Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2024-06-30

多様な遺伝資源を利用したバレイショ新規品種の創成に関する研究

森，元幸

(Degree)
博士（農学）

(Date of Degree)
2009-09-04

(Date of Publication)
2010-05-11

(Resource Type)
doctoral thesis

(Report Number)
乙3073

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2003073

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。

氏　　名	森　元幸
博士の専攻分野の名称	博士（農学）
学 位 記 番 号	博ろ第3073号
学位授与の 要 件	学位規則第5条第2項該当
学位授与の 日 付	平成21年9月4日

【 学位論文題目 】

多様な遺伝資源を利用したバレイショ新規品種の創成に関する研究

審 査 委 員

主 査　教 授　保坂　和良
　　教 授　伊藤　一幸
　　教 授　石井　尊生

（別紙様式３）

論 文 内 容 の 要 旨

氏　名　　森　元幸

論文題目（外国語の場合は，その和訳を併記すること。）

多様な遺伝資源を利用したバレイショ新規品種の創成に関する研究

第１章では、バレイショ（*Solanum tuberosum* L.）の起原や歴史、我が国における生産と消費動向、およびバレイショ育種の現状について概説し、バレイショ育種における課題の抽出を試みた。バレイショは、アンデス山脈の中央高原地帯にあるチチカカ湖周辺で、少なくとも 7,000 年前から栽培され、スペイン人が新大陸でバレイショを初めて目にしてから 70 年たらずの慶長年間に日本へ伝来した。現在、国民一人当りの年間消費量は 1990 年以降は 17～18 kg で推移しているとは言え、主力品種は、1908 年に導入された「男爵薯」と 1917 年に導入された「メークイン」で、一般には「丸ければ男爵薯、長ければメークイン」の認識が浸透している。この２品種以外は、単に無名のバレイショとして扱われることが多く、数多くの新品種が２大品種の壁に敗れている。そこでバレイショ育種における第１の課題は、多様化した消費者の需要に対して用途を提示し、既存イメージを打ち壊すことのできるほどの品種を創出することであると考えられる。一方、近年ジャガイモシストセンチュウによる被害が深刻な問題となっており、全国の発生面積は１万 ha に達しさらに増加傾向にある。そこでバレイショ育種における第２の課題は効率良くシストセンチュウ抵抗性品種を育成するための育種母本の育成であると考えられる。これらの課題に対応するためには、我が国が保有する遺伝資源に十分な遺伝的変異を有していることが肝要である。

第２章では、最も簡便な DNA 多型の検出方法である Random amplified polymorphic DNA（RAPD）法を利用し、1992 年までに育成された農林３号を除くすべての命名登録品種 36 品種を含め、73 の品種・系統の遺伝的多様性を明らかにしようと試みた。31 プライマーから検出された 84 本の RAPD バンドによって 73 の供試品種・系統のうち 67 を他と明確に識別することができた。さらに、命名登録品種に限れば、５プライマーの 15 バンドですべてを識別することができた。識別できなかったのは、異名同系統と考えられる在来品種の一群、および親品種とその体細胞突然変異体であった。クラスター分析によって供試品種・系統は３つに大別することができた。第１のグループは日本の育成品種や在来品種、および「男爵薯」と「ND860-2」からなっていた。第２グループは多くの育成品種や在来品種の他に、欧米品種の大半がこのグループに属していた。第３グループはアンデス原産栽培バレイショの影響を色濃く残した一群であった。したがって、我が国のバレイショは、ヨーロッパにもたらされた初期のバレイショから、「男爵薯」を基幹的な遺伝的背景としてアンデスの栽培種や野生種の遺伝質を取り込み高度に改良された品種に至るまで、全体として見ると非常に多様な遺伝子プールを形成しているものと考えられる。

