

# 炊飯米の新たな外観評価法を用いた広域適応性極良食味水 稲品種「つや姫」の育成

|       |                                              |
|-------|----------------------------------------------|
| 誌名    | 育種学研究 = Breeding research                    |
| ISSN  | 13447629                                     |
| 著者名   | 山形県農業総合研究センター水田農業試験場水稻品種「つや姫」育成グループ(代表：中場 勝) |
| 発行元   | 日本育種学会                                       |
| 巻/号   | 24巻1号                                        |
| 巻号補足  |                                              |
| 掲載ページ | p. 52-58                                     |
| 発行年月  | 2022年6月                                      |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 特集記事

# 炊飯米の新たな外観評価法を用いた広域適応性極良食味水稻品種「つや姫」の育成

山形県農業総合研究センター水田農業試験場水稻品種「つや姫」育成グループ（代表：中場 勝）

山形県農業総合研究センター水田農業研究所，山形県鶴岡市，〒999-7601

## Breeding of a rice cultivar ‘Tsuyahime’ with wide adaptability and superior eating quality, using a new appearance evaluation method of cooked rice

‘Tsuyahime’ Breeding Group (Representative; Masaru Chuba)

Rice Breeding and Crop Science Experiment Station of Yamagata Integrated Agricultural Research Center, Tsuruoka, Yamagata 999-7601, Japan

### キーワード

イネ，品種，つや姫，良食味，食味評価法，白色度，広域適応性

## 1. はじめに

山形県は，福島県境の西吾妻山を源流とした最上川が県内を縦断し，土壌，水，気象条件が稲作に適した“米どころ”である。江戸時代に西廻り航路が整備され，北前船により多くの米が大阪などに運ばれた。

2020年の山形県の稲作は，主食用の作付面積が56,500ヘクタールで新潟県，北海道，秋田県，宮城県，茨城県，福島県に次いで7位，10アール当たり収量が622 kgで青森県に次いで第2位，収穫量が新潟県，北海道，秋田県，宮城県に次いで第5位である（農林水産省2020）。水稻うるち玄米の検査における1等米比率は94.4%で，都道府県別では岩手県に次いで，長野県と並んで2位，ちなみに検査数量1万トン以上の産地品種銘柄では，山形「つや姫」が99.0%で1位である（農林水産省2021a）。日本穀物検定協会の食味ランキングで，「つや姫」「雪若丸」「はえぬき」の3品種の4産地が特Aとなり，収量，品質，食味ともに全国トップクラスの米どころである。

このような米どころ山形県において，1960年代後半から1980年代前半は「コシヒカリ」と並ぶ「ササニシキ」が主力品種として作付けされてきたが，消費者の嗜好があっさりした「ササニシキ」系から粘りの強い「コシヒカリ」系へ変化してきたことや，1980年代前半から米価低迷や登熟期の高温による品質低下が続き，米どころとしてオリジナルの新しい品種への要望が高まっていた。

そして，短稈で食味の良い「庄内29号」を母本に，品

質，食味の良い「秋田31号」（のちの「あきたこまち」）を父本として交配を行い，その後代から1991年短稈，良質，良食味，安定収量の「はえぬき」が育成された（佐藤ら1992）。「はえぬき」は山形県の主力品種として作付けされ，1等米比率が高く，食味ランキングでも連続22年最高ランクの特Aを獲得するなど評価が高いものの，業務用としての流通が多く，消費者の認知度が上がらなかった。米どころとして，よりおいしく，ブランド品種となる新品種が切望されていた。

そこで，次期主力品種の育成を目標に，熟期，地域性を考慮した銘柄品種の開発を目指した。主力品種「はえぬき」の熟期が“中生の晩”に属することから“中生”か“晩生の早”をターゲットに良食味品種の育成に重点を置き取り組んだ。

## 2. 育成経過

「つや姫」は，山形県の主力品種「はえぬき」と熟期が異なる良質・極良食味品種の育成を目標とした。玄米千粒重が軽く，収量性はやや低い，短稈で耐倒伏性があり玄米品質と食味が良好な「山形70号」を母本に，やや長稈で熟期が「コシヒカリ」より遅く，玄米品質はやや劣るが，玄米千粒重が重く，食味が良い「東北164号」を父本として1998年に人工交配し，27粒の交配種子を得た。

当年の冬季にF<sub>1</sub>養成したのち，翌年F<sub>2</sub>世代は夏季に，F<sub>3</sub>世代は冬季に集団養成したあと，F<sub>4</sub>世代で熟期，草姿，玄米品質およびアミロース含有率により23個体を選抜した。

