

きよみのり（でん粉原料用）

—国産初のジャガイモシロシストセンチュウ（Gp）

抵抗性でん粉原料用新品種—

農研機構 北海道農業研究センター
寒地畑作研究領域 畑作物育種グループ 研究員

あかいこうたろう
赤井浩太郎

1. はじめに

ジャガイモシロシストセンチュウ (*Globodera pallida*; Gp) は2015年（平成27年）夏に北海道網走市で発生が初確認された重要な害虫である。Gpの生態はこれまで発生していたジャガイモシロシストセンチュウ (*G. rostchiensis*; Gr) と類似するが、Gr抵抗性を司る *H1* 遺伝子はGpに対して抵抗性を示さないという点で大きく異なる。令和7年現在では、Gpの封じ込めおよび根絶を目標として植物防疫法に基づく緊急防除が展開されており、Gpの宿主となるナス科植物の栽培禁止、土の付着した植物の地下部の移動制限、Gpが付着している恐れがあるものなどの廃棄などが行われている。これらのまん延防止策に加え、土壌燻蒸や捕獲植物の栽培によるGpの防除が実施されている。以上の対策を関係各所が協力して実施したことによりGpが検出される圃場は確実に減少しており、のべ1,236haにのぼった緊急防除対象圃場は、令和7年5月現在で25haまでに減少した。

Gpが検出限界以下まで減少した圃場については緊急防除の対象外となり、バレイシヨを含むナス科植物の栽培が可能となるが、検出限界以下でわずかに存在するGpが再増殖して顕在化する可能性を考慮し、農林水産省ではGpに対して「相当の抵抗

性」を有する品種の作付を推奨している。

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では、他のバレイシヨ育種機関や北海道、生産者団体等と協力しながら、Gpに対して抵抗性を有するバレイシヨ品種の開発を進めており、2025年春にでん粉原料用品種「きよみのり」を品種登録出願した。「きよみのり」は国産品種の中では唯一のでん粉原料用のGp抵抗性品種であり（育成当時）、緊急防除終了後の圃場で栽培することが可能である。

2. 育成の経過

「きよみのり」は「G05SC266.006（のちのフリア）」を母、でん粉重に優れる「サクラフブキ」を父として交配し、得られた集団から選抜された系統である（図1）。交配は2016年であり、Gp発生確認後翌年に交配され、同年冬に実生集団として展開された。同年の同交配組み合わせからは

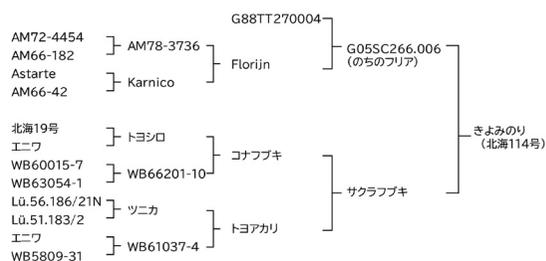


図1 「きよみのり」の系譜図

707粒の真正種子が得られたが、実際に展開されたのは364粒である。ここから182個体が選抜され、翌2017年に圃場での個体二次選抜試験に供試した。個体二次選抜試験では182系統から12系統が選抜され、翌2018年の系統選抜試験でさらに3系統まで選抜が進められた。2019年の生産力検定予備試験において、収量性が優れる「16058-2」が選抜され、のちに「勝系54号」として北海道系統適応性検定に供試、「北海114号」の名前で北海道優良品種決定調査に供された。Gp抵抗性検定は2020年より供試し、親品種である「フリア」と同等以上の抵抗性を示す系統として選抜された。

Gp抵抗性については、DNA マーカー情報から、「G05SC266.006 (フリア)」が有する *Gpa5* 遺伝子、*Gpa6* 遺伝子を遺伝していると推定され、「G05SC266.006 (フリア)」と同様のGp抵抗性を有すると考えられる。一方で、「サクラフブキ」が有するPVY抵抗性遺伝子 *Ry_{chc}* は有していない。

上述の通り、「きよみのり」は実用的な収量性を示すGp抵抗性でん粉原料用品種の育成を目指して開発が進められた。「G05SC266.006 (フリア)」はGermicopa社が育成した品種で、当時、海外系統としては最も強いGp抵抗性を示し、でん粉原料用主力品種「コナフブキ」と同等のでん粉収量を示したことから、国産品種開発までの間に普及する品種として選抜された。この一連の流れは本誌149巻に詳しく掲載されている。

「きよみのり」は「G05SC266.006 (フリア)」が小玉ででん粉価がそれほど高くないことから、大玉ででん粉価が高い「サクラフブキ」を親とすることで、これらの

