

第 1 回米産業活性化のための意見交換  
2024年2月16日

# 高温耐性品種の育成について

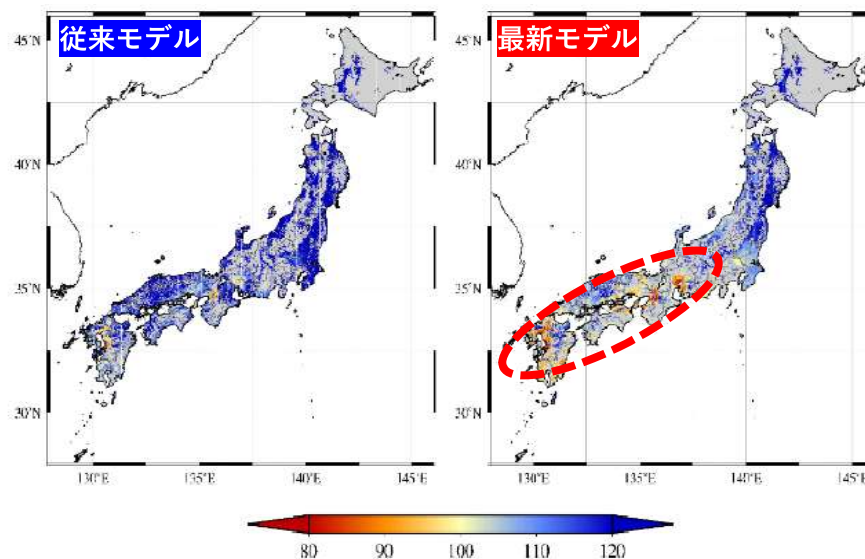
農研機構 作物研究部門

スマート育種基盤研究領域 石井卓朗

# 1. 温暖化が米生産に与える影響

コメの収量は従来予測よりも多くの地域で低下する

今世紀半ば (MIROC5: RCP8.5)

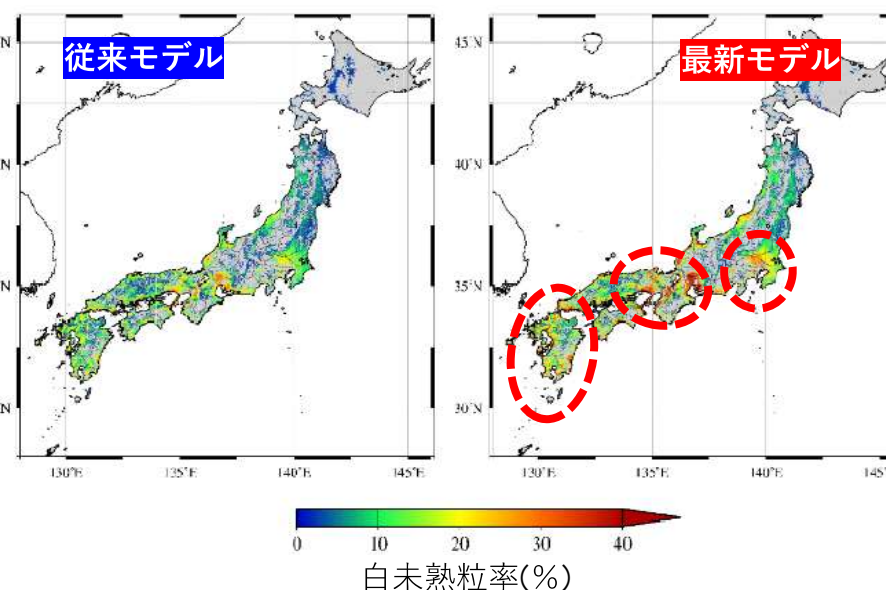


相対収量(1981-2000年平均を100として)

西日本：(従来) 収量確保→  
(最新) 減収地域が出現  
\* 日本全国平均 +15%→±0%に下方修正

関東以西で白未熟粒率の増加がより顕著に

今世紀半ば (MIROC5: RCP8.5)



白未熟粒率(%)