F<sub>5</sub>世代の単独系統で，引き続き熟期，草姿，玄米品質

に加え、障害型耐冷性、葉いもち圃場抵抗性および玄米粗タンパク質含有率により、8系統を選抜した。

F<sub>6</sub>世代から「庄3187」の育成番号を付し、生産力検定試験、各種特性検定試験に供試した。2003年のF<sub>7</sub>世代から生産力検定試験、特性検定試験に加え、現地系統適応性検定試験にも供試した。しかし、冷夏冷害で出穂期、成熟期ともに遅れ、収量も振るわなかったことから、地方系統番号は付けずに再検討となった。

生産力検定試験再検討の2004年は、前年と一転して高温年で、さらに8月の台風15号による潮風害で、庄内地域の水稲作況が87と凶作になった年である。「庄3187」は大きな被害はなく、食味が「はえぬき」「コシヒカリ」より良く、2005年より「山形97号」の地方系統番号をつけた。そして、県内の「コシヒカリ」を対象に、奨励品種決定調査で4年間検討したところ、有望と認められ、2009年山形県の奨励品種に採用された（結城ら2010）。

2008年、全国公募により名称を募集し、県民投票、ターゲットユーザーアンケート調査を経て、“炊きあがりのつやと輝き、冷めてもおいしい商品力に、大切に育てた意味の姫を”から「つや姫」と命名され、2011年品種登録された。

山形県は1980年代前半までは東北各県と同様に数年ごとに冷害（障害型冷害）に遭遇し、その克服が稲作の大きな課題であった。平成に入り、5年と15年に冷害となったが、近年はほとんどなく、むしろ高温による被害が多くなっている。育成地（現水田農業研究所）がある庄内地域は、東南北部の日本海側に位置していることから、冷害がほとんどないこともふまえ、新品種育成にあたり1980年代後半から、収量、品質に加え、食味についても多くの研究を実施してきた。

耐冷性と良食味性を両立し、早生で「ササニシキ」並の食味特性をもつ「庄内32号」（のちの「はなの舞い」）を育成した（佐藤ら1987）。食味に関連する炊飯光沢度、テクスチャー、アミロース含有率など理化学特性を早期世代より調査することにより、「コシヒカリ」「ササニシキ」並の良食味品種育成の効率化の可能性を示した（中場ら1987）。米の食味と理化学特性の育種的研究として「コシヒカリ」「ササニシキ」以上の低タンパク質含有率、低アミロース含有率などの良食味遺伝子の探索および導入の必要性を示した（桜田ら1988）。また、精米のタンパク質含有率、アミロース含有率、アミログラム特性値およびテクスグラム特性値の主成分分析による食味の総合指標化は育成材料の食味評価に適用できる（谷藤ら1988）。さらに薬培養中の突然変異に由来すると考えられる山形県オリジナルの低アミロース遺伝子をもつ「山形84号」（のちの「里のゆき」）の食味特性評価（中場ら2004）などがあげられる。

このような研究をもとに食味特性を重視した系統の育成に努め、F<sub>4</sub>世代で精米アミロース含有率、F<sub>5</sub>世代でアミロース含有率に加え、玄米粗タンパク質含有率、F<sub>6</sub>世

代よりそれらに加え味度値および食味官能試験により良食味系統を選抜した。食味官能試験は、育成地産の「はえぬき」を基準として、外観、香り、味、粘り、硬さ、総合評価の6項目で評価した。のちに「つや姫」となる「庄3187」は、外観と味の評価が高く、これらの項目を解析する中で、外観をいわゆる見た目の外観と光沢、白さの3項目に細分化して評価した。基準品種の「はえぬき」、比較品種の「コシヒカリ」より“光沢”があり、“白い”ということが明らかになり、特に“白さ”について、客観的に評価する手法について検討した。

これまで玄米、精米の白度を測定する機器はあったものの、炊飯米の白さを測定する機器がなかった。餅が際立って白い「こゆきもち」を育成し（中場ら2007）、その白さを評価するにあたり、工業分野で紙の白さの測定に用いられている分光測色計で測定できないか検討した。食味試験の“白さ”の評価と高い相関をもち、年次によっても高い再現性が得られた。同時に実施した炊飯米についても“白さ”の評価の可能性が示された（森谷ら2008）。

さらに炊飯米は餅と異なり固まっていないので、入れ物の形状や充填方法について検討し、白度を数値化する手法を確立した。2008年にデビューした本県の「雪若丸」（中場ら2016）や福井県の「いちほまれ」（小林ら2018）など、炊飯米の白さを特長とした新品種が各地から育成されている。食味評価項目として“白さ”が重視されており、今回の評価法はその先駆的手法である。

