

# NARO

国立研究開発法人  
農業・食品産業技術総合研究機構



農研機構技報

# Technical Report

No. 13  
/ Sep. / 2022

温暖化に耐える

特集  
品種開発  
IV



History  
温故知新

## 研究成果を社会実装へ

農研機構では、農業・食品産業における Society 5.0の深化と浸透により、目指すべき姿を実現するための研究開発を行い、社会実装に向けた取り組みを進めています。

### 新しい食品加工技術



ミニマムヒーティング



脱気中温中高压加工

### 畜産業由来の 温室効果ガス排出削減



アミノ酸バランス  
改善飼料



炭素繊維リアクターを  
用いた汚水浄化処理



堆肥化過程での  
亜硝酸酸化細菌添加

### 発電細菌を利用した バイオセンサとバイオ電池

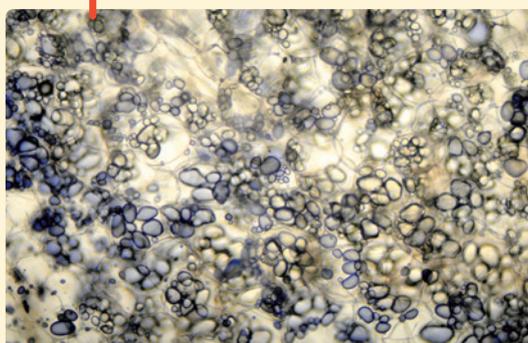


発電細菌を利用した  
水質監視システム



微生物燃料電池システム

### 再生可能資源を利用した 道路の長寿命化技術



でんぷんから作った  
新たなアスファルト改質剤

### 食品の異



異物混入時期推定技術



## 物混入対策



- 04 地球温暖化に備えた品種開発  
生駒 吉識
- 06 ① 温暖な気候でも果皮の着色が良好な  
リンゴ品種「紅みのり」と「錦秋」  
清水 拓
- 10 ② 暖地で安定生産が可能な  
ニホンナシ新品種「凜夏」  
今井 篤
- 14 ③ 冬季温暖化でも安定して開花・  
結実するモモ「さくひめ」  
八重垣 英明
- 18 ④ 高温期に安定生産が可能な  
根深ネギ「夏もえか」  
藤戸 聡史
- 22 ⑤ 気候変動下での省力栽培に適する  
単為結果性ナス品種「あのみりのり2号」  
宮武 宏治
- 26 ⑥ 高温登熟耐性の水稻品種「にこまる」  
田村 克徳
- 30 ⑦ 温暖化に適応した  
期待の水稻品種「にじのきらめき」  
石丸 努
- 34 ⑧ 温暖化に対応したペレニアルライグラス  
新品種「夏ごしペレ」  
藤森 雅博
- 38 温故知新



特集  
品種開発  
IV

# 温暖化に耐える

温暖化による高温や厳しい夏季の高温に対して  
耐久力の高い農作物を開発する



# 地球温暖化に備えた品種開発



果樹茶業研究部門  
所長

生駒 吉識

IKOMA Yoshinori

農研機構は、2006年3月に「農業に対する温暖化の影響の現状に関する調査」を公表しました。この調査では、わが国の平均気温が1889～2004年の間で、全国平均で100年あたり1.06℃上昇したという気象庁の発表を受け、このような気温上昇がわが国の農業生産にどのような影響を及ぼしているのかを検討しました。その結果、水稲では白未熟粒の発生、果樹では着色不良の発生等の様々な温暖化による明確な影響がすでに発生していることが示されました。その後、農林水産省は、同様の調査を実施し、生産現場における現象やそれに対する適応策を取りまとめ、2007年6月に「品目別地球温暖化適応策レポート」を公表しました。農林水産省は、このレポート以降も毎年調査を継続し、「地球温暖化影響調査レポート」として、農業生産現場における高温障害などの地球温暖化によると考えられる影響や適応策を公表しています。

とりわけ果樹は、温暖化に対して極めて脆弱です。農研機構果樹茶業研究部門の杉浦らは、ミカンとリンゴの栽培適地の変動予測を行い、温暖化によって2060年代には、日本の現在のほとんどの主産地で、ミカンやリンゴの生産を継続することが困難になることを明らかにしました(園芸学会雑誌

73, 72-78. 2004年)。すなわち、このまま何も対策を講じなければ、これまでの産地が成り立たなくなり、地域経済にも深刻な打撃を与えかねません。

このような中、農研機構は、温暖化による高温や、厳しい夏季の高温に対して、耐久力の高い農作物の開発を進めてきました。本号では、このような品種開発として、農研機構が開発してきた果樹(リンゴ、ナシ、モモ)、野菜(長ネギ、ナス)、水稲、飼料作物(ペレニアルライグラス)についてご紹介します。

現在、政府の「2050年カーボンニュートラル宣言(2020年10月)」や農林水産省の「みどりの食料システム戦略(2021年5月)」等により、温室効果ガスの排出削減に関する様々な施策が強力に推進されています。このような今後の温暖化の進行抑制は喫緊の課題です。さらに、冒頭で述べたように、すでに温暖化の影響が農業生産において出始めていることは疑いようのない事実です。温室効果ガスの排出削減を進めると同時に、本号で紹介する品種の活用によって、現時点で問題となっている高温の影響にも対応し、主産地の持続的発展、ひいては地域経済の振興に貢献したいと思います。

# 温暖な気候でも果皮の着色が良好な リンゴ品種「紅みのり」と「錦秋」

清水 拓

SHIMIZU Taku



## はじめに

2022年現在、国内のリンゴ産地は北海道南部から中部地方にかけての地域が中心であり、近畿地方以西の西日本地域での生産はごく限られています<sup>1)</sup>。これは、リンゴが果樹の中でも比較的冷涼な気候に適した作物であることに起因していると考えられます。農林水産省が発行する果樹農業振興基本方針<sup>2)</sup>には、低温要求時間<sup>※1</sup>1,400時間がリンゴの栽培に適する自然条件の一つとして示されています。これはリンゴの樹が冬季の休眠から目覚めるために必要な低温の量を時間で表したのですが、ニホンナシの800時間やセイヨウナシ、モモの1,000時間と比べても大きく、リンゴは冬季に温暖な地域において特に開花の遅延や結実不良などの問題が発生しやすい果樹であり、温暖な気候に適していないことを示しています。

気候がリンゴの栽培に与える影響は、低温要求量によるものだけに限りません。果実の成熟期に過剰な高温にあってしまうと、果実の日焼け<sup>※2</sup>や果皮の着色不良、着色遅延、果肉の軟化などが起こります。これらの問題は夏季の気温の高い時期に収穫期を迎える品種ほど発生しやすく、高温な期間が長いほど商品性の高い果実の生産が難しくなります。このことは、現在リンゴの栽培に適している土地であっても、今後温暖化が進んだ場合にはリンゴ栽培に向かなくなってしまうおそれがあることを意味しています。こういった問題の解決のため、農研機構では気候変動の影響を受けにくいリンゴの品種開発を進めています。本稿では、気候変動による影響を低減することを目的として農研機構が育成した品種である「紅みのり」と「錦秋」についてご紹介します。

## 「紅みのり」の育成経過と特性

「紅みのり」は、早生の国内主力品種である「つがる」を種子親、中生で世界的に人気の高い品種である「ガウ」を花粉親とした交雑実生<sup>※3</sup>の中から選抜された、果皮の着色性と日持ち性に優れる早生品種です。リンゴ第6回系統適応性検定試験<sup>※4</sup>における全国15カ所の公設試験研究機関での特性検討を経て、2019年に品種登録(登録番号第27427号)されました。「紅みのり」という品種名は、果皮が赤く着色する特徴と、果実が樹にたわわに実る様子を表しています(図1)。「紅みのり」の収穫盛期は、育成地の岩手県盛岡市では8月30日頃であり、「つがる」よりも10日～2週間程度早く収穫されます。果実重、1樹当たりの収量ともに「つがる」と同等かやや多く(表1)、結実率は樹齢の若い頃から安定しています。

「紅みのり」は、他の早生品種と比較して果皮が着色しやすく着色ムラも少ないため、着色管理が容易であるという特徴を有しています(図2)。また、「紅みのり」は「つがる」と比較して果肉硬度も高いことから(表1)、「つがる」で問題となっている収穫前の果肉軟化が問題になりにくい品種です。



「錦秋」の育成ほ場（岩手県盛岡市 果樹茶業研究部門 盛岡研究拠点）



図1 「紅みのり」の果実

表1 「紅みのり」の収穫期・果実特性・生産力（参考文献3をもとに作成）

品種名	収穫盛期 <sup>z)</sup>	果実重 (g) <sup>z)</sup>	糖度 (%) <sup>z)</sup>	酸度 (g/100mL) <sup>z)</sup>	果肉硬度 (lbs) <sup>z)</sup>	収量 (kg/樹) <sup>z)</sup> y)
紅みのり	8月30日	302	13.6	0.31	15.5	37.0
つがる	9月13日	282	14.2	0.29	13.9	31.1

z) 2014～2016年の平均値 y) 2014年当時7年生の樹における平均値

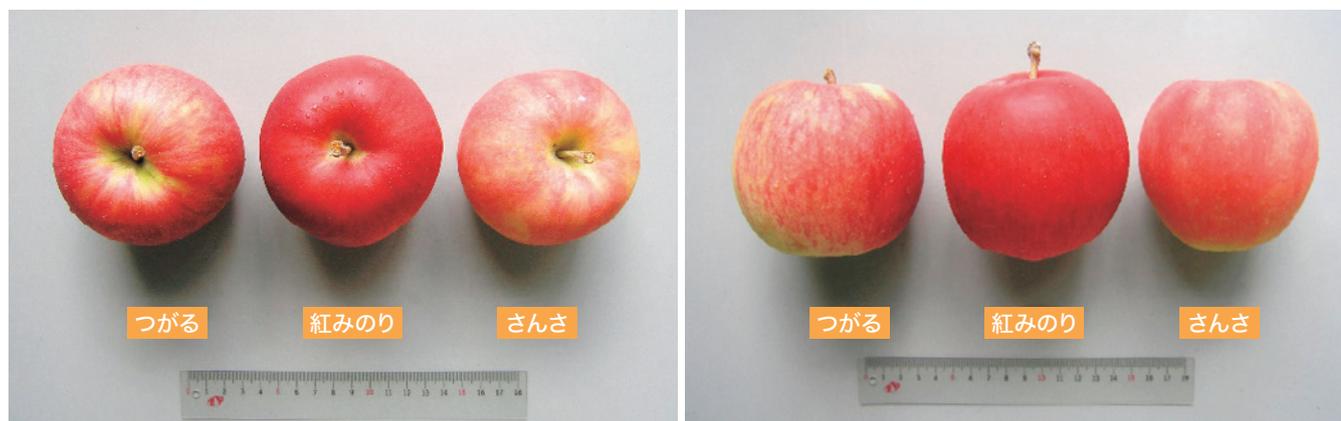


図2 「つがる」「紅みのり」「さんさ」の果皮の着色状況の比較  
各写真向かって左より「つがる」「紅みのり」「さんさ」の果実。

## 「錦秋」の育成経過と特性

「錦秋」は、中生で肉質のきめ細かな「千秋」に、外観に優れる4-4349(「つがる」×「いわかみ」)を交配して得られた交雑実生から選抜された、果皮の着色性に優れ、高い品質の果実が安定して収穫できる中生品種です。「紅みのり」と同様に、リンゴ第6回系統適応性検定試験における特性検討を経て、2019年に品種登録(登録番号第27428号)されました。「錦秋」の名は、種子親である「千秋」と、収穫期には錦をまとったように濃い赤色に着色することにちなんでいます(図3)。「錦秋」の収穫盛期は、育成

地の岩手県盛岡市では10月3日頃であり、同じ中生品種で酸味が少なく人気の高い「シナノスイート」よりも2週間程度早く収穫できます。平均果実重は305g程度と、「シナノスイート」よりも60g程度小さいです(表2)。

「錦秋」の特徴は、同時期に収穫される「千秋」と比べて果皮の着色性に優れる(図4)ため、着色管理の負担が少なく済むことに加え、歯ざわりの良い食感で果汁が多く、甘い食味の高品質な果実が安定して得られることです。結実も安定しており、1樹当たりの収量は、生産力が高いとされる「ジョナゴールド」と比べても同等かそれ以上です。



図3  
「錦秋」の果実

表2 「錦秋」の収穫期・果実特性(参考文献4)をもとに作成

品種名	収穫盛期 <sup>z)</sup>	果実重(g) <sup>z)</sup>	糖度(%) <sup>z)</sup>	酸度(g/100mL) <sup>z)</sup>
錦秋	10月3日	305	15.4	0.34
シナノスイート	10月17日	368	14.7	0.3

z)2014~2016年の平均値

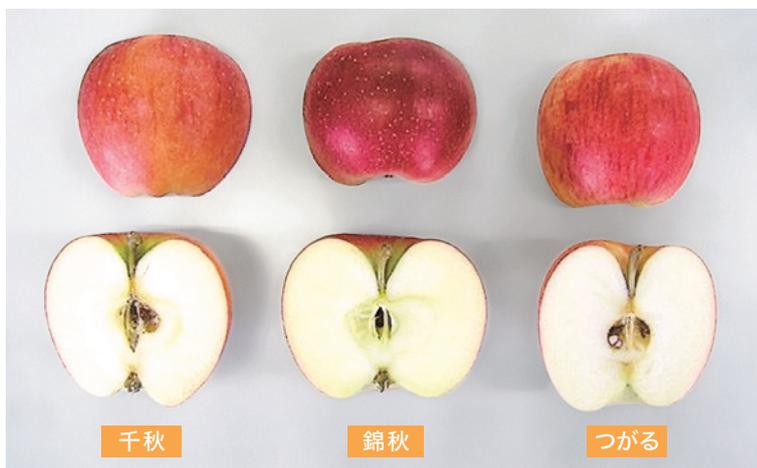


図4  
「千秋」「錦秋」「つがる」の果実の比較  
写真向かって左より「千秋」「錦秋」「つがる」の果実。

## 温暖化の影響と「紅みのり」「錦秋」

冒頭で述べた通り、温暖な環境はリンゴ生産に適していないことから、日本国内のリンゴの産地は北海道・東北地方か、または関東地方、中部地方の中山間地域にそのほとんどが集中しています。しかしながら、近年の気候変動によって、現在のリンゴ産地でも9月中旬頃まで気温が下がらず熱帯夜が続くような地域が広がりつつあります。「つがる」をはじめとする極早生～早生の品種はこの高温が続く時期に収穫期を迎えることから、一部の地域では既に早生品種の果実生産が困難になっています。例えば、温暖化の影響で「つがる」では果皮の着色が進みにくく、果肉の軟化が進みやすくなります。そのため、果肉の硬さを基準に収穫すると着色が悪く、糖度の上昇も不十分な品質の低い果実となる場合があります。対して「紅みのり」は、その果皮の着色しやすさと果肉の硬さから温暖な環境でも高品質な果実生産が行いやすいため、広範な地域での普及が考えられます。

