

先導プロジェクトにおけるジャガイモシロシストセンチュウ抵抗性品種の開発



国立研究開発法人 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 寒地畑作研究領域 主任研究員

あさの けんじ
浅野 賢治

1 プロジェクトの背景

平成27年に北海道内の一部の圃場において、日本で初めてジャガイモシロシストセンチュウ (*Globodera pallida*、以下Gp) の発生が確認された。令和3年の5月時点で1市3町の圃場での発生履歴があり、そのうち1町では防除終了となるも、1市2町では現在も植物防疫法に基づく緊急防除が実施されている。緊急防除では、Gp密度を検出限界以下まで低減させるためにGp密度低減効果のある捕獲作物の栽培等が行われている。発生地域ではバレイショは、秋まきコムギ、テンサイと共に輪作体系上の基幹作物として位置付けられており、緊急防除終了圃場でのバレイショ栽培再開の要望は高い。令和2年4月23日付け農林水産省消費・安全局長通知の「ジャガイモシロシストセンチュウ再発防止対策指導要領」では、Gp検出限界以下圃場においてナス科植物の栽培を行う場合には「Gpに対して相当の抵抗性を有していると認められる品種を選択すること」としており、緊急防除終了後のバレイショ作付再開には抵抗性品種の開発が不可欠である。そこで、農林水産省の革新的技術開発・緊急展開事業（うち先導プロジェクト）の「北海道畑作で新たに発生が認められた難防除病害虫

ジャガイモシロシストセンチュウおよびビート西部萎黄ウイルスに対する抵抗性品種育成のための先導的技術開発」（平成28～令和2年度）において、Gp抵抗性品種の開発に取り組んできた。なお本プロジェクトではGp抵抗性品種の開発の他、テンサイの重要病害であるビート黄葉ウイルス抵抗性（プロジェクト開始時はビート西部萎黄ウイルスとされたが後にビート黄葉ウイルスと変更された）に関する研究も行われたが、本原稿ではGp抵抗性品種の開発についてのみ解説する。

2 プロジェクトの構成

本プロジェクトでは、プロジェクト終了までに既存品種並みの収量性を有し、栽培によりGp密度を低減させられる品種を開発することを目標とした。また、発生地域ではジャガイモシロシストセンチュウ (*G. rostochiensis*、以下Gr) も同じ圃場で発生していることからGr抵抗性も併せ持つ品種開発を目指した。発生地域で最も主要な用途であるでん粉原料用品種の開発を最優先とし、それ以外の用途の産地にも発生が拡大した際の対策として生食用、業務加工用、ポテトチップス用、暖地二期作向けなどの各用途の抵抗性品種開発に繋がる抵抗

性系統の選抜も進めた。本プロジェクトは農研機構北海道農業研究センターを代表機関とし、道総研北見農業試験場、長崎県農林技術開発センター、ホクレン農業総合研究所、カルビーポテト株式会社といった国内の主要な育種機関が参画し、一丸となって抵抗性品種開発に取り組んできた。各機関はそれぞれ得意とする用途が異なることから、北海道農業研究センター単独で全用途の抵抗性品種開発を進めるよりも効率的に各用途の抵抗性品種が育成出来ることを期待した。また、一機関では評価出来る材料の数に限りがあるがより多くの機関が参加することでより多くの材料の評価を可能とし、優れた品種が開発される可能性を高めることも狙ったものである。

本プロジェクトのうちGp抵抗性品種開発に関する課題は1) Gp抵抗性バレイショの検定および密度低減効果の評価、2) Gp抵抗性バレイショ遺伝資源を利用した優良抵抗性品種・系統の開発、3) 有望バレイショ系統の現地適応性の検証の3つの小課題で構成された。次に小課題毎の研究実施内容と代表的な成果について紹介する。

3 Gp抵抗性検定及び密度低減効果の検証

本小課題1では、各機関が開発する抵抗性系統の抵抗性検定を行うことを目的とした。また、開発品種の栽培によりGp密度を低減させられることが重要な目標の一つであることから、特に有望な系統についてはGp密度低減効果の検証も行った。

