

ISSN 2433-1813

第 16 号 2025 年 3 月 25 日発行

日本水稲品質・食味研究会会報

Japanese Journal of Rice Quality and Palatability Science

第 16 号

(2025 年 3 月)



目次

論文

中国天津産ブランド米「天津小站稻」の食味に関する研究

ー食味特性の地域間差ー

崔中秋・蘇京平・孫玥・王勝軍 ... 2

日本水稲品質・食味研究会 第 16 回講演会 講演要旨

日時：令和 6 年 11 月 7・8 日（木・金） 場所：株式会社サタケ 広島本社

〈シンポジウム講演〉 **テーマ：米の品質・食味の解明と改良に向けて**

特別講演Ⅰ Improvement of Myanmar Indigenous Rice Variety, Paw San Hmwe for Photoperiod
Insensitivity and High-yield while maintaining its Good Eating Quality

WIN Khin Thanda ... 14

特別講演Ⅱ お米の安心・安全、美味しいを支えるサタケの技術

水野英則 ... 16

特別講演Ⅲ 米の品質・食味の評価に関する学理的アプローチ

1. （育種）福井県の水稲育種における品質・食味の改良

小林麻子 ... 18

2. （栽培）収量，外観品質，食味が共に優れる持続的米生産

松江勇次 ... 20

3. (土壌) 北海道における良食味米生産を目指した施肥管理技術	五十嵐俊成 ...	22
4. (気象) 食用米と酒米のコメ品質に及ぼす気象と栽培環境の影響	近藤始彦・赤木浩介 ...	26
5. (微細構造) 水稻米粒における蓄積貯蔵物質, 炊飯米の微細構造と品質・食味	新田洋司 ...	28
6. (理化学) 食味の理化学評価における現状と課題	大坪研一 ...	30

〈一般講演〉

1. 水稻「なつほのか」の良質米生産のための中干し開始時期の推定	古賀潤弥・中山美幸 ...	34
2. 北海道の水稻品種「きたゆきもち」の胴割粒発生に及ぼす 登熟期間の高温処理時期と土壤水分条件の影響	田中一生・添島均 ...	36
3. ラオス産イネにおける耐乾性の評価とその可能性	巻田恵理奈・小林麻子・圓山恭之進・岩澤紀生・浅井英利 ...	38
4. 水稻良質安定生産のための一対比較法による要因解析 —福岡県北部地域における温暖化が進む水稻生産現場から—	尾形武文・野見山玲衣・尾園敏明・西村仁・野崎敬太 ...	40
5. 猛暑年における米のアミロース含量の非破壊測定精度の向上	川村周三・石津裕之・飯野遥香・五十嵐俊成 ...	42
6. 施肥量が水稻品種「媛育 83 号」の易消化性および難消化性タンパク質含有率 に及ぼす影響	水口聡・中矢夏子・森重陽子 ...	44
7. 高温登熟水稻における澱粉特性と脂肪酸組成の関連性	中村澄子・大坪研一 ...	46
8. 過熱蒸気を用いた玄米の殺卵殺虫殺菌処理を含む新型精米プラントの性能	小泉次郎・阿部茂・飯野遥香・武田貴宏・川村周三 ...	48
9. 蛍光顕微鏡による米胚乳細胞の形態観察	高橋このみ・荒木悦子・木村映一・梅本貴之 ...	50
10. 宮崎県におけるスマート農業体系の活用による面積拡大と収量食味の両立に 向けた取組事例報告	福川泰陽・角朋彦 ...	52
11. 日本水稻品質・食味研究会と中国における良食米の研究	崔 晶 ...	54
12. 新三品一標を実施し、良質な米ブランドを作る —中国江蘇省の地域公共ブランド「水韻蘇米」の紹介—	王才林・張亞東・魏曉東・趙春芳 ...	56

13. Effects of Drying Methods on Rice Grain Quality: A Study on “Daohuaxiang2” Variety WANG Yujia · GAO Ming* · XU Jie · WANG Yong · WU Wenfu · WU Zidan · LIU Houqing	... 58
14. Effects of Cultivating Locations on Yield and Quality of Rice Variety Nanjing 5718 and Nanjing 9308 ZHANG Yadong · ZHAO Chunfang · LUO Lei · ZHAO Qingyong · WANG Cailin	... 62
15. Effects of Delayed Harvest on the Processing Quality, Appearance Quality, and Taste Quality of japonica Rice WEI Xiaodong · ZHAO Chunfang · WANG Cailin · ZHANG Yadong	... 64
16. Effects of water-saving irrigation and nitrogen reduction strategies on the yield and eating quality traits of excellent taste japonica super rice “Nanjing 5718” and “Nanjing 3908” ZHAO Chunfang · LUO Lei · ZHANG Yadong · WANG Cailin	... 68
17. 中国天津産ブランド米「天津小站稻」の食味に関する研究 —食味特性の地域間差— 崔中秋 · 蘇京平 · 孫玥 · 王勝軍	... 72
18. Biocontrol Efficacy of <i>Bacillus velezensis</i> Jt84 and <i>Bacillus subtilis</i> T429 against Fungal Diseases of Rice and Their Impact on Rice Quality QI Zhongqiang · ZHANG Rongsheng · LIUYongfeng	... 74
[我が社の宣伝]	
☆デンカ株式会社	... 88
☆株式会社 NTT データ CCS	... 90
☆株式会社 ケット 科学研究所	... 91
☆株式会社 サタケ	... 92
☆株式会社 タケトモ 電機	... 93
☆ビーエルテック株式会社	... 94
☆伊藤忠食糧株式会社	... 95

論文

中国天津産ブランド米「天津小站稻」の食味に関する研究 —食味特性の地域間差—

崔中秋・蘇京平・孫玥・王勝軍
(天津市農業科学院農作物研究所)

要旨：中国天津市の津南区、宝坻区、寧河区、武清区で2022年と2023年に生産された金稻919を供試して食味官能試験を行った。総合評価には有意な産地間差が認められ、津南区産米（津南米）が第1位、宝坻米が第2位、武清米が第3位であり、寧河米が最下位であった。重回帰分析の結果、総合に対する貢献割合は外観が29%、味が8%、粘りが39%、硬さが24%と推測された。理化学的特性の産地間差も有意であった。タンパク質含有率（PC）は外観と負、粘りと正の、アミロース含有率（AC）は味と負の、最高粘度（MV）は粘りと正、硬さと負の有意な相関を示した。ブレイクダウン（BD）が有意な相関を示す食味項目はなかったが、味および粘りと正、硬さと負の比較的強い相関関係にあった。硬度/粘度比（H/H）は味と負の有意な相関を示した。これらの効果が集積されて、総合はACおよびH/Hと負、MVおよびBDと正の有意な相関を示した。10℃で1年間低温貯蔵した古米と新米の食味に有意差はなかった。

キーワード：米、産地間差異、食味、低温貯蔵、天津小站稻。

Studies on Palatability of Tianjin Xiaozhan Rice—Regional differences in palatability characteristics—: CUI Zhongqiu, SU Jingping, SUN Yue and WANG Shengjun (Institute of Crops Sciences, Tianjin Academy of Agricultural Sciences, Tianjin, China)

Abstract: A sensory test of eating quality was conducted using the rice variety ‘Jindao 919’ produced in 2022 and 2023 at Jinnan District, Baodi District, Ninghe District and Wuqing District in Tianjin, China. There was a significant regional difference in the overall eating quality. The overall eating quality value was the highest in rice produced in Jinnan District (Jinnan rice). Baodi rice was the second-highest, Wuqing rice was the third-highest. Ninghe rice was the lowest. As a result of multiple regression analysis, the contribution rates of appearance, taste, stickiness and hardness on overall evaluation were estimated to be 29%, 8%, 39% and 24% respectively. There were also significant regional differences in physicochemical characteristics. The protein content (PC) had a significant negative correlation with appearance and a significant positive correlation with stickiness. The amylose content (AC) had a significant negative correlation with taste. The maximum viscosity value (MV) had a significant positive correlation with stickiness and a significant negative correlation with hardness. Although there were no evaluation items of palatability that showed significant correlation with break down (BD), BD had relatively strong positive correlations with taste and stickiness, and a negative correlation with hardness. Hardness/stickiness ratio(H/H) had a significant negative correlation with taste. Because these effects integrated, overall eating quality showed positive correlations with MV and BD, and negative correlations with AC and H/H. There was no significant difference in eating quality between old rice stored at 10℃ for one year and new rice.

Keywords: Low-temperature storage, Palatability, Regional difference, Rice, Tianjin xiaozhan rice.

2025年2月21日受理。連絡責任者：崔中秋 〒300112 天津市西青区津静公路17

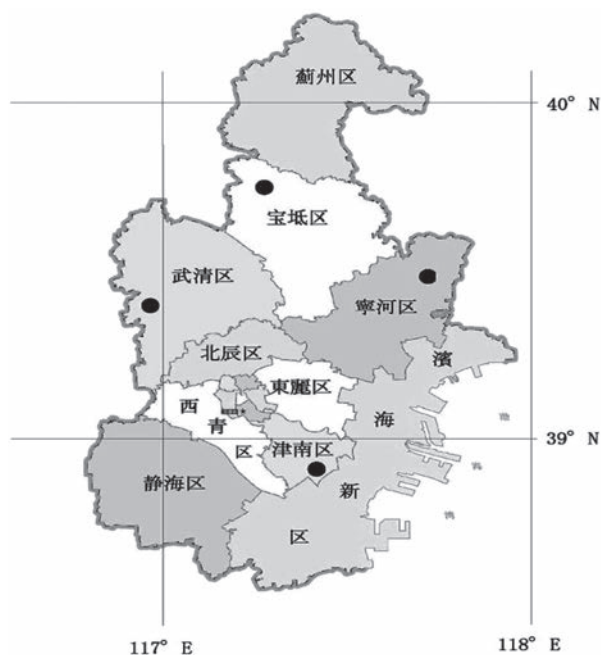
TEL：15822958203, tyuusuu5@yahoo.co.jp

本研究の一部は現代農業産業技術体系建設専項（CARS-01）、天津市農業産学研用掲榜挂帅項目（JBGG202211）、農業農村部農産品貯蔵保鮮重点実験室開放12基金項目（Kf2022010）、国家自然科学基金項目（32372075）、寧波市重点項目13（2022S092）によった。

かつての天津市小站鎮（現在の天津市津南区小站鎮）で生産された米は天津小站稻（米）と呼ばれ、中国屈指の良食味米として名を馳せてきた。しかし近年、小站米の食味の評判は落ちてきている（松江ら 2014）。このため天津市政府は良食味の小站稻を正真のブランド米として復活させるために、2018 年に「天津小站稻産業振興計画」（小站稻プロジェクト）を立ち上げた。同時に、農業研究機関、大学、米加工企业などが育成した品種をプロジェクト用品種（小站稻品種）に指定し、産官学が連携した食味中心の研究・事業開発に着手した（崔ら 2024）。その後、プロジェクトの進展とともに天津市の稲作規模は拡大し、2017 年に 3 万 ha であった作付面積と 26 万トンであった籼生産量は、現在（2022 年）ではそれぞれ 5.5 万 ha, 53 万トンまで増加している（注：中国国家統計年鑑 2023）。しかし、作付面積が増えることが心配されるので、産地と食味との関係を明らかにすることが緊急の課題となっている。さらに、稲作の発展に伴って低温貯蔵庫を備えた新しい米加工企业の市場への進出が盛んになってきている（齊・李 2020）。このため、低温貯蔵した米の品質・食味の変化を調査することも課題である。

産地は米の食味評価を左右する重要な要因である。松江（2014）は、産地によって食味が異なるのであれば、その原因を究明して地域全体の食味レベルを高め、産米の市場評価の向上と地域の稲作振興を図ることが大切であると指摘している。このような視点から産地による食味変動を調査した研究が日本では多数行われており（稲津ら 1982, 松江ら 1992, 1996, 2004, 崔ら 1999, 新田ら 2008, 丹野 2010）、中国でも最近は幾つかの報告がみられる（関ら 2008, 郑ら 2020, 張ら 2021, 赫ら 2022）。しかし、これらの研究のほとんどは理化学的特性や食味測定装置による食味値を対象にしたものであり、食味官能試験の結果を基に産地間差を論じた報告は少ない（松江ら 1992, 1996, 2004）。特に、中国では産地別の食味を官能試験によって比較した研究は皆無である。

低温貯蔵した米の食味変化に関する研究も日本では古くから行われており（稲津ら 1990, 谷口 1995, 劉ら 2002, 川村 2005, 2011）、官能試験における食味評価項目との関係を検討した報告もみられる（川村 2005, 川村・竹倉 2013）。中国にも貯蔵温度の違いが理化学的特性に及ぼす影響を調査した報告はあるが（陈ら 2001, 徐ら 2005, 贺ら 2007, 贾・舒 2020）、



第 1 図 天津市の地図と試験区の位置.

●：試験場所.

貯蔵温度が異なる米の食味を官能試験で検定した例はない。

こうした背景の中で、本研究は食味の向上を通じて天津産米の市場評価を高めてブランド化を推進する目的で実施した。本報では天津市内の 4 地区で生産された小站稻品種を対象に食味官能試験を行い、食味の産地間差の実態を明らかにするとともに産地間差が生じる原因を官能試験評価項目と理化学的特性との関係から解析した。あわせて、1 年間低温貯蔵した古米と当年産の新米の食味を比較した。

材料と方法

1. 供試品種と試験場所および栽培方法

試験には 2022 年と 2023 年に天津市の津南区、宝坻区、寧河区、武清区で栽培した金稻 919 の地区別産米を供試した。第 1 図には天津市の地図と供試材料を栽培した 4 地区の位置を示した。津南区は天津市中央部から南東方向に約 28 km 離れて位置する肥沃な沖積平原で、清朝末期から水田開発が進められてきた小站稻の発祥地である（松江ら 2014）。宝坻区は天津市中央部の北約 80 km に位置し、河川が多く水量が豊かであり、海拔 1 m 前後で地下水位の高い窪地状の低湿地が多い（松江ら 2014）。寧河区は天津市中央部から北東に約 60 km 離れているが、4 産地区の中では一番海に近く、かつては干潟や汽水域が分布していたと言われている。武清区は、天津市中央部から北西に約 46 km 離れた北京市との市境に位置する丘陵地

であるが、内陸部なので大陸性気候の要素が強い。なお金稲 919 は天津市農業科学院農作物研究所で育成されたジャポニカ型の良食味品種で、2018 年に天津市政府によって新しい小站稲品種に指定されている（崔ら 2024）。

食味官能試験の材料となる金稲 919 はいずれの産地でも約 3 ムー（20a）の農家水田で栽培した。使用した水田は 2022 年、2023 年とも同じである。農作物研究所の慣行法によって水苗代で 30 日間育苗した苗を 5 月 27 日に栽植密度 22.2 株/m²（30 cm × 15 cm）、1 株 3 本で本田に移植した。肥料は研究所の施肥基準に従って、基肥として化成肥料で窒素、リン酸、カリをそれぞれ成分量で m² 当たり 14 g、16 g、15 g ずつ施用し、その後、出穂期に尿素（N>46%）を 2 g 追肥した。よって、年間の総窒素施用量は約 15 gm² である。除草、薬剤散布、水管理その他の管理も研究所の定法に従って各産地とも極力均一に行った。

2. 調査方法

各年次、各産地とも出穂期後 45 日目にコンバインで収穫した籾を直ちに循環型穀物乾燥機 SUPER-120 型（台湾、Suncue 社製）を用いて 35℃ で低温乾燥した。2022 年産の籾はその後、籾水分が 14.5% になった時点で低温貯蔵庫（温度：10℃、相対湿度：70%）に入れて保管した。2023 年産の籾は水分が 14.5% になった 11 月上旬に籾摺り機 HR10C 型（日本、サタケ社製）によって籾摺りをし、得られた玄米を粒厚選別機 WS600AK-C 型（日本、サタケ社製）を通して粒厚 1.7 mm 以上の精玄米を選別した。さらに粒長選別機 LRG204FA-C 型（日本、サタケ社製）、粒形選別機 ST527A 型（日本、サタケ社製）、光選別機 EZS2000A1S 型（日本、サタケ社製）にかけて碎米、奇形米、死米、着色米などを除去した。2022 年産籾も、1 年後の同じ時期に低温貯蔵庫から取り出して 2 日間室温で馴致した後、2023 年産籾と同様の方法で籾摺りと精玄米の選別を行った。

この精玄米を精米機 3AFF3G 型（日本、サタケ社製）で搗精歩合を 90% に設定して精米し、得られた白米を用いて食味官能試験（以下、「食味試験」とする）を行った。食味試験は 8 点法で 2 回実施した。試験当日の午前中に水分計 PM8188A 型（日本、KETT 社製）で各産地米の白米の水分含有率を測定し、15% 前後（±1% 以内）であることを確認した後、食味試験 1 回分の 750 g を洗米して 30 分間水に浸漬した。その後 IH ジャー炊飯器 HS5078 型（中国、Midea 社製）を用いて米 1：水 1.3 の重量割合

で炊飯し、20 分間蒸らしてから試食した（楠谷ら 2016）。基準は 2023 年の武清区産米とした。パネルは農作物研究所の職員 20 人（男性 6 人、女性 14 人）で、年代は 20 代 4 人、30 代 6 人、40 代 8 人、50 代 2 人である。食味評価の対象とした項目（以下、「食味項目」とする）は外観、味、粘り、硬さ、総合評価（以下、「総合」とする）であり、それぞれに +3～-3 の評点を付けた。外観、味、総合は優れる方、硬さは硬い方、粘りは強い方を正（+）、逆の方を負（-）で評価した。評価の程度は、±3 は「かなり」、±2 は「少し」、±1 は「わずかに」、0 は「基準と同じ」である。

オートアナライザー AA-3 型（ドイツ、Bran Luebbe 社製）によって白米のアミロース含有率、食味成分計 JSWL 型（中国、東孚久恒社製）でタンパク質含有率、ラピッドビスコアナライザー RVA-4 型（オーストラリア、Newport Scientific 社製）で最高粘度と最低粘度を測定した。最高粘度と最低粘度の差からブレイクダウンを求めた。炊飯米の硬度と粘度を米飯硬度粘度計 RHS1A 型（日本、サタケ社製）によって測定し、硬度を粘度で除して硬度/粘度比を算出した。理化学的特性は 3 回測定した。

結果

1. 試験地の気象概要

第 1 表には供試材料の金稲 919 を栽培した津南区、宝坻区、寧河区および武清区の主な気象要因（2022 年と 2023 年の平均値）を示した（注：天津市統計年鑑 2024）。年間平均気温は津南区が 13.8℃ で最高、寧河区が 12.9℃ で最低であったが、その差（レンジ）は 0.9℃ で、1℃ に満たなかった。一方、稲作期間である 5 月から 10 月までの積算日平均気温は武清区が 4257℃ で最高であり、宝坻区が 4141℃ で最低であった。9 月と 10 月の平均気温についてみると、津南区が 23.3℃ と 15.3℃ で最も高く、宝坻区の 22.0℃ と 14.0℃ が最も低かった。

年間日照時数の最高は津南区の 2846 時間、

第 1 表 試験区の気象概況。

	津南区	宝坻区	寧河区	武清区
年平均気温 (℃)	13.8	13.0	12.9	13.6
積算気温 (℃)	4256	4141	4169	4257
9 月平均気温 (℃)	23.3	22.0	22.3	22.8
10 月平均気温 (℃)	15.3	14.0	14.8	14.5
年間日照時数 (時)	2846	2764	2779	2639
年間降水量 (mm)	580	578	598	552

数値は 2022 年と 2023 年の平均値。積算気温：5 月～10 月の積算日平均気温。

第2表 食味官能試験評価項目.

年次	番号	産地	外観	味	粘り	硬さ	総合
2022 年	1	津南	0.65 b	0.65 a	0.88 b	-0.43 bc	1.08 a
	2	宝坻	- 0.80 c	- 0.60 b	1.40 a	- 0.75 c	0.43 b
	3	寧河	1.58 a	-0.40 b	- 0.78 d	1.15 a	- 0.75 d
	4	武清	0.48 b	0.38 a	0.20 c	-0.25 b	-0.20 c
	レンジ		2.38	1.25	2.18	1.90	1.83
2023 年	1	津南	1.13 b	0.63 a	0.68 a	-0.78 c	1.18 a
	2	宝坻	- 0.55 d	- 0.68 c	1.05 a	- 0.93 c	0.35 b
	3	寧河	1.58 a	-0.53 c	- 1.08 c	0.73 a	- 0.53 d
	4	武清	0.00 c	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 c
	レンジ		2.13	1.31	2.13	1.66	1.71

小文字のアルファベット：異なる場合は同一の食味項目における各年次の産地間に5%水準で有意差があることを示す (Tukey 法). 太字は各年次の同じ食味項目において4産地中の第1位, 斜太字は最下位を示す. レンジ = 最高値 - 最低値.

最低は武清区の2639時間で、レンジは207時間であった。年間降水量は寧河区の598mmが最も多く、武清区の552mmが最も少なく、レンジは46mmであった。

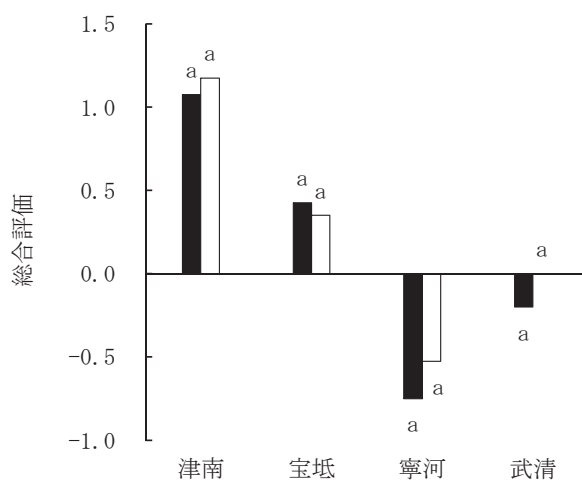
このように4地区間の気象条件はそれ程大きく変わらなかったが、津南区は4地区の中で年間平均気温が最も高く、年間日射量が最も多かった。また、登熟期にほぼ相当する9月から10月にかけての平均気温は、4試験地区の中で一番南に位置する津南区が最も高く、最北部の宝坻区が最も低かった。

天津市は地形が複雑で、市内には山地や丘陵、平原や低地、海岸地や干潟などが入り乱れている。土壌についての詳しい情報は乏しいが、大略、次のように説明されている（注：天津市地方誌）。天津市は地勢が複雑なため土質も変化に富んでおり、概ね北から南へかけて礫質土、砂壤質土、粘質土の順に、西から東へかけて砂質土、壤質土、粘質土の順に分布している。

2. 食味の年次間差

第2表に食味試験の結果を示したが、このうちの総合が一般に「食味」と称される（松江2014）。よって第2図において各産地の2022年産米と2023年産米の総合を比較し、食味の年次変動を検討した。宝坻区産米（以下、「宝坻米」とする）以外は2022年産米よりも2023年産米の方が評点は高かったが、どの産地米にも年次間に有意差は認められなかった。

第3図には、各食味項目における評点の2023年産米（X）と2022年産米（Y）との関係を示した。図中の直線は $Y = X$ の等値線である。よって等値線の上方に分布する産地は2022年産米、下方に分布する産地は2023年産米の方が評点が高く、等値線から離れて位置し



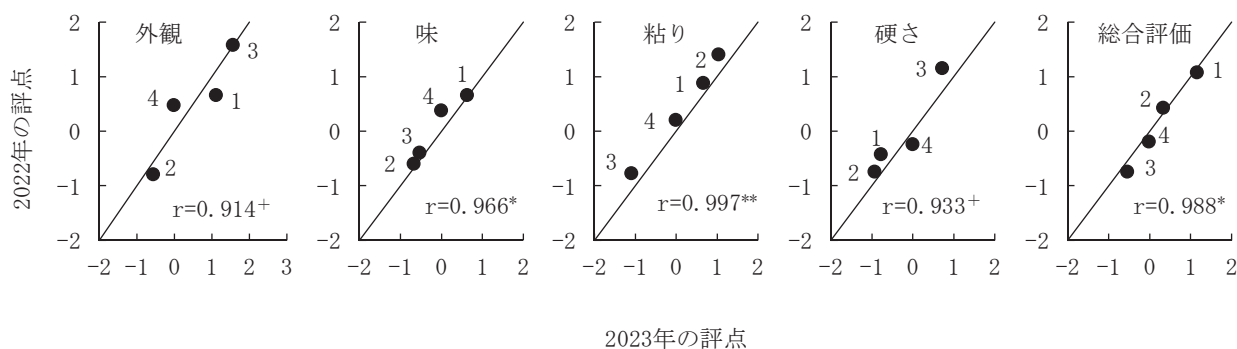
第2図 各産地における年次別総合評価.

■：2022年，□：2023年. 小文字のアルファベット：異なる場合は同じ産地の年次間に5%水準で有意差があることを示す.

ているほど年次間差が大きいことを意味する。5項目、4産地のうち外観の武清米、硬さの武清米以外、総合の宝坻米は等値線の上方に、外観の寧河米は等値線上に、その他は等値線の下方に分布していた。年次間差は小さく、どの食味項目のどの産地米にも年次間に有意差はなかった。その結果、両年の評点間には正の相関関係が成立し、外観と硬さは10%水準、味と総合は5%水準、粘りは1%水準で有意であった。すなわち新米の食味が優れる産地ほど古米の評価も高かった。

3. 食味の産地間差

第2表に示したように、津南米の総合の評点は2022年が1.08、2023年が1.18であり、宝坻米はそれぞれ0.43と0.35、寧河米は-0.75と-0.53、武清米は-0.20と0であった。すな



第3図 食味評価項目の年次間相関。

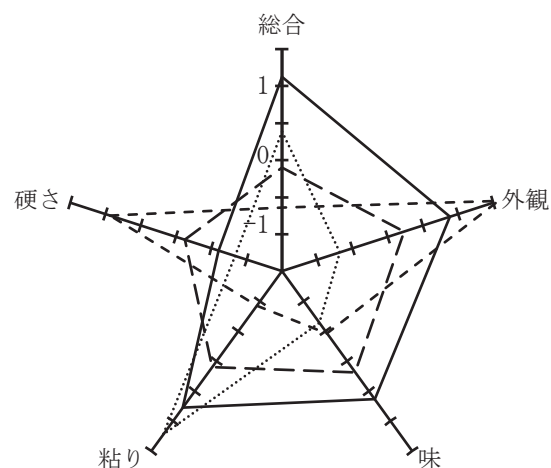
+, *, **: それぞれ 10%, 5%, 1%水準で有意。

わち、両年とも津南米が1位、宝坻米が2位、武清米が3位、寧河米が最下位であり、4産地の間には有意差が認められた。

総合以外の食味項目にも産地による差がみられたが、産地間の順位は項目によって違っていた。外観の評点は寧河米が他の3産地米よりも有意に高く、宝坻米が他産地米より有意に低かった。味は、2022年の武清米を除くと津南米が他産地米よりも有意に高く、最低は2022年、2023年とも宝坻米であったが、両年とも3位の寧河米とは有意差がなかった。粘りは両年とも宝坻米が最高で、次が津南米であったが、2023年の両産地間の差は有意ではなかった。寧河米は両年とも唯一負の評価で、他の3区に比べて有意に低かった。逆に、硬さは両年とも寧河米のみが正の評価で他よりも有意に高かった。最低は宝坻米であったが、3位の津南米との間に有意差はなかった。

第4図は、各食味特性における産地ごとの評点（2年間平均値）を示したものである。総合が1位の津南米は味が良く、2位の宝坻米は粘りが最高で硬さが最低すなわち最も軟らかかったが、外観と味が劣っていた。総合が最下位の寧河米は、外観は際立って良かったが、硬さが最高で著しく硬く、粘りが最も弱かった。武清米は、どの項目も中位でバランスが良かったが、これは2023年産の武清米が食味試験の基準すなわち全項目とも評点が0であったことによるものである。

第2表には産地間のレンジ（最高評点 - 最低評点）を示したが、レンジの大きさすなわち産地による評価の幅は食味項目によって異なっていた。2022年、2023年とも外観と粘りのレンジが大きく、硬さと総合がその次で、味のレンジが最も小さかった。したがって、食味特性の産地間差は外観と粘りに最も強く現れ、硬さと総合が中位で、味の産地間差は小さかった。



第4図 産地別食味評価項目。

—: 津南米, ...: 宝坻米,
---: 寧河米, - -: 武清米。

4. 理化学的特性

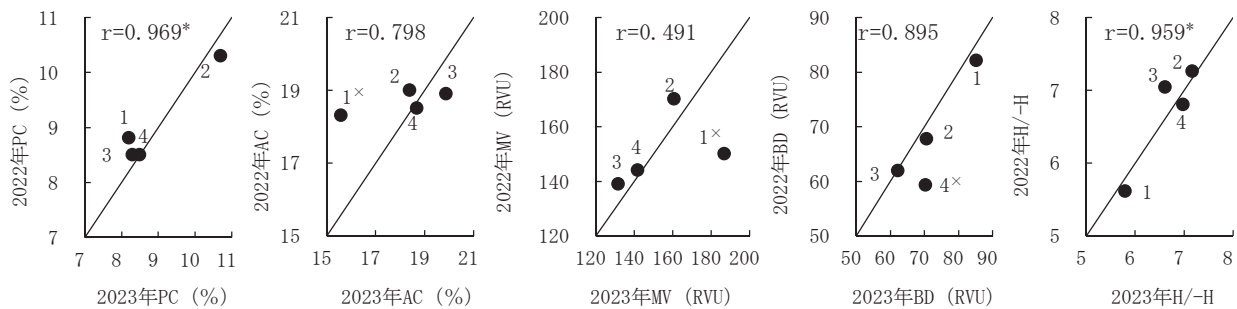
第3表に理化学的特性を示した。第5図では2023年産米の理化学的特性(X)と2022年産米の理化学的特性(Y)との関係を検討した。図中の直線は $Y = X$ の等値線である。図にみられるように、タンパク質含有率の津南米と寧河米、アミロース含有率の津南米と宝坻米、最高粘度の津南米以外、硬度/粘度比の宝坻米と寧河米は等値線より上方に、タンパク質含有率の武清米は等値線上に、その他は等値線より下方に分布していた。これらの中でアミロース含有率と最高粘度の津南米、ブレイクダウンの武清米は特に等値線から大きく離れており、年次間差は有意であった。このためアミロース含有率、最高粘度、ブレイクダウンの相関係数は10%水準で有意の0.900に届かなかったが、タンパク質含有率と硬度/粘度比には5%水準で有意な年次間相関関係が認められた。

理化学的特性の産地間の順位は年次、食味項目によって変動した。タンパク質含有率は2022年、2023年とも宝坻米が他産地米より有

第3表 理化学的食味特性.

年次	番号	産地	PC (%)	AC (%)	MV (RVU)	BD (RVU)	H/H
2022 年	1	津南	8.8 b	18.3 a	150 b	82.1 a	5.61 b
	2	宝坻	10.3 a	19.0 a	170 a	67.7 b	7.26 a
	3	寧河	8.5 c	18.9 a	139 d	61.9 c	7.04 a
	4	武清	8.5 c	18.5 a	144 c	59.3 c	6.80 a
	レンジ		1.8	0.7	31	22.8	1.65
2023 年	1	津南	8.2 c	15.6 c	187 a	85.3 a	5.80 b
	2	宝坻	10.7 a	18.4 b	161 b	70.7 b	7.17 a
	3	寧河	8.3 bc	19.9 a	132 d	62.2 c	6.62 ab
	4	武清	8.5 b	18.7 b	142 c	70.4 b	6.98 a
	レンジ		2.5	4.3	55	23.1	1.37

PC：タンパク質含有率，AC：アミロース含有率，MV：最高粘度，BD：ブレークダウン，H/H：硬度/粘度比．小文字のアルファベット：異なる場合は同一の食味項目における各年次の産地間に5%水準で有意差があることを示す（Tukey 法）．太字は各年次の同じ理化学的特性において4産地中の第1位，斜太字は最下位を示す．レンジ＝最高値－最低値．



第5図 理化学的特性の年次間相関.

PC：タンパク質含有率，AC：アミロース含有率，MV：最高粘度，BD：ブレークダウン，H/H：硬度/粘度比．*：5%水準で有意．x：年次間に5%水準で有意差あり．

第4表 総合評価に対する各食味評価項目の単相関係数と標準偏回帰係数.

	単相関係数				重相関係数	標準偏回帰係数（比率，%）			
	外観	味	粘り	硬さ		外観	味	粘り	硬さ
総合評価	-0.315	0.569	0.780*	-0.810*	0.947**	0.590 (29.4)	0.166 (8.3)	0.776 (38.7)	-0.474 (23.6)

*, **: それぞれ5%, 1%水準で有意.

意に高かった。津南米は2022年には2番目に高かったが2023年は最も低かった。2022年は寧河米と武清米が同値最低であった。アミロース含有率は，2022年は宝坻米が最高で津南米が最低であったが，レンジ幅が狭く産地間に有意差はなかった。2023年は寧河米が他よりも有意に高く，津南米が有意に低かった。最高粘度は，2022年は宝坻米，2023年は津南米が最高で，最低は両年とも寧河米であり，各産地間に有意差があった。ブレークダウンは，2年間とも津南米が他を有意に上回り，最低は2022年が武清米，2023年が寧河米であった。硬度/

粘度比は，2年間とも宝坻米が最高だったが3位までの間に有意差はなく，津南米が2023年の寧河米を除くと他よりも有意に低かった。

5. 食味の産地間差に関わる要因

第4表に各食味項目と総合との単相関係数および外観 (X_1)，味 (X_2)，粘り (X_3)，硬さ (X_4) を説明変数，総合 (Y) を目的変数とする重回帰分析の結果を示した。年次を込みにすると，粘りと総合の間には正の，硬さと総合の間には負の有意な単相関係数が得られたが，外観および味と総合との単相関係数は有意ではな

第5表 理化学的特性と食味評価項目との相関係数

	外観	味	粘り	硬さ	総合
PC	-0.816*	-0.591	0.665 ⁺	-0.550	0.176
AC	-0.071	-0.625 ⁺	-0.397	0.501	-0.709*
MV	-0.369	0.245	0.747*	-0.778*	0.793*
BD	-0.064	0.591	0.540	-0.582	0.922**
H/H	-0.435	-0.780*	-0.075	0.161	-0.663 ⁺

PC:タンパク質含有率, AC:アミロース含有率, MV:最高粘度, BD:ブレイクダウン, H/H:硬度/粘度比.

+, *, **:それぞれ10%, 5%, 1%水準で有意.

かった。年次別にみても、有意性の有無に差はあるが、傾向は同じであった。重回帰分析における重相関係数は有意であり、次の重回帰式

$Y = 0.454X_1 + 0.280X_2 + 0.618X_3 - 0.443X_4 - 0.272$ によって産地と年次を込みにした総合の変異の約90%が説明できた。ただし標準偏回帰係数の比較から推算した外観、味、粘り、硬さの総合に対する貢献割合には差があり、約29:8:39:24であった。味の貢献割合が10%以下で低かったのは、味の評点が最高の津南米は総合の評点も最高であったが総合の評点が2位の宝坻米の味が最下位だったからである(第2表)。すなわち、本試験において味が優れることは良食味であるための十分条件であるが、必要条件ではなかった。

第5表に理化学的特性と食味項目との相関係数を示した。なお、本試験の硬さは硬い方を正(+)で評価したので、値が低いほど軟らかく食味は良好である。また、タンパク質含有率(PC)、アミロース含有率(AC)、硬度/粘度比(H/H)は値の低い方が、最高粘度(MV)とブレイクダウン(BD)は値の高い方が外観、味、粘りが優れ、軟らかくて食味にとって望ましいとされている(松江2014)。本試験におけるPCは外観と負、粘りと正の有意な相関を示し、味および硬さとの間にも比較的強い負の相関傾向がみられた。すなわち、PCが低いと外観に優れ、味も良い傾向がみられたが、粘りが弱く、硬さが硬い傾向にあった。このため、双方の影響が相殺されて総合とは無関係となった。ACは味および総合と有意な負の相関を示し、含有率が低いほど味が良くて総合の評価が高かった。MVは粘りと正、硬さと負、総合と正の有意な相関を示し、MVが高いほど粘りが強くて軟らかく、総合が優れていた。BDと有意な相関関係にある食味項目はなかったが、味および粘りと正、硬さと負の比較的強い相関傾向があったため総合との間に有意な正の相関関係が成立した。H/Hは味および総合との間に有意

な負の相関関係があり、値が低いほど味が良く、総合が優れていた。

考察

松江ら(1996, 2004)は、米の産地間差の実態とその要因を明らかにするために福岡県内の限られた地域と九州地方に中国地方の一部を加えた広域において同じ品種を用いた食味比較試験を行っている。本試験を実施した天津市の面積は1.19万km²で、中国における第一級行政区の中では上海市に次いで小さい。しかし、日本の都道府県別面積に比べると新潟県の1.26万km²(全国第5位)と秋田県の1.16万km²(同6位)との間にあり、福岡県の0.50万km²(同29位)の約2.4倍である。したがって本試験は、日本の基準でみると相当な広域で行ったことになる。

本試験に供試した金稲919の食味(総合評価)には有意な産地間差があり(第2表)、また他の食味項目にも明白な産地別の特徴がみられた(第4図)。しかし、理化学的特性との関係を通じて食味の産地間差が決定される経路を理解するためには、食味特性の絶対値よりも産地別順位で検討する方が適切であると思われる。そこで、第6表に各食味項目と理化学的特性の2年間平均値とそれぞれの産地別順位を示した。ただし先述のように、食味項目の硬さは評点の低い方が軟らかくて食味が良好であり、理化学的特性のタンパク質含有率とアミロース含有率および硬度/粘度比は値が低いほど食味にとって好適である(松江2014)。よって硬さとタンパク質含有率、アミロース含有率、硬度/粘度比は値の低い方から高順位を付けた。なお、本試験におけるタンパク質含有率は外観および味と有意または有意に近い負の相関関係にあったが、粘りとは有意な正の相関を示し、硬さとの間にも比較的強い負の相関傾向が認められた(第5表)。これは本試験のタンパク質含有率には、値が低い(順位が高い)ほど外観および味の評点が高い(外観が優れ、味が良く、順位が高い)という正の効果がみられる一方で、タンパク質含有率の値が低い(順位が高い)と粘りの評点が低く(粘りが弱くて順位が低い)、硬さの評点が高い(硬くて順位が低い)という負の効果が存在することを示すものである。

総合の2年間平均値には、津南米の1.13から宝坻米の0.39、武清米の-0.10、寧河米の-0.64までの大きな産地間差が存在した。津南米はアミロース含有率(AC)、最高粘度(MV)、ブレイクダウン(BD)、硬度/粘度比(H/H)が1位、タンパク質含有率(PC)が2位であっ

第6表 食味試験評価項目および理化学的特性の2年間の平均値とその産地別順位.

	産地	食味試験評価項目					理化学的特性				
		総合	外観	味	粘り	硬さ	PC	AC	MV	BD	H/H
2年間 平均値	津南区	1.13	0.89	0.64	0.78	-0.61	8.5	17.0	169	83.7	5.71
	宝坻区	0.39	-0.68	-0.64	1.23	-0.84	10.5	18.7	166	69.2	7.22
	寧河区	-0.64	1.58	-0.47	-0.93	0.94	8.4	19.4	136	62.1	6.83
	武清区	-0.10	0.24	0.19	0.10	-0.13	8.5	18.6	143	64.9	6.89
順位	津南区	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1
	宝坻区	2	4	4	1	1	4	3	2	2	4
	寧河区	4	1	3	4	4	1	4	4	4	2
	武清区	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3

PC：タンパク質含有率（％），AC：アミロース含有率（％），MV：最高粘度（RVU），
MV：ブレイクダウン（RVU），H/H：硬度/粘度比。順位：4産地中の順位。

た。このためACおよびH/Hと有意な関係にある味（第5表）は1位となった。さらにPCとの関係が深い外観が寧河米に次ぐ2位、MVとの関係が深い粘りと硬さが宝坻米に次ぐ2位となり、これらが集積して総合は1位を獲得した。すなわち、津南米は理化学的特性と食味項目が全て1位か2位であり、目立った欠点がないために総合が最高位を得たことが明らかである。なお、食味と登熟温度との間には2次曲線で表される関係があり、25℃前後に最適温度が存在することが知られている（松江2014）。本試験において総合評価が最も高かった津南区の9月の平均気温は23.3℃であり、食味にとっての最適温度に一番近かった（第1表）。しかし、他の3産地の9月の気温も22.0～22.8℃だったので、この程度の温度差が食味の産地間差を決定したとは考えづらい。今後の検討課題の一つである。

総合が2位であった宝坻米の理化学的特性は、MVとBDは2位、ACは3位、PCおよびH/Hは4位であった。このため、PCとの関係が強い外観、ACおよびH/Hとの関係が強い味は最下位となった。しかしながら、宝坻米はPCの値が最も高く順位は最下位（4位）だったが、粘りの評点は最高（最も粘りが強い）、硬さの評点は最低（最も軟らかい）であり、順位はともに津南米を超える1位であった。この関係は、宝坻米はPCが高いにも関わらず粘りが強く、軟らかいという特異性によって成立したものであるが、この宝坻米の特異性については後ほど詳しく考察する。ともあれ宝坻米の粘りと硬さは、正の相関関係にあるMVとBDが2位という好条件とPCの特異的な負の効果が相乗されて津南米を上回る1位が得られたと推察される。さらに総合には粘りと硬さが6割以上貢献する（第4表）ので、この2項目の最高

順位が外観と味の最低順位を補って総合は2位を確保できた。寧河米はPCが1位、H/Hが2位であったがAC、MV、BDは最下位であった。このため、PCの効果で外観は1位を得ることができたが、MVおよびBDの影響と上述したPCの負の効果で粘りと硬さは4位となった。すなわち、粘りと硬さの最低順位を外観1項目の最高順位では補いきれず、結果的に総合は4位にとどまった。総合が3位の武清米は食味項目、理化学的特性とも2位か3位で中程度に安定していた。

これらより、本試験で比較した4地区産米の食味には明瞭な差があることが判明し、理化学的特性から食味に至る経路も整理できたと考える。しかし、幾つかの問題点が残された。まず、理化学的特性に産地間差が生じる要因を特定できなかったことである。本試験では移植法や施肥法、移植後の栽培管理は極力均一に行ったので、食味の産地間差についてはその差をもたらす理化学的特性は栽培法以外の要因すなわち気象や土壌などの環境要因に規制されると考えられる。しかしながら、本試験は食味の産地間差の実態を知ることが当面の目的だったので産地別の気象や土壌は調査していない。松江ら（1996）は福岡県内の4地区で生産された米の食味に有意差があることを認め、その原因は土壌型の違いによるタンパク質含有率にあると推察している。本試験ではタンパク質含有率と総合との間に関係はなかったが（第5表）、タンパク質含有率は産地によって有意に異なっていた（第3表）。ただし、産地別のタンパク質含有率は宝坻米が10.5%（2年間平均値）で際立って高く、津南米、寧河米、武清米は8.5%前後ではほぼ等しかった（第6表）。したがって宝坻米のタンパク質含有率が特段に高かったことが上記の粘りととの関係にも影響していると思われるが、こ

の点については後述する。

タンパク質の含有量は窒素含有量にタンパク質換算係数 5.95 を乗じて算出されるため、タンパク質含有率の問題は最終的には窒素吸収量の差に帰着する。窒素の吸収に関して五十嵐 (2025) は、稲体が吸収する窒素の割合は、大略、施肥窒素から約 40%、土壌窒素から約 60% であり、白米中の窒素は 20~30% が施肥窒素、70~80% が土壌窒素に由来すると述べている。さらに、タンパク質含有率と土壌との関係について、松江 (2014) は淡色黒ボク土で生産された米はタンパク質含有率が高いことを示し、その原因は黒ボク土には可給態窒素が多いことと、土壌中の窒素無機化量が生育後半に増加してくることにありと指摘している。また、五十嵐ら (2005) は北海道産米全体の食味変動に関与する土壌、苗の種類、施肥法、稲ワラ処理、排水の良否などの影響度を比較した報告の中でタンパク質含有率に最も大きく影響する要因が土壌であること見出し、特に泥炭土は他の土壌型に比較して産米のタンパク質含有率が高いことを明らかにした。さらに丹野 (2010) は、さらに 397 の北海道内 15 産地における 16 年間のタンパク質含有率の変異を解析し、泥炭土が多く分布する地域の産米はタンパク質含有率が高いことを証明した。なお、泥炭土で生産された米のタンパク質含有率が高い理由は黒ボク土の場合と同じであると考えられている (稲津ら 1982)。このように、調査場所や面積、調査年次、対象品種が違っても米のタンパク質含有率が土壌窒素に規制されること、特に泥炭土と黒ボク土で生産された米はタンパク質含有率が高いことが多くの報告によって指摘されている。したがって本試験における宝坻米の PC が高かった原因は土壌条件にあると考えられるが、宝坻区は北緯 39 度 30 分前後の秋田県とほぼ同じ緯度に位置するので (第 1 図)、泥炭土が北海道ほど多く分布しているとは思われない。しかし、材料と方法の項で述べたように宝坻区には海拔が 1m 前後で地下水位の高い低湿地が多い。このため透水性が悪い多湿性黒ボク土が分布している (藤原ら 2010) 可能性がある。

次の問題は、従来の指摘 (松江 2014) とは逆に、本試験で PC と粘りが正の相関を示したことである。先にも述べたが、本試験における PC は宝坻米だけが特別高く (第 3 表)、他の 3 産地米にほとんど差はなかった。したがって本試験において PC と粘りが正の相関になったのは、「産米の PC が高くなるにつれて粘りの評点が高くなっていった」のではなく、「PC が格段に高い宝坻米が全体を引っ張ったために見か

け上相関が有意となった」と考えるのが妥当である。言い換えれば、宝坻米以外の 3 産地米の間に PC が高いと粘りが強いという関係は成立しない。それでは何故、宝坻米は PC が高いのに粘りの評価が低くないのかが問題となるが、宝坻米は MV と BD が 4 産地米中の 2 位であり (第 6 表)、特に 2022 年の MV は津南米を大きく上回っていた (第 3 表)。これは、宝坻米は PC が高いという粘りにとって不利な化学的特性を MV や BD が大きいという粘りにとって有利な物理的特性が補っていることを示唆する。

しかしながら、これらは全て試験結果の裏付けがない憶測である。このため今後は、産米の窒素吸収量やタンパク質含有率、さらに最高粘度などのアミログラム特性と土壌型との関係を十分に調査する必要がある。