全国平均で、今世紀半ば  
(従来) 15%→(最新) 20%  
\* 今世紀末に30%→40%に増

\* 2003年時点の普及品種を対象に適応策を取らない場合

## 2. 高温耐性（白未熟耐性）品種の紹介

### ➤ 白未熟粒とは

#### 白未熟粒

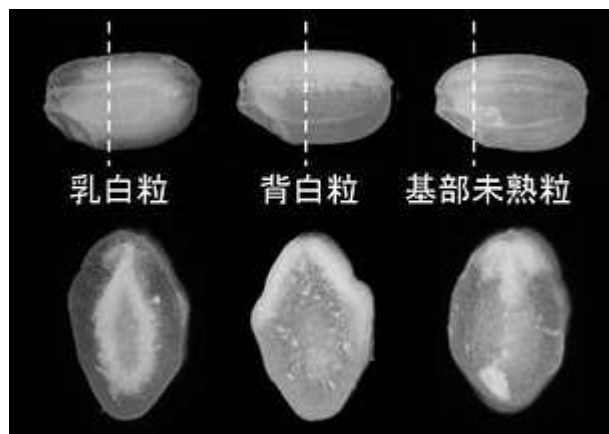


腹白粒



心白粒

写真 農水省HPより



高温で発生する

2000年以降、報告が増加。  
出穂後20日間の平均日平均  
気温が**27℃を超えると検査  
等級に影響**

森田（2008）日作紀77

- ・ 検査等級の低下  
（農産物検査規格：被害粒としてカウントされる）
- ・ 農家収入の低下
- ・ 搗精歩留まりの低下
- ・ 米飯物性への影響

## 2. 高温耐性品種の紹介

### ➤ 主な高温耐性品種の育成状況

※ 出願年

|      | 育成地 | ～2000                          | 2001～                          | 2006～                                                                           | 2011～                                                           |                                                                 | 2016～                                                           |                                                                                         | 2021～                                                            |
|------|-----|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 農研機構 | 北農研 |                                |                                |                                                                                 |                                                                 |                                                                 |                                                                 |                                                                                         |                                                                  |
|      | 東北研 |                                |                                |                                                                                 |                                                                 |                                                                 | しぶくのみり                                                          |                                                                                         |                                                                  |
|      | 作物研 |                                |                                |                                                                                 |                                                                 |                                                                 |                                                                 |                                                                                         |                                                                  |
|      | 中農研 |                                |                                |                                                                                 | 笑みの絆                                                            |                                                                 | にじのきらめき                                                         |                                                                                         |                                                                  |
|      | 西農研 |                                |                                |                                                                                 | 恋の予感                                                            |                                                                 |                                                                 |                                                                                         |                                                                  |
|      | 九沖研 |                                | にこまる<br>きぬむすめ                  |                                                                                 |                                                                 |                                                                 | つやきり<br>秋はるか<br>歓喜の風                                            |                                                                                         |                                                                  |
| 公設試  |     | こしいぶき<br>(新潟)<br>ふさおとめ<br>(千葉) | てんたかく<br>(富山)<br>ゆきん子舞<br>(新潟) | てんこもり<br>(富山)<br>あきさかり<br>(福井)<br>元気つくし<br>(福岡)<br>さがびより<br>(佐賀)<br>つや姫<br>(山形) | 秋のきらめき<br>(秋田)<br>雪若丸<br>(山形)<br>なつきらり<br>(愛知)<br>みずかがみ<br>(滋賀) | 彩のきずな<br>(埼玉)<br>とちぎの星<br>(栃木)<br>新之助<br>(新潟)<br>なつほのか<br>(鹿児島) | 富富富<br>(富山)<br>いちほまれ<br>(福井)<br>サキホコレ<br>(秋田)<br>あいちのころ<br>(愛知) | 星空舞<br>(鳥取)<br>くまさんの輝き<br>(熊本)<br>よさ恋美人<br>(高知)<br>京式部<br>(京都,農研<br>機構)<br>なついろ<br>(三重) | 清流のめぐみ<br>(岐阜)<br>えみほころ<br>(埼玉)<br>きらみずき<br>(滋賀)<br>恵つくし<br>(福岡) |
| その他  |     |                                |                                |                                                                                 | 新大コシヒカリ<br>(新潟大学)                                               |                                                                 |                                                                 |                                                                                         |                                                                  |

本州以南各地に適応した高温耐性品種が育成されている

## 2. 高温耐性品種の紹介

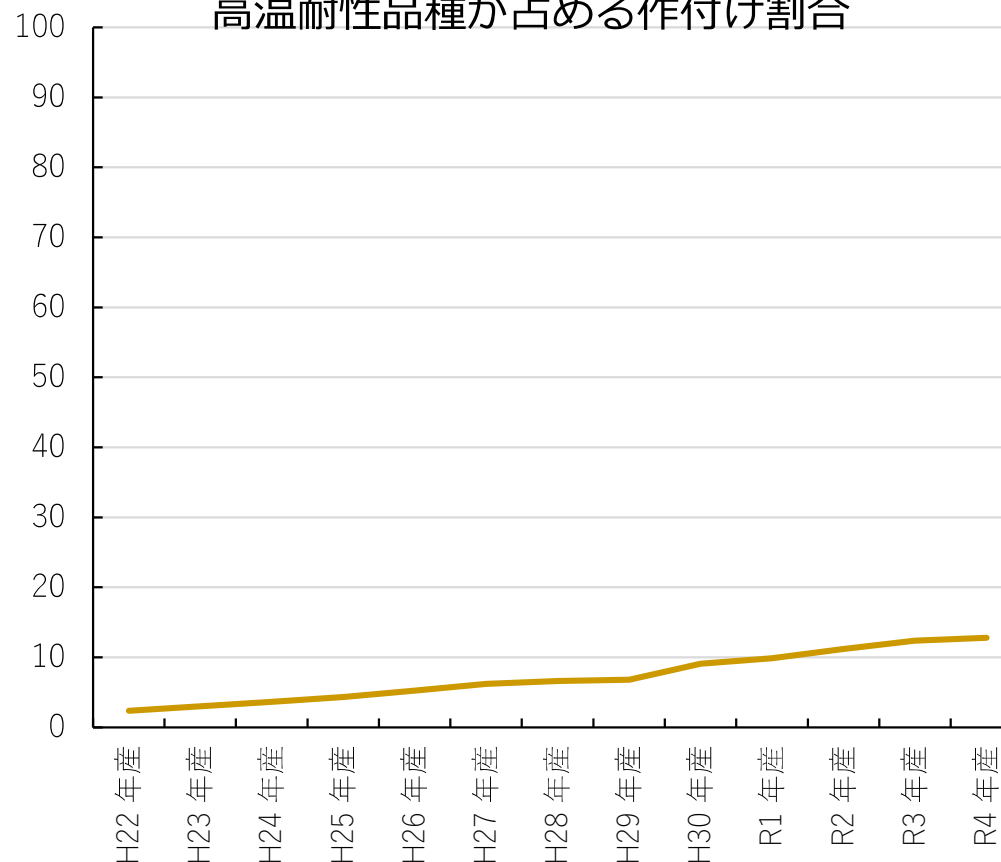
### ➤ 高温耐性品種の普及状況

水稻の品種別作付割合

|    | 令和4年産  | 作付割合 | 高温登熟<br>耐性 |
|----|--------|------|------------|
| 1  | コシヒカリ  | 33.4 | やや弱        |
| 2  | ひとめぼれ  | 8.5  | 中          |
| 3  | ヒノヒカリ  | 8.1  | 弱          |
| 4  | あきたこまち | 6.7  | 中          |
| 5  | ななつぼし  | 3.2  | —          |
| 6  | はえぬき   | 2.9  | 中          |
| 7  | まっしぐら  | 2.4  | —          |
| 8  | キヌヒカリ  | 1.9  | やや弱        |
| 9  | ゆめぴりか  | 1.8  | —          |
| 10 | きぬむすめ  | 1.8  | (中)        |
|    |        | 70.7 |            |