また、味について、「はえぬき」「コシヒカリ」以上に良好であることから、低分子化合物を網羅的に解析するメタボローム解析を行った結果、旨みアミノ酸が多く、他の低分子化合物の少ない特徴的な成分組成を有することが明らかになった（Goto *et al.* 2014, 後藤2019）。

分析機器による米の食味評価は、これまで近赤外分光光度計による玄米粗タンパク質含有率、自動アミロース分析装置、いわゆるオートアナライザーによる精米アミロース含有率、味度メーターによる味度値、そしてテクスチュロメーターやテンシプレッサーによる炊飯米のテクスチャーが客観的に数値化されているが、分光測色計により炊飯米の白度を数値化する評価手法が新たに加わった。

このように多くの分析機器により、食味特性の客観的評価が可能となり、良食味性をもつ品種の効率的な育成が可能となった。しかし、当研究所では分析機器による食味特性値がいくら良好であっても、最後は人が食べて評価することを基本とし、11月～2月にかけて、予備試験系統、系統適応性現地試験系統を含めて300品種系統以上を食味試験に供試している。基準品種を入れて1回に5品種系統、これを午前2回、午後2回とひたすら食べ続ける食味試験は、まさに新品種育成のための修行（苦行!?!）の感である。

### 3. 特性

稈長は「コシヒカリ」より 15～20 cm 短い“短稈”で、穂長はやや長く、穂数はやや多く、草型は“中間型”である。耐倒伏性は「コシヒカリ」より強く“やや強”、芒は穂の先端のみに生じ、最長芒の長さは“短”で芒色、穎色は“黄白”、ふ先色は“白”である。出穂期、成熟期ともに「コシヒカリ」並で、育成地では“晩生”に属する（表 1、図 1）。

いもち病真性抵抗性は“*Pii,Pik-m*（当初は *Pik* だったがその後の調査で *Pik-m* であることが判明）”をもつと推定され、葉いもち圃場抵抗性は“強”、穂いもち圃場抵抗性は発生程度が少なく判定ができなく“不明”である。白葉枯病抵抗性は“やや強”、縞葉枯病抵抗性は“罹病性”である。

系譜をたどると短稈遺伝子 *sdl* は「低脚烏尖」から、いもち病真性抵抗性遺伝子 *Pik-m* は「北支太米」から受け継がれていることがわかり、代々脈々とこれまでの品種の特性を引き継ぎながら新品種は育成されるとあらためて実感している（図 2）。

恒温深水法による穂孕期の障害型耐冷性は“中”、穂発芽性は“中”、高温登熟耐性は「コシヒカリ」より強い

表 1. 特性一覧

| 品種名                   | つや姫                 | コシヒカリ    | はえぬき           |
|-----------------------|---------------------|----------|----------------|
| 早晩性                   | 晩生                  | 晩生       | 中生の晩           |
| 草型                    | 中間型                 | 偏穂重型     | 中間型            |
| 出穂期（月・日）              | 8.13                | 8.13     | 8.06           |
| 成熟期（月・日）              | 9.25                | 9.25     | 9.17           |
| 稈長（cm）                | 75                  | 91       | 69             |
| 穂長（cm）                | 17.3                | 17.6     | 17.6           |
| 穂数（本/m <sup>2</sup> ） | 473                 | 446      | 455            |
| 倒伏                    | 0.4                 | 2.5      | 0.0            |
| いもち真性遺伝子型             | <i>Pii,Pik</i>      | +        | <i>Pia,Pii</i> |
| 葉いもち                  | やや強                 | やや弱      | やや弱            |
| 穂いもち                  | 不明（強） <sup>1)</sup> | やや弱      | 中              |
| 白葉枯病                  | やや強                 | やや弱      | 中              |
| 耐倒伏性                  | やや強                 | 弱        | 強              |
| 耐冷性（障害型）              | 中                   | 極強       | 極強             |
| 穂発芽性                  | 中                   | やや難      | やや難            |
| 精玄米重（kg/a）            |                     |          |                |
| 標肥                    | 56.7                | 53.0     | 55.2           |
| 多肥                    | 61.5                | 57.8     | 61.0           |
| 標準品種対比（%）             |                     |          |                |
| 標肥                    | 107                 | 100      | 104            |
| 多肥                    | 106                 | 100      | 106            |
| 玄米千粒重（g）              | 22.1                | 21.9     | 22.3           |
| 玄米品質（良 1～9 劣）         | 上上 3.3              | 上中 3.9   | 上上 3.3         |
| 玄米粗蛋白質含有率（%）          | 7.0                 | 7.0      | 7.3            |
| 精米アミロース含有率（%）         | 20.0                | 20.6     | 19.6           |
| 味度                    | 81                  | 79       | 78             |
| 食味総合評価 <sup>2)</sup>  | 上中 0.31             | 上中 -0.10 | 上中（基準）         |