最後の問題は産地間差の大きさである。本試験における総合のレンジすなわち最高の津南米と最低の寧河米との評点差 (2 年間平均値) は 1.77 であった (第 6 表)。これは前報 (崔ら 2024) の小站稻 4 品種の食味比較試験において総合が 1 位であった金稻 919 と 4 位であった天隆優 619 との評点差である 1.82 に近い値である。したがって、本試験の結果は、同じ金稻 919 であっても産地によって食味は 3 ランクの品種間差に匹敵するほど変動することを示している。ただ、総合が 1 位の津南米と 2 位の宝坻米との評点差が 0.74 であったのに対し、宝坻米と 3 位の武清米との差は 0.49、武清米と 4 位の寧河米との差は 0.54 であった。すなわち、1 位と 2 位との差は 2 位と 3 位あるいは 3 位と 4 位の差の 1.4 倍から 1.5 倍も大きかった。このため本試験において産地間のレンジが大きかったのは、4 位の寧河米や 3 位の武清米の評価が低かったというよりも 1 位の津南米の評価が突出していたと考えるべきである。冒頭でも述べたが、津南区は天津小站稻の発祥地であり、かつては現在の天津市津南区小站鎮で生産された米が小站稻 (米) と呼ばれていた。したがって本試験における津南米は言わば天津小站稻の本場すなわち遺伝的能力が最大限に発揮できる環境で生産されたとみることができよう。しかし、繰り返しになるが、本試験では産地の気象や土壌型などの環境要因は調査していない。よって、これらを調査して気象条件や土壌条件と食味評価との関係を解明することが今後取り組むべき最大の課題である。

以上、天津市の 4 地区で生産された米の食味を比較してきたが、これほどの産地間差があることは著者らにも想定外であった。このため 4 産地米の全てを天津小站稻というブランドに一

括することは無理であると判断した。したがって今後は、例えば「津南産小站稻」のような地域限定のブランドとするのが得策だと思われる。これは、天津市より少し面積の広い日本の新潟県に魚沼産コシヒカリや岩船産コシヒカリなどがあることからみても妥当なブランド化戦略であると考ええる。

なお、川村（2005）および川村・竹倉（2013）の報告と同様、1年間10℃で籾貯蔵した古米と当年産の新米の食味評価項目に有意差は認められなかった。したがって、低温籾貯蔵は米の食味特性を維持したまま保管する最適の方法であると言える（谷口1995, 川村2011）。

謝辞

本稿をとりまとめるにあたり、香川大学の楠谷彰人名誉教授には日本語文章の添削と引用文献の紹介をお願いしました。記して心から感謝いたします。

引用文献

- 陳业豎・舒庆尧・张增勤・刘守平・何方印 2001. 稻谷储藏时间对稻米品质影响的研究. 作物研究 4(1): 9-11.
- 崔晶・山村新・楠谷彰人・豊田正範・諸隈正裕・浅沼興一郎・丹野久・趙居生・李艶藻・陳秀琴 1999. 中国および日本産水稻品種の食味に関する研究－香川県と天津市産米の比較－. 日本作物学会四国支部会報 36: 14-27.
- 崔中秋・蘇京平・孫玥・王勝軍 2024. 中国天津産ブランド米「天津小站稻」の食味に関する研究－中国人パネルによる小站稻品種の食味評価と食味識別能力－. 日本水稻品質・食味研究会会報 15: 2-20.
- 藤原俊六郎・安西徹朗・小西吉雄・加藤哲朗 2010. 新版 土壤肥料用語事典. 農文協, 東京. 1-304.
- 赫兵・崔怀莺・李超・田谊静・王帅・姜龙・党妹・严光彬・陳殿元 2022. 吉林省不同区域水稻品质特性比较及影响因素分析. 北方水稻 52(6): 5-1.
- 賀梅・張文忠・宋冬明・王嘉宇・謝文孝 2007. 不同储藏温度及储藏时间对稻米品质的影响. 沈阳农业大学学报 38(4): 472-477.
- 五十嵐俊成・安積大治・竹田一美・島田悟 2005. 北海道産米のタンパク質含有率に及ぼす栽培条件の影響. 北農 72(1): 16-25.
- 五十嵐俊成 2025. 北海道における良食味米生産を目指した施肥管理技術. 日本水稻品質・食味研究会会報 16: 22-25.
- 稲津脩・佐々木忠雄・新井利直 1982. お米の味－その科学と技術－. 長内俊一監修, 北農会, 札幌. 1-108.
- 稲津脩 1990. 北海道産米の貯蔵法. 北海道地区農業試験場成績報告. 3-6.
- 賈温倩・舒在习 2020. 不同储藏条件对稻米蒸煮品质和 α -淀粉酶的影响. 粮食科技与经济 45(1): 49-51.
- 川村周三 2005. 米の高品質貯蔵技術. 農業機械学会誌 67(1): 19-23.
- 川村周三 2011. 冷やせば美味しい米の味 米の低温貯蔵・超低温貯蔵のすゝめ（すすめ）. 美味技術研究会誌 17: 1-4.
- 川村周三・竹倉憲弘 2013. 冬季の自然冷気を利用した超低温貯蔵による米の高品質保持技術. 日本水稻品質食味研究会会報 4: 43-44.
- 楠谷彰人・赫兵・崔中秋・張欣・崔晶・松江勇次 2016. 中日两国品尝员对中日水稻品种的食味评价研究. 北方水稻 46: 1-5.
- 李殿威・钱丽丽 2018. 黑龙江不同地域水稻品质分析. 农产品加工 9(1): 37-41.
- 劉洪津・渡辺兼五・東城清秀・杉山隆夫・牧野英二 2002. 米の貯蔵環境と米品質に関する研究（第1報）－貯蔵後に搗精した精米の品質に及ぼす影響－. 農業機械学会誌 64(1): 52-60.
- 松江勇次・原田皓二・吉田智彦 1992. 北部九州産米の食味に関する研究 第4報 品種および産地での食味の安定性. 日本作物学会紀事 61(4): 545-550.
- 松江勇次・小田原孝治・比良道一 1996. 北部九州産米の食味に関する研究 第7報 食味の産地間差とその要因. 日本作物学会紀事 65(2): 245-252.
- 松江勇次・奥村幸恵・池田稜子 2004. 九州, 中国地域における米の食味評価の産地間差とその要因. 日本栄養・食糧学会誌 57(6): 243-248.
- 松江勇次 2014. 作物生産からみた米の食味学. 養賢堂, 東京. 1-141.
- 松江勇次・楠谷彰人・崔晶 2014. 中国・天津市の稲作. 農業および園芸 89(1): 44-48.
- 新田洋司・伊能康彦・松田智明・飯田幸彦・塚本心一郎 2008. 水稻玄米の粒重・粒厚と食味関連形質との関係－2005年茨城県産コシヒカリの事例から－. 日本作物学会紀事 77(3): 315-320.
- 閔軍・黎用朝・刘三雄・龚浩如 2008. 米粉稻品质主要理化指标的区间差异. 中国稻米 1(1): 18-20.
- 齐天真・李广 2020. 天津水稻种植现状及未来发展对策研究. 天津农业科学 26(3): 16-20.
- 丹野久 2010. 寒地のうるち米における精米蛋白質含有率とアミロース含有率の年次間と地域間の差異およびその発生要因. 日本作物学会紀事 79(1): 16-25.
- 谷口健雄 1995. 食味総合評価法の確立と貯蔵特性の解明 2) 貯蔵特性の究明. 佐々木多喜雄編集: 優良米の早期開発試験プロジェクトチーム第Ⅱ期（昭和62年～平成5年度）高度良食味米品種の開発試験研究成果. 北海道立農業試験場資料 24: 61-69.
- 徐民・程旺大・蔡新华・王炎林 2005. 储藏对稻米淀粉结构及含量的影响. 中国农学通报 21(6): 113-115.
- 張丽娜・易军・本间香贵・高继平・張文忠 2021. 辽宁省不同地域稻米品质比较分析. 沈阳农业大学学报 52(6): 729-735.
- 郑地・文春燕・沈显华・胡标林・车菊芹・熊运华・王智权・吴延寿 2020. 藏区不同海拔条件下水稻产量构成和米质变化分析. 作物杂质 5(1): 199-203.

シンポジウム講演

テーマ

米の品質・食味の解明と改良に向けて

8 課題

Improvement of Myanmar Indigenous Rice Variety, Paw San Hmwe, for Photoperiod Insensitivity and High-yield while maintaining its Good Eating Quality

WIN Khin Thanda¹⁾, HLAING Moe Moe^{1, 2)}, HLAING Aye Lae Lae²⁾, YAMAGATA Yoshiyuki¹⁾, MATSUE Yuji³⁾, YASUI Hedeshi²⁾, ASHIKARI Motoyuki⁴⁾, YOSHIMURA Atsushi¹⁾ and et al.

(¹⁾Department of Agricultural Research, MOALI, Myanmar, ²⁾Plant Breeding Laboratory, Kyushu University,

³⁾Global Innovation Center, Kyushu University, ⁴⁾Bioscience and Biotechnology Center, Nagoya University)

Paw San Hmwe (PSH) is an indigenous rice variety from Myanmar with a good taste, a pleasant fragrance, and excellent elongation ability during cooking. PSH, also known as “Pearl Rice” is a premium quality aromatic rice which achieved the “World’s Best Rice” prize in Rice Trader’s “3rd World Rice Conference 2011” held in Ho Chi Minh and is considered market driven export rice. However, its low yield potential and strong photoperiod sensitivity reduce its productivity and further limit its cultivation to a single crop per year in the form of rain-fed lowland monsoon rice. In this study, we aimed to (1) decrease the photoperiod sensitivity of the PSH rice variety for year-round production and (2) improve the high-yielding traits and plant stature of PSH with retaining similar quality traits to PSH rice.

Materials and Methods

PSH, a strong photoperiod sensitive variety from Seed Bank (Department of Agricultural Research, MOALI, Myanmar) and ST12, a high-yielding rice line on an *indica* background and a photoperiod insensitive variety with short growth duration, from Bioscience and Biotechnology Center, Nagoya University, Japan, were used as the recurrent parent and donor parent, respectively.

To develop the promising lines, initially PSH was used as the female parent to cross with ST12 to produce F₁ plants with PSH cytoplasm during 2018 Dry Season (DS). These F₁ plants were successively backcrossed two times with PSH as the male parent in during monsoon season (MS) in 2018 and DS in 2019, for generating BC₂F₁ lines. The selected twenty BC₂F₁ plants were advanced to BC₂F₂ generation during 2019MS. Heading date evaluation was continuously conducted since F₁ generation and only the lines can produce panicles during DS were selected for the development of photoperiod insensitive lines for generation increasement in future. Marker-assisted selection was firstly started for F₁ screening and carried out again from BC₂F₂ generation and BC₂F₂ lines homozygous for the donor alleles at *Gn1a* and *WFP* were selected and advanced until BC₂F₇ in 2022MS.

Results and Discussion

Marker-assisted backcrossed breeding was performed to transfer the major genes; *Grain number 1a* (*Gn1a*) and *Wealthy Farmer’s Panicle* (*WFP*) from the donor line ST12 to PSH. The selected twenty BC₁F₁ plants carrying the target genes were advanced to BC₂F₁ and subsequently followed selfing generations to identify the plants homozygous for donor alleles at the target locus. The BC₂F₂ lines that could produce panicles during the DS and carrying homozygous genotypes for the target loci were evaluated for target agronomic traits and advanced until BC₂F₇ in 2022MS and foreground selection for target loci by SSR genotyping and phenotypic evaluation were continuously subjected to every generation. Further genotyping using GBS method was applied on BC₂F₇ generation to verify the introgression of the donor segment and estimate the recurrent parent genome recovery (RPGR). The 34 progenies from 5 populations carrying *Gn1a*+*WFP*-ST12 had an RPGR of 79.8–89.8% and the 20 progenies from two populations carrying *Gn1a*-ST12 had an RPGR of 73.7–88.4%. The graphical genotypes of the lines with the highest RPGR in each population are presented in Fig. 1. All promising lines showed heading even in DS and showed an average day to heading 100–112 days during 2022DS and 83–94 days during 2022MS. All lines headed 30–40 days earlier than PSH during the monsoon growing season.

Both lines carrying *Gn1a*-ST12 showed no significantly improvement in number of spikelets in either 2022DS or 2022MS. When the yield genes *Gn1a* and *WFP* were combined in PSH, all five lines

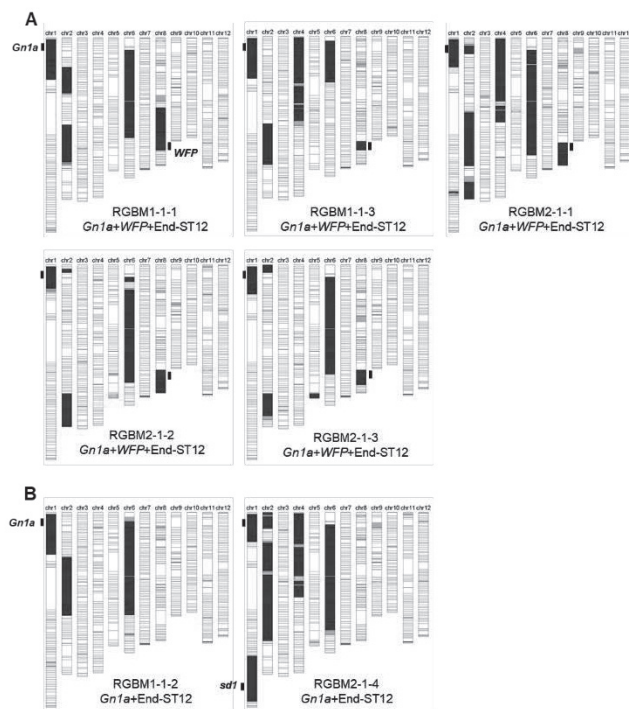


Figure 1. Graphical genotypes of the promising lines.

The ratio of grain length to width of these lines was also not significantly different from that of PSH. Three lines showed similar AC with PSH, whereas one line had a significantly decreased AC. Three lines with similar AC exhibited similar GC of PSH, whereas the lower-AC line, RGBM1-1-2, exhibited increased GC. The GTs of all promising lines were very similar to that of PSH. The elongation ratios of three lines were similar to that of PSH, whereas that of RGBM1-1-2 decreased significantly. The five sensory quality indices of rice (overall eating quality, appearance, taste, aroma, and stickiness) were slightly better than those of the reference, PSH, whereas hardness showed negative values for all promising lines, indicating that the promising lines had a softer texture than PSH (Table 1).

Table 1. Physiochemical properties and palatability of the grains of selected promising lines.

Line name	GL (mm)	GW (mm)	L/W ratio	AC (%)	GC (mm)	GT (°C)	Elongation ratio	Overall eating quality	Appearance	Taste	Aroma	Sticki- ness	Hard- ness
PSH	7.46	2.98	2.50	21.29	31	75–79	2.30	0	0	0	0	0	0
RGBM2-1-1	8.07	3.03	2.66	21.48	34	75–79	2.06	0.66	0.53	0.39	0.25	0.24	-0.21
RGBM2-1-3	8.27	3.02	2.74	22.66	30	75–79	2.27	0.72	0.74	0.76	0.46	0.38	-0.51
RGBM1-1-2	8.34	3.52	2.37	15.98	53	75–79	1.69	0.85	1.14	0.87	0.42	0.89	-0.96
RGBM2-1-4	7.86	3.46	2.27	21.96	30	75–79	2.00	0.76	0.66	0.51	0.35	0.41	-0.10

This study demonstrated the successful introgression of the photoperiod insensitivity trait and *Gnl1a* and *WFP* alleles into Myanmar's indigenous aromatic rice PSH using marker-assisted backcross breeding (MABB), while retaining the original key characteristics, such as good taste, quality, aroma and excellent elongation ability during cooking. This will be the first report to improve an indigenous rice variety from Myanmar with strong photoperiod sensitivity using MABB method. The photoperiod-insensitive nature of the improved lines would enhance adaptability to different geographical regions and multiple cropping systems, resulting in higher productivity. These improved lines could also be used as intermediate parents for a further breeding program for PSH because their photoperiod-insensitive nature could shorten the breeding period.

showed a significant improvement in panicle branch during both DS and MS. Among *Gnl1a*+*WFP*-ST12 lines, one line showed significantly higher grain yield (GY) than PSH in both DS and MS; three lines increased significantly GY than PSH during MS but showed no significant difference during DS; however, only one line showed no significant difference in GY in both DS and MS. Among the *Gnl1a*-ST12 lines, RGBM1-1-2 showed consistently higher GY than PSH in both DS and MS, while RGBM2-1-4 showed no significant different GY with PSH during both growing seasons. RGBM2-1-4 showed a semi-dwarf phenotype with introgression of the *semi-dwarf1* (*sd1*) gene region from the donor parent.

Among seven promising lines, four most promising lines selected for varietal registration were evaluated for appearance of the polished rice grains from 2022MS; all four lines showed slightly increased grain length and width, but not significantly different from that of PSH (Table 1).

お米の収量・品質向上, 美味しいを支えるサタケの技術

水野英則

(株式会社サタケ)

Satake's technology for improving rice yield and quality, and making it taste delicious

MIZUNO Hidenori

(Satake Corporation)

1. 収量・品質向上に向けたスマート農業 (スマートライスセンター)

① 収量・品質を向上させるには

地力 (土壌管理), 肥料 (施肥管理), 水 (灌水管理), 天候 (お天道様の言うとおりに?), これらにより収量 (出荷玄米量), 品質 (等級検査・機械鑑定結果) が決まってくる。ここでの課題は, 一つ目として, 出荷玄米だけではなく, 粗玄米としての評価ができていないこと, 二つ目として, 管理圃場が増加すると圃場ごとに評価することが困難になることが挙げられる。

② スマート RC システムでできること

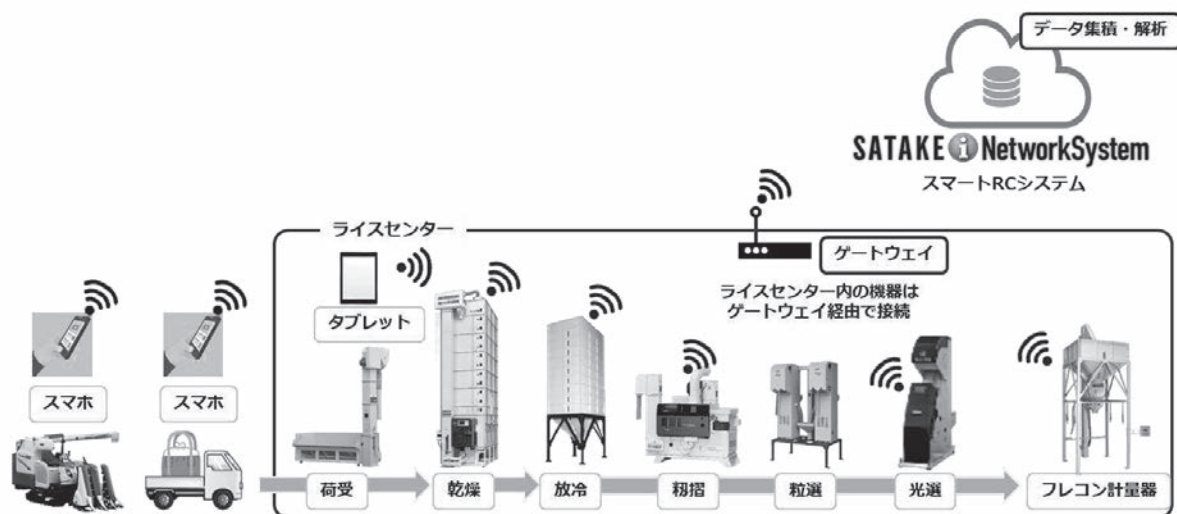
- (1) 粗玄米の評価が乾燥ロット毎に自動でできる
- (2) 気象の情報を参照できる

③ 見込める効果

- (1) 利益に繋がる情報で収量や品質を向上させることができる
- (2) 気象に合った栽培方法や品種で収量や品質の最大化が見込める
 - ① 刈取適期の判断精度の向上により, 積算温度の活用が可能
 - ② 産年ごとの比較を行うことで, 気象の影響を把握することが可能。これにより, 栽培管理の改善や, 作付け品種の選択が検討できる。

④ システム構成 (図1)

通信機器とソフトアップデートで導入できるシンプルな構成であり, 各機器に取り付けた通信機器を使い, クラウドへデータを集積し, 解析。集積したデータと解析結果は Web アプリによってパソコン, タブレット, スマホで確認ができる。現在, 実証試験実施中である。



第1図 システム構成。

2. お米の美味しさを支える技術

① LLRP（ロング・ライフ・ライス・プロセス）技術

「玄米殺菌・殺虫殺卵装置」とは、玄米に約 250℃の過熱蒸気を照射し、攪拌することで、玄米の表面に付着する細菌等の殺菌、玄米に混入している貯穀害虫の殺虫、玄米表面・内部に産卵している貯穀害虫の殺卵を目的とした設備である。この装置を用いることで、「玄米商品」「精白米商品」の両方において、安全・安心、品質の向上、炊飯特性の向上、保存性の向上が期待できる。LLRP の効果としては、以下の 5 点が挙げられる。

（1）貯穀害虫の殺虫・殺卵

貯穀害虫の成虫・幼虫・卵に対して殺虫・殺卵効果が期待できる。

（2）細菌・真菌（カビ）の殺菌

玄米の品質を維持しつつ、玄米表面の大腸菌群などの細菌や真菌（カビ）を効果的に殺菌。

（3）精米後の鮮度低下（酸化）の抑制

過熱処理をした玄米は、加水分解酵素の活性が抑制されるため、「玄米」および精米後の「白米」「糠」の鮮度低下を抑制。

（4）無浸漬米（早炊き米）

白米の吸水が早く、無浸漬で炊飯しても、浸漬したお米と同等程度のご飯品質になる。

（5）玄米の食味・食感向上

過熱処理をした玄米は、吸水性が向上し、通常炊飯でも、柔らかく美味しい炊飯玄米となる。GABA が生成され、機能性成分は維持。

② 精米技術

お米の美味しさを支える技術は、乾燥、貯蔵、粳摺り、精米、選別があるが、特に精米技術が大きく関わる。精米方式には大きく 3 種類、「研削精米方式」、「摩擦精米方式」、「切削精米方式」がある。これらそれぞれの方式で米に与える品質影響が異なるため、サタケでは、これらの精米方式を組み合わせ、それぞれの業種で求められるお米に仕上げている。例えば、コンビニのおにぎりや弁当のご飯は、粒感の強い食感が求められる。

③ 無洗米技術

サタケでは、新型無洗米技術、マルチパスリンスフリープロセス（MPRP）方式を製品化している。この方式の特長は以下のとおりである。

（1）美味しさの向上

ウルトラマイクロバブル水により、精米表面の細胞壁を傷つけることなく均一に糠を除去。マルチパス方式での分散/低圧加工・仕上げ新水洗浄により、安定した食味を創出。

（2）加工コスト削減

従来製法（NTWP50B）よりもランニングコストを大幅削減、無洗米加工の利益改善に貢献。

（3）環境貢献

加工には化石燃料不使用。加工量 1t あたりの CO2 排出量を約 70%以上削減（当社比）
ウルトラマイクロバブル水を加工工程で循環利用することで約 50%の節水効果あり。

（4）食品リサイクル

無洗米加工により発生する栄養豊富なとぎ汁を、養豚向け液体飼料として有効活用可能。

福井県の水稲育種における品質・食味の改良

小林麻子

(福井県農業試験場)

Improvement of Grain and Eating Quality in Paddy Rice Breeding at Fukui.

KOBAYASHI Asako

(Fukui Agricultural Experiment Station)

福井県農試の水稲育種事業は1947年に始まり、以来、寒冷地南部向き多収・高品質・良食味を育種目標の柱として44品種を育成してきた。福井農試の水稲育種における食味および品質に関する選抜の歴史を第1図に示す。1969年に始まった自主流通米制度に対応し、1970年から官能試験による食味の選抜が始まった。つまり、越南系統で官能試験による食味の選抜がかかっているのは1970年度育成の越南101号以降である。また、1981年からはアミログラム(2011年からはRVA)、1993年からはアミロース含有率を用いた食味関連形質の評価も加えて良食味米の選抜が行われてきた。

一方、品質に関しては、当初から玄米外観品質の達観評価による選抜が継続して行われてきた。加えて、1999年以降、福井県でも高温登熟による玄米外観品質の劣化が顕在化し、2004年から高温ハウスを用いた高温登熟耐性の選抜が行われている。

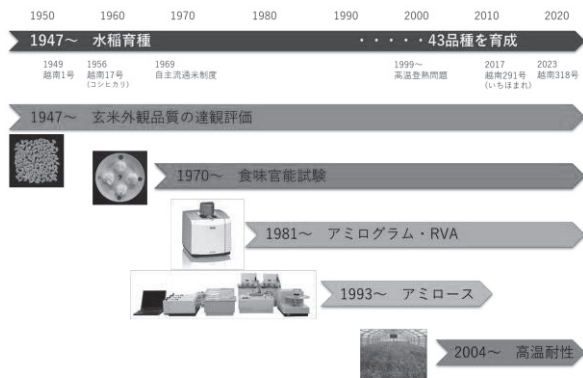
本シンポジウムでは、上記のような食味および品質に関する選抜の結果、どのような改良効果(Genetic Gain)が得られてきたかを報告する。

【材料および方法】

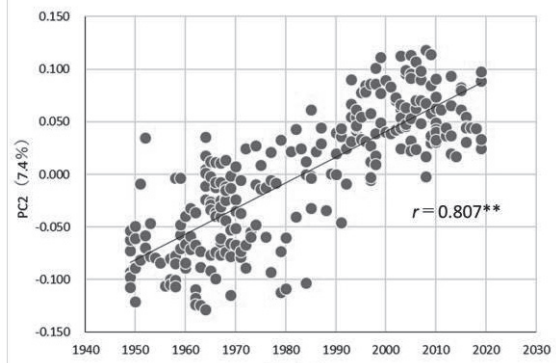
1. 越南1号(1949年育成)から越南305号(2019年育成)までの252の越南系統(糯米, 低アミロース米, 高アミロース米, 酒米, 粉質米を除く)について、全ゲノムデータを取得し、71.5万多型データによる主成分分析を行った。
2. 上記252系統を2019~2021年の3カ年、福井農試で元肥6.6kg/10aのみで系統栽培し、出穂期等の栽培特性および食味関連形質の調査を行った。各形質について、3カ年の平均値を形質値とした。また、越南系統を早生と中生以降の系統に分けて、形質値と各系統の育成年を比較し、Genetic Gainを明らかにした。

【結果および考察】

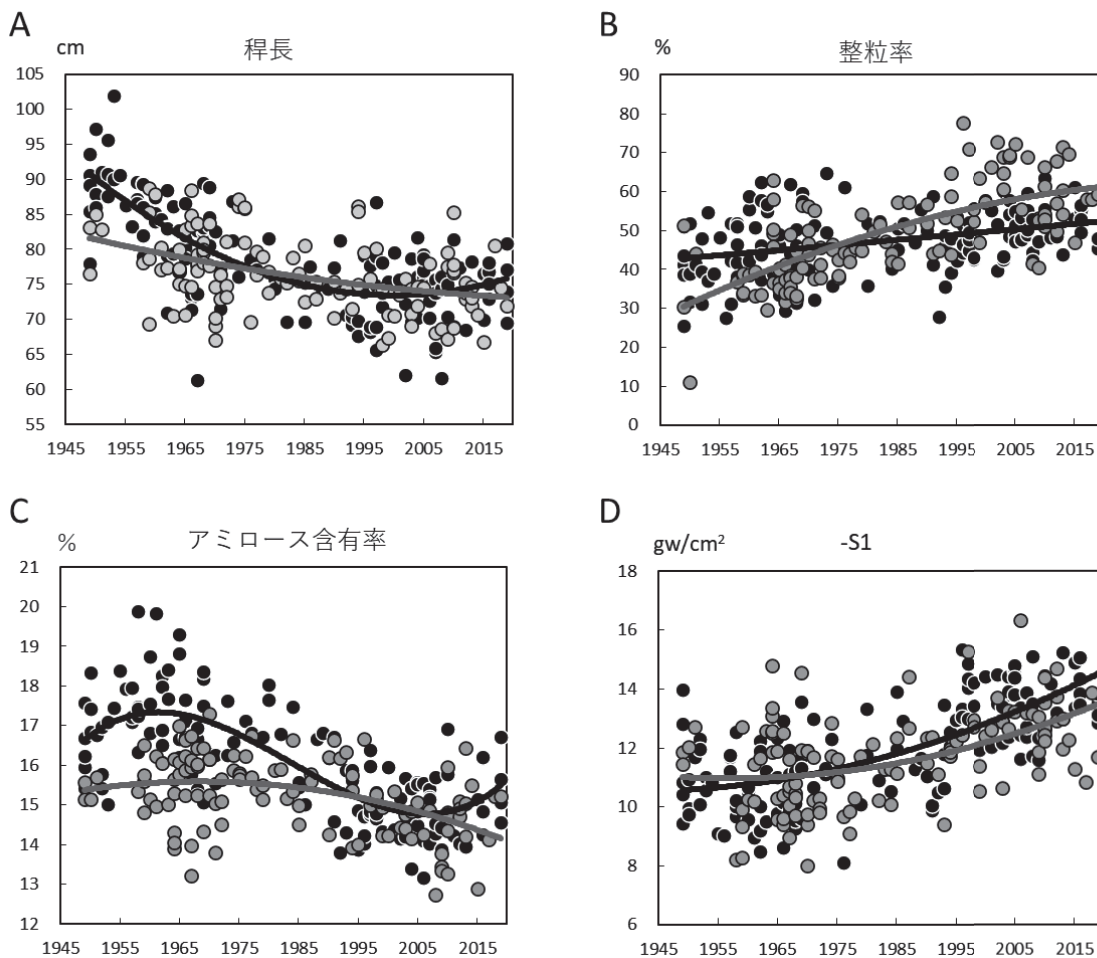
1. 全ゲノムデータを用いた主成分分析の結果、第1主成分は、いもち病真性抵抗性遺伝子 *Pita-2* の有無で大きく2つに分けられていた。第2主成分は、各系統の育成年との間に有意な正の相関が認められた(第2図, $r=0.807^{**}$)。すなわち、越南系統集団はゲノムから見えて一定の方向性をもって改良されてきたことが示唆される(KOBAYASHI *et al.* 2024)。
2. 1949~2019年の70年間における越南系統の形質変化を第3図に示した。
3. 稈長は早生では約5cm, 中晩生では約10cm低くなったが、1990年代よりそれ以上の短稈化は進んでいない(第3図A)。短稈すぎると収量性とのトレードオフがあり、福井の環境では75cm程度の稈長が適当であることが推察される。また、早生では穂長が約2cm長くなり、早生・中晩生共に穂数は減少し、全体としては穂重型化が進んでいた。
4. 整粒率は、早生では約30%, 中晩生では約5%高くなった(第3図B)。特に早生での品質改良程度が大きく、もともとは中晩生の方が品質が良かったが、1970年頃には逆転した。
5. アミロース含有率は全体に低アミロース化し、早生では約1ポイント低下した。中晩生では2000年頃に底を打った後、近年では高くなる傾向が認められた(第3図C)。これは、高温登熟ではアミロペクチン短鎖が減少して食味が低下するようになり、アミロース含有率の低さが良食味性につながらなくなったことの結果と考えられる。実際、2010年頃より、アミロース含有率は食味選抜には利用されていない(第1図)。米飯物性の表層の粘り(-S1)や全体の付着性(A6)は早生・中晩生共に一貫して大きくなり、良食味化が進んでいることが明らかとなった(第3図D)。



第1図 福井農試における食味と品質の選抜。



第2図 越南系統全ゲノムデータによる主成分分析結果。
第2主成分は育成年との相関が高かった。すなわち、越南集団は一定の方向性をもって改良されてきたことが示唆される。



第3図 1949～2019年の70年間における越南系統のGenetic Gain.

グレー丸およびグレー線：早生，黒丸および黒線：中晩生。

A：稈長 一貫して短稈化が進み，育種開始当初より早生では約5 cm，中晩生では約10 cm低くなった。B：整粒率 早生では約30%，中晩生では約5%高くなった。C：アミロース含有率 早生では約1ポイント低下し，中晩生では2000年ころに底を打った後，ここ10年では高くなる傾向が認められた。D：米飯物性 -S1（表層の粘り）は，早生では約3 gw/cm²，中晩生では約2 gw/cm²大きくなった。

KOBAYASHI A *et al.* 2024. “How have breeders adapted rice flowering to the growing region?” *Journal of Integrative Plant Biology* 66: 2736 - 2753.

穂相からみた収量，外観品質，食味が共に優れる持続的米生産

松江勇次

(九州大学)

Sustainable rice production with excellent yield, appearance quality and palatability from rice panicle structure

MATSUE Yuji

(Kyushu University)

健全な米づくりとは収量，外観品質および食味の3つの特性が同時成立していることであり，決して食味と収量は相反する形質ではない。品質と収量が不安定な今日こそ，この考えに基づいた持続的米生産に関する学術研究の発展が望まれる。

I 収量

海外の主要な米生産国では増収傾向を示しているにもかかわらず，我が国の平均収量は過去 30 年間に停滞している。要因の一つに高温登熟障害が挙げられる。登熟期間中の高温による登熟障害を回避するためには，登熟期間中の水管理が極めて重要である。この期間における水管理は飽水管理が効果的である。飽水管理をすることによって地温と穂温の上昇が制御され，根の活性維持に起因する 2 次枝梗着生粒の登熟歩合の向上（第 1 表）と玄米粒の肥厚（第 2 表）によって増収と品質向上がはかれる。近年，良食味米志向による窒素減肥が一般化しているが，特に高温登熟条件下における登熟期の稲体の低窒素条件下は，登熟歩合の低下による収量低下を招くだけでなく，外観品質，玄米粒厚の肥厚の低下も招くことから避けるべきである。

II 外観品質

米の外観品質は米の品位を表すもので，外観品質の優劣は 2 次枝梗着生粒の充実度に支配される。外観品質が不良な米は，理化学的特性および食味が劣る。外観品質の指標形質である整粒歩合は 60% 以下になると食味は劣る（第 1 図）。また，玄米粒厚は整粒歩合，食味に大きく影響を及ぼしており，粒厚が厚いほど整粒歩合，食味は優れる（第 2 図）。乳白米や心白米は，完全米に比べて炊飯にともなう糊化が早いため，炊飯にともなって米に亀裂が生じ，膨潤現象が早く，胚乳内デンプンが溶出して炊飯米がべとつきやすくなる。外観品質が不良な玄米の炊飯米は，テクスチャー特性の H/H 比が大きくなることから食感は劣る。

III 食味

高温登熟条件および食味の優れた多種の産地銘柄品種が広く普及している背景において，食味が安定して優れる持続的米生産のためには，効率的かつ的確な食味の指標形質を明らかにしておくことが大切である。極端な低タンパク米は食味の低下を招くことから，タンパク質含有率を食味の指標形質として過度に重視することは避けるべきである。多種の産地銘柄品種における食味の指標形質は，米の食味は粒食としての評価であることから，玄米水分（第 3 図）と炊飯米のテクスチャー特性（H/H 比）が適する（第 4 図）。高温登熟条件下で広域にわたって産米の食味と外観品質，粒形質および理化学的特性との関係における解析結果，高温登熟条件下における産米の食味の指標形質は，整粒歩合，玄米粒厚，玄米水分，炊飯米のテクスチャー特性（H/H 比）が適する。さらには気温上昇を前提とした高温登熟条件下および遺伝背景がコシヒカリ系の良食味品種間においても精度が高く，簡易な食味の指標形質の開発が待たれる。

今後に向けて

収量，外観品質，食味が共に優れる持続的米生産のための技術開発にとっては，穂相からみた 2 次枝梗着生粒の登熟向上に向けた理想型イネをデザインすることが肝要である。

【引用・参考文献】

金田吉弘ら 2012. 土肥誌 83(6):681-686.

近藤始彦 2018. 松江勇次編，米の外観品質・食味—最新研究と改善技術—。養賢堂. pp. 270-281.

松田智明ら 1989. 日作紀: 58(別 1) 214-215.

津野幸人 1973. イネの科学. 農文協. pp. 117-122.

松江勇次 2012. 作物生産からみた米の食味学. 養賢堂. pp. 11-127.

Y. MATSUE et al. 2021. Rice Science 28(4):409-416.

Y. MATSUE et al. 2024. Plant Production Science 27(1):38-45.

Y. MATSUE et al. 2024. SVU-International Journal of Agricultural Sciences 6 (1): 106-119.

吉永悟志・福田あかり 2007. 農及園 82: 49-54.

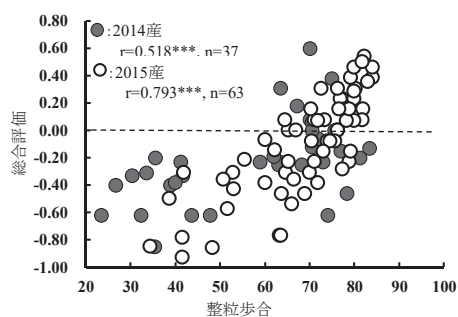
土田徹ら 2006. 日本土壌肥料学会関東支部講演要旨集. pp. 253.

第1表 1次, 2次枝梗着生位置別籾の登熟歩合.

水管理	1次枝梗	2次枝梗
飽水管理	82.4	64.8
常時湛水	66.8	50.6
<i>t-test</i>	**	**

** : 1%水準で有意性あり.

産地 : 2016年, 糸島市.



第1図 食味と整粒歩合との関係.

基準米 : 福岡県産ヒノヒカリ.

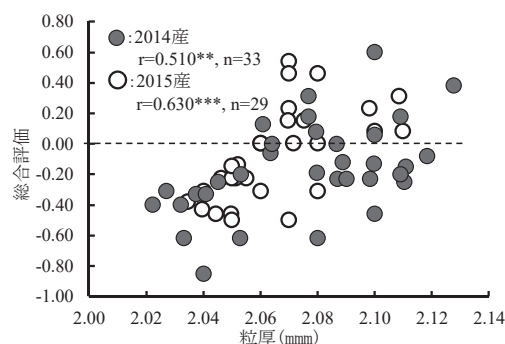
*** : 0.1%水準で有意性あり.

第2表 1次, 2次枝梗着生位置別の玄米粒厚.

水管理	1次枝梗	2次枝梗
飽水管理	2.17	2.03
常時湛水	2.09	1.98
<i>t-test</i>	**	**

** : 1%水準で有意性あり.

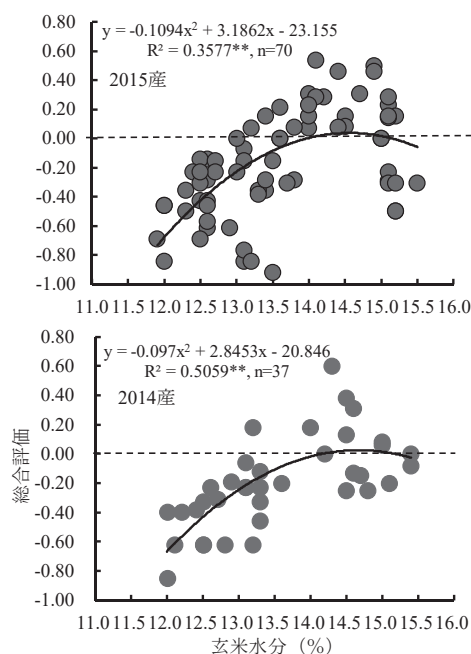
産地 : 2016年, 糸島市.



第2図 食味と玄米粒厚との関係.

基準米 : 福岡県産ヒノヒカリ.

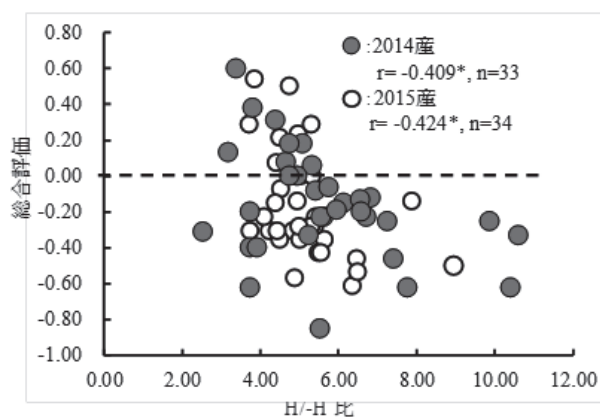
***, **: 0.1%, 1%水準で有意性あり.



第3図 食味と仕上げ玄米水分との関係.

基準米 : 福岡県産ヒノヒカリ.

** : 1%水準で有意性あり.



第4図 食味と H/H 比との関係.

基準米 : 福岡県産ヒノヒカリ.

* : 5%水準で有意性あり.