(米穀安定供給確保支援機構 水稻の品種別  
作付動向について)

高温耐性品種が占める作付け割合



(農林水産省：令和3年地球温暖化影響調査レポートより作成)

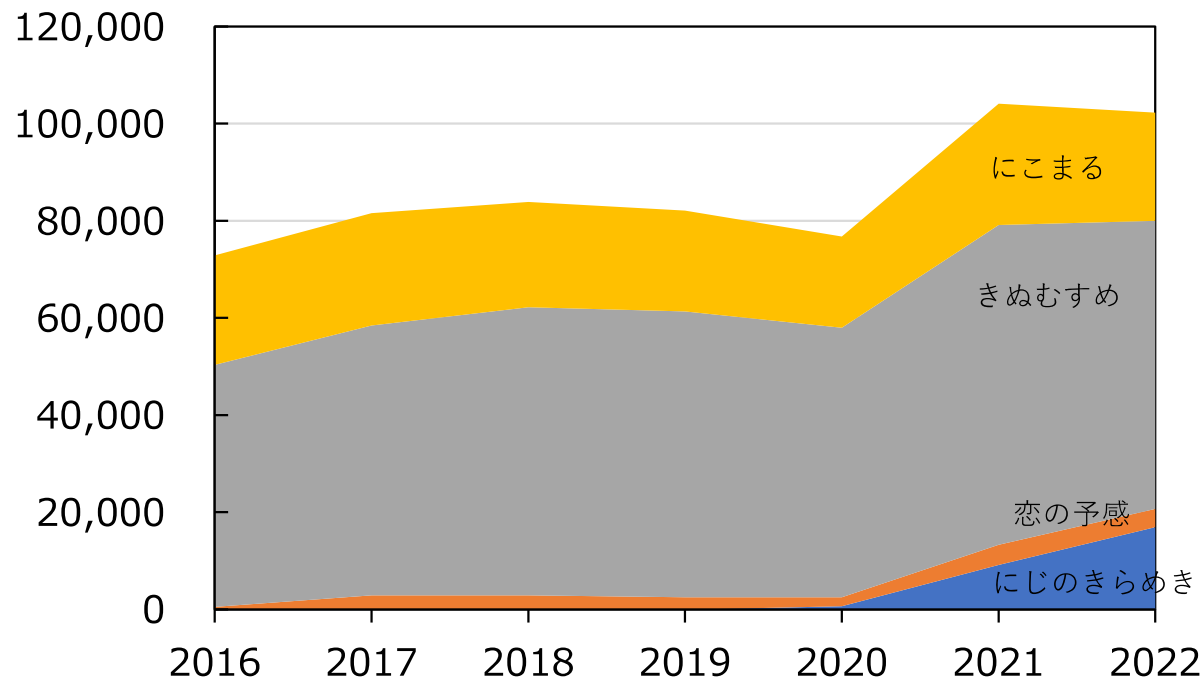
高温耐性品種は十分普及していないのが現状

## 2. 高温耐性品種の紹介

### ➤ 農研機構の高温耐性品種の普及状況

農産物検査数量

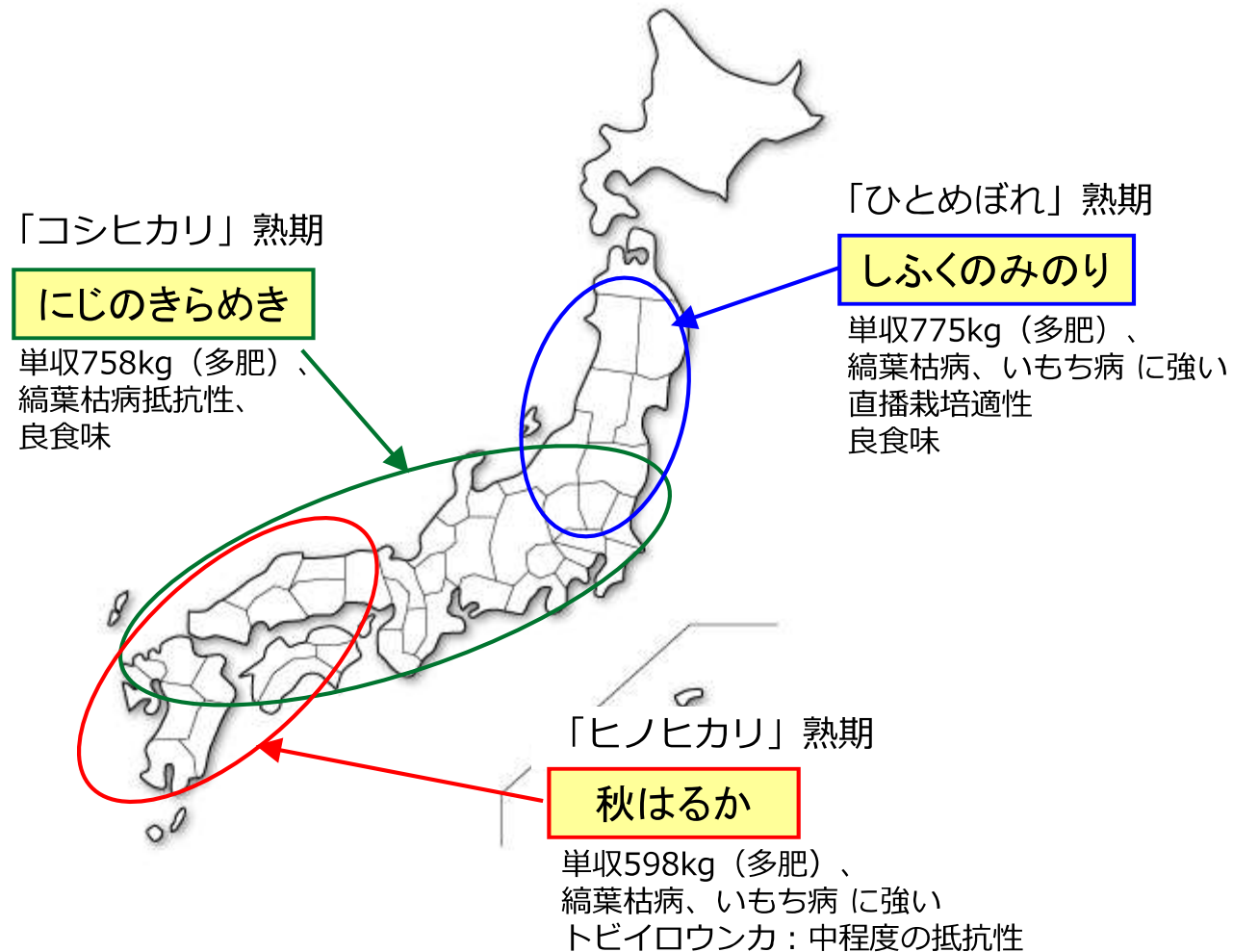
検査数量（トン）



「にじのきらめき」の栽培が拡大

## 2. 