調査年次および調査地：2002～2008 年の育成地（山形農総研水田農業試験場）。

<sup>1)</sup> 穂いもち圃場抵抗性は、2006、2007、2009 年の評価では強。

<sup>2)</sup> 食味総合評価：「はえぬき」基準で -3～（0：はえぬき）～+3。



図 1. 稲株。

左：つや姫 中：コシヒカリ 右：はえぬき。

“やや強”である。

生産力検定試験における精玄米重（粒厚 1.9 mm 以上）は、標肥区、多肥区ともに「コシヒカリ」対比でそれぞれ 107%、106%で、「はえぬき」対比でそれぞれ 105%、106%と高く、収量性は優る。また、玄米品質は背・腹白粒、乳・心白粒の発生が少なく、「コシヒカリ」を上回り、「はえぬき」並に高品質である（図 3）。

育成地における「はえぬき」を基準品種とした食味試験の結果、総合評価は「コシヒカリ」を上回り、光沢、外観、味が優れている（図 4）。（財）日本穀物検定協会による食味試験でも、外観、味が良好で基準米を上回る総合評価である。食味関連の理化学特性では、「コシヒカリ」に比較し、精米の粗タンパク質含有率は並、アミロース含有率はやや低く、味度計による味度値は高い。また、分光測色計による炊飯米の白色度は「コシヒカリ」よりも高い（白い）（図 5）。さらに、旨みアミノ酸であるアスパラギン酸とグルタミン酸が「コシヒカリ」より多いことから、食味試験の“味”の評価が高いことが裏付けられている（図 6）。

山形県で栽培されている主要品種の食味の特徴を「はえぬき」を基準にして、“粘り”の強弱を縦軸に“粒のしっかり感（硬さ）”を横軸に評価すると、「つや姫」「ひとめぼれ」「コシヒカリ」「ササニシキ」は柔らかめで、「つや姫」は粘りが強く、「ササニシキ」は粘りが弱く、あっさりしている。また、「あきたこまち」と「雪若丸」がしっかり感があって、粘りが強い特徴がある（図 7）。

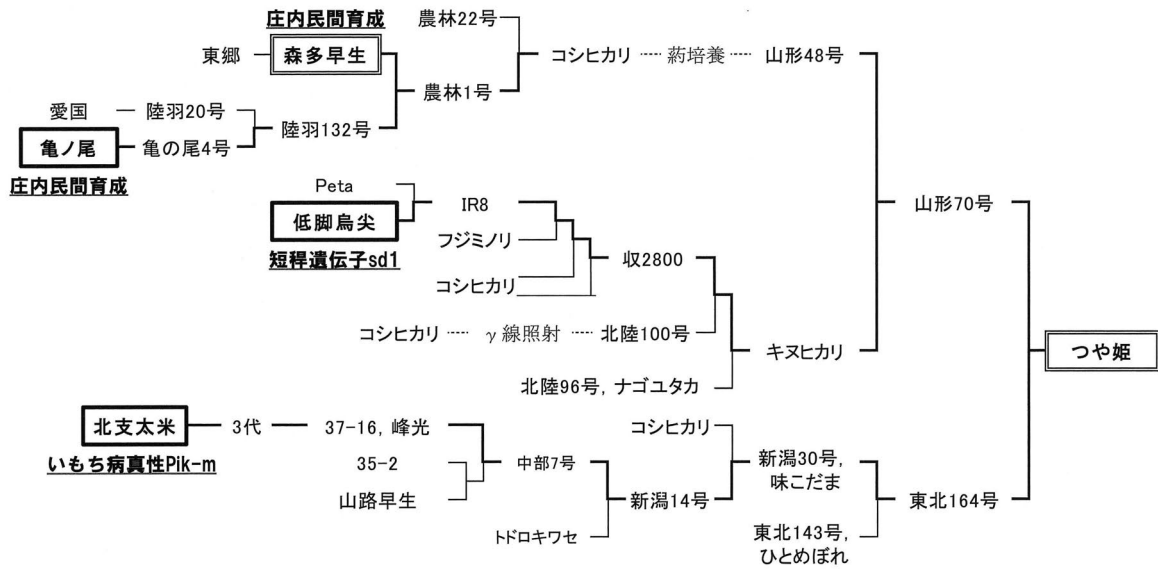


図2. 系譜図.