北海道における良食味米生産を目指した施肥管理技術

五十嵐 俊成

(北海道立総合研究機構中央農業試験場)

Fertilization and Cultivation Management Techniques for production of High-Quality and Palatable Rice in
Hokkaido

IGARASHI Toshinari

(Hokkaido Research Organization Central Agricultural Experiment Station)

1. はじめに

北海道は、水稻作付面積 9 万 3,300 ha、収穫量 54 万 200 トン（令和 5 年北海道農政事務所統計部）の新潟に次ぐ全国 2 位の米産地である。しかし、かつて北海道産米は品質と食味が劣り、減反政策の開始とともに大規模な転作の対象とされた。これに対して、1980 年から「優良米早期開発事業」をスタートさせ、「コシヒカリ」級の良食味品種育成を目指した。その結果、「きらら 397」をはじめ「ななつぼし」「ふっくりんこ」「ゆめぴりか」などが育成された。2010 年(平成 22 年度産)には「ななつぼし」が北海道産米として初めて日本穀物検定協会による「特 A」の評価を得た。これらの評価は品種改良によってのみ達成されたわけではなく、同時に栽培管理や品質管理にあたって、研究者・農業者・企業・行政が一体となって取り組んできた結果である。

北海道における良食味米生産の課題として、夏季が低温となった場合に障害型不稔の発生による減収やタンパク質含有率の上昇、生育遅延に伴う登熟温度不足による整粒歩合の低下やアミロース含有率の上昇が懸念されてきた。また、泥炭土が広く分布することから、生育後半の地力窒素吸収が旺盛になることで、タンパク質含有率が高まる傾向もあった。土壌型、窒素肥沃度、圃場の排水性などにより同一地域内でも産米品質の圃場間差異も大きいことが挙げられる。

これに対して、実需者からは品質の通年的な安定化が求められており、業務用米の実需者が求める品質基準はタンパク含有率 6.8～7.4%、アミロース含有率 18.6～19.9%、白米白度 39.5～42.3、整粒歩合 93.9～100%と高水準であった（五十嵐，2004）。

北海道では、「売れる米づくり」を行うため、生産者は栽培地帯にあった適正な品種を栽培し基本技術の励行に努め、農協・流通業者は広域集荷施設の有効活用とタンパク質含有率仕分けの徹底、出荷時の品質管理、流通・貯蔵改善による品質劣化防止対策に努めている。

2. 北海道米の品質変動要因の解析に基づく施肥ガイドの策定

北海道米はタンパク質含有率とアミロース含有率が府県米に対して高く、良食味米の生産にはタンパク質含有率とアミロース含有率を低位安定化させることを目標とした。

稲津（1988）は土壌型と米の食味の関係を、地域や気象が統一された条件下で比較する必要があると考え、同一圃場内にさまざまな土壌を持ち込んだ枠試験圃場を設置し、食味特性は良い方から火山灰土>洪積、沖積埴土≧沖積壤土>泥炭土の順であることを明らかにした。五十嵐（2005）は、北海道産米全体の食味変動に関与するさまざまな要因（土壌、苗種類、品種、稲わら処理、排水良否、施肥法）の影響度を比較した結果、全ての要因の中で最も影響が大きい要因は土壌であることを示し、特に泥炭土は他の土壌型に比較して最もタンパク質含有率が高いことを明らかにした。稲津ら（1986）は、さまざまな栽培環境によるタンパク質含有率の変動を統一的に説明する指標として、吸収窒素の玄米生産効率（粗玄米収量/成熟期窒素吸収量）を用いた。すなわち、数多くの現地圃場調査からタンパク質含有率と窒素玄米生産効率には密接な関係があり、窒素玄米生産効率が高い圃場ではタンパク質含有率が低いことを明らかにした。

北海道米の食味水準の平準化を図るため食味変動要因の解析が行われた。北海道の水稻の作付面積は新潟に次ぐ規模で 10 万 ha を誇るが、全道のタンパク質含有率とアミロース含有率の分布

状況を把握するため、北海道米食味分析センターが発足し全道 1 kmメッシュ単位で 30 年間にわたりタンパク質含有率とアミロース含有率の分布を調査した。また、良食味米の安定生産を図るため全道の土壌の化学性を調べるとともに、栽培地帯と土壌の種類ごとに標準施肥量を策定し、その成果は北海道施肥ガイドに反映されている。

3.北海道の水田土壌の特徴と排水改良

北海道内における水田土壌の種類としては、灰色低地土が最も広く分布し、次いでグライ低地土、泥炭土、褐色低地土の順であり、これら 4 種類の低地土で約 8 割を占めている（道立中央農試、2008）。したがって、北海道の水田土壌はその多くが排水不良を呈している。理化学性について、後藤（2003a）は 1578 筆の調査結果から北海道の水田土壌の問題点として①低 pH、②ケイ酸供給力の不足、③酸化容量である遊離酸化鉄の不足を指摘して、その改善が重要としている。心土の密度や地下水位が高いなどの排水不良の対策として、北川（2005, 2012）は北海道内 253 カ所の暗渠排水について調査を行った結果、暗渠排水の機能低下要因として①疎水材の不足、②埋戻し部の透水性低下、③耕盤層形成などを挙げている。暗渠管の閉塞やズレは比較的少なく、排水機能の回復には施工方法の見直しとともに、溝切りや心土破碎など管理による対策が重要と考えられた。疎水材についても近年は、腐朽しにくい木材チップや砂利、火山礫といった無機質資材が多く使用されている。水田における木材チップなどの有機質資材を疎水材として用いた整備は、炭素貯留にも効果的と考えられる（塚本ら、2014）。

4.土壌窒素肥沃度と施肥管理技術

「北海道施肥ガイド 2020」では、水田作地帯を過去 10 年の収量水準から 20 区分に細分し、土壌の特徴からも 5 つに区分し、この組み合わせにより、対象圃場の基準収量および施肥標準量を詳細に算出している。全層施肥の場合、施肥標準量は低地土：7～9.5 kg/10a、台地土：6.5～8.5 kg/10a、泥炭土：5.5～7.5 kg/10a 程度であり、それに土壌診断値（可給態窒素量：40℃、1 週間湛水培養法）と有機物施用の有無、乾土効果を勘案して施肥量を決定する（上川農試、1998；北海道農政部・道立農試、1998）。初期生育を促進し施肥利用率の高い手法として、苗の横 3 cm、深さ 3～5 cm にスジ状に施肥する側条施肥法が普及している。側条施肥は、窒素利用効率が全層施肥より高いが、その窒素吸収は止葉期以前に集中しており、白米への分配率が低いことから、低タンパク質米生産にも有効であった（後藤ら、2006b；後藤、2007）。生産現場へは全層施肥に組み合わせて施用し、その際は総窒素施肥量では 0.5 kg/10a を減肥するよう指導されている。

幼穂形成期 1 週間後の追肥は、穂数と一穂粒数を増加させる作用があり、気象条件の変動にも対応できるようにするため基肥量を削減して、2 kg/10a 程度追肥することが推奨されている。幼穂形成期～幼穂形成期後 1 週間後の窒素追肥は白米への移行が少なく、白米タンパク質含有率に与える影響は小さかった（後藤ら、2006a；後藤、2007）。反対に、止葉期以降の追肥は、白米への移行が多く、白米タンパク質含有率を高めることから、行うべきではないと判断された。

宮森ら（1992）は、耕盤層より下層からの窒素吸収が幼穂形成期から始まり、登熟期間に旺盛となることを指摘し、白米タンパク質含有率を高める要因に下層土の窒素供給力を挙げている。笛木ら（2002）は、泥炭土の下層土の窒素供給力の低下に伴って、成熟期の窒素吸収量が大きく減少するとともに穂の窒素含有率も同様に低下すること、泥炭層の全窒素含量が約 20 年で半減することを報告している。

5.ケイ酸の施用効果

水稲はケイ酸を多量に吸収・蓄積するケイ酸植物であることから、ケイ酸栄養を改善することにより、光合成量の増加、受光態勢の改善、根活性の向上や葉面蒸散の抑制、耐病害虫性の向上などの効果があるとされる（稲津ら、2012）。水野ら（2016）は籾殻中のケイ酸量が籾殻の大きさ

や千粒重に関係し、ケイ酸含有率の低い粳穀は登熟が悪く、発育停止粳になり易いばかりでなく、花粉稔性の低下から不稔粳発生の危険に晒されていると報告している。産米品質については、水稲のケイ酸吸収の促進が玄米生産効率を向上し、タンパク質含有率を低下することが明らかにされ、タンパク質含有率 8% 以下を目標とした土壌の可給態ケイ酸指標が作成されている(宮森, 1996)。この指標では、「不足域: 10mg kg^{-1} 未満」, 「やや不足域: $10\sim 16\text{mg kg}^{-1}$ 」, それ以上の「適正域」に区分されている。道内水田土壌の 9 割以上はやや不足域以下であり, 不足域も半数程度であった(後藤ら, 2003a)。

6.ブランド米「ゆめぴりか」の品質管理基準

「ゆめぴりか」は、日本穀物検定協会「米の食味ランキング」で最高位である特 A を毎年獲得するなど、北海道を代表するブランド品種となった。飯野ら(2013)はアミロース含有率およびタンパク質含有率が様々な組み合わせの「ゆめぴりか」について食味官能評価を実施し、アミロース含有率 15.0~16.9%区分とタンパク質含有率 5.9~6.9%区分の組み合わせの総合評価が最も高い一方、高アミロース含有率区分(19.0~20.3%)と高タンパク質含有率区分(8.0~9.0%)の組み合わせでは総合評価が最も低いことを明らかにした。長田ら(2013)は、アミロース含有率 19%未満かつタンパク質含有率 7.5%未満の領域、および、アミロース含有率 19%以上かつタンパク質含有率 6.8%以下の領域にある「ゆめぴりか」の食味官能総合評価は、魚沼産「コシヒカリ」と同等以上であるとしている。「ゆめぴりか」の出荷基準はこれらの結果に基づいて定められている。また、「ゆめぴりか」の品質・食味管理目標を検証し、これを満たす栽培指針を策定した。アミロース含有率 19%未満となる予測指標として出穂期後 20 日間日平均気温積算値 430°C 以上が有効である。「ゆめぴりか」のタンパク質含有率 7.5%未満とするためには玄米生産効率 55~60 以上が必要であり、成熟期窒素吸収量 1 kg a^{-1} のとき、粗玄米重は $55\sim 60\text{ kg a}^{-1}$ と算出された。

「ゆめぴりか」のタンパク質含有率は土壌型と窒素施肥量が強く影響し、窒素多肥条件では成熟期窒素吸収量が増加し、窒素玄米生産効率が低下し、タンパク質含有率は高まる事例が認められた。このことから窒素施肥量は地域の施肥標準量を遵守する必要がある。

【引用・参考文献】

- 五十嵐俊成 2004. 業務用米の実需者ニーズと産地対応-北海道産米を中心に-. フードシステム研究, 11, 16-27.
- 稲津脩 1988. 北海道産米の食味向上による品質改善に関する研究. 北海道立農業試験場報告, 66, 1-89.
- 五十嵐俊成・安積大治・竹田一美・島田悟 2005. 北海道産米のタンパク質含有率に及ぼす栽培条件の影響. 北農, 72(1), 16-25.
- 稲津脩, 宮森康雄, 柳原哲司, 関口久雄(1986): 土壌類型別調査よりみた食味特性支配要因の解析、日土肥誌要旨集
- 北海道立中央農業試験場 2008. 北海道土壌区一覧(改訂版). 道立農試資料, 37, p.1-175.
- 後藤英次・三浦周・野村美智子・稲津脩 2003a. 北海道の水田土壌における化学性の現状とその問題点. 土肥誌, 74, 475-483.
- 北川巖 2005. 積雪寒冷地における排水改良の現状と今後の展開. 土壌の物理性, 100, 42-53.
- 北川巖 2012. 農地の排水機能を強化する低コスト土層・排水改良技術. 農林水産技術研ジャーナル, 35(9), 17-21.
- 塚本康貴・北川巖 2014. 水田への疎水材暗渠の整備による温室効果ガス排出抑制の効果. 水土の知, 82(8), 7-10.
- 北海道農政部・北海道立農業試験場 1998. 低蛋白米生産をめざした水田土壌診断の手引き. 札幌, p.1-25, 北海道農政部, 札幌.

- 後藤英次・野村美智子・稲津脩 2006b. 寒地水稲における施肥法別の窒素利用率と各器官への分配率が白米タンパク質含有率に及ぼす影響. 日作紀, 75, 451-458.
- 後藤英次・野村美智子・稲津脩 2006a. 寒地水稲に対する時期別追肥窒素の利用率と各器官への分配. 日作紀, 75, 443-450.
- 後藤英次 2007. 北海道における高品質米生産に関する土壌化学性と合理的施肥法の研究. 北海道立農業試験場報告, 116, 1-88.
- 宮森康雄・柳原哲司・藤倉潤治・谷口健雄 1992. 下層からの窒素供給と産米品質について. 土肥要旨集, 38, 244.
- 笛木伸彦・今野一男 2002. 泥炭土およびグライ土における下層土の窒素供給力の経年的低下が水稲の窒素吸収量・白米蛋白含量に与える影響. 土肥誌, 73, 17-25.
- 稲津脩・水野直治 2012. 北海道稲に対するケイ酸の役割と重要性ーその概観. 北農, 79(3), 8-24.
- 水野直治・稲津脩 2016. イネの登熟と籾殻中ケイ酸の不思議な関係. 農業および園芸, 91, 883-896.
- 宮森康雄 1996. 低タンパク米生産におけるケイ酸の役割とその診断指標. 土肥誌, 67, 696-700.
- 後藤英次・三浦周・野村美智子・稲津脩 2003a. 北海道の水田土壌における化学性の現状とその問題点. 土肥誌, 74, 475-483.
- 飯野遥香・川村周三・吉田慎一 2013. 美味しさはバランス感覚, 米のタンパク質含有率とアミロース含有率のバランスが食味評価に与える影響. 食品と容器, 54, 704-709.
- 長田亨・五十嵐俊成・吉田慎一 2013. ブランド米生産に向けた「ゆめぴりか」の栽培指針. 北農, 80(3), 2-9.

食用米と酒米のコメ品質に及ぼす気象と栽培環境の影響

近藤始彦¹⁾・赤木浩介²⁾

(¹⁾名古屋大学大学院生命農学研究科, ²⁾高知県農業技術センター)

Effects of climatic and growing conditions on rice quality of edible rice and sake rice

KONDO Motohiko¹⁾, AKAGI Kosuke²⁾

(¹⁾Graduate School of Bioagricultural Science, Nagoya University; ²⁾Kochi Prefectural Agricultural Research Center)

IPCC の第6次評価報告書によると人為的要因による地球温暖化の可能性は非常に高いと考えられており、今後もさらなる高温化による品質や収量の低下が懸念され、対策の確立が急がれる。本研究では食用米の外観品質と酒米の酒造適性品質への気象要因の影響とその生理メカニズムについて研究の現状と課題を紹介する。

1. 食用米の外観品質に及ぼす気象の影響

1990年代後半以降全国の広い地域で白未熟粒や胴割れ粒の発生がみられているが、これは夏季の気温が上昇したことに主に起因すると考えられる。外観品質への影響が大きい時期は出穂後20日間程度でありこの時期の平均気温が26~27℃以上の高温になると品質が低下する傾向がみられている。一方で必ずしも気温と一致しない場合もあり気温以外の気象や栽培環境も品質に影響することを示唆する。連絡試験によって行った広域調査の結果では、高温の影響は白未熟粒のタイプによりやや異なる傾向が認められた。背白粒は27℃程度以上で急激に増加し温度の影響が比較的明瞭であった。一方、乳白粒は気温が高まると発生が増加する傾向がみられるが、同一温度域でのバラツキが大きい。これは高温に加えて日射不足も乳白粒の大きな発生要因になっているためと考えられた。また乾燥風による乳白の発生も報告されている。特に西日本では台風などに伴う日射量の不安定さが品質低下を助長している可能性が高い。

乳白粒における高温と日射の発生要因の差異は玄米の断面形態に現れると想定される。乳白粒には横断面上で白濁がリング状のもの（リング型）と中心部から白濁するもの（中心型）の2タイプが見られるが、低日射条件下ではリング型の乳白粒が増加し、一方高日射・高温条件下では中心型が増加する傾向にあった。リング型乳白粒における白濁部は、登熟過程において最も粒重増加が速い時期にデンプンが蓄積する部位に当たることからこの時期にソースとシンクのバランスが崩れ一時的に基質供給が不足することで白濁が生じると推定され、弱勢穎果でリング型乳白粒が多発することとも合致する。一方、中心型は登熟初期からデンプン蓄積に異常がある場合に発生することが推察される。

栄養面では低窒素条件が特に背白粒、基白粒の発生を増大させることが明らかにされている。コシヒカリを対象とした連絡試験の結果では玄米窒素含有率（タンパク質換算）が6.0%を下回る低窒素条件下で基白粒発生率が高まっていた（第1図）。同時に粒幅が低窒素では高温になるほど小さくなる傾向にあり横方向の生長に抑制があると考えられる。胴割れ粒についても登熟初期の高温の影響が大きいことや低窒素条件により発生が助長されることが認められている。このため適正な窒素施肥は品質維持に重要な要因となる。同時に、29℃以上では窒素の効果は小さくなることから限界もある。高温の程度や時期の違いは白濁部位の違いに現れると考えられる。高温に曝される時期と白濁が生じる時期は必ずしも一致しない。これは高温が引き金となってその後のデンプン合成にも影響することによって推定される。

2. 白未熟粒の発生の生理メカニズム

白未熟粒の発生生理メカニズムとしては、デンプンを蓄積するシンク機能の低下と基質供給の不足（ソース不足）が複雑に作用して生じることが解明されつつある。穂部は茎葉部に比較して温度の影響が大きいこと、高温条件下では粒重や品質が低下する一方で茎葉部の非構造的炭水化物（NSC:Non Structural Carbohydrate）や穎果のスクロース量はむしろ増加していることから、穎果のシンク機能が高温への感受性が高いことが示唆される。穂部は気孔からの蒸散が小さいため茎葉部に比べて高温にな

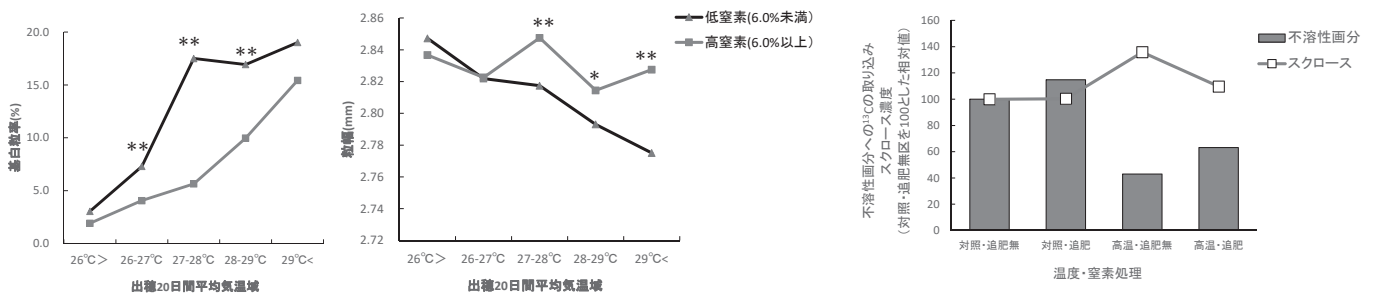
りやすいことも圃場での感受性を高めていると考えられる。

イネ穎果における網羅的遺伝子発現解析の結果では、高温によってデンプン粒結合型デンプン合成酵素遺伝子、デンプン分枝酵素遺伝子、細胞質型ピルビン酸リン酸ジキナーゼ等のデンプン合成関連遺伝子が抑制され、一方でデンプン分解に関与する α -アミラーゼの発現が誘導されることからデンプンの合成は抑制され分解は促進されると推定される。メタボローム解析ではスクロースのヘキソースへの分解の低下や GABA shunt の増進など複数の変化がみられている。また酸化ストレスの関与も示唆されている。通導組織の老化や糖トランスポーターの活性低下などによる茎葉部からの基質供給能が不足することも特に乳白粒発生には関与すると考えられる。乾燥風による乳白粒の発生には水分ストレスに対する浸透圧調節が関与することも示唆されている。このように代謝メカニズムの知見は集積しつつあるが未だ断片的であり、今後統合的な理解が品種・栽培対策につながると期待される。

低窒素が白未熟粒や胴割れ粒を促進する要因としては光合成の低下によるソースの抑制が想定される。加えて $^{13}\text{CO}_2$ 供与実験では、高温下では同化された炭素の胚乳・背部におけるデンプンを主とするエタノール不溶性画分への取り込みが低下する一方でスクロース量はむしろ増加したが、特に低窒素下でこの傾向が顕著であったことより（第2図）、穎果中の窒素がデンプン合成能の維持にも直接影響する側面があると推察される。穎果の窒素は食味に大きく影響することから今後品質と食味の両立のための改善点の整理が必要である。

3. 高知県における酒米の気象による影響の現状と対策

高知県において、酒造好適米として作付けの大部分を占める県育成酒米品種「吟の夢」は広い地域で作付けされているが、酒造メーカーから玄米品質や酒造適性（蒸米消化性）の産地間差が大きいことが指摘され、また、1等米比率が低いことが問題点となっている。このため、その変動の要因の解明と品質安定化のための対策が求められている。高知県の11地域で生産された「吟の夢」の玄米品質について地域間、年次間差の実態やその発生要因を検討した結果、地域間で千粒重、整粒割合、心白発現率、検査等級、アルカリ崩壊性において有意な差が認められ、整粒割合、心白発現率、検査等級、アルカリ崩壊性で変動係数が比較的大きかった。年次間では、千粒重、整粒割合、蛋白質含有率、アルカリ崩壊性において有意な差が認められ、整粒割合、アルカリ崩壊性で変動係数が大きかった。千粒重は地域間差、年次間差が同程度、整粒割合、アルカリ崩壊性は年次間差より地域間差が大きいと判断された。整粒割合、心白発現率、検査等級、アルカリ崩壊性の地域間差には、標高や成熟期を介して登熟期間の平均気温や日射量が影響していることが推察された。これらの解析より酒造適性や1等米比率向上に向けて適正な登熟期間の日平均気温は 24°C 以下であることが示唆された。今後、各生産地域における適正な登熟期間の気象条件となる栽培法を提示する必要がある。本講演では気温やその他の気象要因の影響メカニズムや地域による適作期策定の可能性など品質の高位平準化への方策を考察する。



第1図 基白粒(a)および粒幅(b)への気温（出穂後20日間）と玄米タンパク質含量の影響（近藤・岩澤2018より改変）。

第2図 $^{13}\text{CO}_2$ を供与したイネ穎果における不溶性およびスクロースへの取り込みへの高温と窒素施肥の影響（近藤・岩澤2018より改変）。

引用文献

- 近藤始彦・岩澤紀生（2018）近年の高温によるコメの外観品質の低下と栽培管理 土肥誌 89 巻 6 号,497-502.
赤木浩介・近藤始彦（2024）高知県酒造好適米品種「吟の夢」における玄米品質の地域間、年次間差およびその発生要因 日作紀 印刷中。

水稻米粒における蓄積貯蔵物質・炊飯米の微細構造と品質・食味

新田洋司

(福島大学食農学類)

Ultra-Fine Structure of Reserve Substances and Cooked Grain
and their Relation to Quality and Palatability in Rice.

NITTA Youji

(Faculty of Food and Agricultural Sciences, Fukushima University)

水稻粳米では、アミロース含有率およびタンパク質含有率が適度な範囲内で多くない方が食味が良好であると認識されている。一方、炊飯米の微細構造が実際に食する際の食感に影響をおよぼすことが知られている。本報では、米粒における貯蔵物質の蓄積の様相、炊飯米の微細構造、品質・食味の連関について、著者らの研究成果を中心に報告する。

1. 正確な微細構造の可視化技術と走査電子顕微鏡観察

試料を走査電子顕微鏡で高解像度で観察するためには、完全に乾燥させる必要がある。しかし、一般的な手法では、乾燥過程の途中で構造が変化してしまい、正確な構造を観察できない。その場合、観察対象はアーティファクト(人工産物)の構造であるが、観察者はそれに気がつかない場合が多い。

著者らは試料をスラッシュ窒素を使って急速に凍結し、高真空・低温で試料の状態にあわせて乾燥させる凍結乾燥法を開発した(第1図)。これにより、米粒ばかりではなく作物の組織・細胞をほぼ正確に安定的に観察することができる。

2. 良食味米の炊飯米の微細構造

良食味の炊飯米では糊化が進み、表面では白っぽくざらざらした形状に観察される明部と、黒っぽくのっぺりとした形状に観察される暗部とが認められる(第2図)。また、明部では網目状構造や進展した糸状構造が、内部では多孔質構造が認められる(第3図)。これらの構造は、食した際になめらかさや粘り、弾力をもたらす要因である。

一方、低食味米では糊化が進まず、表面では溶岩の表面のような構造が、内部では内部に糊化が進まないデンプン粒を含む細胞壁や、アミロプラスト包膜などが認められる。これらの構造は、食した際に硬さや歯ごたえをもたらす要因である。

3. 栽培・生産地が異なる同一品種における食味関連形質および貯蔵物質の微細構造

日本穀物検定協会による「米の食味ランキング」で、2021年までの5年連続「特A」、同「A」であった品種「コシヒカリ」の2022年産米を対象に調査した。

米粒食味計で食味関連形質を計測した結果、「特A」品目は「A」品目に比べて、全体的に、タンパク質含有率およびアミロース含有率は低く、食味値(参考)は高くおよび粒厚は厚かった。

走査電子顕微鏡で白米の微細構造を観察した結果、タンパク質含有率およびアミロース含有率がともに高い品目では、白米中のアミロプラストが大きく形状が揃っていたが、低い品目では形状や大きさが不揃いであった(第4図)。

4. 夏季の異常高温で多発する米粒の白濁とその微細構造

近年、夏季(登熟期)の異常高温で白濁を有する米粒が多発し、品質・食味を低下させる要因となっている。このような白濁を有する米粒は、一般にまた学術的にも白未熟粒とも呼ばれるが、未熟ではなく成熟しているため適切な用語ではない。白濁部分では、デンプン粒やアミロプラスト表面の孔の形成、デンプン粒やアミロプラストの大きさや形の不揃いや分解などで組織内に空隙が形成され、光が乱反射することによって白濁として認められる。白濁の形成要因については、同化産物の転流・転送系の不調や子房・胚乳内への流入量の過小、デンプン合成酵素の不活性や分解酵素の活性化などの要因がわかってきた。

5. 品質・食味向上のために検討すべき課題

米粒の白濁を抑える栽培制御や品種育成が必要であることは言うまでもない。加えて、玄米の粒厚や粒重が大きい場合には品質や食味が良好であることが知られている。これを利用して一部の地域では「ブランド米」戦略が展開されているが、栽培制御方法の開発・拡大にも注力したい。

1. 試料の切り出し・細切り・固定

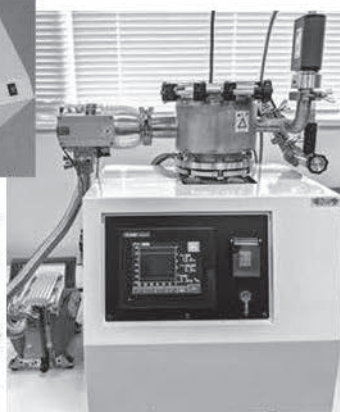
・スラッシュ窒素（ -210°C ）で急速凍結。

2. 真空凍結乾燥

・ 10^{-4}Pa , -65°C 。
・試料に応じて真空度・温度・時間をプログラミング。
・特殊真空凍結乾燥装置の利用。

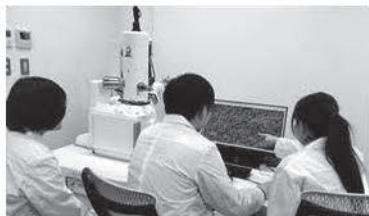


【上】スラッシュ窒素（ -210°C ）作成装置（日本電子社SNP）
【右】特殊真空乾燥装置（日本テクノサービス社SFD-HV-3）



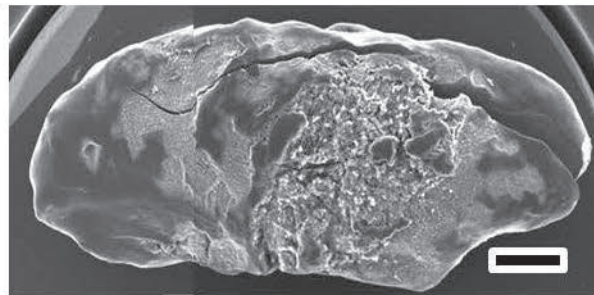
3. 金属蒸着

4. 観察

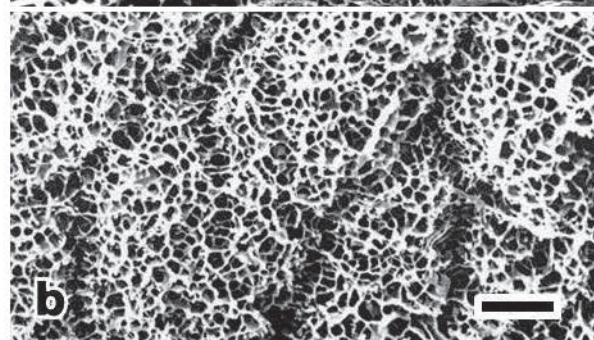
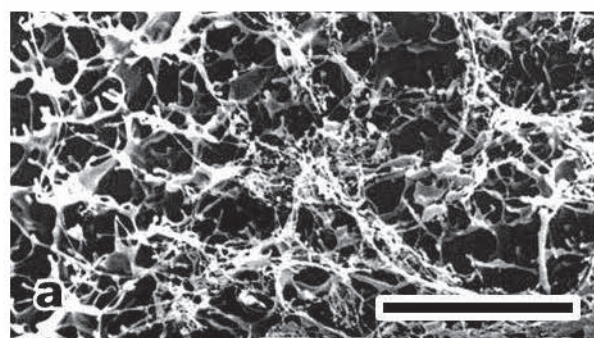


【左】金属蒸着装置（日本電子社JEC-3000FC）
【右】走査電子顕微鏡（日本電子社JSM-IT500HR）

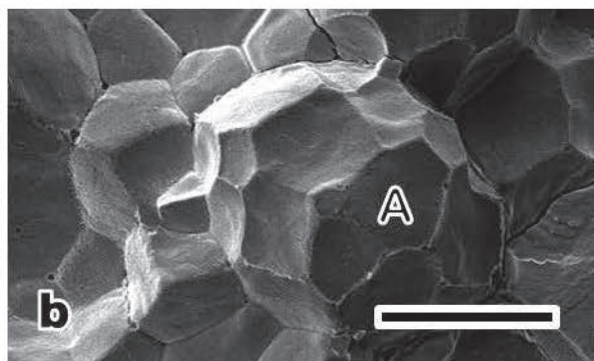
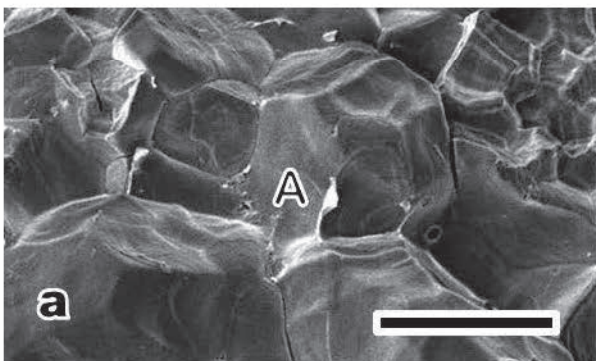
第1図 試料作成と観察方法（概要）



第2図 良食味炊飯米の表面の走査電子顕微鏡写真（コシヒカリ）。
全体的に糊化が進んでいる。明部（白っぽい部分）と暗部（黒っぽい部分）とが認められる。
Bar: 1mm.



第3図 良食味炊飯米の表面の明部（a）と内部（b）の走査電子顕微鏡写真（コシヒカリ）。
明部では網目状構造，進展した糸状構造が，内部では多孔質構造が認められる。Bar: 10 μm .



第4図 コシヒカリにおけるタンパク質およびアミロース含有率が高い（a）ならびに低い（b）品目における白米内部の走査電子顕微鏡写真。

いずれもアミロプラストおよびデンプン粒は隙間なく緻密に蓄積しているが，aはアミロプラストの形状や大きさが揃い，bは大きく形状が揃っていない。A：アミロプラスト，Bar: 10 μm .

食味の理化学評価における現状と課題

大坪研一

(新潟薬科大学応用生命科学部)

Current Status and Tasks of the Physicochemical Evaluation of Rice Palatability

OHTSUBO Ken'ichi

(Niigata University of Pharmacy and Applied Lifesciences)

1. 米の食味の理化学的測定

理化学的測定では、米の成分や米飯の物理的特性等、官能検査結果と相関の高い特性を客観的に測定することによって食味を推定する。測定項目がおおむね単一であり、あくまで各種の測定値に基づく食味推定であり、官能検査のような多様性や精度は期待できない。一方、試料量が少なく済み、測定者が少人数で済むため、育種の初期段階や、流通利用段階での多種少量試料の評価に適している。さらに、理化学測定値は条件さえ揃えれば、地域差がなく、国内はもとより、外国でも、日本でも共通の値が得られ、年次を超えた比較が可能であるという普遍性が利点として挙げられる。

2. 食味関連成分の測定

米の主成分は澱粉であり、アミロース含量が高い程、米飯が硬く、粘りが少なくなる。最近では、アミロースのみならず、アミロペクチン鎖長分布も食味に影響するとされており、五十嵐らは、分光測定による新しい澱粉構造解析と米食味評価技術を開発した。中村らは、ヨード呈色における最大吸収波長 (λ_{\max}) および λ_{\max} における吸光度 ($A_{\lambda_{\max}}$) が試料米によって異なることに注目し、これらを変数とする新しいアミロース含量推定式を開発した。また、ヨード呈色を多波長走査測定することで、アミロペクチン中長鎖の割合や難消化性澱粉の簡易迅速な推定を可能にし、澱粉ではなく精米試料でも推定が可能な改良法を開発した。わが国では、蛋白質含量が高い米ほど、食味は低下するとされている。蛋白質の総量のみでなく、蛋白質の分子組成も重要であり、プロラミンが主体のタンパク顆粒 I の多い米ほど食味が劣るという仮説が提唱されている。その他の成分として、水分、脂質、ミネラル含量、少糖類、単糖やアミノ酸なども食味と関係があるとの報告がある。

3. 精米粉末の糊化特性

アミログラフやラピッドビスコアナライザー (RVA) によって、米粉や米澱粉の糊化特性試験が行われ、わが国では、最高粘度が高く、ブレイクダウンが大きく、最終粘度の低い米の食味が好まれる。RVA は、米国穀物化学会でも公定法に採用され、食総研など 7 研究機関の共同研究によって近縁の日本型米の品質評価のための測定方法も開発された。中村らは、最近開発された高圧型 RVA と従来型 RVA との比較を行い、前者を用いる米の新規老化性推定式を開発した。

4. 米飯物性

わが国では、粘りが強く、軟らかい飯が好まれる傾向にある。岡留らは、テンシプレッサーによる米飯物性測定における低圧縮試験、高圧縮試験、連続圧縮試験により、品種・栽培による米飯物性の相違を検出できることを報告した。また、米飯粒試料の動的弾性率等を求める新しい物性測定装置が開発され、損失正接 ($\tan \delta$) が米飯物性 (粘り) の良い指標となることが報告されている。最近では、テクスチャーアナライザーやレオメーターなどもよく用いられるようになってきている。

5. 物理化学的測定結果の総合解析

竹生らは、全国産米の理化学測定値 (精米タンパク質、炊飯液ヨード呈色、糊化特性値) の重回帰分析により、高精度の食味推定式を作成した。一方で、それぞれの米の理化学的特徴に基づいた用途適性の推定や類縁関係の分類等を行う場合にはクラスター分析が有用である。

6. 近赤外分光分析と食味評価装置

近年、近赤外分光分析法の原理に基づく「食味計」が登場し、その使用例が増加している。(株)サタケの三上らは、炊飯米を可視光および近赤外光で評価する炊飯食味計を開発し、食味総合評価と外観、米飯物性の推定を可能にしている。最近、川村らは、各種の道産米を対象に、長期に渡るアミロース含量の測定を行い、近赤外分光分析法と PLS 解析による高精度のアミロース含量推定式を開発した。

7. その他の物理化学的測定

細胞壁や澱粉分解酵素活性の影響、収穫乾燥の食味への影響等の研究報告がある。最近、米飯の味やにおいも重要な品質要素と考えられており、電気的手法によって客観的に測定する「味覚認識装置」が都甲らによって開発された。また、ヘッドスペース法や SPME 法で捕集したにおい成分を、半導体センサー等で検出して解析する「においセンサー」も開発されている。

8. 世界の広範な米への理化学測定の適用例

当研究室では、平成 30 年産の国産の業務用米 4 点および世界の広範な特性の米 8 点を主対象とし、国産ブランド米 27 点と比較しながら各種の理化学測定を行い、グループごとの特徴を比較検討した。その結果、アミロース含量やたんぱく質含量の点では、業務用米はブランド米とほぼ同等の含量であり、広範囲米はブランド米に対して高い含量を示した。糊化特性のブレイクダウンや米飯物性の粘りでは、広範囲米は低い値を示した。世界の広範囲な特性の米は、カルロースのように、日本産ジャポニカ米に近いものや、カルナローリのように、インディカ米に近い特性を示すものまで多様であった。

9. 高温障害と品質・食味の関係

近年の地球温暖化により、全国で乳白粒などの高温障害米が増加し、検査等級に加えて食味や加工適性の低下が問題になっている。当研究室では、高温障害米は、アミロース含量が低く、米飯の硬さと粘りが低下し、炊飯後の老化が進みやすいことを報告し、RVA による糊化特性試験によって老化性を推定できることを明らかにした。さらに、 α -アミラーゼ活性が上昇することに加えて、プロテアーゼ活性やキシラナーゼ活性も上昇することを見出し、弱酸性硬水で炊飯することによって酵素活性を抑制して物性を向上させ、カルシウム摂取量を増加できることを報告した。西本らは3年間の継続試験により、高温登熟米の食味が低下することを報告している。

10. 玄米の食味評価

最近、玄米の健康機能性が注目されているが、その食味評価については研究報告が少なかった。日本精米工業会と(株)サタケは、玄米の食味評価方法について検討し、炊飯方法及び官能検査方法について報告した。今後は機器による理化学評価方法の開発も期待される。

11. 食味の理化学評価の今後の課題

今後の課題として、(1)新しい食味要因の解明と、食味評価技術の改良・開発、(2)簡易、迅速、少量、高精度の評価技術、(3)寿司用、業務用など多様なニーズへの対応、(4)収量性、耐病性などの農業特性と良食味性との両立、(5)高温登熟条件下での食味評価に対する指標形質(理化学的特性)の解明(6)高度な分析装置、統計解析手法の活用などが必要と考えられる。

【引用・参考文献】

- 大坪研一 1996. 美味しい米. 農林水産技術情報協会, 第2巻 米の美味しさの科学: 1~28.
 五十嵐俊成 2006. 農業技術 61(9): 22-27.
 NAKAMURA S et al. 2015. Biosci Biotechnol Biochem 79 (3): 443-55.
 NAKAMURA S et al. 2020. Biosci Biotechnol Biochem 84 (11): 2347-2359.
 豊島英親ら 1997. 食科工 44: 579~584.
 NAKAMURA S et al. 2021. Foods 10 (5): 987.
 岡留博司ら 1996. 食科工 43: 1004~1011.
 竹生新治郎ら 1985. 澱粉科学 32: 51-60.
 三上隆司 2000. 食科工 47(10): 787-792.
 川村周三 2021. 精米工業 No311: 10-18.
 TOKOH K 2000. Biomimetic Sensor Technology, Cambridge University Press.
 大坪研一・中村澄子 2020. 米の食味の生物学的, 物理的, 化学的評価方法の探索. 伊東正一・松江勇次編著, 世界におけるジャポニカ米の流通, 食味及び展望. 養賢堂, 東京. 77-96.
 松江勇次 2018. 高温登熟条件下における増収, 品質向上対策. 松江勇次編, 米の外観品質・食味. 養賢堂, 東京. 383-392.
 NAKAMURA S and OHTSUBO K 2023. Foods 12 (13): 2510.
 西本有紀ら 2022. 農産物検査とくほん 224 号: 1-4.
 日本精米工業会・(株)サタケ 2023. 精米工業 No317: 20-31.

一般講演

18 課題

水稻「なつほのか」の良質米生産のための中干し開始時期の推定
古賀潤弥・中山美幸
(長崎県農林技術開発センター)

Estimation of the Proper Time of Midseason Drainage for Production of the Rice Variety 'Natuhonoka' Grain
Having Improved Quality
KOGA Junya, NAKAYAMA Miyuki
(Nagasaki Agriculture and Forestry Technical Development Center)

長崎県では、近年の高温による品質低下に対応するため、高温耐性品種を奨励品種に採用してきた。早生品種である「なつほのか」は出穂後 20 日間の平均気温が 29℃以下であれば背白粒の発生が少なく、県産米の 1 等米比率の向上に寄与している。

一方、玄米品質とともに食味にも影響する玄米粒厚では、1.7mm 調製後の玄米で 2.0mm 以上の重量比が全国平均で過去 10 年間、毎年 70%を超えているが、長崎県では 70%を下回る年が多い。良質、良食味米生産のためには白未熟粒の発生を抑制するとともに、粒厚の向上にも取り組む必要がある。

そこで、「なつほのか」の 2.0mm 以上の重量比の目標を 70%以上とした場合の栽培方法について検討したので報告する。

【材料および方法】

1. 諫早市の長崎県農林技術開発センター内の水田において、2020 年、2021 年、2022 年の 3 年間、異なる基肥窒素区を設置して施肥試験を行い、生育と粒厚の関係について検討した。供試品種は「なつほのか」とした。移植は 2020 年が 6 月 12 日、6 月 19 日、6 月 24 日の 3 移植期、2021 年が 6 月 18 日、6 月 24 日の 2 移植期、2022 年が 6 月 23 日の 1 移植期とした。また移植方法は機械で 1 株当たり約 5 本植えとし、条間は 30cm、株間は 18cm とした。各移植期の基肥は、窒素成分量で a 当たり 0.5kg, 0.7kg, 0.9kg, 1.1kg とし異なる窒素区を設け、穂肥は全区、窒素成分量で a 当たり 0.3kg を幼穂長 2mm の時期に施肥した。収量調査は日本作物学会九州支部の作物調査基準に準じて行った。
2. 2022 年と 2023 年に葉齢と茎数の関係について検討した。移植は 2022 年が 5 月 20 日、6 月 7 日、6 月 17 日、6 月 24 日の 4 移植期、2023 年が 5 月 23 日、6 月 6 日、6 月 16 日、6 月 20 日の 4 移植期とした。移植方法は機械で 1 株当たり約 5 本植えとし、条間は 30cm、株間は 18cm とした。基肥は窒素成分量で a 当たり 0.5kg とした。生育調査は日本作物学会の作物調査基準に準じて最高分げつ期頃まで行った。

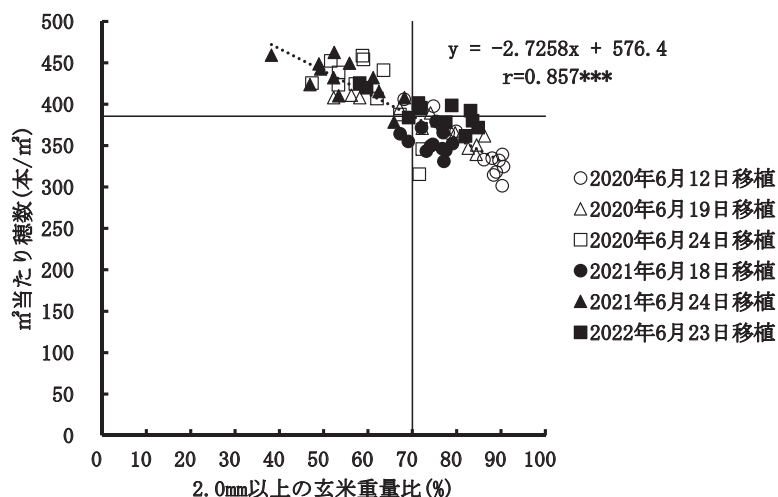
【結果および考察】

1. 施肥試験では、1.7mm 調製後の 2.0mm 以上の玄米重量比は、 m^2 当たり穂数と相関が高く、2.0mm 以上の玄米重量比 70%以上を得るための m^2 当たり穂数の上限はおおよそ 390 本であると考えられる (第 1 表, 第 1 図)。また、中干し開始時の茎数を目標穂数の 80%から 90%とすると、 m^2 当たり茎数が約 300 本から 350 本に達する頃に中干しを開始する必要があると考えられる。
2. 茎数は、葉齢や発育指数 DVI (古賀ら 2018)と正の相関が認められ、 m^2 当たり茎数 300 本から 350 本に達する葉齢は 8 葉期で、DVI はおおよそ 0.33 から 0.37 の時期であった (第 2 図)。
3. この DVI 指標は、長崎県で開発した水稻生育予測システム (船場ら 1996) に用いることで中干し開始時期が推定できる。例えばこの推定方法を使うと、長崎県農林技術開発センターのある諫早市で平均気温を平年値、移植期を 6 月 15 日と設定すると、推定される中干し開始時期は 7 月 10 日から 12 日となった。

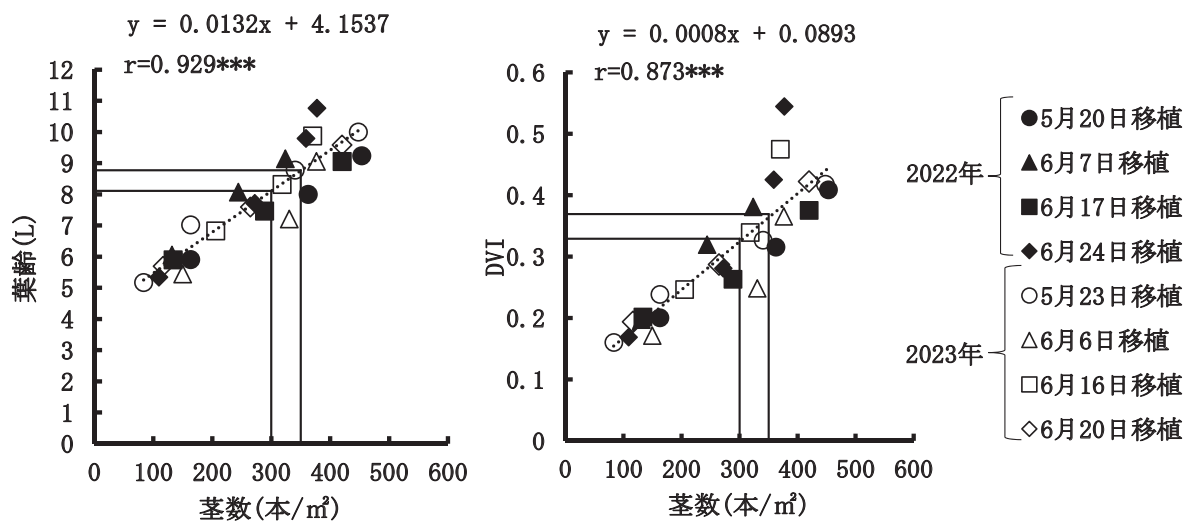
今後、予測した時期から開始した中干しによる穂数制限効果の検証が必要である。

第1表 「なつほのか」の2.0mm以上玄米重量比と各生育量との相関.

	稈長	穂長	m ² 当たり穂数	1穂粒数	m ² 当たり粒数
2.0mm以上の玄米重量比	-0.020	0.333	-0.857	0.292	-0.731

第1図 「なつほのか」の2.0mm以上の玄米重量比とm²当たり穂数の関係.

注) ***は0.1%水準で有意.

第2図 「なつほのか」のm²当たり茎数と葉齢および発育指数DVIとの関係.

注) ***は0.1%水準で有意.

引用文献

- 古賀潤弥・中山美幸・田畑士希 2018. 水稲早生品種「なつほのか」の高温で生じる背白粒による品質低下を回避する移植適期の推定. 九農研 81:4.
- 船場貢・寺島正彦・下山伸幸・田嶋幸一 1996. 長崎県下の水稲作期策定に関する研究. 第3報 水稲生育予測システムの開発. 日作九支報. 62:34-36.

北海道の水稲品種「きたゆきもち」の胴割粒発生に及ぼす登熟期間の高温処理時期と土壤水分条件の影響

田中一生¹⁾・添島均²⁾

(¹⁾北海道立総合研究機構北見農業試験場, ²⁾北海道農政部)

TANAKA Kazuo¹⁾, SOEJIMA Hitoshi²⁾

Effects of High Temperature Treatment Period and Soil Moisture Conditions during Ripening Period on Grain Fissuring Occurrence in Rice Variety “Kitayukimochi” in Hokkaido.