中生のリンゴ品種は9月下旬から10月中旬にかけて収穫期を迎えることから、早生品種に比べて高温による影響は発生しにくいものと考えられがちです。しかし、実際には果皮の着色は夏季を含む果実成熟期の後半を通して進むことから、中生のリンゴ品種においても着色不良果が問題となりはじめている地域があります。「錦秋」には、その高い果実品質に加えて、このような地域においても着色管理にかかる労力を最低限で済ませることができるという特長があります。さらに、系統適応性検定試験の結果から、「錦秋」は栽培環境の差による果実品質の差も小さいことが示されており、広い地域でその能力を十分に発揮可能で、気候変動に適応する素質を有しています。日本国内の栽培品種構成では同時期に有力な赤色品種が少ないことから、早生ふじ<sup>※5</sup>や「ジョナゴールド」に代わって中生の主力品種となることが予想されます。

地球規模での気温の上昇は今後も継続することが予想されており、2060年には国内のリンゴ栽培適地は北側に大きく移動すると考えられています<sup>5)</sup>。気候変動が進む中でも広い地域で高品質なリンゴの生産を継続するため、「紅みのり」や「錦秋」をはじめとする様々な新技術が活用されることを期待します。

## おわりに

「紅みのり」と「錦秋」は、その果皮の着色しやすさから初秋期に高温になりやすい地域でも栽培しやすく、今後「つがる」や「ジョナゴールド」に代わり普及が期待される品種です。

しかしながら、気候変動による影響は高温による果実障害だけではなくありません。農研機構では今後も、高温障害や晩霜害<sup>ばんそう</sup>など様々な環境に対応した栽培しやすい品種を目指し、優れたリンゴ品種の育成を進めてまいります。

(果樹茶業研究部門 果樹品種育成研究領域  
落葉果樹品種育成グループ)

### 用語解説

- ※1 **低温要求時間** 当該地域の気温が7.2℃以下になる期間の延べ時間。
- ※2 **日焼け** 気温が高い時期に直射日光が当たることによって果実の温度が高くなって発生する果実障害。果実の一部が軟化、褐変し、ひどい場合には腐敗して商品価値を大きく損なう。
- ※3 **交雑実生** 交雑によって得られた種子が発芽することで発生した植物体。農研機構のリンゴ育種では計画的に交雑を行って交雑実生の集団を養成し、それぞれの特性を評価してより良い個体を選抜している。
- ※4 **系統適応性検定試験** 農研機構が選抜した果樹新品種候補の系統について、国内産地ごとの果実特性や栽培特性を調査するため、公立試験研究機関などに協力を依頼して行う地域適応性試験。
- ※5 **早生ふじ** 「ふじ」の枝変わり品種(自然突然変異によって特性が変化した樹の一部を取り分けて品種化したもの)のうち、収穫時期が本来よりも早い時期に変化しているものの総称。

### 参考文献

- 1) 農林水産省統計情報部(2011-2018) 特産果樹生産動態等調査。  
[https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan\\_kazyu/](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_kazyu/)  
(参照 2022-5-13)
- 2) 農林水産省(2020) 果樹農業の振興を図るための基本方針。(令和2年4月30日)  
<https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/fruits/attach/pdf/index-96.pdf> (参照 2022-5-17)
- 3) 農研機構プレスリリース(2018-6-12) 高温でも着色しやすく、軟化もしにくいリンゴ新品種「紅みのり」-果実外観が優れ品質良好な早生品種-。  
[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/press/laboratory/nifts/081288.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/press/laboratory/nifts/081288.html) (参照 2022-5-13)
- 4) 農研機構プレスリリース(2018-6-12) 高温でも濃赤色に着色しやすく、食味も良いリンゴ新品種「錦秋」-温暖なリンゴ産地でも着色しやすく高品質な中生品種-。  
[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/press/laboratory/nifts/081278.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/press/laboratory/nifts/081278.html) (参照 2022-5-13)
- 5) 杉浦俊彦ら(2004) 年平均気温の変動から推定したリンゴおよびウンシュウミカンの栽培環境に対する地球温暖化の影響。園芸学会雑誌, 第73巻, 72-78。

# 暖地で安定生産が可能な ニホンナシ新品種「凜夏<sup>りんか</sup>」

今井 篤

IMAI Atsushi

## はじめに

ニホンナシはクリやカキとともに日本原産の果物です。日本書紀の持統天皇の章にはナシの栽培を奨励した記述があり、7世紀後半には商品として経済栽培されていました。このようにわが国におけるナシ栽培の歴史は古く、日本の気候風土に適した果物だと考えられます。実際に、農林水産省における統計調査によると、ナシは北海道の南部から九州の鹿児島県まで、日本各地で広く栽培されています<sup>1)</sup>。

ナシの栽培適地を判断する目安として、農林水産省では年平均気温7℃以上、4～10月の平均気温13℃以上、冬季の低温にさらされる時間(低温要求時間<sup>※1</sup>)が800時間以上という基準を定めています<sup>2)</sup>。その一方、近年の気候変動に伴う冬季の高温により、これまでのナシ栽培地でナシ花芽の枯死などの生育異常が報告されるようになりました(図1、図2)。温暖化の影響は、特に西南暖地を中心として、ナシ栽培に大きな影響を与えています<sup>3)</sup>。

このような背景から、農研機構ではナシ発芽不良に対する適応技術を開発して、その成果を「ニホンナシ発芽不良対策マニュアル」として発行しました<sup>4)</sup>。また、新品種の育種においても温暖化に対応したナシ品種の育成を進めています。本稿では、その一つの成果として、暖地での花芽枯死が少なく安定生産が可能なナシ品種「凜夏<sup>りんか</sup>」の特徴について紹介します。



図1 ナシ発芽不良の発生園

温暖化による冬季の低温不足により、写真手前の樹で発芽不良が発生している。



図2 ナシ発芽不良の様子

ナシの花芽は通常、花と葉が1つの芽に含まれた混合花芽を形成するが、写真は温暖化による低温不足により、芽全体が枯死、または花が枯死して葉のみが発芽している。



## 育成の経過

「凜夏」は、2006年に「269-21(豊水×おさ二十世紀)」と「あきあかり」を交雑して得られた実生<sup>みしょう</sup>※2から選抜しました(図3)<sup>5)</sup>。2007年4月よりナシ筑波55号の系統名でナシ第8回系統適応性検定試験に供試して全国38カ所の

公立試験研究機関で試作栽培を行い、その特性を検討しました。その結果、果実が大きく食味が良好で、さらに鹿児島県における試作栽培では、「幸水」などの主要品種に比べて暖地における生育異常の一つである花芽枯死の発生が少ない特性が明らかになり、新品種候補とすることが決定されました。2013年7月26日に「凜夏」と命名



図3 「凜夏」の育成図

「凜夏」は中生の育成系統269-21(豊水×おさ二十世紀)に、早生の良食味品種「あきあかり」を交配して育成した。

して種苗法による品種登録出願を行い、2015年3月3日に品種登録(登録番号第23912号)されました。「凜夏」の名前は、温暖化の影響が報告される西南暖地でも「凜」として力強く生育・開花することに由来しています。「凜夏」の穂木は農研機構との契約のもとで(一社)日本果樹種苗協会により配布され、2022年5月現在、「凜夏」の苗木は全国の種苗会社などで購入が可能です。

## 凜夏の特性

樹勢は中程度～やや強くて樹体の生育は良好です(表1)(図4)。短果枝<sup>たんかしばし</sup>\*3の数、えき花芽<sup>えきかぼた</sup>\*4の数は中程度～やや多く、花芽の確保は比較的容易です。収穫期は育成地(茨城県つくば市)において8月中下旬と「幸水」に近

い時期で、満開30日後の果そう<sup>じか</sup>\*5内幼果数は2.8で自家摘果性<sup>てきかせい</sup>\*6を有しており、摘果作業の省力化が期待できます。ナシの主要病害である黒斑病には抵抗性で、黒星病に対しては罹病性ですが、通常の防除で問題は認められません。

果実は500g前後で大きく、円形で果形の揃いは良好です(表2)(図5)。赤ナシに分類され、果皮は黄褐色を呈して果面は滑らかです。果肉は白く、果肉硬度は4.4ポンドで軟らかく、肉質は密で食味良好です。果汁糖度は12.9%で「幸水」と同程度に甘く、果汁酸度はpH4.6でやや酸味があります。生理障害として軽微な芯腐れ<sup>しんくずれ</sup>\*7とみつ症状<sup>みつしょうじょう</sup>\*8が年によって発生します。果実の日持ち性<sup>ひもちせい</sup>\*9は7～10日でやや長いです。また、「凜夏」は果実の低温貯蔵中に維管束が褐変化する生理障害の発生が報告

表1 育成地(茨城県つくば市)における「凜夏」の樹体特性 (2012～2013年)

品種	樹勢	枝の発生量	短果枝の着生	えき花芽の着生	開花中央日	収穫中央日	果そう内幼果数
凜夏	中	やや少～中	中～やや多	中	4月18日	8月23日	2.8
幸水	中	中	少	中	4月19日	8月20日	4.7

表2 育成地(茨城県つくば市)における「凜夏」の果実特性 (2012～2013年)

品種	果実重(g)	果肉硬度(lbs.)	糖度(%)	pH	みつ症発生率(%)	芯腐れ発生率(%)
凜夏	485	4.4	12.9	4.6	3.1	1.9
幸水	381	5.4	13.0	5.2	0	2.4



図4 「凜夏」の原木

されていましたが、収穫果を高温処理することにより褐変を抑制できることが明らかになりました<sup>6)</sup>。



図5 「凜夏」の果実

## 凜夏の温暖化耐性

「凜夏」の温暖化耐性は系統適応性検定試験で評価されました。前述の通り、ナシ栽培に与える温暖化の最も顕著な影響として、花芽の枯死が挙げられます。鹿児島県薩摩川内市は気象庁による1991～2020年の統計で年平均気温17.1℃であり、「凜夏」の育成地である茨城県つくば市の14.3℃より3℃近くも高く、国内のナシ栽培地として最も温暖な地域の一つです。薩摩川内市で「凜夏」の花芽枯死について調査を行ったところ、対照品種である「幸水」では短果枝、えき花芽ともに枯死率が35%以上であったのに対し、「凜夏」の枯死率はいずれも10%以下でした(表3)。このことから、「凜夏」は鹿児島県など西南暖地において花芽枯死の発生が少なく、安定生産が可能な品種だと評価されています。

表3 鹿児島県薩摩川内市における「凜夏」の花芽枯死率(2011～2012年)

品種	花芽の種類	枯死率(%)	平均値(%)
凜夏	短果枝	7.6	5.1
	えき花芽	2.6	
幸水	短果枝	46.7	41.8
	えき花芽	36.8	

## おわりに

ナシは通常、植え付けてから数十年間は同じ樹を使います。そのため、温暖化への対応として、既存の園地を栽培技術によって守る一方、新たに開園する場合は温暖化耐性を備えた品種を利用することも有効な対策になると考えられます。本稿で紹介した「凜夏」はその候補となる品種であり、今後の普及が期待されます。また、農研機構では「凜夏」を交配親としたナシ育種も進めており、生産者が安心してナシ栽培を続けていけるよう、今後も新たな品種の開発を進めていく予定です。

(果樹茶業研究部門 果樹品種育成研究領域  
落葉果樹品種育成グループ)

### 用語解説

- ※1 **低温要求時間** 当該地域における気温7.2℃以下になる時間の延べ時間。低温要求時間800時間以上はナシの主要品種である「幸水」の基準であり、低温要求時間には品種間差が見られる。
- ※2 **実生** 種子から発芽して生育した植物体。接ぎ木など栄養繁殖に由来する植物体に対する語として用いられる。
- ※3 **短果枝** 数cm以下の短い枝の芽が花芽となったもの。花芽が開花し、結実するので短果枝と呼ぶ。
- ※4 **えき花芽** 数十cm以上伸長した枝に着いた先端以外の芽(えき芽)の中で花芽となったもの。えき花芽が着いた枝は長いことから長果枝と呼ぶ。
- ※5 **果そう(花そう)** ナシの花芽1つは8～10個の花を持ち、この1群を果そう(花そう)と呼ぶ。
- ※6 **自家摘果性** 早期落果の程度が大きく、また落果時期が早い特性。適度な自家摘果性を備えた品種は摘果作業の省力化につながる。
- ※7 **芯腐れ** 果実のうち、種子の周りの果芯の部分が茶色に腐敗する症状。開花期から幼果期に胴枯病菌などが感染することで発症する。
- ※8 **みつ症状** 果実が成熟する過程で、果肉の一部が透明な水浸状になる生理障害。リンゴのみつ入り果は消費者に好まれるが、ナシでは品質や日持ち性の悪化の原因となる。
- ※9 **日持ち性** ナシの成熟果が常温で品質を保持する日数。

### 参考文献

- 1) 農林水産省(2022) 特産果樹生産動態調査。  
[https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan\\_kazyu/index.html](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_kazyu/index.html)  
(参照 2022-5-2)
- 2) 農林水産省(2020) 果樹農業の振興を図るための基本方針。(令和2年4月30日)  
<https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/fruits/attach/pdf/index-96.pdf>  
(参照 2022-5-2)
- 3) Ito, A. et al. (2018) Comparative phenology of dormant Japanese pear (*Pyrus pyrifolia*) flower buds: a possible cause of 'flowering disorder'. *Tree physiology*, 38: 825-839.
- 4) 農研機構(2019年12月16日) ニホンナシ発芽不良対策マニュアル。  
[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/files/20200108\\_nifts\\_nihonnashi\\_hatsugafuryo\\_manual.pdf](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/20200108_nifts_nihonnashi_hatsugafuryo_manual.pdf)
- 5) 齋藤寿広ら(2020) ニホンナシ新品種「凜夏」。農研機構研究報告第3号, 1-8.
- 6) 特許第2021-108654号(2021) 果実の維管束褐変が抑制されたニホンナシの作製方法。羽山裕子・腰替大地。