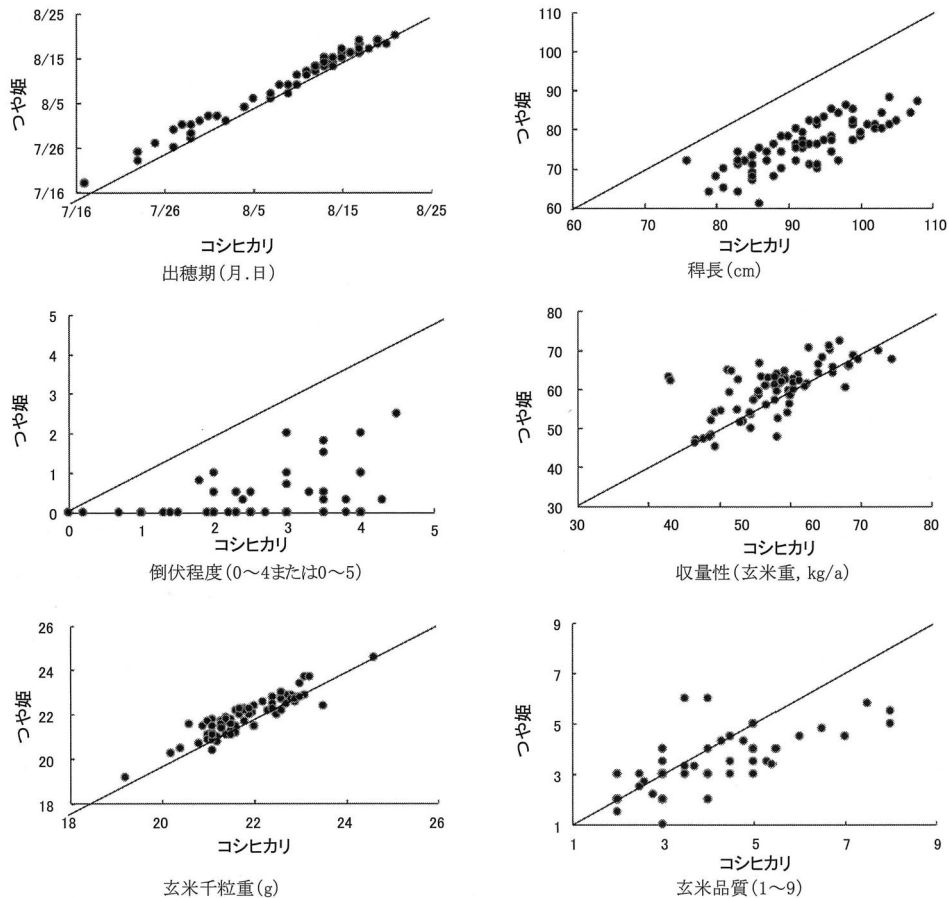


図3. 「コシヒカリ」と「つや姫」の主要特性の比較.

系統適応性検定試験, 奨励品種決定調査 (山形県の基本調査, 現地調査) および配付先における奨励品種決定調査 (予備・本調査) の成績 73 点 2003~2008 年.

「つや姫」の特長は、ご飯として見た目と味が良い、玄米は光沢があって白未熟粒が少ない、そして稲は、短稈で倒れにくく、「コシヒカリ」より多収である、ことである。

また、セールスポイントは、生産者にとって、「コシヒカリ」より倒れにくく作りやすく、収量、品質、食味がいい。実需者にとって、「コシヒカリ」より搗精歩留まりが高く、炊き増えする。消費者にとっては食味がいい、

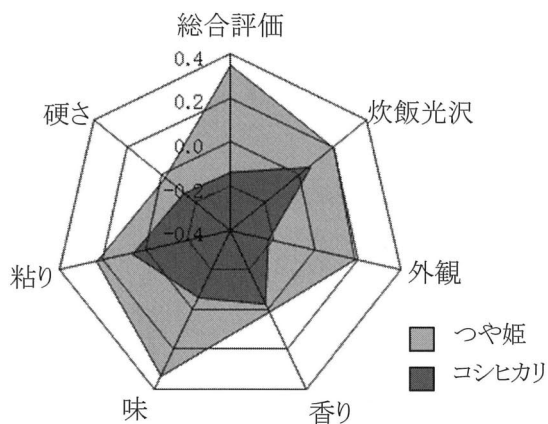


図4. 食味試験.

生産力検定試験 2002～2008 年.

基準：育成地産「はえぬき」（目盛り：0.0）.

パネル：水田農業試験場職員 20 名.

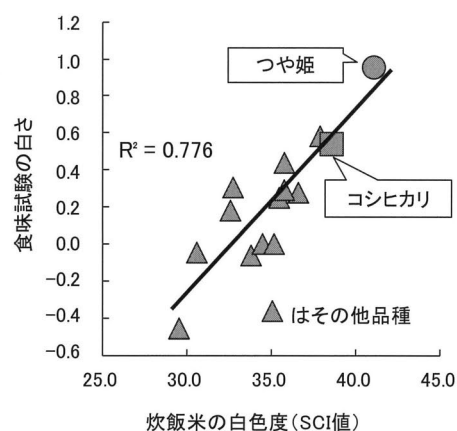


図5. 炊飯米の白色度と白さ.