高温耐性品種の紹介

### ➤ 高温耐性に優れる中食・外食用品種



# 1) にじのきらめき (2018年育成)

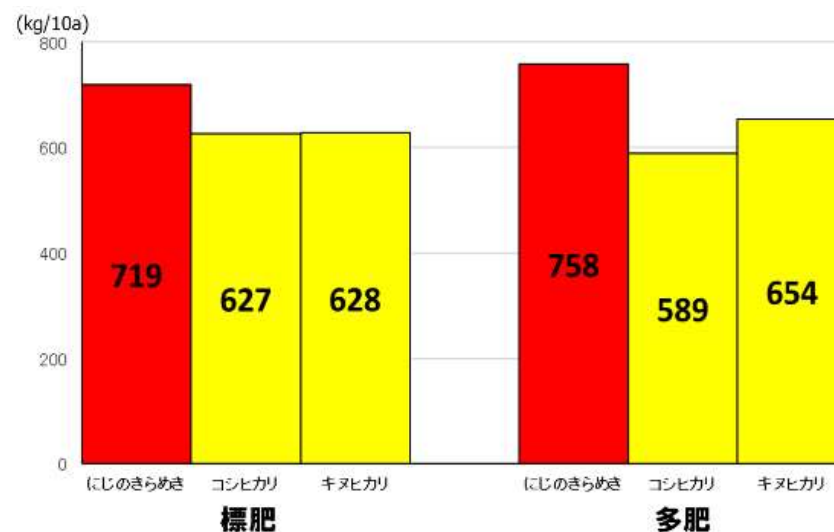
## (1) 栽培特性

- ・「コシヒカリ」熟期で「コシヒカリ」より**10%以上多収**
- ・**耐倒伏性**が強い (短稈)
- ・**縞葉枯病に抵抗性**
- ・耐冷性は弱
- ・栽培適地は**関東以西**

倒伏に強い



「コシヒカリ」より10%以上多収



# 1) にじのきらめき

## (2) 品質・食味特性

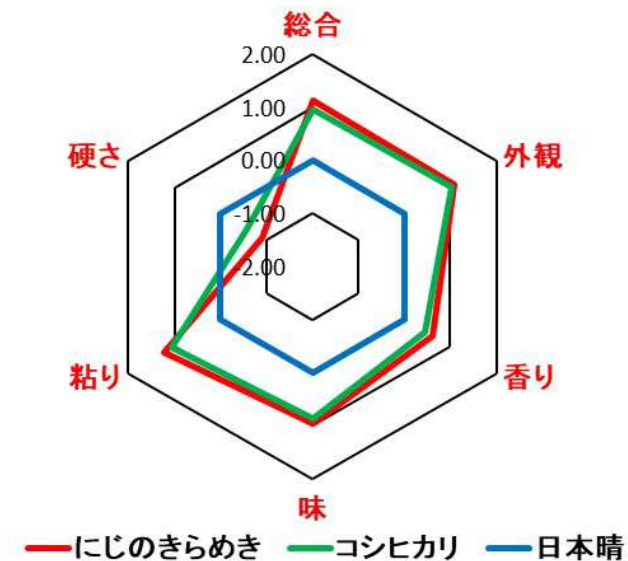
- ・ **高温耐性に優れ、玄米外観品質は「コシヒカリ」に優る**
- ・ 食味は「コシヒカリ」と同等