(¹⁾Hokkaido Research Organization Kitami Agricultural Experiment Station; ²⁾Hokkaido Prefectural Government Department of Agriculture)

玄米の胚乳部に亀裂が生じる胴割粒は、精米時の碎米の発生や食味に負の影響を及ぼすため、実需者のクレーム対象になっている。近年、日本の水稲栽培の限界地域に近く生育期間が短く冷涼な北海道東部のオホーツク地域においても、「きたゆきもち」の胴割粒の多発生が問題となっており、その防止対策の確立が急務である。

胴割粒の発生要因について、府県では登熟初期、特に出穂後1～10日の最高気温が影響し、この期間の用水かけ流しにより胴割粒率は低下する傾向が認められたとの報告がある(長田ら2004, 2005)。しかし、北海道ではこれらの試験事例はほとんどない。そこで本報告は、胴割粒の発生に及ぼす登熟期間の高温処理の時期と土壤の水分条件の影響について明らかにすることを目的に行った。

【材料および方法】

1. 供試品種は北海道の優良品種「きたゆきもち」である。
2. 2021年5月13日に北見農業試験場のガラス温室で、成苗用の育苗培土を充填したプラスチック製バットに散播して育苗した。この苗を5月31日に窒素成分で0.07g/ポット施用した小型方形ポット(縦15cm×横5cm×深さ10cm)に、1本/株、8株/ポット移植した。
3. 栽培はガラス温室で行い、分けつを全て切除し、主茎のみで生育させた。試験は高温区と対照区を設け、高温区のみ出穂後1～10日、同11～20日、同21～30日の3期間を、他のガラス温室へ移動し高温環境下に置いた。その他の期間は対照区と同じ条件で栽培した。土壤水分条件は出穂後、常時湛水状態の湛水处理と土壤表面が乾いたら随時、かん水を行った乾燥処理の2処理とした。
4. 成熟期に稲穂を収穫し、自然乾燥させた。気温はRTR-501(テイアンドデイ社製)を設置し10分間隔で測定した。胴割粒率は胴割透視器TX-300(Kett社製)で、各区500～1000粒を3回調査した。

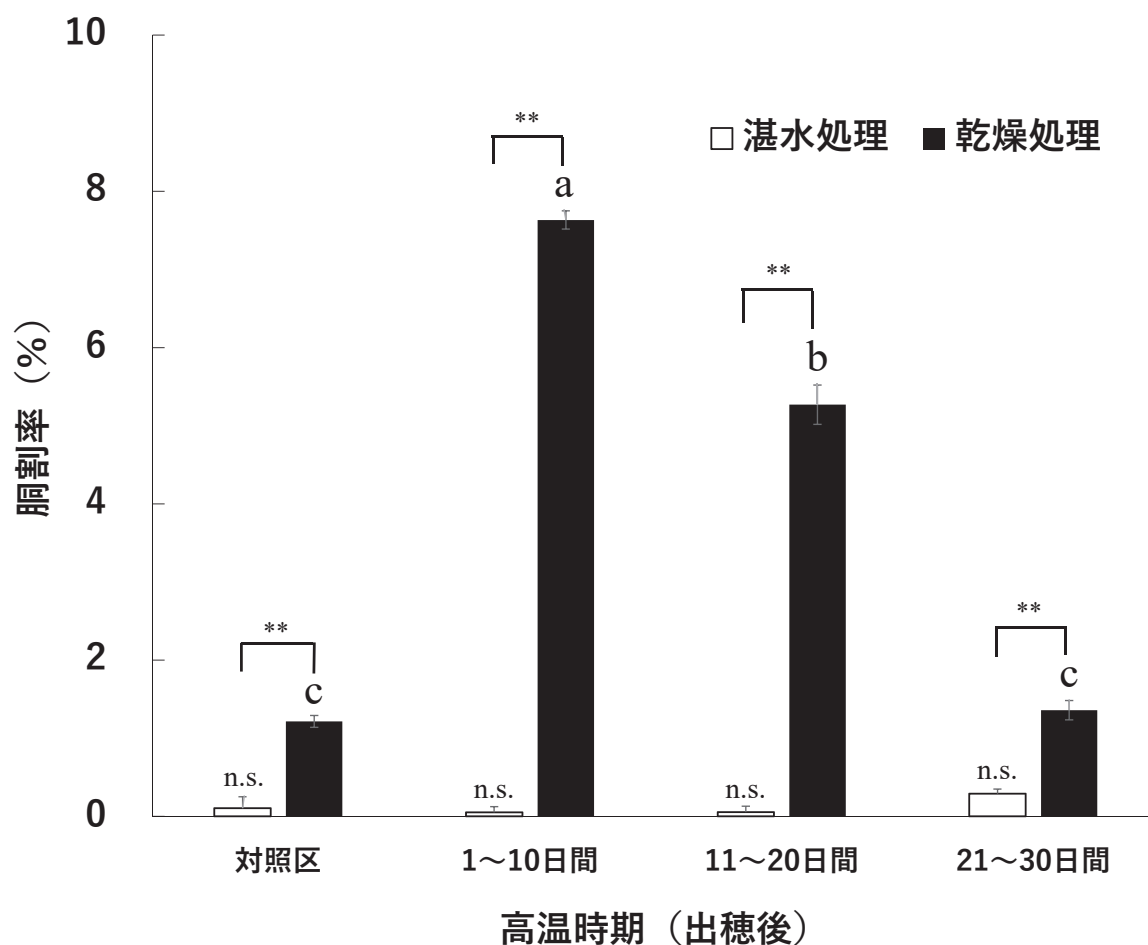
【結果および考察】

1. 出穂日は高温・対照区とも7月31日であった(第1表)。高温区の収穫日、登熟日数は9月18日、49日で、対照区と比べ、それぞれ3日遅く、多かった。高温区の出穂後3期間の10日間の平均日最高気温、日平均気温は36.2℃、26.4℃で、対照区と比べ、それぞれ6.8℃、4.6℃高かった(第1表)。土壤水分は登熟期間を通じた平均値で、湛水处理が53%、乾燥処理が35%であった(第1図)。
2. 湛水处理は、いずれの時期の10日間を高温に晒しても、ほとんど胴割粒の発生が認められず、試験区間にも有意差はなかった(第1図)。
3. 一方、乾燥処理は、対照区を含め胴割粒の発生が認められ、いずれの時期の処理区間にも有意差があり、試験区間にも有意差があった(第1図)。特に、出穂後1～10日間を高温にすると、他の時期に比べ胴割粒率が有意に高かった。この期間は玄米の長さがほぼ確定し、幅と厚さが増大する時期に相当するので、この期間の高温と登熟期間の土壤水分の低下が、胚乳細胞内のデンプン粒子の蓄積に何らかの影響を及ぼして胴割れしやすい米質になったと推察した。
4. 以上のことから、「きたゆきもち」の胴割粒の発生に対して、登熟期間に土壤水分が十分ある場合は、高温の及ぼす影響が小さいと考えられた。しかし、土壤が乾燥する場合は、登熟初期、特に出穂後1～10日間の高温の及ぼす影響が大きいと考えられた。従って、高温年の胴割粒の発生を予防するためには、登熟後半の土壤水分を一定程度以上、保つことが重要であると考察した。

第1表 出穂日，収穫日，登熟日数および出穂後10日間の平均日最高・平均気温.

試験区	出穂日	収穫日	登熟日数	最高気温 (°C)	平均気温 (°C)
高温区	7月31日	9月18日	49	36.2	26.4
対照区	7月31日	9月15日	46	29.4	21.8
区間差	0	3	3	6.8	4.6

日最高気温と日平均気温は，出穂後3期間に10日間高温条件下に置いた各処理（湛水・乾燥）の計6区の平均値．
対照区の出穂日，収穫日及び登熟日数は，各処理（湛水・乾燥）の2区の平均値（「きたゆきもち」，2021年）．



第1図 異なる土壌水分条件の高温処理時期別の胴割粒率（2021年）.

「きたゆきもち」，平均土壌水分：湛水处理53%，乾燥処理35%，縦棒は標準偏差（ $n = 3$ ）．

**（ $p < 0.01$, T-test），異なるアルファベット間に有意差あり（ $p < 0.01$, Tukey），n.s.（有意差なし）．

引用文献

長田健二・滝田正・吉永悟志・寺島一男・福田あかり 2004. 登熟初期の気温が米粒の胴割れ発生におよぼす影響. 日作紀 73(3):336-342.

長田健二・小谷俊之・吉永悟志・福田あかり 2005. 胴割れ米発生におよぼす登熟初期の水管理条件の影響. 日作東支報 48:33-35.

ラオス産イネにおける耐乾性の評価とその可能性

巻田恵理奈¹⁾, 小林麻子¹⁾, 圓山恭之進²⁾, 岩澤紀生³⁾, 浅井英利²⁾

(¹⁾福井県農業試験場, ²⁾国際農林水産業研究センター, ³⁾株式会社NTT データ CCS)

Evaluation of drought tolerance in Lao rice species and its potential

MAKIDA erina¹⁾, KOBAYASHI asako¹⁾, MARUYAMA kyonoshin²⁾, IWASAWA norio³⁾, ASAI hidetoshi²⁾,

(¹⁾Fukui Agricultural Experiment Station, ²⁾Japan International Research Center for Agricultural Sciences³⁾,

NTT DATA CCS Co. Ltd.)

【背景】

米は世界の三大作物として知られ, 特に日本においては, 米は主食であり, 食卓に欠かせない存在である。しかし, 近年の気候変動に伴い, 登熟時期における高温や降水量の低下から, 収量や品質の低下が懸念されている。2023 年, 2024 年の日本では, 日平均気温が平年値を大きく上回り, 2023 年の降水量は全国的に減少したことが報告されている (気象庁)。一方で, 東南アジアのラオスでは, 中山間地において焼畑農業で稲作が行われており, その中でも耐乾性に優れた品種が確認されている。これらの地域固有の品種は, 過酷な環境下でも生存できる可能性を持ち, 将来的な気候変動下で, 持続的な稲作を行うための重要な遺伝資源となる可能性がある。本研究では, ラオス稲品種の持つ耐乾性について, 遺伝資源としての有用性について評価することを目的に調査を行った。

【材料および方法】

バスケット法を用いた深根率

水田で育成された個体の根数およびその角度を測定するため, バスケット法を用いた (宇賀 2013)。ラオスの在来稲 16 品種と, 日本の稲品種ハナエチゼン, いちほまれ, 日本晴, コシヒカリ, カグラモチを移植時に直径 17cm のプラスチックザルを, ザルの天面がちょうど埋まるように設置し, 約 1 か月後にザルごと掘り起こし, 茎数およびザルの目から出ている根数を測定した (第 1 図)。根は, 0~50° の角度で生えているものを上根, 50~90° 未満を中根, 90° の直根を下根として, それぞれの数を計測した。また, 中根と下根を下部根とし, 以下の計算方法で深根率を算出し, 各品種 3 反復ずつ行い, 深根率を評価した。

$$\text{深根率 (\%)} = \text{下部根数 (下根+中根)} / \text{全体の根数} \times 100$$

畑圃場を用いた陸稲の耐乾性の評価

畑圃場にラオス稲 15 品種とノボタキ, タカナリ, タンチョウモチを播種し, 雨水のみで栽培し, 枯れていく様子から, 簡易的に耐乾性を評価した。

ラオス稲品種の根断面の観察

深根率の計測時, 現地聞き取りで耐乾性が一番強いとされていた P88 と, 比較用でコシヒカリの下根を採取し, 断面を光学顕微鏡で観察した。また深根率の計測後, 畑圃場からも深根率が高いラオス稲品種とコシヒカリの幼苗を採種し, 根の断面を観察した。

【結果】

バスケット法を用いた深根率

茎数や根数は, 日本の稲品種の方が多い傾向にあった。深根率については SY3-2, SY3-3, V70 が 90%を超えていた。一方, P88 は 79%であった。日本稲ではコシヒカリが 63%であったのに対して, 他 4 品種は 70%~80%の深根率を示し, いちほまれとハナエチゼンが最も高い深根率を示した (第 1 表)。茎数と根数の間に有意な正の相関が認められた。一方で, 深根率と根数, 茎 1 本あたりの根数, 茎数との間には, 有意な相関は認められなかった。

畑圃場を用いた陸稲の耐乾性の評価

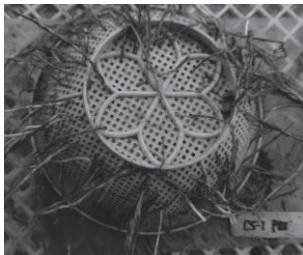
ラオス稲品種の中でも、H62, L113, LN40, R7, R3, V70は、他の品種と比べ葉が乾燥により巻いている様子が目立たなかった。特にタンチョウモチは早い段階で葉先が巻き始め、比較するとその差は顕著であった。一方で深根率の高かったSY3-2, SY3-3は、下葉の枯れ上がりが目立ち、枯れている面積も多く見えた(第3図)。

ラオス稲品種の根断面の観察

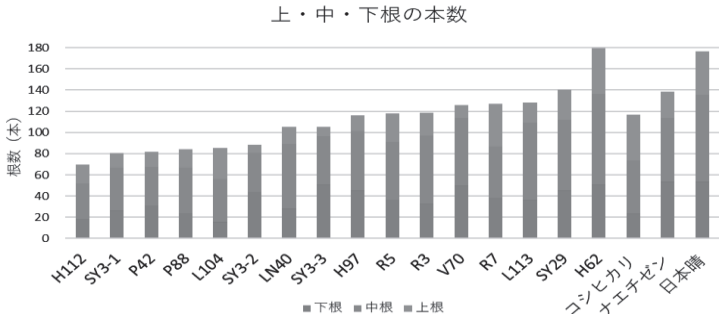
P88 とコシヒカリ、また深根率の高かったV70, SY3-2, コシヒカリの根断面を第4図に示した。ラオス稲品種とコシヒカリの間では若干の構造の違いが見られ、特にラオス稲品種の外皮が分厚いように見られた。

【考察・課題】

深根率と耐乾性評価の結果を比較すると(第1表)、下根を有しながら、畑試験では強い耐乾性が見られない系統もあった。このことから、ラオス稲品種の乾燥耐性は、根の深さだけでなく太さや活力、生理的要因等、他の要因も起因していると考えられる。今後、深根率の測定、乾燥試験に加え、蒸散量の測定等を行い、改めてラオス稲品種の耐乾性の評価を行うとともに、ラオス稲の耐乾性がどのような要因で生じているのか、また今後育種を行う上での重要な遺伝資源になりうるのかについて検討していきたい。



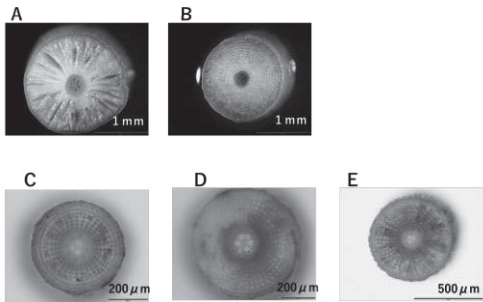
第1図 バスケットを使用した根数の計測



第2図 バスケット法による各品種の根数



第3図 畑試験結果。
左からL113, LN40, SY3-1, SY3-2, SY3-3, H97, R7, R3, L104, H112, P42, V70, R5, タンチョウモチ。



第4図 ラオス稲品種とコシヒカリの根断面の比較。A:P88, B:コシヒカリ, C:V70, D:SY3-2, E:畑圃場コシヒカリ。

第1表 深根率・下根率・全根数・乾燥耐性評価。

	P88	H62	L113	LN40	SY29	SY3-1	SY3-2	SY3-3	H97	R7	R3	L104	H112	P42	V70	R5	カグラモチ	ハナエチゼン	いちほまれ	日本晴	コシヒカリ	ハバタキ	タカナリ	タンチョウモチ
深根率	79%	76%	85%	85%	80%	83%	91%	92%	87%	68%	82%	65%	74%	82%	91%	77%	73%	82%	82%	77%	63%	-	-	-
畑晩評価	-	◎*	◎	◎	◎	○	○	○	△	◎	◎	○	△	△	◎	○	-	-	-	-	-	○	○	△

【引用】

気象庁 2023. (令和5年)の天候のまとめ(速報)。
<https://www.jma.go.jp/jma/press/2312/22d/2023matome.pdf> (2024/10/9 閲覧)
宇賀優作 2013. イネ深根性遺伝子による耐乾性の遺伝的改良. 根研究学会, 根の研究, 22(4):131-139.

水稻良質安定生産のための一対比較法による要因解析
—福岡県北部地域における温暖化が進む水稻生産現場から—

尾形武文^{1,3)}・野見山玲衣²⁾・安武隼人²⁾・日高周亮²⁾・尾園敏明³⁾・西村仁³⁾・出口真輔³⁾・野崎敬太³⁾

(¹⁾白川作物研究所・²⁾福岡県京築普及指導センター・³⁾福岡京築農業協同組合)

Factor analysis by the method of paired comparison for high quality stable production of paddy-rice.

OGATA Takefumi^{1,3)}, NOMIYAMA Rei²⁾, YASUTAKE Hayato²⁾, HIDAKA Shusuke²⁾,

OZONO Toshiaki³⁾, NISHIMURA Jin³⁾, DEGUCHI Shinsuke³⁾ and NOZAKI Keita³⁾

(¹⁾Shirakawa Crop Labo.; ²⁾Fukuoka Pref. Keichiku Agri. Dissemin. Cent.; ³⁾Fukuoka-Keichiku Agri. Coop.)

福岡県北東部に位置する福岡京築農業協同組合管内では、令和6年産においては水稻面積4,891haが作付けされ、その内、極早生種の夢つくし4,480ha(91.6%)、早生種元気づくし179ha(3.7%)と極早生種夢つくしの作付けが生産された。近年、異常気象が頻発する中、気象変動への速やかな対応、収量・品質に脅威となる病害虫への対策等、緊急に対応すべき課題が山積している。

水稻生産者は、著しい気象変動下において安定生産に努める必要があり、近年殊の外、突発的な病害も多発傾向にあり、情報収集とその技術的対応等が高度化、複雑化している。

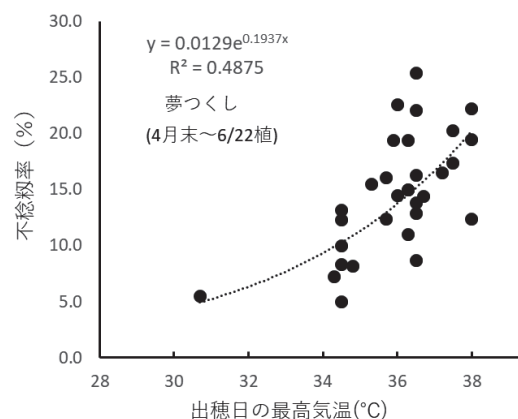
近年の異常気象(特に、異常高温)が進む水稻生産条件の中において、水稻の収量や品質に影響を及ぼすと考えられる要因について、一対比較法を用いて変動要因を整理・集約化する。

【材料および方法】

1) 福岡京築農協管内では、9アグリセンター毎に水稻生産を行っている。水稻の品質や収量性を左右する社会的・技術的な24要因(第1表)について、一対比較法を用いて相対的な評価を行い、異常気象下でも安定生産を展開できるための効率的な指針を作成する。24要因について、正順・逆順全ての一対比較は $n(n-1)=552$ となり、この全ての組合せについて技術指導者8名で(+3~0~-3)の評価を行った。2) 高温条件下での低収要因を把握するために不稔率を調査した。一株の中の最長稈穂について、1圃場5株、5穂について、全穂数と不稔穂数をカウントし、不稔率を調査。品種(夢つくし)。

【結果および考察】

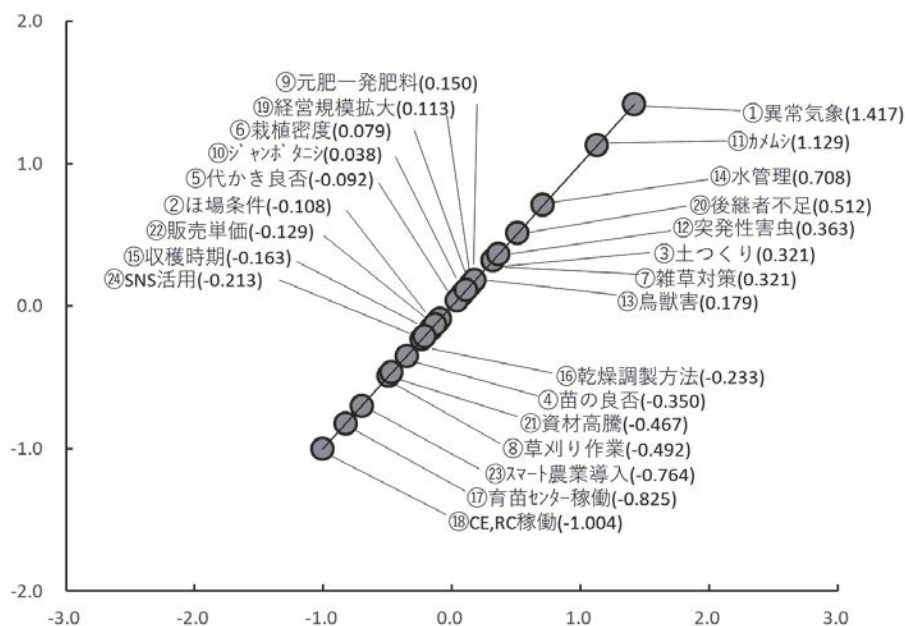
近年、水田農業を取り巻く環境は著しく変動し、水稻の収量・品質に直接的に影響を与える24の要因を解析した(第2図)。水稻の収量・品質に与える影響は、①異常気象(1.417)は高温による不稔(第1図)など作期移動等の地域での対応が必要である。⑪カメムシ(1.129)は減収に直接的に影響するイネカメムシと従来の斑点米カメムシの害がある。地域一斉防除等、地域ぐるみの防除対策が必要である。⑭水管理(0.708)は、異常気象下では特に重要な栽培技術である。地域の高齢化・少子化が進行し、⑳後継者不足(0.512)は解決すべき喫緊の課題である。後継者の有無でその組織の活力や問題解決力に大きな差がでる。⑫突発性害虫(0.363)は令和2年の秋ウンカ被害など突発的な病害対応は即応すべき課題である。③土づくり(0.321)は重要な基本技術である。⑦雑草対策(0.321)は、ジャンボタニシ対策と相対する収量に直結する事項である。⑬鳥獣害(0.179)は、中山間部でのシカやイノシシ被害が著しい。⑨元肥一発肥料(0.150)は、気象変動の影響が大きい不安定な技術である。⑲経営規模拡大(0.113)により、稲の適切な栽培対応が不十分になることが多い。⑥栽植密度(0.079)は、大規模化に伴い疎植傾向となり、収量・品質が不安定化する。⑤代かき良否(-0.092)は田面の不陸発生により、ジャンボタニシや雑草発生の原因となる。④SNS活用(-0.213)により、病害虫の発生や新技術の紹介等がリアルタイムで可能となる。②販売単価(-0.129)や⑪資材高騰(-0.467)は経営に直接影響する。③スマート農業導入(-0.764)は、農業者減少や大規模化に対応する技術となる。一対比較法を用いることにより近年の生産技術ポイントが可視化・共有化され、生産現場での集中した技術対応に寄与できる。



第1図 出穂日の最高気温と不稔率との関係(R²).

第1表 福岡県北部地域における水稲の品質・収量性への変動要因整理表。

要 因	荷 重	内 容
①異常気象	大	高温、登熟期の豪雨、渇水等
②ほ場条件	中～大	基盤整備されたほ場、未整備田、ブロックローテーションほ場
③土づくり	大	堆肥、土づくり資材投入、有機物投入、土壌分析
④苗の良否	中	大規模化に伴う老化苗植付
⑤代かきの良否	中～大	除草剤の効果低減、スクミリンゴガイ被害の助長、干害を助長
⑥栽植密度	中～大	疎植による充実不足、青未熟の発生
⑦ほ場の雑草対策	中	ヒエ、広葉雑草の取りこぼし、除草剤耐性雑草等
⑧草刈り作業	中	堤や畦畔の草刈り作業(3～6回/作)、除草剤散布
⑨元肥一発肥料	大	基肥一発肥料の普及。高温下で初期N溶出。登熟期肥料不足
⑩ジャンボタニシ	中～大	苗、分けつの食害
⑪カメムシ	大	イネカメムシ、斑点米カメムシ
⑫海外飛来性害虫および突発性病害	大	トビイロウンカ、コブノメイガ、いもち・紋枯病等
⑬鳥獣被害	中～大	シカ、イノシシ、スズメ、カラス、カモ被害等
⑭水管理	大	移植直後、中干し、落水等
⑮収穫時期	中	大規模化に伴う収穫時期の遅れ等
⑯乾燥調製方法	中～大	過乾燥、適正水分、色選機器の導入
⑰育苗センターの稼働	中	育苗センターの稼働時間、苗の供給体制
⑱CE、RCの稼働	小	荷受時間の延長、CEやRCの老朽化
⑲経営規模の拡大	中	営農組合への土地集積加速、過剰な土地集積
⑳農業後継者不足	中	個人農家の離農、営農組織の後継者不足
㉑資材の高騰	中	燃油、肥料、農薬等資材の高騰
㉒生産販売単価	中～大	生産販売代金低迷、生産意欲に即繋ぎ
㉓スマート農業	中?	ドローン防除、自動操舵トラクタ、営農管理ソフトの活用等
㉔SNS活用	中	SNS活用による情報発信、取得



第2図 一対比較法を用いた水稲良質・安定生産のための要因解析。

注) 福岡京築農協管内(水稲面積 4,891ha, 夢つくし 4,480ha, 元気つくし 179ha)。

引用文献

尾形武文ら 2023. 水稲種子良質安定生産のための一対比較法による要因解析. 稲品食会誌 15:10-11.

猛暑年における米のアミロース含量の非破壊測定精度の向上

川村周三¹⁾・石津裕之²⁾・飯野遥香³⁾・五十嵐俊成⁴⁾

(¹⁾北海道農業施設協議会, ²⁾静岡製機, ³⁾ホクレン農業総合研究所, ⁴⁾道総研中央農業試験場)

Improving the Accuracy of Non-destructive Determination of Rice Amylose Content in Extremely Hot Summer.

KAWAMURA Shuso¹⁾, ISHIZU Hiroyuki²⁾, IINO Haruka³⁾ and IGARASHI Toshinari⁴⁾

(¹⁾Hokkaido Agricultural Structures Council; ²⁾Shizuoka Seiki; ³⁾Hokuren Agricultural Research Institute and

⁴⁾Hokkaido Research Organization Central Agricultural Experiment Station)

2023 年は北海道も含め全国的に猛暑年であった。そのため、イネの高温障害が発生し、粉状質粒(しらた)が多くなり玄米等級が下落するなどの品質低下が認められた。一般にイネの登熟期の気温が高いとアミロースが低下する傾向が認められる。高温登熟によるアミロースの低下は、一般うるち系統品種(ななつぼし, ふっくりんこ等)に比較して低アミロース系統品種(ゆめぴりか, おぼろづき等)で顕著である。その結果, 2023 年産のゆめぴりかは例年になくアミロースが低く, さらにタンパク質が高かった。

近年, 成分分析計(近赤外分析計)により, 米のタンパク質に加えてアミロースを精度良く安定して測定することが可能となり, 共乾施設等の現場でアミロースの実測が普及し始めた。成分分析計にはアミロースを測定するための検量線が内蔵されている。この検量線は過去の生産年の米のアミロースデータを基に作成されている。2023 年のような猛暑年において, 過去に例が無いほどアミロースが低い場合には検量線の測定精度が低下する懸念がある。今後も予想される猛暑年においてアミロースを安定して精度良く測定するために, アミロースが低い米を収集し従来の検量線データと統合した新たな検量線を開発することが必要である。そこで, 猛暑年に生産された一般うるち系統品種および低アミロース系統品種を収集し, 猛暑年における米のアミロースの非破壊測定精度の向上を目指し, 新たな検量線を開発することを目的とする。

【材料および方法】

1. 供試試料 2023 年産の北海道米 8 品種 48 点を収集した。

2. 供試機器 静岡製機製の近赤外分析計 SGE(第 5 世代機)を供試した。

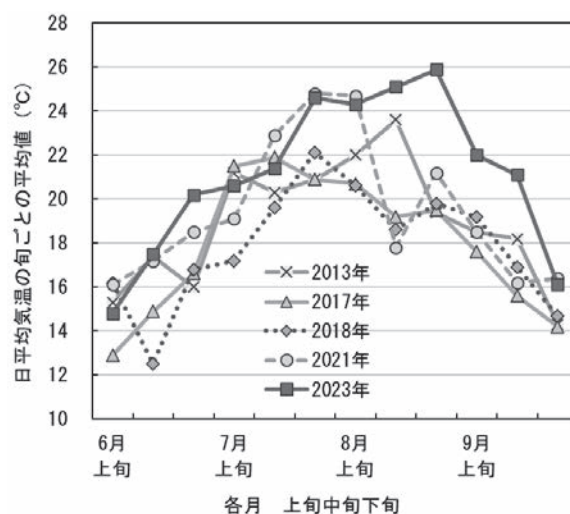
3. 化学分析 多波長スペクトル型オートアナライザーⅢを使用し, ヨード呈色比色法により精白米のアミロースを求め, 化学分析値とした。アミロース化学分析の際に全北海道共通の基準品として, うるち米(そらゆき, アミロース 20.8%)と, もち米(はくちょうもち, アミロース 0.0%)を用いた。

4. 検量線作成と精度検証 既に報告(川村ら 2023)した様に, 従来のアミロース測定検量線は 2013~2018 年産米 597 点で作成し, 2019~2021 年産米 271 点でその精度を検証した。これらに 2022, 2023 年産米を追加した。収集した試料総数は 2013~2023 年産米の 936 点となった。試料を低アミロース系統品種または一般うるち系統品種に分けた。近赤外分析計による測定は, 玄米または精白米を測定する場合それぞれおこなった。移動窓式部分最小二乗法(Moving Window Partial Least Squares: MW-PLS)回帰分析アルゴリズムにより検量線を作成した。試料を 10 分割し交差検証法(Cross Validation: CV)で精度を検証した。

【結果および考察】

1. 気温と作況指数 イネの生育期の日平均気温を第 1 図に示した。2018 年は気温が低かった。2023 年は気温が高く, とくに 8 月中旬~9 月中旬の気温が特異的に高かった。北海道では 2018 年は作況指数が 90 であり, それ以外の 2013~2023 年の作況指数は 102~108 であった。

2. アミロースの年次変動 北海道米主要 4 品種のアミロース化学分析値は, ゆめぴりかが他の品種より 4~6%低く, アミロースの年次変動の幅も 6.5%と大きかった(第 2 図)。2023 年は猛暑の影響によりすべての品種において最もアミロースが低かった。



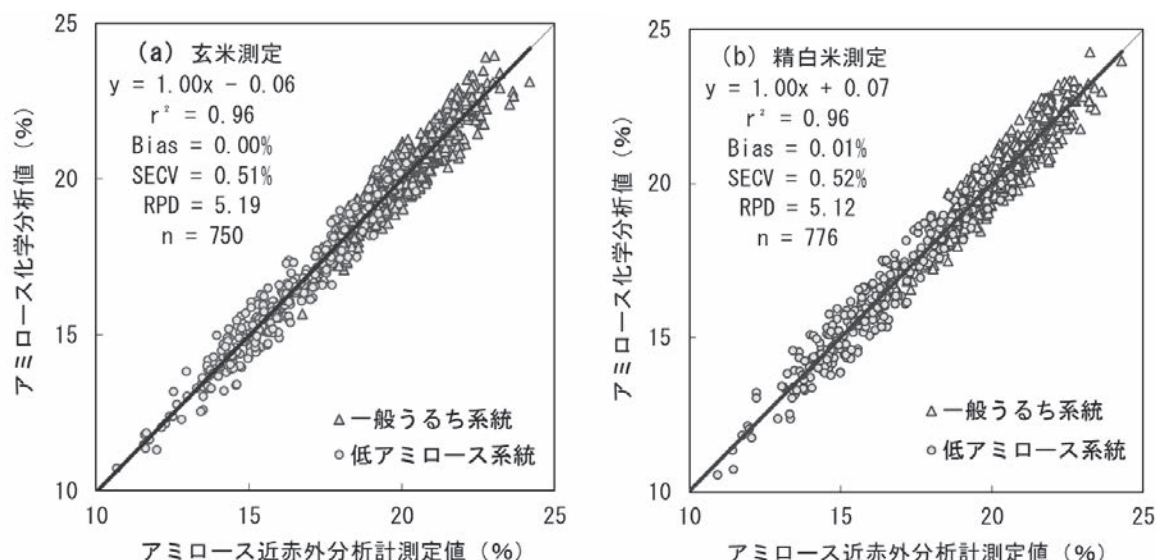
第 1 図 北海道石狩地方新篠津アメダス観測地点(標高 9m)の日平均気温の旬ごとの平均値。

3. アミロース測定精度の検証 第3図にアミロース測定精度の検証結果を示した。玄米または精白米において、回帰式はほぼ $y = x$ 、決定係数(r^2)は0.96、バイアスは0.0%、標準誤差(SECV)は0.5%程度、RPD (Ratio of SECV to SD: y (化学分析値)の標準偏差(Standard deviation (SD))とSECVとの比(SD/SECV))が5以上であった。すなわち、猛暑年の低いアミロースの米も含めて、新たに作成した検量線はアミロース測定精度が良かった。2024 年秋の米の収穫期からこの検量線が北海道内の一部の共乾施設や精米工場で試験的に使用され始め、今後さらに普及する計画である。

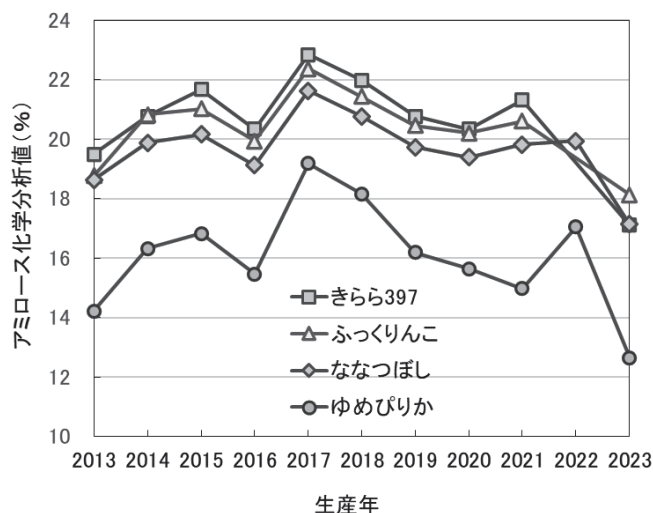
4. アミロース測定精度の確保 毎年、北海道ではホクレンが米の収穫期前に近赤外分析計のバイアス補正のための基準試料(前年産、ななつぼし3点、ゆめぴりか3点)を調製する。基準試料のタンパク質の化学分析をおこない、試料を北海道内各地に配布し、近赤外分析計のバイアス補正をおこなう。従来は基準試料のタンパク質の化学分析のみであったが、2024 年からアミロースの化学分析も同時におこない、基準試料を用いてタンパク質とアミロースのバイアス補正をおこなう体制を整えた。これにより、安定した測定精度の確保が可能となった。

5. 今後の展開 本研究で開発した近赤外分析計とアミロースの検量線は、北海道の共乾施設や精米工場で既に使用され始めた。従来のアミロース検量線(川村ら 2023)も日本各地の米生産現場で試験的に導入が進んでいる。今後は共乾施設や精米工場から出荷する玄米や精白米に品質保証を付けることが可能となる。例えば、玄米や精白米に水分、タンパク質、アミロース、整粒割合(正常粒割合)等の情報を付けることにより、とくに大口実需者(コンビニ、外食産業など)の個別の品質要求に合わせた米の安定供給が可能となる。すなわち、米の各種用途(主食用、加工用)や最終消費形態(白飯、酢飯、丼飯、炒飯、加工米飯、チルド米飯、冷凍米飯など)に適合した高品質高付加価値化が可能となり米の利用拡大につながる。以上のことは、2021 年から農林水産省が進める農業の DX 化のための「農機API共通化コンソーシアム」や「スマート・オコメ・チェーン」の目標にも合致している。

引用文献 川村周三・飯野遥香・オリバレス D・エデニオ・石津裕之・長田亨・小関成樹 2023.米の共乾施設や精米工場でアミロース含量を実測可能(第3報)ー2019~2021 年産米によるアミロース含量測定精度の検証ー. 日本水稻品質・食味研究会会報 14:24-25.



第3図 アミロースの測定精度 ((a)玄米または(b)精白米を測定対象とし精白米のアミロースを求める)。



第2図 北海道米主要4品種のアミロース化学分析値の年次変動

施肥量が水稻品種「媛育 83 号」の易消化性および難消化性タンパク質含有率に及ぼす影響

水口聡・中矢夏子・森重陽子

(愛媛県農林水産研究所)

Effects of the Amounts of Nitrogen Application on Contents of Digestible and Indigestible Proteins in Rice Grain of “Himeiku 83”, the Variety with Low Levels of Digestible Protein

MINAKUCHI Satoshi, NAKAYA Natsuko and MORISHIGE Youko

(Ehime Research Institute of Agriculture, Forestry and Fisheries)

わが国では慢性腎臓病（CKD）患者が約 2,000 万人と成人の 5 人に 1 人が CKD であり、まさに国民病となっている（日本腎臓学会 2024）。腎疾患の食事療法ではタンパク質摂取量の低減がポイントであり、日本腎臓学会では CKD のステージごとに食事療法におけるタンパク質摂取量基準を定めている（日本腎臓学会 2014）。ところが、日本人の主食である米にもタンパク質は多く含まれているため、米からのタンパク質摂取量を低減させることは食事療法における QOL の向上につながる。

そこで、水口・中矢（2022）は易消化性タンパク質が少なく難消化性タンパク質が多い水稻品種「媛育 83 号」を育成した。一方で、穂肥や実肥などの窒素追肥は米のタンパク質含有率を高めることが知られており、「媛育 83 号」を食事療法で利用するには施肥による米のタンパク質含有率の変動、特に易消化性および難消化性ごとの解析が重要である。

そこで本研究では、「媛育 83 号」を減肥から多肥まで異なる施肥条件を設定して栽培し、施肥量が生育、収量、品質および米のタンパク質含有率に及ぼす影響を検討した。

【材料および方法】

試験には水稻品種「媛育 83 号」を供試した。基肥および穂肥をそれぞれ窒素成分で 1 m²あたり 6 g および 4 g 施用する「基 6 穂 4 区 (N10)」を標肥区とした。減肥条件として、基肥を 4 g とし、穂肥を 0 g、2 g または 4 g とする試験区をそれぞれ「基 4 穂 0 区 (N4)」、「基 4 穂 2 区 (N6)」、「基 4 穂 4 区 (N8)」とした。多肥条件として、緩効性肥料を 8 g 施用した後、前述の「基 4 穂 0 区 (N4)」、「基 4 穂 2 区 (N6)」、「基 4 穂 4 区 (N8)」および「基 6 穂 4 区 (N10)」の試験区と同量を追加施用し、それぞれ「緩 8 基 4 穂 0 区 (N12)」、「緩 8 基 4 穂 2 区 (N14)」、「緩 8 基 4 穂 4 区 (N16)」および「緩 8 基 6 穂 4 区 (N18)」とした。このように、1 m²あたりの窒素施用量が 4 g から 18 g までとする 8 試験区を設け（第 1 表）、それぞれを乱塊法で 3 反復配置し、1 区 20 m²で一般的な栽培管理とした。

それぞれの試験区について、出穂期、成熟期、稈長、穂長、穂数、倒伏程度、収量、千粒重、整粒割合、外観品質、玄米検査等級、粒長、粒幅、粒厚、玄米タンパク質含有率、白米タンパク質含有率、易消化性および難消化性タンパク質含有率（SDS-PAGE＋画像解析）を調査した。

【結果および考察】

出穂期および成熟期は多肥で 1 日遅かった。稈長は施肥量を多くするほど長くなり、多肥条件では倒伏が見られた。精玄米重は穂肥なしの N4 区で少なくなったが、それ以外の試験区では施肥量と精玄米重の関係は明らかではなかった。千粒重や粒形は施肥量を多くするほど大きくなる傾向は見られたが、その差は小さかった。品質は施肥量を多くするほどやや低下する傾向にあった。

玄米および白米のタンパク質含有率は施肥量を多くするほど明らかに高くなった。白米中の易消化性および難消化性タンパク質も施肥量を多くするほど含有率が高くなったが、いずれも施肥量の多い N14～N18 の 3 試験区間では有意差は認められなかった。

第 1 表 試験区ごとの窒素施用量.

試験区 (施肥条件)	緩効性 ¹⁾ (g m ⁻²)	基肥 ²⁾ (g m ⁻²)	穂肥 ³⁾ (g m ⁻²)	合計 (g m ⁻²)
減肥 基 4 穂 0 N4	—	4	0	4
基 4 穂 2 N6	—	4	2	6
基 4 穂 4 N8	—	4	4	8
標肥 基 6 穂 4 N10	—	6	4	10
多肥 緩 8 基 4 穂 0 N12	8	4	0	12
緩 8 基 4 穂 2 N14	8	4	2	14
緩 8 基 4 穂 4 N16	8	4	4	16
緩 8 基 6 穂 4 N18	8	6	4	18

¹⁾ えひめ中央中生一発 (N:P:K=14:10:10).

²⁾ えひめ中央高度化成 (N:P:K=14:10:13).

³⁾ えひめ中央NK化成 (N:P:K=14:2:16).

倒伏程度等を考慮すると N18 区より多肥にすることは現実的ではなく、また白米タンパク質含有率は易消化性および難消化性とも施肥量の多い N14～N18 の 3 試験区間に有意差がなかったことから、ここが「媛育 83 号」白米中のタンパク質含有率の上限と考えられた。また、白米タンパク質総量に占める易消化性タンパク質の割合は異なる施肥条件でも概ね一定であり、易消化性タンパク質含有率の変動水準は 2.6%～3.6%あたりと考えられた。

第2表 施肥条件が水稲「媛育83号」の生育および収量に及ぼす影響。

試験区 (施肥条件)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 (0-5)	精玄米重 (kg/a)	収量比 (%)
減肥 基4穂0 N4	8.28	10.11	81 d	19.8 c	263 b	0.0	32.7	79
基4穂2 N6	8.28	10.11	83 c	19.8 bc	281 ab	0.0	40.9	99
基4穂4 N8	8.28	10.11	84 c	19.8 ab	268 b	0.0	37.4	90
標肥 基6穂4 N10	8.28	10.11	88 b	19.8 bc	297 ab	0.0	41.5	100
多肥 緩8基4穂0 N12	8.29	10.12	89 b	21.4 bc	300 ab	1.0	40.5	98
緩8基4穂2 N14	8.29	10.12	90 b	21.8 ab	289 ab	1.7	43.1	104
緩8基4穂4 N16	8.29	10.12	90 b	23.1 a	290 ab	3.0	40.6	98
緩8基6穂4 N18	8.29	10.12	95 a	21.7 ab	323 a	2.3	41.8	101
分散分析	—	—	**	**	*	—	n.s.	—

*は5%, **は1%水準でそれぞれ有意差があることを示す。—は検定していない。同一列の異なる英小文字は試験区間でTukey法により5%水準で有意差あり(n=3)。

第3表 施肥条件が水稲「媛育83号」の玄米品質に及ぼす影響。

試験区 (施肥条件)	千粒重 (g)	整粒 (%)	外観品質 (1-9)	検査 等級	粒長 (mm)	粒幅 (mm)	粒厚 (mm)
減肥 基4穂0 N4	20.4 b	71.2 a	5.5	1.3	5.06 c	2.75 c	1.90
基4穂2 N6	20.9 ab	65.7 ab	5.8	1.7	5.12 bc	2.79 abc	1.90
基4穂4 N8	21.0 ab	63.0 ab	6.0	1.7	5.15 abc	2.80 ab	1.90
標肥 基6穂4 N10	21.0 ab	59.9 bc	6.3	1.7	5.16 ab	2.78 bc	1.89
多肥 緩8基4穂0 N12	21.1 a	64.2 ab	6.0	1.3	5.19 ab	2.80 ab	1.90
緩8基4穂2 N14	21.4 a	63.7 ab	6.3	1.7	5.23 a	2.82 a	1.90
緩8基4穂4 N16	21.0 ab	60.0 bc	7.0	2.0	5.25 a	2.82 ab	1.90
緩8基6穂4 N18	21.1 a	52.3 c	7.0	2.0	5.19 ab	2.79 ab	1.89
分散分析	*	**	—	—	**	**	n.s.

*は5%, **は1%水準でそれぞれ有意差があることを示す。—は検定していない。同一列の異なる英小文字は試験区間でTukey法により5%水準で有意差あり(n=3)。

第4表 施肥条件が水稲「媛育83号」の種子貯蔵タンパク質含有率に及ぼす影響。

試験区 (施肥条件)	玄米タンパク 質含有率 (%)	白米タンパク質含有率 (%)		
		総量	易消化性	難消化性
減肥 基4穂0 N4	5.8 e	4.9 e	2.6 d	2.3 c
基4穂2 N6	6.0 e	5.2 de	2.8 cd	2.4 c
基4穂4 N8	6.3 d	5.5 cde	3.0 bcd	2.5 bc
標肥 基6穂4 N10	6.5 cd	5.5 cd	3.1 bcd	2.4 c
多肥 緩8基4穂0 N12	6.5 d	5.7 cd	3.0 bcd	2.6 bc
緩8基4穂2 N14	6.8 bc	6.0 bc	3.2 abc	2.8 ab
緩8基4穂4 N16	7.2 b	6.5 ab	3.4 ab	3.1 a
緩8基6穂4 N18	7.6 a	6.7 a	3.6 a	3.1 a
分散分析	**	**	*	**

アークサイン処理後、Tukeyの多重検定(5%)を実施した。*は5%, **は1%水準でそれぞれ有意差があることを示す。同一列の異なる英小文字は試験区間で5%水準で有意差あり(n=3)。

【引用文献】

水口聡・中矢夏子 2022. 易消化タンパク質の少ない水稲新品種「媛育 83 号」. 愛媛農林水産研報 14: 1-15.

日本腎臓学会編 2024. CKD 診療ガイド 2024. 東京医学社. 東京. 1-5.

日本腎臓学会編 2014. 慢性腎臓病に対する食事療法基準 2014 年版. 日腎会誌 56(5): 553-599.

高温登熟水稻における澱粉特性と脂肪酸組成の関連性

中村 澄子・大坪 研一

(新潟薬科大学応用生命科学部)

Relationship between fatty acid composition and starch properties of rice ripened under high temperature

Sumiko Nakamura, Ken'ichi Ohtsubo

(Niigata University of Pharmacy and Medical and Life Sciences)

近年，登熟期の高温による高温登熟障害（整粒割合の低下，玄米一粒重の低下，食味の低下）が頻発しており，地球的規模の温暖化の進行に伴い，今後さらなる被害の拡大が懸念されている。リン含量および脂肪酸組成は登熟気温の影響を受けやすいことが報告されている。

本研究では，地球温暖化における高温障害米の各種ジャポニカ米 32 品種の年産別脂肪酸組成の比較を行い，高温登熟における脂肪酸組成の相違を検討するとともに，糊化特性値，およびヨード呈色多波長分析の各種脂肪酸との関係について検討し，脂質・澱粉複合体形成における脂質を包接する澱粉分子と各脂肪酸との関連を検討する。また，リン含量と糊化特性値および澱粉特性との関連を検討した。

【材料および方法】

2022 年産ジャポニカ米 32 試料 (一般汎用米，良食味米，低アミロース米)

2016 年産ジャポニカ米 30 試料

- ① 糊化特性値 (RVA: model Super4 New-Port Scientific Pty Ltd.)
- ② 脂肪酸組成 (水素炎イオン化検出・ガスクロマトグラフ法)
- ③ アミロース含量(ヨード呈色多波長走査分析)
- ④ リン含量 (ICP 発光分光分析)

【結果および考察】

地球温暖化により，2022 年の 8 月の気温は 2016 年に比べ約 1.9℃高温となった。

2022 年産ジャポニカ米 32 品種と 2016 年産 30 品種の脂肪酸組成について比較した結果，2022 年産ジャポニカ米 32 品種の脂肪酸組成は，2016 年産に比べ，パルミチン酸，オレイン酸含量は上昇傾向を示し，リノール酸含量は低下傾向を示した。2016 年産および 2022 年産の同品種における脂肪酸組成の比較を行った結果，2022 年産米は 2016 年産米に比べ，パルミチン酸含量(16:0)は殆どの品種において上昇傾向を示した。また，リグノセリン酸含量(24:0)は全ての品種において低下傾向を示した。また，リン含量は地球温暖化により上昇する傾向が報告されている。リン含量は有意にアラキジン酸(20:0)，エイコセイ酸(20:1)，リグノセリン酸(24:0)と高い正の相関を示した。また，リン含量は糊化開始温度と正の相関を示し，アミロペクチン短鎖 Fa(DP≤12) と高い負の相関を示した。

引用文献

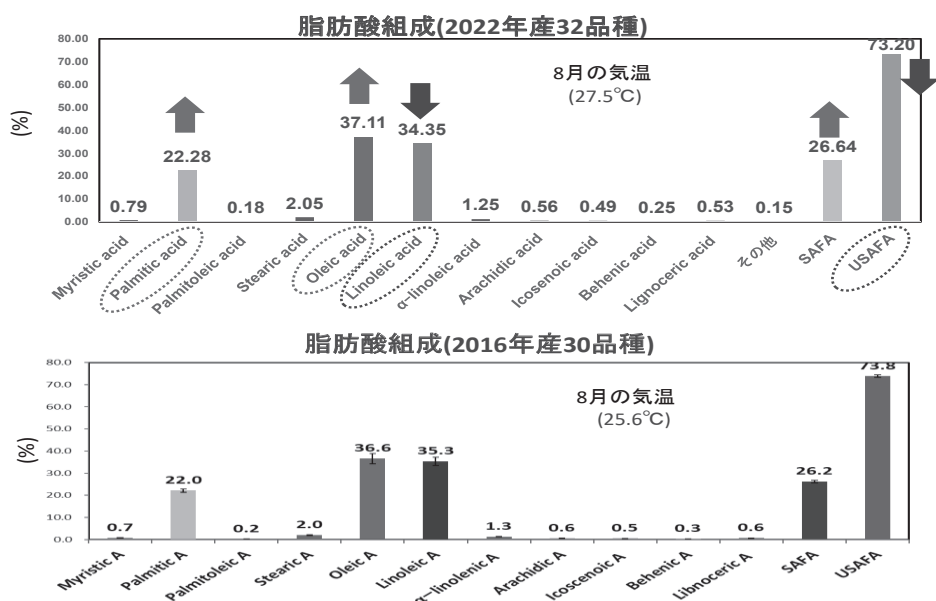
- NAKAMURA S, SATOH A, AIZAWA M and OHTSUBO K 2022. Characteristics of physicochemical properties of chalky grains of Japonica rice generated by high temperature during ripening. *Foods* **11**: 97. doi.org/10.3390/foods11010097.
- NAKAMURA S, HASEGAWA M, KOBAYASHI Y, KOMATA C and OHTSUBO K 2022. Palatability and bio-functionality of chalky grains generated by high-temperature ripening and development of formulae for estimating the degree of damage using a Rapid Visco Analyzer of Japonica unpolished rice. *Foods* **11**: 3422. doi.org/10.3390/foods11213422.
- NAKAMURA S and OHTSUBO K 2023. Effects of hard water boiling on chalky rice in terms of texture improvement and Ca fortification. *Foods* **12**: 2510. doi.org/10.3390/foods12132510.