欠点を改良することを狙って選抜を進めた。

「フリア」をはじめとしたヨーロッパ品種は、北海道よりも遅い時期の栽培に適応しているため、夏の短い北海道では、収量の伸びやでん粉価の向上が遅いものが多く見られる。「サクラフブキ」がでん粉原料用品種の中でも熟期が遅いこともあり、「きよみのり」の熟期は現在のでん粉原料用主力品種である「コナヒメ」よりも2週間以上遅いものとなっている。2016年の実生展開時には、生育期間の短い冬の栽培試験のため多くが十分に塊茎形成せず、約半数の個体が淘汰されたが、結果として集団の展開初期の早期肥大性に関する強い選抜として作用し、北海道の夏でも十分な収量性を発揮する系統が得られた。一方で、一般的なバレイショ育種において、個体二次選抜供試系統が182というのはかなり少なく、多少の欠点を残すにしても品種化できるレベルの系統を選抜できたのは幸運であった。

Gp抵抗性の選抜にあたっては、北農研線虫害グループ(当時)で確立された抵抗性検定法による評価を行い、兄弟間で最もGp抵抗性が強い系統を選抜したが、Gp抵抗性検定は供試点数に限られるうえに供試可能になったのは選抜後期である。そのような中でも「フリア」と同等のGp抵抗性を選抜できたのも、やはり幸運であったと言える。

3. 特性の概要

(1) 生態的特性

枯ちょう期は「コナヒメ」よりも2週間以上遅い“かなり晩生”で、「フリア」より

も遅い。株あたり上いも数は「コナヒメ」および「フリア」よりも多い。上いも平均重は「コナヒメ」よりも軽く、「フリア」よりも重い。上いも収量は「コナヒメ」お

よび「フリア」よりも重く、でん粉価は「コナヒメ」並であるため、でん粉収量は「コナヒメ」比102~130%、「フリア」比129~148%と多収となる（表1）。

表1 「きよみのり」の収量成績

| 試験場所 | 品種名 | 試験年次 | 枯ちよう期* (月.日) | 茎長 (cm) | 上いも (>20g) | | | | | でん粉 | | | |
|----------------|-------|------|-----------------|------------|--------------|------------|---------------|--------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| | | | | | いも数 (個/株) | 平均重 (g) | 重 (kg/10a) | コナヒメ比 (%) | フリア比 (%) | 価 (%) | 重 (kg/10a) | コナヒメ比 (%) | フリア比 (%) |
| 北農研 (芽室町) | きよみのり | 2021 | 10/13 | 85 | 21.0 | 85 | 8.002 | 142 | 131 | 14.0 | 996 | 108 | 133 |
| | コナヒメ | ~ | 9/30 | 85 | 14.0 | 91 | 5.628 | 100 | 92 | 18.0 | 924 | 100 | 123 |
| | フリア | 2024 | 9/28 | 65 | 18.0 | 79 | 6.110 | 109 | 100 | 13.0 | 750 | 81 | 100 |
| 北見農試 (訓子府町) | きよみのり | 2022 | 10/12 | 94 | 18.0 | 93 | 7.195 | 117 | 108 | 19.7 | 1363 | 120 | 129 |
| | コナヒメ | ~ | 8/26 | 89 | 11.8 | 117 | 6.164 | 100 | 92 | 19.5 | 1139 | 100 | 108 |
| | フリア | 2024 | 10/1 | 78 | 16.5 | 92 | 6.665 | 108 | 100 | 16.8 | 1056 | 93 | 100 |
| 網走市 現地圃場 | きよみのり | 2022 | 未達 | 97 | 17.9 | 105 | 8.442 | 148 | 127 | 16.6 | 1323 | 132 | 148 |
| | コナヒメ | ~ | 9/25 | 92 | 10.1 | 125 | 5.721 | 100 | 86 | 18.2 | 984 | 100 | 112 |
| | フリア | 2024 | 9/28 | 82 | 16.0 | 97 | 6.635 | 116 | 100 | 14.1 | 864 | 89 | 100 |
| 斜里町 現地圃場 | きよみのり | 2022 | 9/27 | 82 | 13.2 | 95 | 5.810 | 110 | 111 | 21.5 | 1239 | 112 | 130 |
| | コナヒメ | ~ | 9/7 | 59 | 11.3 | 101 | 5.296 | 100 | 101 | 21.2 | 1111 | 100 | 116 |
| | フリア | 2024 | 9/17 | 48 | 15.1 | 76 | 5.247 | 90 | 100 | 18.2 | 957 | 100 | 100 |