第３章では、我が国で問題となっているジャガイモシストセンチュウのパソタイプ Ro1 に対して完全な抵抗性を示す、アンデス原産４倍体栽培バレイショ *S. tuberosum* ssp. *andigena* に由来する単一優性遺伝子 H_1 を効率良く付与するための育種母本の育成を行った。二重式遺伝子型（$H_1H_1h_1h_1$）品種「Hudson」と一重式遺伝子型（$H_1h_1h_1h_1$）品種「Wauseon」の子である R392 系統群について常法の育種法に従い個体選抜、系統選抜を経て実用形質に優れる 30 系統を選抜した。このうちの 12 系統について感受性品種「トヨシロ」ないし「北海 62 号」と交配し、実生幼苗を用いて抵抗性の有無を調査した。この結果、「R392-50」を親系統とすると 97.6％が抵抗性を示したことから、「R392-50」は三重式遺伝子型（$H_1H_1H_1h_1$）と考えられた。三重式遺伝子型個体を片親として用いると，その後代において少なくとも 96.4％の高頻度で抵抗性個体の出現

が期待されるため、実生世代でのセンチュウ抵抗性検定を省略し、生産力検定予備試験終了後に抵抗性の確認の検定を行うのみで実用上十分となり、多くの抵抗性品種の育成に寄与することができた。

第4章では、アンデス原産2倍体栽培種の独特な食味と風味を残しつつ、日本のような長日日長条件でも栽培できるような品種育成を行った。橙黄肉色の2倍体雑種系統「P10173-5」と、長日適応性に優れ塊茎形成能力が高い「W822229-5」を交雑し、日本で初めての2倍体品種である「インカのめざめ」を育成することができた。4倍体普通品種に比べ収量は劣り、塊茎の休眠が短く貯蔵性に劣るが、その橙黄肉色と独特の良食味を持つため、消費の現場において「男爵薯」を超えうる画期的な品種であると考えられた。

第5章では、新規の需要を創出して国産バレイショの振興を図ることを目的とし、栽培・生産側ではなく積極的な販売・消費側を意識し肉色が呈色する有色バレイショの育成を試みた。紫皮白肉の北海道在来品種「根室紫」の自然結果種子に由来する系統と、*S. tuberosum* ssp. *andigena*「553-4」との交雑に由来する系統より、紫皮で紫肉の「インカパープル」と、赤皮で赤肉の「インカレッド」を育成することができた。「インカパープル」は、アントシアニン色素を生イモ100 g当たり平均174 mgを含有し、「インカレッド」は179 mgを含有していた。栽培特性は劣るが、色彩という面で新規な食材であるばかりでなく、アントシアニン色素による抗酸化力や抗インフルエンザウイルス活性などの高い機能性を有しており、需要の拡大に貢献できるものと考えられる。

第6章では、より栽培特性や色素含量を向上させた第2世代の有色バレイショの育成を試みた。前章と同様に紫皮白肉の在来品種「根室紫」の自然結果種子に由来する系統を元に、ジャガイモシストセンチュウ抵抗性を有し実用性の優れる白肉系統を交配し、さらに中早生でジャガイモシストセンチュウ抵抗性と油加工適性を有する系統を交配することにより、紫肉色でジャガイモシストセンチュウ抵抗性を持ち、かつ収量性も優れる「キタムラサキ」を育成した。さらに「キタムラサキ」の放任受粉による後代から赤肉で栽培しやすくジャガイモシストセンチュウ抵抗性を持つ「ノーザンルビー」、およびジャガイモシストセンチュウ抵抗性は有しないが有意にアントシアニン含量の高い濃紫肉の「シャドークイーン」を育成した。「シャドークイーン」の生イモ100 g当たりアントシアニン色素含量は740 mgで、色素原料用サツマイモ「アヤムラサキ」の730 mgと同等水準にあったが、「色価」は8.79 u/gで、「アヤムラサキ」の色価（83.27 u/g）に比べ1/10程度であり、天然色素原料としての利用は困難と考えられた。