第1表 2022年産のジャポニカ米32試料米の脂肪酸組成.

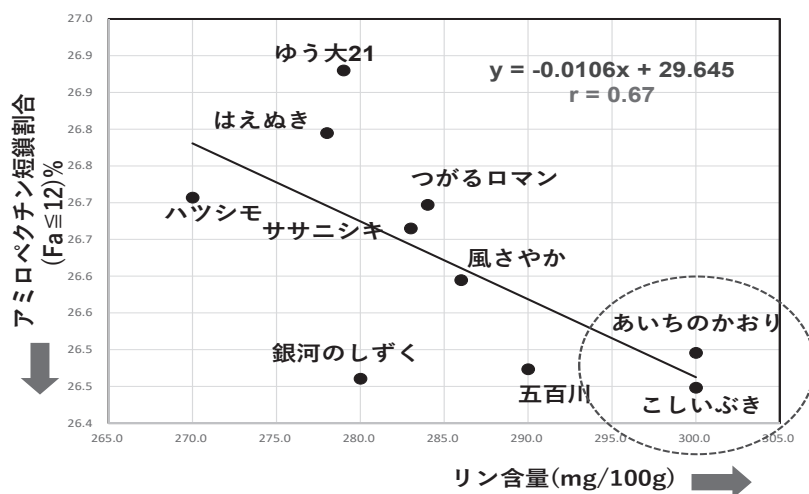
	P(mg/100g)	SD	Myristic acid (%) (14:0)	SD	Palmitic acid (%) (16:0)	SD	Palmitoleic acid (%) (16:1)	SD	Stearic acid (%) (18:0)	SD	Oleic acid (%) (18:1)	SD
一般汎用米	289.7	15.9	0.78	0.1	22.1	1.2	0.17	0.0	1.98	0.22	37.7	2.6
コシヒカリ	285.8	22.8	0.81	0.1	22.4	0.8	0.20	0.0	2.15	0.19	37.0	1.3
低アミロース米	301.0	28.0	0.75	0.2	22.8	1.6	0.15	0.1	1.98	0.22	35.6	1.7

	Linoleic acid (%) (18:2n-6)	SD	α -linoleic acid (%) (18:3n-3)	SD	Arachidic acid (%) (20:0)	SD	Icosanoic acid (%) (20:1)	SD	Behenic acid (%) (22:0)	SD	Lignoceric acid (%) (24:0)	SD
一般汎用米	34.1	1.7	1.18	0.13	0.55	0.09	0.52	0.04	0.23	0.05	0.52	0.04
コシヒカリ	34.2	0.8	1.32	0.08	0.56	0.07	0.48	0.04	0.27	0.05	0.54	0.05
低アミロース米	35.4	0.7	1.28	0.10	0.55	0.10	0.48	0.05	0.25	0.06	0.53	0.05

一般汎用米(18),コシヒカリ(10),低アミロース米(4)の平均を示した.



第1図 地球温暖化による脂肪酸組成の変化 (2022年産および2016年産).



第2図 地球温暖化におけるリン含量とアミロペクチン短鎖の相関 (2022年産).

過熱蒸気を用いた玄米の殺卵殺虫殺菌処理を含む新型精米プラントの性能

小泉次郎¹⁾・阿部茂¹⁾・飯野遥香²⁾・武田貴宏²⁾・川村周三³⁾

(¹⁾酪農学園大学, ²⁾ホクレン農業総合研究所, ³⁾北海道農業施設協議会)

Performance of a new type of rice milling plant including sterilization and

insecticidal egg killing treatment of brown rice using superheated steam

KOIZUMI Jiro¹⁾, ABE Tsutomu¹⁾, IINO Haruka²⁾, TAKEDA Takahiro²⁾ and KAWAMURA Shuso³⁾

(¹⁾Rakuno Gakuen University; ²⁾Hokuren Agri. Research Institute; ³⁾Hokkaido Agri. Structures Council)

過熱(水)蒸気は常圧の水蒸気を100℃以上に再加熱した高温の水蒸気ガスである。過熱蒸気は熱伝達性が高く、極低酸素雰囲気下での加熱が可能となる。また、加熱初期には蒸気の凝縮により湿熱加熱が行われ、対象物表面が乾燥後は乾き蒸気による乾熱加熱が行われるなどの特性がある。

これまでの研究により、食品加工において従来の加熱方法と比較して、エキス(うみ成分)の損失低減、歩留まり改善、色調や物性の改善、油脂の酸化防止および表面殺菌など、様々な効果をもたらすことが明らかになっている。その結果、近年は総菜工場などの食品工場への過熱蒸気処理の導入が加速している。

このような状況を基に、(株)サタケにおいて過熱蒸気を用いた玄米の殺卵殺虫殺菌処理(Long life rice process: LLRP)装置が開発された。本装置は搗精前の玄米に対して過熱蒸気処理を行うものであり、精米機等と合わせて新型精米プラント(Rice mill studio: MILSTA)として構成される。そこで、過熱蒸気を用いた玄米の殺卵殺虫殺菌処理を含む新型精米プラントの性能および玄米と精白米の品質を確認するため、以下の試験を実施した。

【材料および方法】

1. 過熱蒸気による短時間の湿熱・乾熱移行とそれに伴う急激な表面温度上昇を応用したコクゾウムシの殺卵殺虫試験(基礎試験)

2022年岩手県産「ひとめぼれ」1等玄米に、コクゾウムシを投入し、①産卵直後の卵が米粒内にいる産卵玄米、②幼虫が米粒内にいる幼虫玄米、③産卵玄米と幼虫玄米が混在した産卵幼虫玄米の3条件の玄米に対し、150℃から300℃の過熱蒸気を5秒間照射した。冷却後、チャック付きPP袋に入れ、28℃で保管し、30日後に羽化したコクゾウムシ成虫を計測した。

2. 過熱蒸気を用いた玄米の殺卵殺虫殺菌処理を含む新型精米プラントの性能試験(実用機試験)

2023年北海道産「ゆめぴりか」1等玄米を用いて、新型精米プラントを供試した。①原料玄米、②過熱蒸気直後玄米、③脱水後玄米、④過熱蒸気加工処理後玄米の4か所(第1図)から玄米を採取し、①玄米表面温度、②穀温、③水分、④胴割率を測定した。加えて、プラントの各所から過熱蒸気処理と無処理の玄米と精白米を採取し、品質測定を行った。品質測定はホクレン農業総合研究所(以下、農総研)(札幌市)およびサタケ(東広島市)において並行して実施した。

玄米の試験項目は、農総研では①成分分析、②白度、③脂肪酸度、④組成分析、⑤微生物検査、⑥胴割率、⑦発芽勢、発芽率を測定し、サタケでは①水分、②白度、③容積重、④成分分析と食味値、⑤組成分析と三軸径、⑥微生物検査の測定を行った。

精白米の試験項目は、農総研では①成分分析、②白度、③脂肪酸度、④組成分析、⑤微生物検査、⑥食味官能評価を測定し、サタケでは①水分、②白度、③容積重、④成分分析と食味値、⑤組成分析と三軸径、⑥微生物検査、⑦炊飯米食味、⑧米飯の硬さ粘り、⑨鮮度と食味鑑定値の測定を行った。

【結果および考察】

1. 過熱蒸気による短時間の湿熱・乾熱移行とそれに伴う急激な表面温度上昇を応用したコクゾウムシの殺卵殺虫試験(基礎試験)

過熱蒸気温度が150℃の場合、過熱蒸気処理直後の穀温(玄米表面温度)は64.8℃であった。設定温度の上昇とともに穀温も上昇し、300℃の場合に穀温は74.2℃であった。一か月保管後の無処理の原料玄米はすべての試料でコクゾウムシが羽化した。一方、過熱蒸気処理玄米はすべての設定過熱蒸気

温度においてコクゾウムシ成虫は確認されず、殺卵殺虫率は100%であった。

2. 過熱蒸気を用いた玄米の殺卵殺虫殺菌処理を含む新型精米プラントの性能試験（実用機試験）

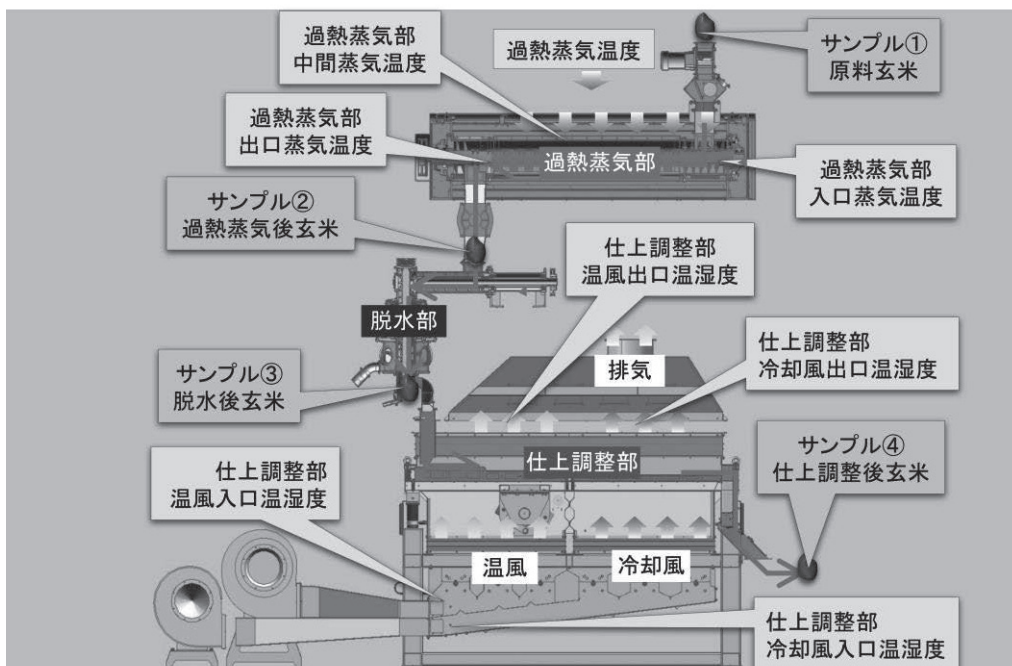
新型精米プラントの設定過熱蒸気温度を350℃、設定乾燥温度を70℃として試験を行った。過熱蒸気部の玄米の通過時間は5秒程度、仕上調整部温風の玄米の乾燥時間は30秒程度、仕上調整部冷却風の玄米の冷却時間は30秒程度である。温度センサにより測定した穀温は、サンプリングを行う際に穀温が一時的に約73℃まで上昇したが、サンプリング時を除くと過熱蒸気後の玄米の穀温は約66℃であった。

過熱蒸気処理により、玄米の水分が過熱蒸気後で一時的に増加したが、仕上調整（乾燥と冷却）により原料玄米水分に近づいた。胴割率は、過熱蒸気処理当日に測定した原料玄米と仕上調整後玄米の胴割指数の増加はわずかであった。また、過熱蒸気処理翌日（約24時間後）に測定した胴割率と胴割指数も同様に増加はわずかであり、過熱蒸気処理にともなう胴割率と胴割指数の増加はわずかであると考えられる。玄米の微生物検査の結果、サタケによる測定では一般生菌数は原料が6.44 log CFU/gであり、過熱蒸気処理後4.33 log CFU/gに減少した。農総研による測定では、原料が6.18 log CFU/gであり、過熱蒸気処理後3.62 log CFU/gに減少した。よって、一般生菌殺菌率はサタケでは99.2%、農総研では99.7%であった。無処理玄米に比較して、過熱蒸気処理玄米は白度が高く、整粒割合が低く、発芽勢と発芽率は低かった。精白米の試験について、無処理精白米に対して過熱蒸気処理精白米は水分がやや低く、完全粒が少なく粉状質粒が多かった。

3. 考察

基礎試験の結果から、過熱蒸気処理直後の穀温が60℃以上でコクゾウムシの完全な殺卵殺虫が可能であることが明らかになった。また、実用機試験で、過熱蒸気処理による玄米の一般生菌殺菌率は99%以上であったことから、過熱蒸気による玄米に対する殺卵殺虫能力と殺菌能力が確認された。一方で、過熱蒸気処理による玄米の発芽勢と発芽率の低下が確認され、さらに胴割率へのわずかな影響も示唆された。しかしながら、基礎試験において設定過熱蒸気温度が150℃でコクゾウムシの殺卵殺虫を完全に行うことができたことから、殺菌率が99%以上を確保できる範囲内で、実用機において過熱蒸気温度設定を下げる、または過熱蒸気照射時間を短縮することで、玄米に対する熱負荷を低減し、その結果、玄米に対する品質への影響を抑制することも可能であると考えられる。

謝辞：本試験は北海道農業施設協議会の試験として実施した。試験に際して（株）サタケから多大なご協力を得た。ここに記して謝意を表す。



第1図 過熱蒸気処理装置（LLRP）の玄米の流れおよび試料採取と温湿度測定位置。

蛍光顕微鏡による米胚乳細胞の形態観察
高橋このみ・荒木悦子・木村映一・梅本貴之
(農研機構食品研究部門)

Fluorescence microscopy of rice endosperm cells
TAKAHASHI Konomi, ARAKI Etsuko, KIMURA Eiichi and UMEMOTO Takayuki
(Institute of Food Research, NARO)

米胚乳細胞の形態的特徴は、炊飯米の物性、玄米外観品質に関連し得る重要な形質である。従来、米に対する形態学的アプローチでは、特に走査型電子顕微鏡等を用いた微細構造の観察が多く行われてきた(目崎 2006)。一方、胚乳細胞の形態観察を行う場合、玄米断面を平滑に露出させる必要があるが、完熟玄米では水分の少なさ故に硬くて脆く、一般的な方法による薄切片化が困難である。このため、これまでは完熟前の玄米を用いたり、数分茹でる前処理を行ったり、少し柔らかい状態の米における観察が多く(森田 2009, SOOD ら 1979)、完熟玄米において胚乳細胞の形態を観察し、その特徴を定量的に解析した報告はほとんどない。本報では、完熟玄米本来の性状を保った胚乳細胞の観察手法とデータ解析例について報告する。

【材料および方法】

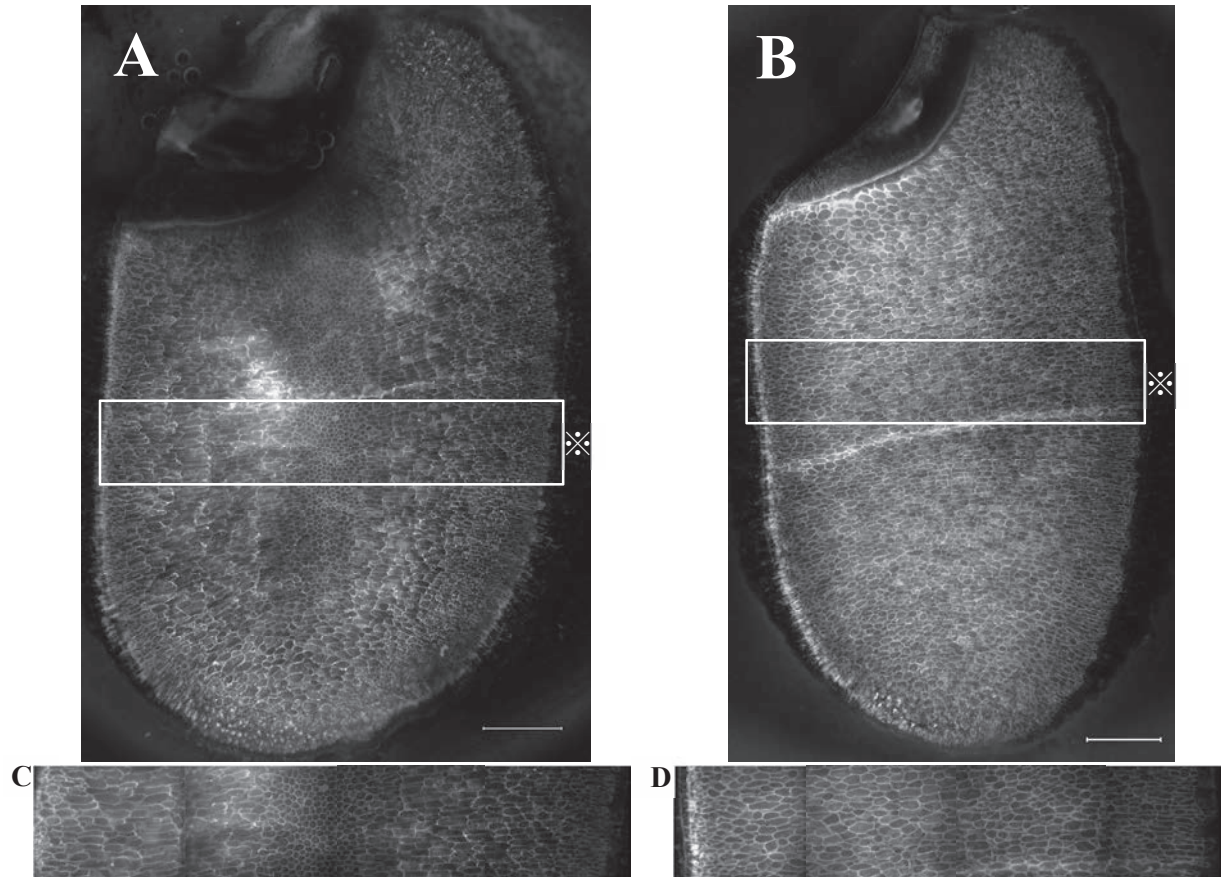
2023 年産の水稲品種「愛知旭」および「山田化」(日本在来イネコアコレクション, NARO ジーンバンク) の完熟玄米を供試した。玄米 1 粒を光硬化性手芸用レジン (UV-LED レジン星の雫 [ハードタイプ], PADICO) を充填したゼラチンカプセルの底に包埋し、紫外線ライトで硬化した。包埋サンプルを卓上ハンドミクロトーム (NTC, 日本光器製作所) に固定し、サンドペーパーで研磨することで玄米の縦断面を平滑に露出させた。断面に Calcofluor White および 10% KOH をそれぞれ 5 μ L 滴下し、細胞壁を染色した。35 mm ガラスボトムディッシュに接着し、約 1 分静置後、観察に供した。観察および撮影には、DAPI フィルター (ex: 360/40 nm, em: 460/50 nm, dichroic: 400 nm, OP-87762, KEYENCE) を備えたオールインワン蛍光顕微鏡 (BZ-X800, KEYENCE) を用いた。米粒全体の画像は、プランアポクロマート 10 倍レンズ (NA0.45, BZ-PA10, KEYENCE) を用いて焦点をずらした複数画像を撮影し、BZ-X 解析ソフトウェア (BZ-H4A, KEYENCE) で画像連結を行った。全体画像と同様にプランアポクロマート 20 倍レンズ (NA0.75, BZ-PA20, KEYENCE) で米粒中央部を横断的に 4 枚 (腹側, 内部腹側, 内部背側, 背側) 撮影し、同ソフトウェアのハイブリッドセルカウントアプリケーション (BZ-H4C, KEYENCE) を用いて細胞 1 個あたりの面積 (μm^2)、周囲長 (μm)、長径 (μm)、短径 (μm) を自動計算した。なお、各細胞の認識は手動にて補正を行った。この値を用いて、円形度 ($4\pi \times \text{面積} / \text{周囲長}^2$) および楕円度 (短径/長径) を算出した。ただし、面積が 100 μm^2 未満のデータは除いた。

【結果および考察】

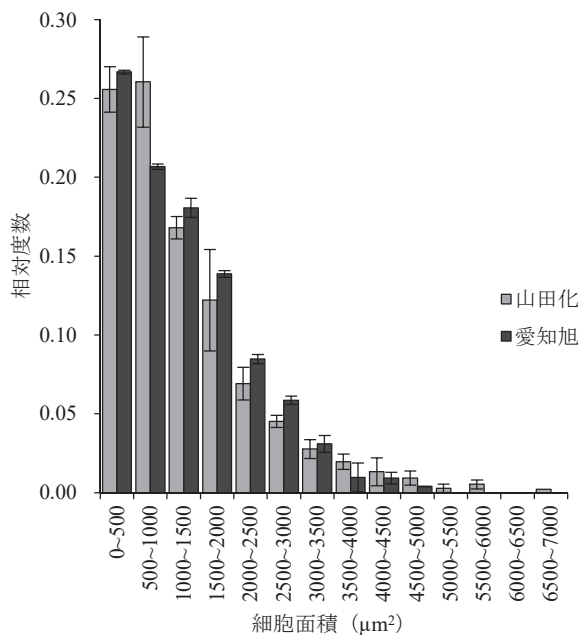
本手法により、完熟玄米の縦断面全体の胚乳細胞を個々に識別できる鮮明な画像を得ることが可能となった (第 1 図 A, B)。得られた画像から、細胞の配列や形状等、縦断面全体の特徴を捉えることができると考えられた。また、倍率を上げて部分的に撮影を行うことで、個々の細胞の認識がより容易になり (第 1 図 C, D)、サンプル粒数を増やせば定量的な解析も可能と示唆された (第 2~4 図)。本手法を用いることで、品種間差および栽培条件による形態学的影響の検討や、炊飯米物性等の特徴を持った試料の形態学的特徴の解明と関連解析も行うことができると考えられた。

引用文献

- 目崎孝昌 2006. お米の微視的構造を見る—走査電子顕微鏡による観察—. 美味技術研究会.
森田敏 2009. 水稻高温登熟障害の生理生態学的解析. 九州沖縄農業研究センター報告 52: 55-58.
SOOD B C, SIDDIQ E A and ZAMAN F U 1979. THE MECHANISM OF KERNEL ELONGATION IN RICE. Indian Society of Genetics and Plant Breeding, 39(3):457-460.

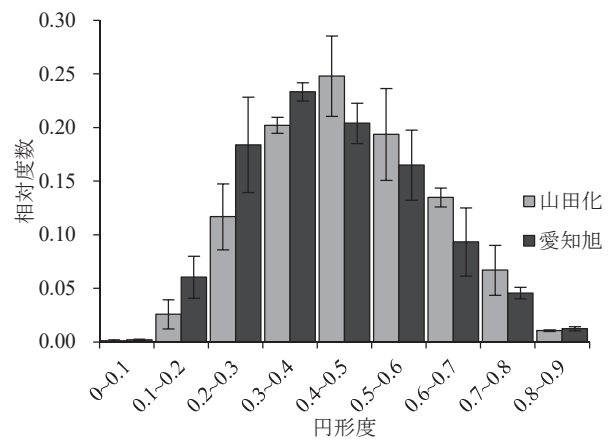


第1図 蛍光顕微鏡による玄米縦断面の撮影画像。(スケールバー: 500 μm) A: 山田化の全体像, B: 愛知旭の全体像, C: 山田化の横断面画像 (A 図の※部分), D: 愛知旭の横断面画像 (B 図の※部分)。

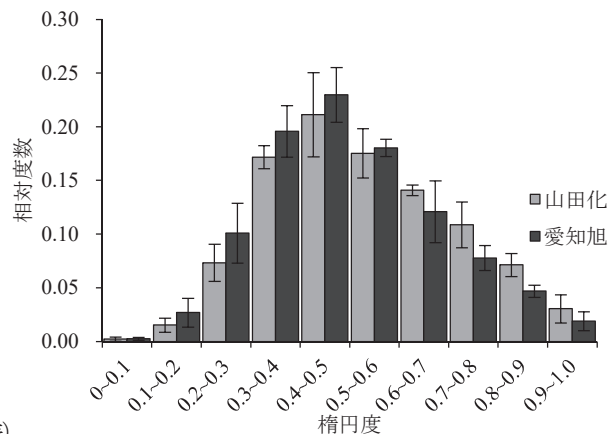


第2図 胚乳細胞面積の分布。

図中の誤差線は標準偏差 (n=3) を示す (第3,4 図も同様)。



第3図 胚乳細胞の円形度の分布。



第4図 胚乳細胞の楕円度の分布。

宮崎県におけるスマート農業体系の活用による面積拡大と収量食味の両立に向けた取組事例報告
福川泰陽¹⁾・角朋彦²⁾

(¹⁾宮崎県総合農業試験場専門技術センター, ²⁾ 宮崎県南那珂農林振興局農業経営課)

Report on the utilization of smart agriculture systems in Miyazaki prefecture for balancing between expansion
with rice yield and palatability.

FUKUGAWA Yasuaki^{1)*}, SUMI Tmomohiko²⁾

農業就業人口が減少する中、宮崎県においても土地利用型農業の大規模経営体の育成とその規模拡大が大きな課題となっている。大規模経営体が規模拡大を図る上で、繁忙期の省力化や労力確保の実現は特に重要であることから、本県では省力化技術の一つとしてスマート農業を位置づけ、水稻生産に係る各種機器の導入推進を図っており、その普及が進んでいる。

このような中、数種類のスマート農機を導入している本県の早期水稻地帯の大規模水稻経営体(30ha規模)を対象にスマート農業体系の実態を調査し、その効果や取組上の課題に関する検討を行った。

【方法】

1. 調査対象農家の概要

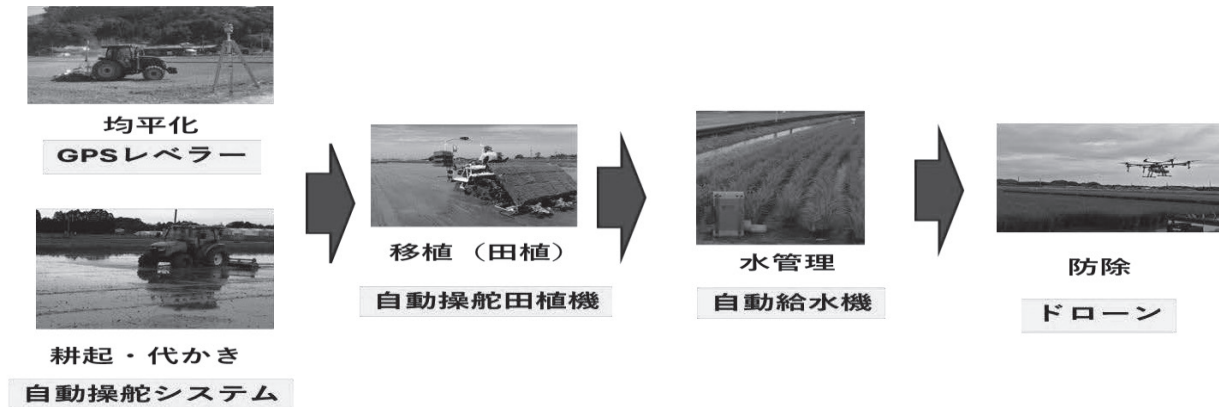
- ・宮崎県串間市で、早期水稻や加工用米、飼料用米等を約 31.6ha 作付している。
- ・作付品種は、早期水稻（ほしじろし、コシヒカリ、つや姫）を中心に 7 品種を栽培している。
- ・労働力は、5 名（家族 4 名、常雇 1 名）及び短期雇用（繁忙期）で、令和 5 年から正規で従業員の雇用（1 名）を開始した。

2. 調査対象としたスマート農業体系の概要（第 1 図）

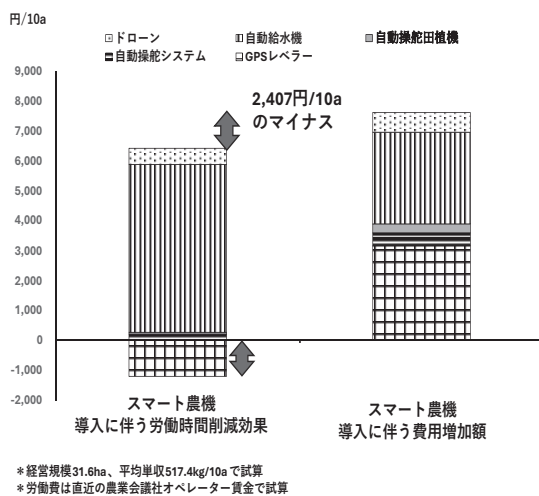
- ・GPS レベラー（スガノ農機株式会社 L3014AA）
- ・自動操舵システム（CHCNAV 社（アググローバル）NX510）
- ・自動操舵田植機（イセキ社製 8 条植え）
- ・自動給水機（農匠自動給水機（NAS-300B）及び水田ファーモ（給水バルブ、水位センサー））
- ・ドローン（FLIGHTS 社 FLIGHT-AG V3F）

【結果および考察】

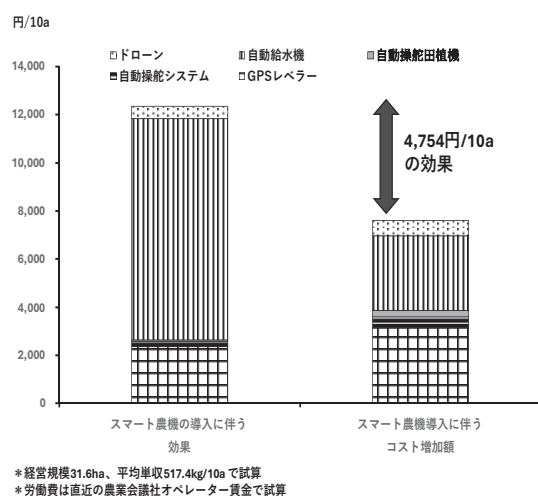
1. スマート農業体系の導入により約 3 割の労働時間削減が可能であるが、スマート農機の導入に要する費用も高額であることから、省力化に係る効果のみで導入費用をカバーすることは困難であった（第 2 図）。
2. スマート農機の導入により水管理を中心に適正な栽培管理が可能になることで収量向上効果が見込まれ、労働時間削減効果を加えた導入効果と導入費用を比較すると 10a 当たり 4,754 円の所得向上につながることを確認した（第 3 図）。
3. 取組農家からの聞き取りによると、スマート農機の導入は、代かき作業を中心に作業の軽労化に大きく貢献するとともに、未熟練者でも熟練者に近い作業速度や作業精度の確保が可能であり、特に農外から新たに雇用した従業員が円滑な農作業を実施する上で不可欠なツールとなることであった。
4. 試算結果では、スマート農業体系の導入により、約 3ha の規模拡大が可能であることが明らかとなったが、所得向上を図るためには、規模拡大と収量品質の両立が必要であり、特に未熟練者である従業員の作業速度や作業精度の向上が大きな鍵となる。
5. 従業員の作業速度や作業精度の向上を図るためには、スマート農機の操作の習熟に加えて、水稻栽培の基礎理論や基本技術の理解が必要である。特に近年の気候変動への対応を考慮すると水管理に関する基本技術の理解は収量や品質の向上には欠かせないことから、スマート農業体系を意識した水管理マニュアルを作成し、大規模経営体の支援を行った（第 4 図）。



第1図 調査対象のスマート農業体系の概要。



第2図 スマート農機の導入費用と労働時間削減効果の比較。



第3図 スマート農機の費用対効果の比較。

水管理は、収量・品質・食味向上の重要技術

水稲の収量や品質、食味の向上を図るためには、基本技術の助行が不可欠です。基本技術の重要技術としては、土づくりや施肥、病虫防除等に加えて、水管理があります。水管理に関しては、手作業が中心で、特別な機械や熟練を要する技術が不要なことから、単純に考えている農業者もみられますが、下図のように水管理は、稲の生育をなす重要な技術です。

【水管理の役割】

- 水分・養分の供給
- 根の活力維持
- 草姿のコントロール

- 水分や養分は、水管理を通じて供給。イネが必要とする時期に必要な水分を供給することが収量や品質、食味の向上には不可欠。
- 根の活力維持のためには、水と酸素をバランスよく供給する。*「水管理＝水をためれば良い」わけではない。
- 収量や品質、食味向上のためには、イネの草姿のコントロールが重要。*適切な水管理により、雑草の発生や過剰分げつ、倒伏が防止される。

【水管理の流れ（例：早期水稲コンヒカリ）】

		水		木		金		土		日		月		火		水		木		金		土		日		月		火		水																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		2.5		3.5		4.5		5.5		6.5		7.5		8.5		9.5		10.5		11.5		12.5		13.5		14.5		15.5		16.5		17.5		18.5		19.5		20.5		21.5		22.5		23.5		24.5		25.5		26.5		27.5		28.5		29.5		30.5		31.5		32.5		33.5		34.5		35.5		36.5		37.5		38.5		39.5		40.5		41.5		42.5		43.5		44.5		45.5		46.5		47.5		48.5		49.5		50.5		51.5		52.5		53.5		54.5		55.5		56.5		57.5		58.5		59.5		60.5		61.5		62.5		63.5		64.5		65.5		66.5		67.5		68.5		69.5		70.5		71.5		72.5		73.5		74.5		75.5		76.5		77.5		78.5		79.5		80.5		81.5		82.5		83.5		84.5		85.5		86.5		87.5		88.5		89.5		90.5		91.5		92.5		93.5		94.5		95.5		96.5		97.5		98.5		99.5		100.5		101.5		102.5		103.5		104.5		105.5		106.5		107.5		108.5		109.5		110.5		111.5		112.5		113.5		114.5		115.5		116.5		117.5		118.5		119.5		120.5		121.5		122.5		123.5		124.5		125.5		126.5		127.5		128.5		129.5		130.5		131.5		132.5		133.5		134.5		135.5		136.5		137.5		138.5		139.5		140.5		141.5		142.5		143.5		144.5		145.5		146.5		147.5		148.5		149.5		150.5		151.5		152.5		153.5		154.5		155.5		156.5		157.5		158.5		159.5		160.5		161.5		162.5		163.5		164.5		165.5		166.5		167.5		168.5		169.5		170.5		171.5		172.5		173.5		174.5		175.5		176.5		177.5		178.5		179.5		180.5		181.5		182.5		183.5		184.5		185.5		186.5		187.5		188.5		189.5		190.5		191.5		192.5		193.5		194.5		195.5		196.5		197.5		198.5		199.5		200.5		201.5		202.5		203.5		204.5		205.5		206.5		207.5		208.5		209.5		210.5		211.5		212.5		213.5		214.5		215.5		216.5		217.5		218.5		219.5		220.5		221.5		222.5		223.5		224.5		225.5		226.5		227.5		228.5		229.5		230.5		231.5		232.5		233.5		234.5		235.5		236.5		237.5		238.5		239.5		240.5		241.5		242.5		243.5		244.5		245.5		246.5		247.5		248.5		249.5		250.5		251.5		252.5		253.5		254.5		255.5		256.5		257.5		258.5		259.5		260.5		261.5		262.5		263.5		264.5		265.5		266.5		267.5		268.5		269.5		270.5		271.5		272.5		273.5		274.5		275.5		276.5		277.5		278.5		279.5		280.5		281.5		282.5		283.5		284.5		285.5		286.5		287.5		288.5		289.5		290.5		291.5		292.5		293.5		294.5		295.5		296.5		297.5		298.5		299.5		300.5		301.5		302.5		303.5		304.5		305.5		306.5		307.5		308.5		309.5		310.5		311.5		312.5		313.5		314.5		315.5		316.5		317.5		318.5		319.5		320.5		321.5		322.5		323.5		324.5		325.5		326.5		327.5		328.5		329.5		330.5		331.5		332.5		333.5		334.5		335.5		336.5		337.5		338.5		339.5		340.5		341.5		342.5		343.5		344.5		345.5		346.5		347.5		348.5		349.5		350.5		351.5		352.5		353.5		354.5		355.5		356.5		357.5		358.5		359.5		360.5		361.5		362.5		363.5		364.5		365.5		366.5		367.5		368.5		369.5		370.5		371.5		372.5		373.5		374.5		375.5		376.5		377.5		378.5		379.5		380.5		381.5		382.5		383.5		384.5		385.5		386.5		387.5		388.5		389.5		390.5		391.5		392.5		393.5		394.5		395.5		396.5		397.5		398.5		399.5		400.5		401.5		402.5		403.5		404.5		405.5		406.5		407.5		408.5		409.5		410.5		411.5		412.5		413.5		414.5		415.5		416.5		417.5		418.5		419.5		420.5		421.5		422.5		423.5		424.5		425.5		426.5		427.5		428.5		429.5		430.5		431.5		432.5		433.5		434.5		435.5		436.5		437.5		438.5		439.5		440.5		441.5		442.5		443.5		444.5		445.5		446.5		447.5		448.5		449.5		450.5		451.5		452.5		453.5		454.5		455.5		456.5		457.5		458.5		459.5		460.5		461.5		462.5		463.5		464.5		465.5		466.5		467.5		468.5		469.5		470.5		471.5		472.5		473.5		474.5		475.5		476.5		477.5		478.5		479.5		480.5		481.5		482.5		483.5		484.5		485.5		486.5		487.5		488.5		489.5		490.5		491.5		492.5		493.5		494.5		495.5		496.5		497.5		498.5		499.5		500.5		501.5		502.5		503.5		504.5		505.5		506.5		507.5		508.5		509.5		510.5		511.5		512.5		513.5		514.5		515.5		516.5		517.5		518.5		519.5		520.5		521.5		522.5		523.5		524.5		525.5		526.5		527.5		528.5		529.5		530.5		531.5		532.5		533.5		534.5		535.5		536.5		537.5		538.5		539.5		540.5		541.5		542.5		543.5		544.5		545.5		546.5		547.5		548.5		549.5		550.5		551.5		552.5		553.5		554.5		555.5		556.5		557.5		558.5		559.5		560.5		561.5		562.5		563.5		564.5		565.5		566.5		567.5		568.5		569.5		570.5		571.5		572.5		573.5		574.5		575.5		576.5		577.5		578.5		579.5		580.5		581.5		582.5		583.5		584.5		585.5		586.5		587.5		588.5		589.5		590.5		591.5		592.5		593.5		594.5		595.5		596.5		597.5		598.5		599.5		600.5		601.5		602.5		603.5		604.5		605.5		606.5		607.5		608.5		609.5		610.5		611.5		612.5		613.5		614.5		615.5		616.5		617.5		618.5		619.5		620.5		621.5		622.5		623.5		624.5		625.5		626.5		627.5		628.5		629.5		630.5		631.5		632.5		633.5		634.5		635.5		636.5		637.5		638.5		639.5		640.5		641.5		642.5		643.5		644.5		645.5		646.5		647.5		648.5		649.5		650.5		651.5		652.5		653.5		654.5		655.5		656.5		657.5		658.5		659.5		660.5		661.5		662.5		663.5		664.5		665.5		666.5		667.5		668.5		669.5		670.5		671.5		672.5		673.5		674.5		675.5		676.5		677.5		678.5		679.5		680.5		681.5		682.5		683.5		684.5		685.5		686.5		687.5		688.5		689.5		690.5		691.5		692.5		693.5		694.5		695.5		696.5		697.5		698.5		699.5		700.5		701.5		702.5		703.5		704.5		705.5		706.5		707.5		708.5		709.5		710.5		711.5		712.5		713.5		714.5		715.5		716.5		717.5		718.5		719.5		720.5		721.5		722.5		723.5		724.5		725.5		726.5		727.5		728.5		729.5		730.5		731.5		732.5		733.5		734.5		735.5		736.5		737.5		738.5		739.5		740.5		741.5		742.5		743.5		744.5		745.5		746.5		747.5		748.5		749.5		750.5		751.5		752.5		753.5		754.5		755.5		756.5		757.5		758.5		759.5		760.5		761.5		762.5		763.5		764.5		765.5		766.5		767.5		768.5		769.5		770.5		771.5		772.5		773.5		774.5		775.5		776.5		777.5		778.5		779.5		780.5		781.5		782.5		783.5		784.5		785.5		786.5		787.5		788.5		789.5		790.5		791.5		792.5		793.5		794.5		795.5		796.5		797.5		798.5		799.5		800.5		801.5		802.5		803.5		804.5		805.5		806.5		807.5		808.5		809.5		810.5		811.5		812.5		813.5		814.5		815.5		816.5		817.5		818.5		819.5		820.5		821.5		822.5		823.5		824.5		825.5		826.5		827.5		828.5		829.5		830.5		831.5		832.5		833.5		834.5		835.5		836.5		837.5		838.5		839.5		840.5		841.5		842.5		843.5		844.5		845.5		846.5		847.5		848.5		849.5		850.5		851.5		852.5		853.5		854.5		855.5		856.5		857.5		858.5		859.5		860.5		861.5		862.5		863.5		864.5		865.5		866.5		867.5		868.5		869.5		870.5		871.5		872.5		873.5		874.5		875.5		876.5		877.5		878.5		879.5		880.5		881.5		882.5		883.5		884.5		885.5		886.5		887.5		888.5		889.5		890.5		891.5		892.5		893.5		894.5		895.5		896.5		897.5		898.5		899.5		900.5		901.5		902.5		903.5		904.5		905.5		906.5		907.5		908.5		909.5		910.5		911.5		912.5		913.5		914.5		915.5		916.5		917.5		918.5		919.5		920.5		921.5		922.5		923.5		924.5		925.5		926.5		927.5		928.5		929.5		930.5		931.5		932.5		933.5		934.5		935.5		936.5		937.5		938.5		939.5		940.5		941.5		942.5		943.5		944.5		945.5		946.5		947.5		948.5		949.5		950.	