*収穫時までには枯ちように達しなかった年次を含む平均値は斜体として示した。

表2 「きよみのり」の主要特性

| 形質/品種・系統名 | きよみのり | コナヒメ | フリア |
|-----------|-------|-------|-------|
| 塊茎の形 | 短卵形 | 卵形 | 円形 |
| 目の深さ | やや浅 | やや浅 | やや浅 |
| 皮色 | 淡ベージュ | 黄 | 淡ベージュ |
| 肉色 | 淡黄 | 白 | 淡黄 |
| 休眠期間 | やや短 | やや長 | 中 |
| 二次生長の多少 | 少 | 微 | 微 |
| 褐色心腐の多少 | 微 | 甚 | 中 |
| 中心空洞の多少 | 少 | 微 | 微 |
| 打撲黒変耐性 | 中 | 弱 | 中 |
| 病害虫抵抗性* | | | |
| Gp | やや強 | (弱) | やや強 |
| Gr | 有 | 有 | (有) |
| そうか病 | やや弱 | (弱) | (やや弱) |
| 疫病 | 弱 | 強 | 強 |
| 疫病塊茎腐敗 | 極弱 | (やや強) | — |
| Yモザイク病 | 弱 | 弱 | (弱) |

*: () 内に示された特性は既往の評価、—で示された特性は未供試であることを表す。

(2) 形態的特性

茎長は「コナヒメ」および「フリア」よりも長い。塊茎の形は“短卵形”、目の深さは“やや浅”、皮色は“淡ベージュ”、肉色は“淡黄”である。目に赤色の二次色が入るのが特徴である（図2）。

(3) 病虫害抵抗性

Gp抵抗性は「フリア」と同等の“やや強”であり（表2）、異なる地域で採集されたGp集団に対して、「フリア」と同様の抵抗性を示す（表3）。また、植え付け時のGpが高い圃場では「きよみのり」の栽培により、Gp密度を約1/4に低減することができる。一方で植え付け時のGp密度がかなり低い場合には、Gpが上昇する場合がある（表4）。その他の病虫害抵抗性は、Gr抵抗性が“有”、そうか病抵抗性が“やや弱”、

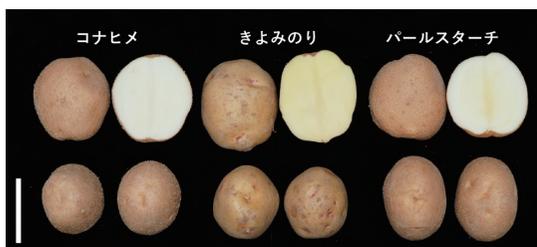


図2 「きよみのり」塊茎の外観

表4 「きよみのり」栽培時のGp密度変化（網走市現地圃場）

| 処理・品種 | 2022年度 | 2023年度 |
|-------|-----------|-----------|
| 無栽培 | 0.86±0.22 | 0.64±0.21 |
| きよみのり | 0.25±0.12 | 1.99±0.36 |
| フリア | 0.34±0.04 | 1.63±1.00 |

各データは植付時のGp密度を1としたときの収穫時密度の相対比を示す（4試験区平均値±SD）。
植付時の平均Gp密度はR4年が99±31卵/g乾土（高密度）、R5年は3±1卵/g乾土（低密度）である。

疫病抵抗性が“弱”、疫病塊茎腐敗抵抗性が“極弱”、Yモザイク病抵抗性は“弱”である。でん粉用品種である「コナヒメ」および「フリア」は疫病抵抗性を有していることから、「きよみのり」の栽培にあたっては、これらの品種よりも疫病の発生に注意し、防除を徹底する必要がある。

(4) でん粉品質

「きよみのり」のでん粉は、平均粒径が「コナヒメ」よりも大きく、離水率は「コナヒメ」よりも高く「コナユタカ」よりも低い。リン含量は「コナヒメ」よりも高く、「コナユタカ」並である。蒸留水中の糊化特性においては、糊化開始温度は「コナヒメ」よりも高く「コナユタカ」並であり、最高粘度およびブレイクダウンはいずれよりも

表3 複数の異なるGp個体群に対する「きよみのり」と「フリア」の抵抗性の比較

| 品種・系統名 | Gp 個体群 ^{*1} | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
| きよみのり シスト数比 ^{*2} | 0.2 | 1.4 | 3.6 | 6.6 | 10.3 | 2.7 | 4.2 | 2.8 | 7 | 4.2 | 2.6 | 1.9 | 1.5 |
| 抵抗性スコア ^{*3} | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 8 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 | 8 | 8 |
| 抵抗性評価 | 強 | 強 | やや強 | やや強 | 中 | 強 | やや強 | 強 | やや強 | やや強 | 強 | 強 | 強 |
| フリア シスト数比 ^{*2} | 0.6 | 2.8 | 2.0 | 7.4 | 9.1 | 3.0 | 4.9 | 2.6 | 5.1 | 3.5 | 4.2 | 3.5 | 1.8 |
| 抵抗性スコア ^{*3} | 9 | 8 | 8 | 6 | 6 | 8 | 7 | 8 | 6 | 7 | 7 | 7 | 8 |
| 抵抗性評価 | 強 | 強 | 強 | やや強 | やや強 | 強 | やや強 | 強 | やや強 | やや強 | やや強 | やや強 | 強 |