第7章では、本研究で育成した有色バレイショ品種も併せ、皮に着色のある28品種・系統についてアントシアニン色素の量と種類から特徴付けを試みた。紫色素系品種では、100 gの生イモ当たりアントシアニン含有量は在来品種「根室紫」の42 mgから始まり、「インカパープル」の212 mg、「キタムラサキ」の244 mg、そして「シャドークイーン」の816 mgへと増加し、実に19.4倍の増加を示した。一方、赤色素系品種は*S. tuberosum* ssp. *andigena*「553-4」系統の15 mgに始まり、「インカレッド」の130 mg、「ノーザンルビー」の195 mgと増加した。したがって、アントシアン色素の量はポリジーンによって支配されているものと考えられる。

HPLC分析の各ピークの占める割合を元に、供試品種・系統は赤系皮色を持つA－D型と、紫系皮色を持ちペタニン色素を主成分とするE型の5つに類別することができた。D型に属する「アンデス赤」のプロトクローン変異体として出現した「ジャガキッズレッド」と「ジャガキッズパープル」が、それぞれA型とE型に分類されたことから、極めて少数の遺伝子変異により異なる皮色変異が生じていると考えられた。

第8章では、以上の研究結果をとりまとめ総合的に考察した。「インカのめざめ」は先進国としては初めての2倍体品種であり、有色バレイショ品種群も肉色に対して選抜を行い品種となった初めての例で、多様な育種素材を用いることによってこそ様々な新規品種を創成できたことを述べ、世界に先駆け、味や色素、あるいは食品としての機能性を向上させるために遺伝資源が有効に使われたことを示した。また、我が国のバレイショ栽培面積が漸減する中で、本研究で育成された品種は着実に栽培面積を伸ばしていることから、第1章で掲げた課題をある程度解決できたものと考えられる。しかし、個性的で一芸に秀でた品種や一目で分かる区別性のある品種は、新しい需要を切り開き食生活を豊かにするものの、汎用性がなければ栽培面積の拡大は困難である。特殊性と用途適性を向上させつつ、汎用性と安定性を拡大したバランスに優れる品種群を開発することが今後ますます必要とされるであろう。

（別紙１）　　論文審査の結果の要旨

氏名	森　元幸		
論文題目	多様な遺伝資源を利用したバレイショ新規品種の創成に関する研究		
審査委員	区　分	職　名	氏　　名
	主　査	教授	保坂　和良
	副　査	教授	伊藤　一幸
	副　査	教授	石井　尊生
	副　査		印
	副　査		印

要　　旨

本論文は８章より構成されている。
第１章では、バレイショ（*Solanum tuberosum* L.）の起原や歴史、我が国における生産と消費動向、およびバレイショ育種の現状について概説し、バレイショ育種における課題の抽出を試みている。バレイショは、アンデス山脈の中央高原地帯にあるチチカカ湖周辺で、少なくとも 7000 年前から栽培され、スペイン人が新大陸でバレイショを初めて目にしてから 70 年たらずの慶長年間に日本へ伝来した。現在、国民一人当りの年間消費量は 1990 年以降は 17～18 kg で推移しているとは言え、主力品種は、1908 年に導入された「男爵薯」と 1917 年に導入された「メークイン」で、一般には「丸ければ男爵薯、長ければメークイン」の認識が浸透している。この２品種以外は、単に無名のバレイショとして扱われることが多く、数多くの新品種が２大品種の壁に敗れている。そこでバレイショ育種における第１の課題は、多様化した消費者の需要に対して用途を提示し、既存イメージを打ち壊すことのできるほどの品種を創出することであると考えられる。一方、近年ジャガイモシストセンチュウによる被害が深刻な問題となっており、全国の発生面積は１万 ha に達しさらに増加傾向にある。そこでバレイショ育種における第２の課題は効率良くシストセンチュウ抵抗性品種を育成するための育種母本の育成であると考えられる。これらの課題に対応するためには、我が国が保有する遺伝資源に十分な遺伝的多様性を有していることが肝要であると述べている。