日本水稲品質・食味研究会と中国における良食味米の研究

崔 晶

(天津農学院・天津市優質良食味米科学技術国際連合研究センター)

Japanese Society for Rice Quality and Palatability,
and China High-quality Taste Rice Research

CUI Jing

(Tianjin Agricultural University: Tianjin Taste Rice Quality and Palatability International Joint Research
Center)

中国には「民は食をもって天と為し、食は稲をもって先と為す」という古い言葉がありますが、私は自分の体験から「人は餐を樂とし、餐は味を縁とする」と感じています。すなわち、人々との間も、中国と日本との間も同じように「美味しい食＝良食味」という縁で結ばれているように思うのです。私は留学のために渡日した 1996 年から日本の美味しいご飯に魅了され、美味しい米のために一生を捧げる決心をしました。

私の中国産米の食味に対する本格的な研究は 2000 年に始まりました。その頃の私は研究意欲が旺盛で、指導教官である楠谷彰人教授のもとで水稲の食味研究を開始して以来、この道一筋に歩んできました。中日協力の第一歩となる記念的論文は、丹野久先生のご協力によって完成した「中国天津産水稲の食味に関する研究—品種間差異」（日本作物学会紀事 2000 年 69 巻）です。この他にも 5 年間の留学時代に私は 5 報の中国産米の食味に関する論文を書き、いずれも日作紀に掲載されました。2001 年に帰国してからも中日の食味研究協力の推進に努め、2004 年に天津市と東京大学とのプロジェクト事業の一つとして「水稲の品質・食味に関する中日共同シンポジウム」を開催しました。このシンポジウムは米の食味をテーマにした中国で初めての国際シンポジウムであったことから大きな反響を呼び、マスコミでも中国の水稲研究にとっての新しい扉が開かれたと絶賛されました。また、シンポジウムの成功が天津市政府に高く評価され、2007 年に天津市農村委員会の支援で「天津農学院中日水稲品質・食味共同研究センター」が設立されました。この共同研究センターは、研究活動が天津市の科学技術の向上に大きく貢献したと認定され、2015 年に天津市直轄の「天津市優質良食味米科学技術国際連合研究センター」に昇格しました。その後、江蘇省農業科学院と吉林省農業科学院にも水稲の食味に関する中日の共同研究センターが設置されています。

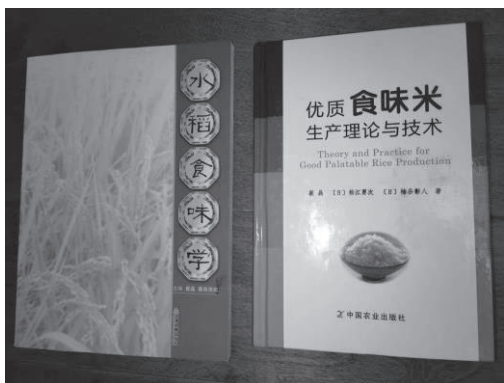
天津農学院中日水稲品質・食味共同研究センターの最初の業績は、日作紀 2011 年 80 巻に掲載された「中国産水稲ジャポニカ型品種の日中両国間におけるパネル構成員が異なる場合での食味評価」の著者である松江勇次先生、楠谷彰人先生、森田茂紀先生および共著者の中国人研究者に日本作物学会論文賞が授与されたことです。その後も楠谷先生、松江先生、尾形武文先生のご指導で中国人研究者が執筆した論文「中日両国パネルによる日本産水稲品種の食味評価」が日作紀 2015 年 84 巻に掲載された他、松江先生にご指導いただいた中日共同論文が九州大学学報に多数掲載されました。また、2007 年に崔晶、森田茂紀、松江勇次、楠谷彰人などが編集した「水稲食味学」が天津教育出版社から出版されました。その後、崔晶、松江勇次、楠谷彰人の 3 人が協力して書き上げた「優質良食味米生産の理論と技術」が 2019 年に中国農業出版社から出版され、各地の水稲研究者、生産者、米消費者に広く愛読されています。

楠谷先生と松江先生をはじめ、北海道の丹野久先生、稲津脩先生、梅本貴之先生、新橋登先生

および五十嵐俊成先生、北海道大学の川村周三先生、福井農試の小林麻子先生、新潟薬科大学の大坪研一先生と中村澄子先生、福島大学の新田洋司先生、高知大学の山本由徳先生、明治大学の塩津文隆先生、名古屋大学の近藤始彦先生、京都府立大学の増村威宏先生、岡山大学の齋藤邦行先生、九州大学の伊東正一先生、鹿児島大学の下田代智英先生、株式会社 NTT データ CCS の岩澤紀生先生、株式会社サタケの河野元信先生と藤田明子先生など日本水稻品質・食味研究会会員の先生方が中国全土の稲作地帯を回って講演した回数は 100 回以上に及んでいます。日本人の先生方は中国の学会や地方での講演会以外にも中日、中日韓、中日韓越緬（ミャンマー）、中日韓越緬印泰の研究者が参集した水稻の品質・食味に関する国際シンポジウムでも基調講演を行うとともに討論会では中心になって議論を盛り上げました。さらに先生方は大学や研究機関での人材養成にも参加し、楠谷先生と松江先生が天津農学院で指導して社会に送り出した大学院生は 10 人を超えています。彼らは現在、中国各地の水稻栽培地域で良食味米生産のリーダとして活躍中です。

このような水稻の品質・食味に関わる日本人研究者すなわち日本水稻品質・食味研究会会員の先生方の国際貢献は中国政府および各省市府から非常に高い評価を得ています。例えば、長年にわたる学術交流活動と共同研究および人材養成の実績が認められ、楠谷先生には中国国家友誼賞と天津市海河友誼賞、松江先生には天津市海河友誼賞と天津市国際科技合作賞、森田茂紀先生には天津市海河友誼賞が授与されています。

今後も中国では社会経済の発展につれて良食味米への需要が益々増えるのは間違いないので、中日間の水稻良食味米研究交流がより長く広く続くことを願っています。



新三品一標を実施し、良質な米ブランドを作る
—中国江蘇省の地域公共ブランド「水韻蘇米」の紹介—

王才林^{1,2)}・張亞東²⁾・魏曉東²⁾・趙春芳²⁾

(¹⁾ 江蘇省水韻蘇米産業研究院・²⁾ 江蘇省農業科学院食糧作物研究所・国家耐アルカリ水稻技術革新センター華東センター・江蘇省良質水稻工程技術研究センター，中国，南京，210014)

Implement excellent variety breeding, quality improvement, brand building, standardized production technology system, and create high-quality rice brands

—Introduction to the Regional Public Brand “Shuiyun Sumi” in Jiangsu Province

WANG Cailin^{1,2)}, ZHANG Yadong²⁾, WEI Xiaodong²⁾, ZHAO Chunfang²⁾

(¹⁾ Jiangsu Shuiyunsumi Rice Industrial Research Institute, ²⁾ Institute of Food Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, East China Branch of National Technology Innovation Center for Saline-Alkali Tolerant Rice, Jiangsu High Quality Rice Research and Development Center, Nanjing 210014, China)

江蘇省は中国の水稻主産省で、年間栽培面積は 220 万ヘクタール前後、総生産量は 2000 万トン近く、単産は 9 トン/ヘクタールを突破し、それぞれ中国の 17 の水稻主産省の第 6、第 4、第 1 位に位置している。江蘇省は 2018 年から「水韻蘇米」ブランドを構築し始め、6 年余り、「水韻蘇米」は無から有へ、小から大へ、省内から省外へ、名声がないから名声が上がるまで、ブランドの影響力がますます強まっている。

2020 年、中国中央農村工作会議で、農業供給側の構造改革を深く推進し、「良質品種の育成、品質の向上、ブランドの構築と標準化生産」を推進することを提案した。これが農業生産の「新三品一標」です。「新三品一標」を実施することは、米産業の質の高い発展を推進する重要な道であり、江蘇省の「水韻蘇米」ブランドの発展の成功の道でもある。

1. 良質品種の育成は米産業の高品質発展の基礎である

品種は農業のチップである。では、どのような品種が良い品種なのでしょうか。現在、中国の農業の質の高い発展を重視する情勢の下で、市場が売れ、農民が歓迎する「三好」品種、すなわち「栽培しやすい、おいしい、売りやすい」品種こそ良い品種である。

2000 年以来、江蘇省の水稻育種目標は「多収」から「良質」へ転換すると同時に、多収を維持する前提で食味品質の改良は江蘇省の水稻産業発展の主要な目標の一つとなっている。そのため、各育種専門家は米の品質の改良を非常に重視し、顕著な成果を収めた。2001-2024 年に育成された国の良質稲基準 3 級以上の良質稲品種の数は年々上昇し、合計 500 余りの良質粳米品種を育成し、その中の品質が国標 1 級に達したのは 28 品種、国標 2 級の 154 品種、国標 3 級の 157 品種、良質な糯稻 61 品種、良食味粳稻 75 品種であった。

良食味粳稻は江蘇省農業科学院の良食味水稻育種チームが率先して日本の低アミロース含有遺伝子を用いた良食味品種と江蘇省の高収量粳稻品種との交雑を利用して育成した次世代粳稻品種で、3 つの特徴がある：柔らかい、香ばしい、モチモチ。私たちは良食味粳米、つまりおいしい粳米と呼んでいます。南粳 46 は良食味粳米の傑出した代表であり、2008 年に江蘇省検定。その後、南粳 5055、南粳 9108、南粳 5718、南粳 5818 など 20 余りの南粳シリーズ品種が相次いで育成され、一部の品種は上海市、山東省、安徽省、浙江省の認定を通過し、江蘇省のすべての稲区と周辺省の稲区をカバーしている。

南粳シリーズ粳稻品種は食味品質が優れているだけでなく、生産量が高く、栽培収益が良い。現在、江蘇省の良食味半糯粳稻品種には、南粳シリーズ品種のほか、蘇香粳 3 号、蘇香粳 100、寧香粳 9 号、軟玉 7276、武香粳 113、武香粳 9127、金香玉 1 号、香縁 99、揚香玉 1 号、常香粳 1813、早香粳 1 号、常香粳 206、徐稻 9 号、鎮稻 36 号、豊粳 1606、揚農香 28、豊樂粳 88、泰香粳 1402 などがある。2024 年までに、江蘇省は 75 良食味半糯粳米品種を検定し、栽培面積が江蘇省の水稻面積の 50%以上を占めることを広め、江蘇省の米産業の高品質発展のために良好な品種基礎を築いた。江蘇省の「水韻蘇米」地域の公用ブランドが構築されたのは、

これらの市場で売れており、食味品質の良い優良食味うるち米品種を第一に選択したからこそであり、江蘇省の良質米ブランドの品質保障に堅実な基礎を築いた。

2. 品質向上は米産業の高品質発展の核心である

米産業を発展させるためには、ブランドが基礎である。ブランドをスタートさせるには、品質が鍵です。そのため、品質向上は米産業の高品質発展の核心である。

稲の品質には外観品質、加工品質、栄養品質、食味品質が含まれ、稲は主要な食糧作物であるため、食味品質は稲品質の鍵である。では、ご飯のおいしさはどんな要素と関係があるのでしょうか。香ばしいご飯を食べるには、品種、産地、栽培、収穫、乾燥、貯蔵、加工、炊飯などの面に関連しており、その中のどの一環がうまくできないと、食味の品質に影響を与える。良い米は良い品種で作られているが、良い品種があれば必ずしも良い米になるとは限らず、栽培要素は食味品質の形成に大きな影響を与える。栽培要素には播種期、密度、栽培方式、肥料の調達、水の管理、病虫害制御などが含まれる。栽培条件を良質な品種品質と生産量形成の需要に合致させ、良種と良技を組み合わせてこそ、良質な米を生産することができる。

江蘇省の水稲栽培技術の研究力は十分で、栽培技術のレベルは世界でリードしている。陳永康氏の「三黄三黒」から凌啓鴻氏の「葉齡モデル」、さらに張洪程院士の「正確な定量栽培」に至るまで、江蘇省の水稲生産量は終始世界の先頭を走っている。江蘇省の優良食味うるち米品種はまさにこれらの先進的な栽培技術の基礎の上で、硬地硬い苗皿育苗技術を用いて健やかな苗を育成し、窒素と水を減らして健康栽培を実現し、カリウムを増やしてシリコンを補うことによってイネの株抵抗性を強化し、標準化されたセット栽培技術を形成し、良食味粳稲品種の品質と生産量の協同向上を保障した。

3. ブランド構築は米産業の高品質発展の目標である

良質品種の育成、品質向上の目的はブランド作りであるため、ブランド作りは米産業の高品質発展の目標である。ブランドの核心は品質である。ブランドを作るには、既存の同じタイプのブランドとは違いが必要です。違いは特徴であり、特色や利点であり、つまり、人が持っていないものは私が持っていて、人が持っているものは私はあなたより優れている。

4. 標準化生産は米作業の高品質発展の鍵である

品質を向上させるには、標準化の生産が先行しなければならない。良い品種があれば、良い産地もあり、また規模化栽培、標準化栽培を通じて、安全でグリーンで良質な原穀を生産してこそ、おいしい米に加工することができる。江蘇省は四季がはっきりしており、雨量が豊富で、土壌が肥沃な自然の素質を持っている。優れた食味稲の食味品質を維持するために、栽培上は現地の気候条件に適した品種を選択することに注意し、窒素と水を減らす、健康栽培、カリウム添加シリコン補充、抵抗性強化を通じて、適時収穫、低温乾燥、低温貯蔵、低温加工、科学炊飯などの米産業全チェーンの標準化プロセスを通じて、香ばしいご飯を食べることができる。そのため、標準化生産は米産業の高品質発展の鍵である。

「江蘇省稲麦生産の第一モデル」と呼ばれる溧陽市南渡鎮の水韻蘇米の「三品一標」モデル基地はまさに種子から米製品までの全過程の標準化栽培技術を実施し、2023年のヘクタール当たりの最高生産量は12トンを超え、食味値は89分で、南粳46の品質と生産量の協同向上を実現し、2024年8月の南粳46稲のオークションの最高成約価格は3620元/トンに達し、国の買収保護価格より1000元/トン高く、真に良質な稲が高値で売られていることを体現し、「三品一標」の実施は栽培農家に確実な利益をもたらし、「より多くの食糧を作り、より良い食糧を作る」という現実的意義を実践した。

「水韻蘇米」はまさに江蘇省の米の優位性、特色を集めた省域公用米ブランドである。2017年以来、「水韻蘇米」は5年連続で中国食糧油ランキングの「中国食糧油影響力公共ブランド」に選ばれ、6年連続で省政府に年度の「十大主要任務、百項目重点業務の一つ」に組み入れられ、2023年、2024年と2年連続で江蘇省政府第1号文書は「水韻蘇米」の省域公用ブランド建設を持続的に推進する要求を出した。

Effects of Drying Methods on Rice Grain Quality: A Study on “Daohuaxiang 2” Variety

WANG Yujia¹⁾, GAO Ming²⁾, XU Jie²⁾, WANG Yong²⁾, WU Wenfu¹⁾, WU Zidan¹⁾, LIU Houqing²⁾

(¹⁾ Jilin University, China; ²⁾ Wilmar Biotechnology Research & Development Center Co., Ltd., China.)

Rice (*Oryza sativa* L.) is a staple cereal consumed globally, providing essential energy, vitamins, and minerals. In this study, we focused on the “Daohuaxiang 2” rice variety, compared the advantages and disadvantages of mechanical drying and natural drying, and studied the optimal harvesting time in the natural drying process, so as to reduce the weight and quality loss and provide a theoretical basis for the research on rice drying process.

Materials and Methods

1. Materials

The experimental variety was “Daohuaxiang 2”. The test period was from September 18 to October 18, 2023. The rice experimental base in Wuchang City, Harbin City, Heilongjiang Province (latitude 45.02°, longitude 127.37°). The experimental conditions were basically the same.

2. Sample collection and indicator determination

Uniform and full-grain rice samples were chosen for the experiment and dried to a moisture content around 15%. All the indexes were analyzed at the laboratory of grain storage and transportation at Jilin University and Wilmar (Shanghai) Biotechnology Research & Development Center.

Results and Discussion

1. Changes in rice under natural drying conditions

Fresh harvesting (A in Fig.1) started on September 26 with a moisture content of around 24%, natural harvesting (B in Fig.1) occurred on October 18 with a moisture content of about 14%. Frost appeared around October 4, indicating the need to complete harvesting within the latter week. The rice yellowing rate reached the harvestable standard (a in Fig.1) during this period. The moisture content of the rice grain kernel decreased significantly. As the drying process continued, dry matter consumption accelerated, followed by the phenomenon of latent loss (b in Fig.1) with the value size of 5.31%.

2. Changes in antioxidant enzyme activities during natural drying of rice

Rice antioxidant enzyme activities exhibit a characteristic pattern of increase followed by decrease with harvesting time in Fig.2. The catalase (CAT) enzyme activity reached a maximum value of 130.89 U/g on October 6; peroxidase (POD) enzyme activity reached its peak at 296.99 U/g on October 4; superoxide dismutase (SOD) enzyme activity reached a maximum value of 11664.96 U/g on October 2.

3. Optimal harvesting time in natural drying process

First of all, we identified the week with the highest enzyme activity as the starting point for assessing the optimal harvest time. Additionally, we considered the fluctuations in rice weight and quality. Based on our analysis, the optimal harvesting window for rice spanned from October 6 to October 12. This timeframe corresponds to 72 to 78 days after heading.

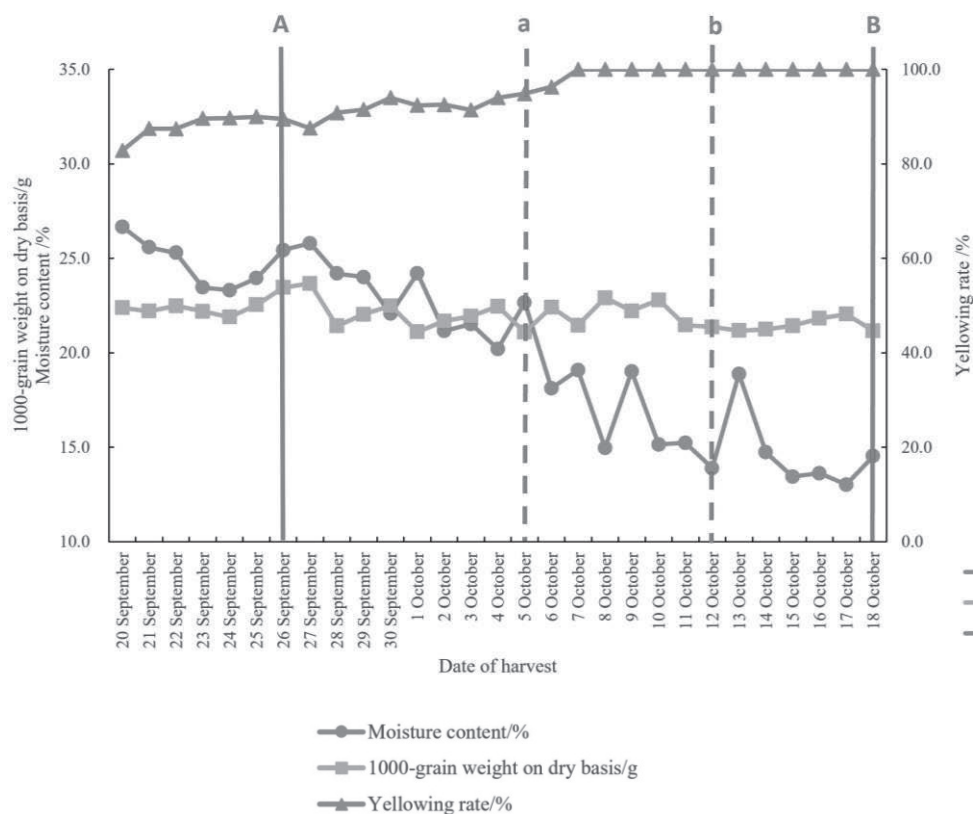


Fig.1 Rice drying curves under natural conditions.

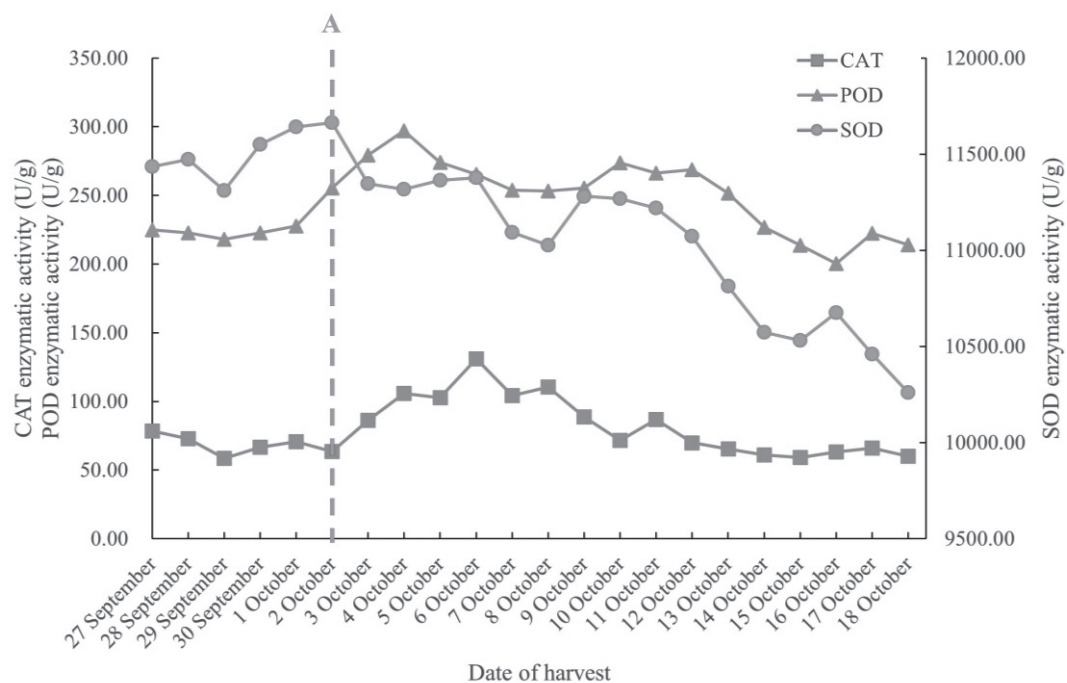


Fig.2 Antioxidant enzyme activity curves during natural drying.

4. Advantages and disadvantages of natural and mechanical drying methods

① Antioxidant Enzyme Activity: Compared to natural drying, the mechanical drying process exhibits a declining trend in overall antioxidant enzyme activity, as indicated in Table 1.

Table 1 Changes in antioxidant enzyme activities during mechanical drying process.

	SOD	CAT	POD
Before (U/g)	10902.16	79.12	390.37
After (U/g)	10714.62	48.53	335.11

② Moisture Content Changes: Mechanical drying, while faster, consumes energy. It took about 36 hours and moisture content decreased from 28.25% to 15.61%, with an average precipitation rate of 0.35% per hour. In contrast, natural drying spanned 20 days, with moisture content decreasing from 26.7% to 16.5%.

③ Toxin Contamination: Neither natural nor mechanical drying resulted in detectable toxin contamination or content exceeding maximum limits.

④ Cost Comparison: Natural drying is costlier than mechanical drying. Under mechanical drying conditions, combine harvester-based straight harvesting cost 150 yuan per mu, and mechanical drying cost 160 yuan per ton, translating to approximately 0.4 yuan per kilogram of rice. In contrast, natural drying incurred expenses of 200 yuan per mu for rice harvesting, 40 yuan per mu for stacking, and 240 yuan per mu for threshing, resulting in a cost of approximately 0.7 yuan per kilogram of rice.

In summary, natural drying is simple and cost-effective but slower, while mechanical drying offers precise control and faster drying times but comes with equipment costs and potential risks. Farmers often choose based on their specific needs and available resources.

Effects of Cultivating Locations on Yield and Quality of Rice Varieties Nanjing 5718 and
Nanjing 9308

ZHANG Yadong, ZHAO Chunfang, LUO Lei, ZHAO Qingyong, WANG Cailin

(Institute of Food Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences/East China Branch of
National Center of Technology Innovation for Saline-Alkali Tolerant Rice/Jiangsu High Quality
Rice R&D Center, Nanjing 210014)

Nanjing 5718 and Nanjing 9308 are two new excellent middle maturity japonica rice varieties with high eating quality, which are largely cultivated in central and northern regions of Jiangsu Province. However, yield and rice quality of them derived from different planting areas have not been systematically compared yet. In this study, we used the rice varieties of Nanjing 5718 and Nanjing 9308 derived from three planting regions: Nanjing (NJ), Lianshui (LS), and Lianyungang (LYG) as the test materials to systematically investigated the differences in 1000-grain weight, yield, processing quality, appearance quality, physicochemical characteristics, eating quality, RVA viscosity values.

The analysis of variance showed that there were significant differences for most parameters among varieties, locations and interaction of two factors (Table 1). This indicated that planting location has an important impact on yield and quality related parameters of Nanjing 5718 and Nanjing 9308 rice varieties. Multiple comparisons were thus conducted to analyze the differences in these traits among varieties and locations (Fig 1). For Nanjing 5718, rice yield derived from LYG was the highest, but 1000-grain weight was the lowest. Nanjing 9308 had the highest 1000-grain weight in LS, sequentially followed by LYG and NJ. There were no significant differences in yield for Nanjing 9308 among three locations. 1000-grain weight of Nanjing 5718 was higher than that of Nanjing9308. The processing quality traits of brown rice rate and milled rice rate of both varieties showed the lowest values in NJ and the highest values in LS. On the contrary, the traits of chalkiness rate and chalkiness degree were significantly higher in NJ than in LS and LYG. The physicochemical parameters of amylose content and protein content of both varieties were lower in LS than in NJ and LYG, and the highest value of protein content was detected in LYG. The higher values of eating quality of cooked rice for Nanjing 5718 were detected in NJ and LS, while for Nanjing 9308 the highest taste value was detected in LS. For hardness and stickiness of cooked rice, the lower values was found only in NJ for NJ9308. There were little differences between other locations and varieties. The viscosity values of RVA in different locations were NJ>LS>LYG for Nanjing 5718, and LS>NJ>LYG for Nanjing 9308. For two rice varieties, the significant differences mainly existed in 1000-grain weight, yield, brown and milled rice rate, chalkiness rate, amylose content, taste and stickiness values of cooked rice, RVA properties of peak, through and breakdown viscosity, which might be determined by their genetic characteristics. Overall, cultivating location plays a critical impact on rice grain weight, yield and rice quality of Nanjing 5718 and Nanjing 9308; “Lianshui ” location had the best performance in comprehensive traits investigated in this study.

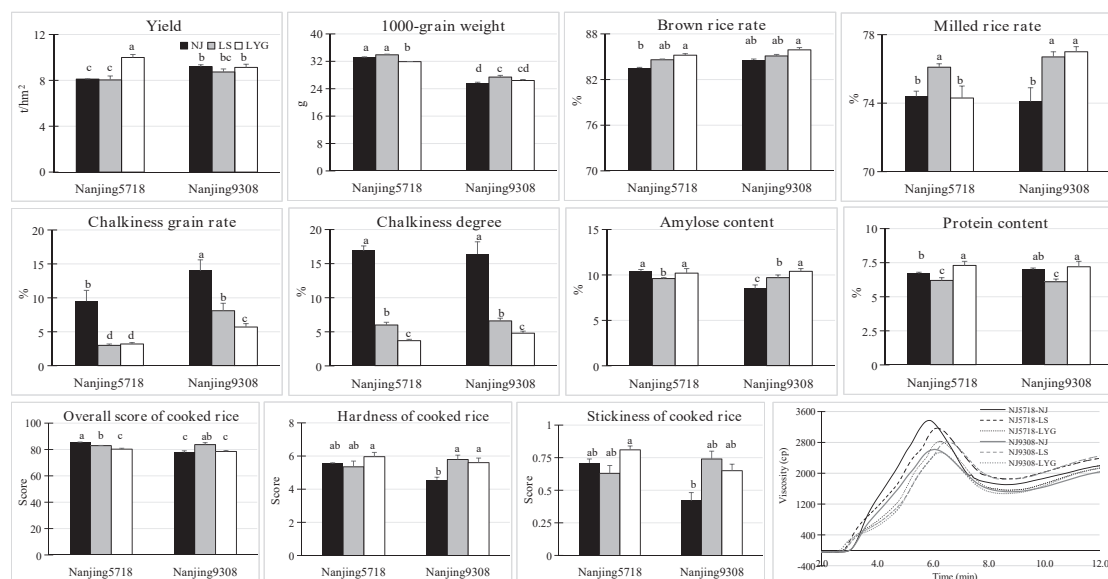
Table 1 Analysis of variance for yield and rice quality traits of Nanjing 5718 and Nanjing 3908 derived from different locations

Variance source	df	Yield related traits		Processing quality		Appearance quality		Physicochemical properties		
		1000-grain weight (g)	Yield t/hm ²	Brown rice rate (%)	Milled rice rate (%)	Chalkiness rate (%)	Chalkiness degree (%)	Amylose content (%)	Protein content (%)	Gel consistency (mm)
Replicates	2	0.2	2.4	3	1.3	1.2	0.7	0.1	1.2	2.7
Variety	1	3784.3**	5.1*	181.2**	215.6**	94.3**	1.1	67.2**	1.2	5.5*
Location		92.2**	30.0**	187.1**	173.7**	213.8**	744.9**	44.7**	126.0**	21.5**
Variety×Location	2	23.4**	22.2**	12.9**	6.6**	2.7	12.2**	118.0**	11.5**	2.5

Continued...

Note: * and ** indicate the significant differences at 0.05 and 0.01 respectively.

Eating quality				Viscosity	Through Viscosity	Breakdown Viscosity	Final Viscosity	Setback Viscosity	Pasting Viscosity
Hardness	Stickiness	Elasticity	Taste value						
1.3	1	0.3	1.6	0.7	1.4	3.3	2.9	3.1	3.1
1.4	12.6**	4.9*	46.1**	647.3**	45.6**	360.9**	1.6	656.8**	20.7**
21.9**	3.1	0.6	262.6**	157.9**	75.9**	44.8**	46.6**	126.7**	357.7**
19.7**	46.5**	0.8	218.0**	83.4**	40.4**	14.7**	50.4**	10.9**	1.4



Note: means within the same chart followed by the different small letters are significantly different at 5% level.

Fig. 1 Analysis of differences in yield, quality, and RVA parameters of rice varieties “Nanjing5718” and Nanjing “9308” varieties from ‘NJ’, ‘LS’ and ‘LYG’ locations.

Effects of Delayed Harvest on the Processing Quality, Appearance Quality, and Taste Quality of *japonica* Rice

WEI Xiaodong, ZHAO Chunfang, WANG Cailin, ZHANG Yadong

(Institute of Food Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, East China Branch of National Technology Innovation Center for Saline-Alkali Tolerant Rice, Nanjing Branch of China National Center for Rice Improvement, Jiangsu High Quality Rice Research and Development Center, Nanjing 210014, China)

In order to clarify the effect of delayed harvest on rice quality, six *japonica* rice varieties were used to analyze the effect of delayed harvest on rice processing quality, appearance quality and eating quality. The tested varieties were Nanjing 46, Nanjing 8911, Nanjing 9108, Nanjing 5718, changnongjing 8 and Yongyou 1540. Three harvest periods were set, including normal harvest (control), delayed harvest for 1 week and delayed harvest for 2 weeks. The randomized block design was repeated three times. The investigated characters included brown rice rate (%), milled rice rate (%), head rice rate (%), transparency, chalky grain rate (%), chalkiness (%), amylose content (AC, %), protein content (PC, %), gel consistency (GC, mm), RVA characteristics, rice appearance, taste, hardness, stickiness, balance, elasticity and taste value (TV). RVA characteristics included peak viscosity (PV), hot viscosity (HV), final viscosity (FV), breakdown viscosity (BDV=PV–HV), setback viscosity (SBV=FV–PV), recovery viscosity (CSV=FV–HV), pasting temperature (PaT), and peak time (PeT).

From the results of analysis of variance (Table 1), it could be seen that the differences between the varieties were significant at 1% level except for the stickiness and balance of rice, indicating that there were extremely significant differences in processing quality, appearance quality and eating quality among the tested varieties. The differences of brown rice rate, milled rice rate, head rice rate, chalky grain rate, chalkiness, amylose content, protein content, gel consistency, stickiness, balance and peak viscosity at different harvest times were all significant at 1%. Delaying harvest led to the first increase and then decrease of brown rice, significantly reducing milled rice and head rice, increasing the chalky grain and chalkiness, improving the content of amylose and protein, reducing the gel consistency, increasing stickiness and balance of rice. Although the difference in taste value at different harvest times did not reach a significant level, the taste value showed a downward trend with the delay of harvest time (Fig. 1). The interaction between harvest time and varieties also reached a significant level of 1% in brown rice rate, milled rice rate, head rice rate, chalky grain rate, amylose content, protein content, gel consistency and balance, indicating that the effect of harvest time on these traits varied with varieties. For example, the brown rice rate of most varieties increased first and then decreased with the delay of harvest time, while Yongyou 1540 increased with the delay of harvest time. This may be because Yongyou 1540 was an *indica-japonica* hybrid rice with large panicle type and longer filling time, and its brown rice rate was the lowest among the six tested varieties. The milled rice rate and head rice rate of Nanjing 5718 decreased more with the delay of harvest time, and the head rice rate of Nanjing 9108 also decreased more with the delay of harvest time. The chalky grain rate of Nanjing 5718 increased first and then decreased with the delay of harvest time, while that of Nanjing 46 and Nanjing 8911 decreased first and then increased. In general, the amylose content increased significantly with the delay of harvest time, and the non-waxy varieties Yongyou 1540 and changnongjing 8 increased more significantly. The protein

content also increased significantly with the delay of harvest time, but the protein content of Yongyou 1540 harvested two weeks later increased the most, while the protein content of Nanjing 46, Nanjing 9108 and Nanjing 8911 harvested two weeks later decreased slightly. Gel consistency decreased significantly with the delay of harvest time, but Yongyou 1540, changnongjing 8 and Nanjing 8911 had a trend of first decreasing and then increasing, while Nanjing 5718 and Nanjing 9108 increased first and then decreased. The balance of most varieties increased significantly with the delay of harvest time, of which Nanjing 5718 increased significantly, but Yongyou 1540 decreased significantly with the delay of harvest time, and Nanjing 9108 increased first and then decreased (Fig. 2). It could be seen that the effect of delayed harvest on quality traits was significantly different among different varieties, and most traits of Yongyou 1540 changed significantly in different harvest times.

Table 1 Analysis of variance for quality traits of six rice varieties in different harvest time.

Source of variance	df	Brown rice (%)	Milled rice (%)	Head rice (%)	Transparency	Chalky grain (%)	Chalkiness (%)	PC (%)	AC (%)
Repetition	2	0.32	1.19	2.29	1.18	0.19	0.01	0.26	2.28
Harvest time	2	48.83**	87.03**	506.20**	2.19	11.59**	6.39**	24.33**	10.56**
Variety	5	222.17**	54.56**	29.56**	125.09**	150.39**	68.11**	169.06**	1828.56**
Harvest time × Variety	10	5.59**	24.42**	44.40**	1.99	3.06**	1.74	22.83**	4.87**

Continued Table 1 Analysis of variance for quality traits of six rice varieties in different harvest time.

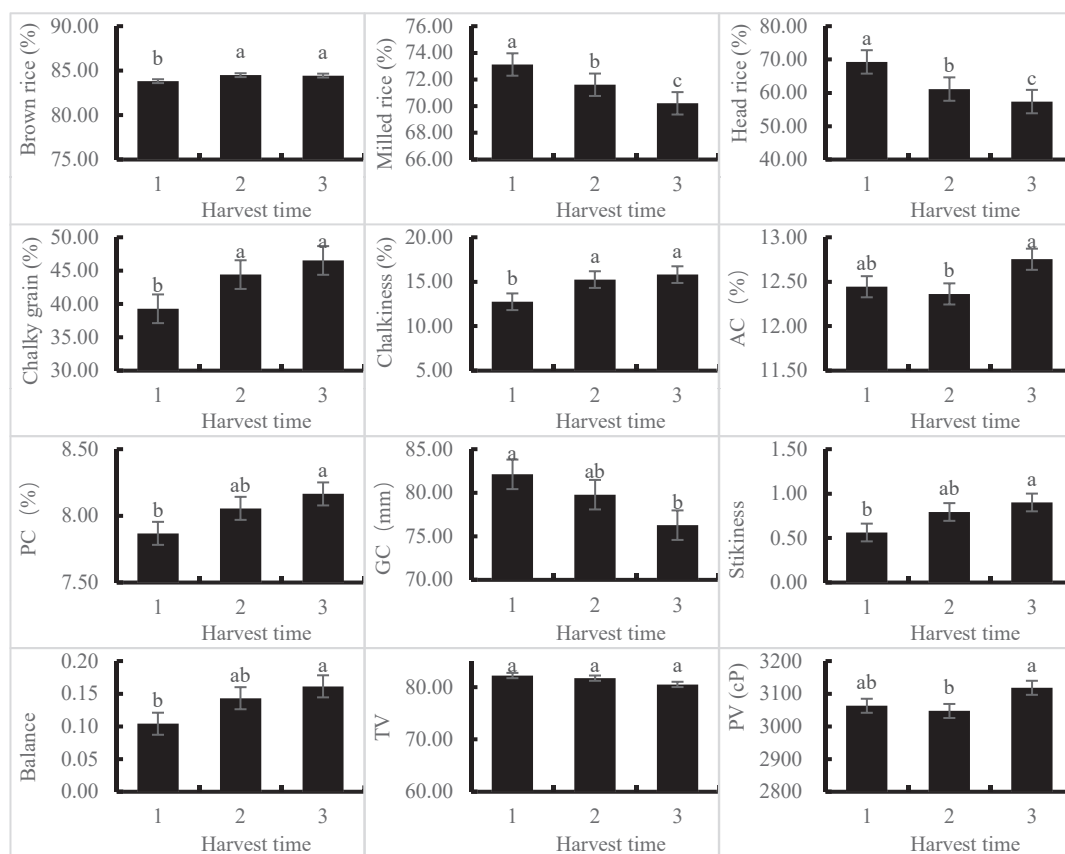
Source of variance	df	GC (mm)	Appearance	Taste	Hardness	Stickiness	Balance	Elasticity	TV
Repetition	2	1.69	0.32	0.08	0.19	0.62	0.67	0.29	0.86
Harvest time	2	27.02**	0.39	1.84	1.71	28.51**	21.23**	0.25	1.79
Variety	5	44.00**	11.62**	6.79**	9.87**	1.04	1.50	4.28**	11.40**
Harvest time × Variety	10	7.64**	1.48	0.70	1.41	2.05	3.01**	0.73	1.95

Continued Table 1 Analysis of variance for quality traits of six rice varieties in different harvest time.

Source of variance	df	PV (cP)	HV (cP)	BDV (cP)	FV (cP)	SBV (cP)	CSV (cP)	PeT (min)	PaT (°C)
Repetition	2	1.37	1.00	0.84	1.07	1.23	0.61	0.85	0.55
Harvest time	2	7.17**	1.17	1.74	1.70	2.59	0.00	1.13	0.50
Variety	5	104.56**	44.28**	43.84**	131.70**	168.54**	458.36**	52.71**	36.96**
Harvest time × Variety	10	2.00	0.31	0.31	0.87	0.75	1.12	0.40	0.67

The data of each character in the table is F value.

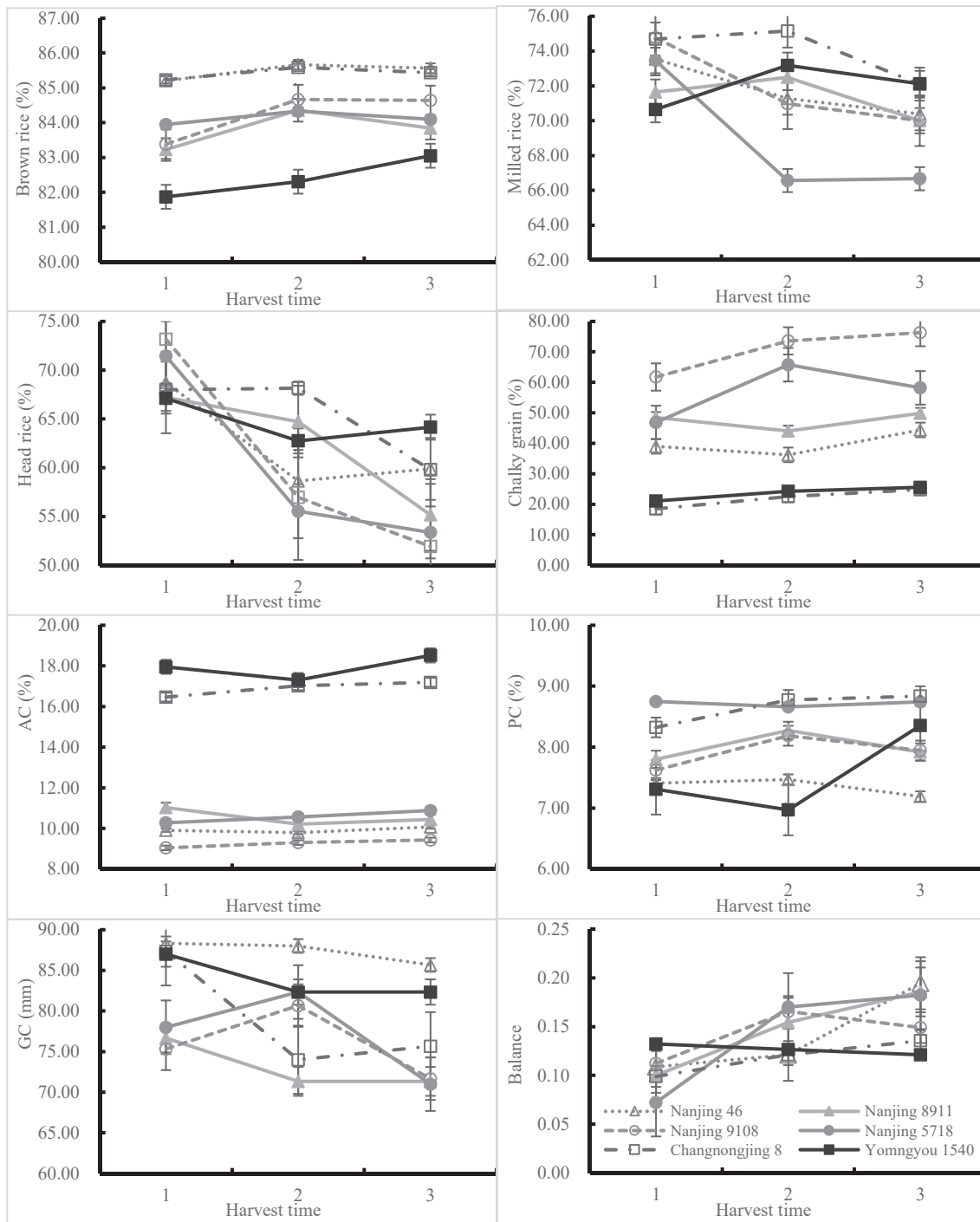
** represent significant difference at 1% level.



Harvest time 1, 2 and 3 represent normal harvest (control), delayed harvest for 1 week and delayed harvest for 2 weeks, respectively.

Fig. 1 Changes in quality traits of rice at different harvest times.

Conclusion: To ensure good quality of rice, it should be harvested within one week after maturity. Delaying harvest will significantly reduce the milled rice rate and head rice rate, increase the chalky grain rate and chalkiness, increase the amylose content and protein content, reduce the gel consistency, increase the stickiness and balance of rice, and the taste value shows a downward trend. The effects of harvest time on brown rice rate, milled rice rate, head rice rate, chalky grain rate, amylose content, protein content, gel consistency and balance were significantly different among different varieties.



Harvest time 1, 2 and 3 represent normal harvest (control), delayed harvest for 1 week and delayed harvest for 2 weeks, respectively.

Fig. 2 Changes in rice quality traits of different varieties at different harvest times.

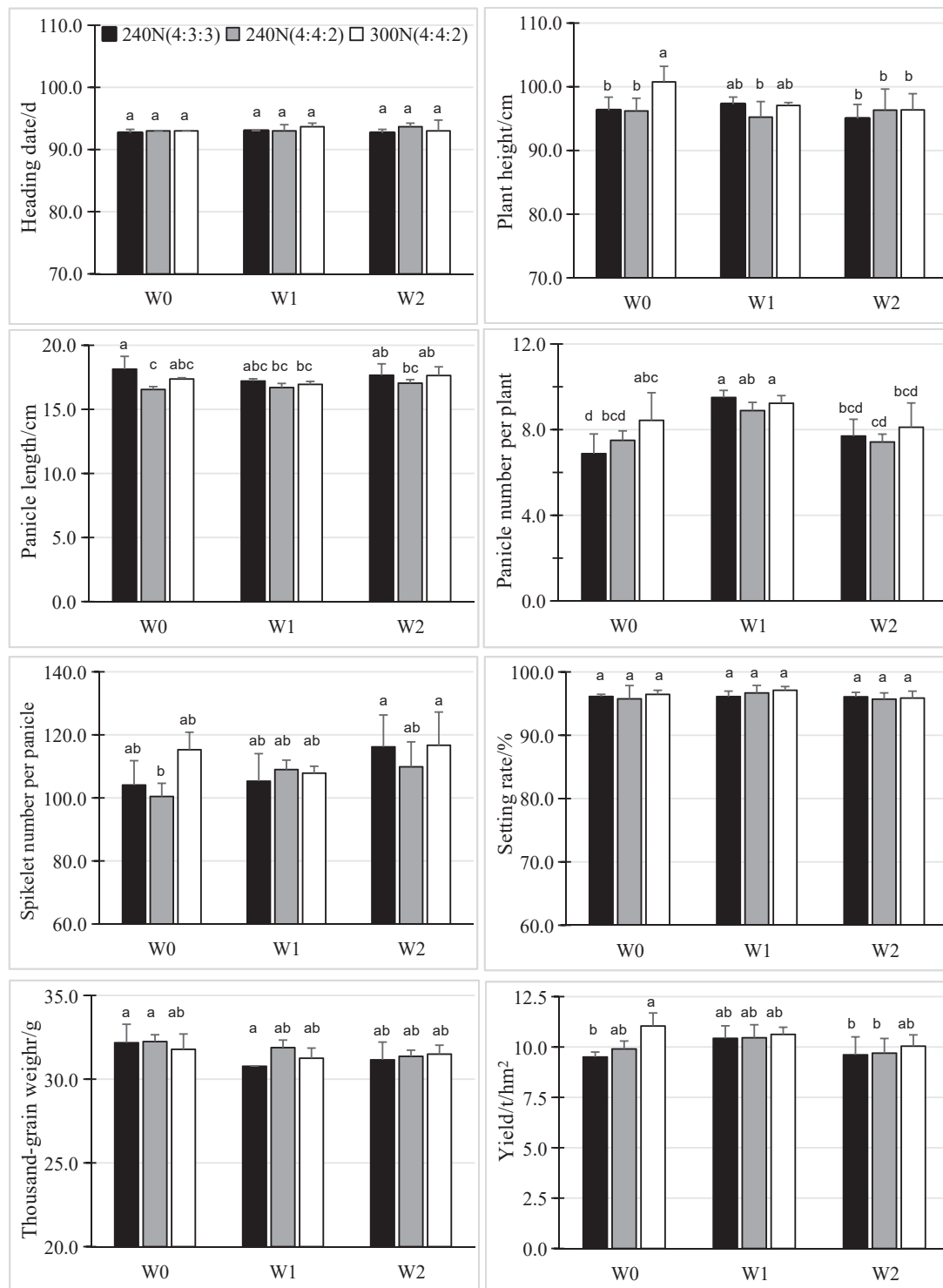
Effects of water-saving irrigation and nitrogen reduction strategies on the yield and eating quality traits of excellent taste *japonica* super rice “Nanjing 5718” and “Nanjing 3908”

ZHAO Chunfang, LUO Lei, ZHANG Yadong, WANG Cailin

(Institute of Food Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, East China Branch of National Center of Technology Innovation for Saline-Alkali Tolerant Rice, Jiangsu High Quality Rice R&D Center, Nanjing 210014)

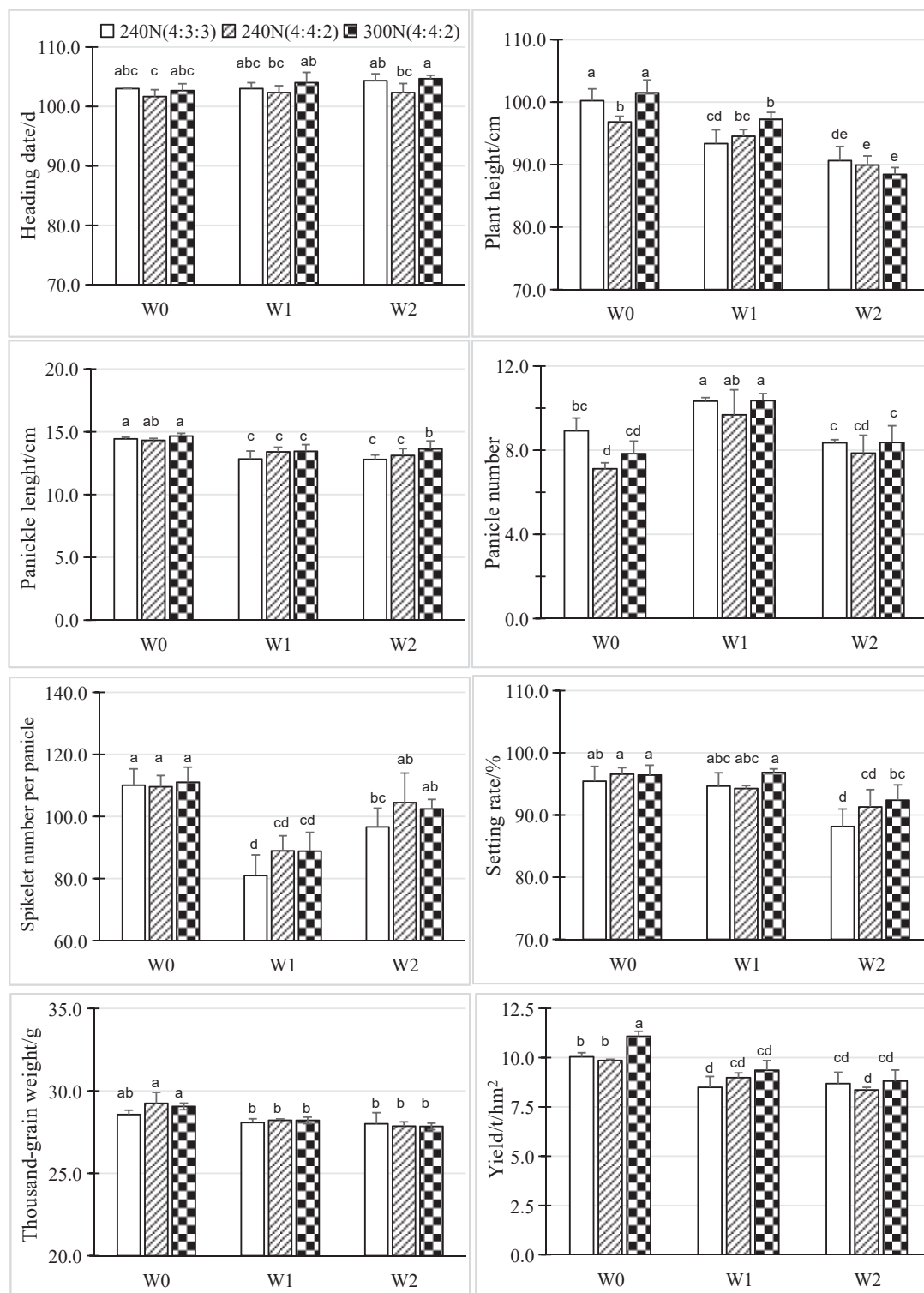
In order to save fresh water resources, reduce the dosage of chemical fertilizers, and realize the coordinated and efficient utilization of resources of water and fertilizer, the high-quality rice varieties “Nanjing 5718” and “Nanjing 3908” were used as the test materials. Three irrigation patterns (W0: water irrigation; W1: wet irrigation; W2: irrigation of dry and wet alternation) and three nitrogen application methods: N amount 240 kg/hm² with N fertilizer ratio 4:3:3 [240N (4:3:3)], N amount 240 kg/hm² with N fertilizer ratio 4:4:2 [240N (4:4:2)] and N amount 300 kg/hm² with N fertilizer ratio 4:3:3 [240N (4:3:3)] were set up in this study. The effects of different irrigation and N application patterns on yield related traits, quality and nitrogen fertilizer utilization efficiency under were analyzed.