*1：Gp 個体群の採集地の内訳は、網走市3、斜里町8、清里町2（順不同）。

*2：感受性品種「パールスターチ」での形成シスト数に対する比（ポット検定法、4反復）。

*3：抵抗性スコアおよび抵抗性評価への換算は「パ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」による。

表5 「きよみのり」のでん粉特性（2022年－2024年、北農研）

| 品種名 | 白度*1 (L*値) | 離水率*2 (%) | メジアン径*3 (μm) | リン含量*4 (mg/100g乾物) | 粘度特性*5 | | | |
|---------|---------------|--------------|-----------------|-----------------------|-------------------|---------------|----------------------|---------------------|
| | | | | | 粘度上昇 温度 (℃) | 最高粘度 (RVU) | ブレーク ダウン (RVU) | セット バック (RVU) |
| きよみのり | 95.8 | 36.4 | 45.3 | 68.6 | 71.2 | 320.2 | 192.9 | 16.2 |
| コナフブキ | 96.6 | 36.1 | 42.3 | 80.0 | 70.9 | 332.1 | 212.4 | 13.7 |
| コナヒメ | 95.8 | 27.7 | 44.0 | 67.0 | 69.8 | 300.4 | 183.1 | 15.8 |
| パールスターチ | 96.1 | 21.6 | 40.1 | 101.9 | 69.3 | 336.1 | 236.0 | 13.1 |
| フリア | 96.0 | 37.9 | 44.7 | 71.3 | 64.5 | 333.2 | 214.5 | 7.6 |

*1：白度は日本電色工業社色彩色差計カラーメーターNE4000を用いて測定した。

*2：離水率は、0.1M食塩水で作成した4%でん粉懸濁液をNewport Scientific社ラピッドビスコアナライザー-RVA-4により糊化させたゲルを4℃で一週間貯蔵後離水量を測定し、算出した。

*3：でん粉粒のメジアン径はsympatec社粒度分布測定装置HELOSを用いて測定した。

*4：でん粉のリン含量は（一財）日本食品分析センターにおいて灰化法によって測定した。

*5：粘度特性は、4%でん粉懸濁液を用い、RVA-4を用いて測定した。

大きい。一方で最高粘度時温度はいずれよりも低い。0.1N食塩水中の糊化特性においては、糊化開始温度は「コナヒメ」「コナユタカ」並であり、最高粘度は「コナヒメ」「コナユタカ」よりも高い。最高粘度時温度は「コナヒメ」「コナユタカ」よりも低い。白度は「コナヒメ」並である。ゲル破断応力は「コナヒメ」よりも高く、「コナユタカ」よりも小さい。いずれの特性も、既存のでん粉原料用品種の振れ幅の中に含まれるものであり、他品種と混合してでん粉を製造する場合には品質特性に問題はないと考えられる。

4. 栽培上の留意点

「きよみのり」は生育後期に茎葉が再生する場合があります、そのような生育状況では塊茎から塊茎が生じる二次生長（鎖型二次成長）が生じる場合があります。このとき1次的に生じた子イモはでん粉含有量が著しく低下し、空洞が生じる場合があります。2次的に生じた孫イモは、子イモに比べると小さいが、充実している場合が多い。

また、疫病抵抗性が“弱”であることか

ら、「きよみのり」の栽培にあたっては、疫病抵抗性を有する「コナヒメ」および「フリア」よりも疫病の発生に注意し、防除を徹底する必要がある。

謝辞

「きよみのり」の育成にあたっては、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）(ID:16802900)」および生研支援センター「戦略的スマート農業技術等の開発・改良」(JPJ011397)の支援をいただいた。また、北海道立総合研究機構北見農業試験場、同十勝農業試験場、十勝農業改良普及センター本所、同十勝北部支所、根室農業改良普及センター北根室支所、網走農業改良普及センター網走支所、同清里支所、しれとこ斜里農業協同組合のご協力をいただいた。

「きよみのり」の育成者

片山健二、田宮誠司、浅野賢治、下坂悦生、赤井浩太郎、岡本智史、中嶋瞳、坂田至