HI遺伝子によりほぼ完全な抵抗性を付与出来るGrに対する抵抗性とは異なり、

Gp抵抗性では完全にシスト形成を抑制する場合は少なく、定量的な抵抗性評価が必要となる⁽¹⁾。プロジェクト開始時には国内ではGp抵抗性評価法は確立されておらず、始めに評価法の確立に取り組んだ。ヨーロッパでの抵抗性評価法はヨーロッパ地中海地域植物防疫機構（EPPO）によって詳細に定められており⁽²⁾、その手法を参考にした。EPPOの定める抵抗性評価法ではシストが多く着生するデジレーを感受性の標準品種として利用するが、日本ではデジレーは商業栽培されていないためデジレーの健全種イモを安定的に確保するのは困難である。そこで、国内で入手が容易な21品種に対してGpを接種し、デジレーと同程度にシスト形成が見られる品種を調査した。その結果、パールスターチやさんじゅう丸などでデジレーと同程度のシスト着生が見られたことから、これらの品種を標準品種として選定した。この他にも栽培温度、接種するGp量、用いる土壌などの条件を検討しGp抵抗性検定方法を確立し、「バレイショのジャガイモシロシストセンチウ抵抗性検定マニュアル」として公開することが出来た⁽³⁾。確立した抵抗性検定方法は各機関が育成した系統からの抵抗性系統の選抜に活用している。また、本プロジェクトで選抜した「フリア」について、Gp発生圃場での圃場試験や発生圃場の土壌を用いたポット試験を行った。その結果、圃場試験とポット試験のいずれでも「フリア」の栽培によりGp密度が低減されることを明らかにした（図1）。

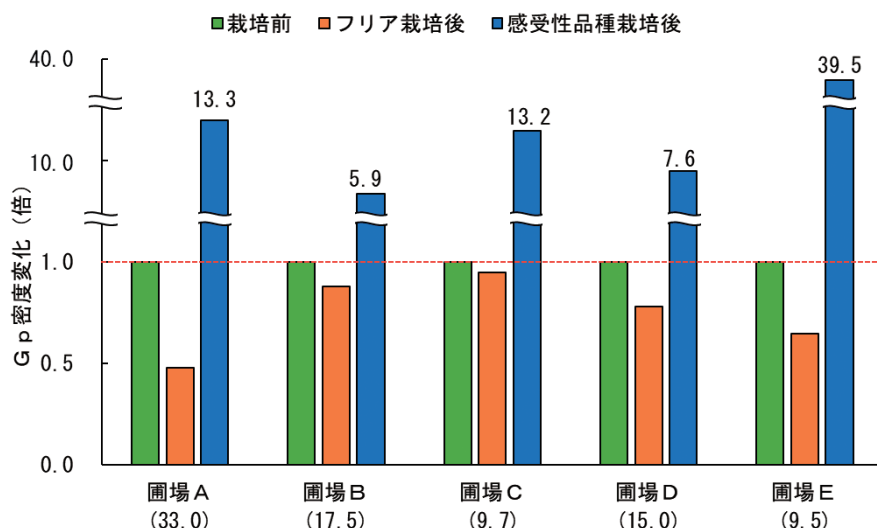


図1 フリアのGp密度低減効果

Gp初期密度が異なる5圃場の土壌でのポット試験の結果。

括弧内の数字は初期密度を示す。栽培前のGp密度を1とし、栽培後に何倍になったかを示す。赤破線は1を示す。

4 Gp抵抗性バレイシヨ遺伝資源を利用した優良抵抗性品種・系統の開発

本小課題2ではGp抵抗性とGr抵抗性を併せ持つ品種候補の選抜と将来品種開発に繋がる有望系統の開発を目的とした。本小課題で選抜した品種候補について、前述の小課題1で抵抗性や密度低減効果、後述の小課題3で発生地域での適応性評価や栽培法の開発を行った。