Analysis of variance showed that water-saving irrigation and N-reduction strategies significantly affected yield, rice quality and related traits. Significant differences for both varieties were only found in three N-reduction strategies under W0 but not under W1 and W2. Compared to W0 and W2, rice yield in W1 were increased for NJ5718 by 5.66% and 7.95%, and for NJ3908 - 8.87% and 7.42% respectively. The plant height and panicle length, spikelets per panicle, setting rate and grain weight were decreased significantly for NJ3908 but didn't show obvious differences for NJ5718 (Fig 1-2). For processing and appearance quality, water-saving and N-reduction strategies mainly affected chalkiness rate and chalkiness degree, and had little effects on brown rice rate and transparency. In comparison with W0, chalkiness rate and chalkiness degree of 240N (4:4:2) in W1 and W2 were significantly lower than those of 240N (4:3:3) and 300N (4:4:2). For eating quality related traits, water-saving and N-reduction strategies mainly affected protein content and taste values. Compared to W0, protein content was significantly decreased in W1 and W2 and the lowest protein content was in W2/240N (4:4:2). Taste value in 240N (4:4:2) showed higher than 240N (4:3:3) and 300N (4:4:2) especially under W0 and W1. The highest taste value were detected in W1/240N (4:4:2) (Fig 3-4). Therefore, the W1/240N (4:4:2) strategy was the optimal water and nitrogen fertilizer model for yield and rice quality formation of high-quality super *japonica* rice varieties. The research results can provide scientific basis for water and fertilizer management of high-quality *japonica* rice varieties in southern China.



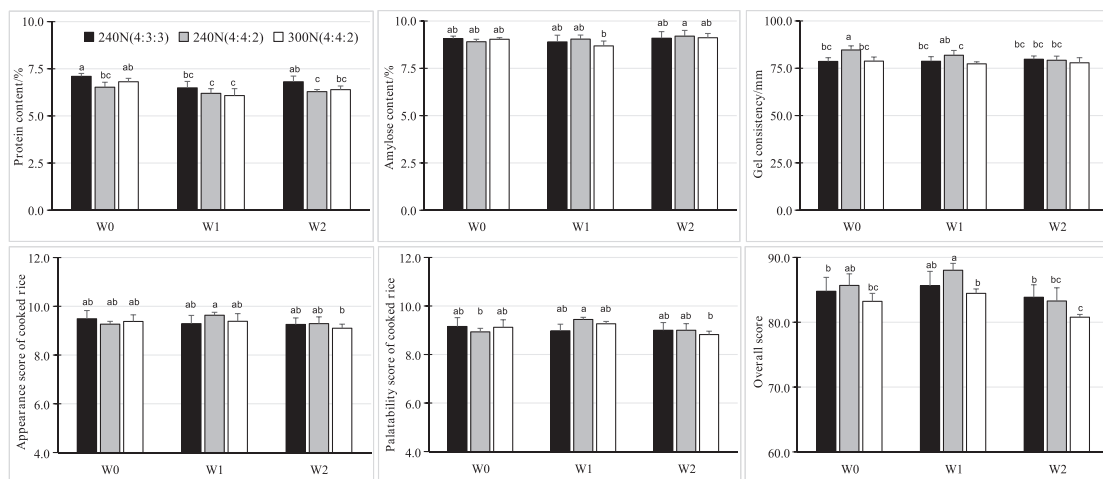
Note: means within the same chart followed by the different small letters are significantly different at 5% level.

Fig. 1 The difference analysis of rice yield related traits of rice variety "Nanjing 5718" under water-saving and N-reduction strategies.



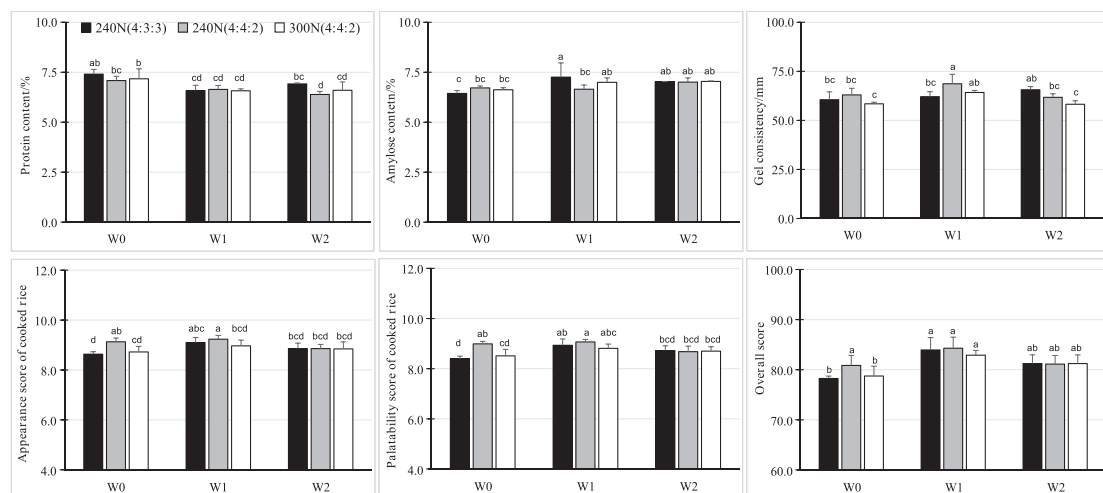
Note: means within the same chart followed by the different small letters are significantly different at 5% level.

Fig. 2 The difference analysis of rice yield related traits of rice variety "Nanjing 3908" under water-saving and N-reduction strategies.



Note: means within the same chart followed by the different small letters are significantly different at 5% level.

Fig. 3 The difference analysis of rice quality related traits of rice variety "Nanjing 5718" under water-saving and N-reduction strategies.



Note: means within the same chart followed by the different small letters are significantly different at 5% level.

Fig. 4 The difference analysis of rice quality related traits of rice variety "Nanjing 3908" under water-saving and N-reduction strategies.

中国天津産ブランド米「天津小站稻」の食味に関する研究—食味特性の地域間差—

崔中秋・蘇京平・孫玥・王勝軍

(天津市農業科学院農作物研究所, 中国)

Studies on Palatability of Tianjin Xiaozhan Rice

-Regional differences in palatability characteristics-

CUI Zhongqiu, SU Jingping, SUN Yue and WANG Shengjun

(Institute of Crops Sciences, Tianjin Academy of Agricultural Sciences, Tianjin, China)

天津市では「天津小站稻振興政策」が施行されて以来、稲作面積が急増し、産地間競争が激しくなっている。また、これに伴って低温貯蔵庫を備えた米加工場も増えてきた。しかし、食味の産地間差や低温貯蔵による食味変化を解析した研究はない。そこで「小站稻」の食味特性の産地間差とその低温貯蔵による変化を調査した。

【材料および方法】

本研究には2022年と2023年に天津市津南区、宝坻区、寧河区、武清区で生産された小站稻品種「金稻 919」を供試し、各年・各地産米の理化学的特性の調査と食味官能試験を行った。2022年産米は籾の状態での低温貯蔵庫（温度10℃、湿度70%）に1年間貯蔵した。

移植は両年とも5月27日に行い、栽植法、施肥量は本研究所の慣行に従った。理化学的特性の測定と食味官能試験は2023年11月に行った。測定した理化学的特性は白米（粒厚1.7mm以上の玄米を歩留まり90%で搗精）のアミロース含有率、タンパク質含有率、最高粘度、最低粘度および炊飯米の硬度と粘度である。食味官能試験の評価項目（以下、「食味項目」）は外観、味、粘り、硬さ、総合評価（以下、「総合」）であり、それぞれに+3〜-3の評点を付けた。基準は2023年の武清区産米、パネルは研究所の職員20人である。評価の程度は、±3は「かなり」、±2は「少し」、±1は「わずかに」、0は「基準と同じ」である。

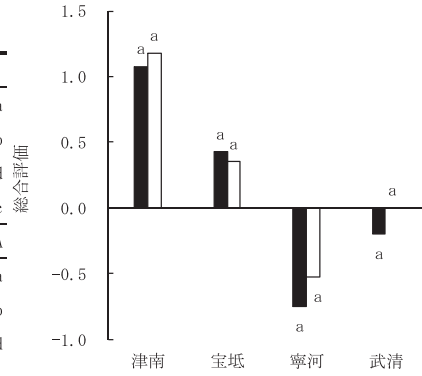
【結果および考察】

1. 総合の全産地平均評点の年次間（第1表）および産地別評点の年次間（第1図）に有意差はなかった。一方、産地間には有意差があり、両年とも津南区産米（以下、「津南米」）の総合が最高であり、次いで宝坻米、武清米、寧河米の順であった。他の食味項目の全産地平均評点にも有意な年次間差は認められなかった。
2. 2022年産米と2023年産米の食味項目には正の相関傾向がみられた（第2図）。味、粘り、総合の年次間相関係数は有意であり、粘りには特に密接な相関関係が認められた。
3. 食味項目には産地別の特徴がみられた（第3図）。総合が第1位の津南米は味が優れ、第2位の宝坻米は粘りが強く軟らかいが外観と味が劣っていた。最下位の寧河米は、外観は優れているが硬くて粘りが弱く、武清米はどの項目も中位でバランスがとれていた。
4. 総合と外観および味との間に有意な相関関係はみられなかったが、総合は粘りと正の、硬さと負の有意な相関を示した（第2表）。これら4特性を説明変数、総合を目的変数とする重相関係数は有意であり、それぞれの寄与率は29:8:39:24と推定された。
5. 理化学的特性の産地別平均値の年次間差も有意ではなかったが、2022年産米のAC以外には産地間差が認められた（第3表）。津南米はBDが高くてACとH/-Hが低く、宝坻米はPCとH/-Hが高く、寧河米はMVが低かった。武清米の理化学的特性は中位であった。
6. PCと外観、MVと硬さ、H/-Hと味は負の、MVと粘りは正の有意な相関相関にあった（第4表）。総合はACと負の、MVおよびBDと正の有意な相関を示した。
7. 以上より小站稻の食味は産地によって大きく異なることが判明した。また、本研究で設定した条件で低温貯蔵すれば1年後でも食味特性はほとんど変化しないことが明らかとなった。しかし、産地間差が生じる原因を今回の調査では究明することが出来なかった。よって産地の気象条件や土壌条件と食味との関係を解析することが今後の課題である。

第1表 食味官能試験評価項目.

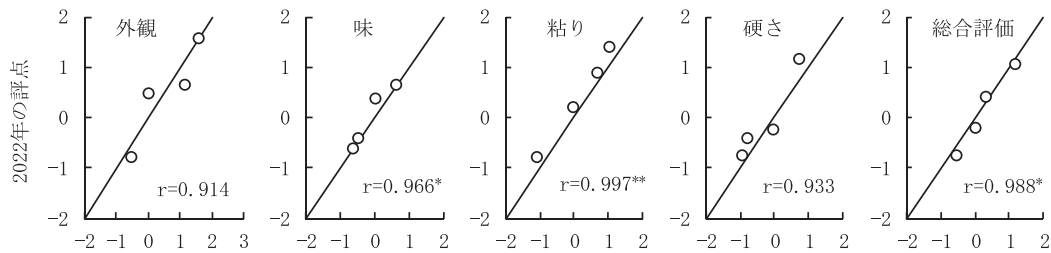
年次	産地番号	産地	外観	味	粘り	硬さ	総合
2022年	1	津南	0.65 b	0.65 a	0.88 b	-0.43 bc	1.08 a
	2	宝坻	-0.80 c	-0.60 b	1.40 a	-0.75 c	0.43 b
	3	寧河	1.58 a	-0.40 b	-0.78 d	1.15 a	-0.75 d
	4	武清	0.48 b	0.38 a	0.20 c	-0.25 b	-0.20 c
	平均		0.48 A	0.01 A	0.43 A	-0.07 A	0.14 A
2023年	1	津南	1.13 b	0.63 a	0.68 a	-0.78 c	1.18 a
	2	宝坻	-0.55 d	-0.68 c	1.05 a	-0.93 c	0.35 b
	3	寧河	1.58 a	-0.53 c	-1.08 c	0.73 a	-0.53 d
	4	武清	0.00 c	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 c
	平均		0.54 A	-0.15 A	0.16 A	-0.25 A	0.25 A

異なる大文字のアルファベット：平均値の年次間に5%水準で有意差あり.
異なる小文字のアルファベット：同じ年次内の産地間に5%水準で有意差あり (Tukey 法) .

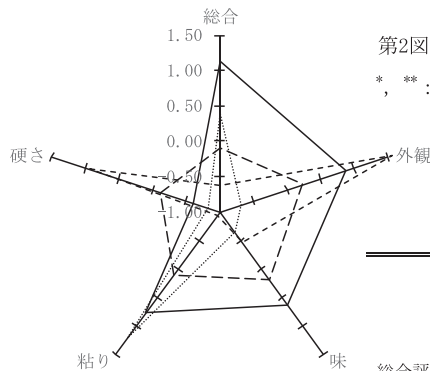


第1図 各産地における年次別総合評価.

■：2022年, □：2023年. 異なる小文字のアルファベット：同じ産地の年次間に5%水準で有意差あり.



2023年の評点



第2図 食味評価項目の年次間相関.

*, **: それぞれ5%, 1%水準で有意.

第2表 総合評価に対する各食味評価項目の単相関係数と標準偏回帰係数.

	単相関係数				重相関係数	標準偏回帰係数 (比率, %)			
	外観	味	粘り	硬さ		外観	味	粘り	硬さ
総合評価	-0.315	0.569	0.780*	-0.810*	0.947**	0.590 (29.4)	0.166 (8.3)	0.776 (38.7)	-0.474 (23.6)

*, **: それぞれ5%, 1%水準で有意.

第3図 産地別食味評価項目.

—: 津南, ...: 宝坻, - -: 寧河, ——: 武清.

第3表 理化学的食味特性.

年次	産地番号	産地	PC (%)	AC (%)	MV (RVU)	BD (RVU)	H/-H
2022年	1	津南	8.8 b	18.3 a	150 b	82.1 a	5.61 b
	2	宝坻	10.3 a	19.0 a	170 a	67.7 b	7.26 a
	3	寧河	8.5 c	18.9 a	139 d	61.9 c	7.04 a
	4	武清	8.5 c	18.5 a	144 c	59.3 c	6.80 a
	平均		9.0 A	18.7 A	151 A	68.0 A	6.68 A
2023年	1	津南	8.2 c	15.6 c	187 a	85.3 a	5.80 b
	2	宝坻	10.7 a	18.4 b	161 b	70.7 b	7.17 a
	3	寧河	8.3 bc	19.9 a	132 d	62.2 c	6.62 ab
	4	武清	8.5 b	18.7 b	142 c	70.4 b	6.98 a
	平均		8.9 A	18.2 A	156 A	72.6 A	6.64 A

PC: タンパク質含有率, AC: アミロース含有率, MV: 最高粘度, BD: ブレークダウン, H/-H: 硬度/粘度比. 異なる大文字のアルファベット: 平均値の年次間に5%水準で有意差あり. 異なる小文字のアルファベット: 同じ年次内の産地間に5%水準で有意差あり (Tukey 法) .

第4表 理化学的特性と食味評価項目との相関係数.

	外観	味	粘り	硬さ	総合
PC	-0.816*	-0.591	0.665	-0.550	0.176
AC	-0.071	-0.625	-0.397	0.501	-0.709*
MV	-0.369	0.245	0.747*	-0.778*	0.793*
BD	-0.064	0.591	0.540	-0.582	0.922**
H/-H	-0.435	-0.780*	-0.075	0.161	-0.663

PC: タンパク質含有率, AC: アミロース含有率, MV: 最高粘度, BD: ブレークダウン, H/-H: 硬度/粘度比.

*, **: それぞれ5%, 1%水準で有意.

Biocontrol Efficacy of *Bacillus velezensis* Jt84 and *Bacillus subtilis* T429 against Fungal Diseases of Rice and Their Impact on Rice Quality

QI Zhongqiang, ZHANG Rongsheng, LIUYongfeng

(Institute of Plant Protection, Jiangsu Academy of Agricultural Science, Nanjing 210014, China)

Rice blast and false smut are significant fungal diseases affecting rice at the ear stage, prevalent across all major rice-growing regions worldwide, severely threatening rice yield and quality. Utilizing *Bacillus* spp. for biological control is an effective and environmentally friendly strategy for managing rice blast and false smut. In our recent study, Strains *Bacillus velezensis* Jt84 and *Bacillus subtilis* T429 demonstrated biocontrol activity against these two fungal diseases (Fig. 1), and the antifungal compounds were identified as lipopeptides. In this study, we employed Nanjing 9108, 9308, and 9036 rice varieties for a field control experiment, applying a combination of biological pesticides (strains Jt84 and T429) and chemical pesticides (tricyclazole and flucyclazole). The results indicated that the control efficacy of the combination against rice blast in Nanjing 9108, 9308, and 9036 was 85.7%, 85.3%, and 86.2%, respectively, which is comparable to the efficacy of the chemical pesticides (83.6%, 82.6%, and 81.3%) (Table 1). Additionally, we assessed the taste quality of the three rice cultivars following pesticide application and found that the overall taste values for Nanjing 9108, 9308, and 9036 were 79.13 ± 0.15 , 84.30 ± 2.36 , and 79.77 ± 0.98 , respectively. These values were higher than chemical pesticides treatment (78.83 ± 1.25 , 79.07 ± 1.91 , and 78.53 ± 1.91). Interestingly, the overall taste values of rice without any pesticide treatment were the lowest (74.97 ± 0.87 , 77.40 ± 0.69 and 73.77 ± 0.93) (Table 2), possibly due to the occurrence of rice blast that affect the taste value of rice. In conclusion, our study suggested that the combination of biological and chemical pesticides effectively controls blast disease and enhances rice quality.

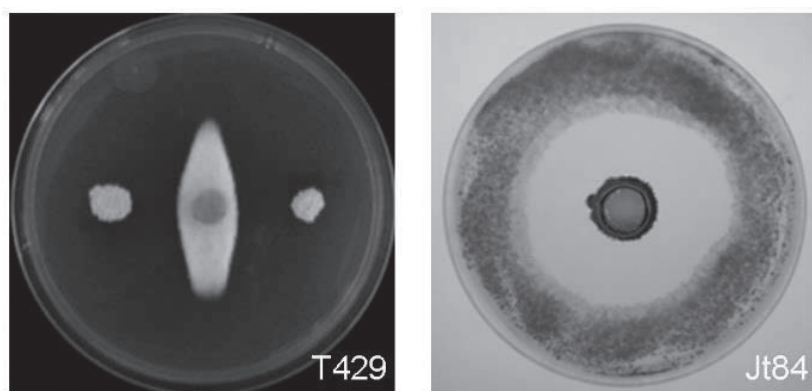


Fig. 1 The biocontrol activity *B. subtilis* T429 and *B. velezensis* Jt84 against *Magnaporthe oryzae* and *Ustilaginoidea virens*.

Table 1 The control efficacy of the combination of pesticides against rice blast. CK indicated no any pesticide treatment.

Variety	Pesticide combination	Disease index of rice blast disease	control efficacy (%)
Nanjing 9108	T429+Tricyclazole	0.93	85.7
	T429	1.54	76.4
	Tricyclazole	1.07	83.6
	CK	6.54	—
Nanjing 9308	T429+Tricyclazole	1.27	85.3
	T429	2.46	71.6
	Tricyclazole	1.51	82.6
	CK	8.67	—
Nanjing 9036	T429+Tricyclazole	1.03	86.2
	T429	1.82	75.8
	Tricyclazole	1.41	81.3
	CK	7.53	—

Table 2 The overall taste value of Nanjing 9108, 9308, and 9036 treated with pesticide combinations. CK indicated no any pesticide treatment. a, b and c indicates statistically significant differences $P < 0.005$.

Variety	Pesticide combination	the overall taste value
Nanjing 9108	T429+Tricyclazole	79.13±0.15a
	T429	79.10±1.35a
	Tricyclazole	78.83±1.25a
	CK	74.97±0.87b
Nanjing 9308	T429+Tricyclazole	84.30±2.36a
	T429	83.87±2.26a
	Tricyclazole	79.07±1.91b
	CK	77.40±0.69b
Nanjing 9036	T429+Tricyclazole	79.77±0.98b
	T429	82.80±1.57a
	Tricyclazole	78.53±1.91b
	CK	73.77±0.93c

日本水稻品質・食味研究会賞

2024 年度 日本水稲品質・食味研究会賞について

2024 年 8 月 1 日の研究会賞の推薦締め切り日までに功績賞として 1 業績，奨励賞として 1 業績の推薦があった。楠谷彰人（委員長），尾形武文，丹野久，近藤始彦，五十嵐俊成，加藤和直の 6 人から成る選考委員がメール会議によって選考を行った結果，全員一致してこの 2 業績に功績賞と奨励賞を授与することを決定した。授賞理由は下記の通りである。

〔日本水稲品質・食味研究会功績賞〕

食味に関する学際的研究と産業の振興

王 才林（江蘇省農業科学院粮食作物研究所）

王才林氏はこれまで 2016-2023 年の 8 年間に於いて，国外（中国南京市）在住であるにもかかわらず本研究会の講演会に参加回数 8 回と積極的に参加しているとともに，中国における水稲研究に関わる最新知見を数多く発表するなどして，本研究会の学術の発展振興に大きく寄与している。また，講演会参加に際しては常に学域分野の異なる所属研究員数名を引率して，日中間の会員相互の親睦を厚く図っている。発表課題数は筆頭者発表が 7 課題（講演発表 1, 4, 5, 9, 13, 14, 20），共同発表が 13 課題（2, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19）の計 20 課題と多数発表している。講演内容は全て日本水稲品質・食味研究会会報に掲載されており，良食味に関わる水稲品種の育種，栽培および品質成分の遺伝解析まで多岐にわたる価値ある成果であることから，学際的な講演会の充実化にも大きく貢献している。さらに，中国において CAPS（Cleaved Amplified Polymorphic Sequence，切断増幅多型配列）マーカーを用いて低アミロース遺伝子を導入した画期的なジャポニカ米良食味品種南粳 46 号を開発した（学術論文 1）。南粳 46 号を含めた南粳シリーズ品種の現在まで普及栽培面積は約 100 万 ha で，江蘇省の粳米栽培面積の 50%を占めるに至っており，米の食味に関連する産業の振興に大きく寄与している。

以上の業績から，王才林氏が本研究会の発展に果たした功績は誠に大であることから功績賞に値する。

業績リスト

学術論文

1. Cailin Wang, Yadong Zhang, Zhen Zhu, Tao Chen, Ling Zhao, Jing Lin, Lihui Zhou 2009. Development of a New *japonica* Rice Variety Nan-jing 46 with Good Eating Quality by Marker Assisted Selection. *Molecular Plant Breeding*, 7(6): 1070-1076.

講演発表（日本水稲品質・食味研究会会報）

1. 王才林 2017. 中国江蘇省における良食味水稲品種の育種研究. 8: 40-41.
2. Yao Shu, Yu Xin, Zhou Lihui, Chen Tao, Zhao Qingyong, Zhu Zhen, Zhang Yadong, Zhao

- Chunfang, Zhao Ling, Wang Cailin 2017. Amylose Contents in Good Eating Quality Rice Under Different Nitrogen Rates and Sowing Dates. 9:20.
3. Zhang Yadong, Gu Mingchao, Zhao Chunfang, Zhao Lin, Zhou Lihui, Yao Shu, Chen Tao, Zhao Qingyong, Wang Cailin 2017. Analysis of Physiology and Gene Expression Controlling Rice Eating and Cooking Qualities in *japonica* Cultivars with Different Amylose Contents. 9: 21.
 4. Wang Cailin, Zhang Yadong, Yao Shu, Zhu Zhen, Chen Tao, Zhao Qingyong, Zhao Lin, Zhou Lihui, Zhao Chunfang 2017. Approaches to Improve the Eating Quality of *japonica* Rice in the Middle and Lower Reaches of the Yangtze River.9: 22-23.
 5. Wang Cailin, Zhang Yadong, Zhao Chunfang, Chen Tao, Zhu Zhen, Zhao Qingyong, Yao Shu, Zhou Lihui, Huang Shuangjie, Lu Kai 2019. Characteristics of Cooking and Eating Quality of Nanjing Series *japonica* Rice with Good Taste.10: 38-39.
 6. Yao Shu, Liu Yanqing, Hu Qingfeng, Zhao Chunfang, Zhang Yadong, Zhou Lihui, Zhao Qingyong, Wang Cailin 2019. Effects of *SSIIa* and *SSIIIa* Alleles on Cooking and Eating Quality Traits of semi-glutinous *japonica* rice.10: 40-41.
 7. Zhao Qingyong, Zhao Chunfang, Zhang Yadong, Zhu Zhen, Chen Tao, Yao Shu, Zhou Lihui, Wang Cailin 2019. Variation of Cooking and Eating Quality of semi-glutinous *japonica* Rice Varieties Grown in Different Locations.10: 42.
 8. Zhang Yadong, Zhao Chunfang, Lu Kai, Zhou Lihui, Chen Tao, Zhao Qingyong, Yao Shu, Wang Cailin 2019. Difference in Fine Structure of Starch Granule and Its Relationship with Eating Quality in Rice.10: 43.
 9. Wang Cailin Zhang Yadon, Zhao Chunfang, Zhu Zhen, Chen Tao, Zhao Qingyong, Yao Shu, Zhou Lihui, Zhao Ling, Lu Kai, Liang Wenhua. 2020. Comparison of Cooking and Eating Quality of *japonica* Rice between Jiangsu and Northeast China.11: 41.
 10. Zhang Yadong, Huang Shuangjie, Zhao Chunfang, Zhu Zhen, Chen Tao, Zhao Qingyong, Yao Shu, Zhou Lihui, Zhao Ling, Lu Kai, Liang Wenhua, Wang Cailin 2020. Physiological and Molecular Mechanism of Nitrogen Affecting Cooking and Eating Quality of *japonica* Rice cultivars. 11: 42.
 11. Shu Yao, Yadong Zhang, Yanqing Liu, Chunfang Zhao, Lihui Zhou, Tao Chen, Qingyong Zhao, Zhen Zhu, Ling Zhao, Lu Kai, Liang Wenhua, Cailin Wang 2020. Genetic Effects of *SSIIa* and *PUL* Genes on Cooking and Eating Quality under Semi-glutinous Gene of *Wx-mq* in Rice. 11: 43.
 12. Zhao Chunfang, Zhao Qingyong, Zhu Zhen, Zhou Lihui, Ling Zhao, Chen Tao, Yao Shu, Zhang Yadon, Wang Calin 2020. Comparative Analysis of Nutritional Compositions and Starch Physicochemical Properties of Nanjing 9108 Grown in Different Sites. 11: 44.
 13. 王才林, 张亚东, 赵春芳, 姚姝, 陈涛, 朱镇, 赵庆勇, 周丽慧, 赵凌, 魏晓东, 路凯, 梁文化 2021. 地点と播種期が半糯ジャポニカ米の食味品質に及ぼす影響. 12: 10-11.
 14. 王才林, 魏晓东, 赵凌, 赵春芳, 张亚东 2023. 窒素の使用量が南粳系品種の理化特性

と食味に及ぼす影響. 14: 56.

15. Zhao Chunfang, Zhao Qingyong, Zhao Ling, Yao Shu, Zhang Yadong, Wang Cailin 2023. Gene-edited Soluble Starch Synthase I Impacts Starch Grain Formation and Rice Flour Gel Consistency. 14: 54.
16. Wei Xiaodong, Zhang Yadong, Song Xuemei, Zhao Ling, Zhao Qingyong, Chen Tao, Lu Kai, Zhu Zhen, Huang Shengdong, Wang Cailin 2023. Silicon and Zinc Fertilizer Applications Improve Grain Quality and Aroma in japonica Rice Variety Nanjing 46. 14: 55.
17. Zhao Chunfang, Chen Tao, Zhao Ling, Yao Shu, Zhang Yadong, Wang Cailin 2024. Application of the Starch Viscosity Properties as a Tool for Determining the Storage Tolerance of Rice. 15: 52-53.
18. Wei Xiaodong, Zhao Qingyong, Zhao Ling, Zhu Zhen, Chen Tao, Zhou Lihui, Zhao Chunfang, Wang Cailin, Zhang Yadong 2024. Effect of Different Compound Fertilizers and Aromatherapy Agents on 2-AP Content in Rice Variety Nanjing 46. 15: 54-55.
19. Zhang Yadong, Wei Xiaodong, Zhao Ling, Zhou Lihui, Zhang Yong, Wang Cailin 2024. Physiochemical Properties and Taste Quality of Near Isogenic Lines of *Wx* locus. 15: 56-57.
20. 王才林・魏晓东・赵凌・赵春芳・周丽慧・张勇・张亚东 2024. 窒素の使用量が南粳系品種の理化特性と食味に及ぼす影響（第2報）. 15: 58-59.

[日本水稻品質・食味研究会奨励賞]

中国における水稻の食味評価とブランド化に関する研究

崔 中秋（天津市農業科学院農作物研究所）

崔中秋氏は、香川大学大学院農学研究科と愛媛大学大学院連合農学研究科在学中から現在の天津市農業科学院農作物研究所勤務に至るまで一貫して食味に関連する研究に取り組み、多くの成果をあげてきた。同氏の主な業績の内容は以下のように要約される。

1. 日本式食味官能評価法の中国への導入と中国人パネルの食味識別能力

中国では日本のような科学的食味官能試験法は未だ確立されていない。そこで崔中秋氏は日本式の食味官能試験法を中国へ導入するために、先ず中日パネルの嗜好性を比較した。その結果、食味に対する感覚は両国パネルとも同じ傾向にあるが、同時に日中のパネル間で評価が分かれる品種があること、食味評価の際に重視する項目が異なることを見出した（業績1）。続いて中国人パネルの食味識別能力について検討し、識別能力が高いパネル構成員の割合が日本人パネルよりも低いことを明らかにした（業績2, 業績3）。これらより、日本式の食味官能試験法を中国に導入しても大きな支障はないが、その前提としてパネル構

成員に対する食味の識別訓練が必須であると結論した。

2. 「天津小站稻」の食味特性

天津市は古くから、良食味で知られる「天津小站稻」の産地として名を馳せてきたが、最近ではその食味に対する評判は落ちてきている。このため天津市政府は、良食味の小站稻を正真のブランド米として復活させるために、新しい品種による「天津小站稻産業振興計画」を立ち上げた。崔中秋氏は新しく小站稻に採用された 4 品種と既存の 4 品種の食味を官能試験によって比較し、小站稻品種の食味は既存品種よりも良好であることを実証した（業績 3）。また、天津小站稻品種の玄米、胚芽米、白米の食味特性を調査し、天津小站稻品種の胚芽米の食味特性は白米と差がないことを明らかにした（業績 4）。

以上のように、崔中秋氏は水稻の食味に関わる様々な課題に取り組み、多くの知見を得ている。得られた知見は食味に関連する学術の進展に寄与するのみならず天津産米の市場評価の向上とブランド化の推進に役立つところが大きいと判断される。また、同氏は 2013 年に本研究会へ入会して以来、これまでに研究会の会報へ 2 報の論文を投稿し、年次講演会では 5 回の発表を行っている。こうした積極的な論文投稿や講演会での発表は本研究会の活性化に大きく貢献するものである。さらに同氏は 2024 年 11 月 1 日現在 38 歳と若く、今後益々の活躍が期待されることから日本水稻品質・食味研究会奨励賞を授与するに値する。

業績リスト

授賞の根拠となる論文：

1. 張欣, 崔中秋, 崔晶, 松江勇次, 尾形武文, 楠谷彰人 2015. 中日両国パネルによる日本産水稻品種の食味評価. 日作紀 84(2): 176-181;
2. 崔中秋, 楠谷彰人, 松江勇次 2021. 粳米食味感官评价研究. Discovery 9(6): 389-394 ;
3. 崔中秋, 蘇京平, 孫玥, 王勝軍 2024a. 中国天津産ブランド米「天津小站稻」の食味に関する研究－中国人パネルによる小站稻品種の食味評価と食味識別能力－. 日稲品質・食味研報 15: 2-11;
4. 崔中秋, 蘇京平, 孫玥, 王勝軍 2024b. 中国天津産ブランド米「天津小站稻」の食味に関する研究－小站稻品種の搗精度別嗜好特性－. 日稲品質・食味研報 15: 12-20.

その他の論文：

1. 李洁, 张欣, 崔中秋, 楠谷彰人, 松江勇次, 崔晶, 施利利 2015. 不同播种期对津川 1 号产量及品质食味影响的研究. 天津农学院学报 22: 121-124;
2. 楠谷彰人, 赫兵, 崔中秋, 张欣, 崔晶, 松江勇次 2016. 中日两国品尝员对中日水稻品种的食味评价研究. 北方水稻 46: 1-5;
3. 崔中秋, 豊田正範, 楠谷彰人 2016. 香川県における水稻品種ヒノヒカリの節水栽培. 日作紀 85(1): 59-66;
4. 曲红岩, 张欣, 崔中秋, 楠谷彰人, 松江勇次, 崔晶, 施利利 2016. 不同时期节水灌溉

- 对水稻农艺性状及产量的影响. 天津农学院学报 23: 15-20;
5. Jing Cui, Xin Zhang, Zhongqiu Cui, Akihito Kusutani, Shoichi Ito and Yuji Matsue 2016. Correlation between Evaluation of Palatability by Sensory Test and Physicochemical Properties in Chinese *japonica-type* Rice. J. Fac. Agr., Kyushu Univ 61: 53-58;
 6. Jing Cui, Xin Zhang, Zhongqiu Cui, Xiaoshan Huang, Akihito Kusutani, Shoichi Ito and Yuji Matsue 2016. Physicochemical Properties Related to Palatability of Chinese *japonica-type* Rice. J. Fac. Agr., Kyushu Univ 61: 59-63;
 7. Jing Cui, Xin Zhang, Bing He, Zhongqiu Cui, Akihito Kusutani, Shoichi Ito and Yuji Matsue 2016. Comparison of Physicochemical Properties of Chinese and Japanese *Japonica-Type* Rice Varieties. J. Fac. Agr., Kyushu Univ 61: 281-285;
 8. 生华, 崔中秋, 张欣, 崔晶, 楠谷彰人, 松江勇次 2017. ‘津川 1 号’糙米不同水分含量对其理化特性和食味的影响. 天津农学院学报 24 : 14-18;
 9. Jing Cui, Xin Zhang, Bing He, Zhongqiu Cui, Akihito Kusutani, Shoichi Ito and Yuji Matsue 2017. Effect of Amount of Nitrogen Application on Physicochemical Properties, Taste value and Yield of Chinese *japonica-type* Rice Varieties. J. Fac. Agr., Kyushu Univ 62: 57-61;
 10. 吕文俊, 王志玺, 张欣, 李萍, 崔晶, 赵飞, 松江勇次, 楠谷彰人, 崔中秋 2018. 移栽期对优质稻米产量及食味的影响. 天津农学院学报 25 : 1-8;
 11. 王志玺, 吕文俊, 崔晶, 黄亮, 张欣, 楠谷彰人, 松江勇次, 崔中秋 2018. 稻米品质的相关性分析. 天津农学院学报 25 : 9-15;
 12. 吕文俊, 王志玺, 张欣, 李萍, 崔晶, 松江勇次, 楠谷彰人, 崔中秋 2018. 收获期对优质稻米产量及食味的影响. 天津农学院学报 25 : 17-23;
 13. 吕文俊, 崔晶, 孙玥, 苏京平, 王胜军, 刘学军, 崔中秋 2019. 不同栽培处理对稻米品质及食味的影响. 北方水稻 49 : 1-12;
 14. 王志玺, 吕文俊, 刘晴, 张欣, 楠谷彰人, 松江勇次, 崔晶, 崔中秋 2019. 关于中国北方粳稻食味评价的研究. 中国稻米 25 : 10-14;
 15. 王志玺, 崔晶, 孙玥, 苏京平, 王胜军, 刘学军, 崔中秋 2019. 氮肥处理对小站稻金稻 919 产量及品质的影响. 中国稻米 25 : 72-78;
 16. 王志玺, 崔晶, 孙玥, 苏京平, 王胜军, 刘学军, 崔中秋 2019. 施氮处理对金稻 919 的农艺性状、产量和品质的影响. 北方水稻 49 : 10-16;
 17. 汤云龙, 汪楠, 张晓, 张欣, 崔晶, 孙玥, 苏京平, 王胜军, 刘学军, 崔中秋 2019. 日本优质水稻食味特性主要影响因素的探讨. 天津农学院学报 26 : 20-26;
 18. 汪楠, 汤云龙, 张晓, 山口阳德, 魏萍, 张欣, 崔晶, 孙玥, 苏京平, 王胜军, 刘学军, 崔中秋 2019. My Boy II 食品物性分析仪在稻米品质食味研究中的应用. 天津农学院学报 26 : 58-60;
 19. 汪楠, 汤云龙, 赵飞, 张晓, 张欣, 崔晶, 孙玥, 苏京平, 王胜军, 刘学军, 崔中秋 2021. 氮肥处理对水稻产量及品质的影响. 北方水稻 51: 1-7;

20. 汤云龙, 汪楠, 张欣, 张晓, 韦峻峰, 钱路海, 刘宝成, 施利利, 崔晶, 崔中秋 2021. 水稻倒伏与产量及食味的关系. 北方水稻 51: 8-12;
21. 崔中秋 2021. 灌溉方式对水稻根系特性的影响. 中国稻米 27: 9-14;
22. 崔中秋 2021. 干旱胁迫对水稻产量及产量构成因素的影响. 中国稻米 27: 33-36;
23. 崔中秋 2021. 中国与日本水稻品种的根型指数与株型指数比较. 中国稻米 27: 5-11;
24. 崔中秋 2022. 干旱胁迫对水稻干物质生产和水分利用率的影响. 北方水稻 52: 5-11;
25. 潘健博, 郝相帅, 崔中秋 2023. 小站稻食味评价方法研究. 天津农学院学报 30: 27-31.

会員の受賞

川村 周三(北海道農業施設協議会, 元北海道大学農学研究院)

☆JCNIRS (Japan Council for Near Infrared Spectroscopy) Award

受賞タイトル:近赤外分光法による米の品質検査技術の開発と社会実装

受賞理由:近赤外光を用いた成分分析計と可視光を用いた穀粒判別器とを組合わせた米の品質検査技術を開発し共乾施設に実装した。この技術開発により 1999 年から北海道の共乾施設では米のタンパク仕分を導入し, 北海道米品質向上の一助となった。さらに成分分析計により水分とタンパク質に加えてアミロースを精度良く安定して測定する技術を開発し, 2020 年から共乾施設や精米工場に実装した。

授与機関:近赤外研究会

受賞年月日:2024 年 11 月 14 日

新田 洋司(福島大学食農学類)

☆日本作物学会東北談話会功労賞

受賞理由:日本作物学会東北談話会の評議員, 支部長, 会長を務め, 優秀な業績をあげ, 東北地方における農業発展に寄与した。

授与機関:日本作物学会東北談話会

受賞年月日:2024 年 8 月 26 日

我が社の宣伝

7 社

デンカ株式会社

腐植資材が環境ストレス下の水稻生育に及ぼす効果について

以前の我が社の宣伝コーナーでは、水稻が吸収し易いけい酸を含む土づくり肥料である「とれ太郎®」に関して、水稻への生育促進効果と特に高温障害に対する軽減メカニズムについて紹介した。

今回は、弊社腐植資材に関して、環境ストレス下で作物生育を改善する効果を紹介する。

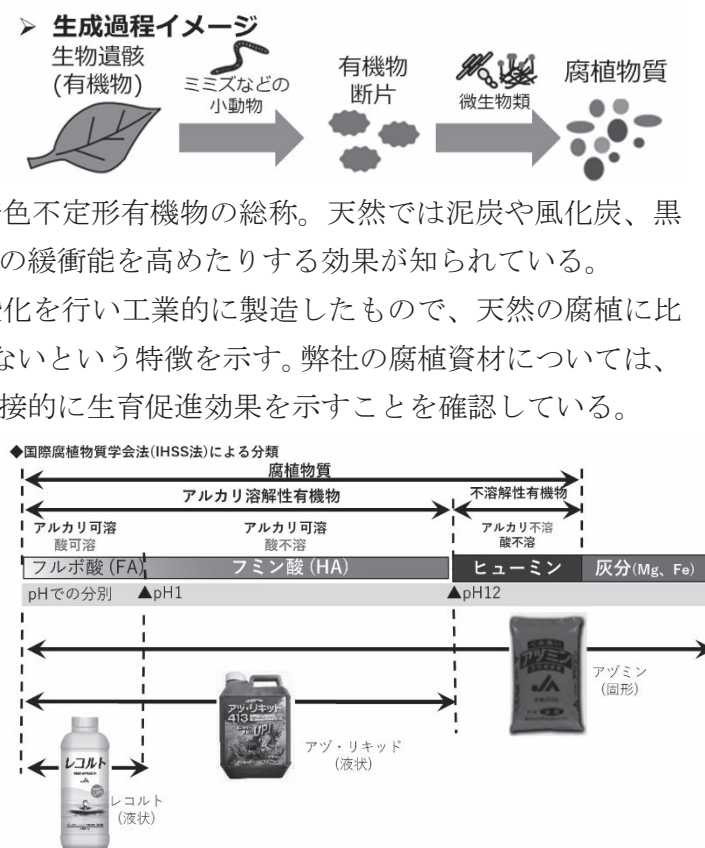
【腐植物質とは】

環境中で生物の遺体や代謝産物から生化学反応、化学反応によって二次的に合成される暗色不定形有機物の総称。天然では泥炭や風化炭、黒ボク土などに含まれる。一般的に保肥力や土壌の緩衝能を高めたりする効果が知られている。

弊社の腐植資材は、亜炭を原料として硝酸酸化を行い工業的に製造したもので、天然の腐植に比べて、分子量が小さくかつ構造中の芳香環が少ないという特徴を示す。弊社の腐植資材については、肥料と同様に施用することで、植物に対して直接的に生育促進効果を示すことを確認している。

【弊社の腐植資材】

腐植物質は便宜的に pH による溶解性で分類されている(右図)。弊社の腐植資材については、液状の「レコルト®」は、主としてフルボ酸を、液状の「アヅ・リキッド®」は、フルボ酸とフミン酸を、固形粒状の「アヅミン®」はそれらに加えヒューミンを含んだ資材である。



【弊社腐植資材による植物生育への効果】

弊社資材の植物生育に対する効果を示す。

通常条件の栽培試験で根量の増大(イネ)や着果量の増加(トマト)などの効果が認められている(写真略)。また、乾燥(左写真)や高温(右写真)などのストレスを与えた栽培条件においても生育を改善する効果が認められた。



【塩ストレス条件における効果】

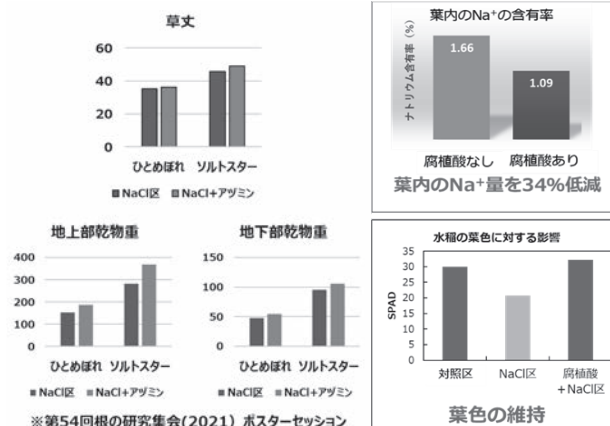
FAOの推計によると全世界で塩害を受けている耕地面積は6, 200万 haに及ぶとされている。作物が受ける栽培環境ストレスのなかでも塩ストレス対策の重要性は高いと考えられる。弊社資材による塩害軽減効果を示す。これは、東北大学との共同研究にて実験用トマトを用い100mMの食塩を含む培地で養液栽培した様子である。対照区等では最終的

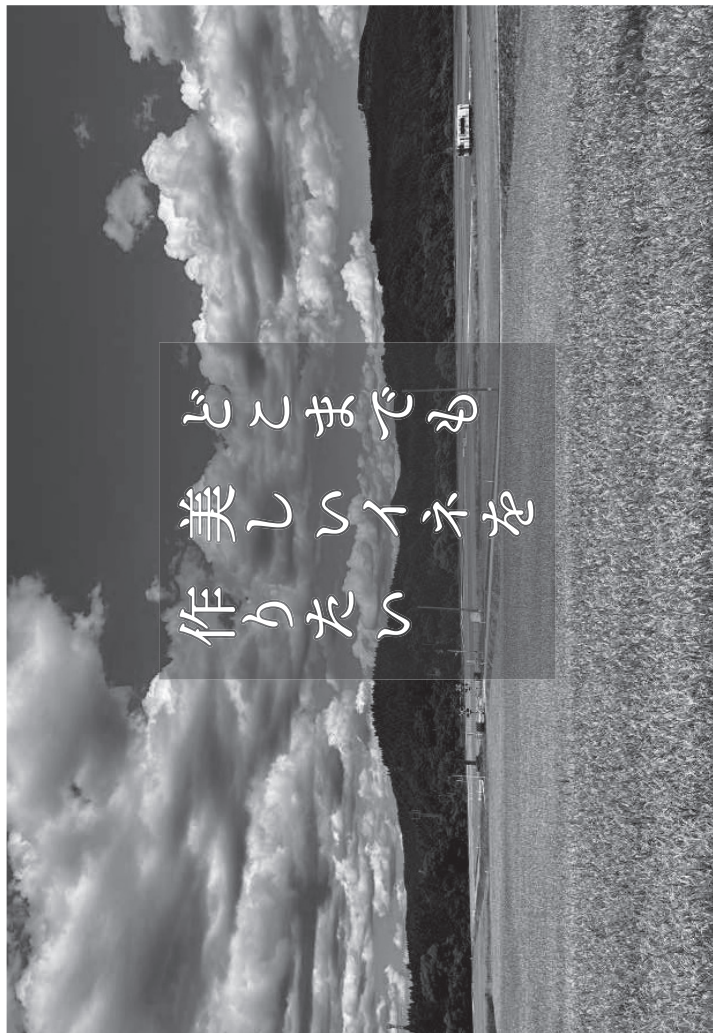


には枯死に至ったのに対し、弊社資材処理区では生れ結実まで生育した。

次に秋田県立大学との共同研究でイネの塩害に対するアヅミンの効果进行调查した結果を示す。アヅミン施用により耐塩性品種であるソルトスターにおいても草丈や乾物重の増加が認められた。注目すべきは葉内 Na^+ 濃度の上昇が抑制されたことである。これによりクロロシスが抑えられ、葉色が維持されて生育障害が軽減されたものと推察された。

今後は、これらの効果について遺伝子発現等の解析も進め、メカニズム解明や効果の安定を図りたい。





どこまでも
美しいイネを
作りたい

感覚の世界を
スマホとAIが
サポートします。

適期を逃さず
気候変動に強い
イネづくり

水稲生育診断アプリ

グロースアイ

Growth eye[®]

アプリストアにて公開中
個人ユーザー無料!!



