育苗作業から圃場管理、評価、優良母本の選抜にご協力いただいた、ちばさつまいも研究会の生産者の皆様、現地検討会での評価にご協力いただいたかとり農業協同組合、(公社)千葉県園芸協会、印旛農業事務所改良普及課、香取農業事務所改良普及課のサツマイモ担当者の皆様、ウイルスフリー管理用温室での系統の維持をしていただいた野菜研究室の皆様にご厚意を表す。

VI 摘要

従来の系統「07-5」よりも塊根の形状が優れる「べにはるか」のウイルスフリー系統「S-3」を塊根長に着目して選抜した。「S-3」の立枯病抵抗性は“やや弱”，つる割病抵抗性は“強”であり、現行系統「07-5」と同程度である。2018年から2020年の現地試験の結果、年次や圃場に関係なく「S-3」は「07-5」よりも優れた外観を示した。特性調査の結果、「S-3」は「07-5」と比較して、初期生育及び総いも重、平均塊根1個重、株当たり塊根数が同程度であり、塊根の着生や肥大に差はみられなかった。一方で、「S-3」では、塊根長が短いことで「細長い」や「曲がり」といった障害の発生が少なくA品重が重かった。このことから、培養系統の選抜によって塊根長の改良が可能であることが明らかとなった。今後、「S-3」の産地への導入によって千葉県産「べにはるか」の品質向上が期待される。

VII 引用文献

安藤利夫・飯嶋直人・家壽多正樹 (2021) 長期貯蔵における焼きいも食味関連成分の変化を踏まえたサツマイモ「べにはるか」の貯蔵温度管理. 千葉農林総研報 13: 9-18.

千葉県 (2012) カンショ「べにはるか」のウイルスフリー選抜系統の特性 (試験研究成果普及情報) <https://ptlshp.rpz.pref.chiba.lg.jp/kakusy-ozoku/kairyoseika/fcard/h23/h2313.pdf> 最終アクセス 2021年8月12日.

千葉県 (2021) 千葉の園芸と農産. pp.59.

千葉県・公益社団法人千葉県園芸協会・全農千葉県本部 (2014) 千葉県園芸作物標準出荷規格 (青果物編) 平成26年3月改正. pp.33.

千葉県農林総合研究センター (2010) 千葉県におけるサツマイモの生産及び品種・種苗供給の現状と課題. 特産種苗 6: 35-37.

千葉恒夫・下長根鴻・祝迫親志・松田 明 (1982) サツマ

イモ根腐れ立枯れ及び塊根かいよう症状のクロロピクリン剤による効率的な土壌消毒法. 関東病虫研報 29: 46-48.

猪野 誠・篠原茂幸・屋敷隆士 (1985) 千葉県におけるカンショ立枯症状の発生実態と発生条件. 千葉農試研報 26: 25-37.

猪野 誠・屋敷隆士 (1994) サツマイモの生育、収量および貯蔵中の外観品質に及ぼすウイルスフリー化の効果. 千葉農試研報 35: 101-108.

岩瀬一行・坪 存・鯉淵 登・宇都木久夫・新妻芳弘 (1984) サツマイモの商品性向上に関する研究 第1報 耕種的にみた丸いも発生要因と対策. 茨城農試研報 23: 95-107.

門脇正行・西原由香・林司直・足立文彦・井藤和人・春日純子・松本真悟・安田登 (2013) 窒素施肥量がサツマイモの塊根生産の及ぼす影響. 日作紀 82(別2):170-171.

甲斐由美・境 哲文・片山健二・熊谷 亨・石黒浩二・中澤芳則・山川 理・吉永 優 (2017) サツマイモ新品種「べにはるか」の育成. 九沖農研セ報 66: 87-119.

加勇田誠・坂本真一 (1987) 食用カンショ帯状粗皮症の発生原因と対策 第1報 帯状粗皮症の接木伝染と茎頂培養苗の効果. 九州農研 49: 64.