# 冬季温暖化でも安定して開花・結実するモモ「さくひめ」

八重垣 英明

YAEGAKI Hideaki

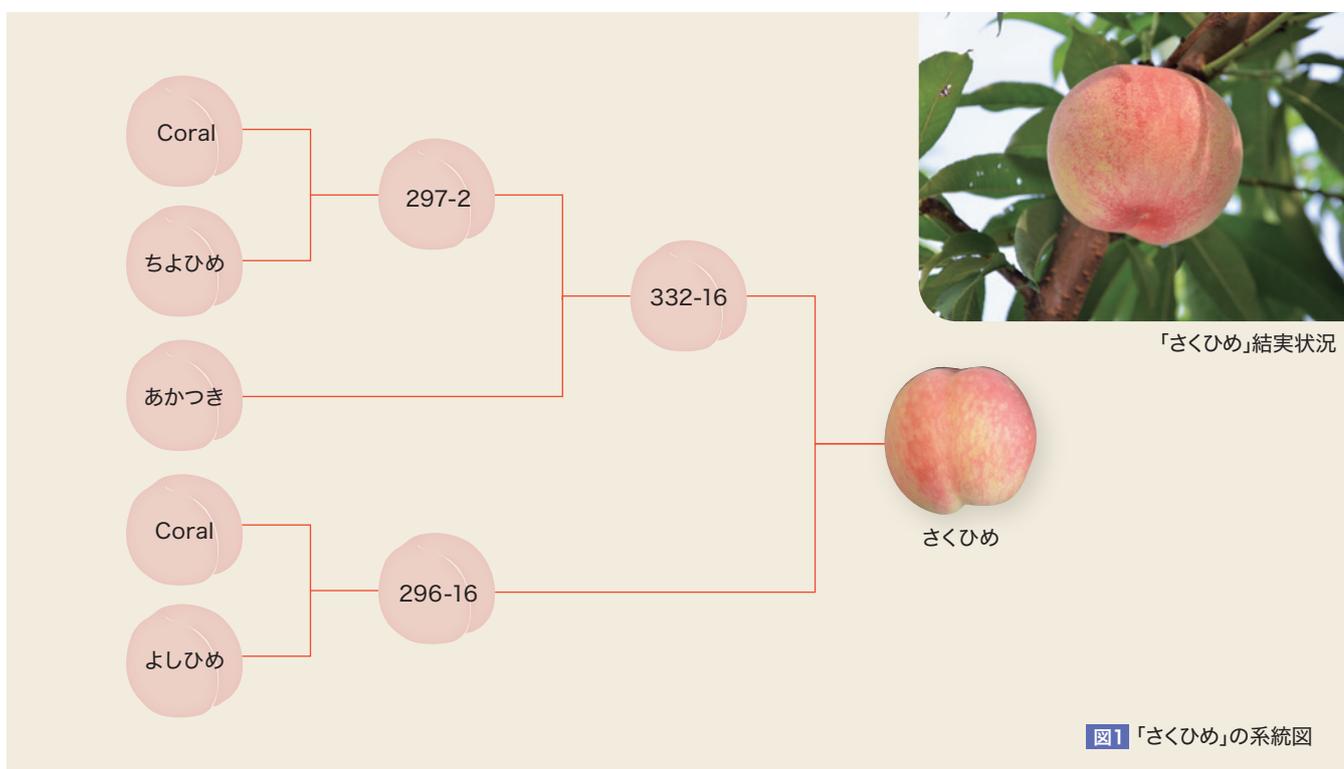
## はじめに

秋冬期に葉が落ちるモモ、リンゴ、ブドウ、ナシ、カキなどの落葉果樹が春に再び正常に発芽・開花するためには、冬にある程度の低温に一定時間以上さらされて、自発休眠<sup>\*1</sup>から覚醒する必要があります。日本のモモ主要品種では、必要な低温にさらされる時間(低温要求時間)は7.2℃以下で1,000~1,200時間程度です<sup>1)</sup>。そのため、この低温要求時間が不足する鹿児島県南部より南の地域では開花が不安定となるため、これらの品種を安定して栽培することは困難です。今後、温暖化が進行し、冬の気温も高くなることが想定され、低温要求時間の不足により、モモの露地栽培が困難となる地域が拡大するおそれがあります。

一方、海外には亜熱帯地域でも栽培できる、低温要求時間が短いモモ品種が存在していますが、現在の日本のモモ主要品種に比べると甘味が少なく、果肉が粗いなど果実品質が大きく劣ります。そこで農研機構では、ブラジルから導入した低温要求時間が短いモモ品種を交雑親として利用し、日本の主要品種よりも低温要求時間が短く、かつ果実品質に優れたモモ品種の育成を1994年に開始しました。その結果、ブラジルの低温要求時間の短い品種「Coral」と、農研機構で過去に育成された果実品質に優れた早生品種<sup>わせい</sup>「ちよひめ」などとの交雑により、低温要求時間が短く、かつ果実品質や栽培性において既存の主要品種に劣らない早生のモモ「さくひめ」を育成しましたので、その育成経過および特徴などを紹介します。

## 「さくひめ」の育成経過

1994年に農林水産省果樹試験場(現 農研機構果樹茶業研究部門)において、「Coral」を用いた交雑を開始しました。「Coral」は、茨城県つくば市では8月末から9月上旬に収穫される極晩生品種ですが、成熟しても果皮の地色<sup>\*2</sup>に緑色が残り、果実重は200g程度と小さいという特徴があります。果肉は粗く、甘味が少なく、青臭みがあり食味は優れません。果実品質の改善のために「Coral」にわが国の主要品種を交雑しましたが、交雑実生<sup>\*3</sup>の第1世代および第2世代の果実特性においても、果肉の粗さや青臭みなどが残っていたことから、さらに世代を進めました。「さくひめ」は、2003年に農研機構果樹研究所(現果樹茶業研究部門)において、それぞれ低温要求量が少ない「Coral」の交雑実生の第1世代である296-16に第2世代の332-16を交雑し、得られた実生の中から選抜しました(図1)。2010年4月よりモモ筑波127号の系統名でモモ第9回系統適応性検定試験<sup>\*4</sup>に供試して全国23カ所の公立試験研究機関で試作栽培を行い、その特性を評価検討しました。その結果、低温要求時間が短く、早生品種としては果実品質が優れると判定され、新品種候補とすることが決定しました。主要品種よりも早く花が咲くことから「さくひめ」と命名して、2016年6月9日に種苗法による品種登録出願を行い、2018年3月9日に品種登録(登録番号第26635号)されました。



## 「さくひめ」の特性

系統適応性検定試験における果樹茶業研究部門での「さくひめ」の特性は表1の通りでした<sup>2)</sup>。「さくひめ」の開花

盛期は3月27日で、早生の主要品種である「日川白鳳」<sup>ひかわはくほう</sup>より9日早いです。低温要求時間が「日川白鳳」などの主要品種の約半分の550時間程度であることにより、開花が早くなっています(表2)<sup>1)</sup>。自家結実性<sup>※5</sup>で、受粉樹は不要

表1 「さくひめ」の特性

品種	樹齢 <sup>注2)</sup>	開花盛期	収穫盛期	果実の生育期間(日)	果実重(g)	果皮の地色	果皮の着色	果肉色	糖度(%)	酸度(pH)
さくひめ	6	3月27日	6月26日	91	253	緑白	やや多	白	12.8	4.62
日川白鳳	6	4月5日	7月1日	87	250	緑白～白	多	白	12.2	4.34

注1) 農研機構(茨城県つくば市)において2013年から2015年に行った特性調査の平均  
注2) 樹齢は2015年次

です。収穫盛期は6月26日で、「日川白鳳」より5日早いです。開花盛期から収穫盛期までの果実の生育期間は「日川白鳳」より4日長い91日です。果実重は253g程度で、「日川白鳳」と同程度です。早生品種としては大きく、樹齢が進むと300g程度になります。収穫時の果皮の地色はやや緑色が残ります。果皮の着色はやや多いです(図2)。果肉は白色です。果汁の糖度は12%程度で「日川白鳳」と同程度です。果汁のpHは4.62程度で酸味は少なく、食味良好です。

表2 「さくひめ」および主要品種の低温要求時間

品種	低温要求時間(時間)
さくひめ	555
日川白鳳	1,173
あかつき	1,176
川中島白桃	1,208

注)農研機構(茨城県つくば市)における2012~2015年の平均値



図2 「さくひめ」の果実  
(成熟しても地色に緑色が残る傾向がある)

## 「さくひめ」の栽培上の留意点

全国のモモ栽培地域で栽培が可能です。しかし、開花期が一般的なモモ品種よりも早いため、晩霜害<sup>ばんそうがい</sup>\*6のリスクが高まる可能性があります。メリットとしては、低温要求量が従来の主要品種よりも少ないことから、今後冬季の気温が上昇しても安定した生産が期待できることおよび、早生品種の中で最も栽培されている「日川白鳳」と同等以上の品質の果実がより早く収穫できることから、「日川白鳳」の栽培割合の高い西南暖地での普及が期待されます。また施設栽培においては、従来の主要品種よりも早く加温を開始することが可能となるため(図3)、適切な栽培体系の開発によって現在よりも早い時期に出荷できる可能性があります。

果皮の荒れや裂果が年により認められることから、防止するためには果実に袋を掛けて栽培することが望ましいです。



図3 加温した「さくひめ」と「日川白鳳」のポット植え樹  
左:「さくひめ」、右:「日川白鳳」。  
2016年12月26日加温開始、2017年1月18日撮影。  
低温要求量が満たされていない「日川白鳳」はこの後も開花しません。

## おわりに

「さくひめ」の苗木販売は2017年秋季より開始されました。2019年における全国での「さくひめ」の栽培面積は1.5haです<sup>3)</sup>。「さくひめ」は西南暖地では開花期がより前進します。系統適応性検定試験において宮崎県では3月上旬に開花しています。そのため収穫期は6月上旬となります(表3)。6月上中旬はモモの市場での流通量がまだ少ない時期であるため、「さくひめ」の普及はこの時期のモモの流通および消費の拡大に貢献できると考えられます。

今後進行が予想される温暖化による果樹生産環境の変化に備えるためにも「さくひめ」の普及が進むことが期待されます。農研機構では今後も低温要求時間が短く、冬季が暖かくても安定して開花・結実する温暖化対応型のモモ新品種の育成を進めていきます。

(果樹茶業研究部門 果樹品種育成研究領域  
落葉果樹品種育成グループ)

## 用語解説

- ※1 **自発休眠** 気温などの環境条件が発芽・開花に適しているにもかかわらず、内生的な要因によって発芽しない状態。
- ※2 **果皮の地色** 果皮の着色していない部分の色。白肉の品種では成熟に伴い緑色から白色や乳白色に変化する。
- ※3 **実生** 種子植物の種子から発芽し生育した苗のこと。
- ※4 **系統適応性検定試験(系適試験)** 独立行政法人や指定試験事業を受けた都道府県の試験研究機関で育成中の有望な系統について、新品種候補とするにふさわしい特性を持っていることを確認し、普及に適した地域を明らかにするために、その作物の主な栽培地域の公立試験研究機関で行われる栽培試験。
- ※5 **自家結実性** 雌しべ、花粉の両生殖器官が健全で受粉が正常に行われても同一品種では受精できず、受粉樹が必要となる性質に対し、自己の花粉を受粉した場合(自家受粉)に受精し結実(自家結実)する性質のこと。
- ※6 **晩霜害** 春季に成長を開始した作物が急な低温で凍結することで起きる被害。モモにおいては開花期の遅霜により雌しべが枯死して結実しない被害が多い。

## 参考文献

- 1) Sawamura, Y. et al. (2017) Chilling requirements and blooming dates of leading peach cultivars and a promising early maturing peach selection, Momo Tsukuba 127. The Horticulture Journal, vol.86(4), 426-436.
- 2) 八重垣英明ら(2019) 低温要求量の少ないモモ新品種「さくひめ」。農研機構報告果樹茶部門, vol.3, 11~19.
- 3) 農林水産省(2022) 令和元年度特産果樹生産動態等調査。  
[https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan\\_kazyu/index.html](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_kazyu/index.html)  
(参照 2022-4-21)

表3 「さくひめ」の系統適応性検定試験における開花盛期と収穫盛期

試験地	開花盛期	収穫盛期	試験地	開花盛期	収穫盛期
青森	4月27日	7月29日	和歌山	3月24日	6月23日
岩手	4月26日	7月28日	広島	3月27日	6月28日
福島	4月15日	7月15日	山口	3月25日	6月28日
農研機構(茨城)	3月27日	6月26日	徳島	3月24日	6月27日
山梨	3月29日	7月2日	香川	3月24日	6月30日
長野	4月20日	7月10日	愛媛	3月27日	7月1日
新潟	4月18日	7月15日	福岡	3月24日	6月26日
石川	4月7日	7月5日	長崎 <sup>注2)</sup>	2月28日	6月11日
岐阜	4月28日	7月22日	熊本	3月15日	6月13日
愛知	3月27日	6月29日	宮崎	3月8日	6月6日
京都	3月31日	7月2日	鹿児島	3月16日	6月13日

注1)2013年から2015年の平均

注2)長崎県は無加温施設栽培

# 高温期に安定生産が可能な 根深ネギ「夏もえか」

藤戸 聡史

FUJITO Satoshi

## はじめに

ネギは中央アジアが起源とされるネギ属植物で、主に東アジアや東南アジアで食されています。日本におけるネギ栽培の歴史は古く、奈良時代に書かれた日本書紀にもネギに関する記述があります。また、現在では野菜類の中で第3位の生産額を誇る、日本の食卓に欠かせない野菜品目の一つとなっています(生産農業所得統計、農林水産省 2019年)。一般に、ネギは可食部が緑色の葉身部分である“葉ネギ”と、白色の葉鞘部分である“根深ネギ”に大別され、それぞれ主に西日本、東日本で栽培されてきた歴史がありますが、栽培地域の多様化や輸送技術の発達によって、“葉ネギ”、“根深ネギ”ともに全国各地で食べられるようになりました。一方で、“九条ネギ”や“深谷ネギ”といった地域特有のネギ栽培に見られるように、地域在来品種をブランド化したものや、特産品として利用されるものもあります。

日本におけるネギの旬は秋～冬ですが、様々な栽培時期に適した品種の育成や栽培技術の発展によりネギの周年栽培が可能になり、一年を通して販売されるようになりました。しかし、夏季は高温による生育停滞や品質低下が著しく生産量の減少に直結するため端境期<sup>※1</sup>となり、特に周年的に定量出荷が求められる加工・業務用ネギの生産において問題となっています。そこで、農研機構野菜花き研究部門では、ネギの夏季における生産量減少問題を解決するため、高温期でも品質や収量の低下が少ない、冬まき夏どり作型(以下「夏どり作型」)に適した根深ネギ品種「夏もえか」を育成しました。

## ネギの端境期である 夏どり作型における問題点

根深ネギの栽培は、作型にもよりますが、播種から収穫までに約8カ月と非常に長い期間を要します。夏どり作型では、11～2月に播種し、7～9月に収穫します。この作型では、収穫時期である初夏から秋にかけてネギの生育停滞や品質の低下が起り、生産量が減少します(図1)。

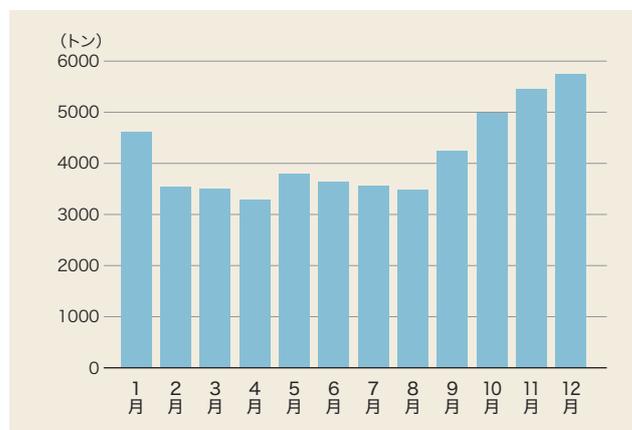


図1 東京中央卸売市場における令和3年のネギ月別入荷実績  
(東京中央卸売市場の令和3年ねぎ入荷実績をもとに作成)

これは夏季の高温により、ネギアザミウマやネギハモグリバエを代表とするネギの病害虫発生頻度が増加することによって収穫物の品質が低下することや、抽苔<sup>※2</sup>の発生(図2)によって商品とならないネギが増加することなどが原因です。ネギの生育停滞や病害虫による被害、抽苔の発生を避けるため、夏どり作型においては葉鞘の生育が早い品種や、晩抽性の品種を選ぶことで対応しています。しかし、温暖化に伴う平均気温の上昇によって高温である期間が拡大し、さらなる病害虫の多発や抽苔の増加が懸念されています。