外観品質が優れる  
高温年でも品質の低下が少ない



「にじのきらめき」 「コシヒカリ」

食味は「コシヒカリ」並



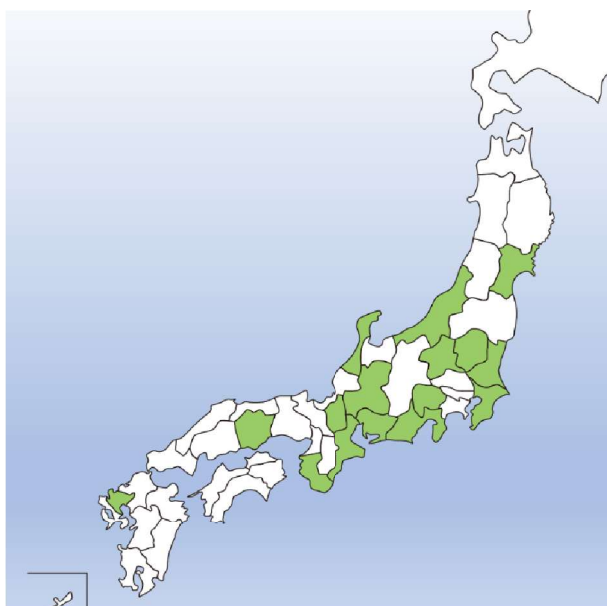
# 1) にじのきらめき

## (3) 普及状況

### ➤ 「にじのきらめき」の産地品種銘柄設定数

| 2020 | 2021                         | 2022                                                    | 2023                                                                 |
|------|------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1    | 7                            | 13                                                      | 16                                                                   |
| 岐阜   | 茨城、群馬、千葉、<br>新潟、岐阜、滋賀、<br>佐賀 | 茨城、栃木、群馬、<br>千葉、新潟、岐阜、<br>静岡、愛知、三重、<br>滋賀、和歌山、岡山、<br>佐賀 | 宮城、茨城、栃木、<br>群馬、千葉、新潟、<br>石川、山梨、岐阜、<br>静岡、愛知、三重、<br>滋賀、和歌山、岡山、<br>佐賀 |

(農林水産省資料)



# 1) にじのきらめき

## ➤ 標準作業手順書（SOP）を作成し、普及を推進



- ・品種特性や播種期、施肥量などの栽培方法を記載

- ・普及面積：約5,000ha  
茨城，新潟，群馬をはじめ、関東以西を中心に急速に全国で拡大中

# 1) にじのきらめき

## ➤ 茨城県農業総合センター、普及センターによる普及活動



普及センターでは、県内各地で、「にじのきらめき」の現地検討会を開催し、普及拡大を推進



つくば地域農業改良普及センター  
(R4.7.28)



坂東地域農業改良普及センター  
(上: R4.8.10 / 下: R4.8.24)

マスコミ等へPR

### ●新聞各紙にも掲載

- ・『米「にじのきらめき」 大手量販店で販売』
- ・『「にじのきらめき」 適期刈り取り確認』
- ・『米産地と連携 販促 木徳神糧「にじのきらめき」増産』

### ●JA北つくば直売所 「きらいち」 で今摺り米を販売



# 参考：「にじのきらめき」の高温回避性

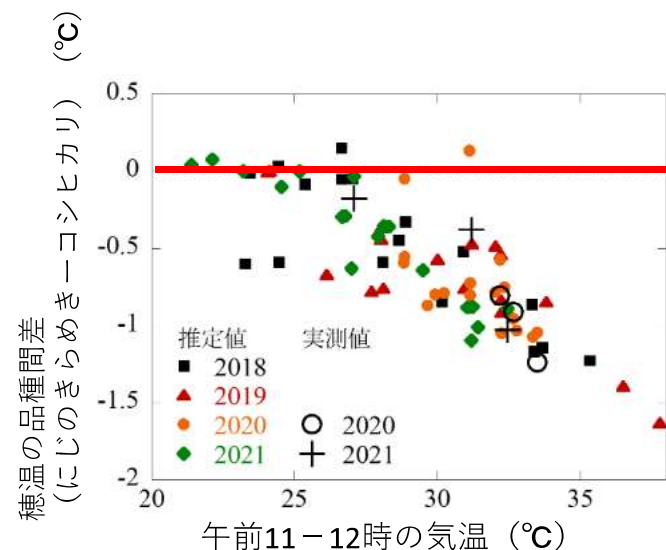


図3 午前11-12時の気温と穂温の品種間差との関係(上越研究拠点のほ場における調査)

- ・穂温の品種間差(Y軸)は「にじのきらめき」と「コシヒカリ」と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(IM<sup>2</sup>PACT)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分かる。