宮本勝・横田国夫・飯田幸彦・岡野克紀・平澤秀雄 (2009) サツマイモウイルスフリー新系統「べにまさりフリー系 122」, 「べにまさりフリー系 128」, 「ベニアズマフリー系 88」の育成. 茨城農総生工研報 11: 1-8.

三好理・久保美雪・野村研 (2010) サツマイモ品種「くりまさり」ウイルスフリー系統 No.4 の育成. 日作関東支報 25: 62-63.

中谷 誠・小柳敦史・渡辺 泰・古明地通孝 (1989) サツマイモ苗の発根に及ぼす地温の影響 第2報 苗の発根最適温度並びに低地温での発根能力の品種間差異. 日作紀 58: 35-41.

岡野克紀・宮本勝・横田国夫・飯田幸彦・池田千亜紀・平澤秀雄 (2012) サツマイモウイルスフリー系統「ベニアズマフリー系 114」の育成. 茨城農総生工研報 12: 1-5.

大越一雄 (2002) サツマイモウイルスフリー苗の実用化に関する研究. 千葉農総研特報 1: 61-125.

佐々木修・西原英典・津曲雄治・下田代智英 (2004) カンショの塊根の肥大と形状の成立要因—塊根形状の異なる2品種の比較—. 日作紀 73:65-70.

志賀敏夫・坂本 敏・安藤隆夫・石川博美・加藤眞次郎・竹股知久・梅原正道 (1985) かんしょ新品種「ベニアズマ」について. 農研センター研報 3: 73-84.

- 鈴木健 (2002) RT-PCR を用いたサツマイモ斑紋モザイクウイルスの検出方法. 千葉農総研研報 1: 109-116.
- 高野幸成・雨宮昭彦・猪野 誠 (2006) ウイルスフリー化処理によるサツマイモ立枯病の品種抵抗性の低下. 関東病虫研報 53: 29-33.
- 高野幸成・猪野 誠 (2007) サツマイモつる割病に対する土壌汚染程度の簡易検定法の開発と実用性評価. 関東病虫研報 54: 13-17.
- 戸荻義次 (1950) 甘藷塊根形成に関する研究. 農事試験報告 68: 1-96.
- 宇都木久夫・岩瀬一行・本田宏一・小坪和男・石川 実 (1984) サツマイモの商品性向上に関する研究 第2報 土壌肥料的にみた丸いも発生要因と対策. 茨城農試研報 23: 109-121.
- 横田国夫・飯田幸彦・桐原俊明・樫村英一・須賀立夫 (2002) サツマイモ品種「ベニアズマ」のウイルスフリー系統「B-27」. 茨城農総生工研研報 5 :53-59.
- 吉永 優・山川 理 (1992) かんしょ蒸しいもにおける Brix の測定法. 九州農研 54: 49.

Selection of Well-shaped New Virus-Free Line “S-3” from Sweet Potato Cultivar “Beniharuka”

Masahiro YAMASHITA*, Sou TAMURA^{†1}, Shunsuke KOUGO^{†2},
Masanobu FUKAMI, Tomoyuki KUSAKAWA and Toshio ANDO

Key words: sweet potato, Beniharuka, virus-free seeding, selection

Summary

We selected the new “S-3” virus-free line, which had better shapes than the traditional “07-5” line based on the length of storage root from the sweet potato cultivar “Beniharuka.” “S-3” had a somewhat low resistance to sweet potato soil rot disease and a high resistance to sweet potato stem rot disease. These were the same resistance levels as seen in “07-5.” “S-3” storage roots also had a better appearance than “07-5” in local fields in 2018 - 2020. In our test plots, we found no difference between “S-3” and “07-5” as to average number of storage roots per plant or average weight of storage root. On the other hand, the salable yield was higher for “S-3” due to fewer long or curved storage roots. Improvement of the length of storage roots is therefore possible by selecting virus-free lines.

* Rice Paddy, Upland Farming and Horticulture Institute, Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center;1285, One, Katori, Chiba 287-0026, Japan.

^{†1} Present address: Chiba Prefectural Agricultural College

^{†2}Chiba Prefectural Headquarters, National Federation of Agricultural Cooperative Associations