農研機構「夏もえか」育種ほ場（三重県津市）

## 加工・業務用ネギの需要増加

外食・中食産業の発展に伴い野菜の加工・業務用の需要が高まっており、ネギにおいてもネギ需要全体の6割程度まで増加しています<sup>1)2)</sup>。一般に、家計消費用の根深ネギに求められる品質・規格は、形状や色沢が良好でMからLサイズのものですが、加工・業務用の根深ネギでは用途別に求められる品質・規格は様々で、収穫物の揃いや葉鞘部の太さの均一性、ぼけ<sup>\*3</sup>(図3)の少なさなどが重要です。また、加工・業務用の野菜には、家計消費用と比較して高い歩留まり<sup>\*4</sup>や加工適性が求められます<sup>3)</sup>。さらに、周年的に安定して供給することが重要であるため、端境期である夏季の生産量の低下は加工・業務用において重大な問題となっています。

## 高温期に安定生産が可能な根深ネギ「夏もえか」の育成

農研機構野菜花き研究部門では、2014年から高温による品質や収量の低下が少ない根深ネギF<sub>1</sub>品種の育成に取り組み、多数の組み合わせで交配した試交系統を作出してきました。これら試交系統の夏どり作型における生育特性や外観特性、収穫物特性を評価した結果、「夏もえか」(旧系統名:ネギ安濃交10号)が最も優れた特性を示すことがわかりました(図4)。「夏もえか」の栽培試験を農研機構野菜花き研究部門安濃野菜研究拠点(三重県津市)において2年間実施したところ、標準的な夏どりネギ品種である「夏扇3号」や「夏扇4号」(いずれも(株)サカタのタネ)と比較して、葉鞘はやや短いながらも同等以上に太く、抽苔株は同等に認められず、高温期においても



図2 抽苔した(ネギ坊主ができた)ネギ

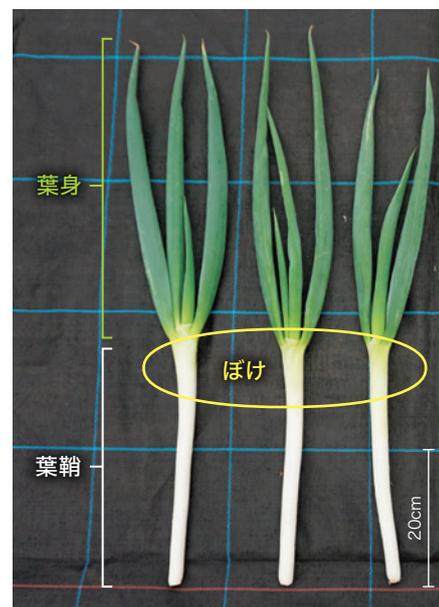


図3 ネギの収穫物の形状

## 根深ネギ「夏もえか」

生育停滞が少なく、両品種よりも10%程度高い調製収量になるなど、高い収量性を発揮することが確認されました<sup>4)</sup>(表1)。また、6月にネギアザミウマ、7月にネギハモグリバエが発生しましたが、いずれの発生程度も「夏扇3号」や「夏扇4号」と差がありませんでした。さらに、「夏扇3号」や

「夏扇4号」と比較して草姿はやや開張性で葉色はやや淡く、葉折れがやや多い傾向にありましたが、襟部の締まりは同程度に優れ、収穫物の揃いは両品種より優れていたことから、外観品質の低下も少ないことが示されました(表2)(図5)。一方で、「夏もえか」は葉鞘の肥大が旺盛な



図4 調製後の「夏もえか」



図5 「夏もえか」の収穫物

表1 「夏もえか」の収穫物特性

試験年度	品種	草丈 (cm)	最大葉身長 (cm)	葉鞘長 (cm)	葉鞘中央部径 (mm)	40cm 調製重 <sup>注2)</sup> (g)	調製収量 <sup>注3)</sup> (kg/10a)	抽苔株率 (%)	分げつ株率 (%)
2017年度	夏もえか	75.2	44.9	30.5	17.8	113	5,010	0.0	0.0
	夏扇3号	75.0	43.6	31.2	16.7	90	4,014	0.0	0.0
	夏扇4号	83.6	49.1	33.7	18.0	102	4,293	0.0	0.0
2018年度	夏もえか	75.3	44.6	30.2	18.3	97	4,853	0.0	0.0
	夏扇3号	77.2	46.3	31.6	17.8	86	4,089	0.0	0.0
	夏扇4号	81.9	49.9	32.1	18.0	86	4,278	0.0	0.0

注1) 野菜花き研究部門安濃野菜研究拠点(三重県津市)における調査結果

2017年度:2016/11/25播種、2017/2/25定植、7/19収穫 2018年度:2017/12/15播種、2018/2/27定植、8/7収穫

注2)40cm調製重:草丈40cmに葉身を切断した後の重量 注3)調製収量:40cm調製物の10a当たりの収量

表2 「夏もえか」の生育特性および外観特性

試験年度	品種	生育特性			外観特性	
		草姿	葉色	葉折れ程度	襟部の締まり	収穫物の揃い
2017年度	夏もえか	4	2	4	3	4
	夏扇3号	3	3	3	3	3
	夏扇4号	3	3	3	3	3
2018年度	夏もえか	4	2	4	3	4
	夏扇3号	3	3	3	3	3
	夏扇4号	3	3	3	3	3

注1) 野菜花き研究部門安濃野菜研究拠点(三重県津市)における調査結果

2017年度:2016/11/25播種、2017/2/25定植、7/14生育特性調査、7/19外観特性調査  
2018年度:2017/12/15播種、2018/2/27定植、8/6生育特性調査、8/7外観特性調査

注2)評価基準:標準品種「夏扇3号」を基準(3)とした。

草姿 1:立性、2:やや立性、3:同程度、4:やや開張性、5:開張性

葉色 1:淡い、2:やや淡い、3:同程度、4:やや濃い、5:濃い

葉折れ程度 1:少、2:やや少、3:同程度、4:やや多、5:多

襟部の締まり 1:劣、2:やや劣、3:同程度、4:やや優、5:優

収穫物の揃い 1:劣、2:やや劣、3:同程度、4:やや優、5:優

表3 系統適応性検定における富山県の結果 (参考)

検定場所	試験年度	品種	草丈 (cm)	葉鞘長 (cm)	葉鞘中央部径 (mm)	調製収量 <sup>注2)</sup> (kg/10a)	抽苔株率 (%)	分けつ株率 (%)
富山県 農総技七園研 (参考)	2018年度	夏もえか	75.0	29.2	16.6	4,878	0.0	0.0
		夏扇3号	70.5	26.5	15.3	3,983	0.0	1.2
		夏扇4号	81.2	30.7	16.7	4,345	0.0	0.0

注1) 2018/1/26播種、4/23定植、8/23収穫 注2) 調製収量: 草丈60cmに葉身を切除した後の調製物の10a当たりの収量



図6 「夏もえか」の夏どり作型

め収穫が遅れると葉身や襟部が裂けることがあることや、冬季においても生育は旺盛なので播種期が早いと抽苔率が高くなることがあるので注意が必要です。

また、育成系統評価試験の参考試験地として富山県農林水産総合技術センター園芸研究所で「夏もえか」の系統適応性検定試験を行ったところ、2018年の夏には、高温と無降雨の異常気象により収穫物の襟首の裂けが多発し、「夏扇3号」では25.9%、「夏扇4号」では16.5%が出荷規格外となりましたが、「夏もえか」では5.0%にとどまり、異常気象時においても安定した品質で高い収量性(調製収量)を示すことが確認されました(表3)。

これらの結果から、「夏もえか」は夏どり作型(図6)に適しており、ネギの端境期である夏季においても安定して高い品質の収穫物を生産することが可能だと判断されたため、2020年に品種登録出願を行いました(登録番号第34728号)。系統適応性検定試験は5カ所(秋田県、新潟県、神奈川県、富山県、三重県)で行いましたが、これから他の都道府県でも栽培試験を行い、普及活動を進めていきます。

## おわりに

「夏もえか」はネギの端境期である夏季においても安定して高い収量を示すことから、家計消費用の夏どりネギへの利用はもちろんのこと、周年的に安定した収量が求められる加工・業務用への利用が期待できます。しかし、温暖化の影響により予測される高温期のさらなる拡大から、病害虫の発生頻度や異常気象の増加が考えられます。これらに備えるため、今後は「夏もえか」の普及を推進するとともに、高温でもより収量性の高い品種や高温期に多発する病害虫の抵抗性品種の開発に取り組んでいきます。

(野菜花き研究部門 野菜花き品種育成研究領域  
露地野菜花き育種グループ)

### 用語解説

- ※1 端境期 農作物の収穫が少なく、市場に出回らない時期。
- ※2 抽苔 花茎が伸びること。ネギにおいてはネギ坊主ができること。
- ※3 ぼけ 葉鞘部が緑みを帯びること。
- ※4 歩留まり 農作物の可食部の割合。

### 参考文献

- 1) 小林茂典(2012) 野菜の用途別需要の動向と対応課題. 農林水産政策研究所レビュー, vol.48, 2-3.
- 2) 農畜産機構(2019) ベジ探2019年版野菜統計要覧III-8. 野菜の加工・業務用需要の動向. 農畜産業振興機構.  
<https://vegetan.alic.go.jp/annual-report/y2019.html>
- 3) 野菜流通カット協議会(2018) 『加工・業務用野菜の生産・流通の手引き』～主要品目の事例集～.
- 4) 山田朋宏(2021) 7～9月の高温期に安定生産可能な根深ネギ品種「夏もえか」. 農研機構 研究成果情報(予定).

# 気候変動下での省力栽培に適する 単為結果性ナス品種「あのみりのり2号」

宮武 宏治

MIYATAKE Koji

## はじめに

「親の意見と茄子の花は千に一つも無駄(仇)はない」、ということわざをご存知でしょうか。これは、子供に対する親の意見に無駄なものがないのと同じように、ナスには無駄花が生じず高い確率で正常な果実がなる、ということを表しています。先人は、鈴なりになるナスの果実を見て、こうしたことわざを残したのだと想像できます。しかし、実際のナスの生産現場では、気温や湿度のほか、風通しの状況など、適した栽培条件から外れた場合、受精の成功率が低下し、落花や不良果が発生します。特に、近年は、季節外れの高温や長雨など、気候変動の影響と見られる異常気象が頻発し、過酷な環境下での栽培を強いられることが多く、着果・肥大安定化への対策は急務となっています。ホルモン剤の施与など、管理作業の徹底により、ある程度は正常肥大率の改善が可能ですが、そこに払われる



図1 「あのみりのり2号」の果実外観

労力を賄うことは、生産者の高齢化が進む農業分野においては、容易なことではありません。こうした状況において、ナスでは果実の正常肥大に受粉を必要としない「単為結果性」の導入が進んでいます。農研機構野菜花き研究部門では、単為結果性ナス品種、「あのみりのり」(登録番号第18149号)に続き、収量性を改善した「あのみりのり2号」(登録番号第24664号)を育成し、普及に努めています。本稿では、「あのみりのり2号」(図1)の特性を中心に解説し、気候変動下での安定生産に資する新たな品種開発の展望についてご紹介します。

## 「あのみりのり2号」の育成に至った経緯

通常、ナスは花粉がめしべに受粉したのちに受精が成立し、種子が形成され果実が肥大します。温暖な時期の露地栽培であれば、風や昆虫類が花粉を運び受粉を助けてくれるため、比較的容易に果実が肥大します。しかし、冬期の施設栽培においては、閉め切った環境で花粉の飛散が妨げられたり、低温により受精能力が低下したりすることで、受粉がうまくいかず、正常な果実の肥大が妨げられてしまいます(図2)。こうした問題に対し、生産現場では、主に2つの対策が取られてきました。1つ目は、ミツバチなどの昆虫類の利用です。ミツバチなどを人為的に施設内に放飼し、受粉を助けてもらいます。そのためには、受精能力のある花粉が形成され、かつミツバチなどが活動できる程度に施設内を加温する必要があり、そのための燃料費がかかります。この燃料費の高騰は、生産コストの増大を招きます。2つ目は、植物ホルモン剤の利用です。ナスでは、開花した花に合成オーキシンを含む植物ホルモン剤をスプレーすると、その刺激によって、受粉しなくても果実が肥大することが知られており、ナスの重要な栽培



## 「あのみり2号」の諸特性

「あのみり2号」は、単為結果性を示しますが、花の形態や構造は一般的なナス品種と同じです(図3)。また、草姿については、若干立性で、葉っぱが大きいことが特徴です(図4)。表1に、「あのみり2号」の単為結果性の特徴を示しました。単為結果性を持たない「千両二号」が全く正常肥大しない条件において、「あのみり2号」は9割以上の正常肥大率を示します。また、先行して育成した「あのみ



図2 受精に失敗した不良果(「千両二号」)



図3 「あのみり2号」の花

技術となっています。しかし、その作業はナス栽培に要する全労働時間の30%弱を占め、大きな負担となります<sup>1)</sup>。こうした問題を根本的に解決するには、受粉やホルモン処理によらず、自然に着果・肥大する性質、すなわち、単為結果性を有するナスの開発が有効であるため、「あのみり」の育成に至りました。その後、「あのみり」に収量性の改善を望む生産者の声が多く、収量性の改善を次のターゲットとし、「あのみり2号」の育成に取り組みました。



図4 「あのみり2号」の草姿

## 単為結果性ナス品種「あのみり2号」

のり」の単為結果率と比較しても、同等以上の強い単為結果性を示すことがわかります。さらに、表2に示す通り、1株当たりの商品果数は「あのみり」よりも多く、収量性の改善が見られます。これは、「あのみり」よりも側枝が出やすいことが原因と考えられています(図4)。一方で、

「千両二号」と比較した場合、商品果数は少ないものの、1果当たりの重量は重く、果実にボリュームがあることが特徴です。これによって、「あのみり」で問題となっていた低温期に細長くなる特徴も改善されました。その他にも、食味の良さと種子が少ないため果肉質が白く美しいという

**表1** 「あのみり2号」、「あのみり」、「千両二号」の単為結果性程度  
開花数に占める正常果の割合が高い「あのみり2号」と「あのみり」が単為結果性を有することを示す。

品種名	試験年度	開花数に対する割合(%)		
		正常果	石ナス果 <sup>*1</sup>	落花 <sup>*2</sup>
あのみり2号	2010	100.0	0.0	0.0
	2011	91.5	1.4	7.0
あのみり	2010	90.9	2.1	7.0
	2011	64.5	4.7	30.8
千両二号	2010	0.0	78.2	21.8
	2011	0.0	25.6	74.4

齊藤ら(2015)のデータから引用



**図5** 「あのみり2号」の果肉

**表2** 「あのみり2号」の諸特性

単為結果性を有する「あのみり」、「あのみり2号」は、冬期施設栽培の促成作型において、着果・肥大を促す植物ホルモン剤を処理していない状態でも、処理した「千両二号」と同様に商品果の収穫が可能。「あのみり2号」は「あのみり」に比べて、促成作、露地普通作のいずれにおいても収量の改善が見られる。1果重は「千両二号」に対し、「あのみり」、「あのみり2号」が重い傾向にある。果長/果径の値は、「あのみり2号」<「千両二号」<「あのみり」の順に縦長の果形であることを示す。