「にじのきらめき」は穂温が「コシヒカリ」より上がりにくい。

にじのきらめき



「にじのきらめき」

コシヒカリ



「コシヒカリ」

図4 出穂後20日頃の「にじのきらめき」(左)と「コシヒカリ」(右)のほ場での様子

穂が葉の中に隠れているために、穂への直射日射量が少ないことや、穂の周りの葉の蒸散による冷却効果を受けやすい可能性が推察。

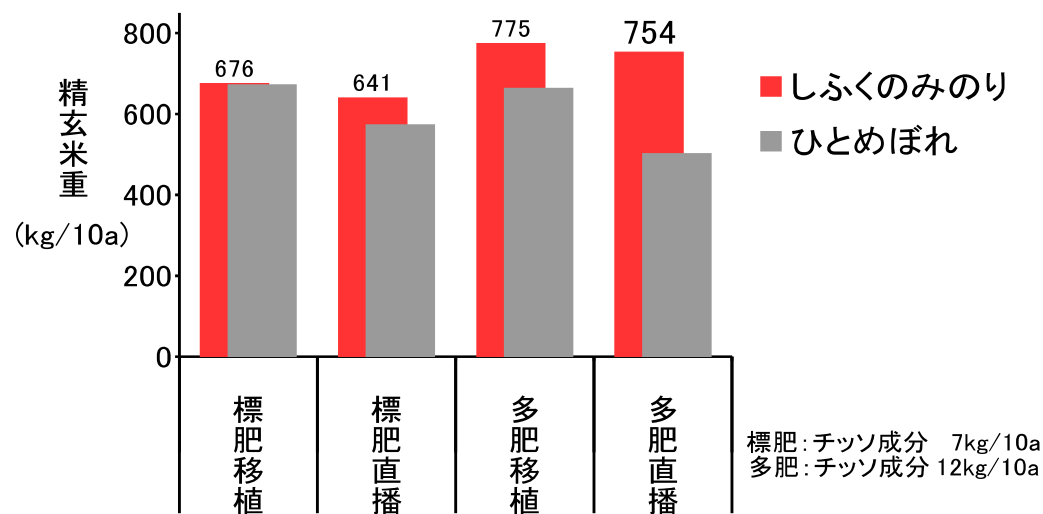
## 2) 「しふくのみりのり」 (2019年育成)

### (1) 栽培特性

- ・「ひとめぼれ」熟期で、**「ひとめぼれ」より17%多収**
- ・**いもち病、縞葉枯病に強く**の抵抗性。
- ・倒伏しにくく、**直播栽培向き**。
- ・**耐冷性は“中”**
- ・栽培適地は**東北 中南部以南**



稈長は「ひとめぼれ」より20cm程度短く、耐倒伏性が強い。



2015年～2018年の平均値

## 2) 「しふくのみりのり」

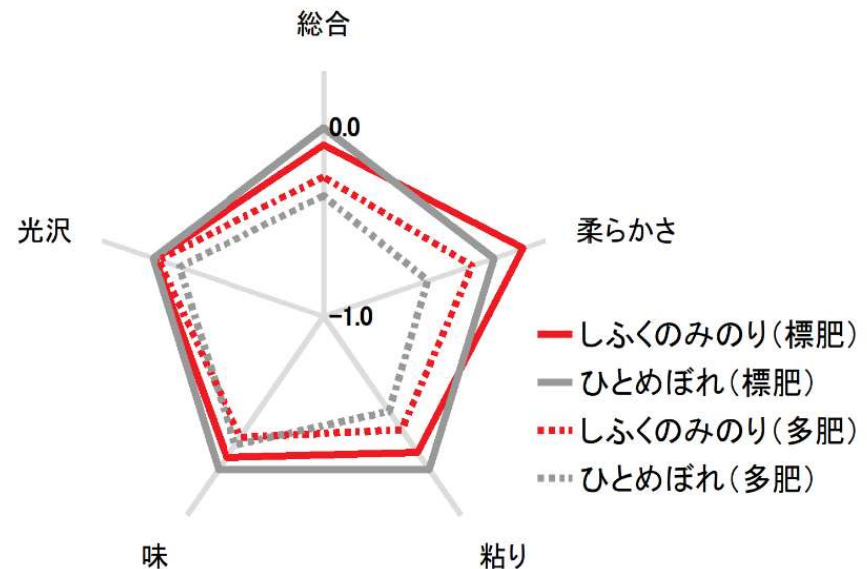
### (2) 品質・食味特性

- ・ **高温耐性に優れ**、玄米品質が良好
- ・ 食味は「ひとめぼれ」と同程度



しふくのみりのり      ひとめぼれ

▶ : 基白粒、背白粒



「しふくのみりのり」の食味評価

### (3) 普及状況

秋田県等で約30ha栽培

### 3) 「秋はるか」 (2017年育成)

#### (1) 栽培特性

- ・「ヒノヒカリ」熟期で、「ヒノヒカリ」より**15%多収**
- ・**いもち病、縞葉枯病に強く、トビイロウンカに中程度の抵抗性**
- ・**倒伏しにくい**
- ・栽培適地は**暖地及び温暖地西部の平坦地**



トビイロウンカには中程度の抵抗性を示す。

#### 「秋はるか」の生育、収量特性

| 品種名   | 出穂期<br>(月.日) | 稈長<br>(cm) | 穂数<br>(本/m <sup>2</sup> ) | 玄米重<br>(kg/a) | 同左<br>比率<br>(%) | 千粒重<br>(g) |
|-------|--------------|------------|---------------------------|---------------|-----------------|------------|
| 秋はるか  | 8.28         | 87         | 322                       | 56.7          | 115             | 22.9       |
| ヒノヒカリ | 8.25         | 83         | 343                       | 49.4          | 100             | 22.6       |