生産力検定試験 2010 年.

白色度：食味試験に供試した炊飯米を K 社分光測色計 (CM-2500d) で測定.

白さ：育成地産「はえぬき」を基準とした食味試験の白さ -3→0→3.

パネルは水田農業試験場職員 20 名.

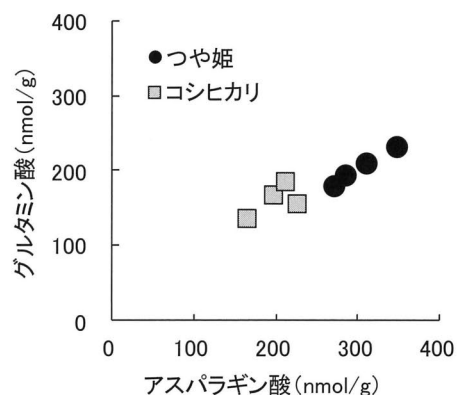


図6. 炊飯米に含まれる旨みアミノ酸含量.

慶應義塾大学先端生命科学研究所との共同研究 2008 年.

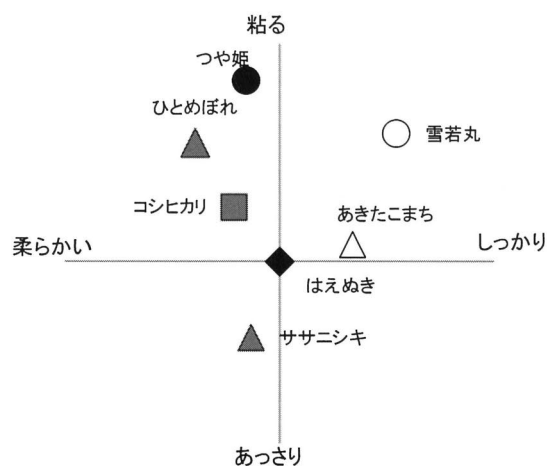


図7. 山形県主要品種の食味特性.

2009～2012 年.

奨励品種決定調査供試.

食味官能試験：育成地産「はえぬき」基準.

パネル：農業総合研究センター職員 20 名.

ということで“作る人”，“使う人”，“食べる人”それぞれにメリットがある品種である.

#### 4. 普及状況

消費者の認知度が上がらなかった「はえぬき」の経験をふまえて、「つや姫」は全国ブランド品種とするため、集荷団体、実需者、県等関係機関・団体からなるブランド化戦略会議（2008 年よりブランド化戦略推進本部）を設立し、生産戦略、販売戦略、コミュニケーション戦略の 3 つの柱からなるブランド化戦略を進めている。生産戦略は、高品質・極良食味の生産、そしてその生産体制の維持で、生産者の技術の高位平準化、限定生産、出荷基準、マイスター制度である。販売戦略は、ブランド米にふさわしい評価と全国知名度、多様なニーズに対応した商品展開、売り切る販売対策である。コミュニケーション戦略は、認知度向上と応援団づくりである。

高品質、極良食味の特性を最大に発揮させる「つや姫」を生産するには、栽培適地内で、ブランド化戦略推進本部で認定した生産者が、化学合成肥料の窒素成分量と農薬の成分回数を慣行栽培の半以下に抑えた特別栽培やそれらを全く使用しない有機栽培に限定し、玄米品質は検査等級で 1 等か 2 等で玄米の粗タンパク質含有率が 6.4% 以下というように、作る場所と作る人とできたものの条件をクリアしたものだけが「つや姫」となる。栽培適地、生産者登録、栽培基準、出荷基準を設け、品質・食味の高水準の維持を図っている。

デビュー以来連続して食味ランキングで特 A を獲得し、全国的な猛暑で乳・心白粒や背・腹白粒などの未熟粒が多発生した 2010 年でも 1 等米比率 98% を確保し、その後も安定して高品質を確保していることから、食味特性と高温登熟耐性が高く評価された。東北地方から九