交配から抵抗性品種の開発を行った場合、10年以上の年月が必要となる。そこで迅速な抵抗性でん粉原料用品種開発を求めるニーズに対応するために、既存品種や海外から導入された品種、保存していた遺伝資源などの中からの候補品種の選抜を最優先し、複数の材料について圃場での栽培特性、収量性などを評価すると共に抵抗性の評価を行った。しかしながら、でん粉原料用の主要品種であった「コナフブキ」に比べて収量性が極めて低いか、収量性が優れる材料でもGp抵抗性がなく多くの材料が

淘汰された。その中で「フリア」、「イリダ」、「G06SC278.004」が収量性と抵抗性を併せ持ち、有望な材料として選抜された。この3品種について、北海道農業研究センターで生産力検定試験を行うと共に、小課題3においてオホーツク地域での適応性を複数年評価した。その結果、最終的に「フリア」を最も優れたでん粉原料用Gp抵抗性品種として選抜した(図2)。

また、様々な用途向けの国内育成品種の開発に繋がる抵抗性系統の開発を各参加機関において進めてきた。抵抗性遺伝資源として $GpaIV_{adg}^s$ をもつEdenや12601ab1、 $Gpa5$ と $Gpa6$ をもつInnovatorなどを片親とし、各機関の有する材料を交配することで国内にGp抵抗性の導入を図っている。選抜を効率化するために $GpaIV_{adg}^s$ と $Gpa5$ に加え、 $H1$ の3マーカーの有無を一回のPCRで判定できる同時検出技術を開発し選抜に活用している⁽⁴⁾。これまでに業務加工用の北海112号を始め、でん粉原料用



図2 フリアの草姿と塊茎。草姿写真は左から2畦ずつ「コナヒメ」、「フリア」、「コナフブキ」

や暖地二期作向け、ポテトチップス用でも有望系統を選抜し、現在も品種化に向けた試験を継続している。

5 有望バレイショ系統の現地適応性の検証

本小課題3では小課題2で選抜した有望系統について、実際の普及対象地域となるオホーツク地域での適応性評価を行うことを目的とした。また、特に有望な系統についてはスムーズな現場への普及を目指し、

栽培法の開発も行った。最初は訓子府町にある北見農試と斜里町の2箇所で、途中から網走市が加わり3箇所で試験を行った。本小課題でも小課題2同様に複数の系統の評価を行い、最終的に「フリア」をこの地域での普及に適したでん粉原料用品種であると判断した。しかしながら栽培試験の過程で、「フリア」には小玉で低でん粉価であると言う欠点が明らかとなった。栽培法での低でん粉価の改善は困難であること、小玉は野良イモ化に繋がることから、株間

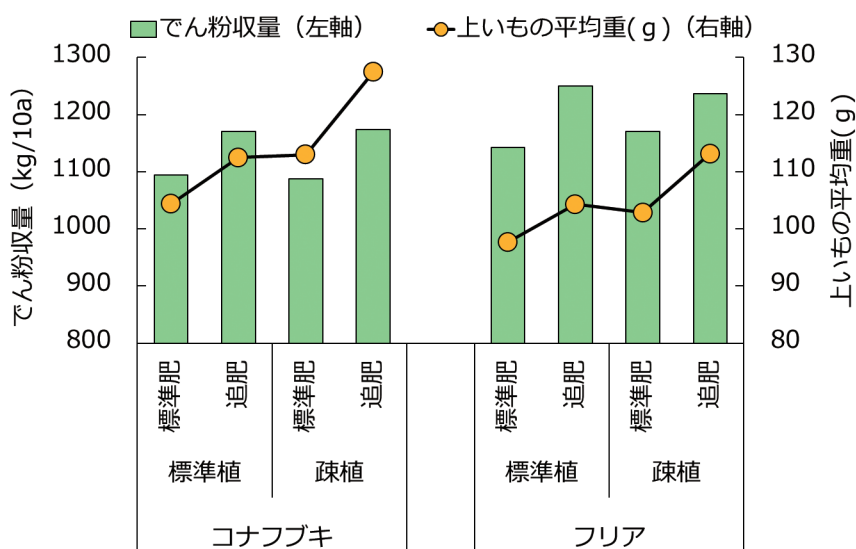


図3 フリアの栽植密度および施肥量に対する反応（北見農試での試験）

栽植密度は、標準植：株間30cm（4,444株/10a）、疎植：株間36cm（3,704株/10a）。施肥法は、標準肥：窒素8.0、リン酸20.0、カリ14.0kg/10aを基肥で条作施用。追肥：開花期に硫安で窒素4.0kg/10a相当を畦上から散播した。