2011～2016年、九冲農研での標肥栽培 (N : 8kg/10a) の成績

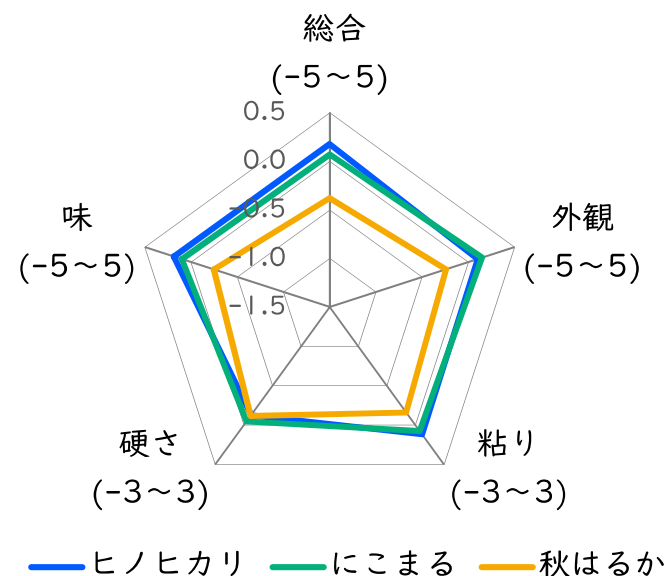
### 3) 「秋はるか」

#### (2) 品質・食味特性

- ・ **高温耐性に優れ**、玄米品質が良好
- ・ 食味は「ヒノヒカリ」ほど**粘りが強くない**



玄米の外観品質は「ヒノヒカリ」より優れる



「秋はるか」の食味評価

#### (3) 普及状況

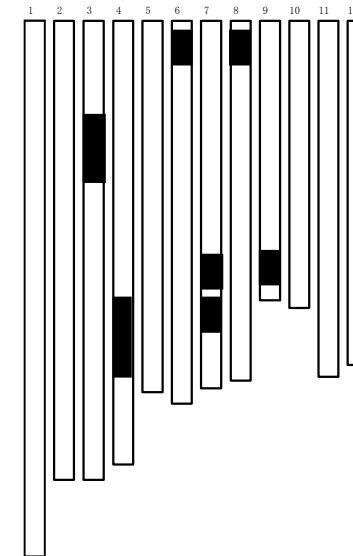
佐賀県、鹿児島県等で約5ha栽培

## ➤ 遺伝情報を駆使した品種育成へ

*Apq1* (ハバタキ) . . . . 富富富  
*sdr4* (カサラス)  
*WK8-1* (越路早生)  
*qWB3、4、6* (ハナエチゼン) . . . いちほまれ  
*qWB9* (新潟早生)  
*qGA8* (笑みの絆)

など

Kobayashi *et. al.* (2013) Breeding Science 63  
Murata *et. al.* (2014) Breeding Science 64  
Nagaoka *et. al.* (2017) Breeding Science 67  
小林ら (2016) 育種学研究18  
小林ら (2018) 育種学研究20



# 参考：高温耐性品種の選抜方法

1. 外気温 + 2℃程度を目標に、登熟期に高温遭遇処理
2. 玄米品質調査（目視、穀粒判別器）



## 【高温遭遇処理】

1. 早植え
2. ガラス室/ビニールハウス
3. 人工気象室
4. 温水掛け流し圃場



圃場ビニールハウス：九沖



人工気象室：九沖

高額



温水掛け流し：福岡 19

### 3. 高温登熟対策

#### 高温耐性品種による対策

- ・ 高温耐性品種の開発
- ・ 晩生品種による高温回避

+

#### 栽培技術による対策

- ・ 高温回避（晩植）
- ・ 適正水管理（深水管理、掛け流し）
- ・ 適正施肥管理

スマート農業の導入



深水管理

### 3. 高温登熟対策

#### ➤ 一等米比率を高める栽培技術

1. 作期・品種の分散 → リスク分散
2. 過剰分けつを防ぐ中干し徹底（あるいは深水管理）  
→ 適正もみ数確保
3. 窒素適正管理 → 稲体の栄養管理（夏バテを防ぐ）

- ① 極端な少肥×
- ② 穂肥施用（葉色を見ながら）
- ③ 早期落水×
- ④ 作土層（15cm）確保

根の活力維持

バランスが重要



## 4. 今後研究が必要な高温障害



胴割れ



高温不稔

開花期の気温  
35度以上で  
発生が増える  
とされている。

- ・ 温暖化により助長される病害虫



トビイロウンカ



ぬかぬか病



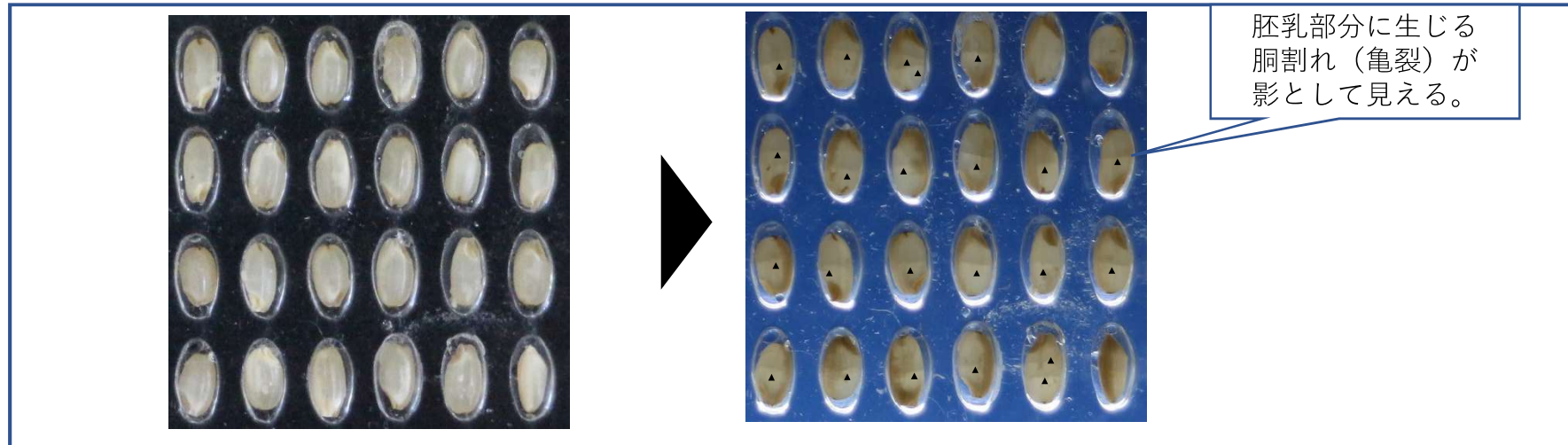
ぬめ病

それぞれ抵抗性遺伝子を探索する努力が続けられている。  
高温不稔に関しては早朝開花で回避する方向も検討されている。

## 4. 今後研究が必要な高温障害

### 1) 胴割れ耐性

#### 胴割れ粒



#### 要因

成熟後の降雨やフェーンなどによる米粒内の急激な水分変化による歪み。

#### 影響

- ・ 検査等級の低下  
(農産物検査規格：被害粒としてカウントされる)
- ・ 農家収入の低下
- ・ 碎米による加工ロス、搗精歩留まり低下
- ・ 食味の低下