そこで第２章では、最も簡便な DNA 多型の検出方法である Random amplified polymorphic DNA（RAPD）法を利用し、1992 年までに育成された農林３号を除くすべての命名登録品種 36 品種を含め、73 の品種・系統の遺伝的多様性を明らかにしようと試みた。31 プライマーから検出された 84 本の RAPD バンドによって 73 の供試品種・系統のうち 67 を他と明確に識別することができた。さらに、命名登録品種に限れば、５プライマーの 15 バンドですべてを識別することができた。識別できなかったのは、異名同系統と考えられる在来品種の一群、および親品種とその体細胞突然変異体であった。クラスター分析によって供試品種・系統は３つに大別することができた。第１のグループは日本の育成品種や在来品種、および「男爵薯」と「ND860-2」からなっていた。第２グループは多くの育成品種や在来品種の他に、欧米品種の大半がこのグループに属していた。第３グループはアンデス原産栽培バレイショの影響を色濃く残した一群であった。したがって、我が国のバレイショは、ヨーロッパにもたらされた初期のバレイショから、「男爵薯」を基幹的な遺伝的背景としてアンデスの栽培種や野生種の遺伝質を取り込み高度に改良された品種に至るまで、全体として見ると非常に多様な遺伝子プールを形成していることを明らかにした。

第３章では、我が国で問題となっているジャガイモシストセンチュウのパソタイプ Ro1 に対して完全な抵抗性を示す単一優性遺伝子 H_1 を効率良く付与するための育種母本の育成を行った。二重式遺伝子型（$H_1H_1h_1h_1$）品種「Hudson」と一重式遺伝子型（$H_1h_1h_1h_1$）品種「Wauseon」の子である R392 系統群について常法の育種法に従い個体選抜、系統選抜を経て実用形質に優れる 30 系統を選抜した。このうちの 12 系統について感受性品種「トヨシロ」ないし「北海 62 号」と交配し、実生幼苗を用いて抵抗性の有無を調査した。この結果、「R392-50」を親系統とすると 97.6%が抵抗性を示したことから、「R392-50」は三重式遺伝子型（$H_1H_1H_1h_1$）と考えられた。三重式遺伝子型個体を片親として用いると，その後代において少なくとも 96.4%の高頻度で抵抗性個体の出現が期待されるため、実生世代でのセンチュウ抵抗性検定を省略し、生産力検定予備試験終了後に抵抗性の確認を行うのみで実用上十分となり、多くの抵抗性品種の育成に寄与したことが述べられている。

氏名	森　元幸

第４章では、アンデス原産栽培２倍種の独特な食味と風味を残しつつ、日本のような長日日長条件でも栽培できるような品種育成を行った。橙黄肉色の２倍体雑種系統「P10173-5」と、長日適応性に優れ塊茎形成能力が高い「W822229-5」を交雑し、日本で初めての２倍体品種である「インカのめざめ」を育成することができた。４倍体普通品種に比べ収量は劣り、塊茎の休眠が短く貯蔵性に劣るが、その橙黄肉色と独特の良食味を持つため、消費の現場において「男爵薯」を超えうる画期的な品種を育成したことが述べられている。

第５章では、新規の需要を創出して国産バレイショの振興を図ることを目的とし、栽培・生産側ではなく積極的な販売・消費側を意識し肉色が呈色する有色バレイショの育成を試みた。紫皮白肉の北海道在来品種「根室紫」の自然結果種子に由来する系統と、*S. tuberosum* ssp. *andigena*「553-4」との交雑に由来する系統より、紫皮で紫肉の「インカパープル」と、赤皮で赤肉の「インカレッド」を育成することができた。「インカパープル」は、アントシアニン色素を生イモ１g 当たり平均 1.74 mg を含有し、「インカレッド」は 1.79 mg を含有していた。栽培特性は劣るが、色彩という面で新規な食材であるばかりでなく、アントシアニン色素による抗酸化力や抗インフルエンザウイルス活性などの高い機能性を有しており、需要の拡大に貢献できるものと考えられた。