作型	試験年度	品種名	植物ホルモン剤処理の有無	商品果数 <sup>*5</sup> (本/株)	1果重(g)	果長(mm)	果径(mm)	果長/果径	果形
促成 <sup>*3</sup>	2011	あのみり2号	無	97	137	164	53	3.11	長卵
		あのみり	無	86	113	164	47	3.52	中長
		千両二号	有	142	115	160	50	3.20	長卵
	2012	あのみり2号	無	120	—	—	—	—	長卵
		あのみり	無	113	—	—	—	—	中長
		千両二号	有	147	—	—	—	—	長卵
露地普通 <sup>*4</sup>	2012	あのみり2号	無	55	133	142	54	2.62	長卵
		あのみり	無	51	153	158	55	2.88	長卵
		千両二号	無	63	107	146	49	2.99	長卵
	2013	あのみり2号	無	66	163	153	57	2.68	長卵
		あのみり	無	61	159	163	54	3.03	長卵
		千両二号	無	74	127	150	52	2.91	長卵

齊藤ら(2015)のデータから引用

特徴があり(図5)、品質にこだわりのある生産者の方に選んでいただいています。また、単為結果性は、低温期だけでなく、高温期においても効果を発揮することが報告されており<sup>2)</sup>、低温期と同様に、花粉の受精能力が低下した場合であっても、正常に果実が肥大することが期待できます。以上のことから、気候変動や燃料高騰のリスクに対し、抜本的な解決策の一つとして「あのみり2号」の利用が効果的であると考えられます。

## 「あのみり2号」の 単為結果性の研究状況

「あのみり2号」はヨーロッパから導入した単為結果性品種、「Talina」を交配母本とし、日本型の品種との交配と選抜を繰り返し育成されました<sup>3)</sup>。高温期においても単為結果が生じることが確認され<sup>2)</sup>、気候変動下での生産の安定化に寄与することが報告されています。その後、DNAマーカー開発技術の普及により詳細な遺伝解析が可能となり、「Talina」に由来する「あのみり2号」の単為結果性は、少なくとも2つの遺伝子座<sup>いでんしご</sup>によって支配されていることが明らかとなっています<sup>4)</sup>。農研機構では、これらの遺伝子座を検出できるDNAマーカーを開発し、効率的に単為結果性個体を選抜する技術を開発しました<sup>4)</sup>。現在は、農研機構のほか、複数の公設試において開発されたこの選抜技術が利用され、新たな単為結果性ナス品種が開発されています。

## 「あのみり2号」の 栽培適地と種子の購入

「あのみり2号」は、先行して育成した単為結果性品種「あのみり」とともに、北は北海道から南は鹿児島県まで、全国の種々の作型で栽培されている実績があります。収量性と省力性の両方を求める場合には、「あのみり2号」の利用が効果的です。日本国内での推定栽培面積は、「あのみり」が19ha、「あのみり2号」が23ha(2020年)で、安定して生産されています(ナス全体の作付け面積:8,240ha)。種子は、農研機構と利用許諾契約を締結した民間種苗会社などから販売されています。

## おわりに

「あのみり」と「あのみり2号」の登場は、国内のナス育種の状況を一変させました。単為結果性の重要性が強く認識され、現在では、新たに育成される品種には欠かせない性質となっています。また、「あのみり2号」の特徴である、色が白く緻密な果肉質は、こだわりの持った多くの生産者に選ばれ、継続して栽培いただいています。現在は、「あのみり2号」の特徴をベースとし、青枯病、半枯病、とげなし性を新たに付加した新品種候補系統の品種登録出願に向けて、最終の試験を進めているところです。病害抵抗性やとげなし性の導入により、土壌消毒や栽培管理に伴う環境負荷や作業負荷を低減し、持続可能なナス生産に貢献する大きな一歩となると期待しています。新品種は、1~2年以内に品種登録出願を完了し、市場に投入できる予定です。生産者の減少や高齢化、気候変動など、短期間で解決が困難な問題が山積みですが、省力性や病害抵抗性など、あらゆる育種観から解決策を見出す努力を今後も継続したいと思います。

(野菜花き研究部門 野菜花き品種育成研究領域  
施設野菜花き育種グループ)

### 用語解説

- ※1 石ナス果 果実の肥大が妨げられた不良果(図2)。
- ※2 落花 果実が着果する前に、花の状態落ちてしまうこと。
- ※3 促成 9月頃に栽培を開始し、翌年6月頃にかけて、ハウスや温室など加温した施設内で栽培することで栽培期間を長く確保する栽培体系。
- ※4 露地普通 施設を使用せず、露地ほ場において、5月頃から10月頃まで栽培する栽培体系。
- ※5 商品果数 肥大不良果や落花を除き、正常な大きさにまで肥大した果実数。

### 参考文献

- 1) 門馬信二(1996) 単為結果性ナスの特性と今後の利用.施設園芸, 38, 30-33.
- 2) Kikuchi, K. et al. (2008) Stability of fruit set of newly selected parthenocarpic eggplant lines. Scientia Horticulturae, 115, 111-116.
- 3) 齊藤猛雄ら(2015) 単為結果性ナス品種「あのみり2号」の育成経過とその特性. 野菜茶業研究所研究報告, 14, 1-14.
- 4) Miyatake, K. et al. (2012) Development of selective markers linked to a major QTL for parthenocarpy in eggplant (*Solanum melongena* L.). Theoretical and Applied Genetics, 124(8):1403-13.

# 高温登熟耐性の 水稲品種「にこまる」

田村 克徳

TAMURA Katsunori



## はじめに

農研機構ではSDGsの「13.気候変動に具体的な対策を」の目標を達成するために、温暖化に適応した品種を開発しており、高温耐性の水稲品種の開発もその一つに挙げられます。高温耐性には、高温下で登熟しても玄米品質が低下しない高温登熟耐性と開花期の高温で不稔になる割合を低く抑えられる高温不稔耐性があります。九州の稲作においては、既に1990年代終わりには主力品種である「ヒノヒカリ」の玄米品質低下が問題になっていました。この原因として、登熟期の高温により、乳白粒や心白粒といった白未熟粒<sup>しろ みじゅくりゅう</sup>\*1の発生が多くなること、玄米の充実が不良になることが指摘されています<sup>1)</sup>。この問題の根本的な解決のためには「ヒノヒカリ」並みの食味特性を備え、高温でも品質が低下しにくい品種が求められていました。本稿では、農研機構ではじめて高温登熟耐性が高いことが認められた水稲品種「にこまる」について紹介します。

## 育成の過程

「にこまる」は1996年に九州農業試験場水田利用部（現 農研機構九州沖縄農業研究センター暖地水田輪作研究領域）において、多収、良食味品種の育成を目標に食味が非常に優れた「は系626」（後の「きぬむすめ」）を母とし、品質の安定性に優れた「北陸174号」を父として人工交配を行った組み合わせの後代から育成されました。数カ年の生産力検定試験、特性検定試験、系統適応性検定試験に供試し、品質、食味、収量性などが優れていることが確認された後、関係府県に配付して地域適応性を検討してきました。その結果、長崎県において食味と

品質が安定して優れ多収であることが認められ、2005年に奨励品種に採用され、水稲農林411号「にこまる」（登録番号第16611号）として品種登録されました<sup>2)</sup>。なお、「にこまる」の名は、食味が良く笑顔がこぼれる品種であること、品種特性である粒張りの良さ（丸いイメージ）を表現して命名されました。

## 「にこまる」の特徴

「ヒノヒカリ」に比べ<sup>しゅつせい</sup>出穂期は3日遅く、<sup>じゅんじゆ</sup>成熟期は6日遅くなります（表1）。<sup>かんちよう</sup>稈長は2cm長く、<sup>ほちよう</sup>穂長も約1cm長く、穂数はやや少なくなります（表1）。精玄米重（篩目1.8mm）は「ヒノヒカリ」より13%多収で、玄米千粒重が0.6g重く（表1）粒厚も厚い（データ略）ことがその一因になっています。2002年から20年間の34試験地の奨励品種決定調査における延べ272回の比較試験でも「ヒノヒカリ」に対して「にこまる」は9%多収になり（データ略）、広域で安定的な収量性を示しました。「にこまる」の諸病害に対する抵抗性は「ヒノヒカリ」とほぼ同様ですが、穂発芽<sup>ほつげ</sup>\*2性は「ヒノヒカリ」より穂発芽しやすい“中”（表2）であるため、栽培にあたっては注意が必要です。

「にこまる」の最大の特徴は玄米の外観品質が良好なことで、玄米品質の項目で「ヒノヒカリ」より1ランク以上良くなっています（表1）。直近の高温年であった2020年の生産力検定試験において、「にこまる」の白未熟粒の割合が「ヒノヒカリ」に比べて低いことが見て取れます（図1）。また、「にこまる」および「ヒノヒカリ」がともに産地品種銘柄<sup>なま</sup>\*3になっている20府県の2020年産米の一等米比率は、概ね「にこまる」の方が高くなっています（図2）。「にこまる」の品種登録後の2009年から2011年にかけて、玄米



表1 「にこまる」の栽培特性

品種名	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	精玄米重 (kg/a)	対比 (%)	玄米千粒重 (g)	玄米品質 (1-9)	倒伏程度 (0-5)
にこまる	8.28	10.17	86	19.9	338	58.4	113	22.6	4.7	1.0
ヒノヒカリ	8.25	10.11	84	19.0	368	51.8	100	22.0	6.0	0.9

育成地(福岡県筑後市)における2000年~2021年の平均。玄米品質は1(良)~9(不良)。倒伏程度は0(倒伏なし)~5(全面倒伏)。

表2 「にこまる」の病害抵抗性および障害抵抗性

品種名	葉いもち	穂いもち	縞葉枯病	白葉枯病	紋枯病	穂発芽性
にこまる	やや弱	やや弱	罹病性	中	中	中
ヒノヒカリ	やや弱	やや弱	罹病性	やや弱	やや弱	難

(参考表)

品種名	葉いもち	穂いもち	縞葉枯病	白葉枯病	紋枯病	穂発芽性
元気つくし	弱	やや弱	(罹病性)	やや弱	-	難
さがびより	弱	やや弱	罹病性	やや弱	-	やや易
くまさんの力	やや弱	やや弱	(罹病性)	弱	-	やや難
おてんとそだち	中	やや弱	罹病性	弱	-	中
あきほなみ	不明(R)	不明(R)	(罹病性)	やや強	-	やや易

不明(R)はいもち病原性抵抗性遺伝子による。(罹病性)は系譜より推定。



図1 にこまるとヒノヒカリの玄米  
(2020年福岡県筑後市産)

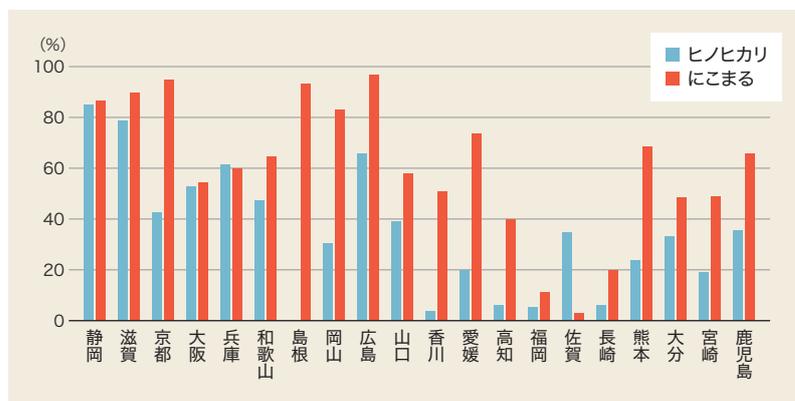


図2 2020年産米の一等米比率  
(農林水産省 米穀の農産物検査結果より作成)

外観品質に関連する高温登熟耐性について、九州地域の公設試験研究機関と当センターとで連絡試験が行われました。その結果、熟期ごとの高温登熟耐性基準品種が選定され、中生では「にこまる」が「ヒノヒカリ」より2ランク強い“中”に分類されました<sup>3)</sup>(表3)。

「にこまる」の食味は図3に示す通りで、白飯の外観、硬さ、粘り、味、総合値とも「ヒノヒカリ」および「コシヒカリ」並みになっています。食味に関連する成分のうち、白米アミロース含有率は17.7%で「ヒノヒカリ」よりやや高く(図4)、玄米タンパク質含有率は6.0%で「ヒノヒカリ」よりやや低くなっています(図5)。長崎県産「にこまる」が2008年から5年連続、(一財)日本穀物検定協会の食味ランキング<sup>4)</sup>で特Aを獲得したのを皮切りに、2021年までに高知県県北、高知県県西、静岡県西部、愛媛県を含めて延べ23地区が特Aになっています。同期間の「ヒノヒカリ」の特Aは延べ38地区でしたが、直近5年間では「ヒノヒカリ」の16地区に対して「にこまる」は17地区で拮抗しています。因みに、「にこまる」の親の「きぬむすめ」は19地区になっています。また、日本最大の食味コンテストである米・食味分析鑑定コンクールにおいて、高知県四万十町の「にこまる」が2010年に初めて金賞を受賞しました。その後、「にこまる」は金賞受賞の常連となり、「コシヒカリ」に次ぐ地位を占めています。「ヒノヒカリ」に比べても玄米千粒重がやや重く(表1)、タンパク質含有率がやや低く(図5)、炊飯米の白さが際立っている(データ略)ことが入賞しやすさの一因になっていると推察されます。極良食味に特化して、高付加価値販売をねらって栽培品種をお探しの生産者の皆さまには「にこまる」は打って付けと考えられます。

表3 暖地地域の高温登熟耐性基準品種

熟期	高温登熟性				
	強	やや強	中	やや弱	弱
極早生・早生	なつほのか	みねはるか	日本晴	黄金晴	初星、祭り晴
中生	おてんとそだち	コガネマサリ	にこまる	シンレイ	ヒノヒカリ
晩生・極晩生		ニシヒカリ		たちはるか	あきさやか

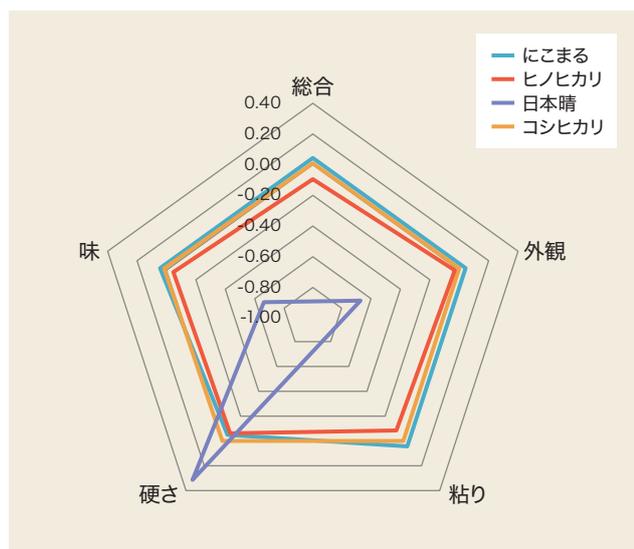


図3 「にこまる」の食味特性

2000年から2013年産米を用いた合計30回の平均。12点法で実施。食味評価は基準品種「コシヒカリ」0に対し、総合、外観について-5~+5の11段階で、粘り、硬さ、味については-3~+3の7段階で評価。総合、外観、味では+は基準より良く、-は基準より劣ることを示す。粘りでは+は強く、-は弱い。硬さでは+は硬く、-は軟らかいことを示す。