精米時の碎米

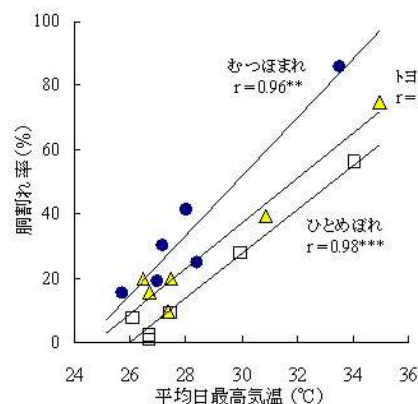


水浸裂傷米（茨城県2005）

## 4. 今後研究が必要な高温障害

### ➤ 胴割れ耐性品種が求められる背景

#### ① 登熟期間が高温なほど発生しやすい。



長田 (2004) 日作紀73

#### ② 高温年ほど作期分散が困難

高温年

移植時期による出穂期差が小さい  
収穫適期が集中

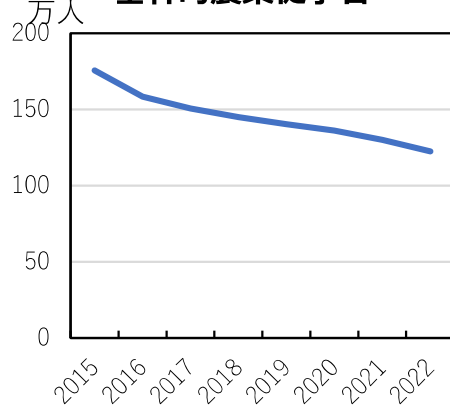
刈遅れにより被害が助長

松村・山口 (2006)

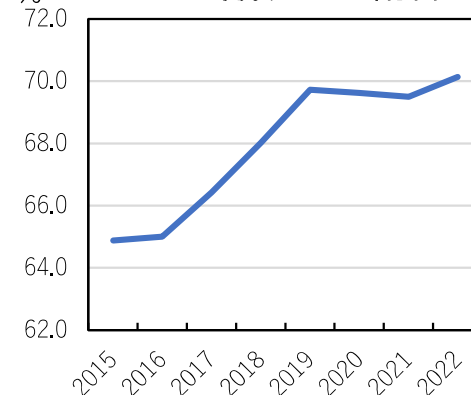
#### ③ 農業従事者の減少、高齢化、作付規模の拡大

資料：農林水産省「農林業センサス」

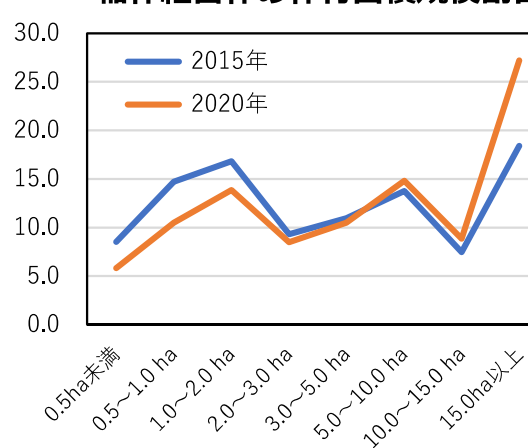
基幹的農業従事者



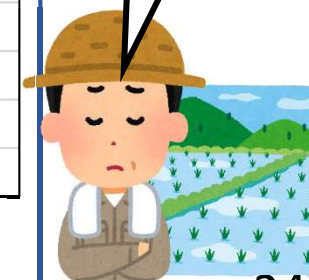
うち65歳以上の割合



稲作経営体の作付面積規模割合



適切な水管理  
適期収穫  
難しい



## 4. 今後研究が必要な高温障害

### ➤ 胴割れ耐性に関わる遺伝情報

*qCR8-2* (野生イネ)  
*qCR2* (日本晴)  
*qGC3-2* (笑みの絆) など

Nakagomi *et. al.* (2020) Breeding Science 70  
林ら (2017) 北陸作物学会報52  
長岡ら (2016) 日本作物学会大245回講演会資料

QTLの有効性等を検証中

▶ 品種育成へ

**今後：** 育成品種系統の胴割れ耐性の評価。  
遺伝情報等の充実。  
評価の迅速化も課題。

## 4. 今後研究が必要な高温障害

### 2) 高温不稔耐性

- ・ 開花時の $35^{\circ}\text{C}$ 以上の短時間熱波で発生
- ・ 2010年代、高知県の一部で複数回発生事例有
- ・ アスファルト舗装道路脇の圃場周縁部で発生も  
→ 圃場全体に不稔が発生するのではなく局所的な発生

まだ不明な点が多い

- ・ 不稔発生メカニズム
- ・ 品種間差
- ・ 耐性遺伝子



Nanjing  
11



EMF-NIL

1. 高温回避：早朝開花性の利用
2. 高温不稔耐性の利用

野生イネ由来の  
早朝開花性の導入（右）