と施肥法を組み合わせた栽培によって小玉の改善に取り組んだ。小玉の改善を狙い、疎植と基肥増肥もしくは開花期追肥による窒素増肥の試験を3か年実施した。試験地によって株間や施肥量は異なるものの、いずれの試験地でも通常より疎植にし、基肥増肥もしくは開花期追肥を行うことにより、殆どでん粉価を低下させることなく大玉化でき、「フリア」のでん粉収量を最大化出来ることを明らかにした（図3）。

6 おわりに

本プロジェクトでは、プロジェクト期間内に既存品種と同等の収量性と栽培によりGp密度を低減させられる抵抗性をもつ「フリア」を選抜することが出来た。「フリア」の詳細な特性等については、いも類振興情報146号に掲載されているので参照頂きたい。「フリア」の一般栽培は令和2年度から一部で開始し、令和3年度から本格的に普及が始まった。平成27年のGp初確認からわずか4年半と言う短期間で一般栽培が開始できたのは、非常に大きな成果であると言って良いであろう。これは欧米でのGpに関する諸研究が先行し知見が集積されていたこと、日本でも侵入を警戒し事前に研究が進められていたこと、普及を目的としてGp抵抗性品種が導入されており、その中に実用に耐える能力を持った品種があったことなど多くの幸運が重なったこともあるが、関係各所が危機感を持って連携して対応したことが大きい。しかしながら、「フリア」では小玉ででん粉価が低いことに加え、普及に伴いイモ離れの悪さという新たな欠点も明らかとなっており、「フリア」に代わる抵抗性品種を望む声が既に

出てきている。また、でん粉原料用以外の産地でもGpの発生が確認されているが、現時点では国内に「フリア」以外に実的な抵抗性品種はなく、でん粉原料用以外の品種を求める産地に向けた様々な用途の抵抗性品種開発も重要である。

先導プロジェクトの終了の後、Gp抵抗性品種の育成を目指す新たな研究プロジェクトを立案・応募し、採択を目指したが現状では実現していない。Gp抵抗性品種の開発は道半ばである。先導プロジェクトで育成を進めた材料を活用し、産地の期待に応えられる品種を各機関が連携して育成出来るよう研究資金を獲得し研究を進めたい。

謝辞

Gp抵抗性品種の開発は、農研機構生研支援センター革新的技術開発・緊急展開事業（うち先導プロジェクト）「北海道畑作で新たに発生が認められた難防除病害虫ジャガイモシロシストセンチュウおよびビート西部萎黄ウイルスに対する抵抗性品種育成のための先導的技術開発」（ID:16802900）の支援を受けて実施したものである。

引用文献

- (1) 浅野賢治ら（2017）ジャガイモシロシストセンチュウ対策に係る海外先進地事例調査報告 農研機構研究報告 北海道農業研究センター（206）, 21-48
- (2) Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes / European and Mediterranean Plant Protection

-
- Organization (OEPP/EPPO) (2006)
Testing of potato varieties to assess
resistance to *Globodera rostochiensis*
and *G. pallida*. OEPP/EPPO Bulletin
36: 419-420
- (3) 坂田至ら (2020) バレイショのジャ
ガイモシロシストセンチュウ抵抗性
検定マニュアル [https://www.naro.](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/bpmanual.pdf)
[go.jp/publicity_report/publication/
files/bpmanual.pdf](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/bpmanual.pdf)
- (4) K. Asano *et al.*, (2021) Improvement
of diagnostic markers for resistance
to *Globodera pallida* and application
for selection of resistant germplasms
in potato breeding. Breed. Sci. 71 (3),
354-364