区が特Aになっています。同期間の「ヒノヒカリ」の特Aは延べ38地区でしたが、直近5年間では「ヒノヒカリ」の16地区に対して「にこまる」は17地区で拮抗しています。因みに、「にこまる」の親の「きぬむすめ」は19地区になっています。また、日本最大の食味コンテストである米・食味分析鑑定コンクールにおいて、高知県四万十町の「にこまる」が2010年に初めて金賞を受賞しました。その後、「にこまる」は金賞受賞の常連となり、「コシヒカリ」に次ぐ地位を占めています。「ヒノヒカリ」に比べても玄米千粒重がやや重く(表1)、タンパク質含有率がやや低く(図5)、炊飯米の白さが際立っている(データ略)ことが入賞しやすさの一因になっていると推察されます。極良食味に特化して、高付加価値販売をねらって栽培品種をお探しの生産者の皆さまには「にこまる」は打って付けと考えられます。

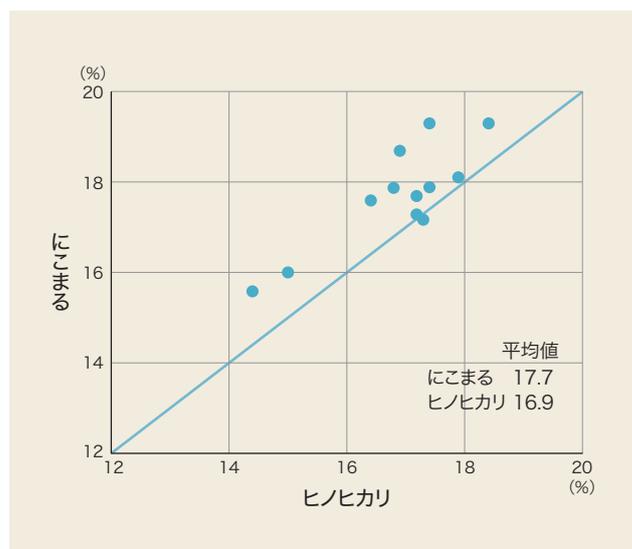


図4 白米のアミロース含有率

生産力検定試験(育成地、2008年~2019年)

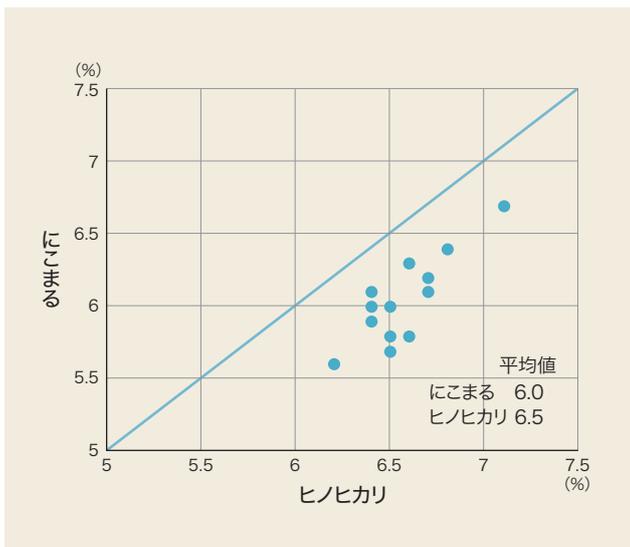


図5 玄米のタンパク質含有率  
生産力検定試験(育成地、2008年～2019年)

## おわりに

2022年時点で、「にこまる」は長崎県、大分県、静岡県、愛媛県、和歌山県、高知県、大阪府の7府県で奨励品種あるいは認定品種になっています。また、北は栃木県、富山県から南は鹿児島県までの20府県で産地品種銘柄に指定されています。その普及面積は約6,000ha(原種苗販売実績から推計)です。親の「きぬむすめ」も11,000haまで栽培面積を伸ばしています。「にこまる」が普及している府県数は「きぬむすめ」より多いものの、九州での面積は伸びていません。その原因としては、「にこまる」の育成後、各公設試験研究機関から「にこまる」に近いコンセプトの良食味・高温登熟耐性の品種が続々と出されたことが考えられます。福岡県の「元気づくし」(2009年)、佐賀県の「さがびより」(2009年)、熊本県の「くまさんの力」(2008年)、宮崎県の「おてんとそだち」(2011年)、鹿児島県の「あきほなみ」(2008年)などです。

品種育成時に良食味、高温登熟耐性に併せて、水稻栽培で重要な病害抵抗性についてこれらの品種と差別化ができていれば、「にこまる」はさらに増えていたと考えられます。「にこまる」は育成の時点で、耐病虫性に改善の余地があったので、2005年にトビイロウンカ抵抗性遺伝子 *bph11*、縞葉枯病抵抗性遺伝子 *Stvb-i* を、2006年にいもち

病菌場抵抗性遺伝子 *Pi39* を導入するための交配を開始しました。それらのうち、*Pi39* を持つ同質遺伝子系統※4「にこまるBL1号」(出願番号第33877号)を2019年に品種登録出願しています。この品種は、現在進められている『みどりの食料システム戦略』の一端を先取りしたものであり、福岡県内のいもち病が発生しやすい地域で普及が始まっています。また、「にこまる」遺伝背景で複数の耐病虫性遺伝子を持つ系統、外国稲由来の高温登熟耐性を持つ系統、高温不稔耐性を持つ系統など、予測不能な気候変動に備えて多様な素材を準備しています。

ジャンルは異なりますが、カドミウム低吸収性の同質遺伝子系統「にこまる環1号」(出願番号第33835号)も2019年に品種登録出願しています。当グループではこうして作られた系統を用いて、さらに種々の優良特性を積み上げた品種の育成を目指しています。

(九州沖縄農業研究センター 暖地水田輪作研究領域  
作物育種グループ)

### 用語解説

- ※1 **白未熟粒** 出穂後の登熟期の高温により玄米胚乳内のデンプン粒の蓄積が不良となり、粒間にできた隙間に光が乱反射して白く見える粒。シラタとも呼ぶ。
- ※2 **穂発芽** 穂についた状態の収穫前(立毛中)の種子が一定の温度下での降雨などにより発芽すること。収量や品質に影響を及ぼす。
- ※3 **産地品種銘柄** 農産物検査法による公示の農産物規格規定において都道府県ごとに定められており、米穀検査に合格すると産地・品種および産年を商品に表示できるようになる。「にこまる」は27府県で設定(2022(令和4)年)されている。
- ※4 **同質遺伝子系統** 連続戻し交配により目的形質以外を親品種と同じにした系統。

### 参考文献

- 1) 森田敏ら(2010) 近年の九州産水稻の作柄・品質低下実態・要因の解析と今後の対応。九州沖縄農業研究センター研究資料, 94, 1-105.
- 2) 坂井真ら(2010) 食味と高温登熟条件下での玄米品質に優れる多収性水稻品種「にこまる」の育成。九州沖縄農業研究センター研究報告, 54, 43-61.
- 3) 田村克徳ら(2018) 暖地地域における水稻の高温登熟耐性基準品種の選定。日本作物学会紀事, vol.87(2), 209-214.
- 4) 日本穀物検定協会(2022) 食味試験(参考)平成元年産からの特Aランカー一覧表。  
[https://www.kokken.or.jp/data/ranking\\_specialA03.pdf](https://www.kokken.or.jp/data/ranking_specialA03.pdf)  
(参照 2022-4-20)

# 温暖化に適応した 期待の水稻品種「にじのきらめき」

石丸 努

ISHIMARU Tsutomu

## はじめに

近年、登熟期<sup>\*1</sup>の温暖化傾向により、日本各地でコメの外観品質低下が生じています。通常の気温で登熟した玄米はデンプン蓄積が正常なため透明な色（「整粒」といいます）をしています。高温で登熟した玄米ではデンプン蓄積が阻害され、デンプン粒の隙間に光が乱反射して玄米が白く濁って見える「白未熟粒<sup>しろ みじゅくりゅう</sup>」が多く見られます（図1）。これまでの研究で出穂後20日間の日平均気温が27℃を超えると白未熟粒が増加するといわれています<sup>1</sup>。白未熟粒の割合が多い玄米は外観が悪いとみなされ商品価値が下がるため、生産者の所得に大きく影響します。新潟県では、「コシヒカリ」がトップブランドとして有名ですが、通常80%程度の「コシヒカリ」の一等米比率<sup>\*2</sup>が、

2019年の登熟期における異常高温により20%にまで落ち込みました（上の玄米画像参照）。温暖化の進行により、関東以西の温暖な地域でも「コシヒカリ」の高品質安定生産が難しくなっているのが現状で、高温登熟性に優れた水稻品種の開発が求められています。

また、日本が抱える稲作の構造上の問題も「コシヒカリ」の高品質安定生産を難しくしています。現在、どの地域でも農業就業者の高齢化に伴う離農により慢性的な担い手不足が深刻化しています。離農の際、別の営農法人に水田を託すと、託された側の営農法人は経営規模が拡大し、従業員1人当たりの栽培面積は大きく増加します。「コシヒカリ」は背丈が高く、収穫期には頻繁に倒伏します。倒伏するとコンバインでの収穫に時間がかかり、効率的な作業ができなくなります。また、経営体が大規模化している営農法人ではイネが倒伏したままの状態でも収穫適期に収穫作業が行えないと（刈り遅れ）、穂発芽<sup>\*3</sup>や胴割粒<sup>\*4</sup>の発生により、コメの外観品質低下を助長する原因となります。大規模な営農法人で「コシヒカリ」を大規模に栽培する場合、倒伏しやすい性質や刈り遅れに注意しなければなりません。

以上のような近年の登熟期の高温化や稲作経営体の大規模化を背景に、高温登熟性に優れ、大規模経営に対応できる水稻品種の開発を進めてきました。本稿では、高温登熟耐性と耐倒伏性を併せ持つ新品種「にじのきらめき」<sup>\*5</sup>を紹介します。

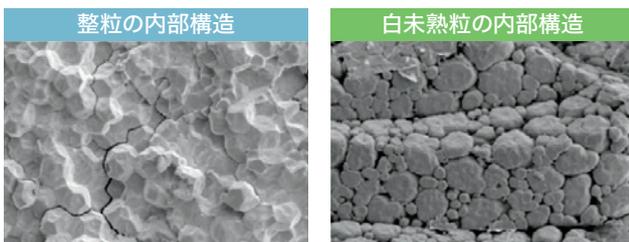
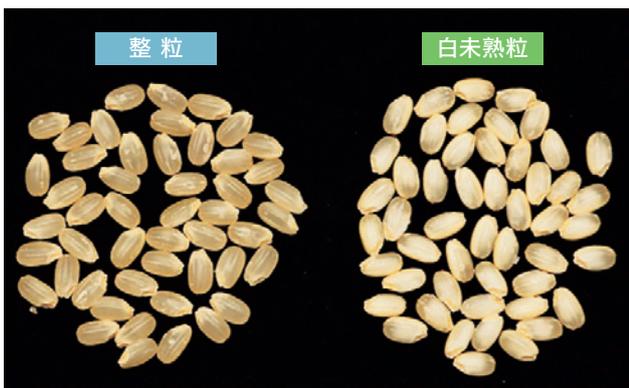


図1 整粒と白未熟粒の玄米外観の違い(上)と内部構造の違い(下)  
内部構造は走査型電子顕微鏡で観察した。

## 水稻品種「にじのきらめき」の 育成と普及

「にじのきらめき」は2018年に中央農業研究センター北陸研究拠点（現 中日本農業研究センター上越研究拠点）



にじのきらめき

コシヒカリ



で育成された水稲品種です。背丈が低い耐倒伏性があり、高温登熟性に優れる特徴を持ちます。熟期は「コシヒカリ」とほぼ同じですが、耐倒伏性があるため「コシヒカリ」が倒伏してしまうような窒素肥料が多い条件でも栽培でき、「にじのきらめき」の収量は「コシヒカリ」よりもおよそ30%多い、758kg/10aを記録しています<sup>2)</sup>。2020年に新潟県上越地域の生産者ほ場では「コシヒカリ」の著しい倒伏が見られましたが、「にじのきらめき」にはほとんど倒伏が見られず(図2)、効率的に収穫作業を行うことができました。「にじのきらめき」の耐倒伏性が活かされた生産者ほ場での好例といえます。また大粒で「コシヒカリ」並みの良食味を持つため、中食や外食をはじめとする様々な用途への利用が期待できます。ヒメトビウンカがイネを吸汁することによりイネがウイルスに感染・発病する縞葉枯病に対しても抵抗性を持つため、温暖な地域でも栽培が

可能です。これらの優れた特性により、育成からまだ4年目ですが、「にじのきらめき」は新潟県をはじめ、関東以西の13県(新潟県・群馬県・栃木県・茨城県・千葉県・静岡県・愛知県・岐阜県・三重県・和歌山県・滋賀県・岡山県・佐賀県)で普及しています。ただし、耐冷性が弱いため、東北以北の地域での栽培はお勧めできません。「にじのきらめき」の多収栽培のポイントは『にじのきらめき 栽培暦 改訂版』にまとめられており、北陸地域を中心とした寒冷地南部での栽培に関する詳しい情報が記載されています<sup>3)</sup>。

「にじのきらめき 栽培暦 改訂版」

[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134301.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134301.html)



図2 新潟県上越市板倉区における収穫期の「にじのきらめき」(左)と「コシヒカリ」(右)の様子 (2020年)

## 水稲品種「にじのきらめき」の高温登熟性の定量的評価

高温登熟性に関して、「コシヒカリ」が「やや弱～中」と判定されている<sup>4)5)</sup>一方で、「にじのきらめき」は「やや強」と判定されています<sup>2)</sup>。「にじのきらめき」は新潟県から和歌山県や佐賀県まで、多様な生育環境の地域に普及が拡大していますが、どの程度高温に対して耐性があるのかについては定量的に示されていませんでした。そこで、本品種の普及地域である新潟県・群馬県・岐阜県の公的研究機関および生産者の協力を得て、4年間にわたり気温と「にじのきらめき」および「コシヒカリ」の整粒歩合につい

て調査を行いました。その結果、出穂後20日間の日平均気温が28℃の高温でも一等米の目安である整粒歩合70%程度を維持できることが明らかとなり、優れた高温登熟性を備えていることが実証されました(図3)。ただし、日平均気温が28℃以上となると整粒歩合は70%を下回り、優れた高温登熟性にも限界があることも同時に判明しました<sup>6)</sup>。この解析により、出穂後20日間の日平均気温を28℃程度までに抑える作付けスケジュールを立てることで、栽培地域では「にじのきらめき」の高い玄米外観品質を保つことができると想定されます。