第６章では、より栽培特性や色素含量を向上させた第二世代の有色バレイショの育成を試みた。前章と同様に紫皮白肉の在来品種「根室紫」の自然結果種子に由来する系統を元に、ジャガイモシストセンチュウ抵抗性を有し実用性の優れる白肉系統を交配し、さらに中早生でジャガイモシストセンチュウ抵抗性と油加工適性を有する系統を交配することにより、紫肉色でジャガイモシストセンチュウ抵抗性を持ち、かつ収量性も優れる「キタムラサキ」を育成した。さらに「キタムラサキ」の放任受粉による後代から赤肉で栽培しやすくジャガイモシストセンチュウ抵抗性を持つ「ノーザンルビー」、およびジャガイモシストセンチュウ抵抗性は有しないが有意にアントシアニン含量の高い濃紫肉の「シャドークイーン」を育成した。「シャドークイーン」の生イモ１g 当たりアントシアニン色素含量は 7.40 mg で、色素原料用サツマイモ「アヤムラサキ」の 7.30 mg と同等水準にあったが、「色価」は 8.79 u/g で、「アヤムラサキ」の色価（83.27 u/g）に比べ 1/10 程度であり、天然色素原料としての利用は困難と考えられた。

第７章では、皮に着色のある 28 品種・系統についてアントシアニン色素の量と種類から特徴付けを試みた。紫色素系品種では、100 g の生イモ当たりアントシアニン含有量は在来品種「根室紫」の 42 mg から始まり、「インカパープル」の 212 mg、「キタムラサキ」の 244 mg、そして「シャドークイーン」の 816 mg へと増加し、実に 19.4 倍の増加を示した。一方、赤色素系品種は *S. tuberosum* ssp. *andigena*「553-4」系統の 15 mg に始まり、「インカレッド」の 130 mg、「ノーザンルビー」の 195 mg と増加した。したがって、アントシアン色素の量はポリジーンによって支配されているものと考えられた。HPLC 分析の各ピークの占める割合を元に、供試品種・系統は赤系皮色を持つ A～D 型と、紫系皮色を持ちペタニン色素を主成分とする E 型の５つに類別することができた。D 型に属する「アンデス赤」のプロトクローン変異体として出現した「ジャガキッズレッド」と「ジャガキッズパープル」が、それぞれ A 型と E 型に分類されたことから、極めて少数の遺伝子変異により異なる皮色変異が生じていると考えられた。

第８章では、以上の研究結果をとりまとめ総合的に考察している。「インカのめざめ」は先進国としては初めての２倍体品種であり、有色バレイショ品種群も肉色に対して選抜を行い品種となった初めての例で、多様な育種素材を用いることによってこそさまざまな新規品種を創成できたことを述べ、世界に先駆け、味や色素、あるいは食品としての機能性を向上させるために遺伝資源が有効に使われたことを示した。また、我が国のバレイショ栽培面積が漸減する中で、本研究で育成された品種は着実に栽培面積を伸ばしていることから、第１章で掲げた課題をある程度解決できたものと考えられた。しかし、個性的で一芸に秀でた品種や一目で分かる区別性のある品種は、新しい需要を切り開き食生活を豊かにするものの、汎用性がなければ栽培面積の拡大は困難である。特殊性と用途適性を向上させつつ、汎用性と安定性を拡大したバランスに優れる品種群を開発することが今後ますます必要とされるであろうと結ばれている。

以上のように、本研究は、我が国のバレイショ育種における２つの課題に対して実証的に解決するため「R392-50」、「インカのめざめ」、「インカパープル」、「インカレッド」、「キタムラサキ」、「ノーザンルビー」および「シャドークイーン」を育成し、バレイショ産業界に多大な貢献をした価値ある集積と認める。よって、学位申請者の森元幸は、博士（農学）の学位を得る資格があると認める。