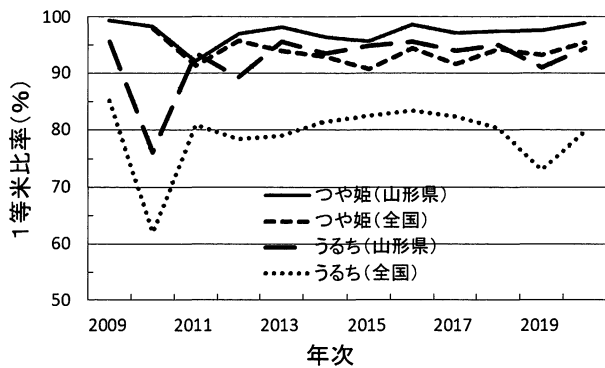


図8. 1等米比率の推移。  
農林水産省農産物検査結果 2009～2020年。

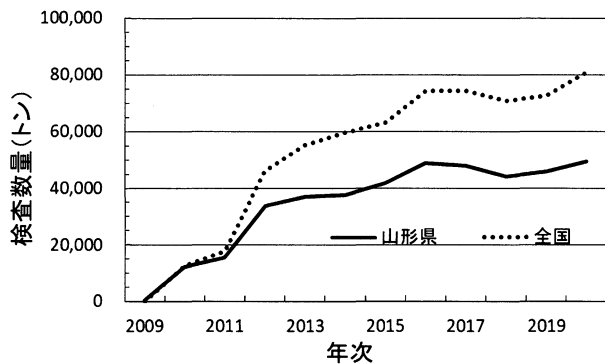


図9. 「つや姫」検査数量の推移。  
農林水産省農産物検査結果 2009～2020年。

州地方まで43府県の試験研究機関で奨励品種決定調査に供試し、検討した結果、「コシヒカリ」等に比較し、耐倒伏性、収量性、玄米品質、食味特性が優り、山形県のほかに、東北地方の宮城県、中部地方の岐阜県、山梨県、近畿地方の和歌山県、中国地方の島根県、九州地方の大分県、長崎県、宮崎県、佐賀県と広域に10県で奨励品種に採用され作付けされている。いずれの県においても、山形県に準じた特別栽培、有機栽培を行っている。

全国「つや姫」サミット(2019年より全国ブランド米産地生産者大会)を通じて全国の「つや姫」生産者が栽培スキルアップを図り、良質・良食味生産に努めている。作付面積は高温耐性品種として全国で1万6千ヘクタール強(農林水産省2021b)と品種別で13位(米穀安定供給確保支援機構2020)、水稻うるち玄米の検査数量は全国10位(図8)、1等米比率は山形県全国ともに90%を超え(図9)(農林水産省2020)と作付面積、検査数量ともに年々増加し、全国の消費者からブランド米として認知されつつある。

## 5. おわりに

育成地がある山形県庄内地域は、明治から昭和にかけて、57名の篤農家が176品種を育成してきたように、水稻の民間育成が盛んに行われた他に例を見ない地域であ

る(菅1990)。

中でも、大正時代に「神力」「愛国」とともに本邦3大品種と呼ばれ、1925年には19万4千ヘクタールまでに作付けされ、良食味米のルーツといわれる「亀ノ尾」を1893年に創出した阿部亀治氏、明治から昭和にかけて生涯で360組合せの人工交配を行い、34品種を育成した工藤吉郎兵衛氏、やはり大正から昭和にかけて自作地3ヘクタールを系統育成に使用し17品種を育成した佐藤弥太右衛門氏の3名が庄内三大民間育種家と呼ばれている。また、「コシヒカリ」の広域適応性遺伝子*Hd16*は父の「農林1号」から受け継いでいるが、「農林1号」はその母である「森多早生」から受け継いでいることが明らかになっている(農業生物資源研究所2013)。その「森多早生」を作り出したのが森屋正助氏、さらに1904年に大阪にあった農事試験場畿内支場で国の試験場として初めて稲の人工交配を行った加藤茂苞氏は、庄内地域の鶴岡市出身で先ほどの工藤吉郎兵衛氏などへ指導、助言と大幅に支援していた。「つや姫」の育成は、地域に根付く新品種に対する先人の精神が連綿と引き継がれてきた成果ともいえる。

また、育成地である山形県農業総合研究センター水田農業試験場(現水田農業研究所)は、1920年の創立から昨年100周年を迎え、記念すべき年に栄えある日本育種学会賞を受賞できたことは誠に光栄である。当研究所の水稻育種は、1964年から始まり庄内地域に適する良質多収品種の育成を目標に取り組んできた。当時は山形県尾花沢市に1935年に設立された凶作防止試験地から引きついで山形県立農業試験場尾花沢分場で、内陸地域向けの品種の育成を担当していた。

1982年に組織改編により山形県の水稲育種は、当時の庄内支場に一本化され、系統番号は「び系〇〇号」と「庄内〇〇号」を「山形〇〇号」に統一し、以降136系統21品種を育成してきた。主食用品種では「つや姫」の他に山形県主力品種の「はえぬぎ」、新食感の良食味の「雪若丸」など13品種、醸造用で「出羽燦々」など3品種、糯米で「こゆきもち」など2品種、飼料用3品種である。