さらに「にじのきらめき」の高温登熟性がどのようなメカニズムによって強化されたのかは全くわかっていません

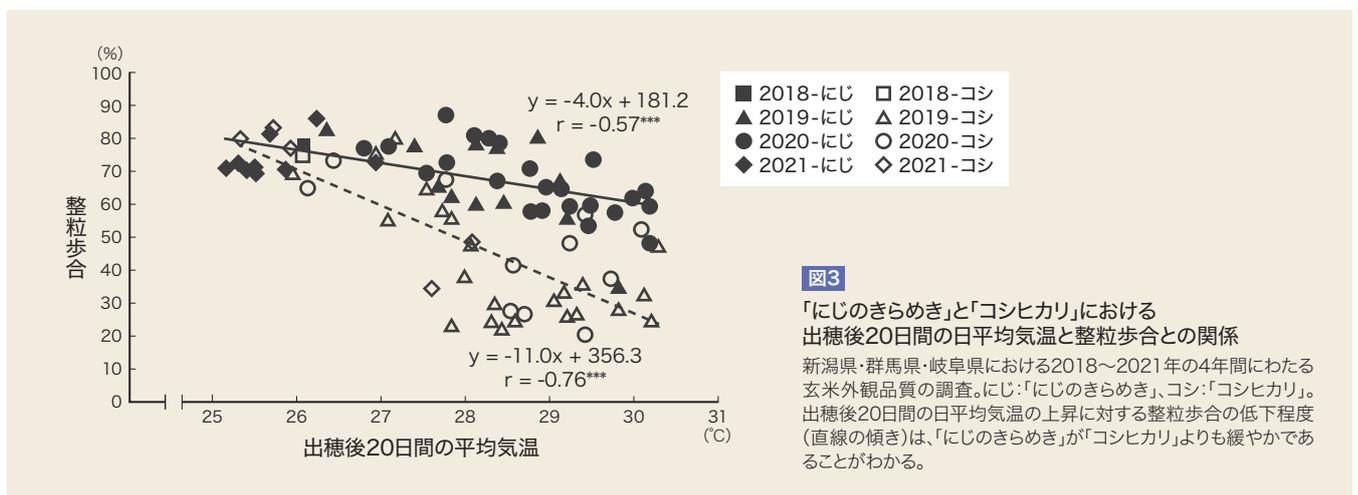


図3

「にじのきらめき」と「コシヒカリ」における出穂後20日間の日平均気温と整粒歩合との関係  
新潟県・群馬県・岐阜県における2018～2021年の4年間にわたる玄米外観品質の調査。にじ:「にじのきらめき」、コシ:「コシヒカリ」。出穂後20日間の日平均気温の上昇に対する整粒歩合の低下程度(直線の傾き)は、「にじのきらめき」が「コシヒカリ」よりも緩やかであることがわかる。

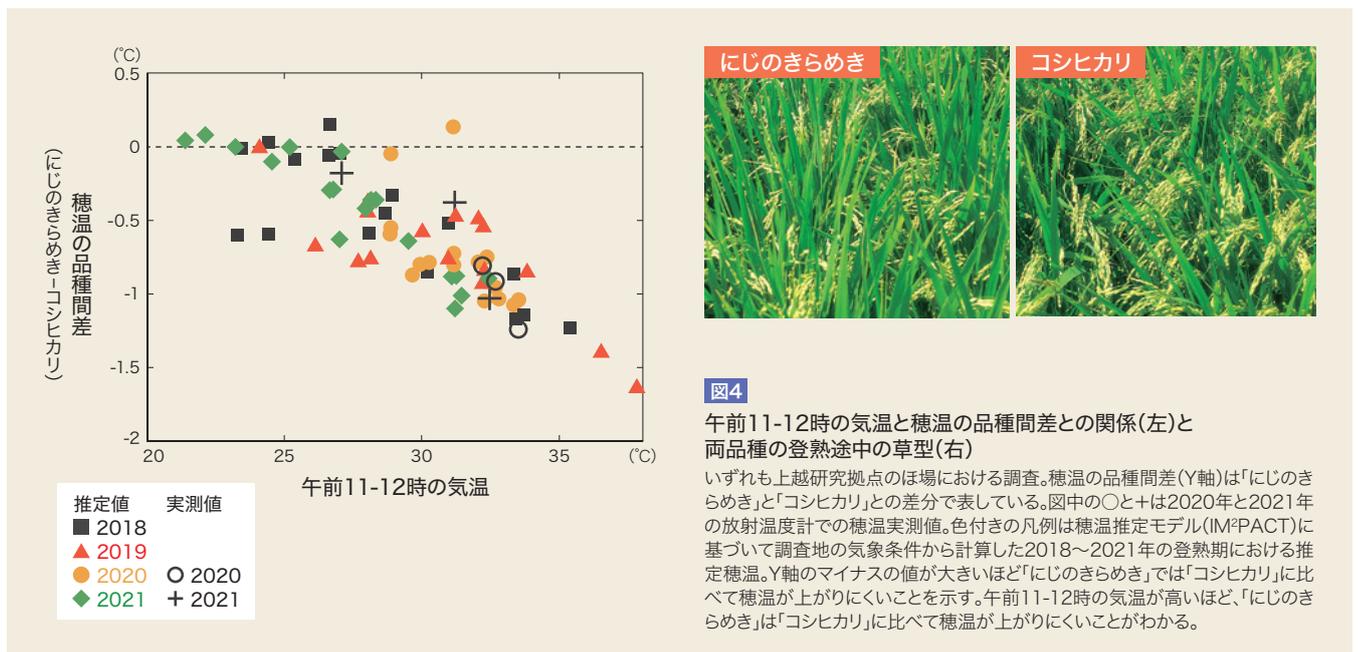


図4

午前11-12時の気温と穂温の品種間差との関係(左)と両品種の登熟途中の草型(右)

いずれも上越研究拠点のほ場における調査。穂温の品種間差(Y軸)は「にじのきらめき」と「コシヒカリ」の差分で表している。図中の○と+は2020年と2021年の放射温度計での穂温実測値。色付きの凡例は穂温推定モデル(IM²PACT)に基づいて調査地の気象条件から計算した2018～2021年の登熟期における推定穂温。Y軸のマイナスの値が大きいほど「にじのきらめき」では「コシヒカリ」に比べて穂温が上がりにくいことを示す。午前11-12時の気温が高いほど、「にじのきらめき」は「コシヒカリ」に比べて穂温が上がりにくいことがわかる。

した。筆者の研究グループは、「にじのきらめき」と「コシヒカリ」の穂の温度(穂温)を実測し、「にじのきらめき」では高温条件下でも穂温が上がりにくい『高温回避性』が存在することを世界で初めて明らかにしました。さらに、穂温推定モデル<sup>7)</sup>※6によると、「にじのきらめき」の高温回避性は穂が葉の中に隠れていることで、①穂への日射量が少なくなること、②穂周囲の葉の蒸散による冷却効果を受けやすくなること、が関係していると推定されました<sup>6)</sup>。このような研究成果は、高温登熟性を持つ水稻品種の栽培と育種戦略の両面に貴重な基盤的情報を与えるとともに、深刻化する温暖化の中での玄米外観品質の高位安定化に貢献します。

## おわりに

気候変動や日本の稲作が抱える構造上の問題に対応できる「にじのきらめき」は、今後も普及が拡大すると予想されます。「にじのきらめき」は数々の優れた特性を持つ有望な品種ではありますが、課題はあります。「にじのきらめき」は「コシヒカリ」と同熟期であるため、「コシヒカリ」を経営の基幹品種と位置付ける新潟県のような地域では、「にじのきらめき」の収穫作業は「コシヒカリ」よりも後回しになります。「コシヒカリ」との収穫作業分散を図った時に、「にじのきらめき」を刈り遅れた場合でも、玄米外観品質が低下しにくいかどうかを明らかにしなければなりません。温暖化はこれからも進行すると予測され、気候変動時代いかに収量や玄米品質の高位安定生産を実現できるか、これからも研究開発を進める必要があります。「にじのきらめき」に代表される高温登熟性に優れた品種は「コシヒカリ」に代わる新たな水稻品種の選択肢を生産者に提供すると考えています。

(中日本農業研究センター上越研究拠点  
水田利用研究領域 作物生産システムグループ)

## 用語解説

- ※1 **登熟期** 稲の穂が現れる時期を出穂期といい、出穂してから収穫までのコメが肥大し実る期間を登熟期という。登熟期が完了すると収穫となる。温度や日射の条件にもよるが、通常、登熟期間は40～50日である。
- ※2 **一等米比率** コメの等級のうち、最も外観品質の高いコメを指す一等米の割合。整粒歩合で一等米は70%以上、二等米は60～70%、三等米は45～60%が目安となる。
- ※3 **穂発芽** 収穫前であるにもかかわらず意図せず玄米が発芽してしまうこと。子房が登熟期に肥大し玄米に至る過程で、ある程度子房が発達すると発芽能力を有するようになる。その後十分な水分と温度に遭遇すると、穂発芽が起こる。
- ※4 **胴割粒** 玄米の内部に亀裂を生じる現象。胴割粒が多いと精米時に玄米が砕けてしまい、玄米を精米にした時の回収率が低下してしまう。
- ※5 **「にじのきらめき」** 高温耐性に優れた多収の極良食味水稻新品種「にじのきらめき」(農研機構プレスリリース)。2018年9月6日付。
- ※6 **穂温推定モデル** 農研機構農業環境研究部門で開発された、水稻の高温障害を解明するためのツール。一般的な日射量や風速、気温、湿度などの気象要素から、水田における穂の温度を推定する微気象モデル(IM<sup>2</sup>PACT)により、全国の地上気象観測所で穂温を算定することができる。IM<sup>2</sup>PACTは、農研機構のモデル結合型作物気象データベース(MeteoCrop DB)にも実装されている。

## 参考文献

- 1)若松謙一ら(2007) 暖地水稻の登熟期間の高温が玄米品質に及ぼす影響。日本作物学会紀事 vol.76, 71-78.
- 2)長岡一朗ら(2020) 高温登熟性と耐倒伏性に優れ、イネ縞葉枯病抵抗性を備えた多収の水稻新品種「にじのきらめき」の育成。育種学研究 vol.22, 167-173.
- 3)農研機構中央農業研究センター北陸研究拠点(2020) 「にじのきらめき」栽培暦改訂版。  
[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134301.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134301.html) (参照 2022-4-24)
- 4)小林麻子(2012) 高温登熟耐性に関する遺伝的要因と品種育成。北陸作物学会報 vol.47, 132-136.
- 5)梶亮太ら(2016) 東北地域における水稻高温登熟耐性基準品種の選定。東北農業研究センター研究報告 vol.118, 49-55.
- 6)Ishimaru, T. et al. (2022) Quantitative assessment on the grain appearance of a new Japanese rice cultivar 'Niji-no-kirameki' with a novel heat-avoidance mechanism during ripening. Plant Stress, vol.4, 100074.
- 7)Yoshimoto, M. et al. (2011) Integrated micrometeorology model for panicle and canopy temperature (IM<sup>2</sup>PACT) for rice heat stress studies under climate change. Journal of Agricultural Meteorology vol.67, 233-247.

## ■「にじのきらめき」リーフレット



# 温暖化に対応したペレニアルライグラス 新品種「夏ごしペレ」

藤森 雅博

FUJIMORI Masahiro

## はじめに

ペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.) は、栄養価と嗜好性が高く、初期生育と再生力に優れるなどの特徴があり、世界的に最も利用されているイネ科牧草です。本草種は、冷涼な気候を好み適応温度域が狭いため、わが国のような夏季に高温となり、冬季は氷点下となる環境条件には適応性が低く、利用地域が限られていました。近年、北海道では越冬性に優れたペレニアルライグラス品種の育成と共に、その有用性が周知されたことにより、採草地への追播<sup>※1</sup>などへの利用が2008年から2015年にかけて急激に広がりました<sup>1)2)</sup>。

一方、本州以南の地域ではペレニアルライグラスは積極的に利用されていません。それは本草種の有用性が十分に知られていない上に、十分な越夏性を有するペレニアルライグラス品種が無かったことが原因です。近年は寒冷地においても夏季に30℃を超えることが珍しくなくなり、越夏性を大幅に向上した品種が必須となってきていました。

そこで、本州以南の寒冷地（東北地域や中部高標高地帯：年平均気温9～12℃の地域）でこれまで以上に安定して栽培できるように、越夏性に優れて放牧用または採草地への追播用として利用できる新品種「夏ごしペレ」を育

成しました<sup>3)</sup>。本稿では、その育成経過および特性の概要などを紹介します。

## 「夏ごしペレ」の育種経過

「夏ごしペレ」は越夏性の大幅な改良を目指して育成された品種です。当品種の育成は、2001年の山梨県酪農試験場（現 山梨県畜産酪農技術センター）における選抜基礎集団の作成から始まり、2002年から2011年までの4サイクルの越夏性の選抜により系統が育成されました。選抜母集団の大規模化や個体選抜の高精度化などにより、大幅な越夏性向上が可能となりました。次に東北農業研究センターにおいて、2012年から複数ある越夏性系統の中から寒冷地での生産に適した系統の評価を行い、「東北7号PR（夏ごしペレの系統名）」を選抜しました。2014年から育成地における諸試験と、各地における地域適応性検定試験<sup>※2</sup>を開始しました。地域適応性検定試験でも越夏性などの優秀性が認められたため、品種名「夏ごしペレ」として2018年4月に品種登録出願を行いました。2022年5月から、カネコ種苗株式会社、雪印種苗株式会社、タキイ種苗株式会社から「夏ごしペレ」の種子の販売が始まりました。

表1 「夏ごしペレ」の越夏性関連形質主要特性

形質	夏ごしペレ	ヤツユメ	フレンド	備考
盛夏期直後収量	112	100	95	「ヤツユメ」比、5試験地、3カ年平均
越夏後(秋季)収量	113	100	95	「ヤツユメ」比、5試験地、3カ年平均
越夏性	6.2	5.7	4.9	「1不良-9良」、4試験地、3カ年平均



## 「夏ごしペレ」の基本特性

「夏ごしペレ」の最大の特徴は、越夏性に優れることです。越夏性に優れる品種は、夏季に雑草との競合に負けずに高温時の生産性に優れる必要があります。最も暑い時期の収量(盛夏期直後収量)について、既存のペレニアルライグラス品種である「ヤツユメ」、「フレンド」と比較したところ、「夏ごしペレ」が最も優れていました(表1)。次は既存晩生品種の中で最も越夏性の優れる「ヤツユ

メ」で、最も劣るのは本州以南でも利用されている「フレンド」でした。越夏後収量(秋季収量)を比較したところ、「夏ごしペレ」が最も優れ、「ヤツユメ」、「フレンド」の順でした(表1)。夏季の草勢を評価する越夏性の評点を比較したところ、「夏ごしペレ」が最も優れ、「ヤツユメ」、「フレンド」の順でした(表1)。さらに、ペレニアルライグラスの栽培限界地域(栃木県那須塩原市)での栽培試験における越夏後の草勢も、「夏ごしペレ」、「ヤツユメ」、「フレンド」の順でした(図1)。以上のことから、「夏ごしペレ」の優れた越夏性



図1

「夏ごしペレ」の利用1年目の越夏後の様子

(2016年9月6日 栃木県那須塩原市)  
「フレンド」と「ヤツユメ」は、夏季の病気によりかなり枯れているが、「夏ごしペレ」はその状況においても緑度を維持している。