今後も生産者、実需者、消費者がともにWin & Win & Winとなる品種育成に取り組んでいく。

## 謝 辞

全国の「つや姫」を栽培している生産者、育成にあたって系統適応性検定試験、特性検定試験等ご協力をいただいた東北農業研究センターはじめ東北各県の農業試験場、奨励品種決定調査を実施していただいた全国各地の試験研究機関の担当者、そして圃場管理や調査等一緒に汗を流し、ひたすら食べ続ける食味試験に協力していただいた所内の職員に厚く感謝申し上げる。

## 「つや姫」育成グループ

結城和博, 佐藤久実, 中場 勝, 櫻田 博, 佐野智義, 本間猛俊, 渡部幸一郎, 水戸部昌樹, 宮野 斉, 中場理恵子, 横尾信彦, 森谷真紀子, 後藤 元, 齋藤信弥, 齋藤久美

## 引用文献

- 米穀安定供給確保支援機構 (2020) 令和2年産水稻の品種別作付け動向について. [<https://www.komenet.jp/pdf/R02sakutake.pdf>].
- 中場 勝・後藤清三・谷藤雄二・佐藤晨一・桜田 博・菊地栄一 (1987) 日作東北支部報 30: 42-43.
- 中場 勝・渡部幸一郎・結城和博・佐藤久実・水戸部昌樹 (2004) 日作東北支部報 47: 61-62.
- 中場 勝・結城和博・櫻田 博・佐藤久実・佐野智義・中場理恵子・横尾信彦・本間猛俊・渡部幸一郎・水戸部昌樹ら (2007) 山形農試研報 39: 1-25.
- 中場 勝・結城和博・佐野智義・後藤 元・渡部幸一郎・森谷真紀子・佐藤久実・水戸部昌樹・齋藤信弥・阿部洋平ら (2016) 山形農業研報 8: 13-45.
- Goto, H., N. Asanome, K. Suzuki, T. Sano, H. Saito, Y. Abe, M. Chuba and T. Nishio (2014) Breed. Sci. 63: 489-494.
- 後藤 元 (2019) 山形農業特別研究報告 5: 1-37.
- 小林麻子・富田 桂・林 猛・田野井真・町田芳恵・中岡史裕・酒井 究・渡辺和夫・両角悠作・清水豊弘 (2018) 育種学研究 20: 138-143.
- 森谷真紀子・佐野智義・中場 勝・後藤 元・結城和博 (2008) 日作東北支部会報 51: 33-34.
- 農業生物資源研究所 (2013) [[http://www.naro.affrc.go.jp/archive/nias/press/20130702/full\\_text.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/archive/nias/press/20130702/full_text.pdf)].
- 農林水産省 (2020) 農林水産統計 令和2年産水稻の作付面積及び予想収穫量 (10月15日現在) [[https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka\\_gaiyou/sakumotu/sakkyou\\_kome/suiriku/r2/yosou/index.html](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/sakumotu/sakkyou_kome/suiriku/r2/yosou/index.html)].
- 農林水産省 (2021a) 令和2年産米の農産物検査結果 (確定値) (令和3年10月31日現在) [<https://www.maff.go.jp/j/seisan/syoryu/kensa/kome/attach/pdf/index-3.pdf>].
- 農林水産省 (2021b) 令和2年地球温暖化影響調査レポート [<https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/attach/pdf/report-57.pdf>].
- 桜田 博・谷藤雄二・佐藤晨一・菊地栄一・中場 勝 (1988) 日作東北支部報 31: 1-4.
- 佐藤晨一・上林儀徳・後藤清三・菊地栄一・大淵光一・櫻田博・中場 勝・大場伸一・谷藤雄二・(故) 渡辺昌幸 (1987) 山形農試研報 22: 1-16.
- 佐藤晨一・菊地栄一・櫻田 博・中場 勝・後藤清三・谷藤雄二・上林儀徳・黒木斌雄・大場伸一・佐野智義ら (1992) 山形農試研報 26: 1-17.
- 菅 洋 (1990) 庄内における水稻民間育種の研究. 農文協, 東京.
- 谷藤雄二・桜田 博・谷藤雄二・佐藤晨一・菊地栄一・中場 勝 (1988) 日作東北支部報 31: 5-6.
- 結城和博・佐藤久実・中場 勝・櫻田 博・佐野智義・本間猛俊・渡部幸一郎・水戸部昌樹・宮野 斉・中場理恵子ら (2010) 山形農業研報 2: 19-40.