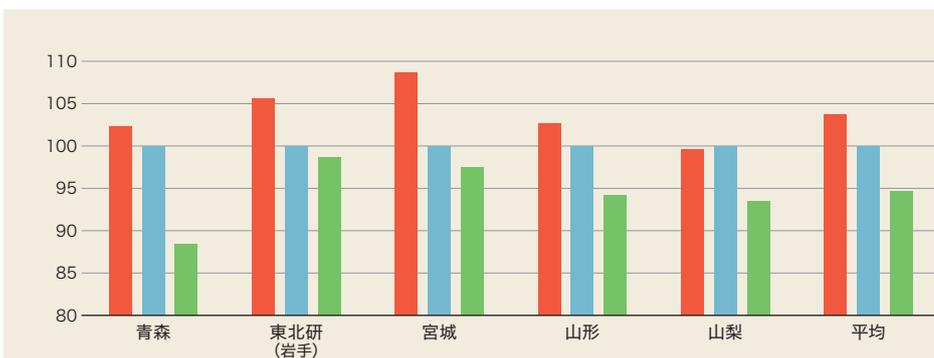


図2

放牧を想定した多回刈り条件における「夏ごしペレ」の3年間合計乾物収量(ヤツユメ比<sup>注)</sup>)

注)「ヤツユメ」比は、「ヤツユメ」の値を100としたときの比率

表2 ペレニアルライグラス「夏ごしペレ」の主要特性

形質		夏ごしペレ	ヤツユメ	フレンド	備考
【越冬性関連】	越冬性	5.8	5.7	5.3	「1不良-9良」、青森・山形
【早晩性】	出穂始日	5月25日	5月29日	5月26日	育成地 3カ年平均
【採草適性】	少回刈り収量	104	100	95	「ヤツユメ比 <sup>注)</sup> 」、育成地、2カ年合計
【飼料成分】	可消化養分総量	66.9	67.5	-	「%DM」、育成地、2カ年22番草平均
【耐病性】	冠さび病罹病程度	5.5	4.9	5.8	「1微-9甚」、育成地、2カ年平均
	いもち病罹病程度	5.1	5.6	5.7	「1微-9甚」、栃木、2カ年平均

注)「ヤツユメ」比は、「ヤツユメ」の値を100としたときの比率

が確認されました。

その他の「夏ごしペレ」の主要特性については、以下の通りです。3年間の合計乾物収量は、調査したすべての場所で「夏ごしペレ」が最も多収であり、平均では「ヤツユメ」より4%多収で「フレンド」より9%多収でした(図2)。越冬性は、多雪地である青森県と山形県の越冬性から判断し、「ヤツユメ」、「フレンド」と同等以上であったことから、本州以南での栽培においては、十分な越冬性を持つと考えられます(表2)。早晩性は、出穂始日は「ヤツユメ」より4日早く、「フレンド」より1日早いものの、他の2品種と同様に「晩生」になります(表2)。採草利用(年3回刈り)での乾物収量は、「ヤツユメ」と同程度でした。消化吸収される養分量の指標である可消化養分総量は、季節により成分の

変動は大きいですが、「ヤツユメ」と同程度でした(表2)。夏季の病害罹病程度については、「ヤツユメ」と比べて、冠さび病(*Puccinia coronata* Corda var. *coronata*)は同等かやや高く、いもち病(*Magnaporthe oryzae* B. Couch)は同等かやや低い傾向にありました(表2)。

### 「夏ごしペレ」の栽培上の留意点

「夏ごしペレ」は、放牧利用を主体とする草地での使用に適します。採草利用する場合は、オーチャードグラスやイタリアンライグラスと比較して耐倒伏性に劣るので、1番草は穂ばらみ期に刈り取りするようにします。また、乾きにくいいため乾草利用よりもサイレージ利用に適します。

表3 各地での導入事例

利用方法	現地実証地	優秀性	具体的な結果
放牧	岩手	嗜好性に優れる	オーチャードグラスは終牧後の残草が多いが、「夏ごしペレ」はほとんど残草が無かった
	宮城	越夏性に優れる	10月の雑草割合が「フレンド」は90%以上だが、「夏ごしペレ」は40%以下
	山形	家畜の増体に優れる	オーチャードグラス主体の放牧地の平均日増体量が0.78kg/日のところ、「夏ごしペレ」区は1.15kg/日
	山形	受胎率低下なし	「夏ごしペレ」の放牧地を利用した肉用牛・乳用牛の受胎率は、県の平均受胎率と同等以上
	栃木	追播による草地管理が可能	「夏ごしペレ」の表面散布と蹄耕法により、草地の修復が可能
	山梨	3年間の利用可能	山梨県において月1回程度の輪換放牧であれば、3年間の利用可能
採草	青森	嗜好性に優れる	チモシー乾草よりも「夏ごしペレ」サイレージを優先して採食
	岩手	簡易更新に適応	オーチャードグラス草地に簡易更新機で「夏ごしペレ」を追播し、定着が確認できた

農研機構(2020)「夏ごしペレ栽培マニュアル(寒冷地暫定版)」より抜粋

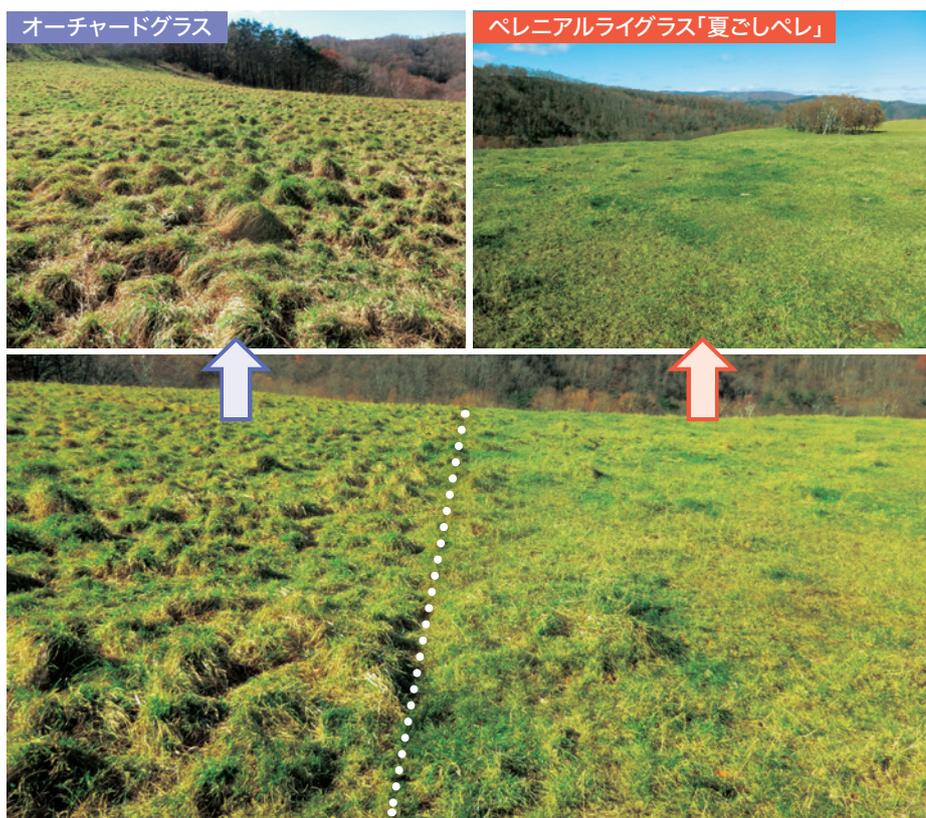


図3

岩手県の現地実証栽培における終牧後の放牧地の様子(2019年11月5日撮影)

オーチャードグラスは残草が多いが、ペレニアルライグラス「夏ごしペレ」は低くまで食い込まれており、嗜好性の高さが明らかだった。

## 「夏ごしペレ」の現地実証栽培

「夏ごしペレ」の優秀性の確認とその有用性を生産者に実感していただくために、各地で現地実証栽培を実施しています。各地での現地実証栽培の結果、「夏ごしペレ」の越夏性、嗜好性、追播適性などの優秀性が確認されました(表3)(図3)<sup>4)</sup>。

## おわりに

今までペレニアルライグラスの有用性や特性が本州以南の生産者にあまり周知されておらず、十分な越夏性を有する品種もなかったため、本州以南の寒冷地において当該品種はあまり利用されていませんでした。そこで、まずは越夏性が既存品種よりも大幅に優れる「夏ごしペレ」を育成しました。次に当該品種を各地で現地実証栽培することにより、生産者にペレニアルライグラスの有用性を理解していただくようにしました。2022年から「夏ごしペレ」の販売も開始されましたので、今後はこれら点としてある当該品種の利用者を地域という面に広げる活動が必要です。追播適性に優れ高品質なペレニアルライグラスの有

用性を理解していただければ、寒冷地におけるペレニアルライグラスの栽培を飛躍的に拡大することが可能だと感じています。

(東北農業研究センター 緩傾斜畑作研究領域 生産力増強グループ)

### 用語解説

- ※1 **追播** 草地は5年で衰退するため、生産力を維持するためには更新が必要になるが、耕耘作業から始まる完全更新は経費、労力ともに膨大となる。そのため既存の草地で部分耕起または不耕起で播種作業を行う簡易更新が行われる。このときの播種作業を「追播」という。
- ※2 **地域適応性検定試験** 農研機構などで育成した有望な系統について、新品種候補とするにふさわしい特性を持つことを確認し、普及に適した地域を明らかにするために、県などの公立試験研究機関において実施する栽培試験。

### 参考文献

- 1) 日本草地畜産種子協会(2009) 平成20年度奨励品種種子の流通利用実態調査報告書。農林水産省生産局補助事業報告書:1-20。
- 2) 日本草地畜産種子協会(2016) 平成27年度奨励品種種子の流通利用実態調査報告書。農林水産省生産局補助事業報告書:1-15。
- 3) 藤森雅博ら(2019) 越夏性に優れるペレニアルライグラス(*Lolium perenne* L.)新品種「夏ごしペレ」の育成。農研機構研究報告 東北農業研究センター, 121, 11-26。
- 4) 農研機構(2020) 「夏ごしペレ栽培マニュアル(寒冷地暫定版)」。  
[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134486.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134486.html)  
 (参照 2022-5-15)



# 温故知新

>> 古きをたず(温)ねて新しきを知る



リンゴ「ふじ」の原木 (岩手県盛岡市 果樹茶業研究部門 盛岡研究拠点)

## 果樹の新品種開発について

ABE Kazuyuki 阿部 和幸

### Editor's Note

### 編集後記

農研機構では多くの作物の育種を行っていますが、いずれも気候変動に耐え、持続可能性の高い品種を作ることを重要な育種目標としています。

本号では「品種開発Ⅳ-温暖化に耐える」と題し、農研機構が開発した作物の品種の中で、とくに気候変動や温暖化によって生産性や品質が低下するのを避けるねらいで育成されたものをご紹介します。

野菜では、高温化でも収量・外観品質などが低下しにくいナス・ネギ、果樹では高温化でも食味などの品質が低下しにくく、より安定して着果できるリンゴ・モモ・ナシ、そして登熟期の高温で玄米の品質が低下しにくく美味しい水稻、夏季の高温による収量低下が起きにくい(越夏性が高い)牧草の品種も紹介しています。

なお、「気候変動」で特集を編んだ技報第7号の記事「ブドウ着色不良の発生拡大を予測する」では、高温による果皮の着色不良が発生しにくい黒色ブドウの品種「グロース・クローネ」を紹介しています。

これら生産性向上と環境保全の両立を目指し得る品種たちを、ぜひ皆様の手で積極的に活用・普及していただけることを願っております。

(編集委員長)

果樹の品種開発では、果実の甘さや果汁の多さ、香りの良さなど、美味しさを重視して行われてきました。農研機構育成の果樹の品種として、1962年に公表されたリンゴ「ふじ」は、現在も国内栽培面積の半分以上を占める主力品種です。ニホンナシでは1959年公表の「幸水」、1972年公表の「豊水」がよく知られています。2004年公表のブドウ「シャインマスカット」は、美味しいだけでなく、皮ごと食べられる手軽さも好評で、人気急上昇です。食味が良く果実外観の美しい果樹品種は、暮らしを豊かにしてくれます。

このような既存の有力品種は、その高い知名度から、厚く高い壁となって後発の新品種の普及の前に立ちはだかります。永年作物である果樹では、一度栽植すると、数十年は同一樹で生産を続けなければ経営的に不利となり、30年以上栽培することは珍しくありません。そのため、果樹の品種更新は、簡単には進みません。しかしながら、農業従事者数の減少や地球温暖化の進行、輸出促進、消費者の健康志向の高まりなど、対応すべき課題は多岐にわたり、そうしたニーズに応えるべく、農研機構では、稲、麦、大豆、野菜、花き、茶など種々の作物とともに、果樹でも特長ある新品種の開発を進めています。

既存の栽培品種に無い有用形質を導入して特長ある新品種を開発するために、戻し交雑<sup>※1</sup>を行います。しかしながら、果樹の戻し交雑には、とても長い年月を要します。

『桃栗三年柿八年』のように、花が咲いて果実が着き、次世代の種子ができるまでの年月が長いからです。アメリカで行われたリンゴの育種で、近縁野生種の黒星病抵抗性を栽培品種に導入して、戻し交雑によって抵抗性品種を育成するのに半世紀以上の歳月が必要でした。また、農研機構ではカラムナータイプ(ほとんどの側枝<sup>※2</sup>が短果枝<sup>※3</sup>で、円筒形の細長い樹形となり、栽培管理の省力化に有効)の生食用リンゴ品種を開発するために、カナダから導入したカラムナータイプの素材を用いて、1990年代に消費者の嗜好に合う品質に改良するための戻し交雑を行って20年以上が経過しましたが、品質改良は現在も継続中です。

農研機構の果樹品種開発では、温暖化に対する適応性、耐病虫性、長期貯蔵性などの有用形質を付与して、時代の要請に応える新品種開発を引き続き実施していきます。果樹に特徴的な開花結実までの長い年月を短縮するための早期開花技術など世代短縮技術とともに、有望個体の早期予測・選抜技術などの開発を通じて品種開発の期間短縮や効率化を図ることも重要な課題です。

(果樹茶業研究部門 品種育成研究領域)

※1 戻し交雑 交雑によって作り出した雑種後代に、両親の片方を交配すること。

※2 側枝 主幹や主枝から出る枝。

※3 短果枝 およそ10cm以下の枝。

## 農研機構技報

NARO Technical Report No.13

2022年9月30日発行

発行者/久間和生

発行所/農研機構 広報部広報戦略室(編集委員会事務局)

〒305-8517 茨城県つくば市観音台3-1-1

製作協力・印刷/株式会社アイワット

非売品



技報  
バックナンバー 

本誌研究内容に関するお問合せは

<https://prd.form.naro.go.jp/form/pub/naro01/research>



『農研機構技報』NARO Technical Report 読者アンケートのお願い

ご意見・ご感想をお聞かせください

<https://prd.form.naro.go.jp/form/pub/naro01/ntr>



\*本誌掲載の記事・写真・イラストの無断転載・複写を禁じます。



この冊子は、グリーン購入法適合の用紙を使用しています