▶ なんとなく見ている“茎数”、そもそも見えない“幼穂”の分化開始を、「Growth eye」アプリが判定。



茎数



水管理



生育ステージ
(幼穂分化)



追肥(穂肥)

(特許第6768767号) (特許第6638121号)

❓ 幼穂診断は面倒。簡単に追肥のベストタイミングを教えてください！

Growth eye の「生育ステージ判定」で、田んぼの畔から撮影。肉眼では見えない“幼穂分化開始”などをAIが判定。実測と予測で見逃しを防止し、地域基準の客観的な統一も図れます。

判定

現在の生育ステージを
AIが診断

予測

蓄積された判定結果で
この先の生長を予測



畔に立ち、水面から150cm
くらいの高さから田植え機
が走った向きにカメラを構
えます。



画面上のタテヨコのガイ
ドラインが重なるように
傾きを調整。両方のライ
ンが合うと、自動でシャッ
ターが切れます。



AIが現在の生育ステージを
判定します。



さらに1日おき3日分の撮
影条件を満たすと、10日
先までの予測と、ピンポ
イントで幼穂分化開始
日、減数分裂開始日、出穂
日を予測します。

❓ 茎数を数えるのが大変。でも中干し適期は逃したくない！

Growth eye の「茎数判別」で、一株の茎数をAIが判別。あとは地域と品種の栽培指針にあわせるだけ。
判別エリアに隣の株の葉が重なっても問題ありません。

判別

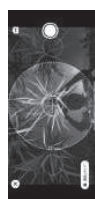
一株の茎数をAIが診断

AI判定茎数

茎数推移



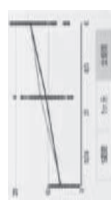
稲株の真上にカメラを構
えます。



中央1株の葉身が、点線の
丸枠内になるべくびっ
たり収まるように撮影。
隣の株が映り込んでも問
題ありません。



AIが現在の茎数を判別。



時系列で結果を表示。
個体差を考慮し、10株ほど
の撮影をおすすめします。

お気軽にお問い合わせください。

NTT DATA

株式会社NTTデータCCS

株式会社NTTデータCCS
www.nttdata-ccs.co.jp

ビジネスソリューション事業本部 ソリューションビジネス推進室
E-mail : info-agri@hml.nttdata-ccs.co.jp



水稲生育診断アプリ

Growth eye グロースアイ



アプリストアから
ダウンロード

Android

iOS

操作マニュアル

スピード測定 **1分** 以内!

農産物検査の**目視鑑定の補助**に
お役立ていただけます!!



機械鑑定仕様確認済

穀粒判定器 RN-700

- トレイを入れるだけの簡単操作
- 駆動部が無いので本体掃除不要
- 故障しにくい構造
- 機械鑑定使用可能器種

製品情報
詳しくはこちら



玄米の整粒歩合が
表示可能になりました!

NEWオプション

玄米整粒
メモリ 

オプション精米JASメモリで
精米JASにも対応可

Kett

株式会社ケツト科学研究所

東京本社 東京都大田区南馬込1-8-1 TEL:03-3776-1111

西日本支店 06-6323-4581
北海道営業所 011-611-9441

東北営業所 022-215-6806
東海営業所 052-551-2629

九州営業所 0942-84-9011

この商品へのお問い合わせは
お電話、またはE-mailで
お願いいたします

ケツト科学

検索 

URL : <https://www.kett.co.jp>
E-mail : sales@kett.co.jp



Satake Digital X-Formationで、 食を、世界を変えていく。

トータルエンジニアリング企業であるサタケは、収穫後から食卓に上るまで、あらゆる工程のデータを収集・連携・見える化するデジタルソリューション、「Satake Digital X-Formation」により、お客様の生産性向上・加工の最適化に貢献する取り組みを加速しています。

S-DX
Providing solutions with
Satake Digital Transformation

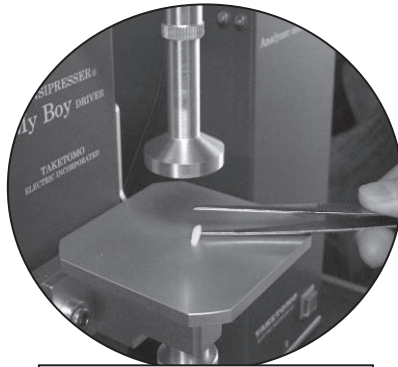


<https://www.satake-japan.co.jp>

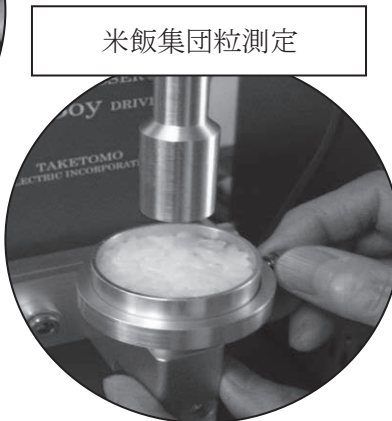


食感物性測定器 テンシプレッサー™

食感の追求こそ「あきらめないおいしさ」につながります



米飯一粒測定



米飯集団粒測定



おにぎり破断測定



<<MODEL>>

TENSIPRESSER MyBoy II SYSTEM

●製品の特長・測定例

・食品の咀嚼に感じる食感を物理的計測により官能値との相関を取るため、多機能な機械動作・咀嚼動作を再現します。

例①：米飯一粒測定

（表層・全体の硬さ、粘り、バランス）

例②：米飯集団粒測定

（硬さ・こし・付着・粘り・総合評価）

例③：おにぎり破断測定

（破断強度、ほぐれやすさ）

開発・製造

株式会社 タケトモ電機

住所：埼玉県川越市の場 2 2 1 4 - 6

TEL：049-298-6174

FAX：049-298-6179

EMAIL：youtoku-y@taketomo-ele.co.jp

ホームページ：https://taketomo-ele.co.jp/

アミロース測定用オートアナライザー



ビーエルテック株式会社

本社：大阪市西区江戸堀1-25-7江戸堀ヤタニビル2F

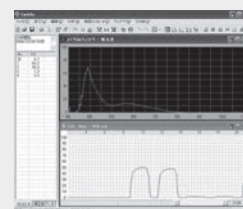
TEL：06-6445-2332 FAX：06-6445-2437

東京本社：東京都中央区日本橋大伝馬町14-15マツモトビル4F

TEL：03-5847-0252 FAX：03-5847-0255

URL：<http://www.bl-tec.co.jp>

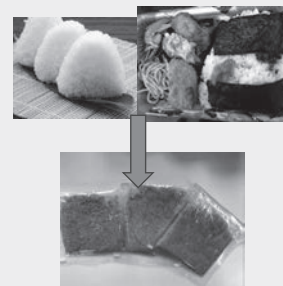
- ・ヨウ素デンプン反応
- ・処理速度
- ・1時間20検体測定
- ・600nmでの測定
- ・450nm~900nmの連続測定



1

近赤外分析装置 SpectraStarXT

- ・米の水分，蛋白
- ・おにぎり，お弁当等 加工食品全般における
栄養成分表示が義務化（2020年4月1日）
（熱量，たんぱく質，脂質，炭水化物，食塩相当量）



ホモジナイズし、ナイロン袋に入れ、測定

顧客とともに
食の進化に
貢献する

IFSM 2.0



食は日々の生活の活力の源。

当社は食のサプライチェーンの中間にいる。

そこから顧客に寄り添いリードする。

人と人をつなぐため先ず半歩踏み込む。

食糧調達から食品製造、

その技術や知識を資産に食のあり方を追求し、

活力の源となるよりよい食のある幸せに貢献する。

使命

Mission

顧客とともに
食の進化に貢献する

事業領域

Domain

食の進化を促す
すべての事業

価値観

Value

協働・理解・貢献

ビジョン

Vision

食のつながりを
デザインする企業



伊藤忠食糧株式会社
ITOCHU Food Sales and Marketing Co., Ltd

事務報告

会費納入についてのお願い

納入方法：事務都合上なるべく郵便振替用紙（事務局から送付）にてご送金下さい。

（１）郵便振替 口座番号：０１７１０－１－８７５７９

口座名称：日本水稲品質・食味研究会

（２）銀行口座 銀行名：三菱UFJ銀行 支店名：新富町支店（店番号 749）

預金種類：普通預金 口座番号：0135231

名 義：日本水稲品質・食味研究会

日本水稲品質・食味研究会事務局（問合せ先）

〒104-0033 東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル 2 階

株式会社共立内

TEL 03-3551-9896 FAX 03-3553-2047

事務局メール：jsrqp@kyouritsu-online.co.jp

ホームページ：<https://jsrqp.net>

1. 事務報告

(1) 評議員会の開催

○第35回評議員会 2024（令和6）年4月8日 18:00～19:20

場所：zoomによるweb会議

参加者：松江、大坪、丹野、尾形、新田、塩津、近藤、河野、五十嵐、中岡、小林（11名）

審議事項：①研究会賞の会報およびホームページへの掲載様式について ②講演要旨および会報の作成要領の訂正について ③第16回講演会について ④2024（令和6）年度予算案について

○第36回評議員会 2024（令和6）年11月6日 14:00～15:30

場所：サタケクリスタルビル2階会議室

出席者：松江、大坪、丹野、楠谷、尾形、五十嵐、加藤、崔、河野、小林（10名）

審議事項：①用語集の編集・出版方針について ②研究会報査読状況について ③研究会報への日本人からの投稿について ④2025（令和7）年度第17回大会について ⑤役員改選について ⑥予算について ⑦会報第16号について ⑧評議員の役割分担について ⑨その他

○第37回評議員会 2025（令和7）年2月28日 15:00～18:00

場所：東洋ライス株式会社銀座本社ビル

出席者：松江、大坪、小林、岩澤、五十嵐（5名）

審議事項：①2025（令和7）年度第17回大会について ②会報16号の発行 ③広報関係 ④会計報告 ⑤役員改選

(2) 日本水稻品質・食味研究会第16回講演会報告

日時：2024年11月7日（木）～8日（金）

場所：株式会社サタケ 広島本社

実行委員長：藤田 明子（株式会社サタケ技術本部センシンググループ穀物研究チーム）

○シンポジウム「米の品質・食味の解明と改良に向けて」

特別講演Ⅰ Dr. Khin Thanda Win：「Improvement of Myanmar Indigenous Rice Variety, Paw San Hmwe for Photoperiod Insensitivity and High-yield while maintaining its Good Eating Quality」

特別講演Ⅱ：水野英則：「お米の安心・安全、美味しいを支えるサタケの技術」

特別講演Ⅲ 「米の品質・食味の評価に関する学理的アプローチ」

講演1（育種）小林麻子：「福井県の水稲育種における品質・食味の改良」

講演2（栽培）松江勇次：「収量、外観品質、食味が共に優れる持続的米生産」

講演3（土壌）五十嵐俊成：「北海道における良食味米生産を目指した施肥管理技術」

講演4（気象）近藤始彦・赤木浩介：「食用米と酒米のコメ品質に及ぼす気象と栽培環境の影響」

講演5（微細構造）新田洋司：「水稻米粒における蓄積貯蔵物質・炊飯米の微細構造と品質・食味」

講演 6（理化学）大坪研一：「食味の理化学的評価における現状と課題」

○一般講演 18 課題

○エクスカージョン：サタケ MILSTA・選別加工センター、全農ひろしまパールライス工場、賀茂鶴酒造

○企業展示 1 社

○参加者 88 名（内外国人 34 名）

（3）会報の発行

・第 16 号の刊行 発行日：2025 年 3 月 25 日 部数：180 部

（4）2024（令和 6）年度 日本水稲品質・食味研究会表彰

1. 日本水稲品質・食味研究会功績賞

- ・受賞業績題名：食味に関する学際的研究と産業の振興
- ・受賞者：王才林
- ・所属：江蘇省農業科学院粮食作物研究所

2. 日本水稲品質・食味研究会奨励賞

- ・受賞業績題目：中国における水稲の食味評価とブランド化に関する研究
- ・受賞者：崔中秋
- ・所属：天津市農業科学院農作物研究所

（5）広報活動

- ・会員主催のシンポジウム告知
- ・ホームページセキュリティ強化
- ・PR スペースは引き続き利用募集中。ご提案よろしくお願いいたします。

（6）会員の状況（令和 7 年 3 月 7 日現在）

個人会員 144 名（内中国会員は 33 名）、団体会員 3 件、賛助会員 12 件、終身会員 1 名

（7）2025（令和 7）年度 第 17 回講演会の開催について

2025（令和 7）年 11 月 20 日（木）～21 日（金）

20 日（木）9：00～ シンポジウム、総会、一般講演

21 日（金）午前中 見学会

名古屋大学野依学術交流館 〒464-8602 名古屋市千種区不老町

運営委員会：名古屋大学大学院生命農学研究科作物科学研究室 近藤始彦先生

(8) 2025～2027 年度役員

会長

松江勇次（九州大学）

副会長

大坪研一（新潟薬科大学応用生命科学部）・五十嵐俊成（北海道立総合研究機構）

評議員

増村威宏（京都府立大学）・小林麻子（福井県農業試験場）・新田洋司（福島大学）・塩津文隆（明治大学）・岩澤紀生（株式会社 NTT データ CCS）・崔昌（中国担当、天津農学院）・

下田代智英（鹿児島大学）・福川泰陽（宮崎県専技）・柏木智帆（米・食味鑑定士）・加藤和直（秋田県農改）・丹野久（北海道米麦改良協会）・近藤始彦（名古屋大）・河野元信（株式会社サタケ）

研究会賞選考委員会

選考委員長 塩津文隆

選考委員 丹野久、増村威宏、五十嵐俊成、新田洋司、小林麻子、柏木智帆

研究会報編集委員会

編集委員長 新田洋司

編集委員 塩津文隆、増村威宏、大坪研一、松江勇次、下田代智英、近藤始彦、加藤和直

事務局長

小林麻子（福井県農業試験場）

会計担当

中岡史裕（福井県農業試験場）

広報担当

岩澤紀生、高橋絵里奈（株式会社 NTT データ CCS）

2. 会計報告

(1) 2023（令和5）年度決算報告

2023年度 日本水稲品質・食味研究会 会計報告 (期間:2023年4月1日~2024年3月31日)

1.収入		単位 円		
項目	内訳	予算	決算	予算との差額
前年度繰越金		1,456,938	1,456,938	0
会費収入(個人名・団体口・賛助口)		827,000	729,000	-98,000
2022年度会費以前	個人：3,000円×2名		6,000	
2023年度会費	個人：3,000円×45名 団体：10,000円×3社 賛助：20,000円×3社		225,000	
2024年度会費	個人：3,000円×66名 団体：10,000円×2社 賛助：20,000円×6社 賛助：60,000円×1社		498,000	
2025年度会費	賛助：100,000円×1社		0	
P Rスペース事業		10,000	0	-10,000
雑収入※1	銀行利息・超過頁代・10周年・講演会残金	17,798	189,521	171,723
合計		2,311,736	2,375,459	
2.支出				
項目	内訳	予算	決算	予算との差額
会員管理・会計業務費	事務委託費(株式会社共立)	158,400	158,400	0
会報第15号刊行費	会報15号	200,000	232,100	32,100
講演会経費	明治大学	200,000	200,000	0
表彰関連費	表彰状・メダル代	10,000	0	-10,000
ホームページ運営費	有限会社時の広告社	55,000	66,000	11,000
通信費	振込手数料・会費請求書作成及び送料	100,000	27,073	-72,927
事務局経費	封筒他	50,000	0	-50,000
会議費		272,110	22,110	-250,000
	内訳			
	講師謝礼・役員旅費等	250,000	0	
	ZoomPro年契約	22,110	22,110	
予備費		1,266,226	0	-1,266,226
支出合計		2,311,736	705,683	-1,606,053
予備費(次年度繰越金)		0	1,669,776	1,669,776
合計		2,311,736	2,375,459	

雑収入※1内訳	189,521
銀行利息	3
超過頁代	30,000
講演会残金	141,720
10周年残金	17,798

前年度繰越金	1,456,938
郵便口座	942,418
三菱UFJ	474,750
小口現金	39,770
次年度繰越金	1,669,776
郵便口座	967,499
三菱UFJ	660,143
小口現金	42,134

会計監査報告書

令和6年6月7日

日本水稲品質・食味研究会長
松江 勇次殿

日本水稲品質・食味研究会会計事務について、2023年度（2023年4月1日から2024年3月31日に至る）本会会計の収支状況の監査を実施しました（於、福岡県三潴郡大木町八町牟田1003 福岡県農林業総合試験場筑後分場）。

銀行通帳および領収書等の会計書類について精査したところ、帳簿は適正に記載され、誤りなく出納されていることを確認しました。

監査実施者 岩渕哲也



(2) 2024（令和6）年度予算（令和6年4月1日～令和7年3月31日）

<収入>

項目	R6予算	備考
前年度繰越金	1,669,776	
会費	411,000	個人会員137名
	40,000	団体会員4口
	200,000	賛助会員10口
PRスペース事業	10,000	ホームページ上での広告
雑収入	5	利息
収入合計	2,330,781	

<支出>

項目	R6予算	備考
会員管理業務、会計処理業務費	158,400	株式会社共立
会報第16号刊行費	230,000	株式会社共立
講演会経費	200,000	株式会社サタケ
表彰関連経費	10,000	表彰状
ホームページ運営費	66,000	有限会社「時の広告社」
事務局経費	50,000	封筒他
会議費	250,000	講師謝礼、役員旅費等
	22,110	ZoomPro年契約
通信費	50,000	振込手数料・請求書送料・送料
予備費	1,294,271	
支出合計	2,330,781	

日本水稲品質・食味研究会則

第1条 本会は、日本水稲品質・食味研究会(Japanese Society for Rice Quality and Palatability, JSRQP)と称する。

第2条 本会は水稲の品質・食味に関する学術の発展および実用技術の振興を図ると共に、同学の士の親睦を厚くすることを目的とする。

第3条 本会の会員は、本会の目的および事業内容に賛同し、所定の手続きを行った個人会員、団体会員および賛助会員とする。

第4条 本会の事務局を会長の所属機関株式会社共立におく。

第5条 本会は第2条の目的を達成するため、つぎの事業を行う。

1. 研究発表会、講演会などの開催
2. 会報の発行
3. 研究および調査の実施
4. その他、この会の目的を達成するために必要な事業

第6条 本会に入会しようとする者は、氏名、所属、連絡先、その他の必要事項を明記した文書に会費を添えて本会に申し込むものとする。また、本会を退会しようとする場合は、その旨を文書で本会に連絡しなければならない。

第7条 本会に、つぎの役員をおく。会長1名、副会長2名、評議員数名とし、事務局長1名、会計、広報は評議員から選出する。

第8条 会長は、その他の役員と協議しながら会務を統括し、本会を代表する。副会長は会長を補佐し、会長に事故あるときや長期に渡り不在となる場合に、その代理を務める。評議委員は、重要な会務を審議し、執行する。

第9条 会長は個人会員の投票により、個人会員の中から選出する。選出方法の詳細は別に、これを定める。副会長、評議員および事務局長は、個人会員の中から会長が委嘱する。

第10条 役員の任期は、委嘱日～3年目以降の3月31日までとする。

第11条 会計年度は4月1日～3月31日とする。

附則

- 1 本会の会則は、設立の日 2009 年 11 月 13 日から施行する。
- 2 本会の事務を処理するため、事務局を株式会社共立（東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル 2F）に設置する。事務局員の任免は会長が行う。
- 3 本会の設立当初の役員の任期は、この会の設立の日から 2013 年 3 月 31 日までとする。なお、総会により任期は改正できる。
- 4 本会の設立当初の事業計画および収支予算は、設立総会の定めるところによる。
- 5 本会の設立当初の年会費は、次に掲げる額とする。

年会費	個人会費	3, 0 0 0 円
	団体会員	1 0, 0 0 0 円
	賛助会員 一口	2 0, 0 0 0 円
	終身会員	5 0, 0 0 0 円（納入は 1 回のみとする）

以上

平成 21 年 11 月 13 日施行

平成 26 年 11 月 8 日改正

平成 27 年 11 月 14 日改正

平成 28 年 11 月 12 日改正

令和 3 年 11 月 6 日改正

日本水稲品質・食味研究会賞授賞規程

- 1) 日本水稲品質・食味研究会に日本水稲品質・食味研究会賞を設ける。本研究会賞は学術賞、技術賞、奨励賞、貢献賞および功績賞とし、賞状と副賞（メダル）を授与する。
- 2) 学術賞は、水稲の品質・食味に関連する学術の進展に寄与する顕著な研究業績を挙げた個人または団体に授与する。
- 3) 技術賞は、水稲の品質・食味に関連する技術の開発に寄与する顕著な業績を挙げた個人または団体に授与する。
- 4) 奨励賞は、水稲の品質・食味に関連する学術の進展に寄与する優秀な研究業績を挙げ、かつ将来の活躍が期待される個人に授与する。ただし、受賞者の年齢は当該年度の11月1日において満40歳未満とする。
- 5) 貢献賞は、水稲の品質・食味に関連する優れた講演発表または良質・良食味米の生産、貯蔵、加工、利用などについての熱心な普及指導もしくはそれらへの真摯な取り組みを通して本研究会の活性化や産米の品質・食味の向上に貢献した個人または団体に授与する。ただし、講演発表の評価は原則として当該年の前年（1年前）の講演会を対象に行う。
- 6) 功績賞は、水稲の品質・食味に関連する産業の振興または本研究会の活動に長年にわたり尽力した個人または団体に授与する。
- 7) 上記各賞の受賞者は授賞時点で本研究会の会員であることを要する。
- 8) 学術賞、技術賞、貢献賞および功績賞は原則として毎年各々1件以内とする。奨励賞は3件以内とする。
- 9) 学術賞、技術賞、奨励賞、貢献賞および功績賞の受賞候補者の選考は授賞選考委員会において行い、会長がこれを決定する。
- 10) 授賞選考委員は若干名とし、選考委員長および選考委員は会長が委嘱する。
- 11) 受賞候補者は本研究会の会員より推薦されることを原則とする。
- 12) 受賞候補者の推薦期限は当該年の授賞式予定日の約3ヶ月前とする。
- 13) 候補者の推薦に際しては、下記の（1）～（4）を記載した推薦書と業績に関わる（5）または（6）を研究会事務局に提出する。貢献賞と功績賞は推薦書だけでも可とするが、参考となる資料、文書などがあれば添付する。
 - （1）学術賞、技術賞、奨励賞、貢献賞、功績賞の区別。
 - （2）受賞候補者の氏名（候補者が連名の場合は全員の氏名。団体の場合は団体名と代表者の氏名）、所属、候補者が日本人以外の場合は国籍。
 - （3）推薦者の氏名、所属。
 - （4）推薦理由。
 - （5）学術賞と奨励賞は推薦の根拠となる論文（5報以内。査読がある論文で候補者が筆頭著者、責任著者もしくはそれに準ずるもの）または著書の別刷りかコピー。pdfでも可。
 - （6）技術賞は推薦の根拠となる論文（5報以内。査読がなくても可）、著書、資料（設計書、成績書、報道記事など）などの別刷りかコピー。pdfでも可。なお、提出する論文が日本語または英語以外の言語で書かれている場合は著者に詳しい内容の説明を求めることがある。
- 14) 授賞は当該年度の行事において行う。
- 15) 授賞に要する費用は、本研究会の経費をもってあてる。

16) その他，必要に応じて会長，役員会，選考委員会で協議して決定することができる．

平成 29 年 11 月 10 日制定

令和元年 11 月 1 日改正

令和 4 年 11 月 5 日改正

日本水稻品質・食味研究会（会報）投稿規定

2021 年 11 月 6 日制定

1. 総則

（目的）

- (1) 日本水稻品質・食味研究会報は、水稻の品質・食味に関する原著論文、解説記事および学会として必要な記事等を掲載する。

（投稿資格）

- (2) 筆頭著者または Corresponding author は、日本水稻品質・食味研究会の会員に限る。ただし依頼原稿については、その限りでない。

（著作権）

- (3) 本誌に掲載された論文、解説、資料等についての著作権は日本水稻品質・食味研究会に属する。

2. 原稿の種類

（投稿原稿）

- (1) 論文（報文、ノート）、総説、解説、資料とし、本文は和文または英文とする。

- (a) 報文：学術的で新規な知見、独創的な考察、あるいは価値ある事実を含むもの。他誌に未発表のものとする。

- (b) ノート：新しい事実や、研究方法の改良などを含む短いもの。他誌に未発表のものとする。

- (c) 総説：研究の進歩の状況、現状、将来への展望などをまとめたもの。

- (d) 解説：基本的または応用的主題を分かり易く解説したもの。

- (e) 資料：調査、統計、写真等、資料的価値のあるもの。

- (f) その他：学会記事等、学会活動に必要なもの。

（依頼原稿）

- (2) 国の内外における研究の動向、情報を会員に提供するために、編集委員会が企画、依頼をする。依頼原稿の種類は総説、解説、講座、資料とする。

3. 原稿の作成、送付および取り扱い

（原稿ファイル）

- (1) 原稿は、本規程および別に定める原稿作成要領に従い、ワープロソフトや図表ソフトを使って作成する。

（原稿の送付）

- (2) 作成した原稿は PDF ファイルとし事務局に電子メールで送付する。原稿の送付後、土日休日を除く 3 日以内に、電子メールによる原稿受領通知が届かない場合は、電話または Fax 等で事務局に問い合わせる。

（原稿受付日および掲載受理日）

- (3) 原稿受付日はメール受信が完了した年月日、掲載受理日は原稿の掲載が編集委員会によって受理された日とする。

(原稿の規定枚数)

(4) 原稿の長さは原則として図表を含めて以下のページ数以内とする(1 ページ 25 行, 1 行 36 文字の原稿約 2.8 枚が刷り上がり 1 ページに相当する)。なお, 受付時にページ数の大幅な超過が予想される場合は, 編集委員会で検討の結果, 著者あてに返却されることがある。

投稿原稿: 報文 7 ページ, ノート 3 ページ, 総説 7 ページ, 解説・資料 6 ページ。

依頼原稿: ページ数は指定することがある。

4. 審査

(原稿の採否)

(1) 原稿の採否は編集委員会が決定する。

(内容の訂正)

(2) 編集委員は内容, 構成および字句の修正を著者に要求することがある。また, 採用が決定した原稿内容を著者が変更する場合は, 編集委員会の承諾を得なければならない。

(原稿の種類の変更)

(3) 編集委員会は, 原稿の内容によってあるいは審査の結果, 著者に対して原稿の種類の変更を求めることがある。

(遅延原稿)

(4) 編集委員会が著者に対し訂正を求めた原稿が, 返却期限(原則 1 カ月以内)に訂正・送付されない場合は, 投稿取り下げとみなされることがある。

5. 著者校正

(1) 著者校正は 1 回とする。校正は印刷上の誤りの訂正にとどめ, 文章等, 内容の変更を認めない。

6. 投稿料, 超過ページ代等

(投稿料)

(1) 投稿料等を以下のとおりとする。

投稿料: 無料

(超過ページ代)

(2) 投稿原稿, 依頼原稿の種別を問わず, 本規程 3-(4) で定めるページ数を超過した場合, 超過ページ代を申し受ける。

超過ページ代: 刷り上がり 1 ページ 15,000 円

(特殊印刷費)

(3) 特に申し出がない限り, カラーで入稿された図表も白黒印刷とする。投稿原稿, 依頼原稿の種別を問わず, カラー印刷およびアート紙使用などを希望する場合は著者に実費を申し受ける。

カラー印刷代: 実費(1 ページ 40,000 円程度)

(刷り上がり PDF ファイル)

(4) 著者には, 刷り上がりの PDF ファイルを配布する。

(連絡先)

(5) 会報編集に関する連絡先は下記とする。

〒104-0033 東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル 2F 株式会社共立内

日本水稲品質・食味研究会報編集委員会

e-mail : jsrqp@kyouritsu-online.co.jp

HP : <https://jsrqp.net>

TEL : 03-3551-9896, FAX : 03-3553-2047

附則

1. この規程は 2021 年 11 月 6 日以降に投稿された原稿に適用される。

以上

2020 年 11 月 1 日制定

1. 原稿の順序

(1) 論文（報文，ノート），総説，解説，資料

初めに和文で，略表題，表題，著者名，所属機関・所在地，受理日・連絡著者・連絡先・当該論文の事業名などの脚注，要旨，キーワードの順に記載する。続けて英文で，表題，著者名，所属機関・所在地，要旨，キーワードの順に記載する（記載例を参照）。

本文の緒言は新しいページから始め，ついで，材料と方法，結果，考察（または，結果と考察），謝辞（必要な場合），引用文献の順に記載し，そのあとに，図表の表題と注，図，表を付ける。

当該論文に係る事業名（経常研究等の制度名）は脚注に記載する。謝辞，引用文献がない場合は記載不要とする。

(2) 依頼原稿（総説，解説，講座，資料）

論文に準じて原稿を記載する。なお，英文の記載は省略することができる。

2. 刷り上がりの様式

(1) レイアウトは著者がとくに希望する以外は編集委員会・印刷所に一任する。

(2) 表題，著者名，所属機関・所在地，要旨，キーワードは 1 段構成とし，1 行あたりの文字数は 54 字を上限とする。なお，行数について上限は設けない。

(3) 本文以下は 2 段構成とし，1 行あたり 27 文字を上限とする。また，本文以下の 1 ページあたりの行数は 46 行を上限とする。

3. 原稿の表記，記載文字・記号等

(1) 本文が和文の場合

- ・原稿は「Microsoft Word」で作成する。それによりがたい場合は研究会事務局等に相談する。
- ・用紙の大きさは A4 判，上下左右に 25mm 以上の余白をとる。原則として 1 ページ 25 行，1 行 36 文字とする。原稿には，ページごとに行番号を，各ページの中央下にページ番号を付ける。本文と図表を 1 つの PDF ファイルにまとめる。
- ・「である調」とし，平易かつ簡潔な表現とする。
- ・和文のフォントは MS 明朝（11pt），英文のフォントは Times New Roman（11pt）を使う。文字を太字にする場合は「ボールド」を，斜字体は「イタリック」を，文字を下付きに配置する場合は「下付き文字」を，上付きに配置する場合は「上付き文字」を使う。
- ・和文は全角文字で入力する。なお，英字およびアラビア数字（0，1，…，9）は半角とする。
- ・句読点・括弧は全角の「，（コンマ）」，「。（まる）」，「（）（括弧）」とする。また，「・」，「？」，「～」，「%」も全角とする。
- ・「X」と「×」，「一」と「ー」，「一」と「一」，「1」と「l」などを区別して入力する。

(2) 本文が英文の場合

- ・原稿は「Microsoft Word」で作成する。それによりがたい場合は研究会事務局等に相談する。
- ・フォントは Times New Roman（11pt）を使う。文字を太字にする場合は「ボールド」を，斜字体は「イタリック」を，文字を下付きに配置する場合は「下付き文字」を，上付きに配置する場合は「上付き文字」を使う。
- ・英文はアラビア数字（0，1，…，9）を含めて半角文字で入力する。
- ・句読点・括弧は半角の「，（コンマ）」，「.（ピリオド）」，「（）（括弧）」とする。

4. 略表題, 表題, 著者名, 所属機関, 脚注

- (1) 略表題は著者名(姓のみ)を含めて30字以内とする。3名以上の著者のときは筆頭著者名「ら」とする。

(例) 新田ら一福島県浜通り地域産米における貯蔵物質の微細構造的特徴
新田・渡邊一福島県内の水田土壌の理化学的特性

- (2) 表題は原則として主題と副題に分けない。分けるときの副題は「-○○○-」とする。
(3) 著者名の右側に「1)」などをつけ、著者名欄のつぎの()内に「1) 茨城大学農学部」などと所属機関名を記す。
(4) 「受理日・連絡著者・連絡先・当該論文の事業名」などの脚注は、連絡著者：氏名、郵便番号、所在地、TEL 番号、FAX 番号、e-mail アドレスの順とする。必要があれば研究費の出所などを続けて記す。

(例)

年 月 日受理。連絡著者：新田洋司 〒300-0393 茨城県阿見町中央 茨城大学農学部
TEL029-888-8551, FAX029-888-8551, nittay@agri.fukushima-u.ac.jp 本研究の一部 JSPS 科研費 JP○○○○○によった。

5. 要旨, キーワード

- (1) 要旨は改行しない。また図表や文献を引用しない。文字数は600字以内とする。なおノートでは100文字程度とする。
(2) キーワードは50音順とし、5語までとする。検索に使われやすい用語を用いる。

6. 英文の表題, 著者名, 所属機関, 要旨, キーワード

- (1) 表題(Title)の単語は、前置詞、冠詞、接続詞以外は大文字で始める。なお、副題は文頭・固有名詞等の先頭文字は大文字とする。
(2) 著者名は姓に続けて名の順とし、姓の全文字と名の先頭文字を大文字とする。著者名の右側に「1)」などをつけ、著者名欄のつぎの()内に「1) School of Agriculture, Ibaraki University」などと所属機関名を記す。
(3) 要旨(Abstract)は和文の要旨と同様の形式とし、230語以内とする。なおノートでは50語程度とする。
(4) キーワード(Key words)は和文のキーワードと同様の形式とする。ただしアルファベット順とし、いずれも大文字で始める。

7. 本文

- (1) 本文は、緒言、材料と方法、結果、考察(または、結果と考察)、謝辞(必要な場合)、引用文献の順とする。なお、「緒言」の項目は記さない。各項目の見出し字句は行の中央に書く。すべての段落の先頭は1字あける。
(2) 各項目中の大見出し、中見出しおよび小見出しは、それぞれ1, 2, 3, …, (1), (2), (3), …, i), ii), iii), …のように順次区別する。中見出しまでは見出し字句をつけ、改行して文章を書き出す。小見出しは見出し字句をつけ、改行して文章を書くことを原則とするが、見出し字句のあとに「:」をつけて改行しないで文章を続けてもよい。
(3) 専門用語は原則として文部科学省学術用語審議会編「学術用語集」、日本作物学会編「新編 作物学用語集」、日本作物学会編「作物学用語事典」、日本育種学会編「新編育種学用語集」による。略語または記号を用いるときは、最初に用いる箇所ですべての正式名称を書き、括弧内に略語や記号を示す。
(4) 物理量の記号および使用上の規約は、なるべく IUPAC (国際純正応用化学連合) の勧告に従う。

付記 1 および「物理化学で用いられる量・単位・記号」(社)日本化学会標準化専門委員会監修, 朽津耕三訳, (講談社サイエンティフィック, 東京) (1991), 要約版は, 化学と工業, 42 (3), 498-506 (1989) を参照する。

(5) 単位は付表に準拠する。

(6) 数値は「単位語を併用する」か「数字のみ使用し, 3 ケタごとにコンマで区切る」ことで表現する。数字と単位の間には半角スペースを入れない。

(例) 125000 人→12 万 5 千人 or 125,000 人

(7) 化合物名は原則として IUPAC (国際純正応用化学連合) 命名法に従い日本語で書く。本文中では化学式を用いず, 名称を用いて書く。長い化合物名の場合は, 上記専門用語に準じて略語を用いてもよい。また, 化合物の名称として, 一般に使用されるものを用いてもよい。

(8) 外国の人名, 会社名などはアルファベット表記とする。ただし, 例のように, 周知の術語となっている人名はカタカナ書きでもよい。人名には敬称をつけない。

(例) ケルダール分解法, ソモギー法, モール法, フェーリング液など

(9) 動植物名は, 文部科学省学術用語審議会編「学術用語集-動物編, 植物編」, 日本作物学会編「作物学用語集」, 日本作物学会編「作物学用語事典」, 日本育種学会編「新編育種学用語集」, 園芸学会編「園芸作物名編」などを参照し, カタカナ書きとする。学名は例のように属 (第 1 字目を大文字とする), 種, 変種, 亜変種の部分をイタリック体とする。

(例) リンゴ *Malus domestica* Borkh.

ウンシュウミカン *Citrus unshiu* Marc.

動植物体の加工品は例のように原則としてひらがなまたは漢字を用いる。

(例) コムギ こむぎ粉, 小麦粉

サケ 塩さけ

(10) 微生物の名称および用語については, 日本細菌学会用語委員会編「最新版英和和英微生物学用語集」などによる。また微生物の学名は, 例のようにイタリック体とする。

(例) 微生物の属名のみを記載する場合

Aspergillus sp.

属・種名を記載する場合

Aspergillusoryzae

亜種・変種などを記載する場合

Bacillus cereus var. *mycoides*

特定の菌株などを記載する場合

Escherichia coli K-12

(11) 酵素の分離精製, 諸性質の解明および応用に関する論文では, 対象酵素の酵素番号および系統名を必要箇所に記述する。酵素番号および系統名は国際生化学連合 (I.U.B.) 酵素委員会報告 “Enzyme Nomenclature Recommendations (1984) of the Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry, Academic Press (1984)” に準拠する。

(例) グルコースイソメラーゼ (E.C.5.3.1.5, D-Xyloseketol-isomerase)

論文で用いている酵素名が系統名と異なることから, 酵素番号と系統名を記述する。

トリプシン (E.C.3.4.21.4)

論文で用いている酵素名が系統名と同一のため, 酵素番号だけを記述する。

(12) その他

・数学的演算子 (d, Δ など) および数学的定数 (e, π, i など) はローマン体とする。

・式は斜体とする。

・積は 101.325×108 とし $101.325 \cdot 108$ としない。

・範囲を示す場合は $(1.0 \sim 1.5) \times 108$ または $(25 \pm 0.5) ^\circ\text{C}$ と書く。

・商を表わす斜線 (/) を用いるとき, 混同を避けるためかっこを必要とする。

(例) $a+b/c+d$ (= $a+bc^{-1}+d$ と混同する) とせずに $(a+b) / (c+d)$ とする。 $(a/b) / c$ は $a/b/c$ としてはならない。

8. 図・表

- (1) 図・表は、和文では第 1 図、第 1 表、英文では Fig. 1, Table 1 などとする。写真は図に含める。
- (2) 図・表は本文中に入れず、本文中の初出箇所の右側余白に赤字で指定する。図・表は、本文のあと（引用文献のあと）にページをあらためて記載する。1 ページに 1 つ（1 ページに 1 つの図または表）とし、余白に著者名、図・表の番号、刷り上がりへの大まかな縮尺（2/3 など）を赤字で記入する。
- (3) 図・表およびそれらの表題で使うフォントは、和文では MS 明朝、英文では Times New Roman とする。句読点は、和文では全角「，（カンマ）」、「.（ピリオド）」、英文では半角「，（カンマ）」、「.（ピリオド）」とする。
- (4) 表題は、図では図の下部に、表では表の上部とともに中央に配置する。
- (5) 図・表が英文の場合、タイトルおよび図・表中の英文や語句は、最初の文字を大文字とし、以下は小文字とする。
- (6) 表では、最上線の横線は 2 本線とし、その他の横線は 1 本線とする。縦線は用いない。
- (7) 図は閉じた形式のものを用いる。凡例やグラフの目盛は図の外に記載するのを原則とするが、図の内側に記載するのが見やすく、理解しやすい場合はこの限りではない。グラフの縦軸の説明文字や物理量・単位は下方から上方へ向かって、横軸のそれは左から右へ横書きとする（ただし目盛の数字はこの限りでない）。
- (8) 図・表で分析結果の有意差検定に関する記述をする場合は、サンプル数は n 、危険率 p とそれぞれイタリックで表記する。

9. 引用文献

- (1) 記載順序は筆頭著者の姓のアルファベット順とする。同一筆頭著者（単独名を含む）のものは年次順とする。同一筆頭著者で同一年次のものは年次の後に a, b, … を付す。
- (2) 著者名は、和文文献では姓と名の間を開けない。英文文献では姓以外はイニシャルのみとする。
- (3) 句読点は、和文文献では全角「，（カンマ）」、「.（ピリオド）」、英文文献では半角「，（カンマ）」、「.（ピリオド）」とする。
- (4) 雑誌名の略称は ISDS 誌名略記法リストによるが、各学会で慣用されているものはそれによる。なお、引用文献における雑誌名称の略称表記は、「雑誌名称の略称表記」を参照し正確に記載する。不明な場合は編集委員会に問い合わせる。
- (5) 本文中の文献引用形式は下記のようにする。同一箇所に 2 つ以上の文献を引用する場合は発表年次順に記す。
(例) 新田・星川 (1992), (Turk and Turk 1988), (Hall ら 1961a, b, 田中ら 1963)
- (6) 試験成績書、私信などは引用文献の中に入れないで、本文中の引用の直後に“(注：○○○)”と続けて記す。

付表

SI 単位			倍数に関する接頭語		
量	名 称	単位記号	倍 数	名 称	記 号
長 さ	メートル	m	10 ¹⁸	エクサ (exa)	E
質 量	キログラム	kg	10 ¹⁵	ペタ (peta)	P
時 間	秒	s	10 ¹²	テラ (tera)	T
電 流	アンペア	A	10 ⁹	ギガ (giga)	G
温 度	ケルビン	K	10 ⁶	メガ (mega)	M
物質質量	モル	mol	10 ³	キロ (kilo)	k
光 度	カンデラ	cd	10 ²	ヘクト (hecto)	h
平面角	ラジアン	rad*	10	デカ (deca)	da
立体角	ステラジアン	sr*	10 ⁻¹	デシ (deci)	d
* 補助単位			10 ⁻²	センチ (centi)	c
SI 単位と併用される単位			10 ⁻³	ミリ (milli)	m
量	単 位 (記号)		10 ⁻⁶	マイクロ (micro)	μ
時 間	分 (min), 時 (h), 日 (d), 年 (yr)		10 ⁻⁹	ナノ (nano)	n
平面角	度 (°), 分 (′), 秒 (″)		10 ⁻¹²	ピコ (pico)	p
体 積	リットル (L)		10 ⁻¹⁵	フェムト (femt)	f
質 量	トン (t)		10 ⁻¹⁸	アト (atto)	a
面 積	アール (a)				

固有の名称を持つ組立単位の例			
量	名 称	記 号	定 義
周 波 数	ヘルツ (hertz)	Hz	s ⁻¹
力	ニュートン (newton)	N	kg ms ⁻²
圧 力	パスカル (pascal)	Pa	Nm ⁻²
エネルギー	ジュール (joule)	J	Nm
仕 事 率	ワット (watt)	W	Js ⁻¹
電 圧	ボルト (volt)	V	WA ⁻¹
電気抵抗	オーム (ohm)	Ω	VA ⁻¹
温 度	セルシウス度 (degree Celcius)	°C	°C = K - 273.15
放 射 能	ベクレル (bequerel)	Bq	s ⁻¹
	キュリー (curie)	Ci	s ⁻¹
濃 度	モル濃度 (molar)	M	mol L ⁻¹

作物学分野で使われる測定量の表示法の例		
量	表 示 法	
収 量	[P]	g m ⁻²
	[A]	kg ha ⁻¹ , Mg ha ⁻¹ , t ha ⁻¹
葉面積比率		m ² kg ⁻¹
施 肥 量	[P]	g m ⁻²
	[A]	kg ha ⁻¹
植物体水分含量	[P]	g kg ⁻¹
	[A]	%
土壌水分含量	[P]	kg kg ⁻¹ , m ³ m ⁻³
光エネルギー強度		W m ⁻² , J m ⁻² s ⁻¹
光量子密度 (光合成有効放射速度)		μmol m ⁻² s ⁻¹
光合成, 呼吸速度	[P]	μmol m ⁻² s ⁻¹
	[A]	mg dm ⁻² h ⁻¹ , mg m ⁻² s ⁻¹
蒸 散 速 度	[P]	g m ⁻² s ⁻¹
	[A]	g dm ⁻² h ⁻¹

注) [P] は望ましい表示法, [A] は許容されるべき表示法を示す。

2020 年 11 月 1 日制定

新田ら－水稻玄米の粒重・粒厚と食味関連形質との関係

水稻玄米の粒重・粒厚と食味関連形質との関係—2005 年茨城県産コシヒカリの事例から—

新田洋司¹⁾・伊能康彦¹⁾・松田智明¹⁾・飯田幸彦²⁾・塚本心一郎²⁾

(¹⁾ 茨城大学農学部, ²⁾ 茨城県農業総合センター)

年 月 日受理。連絡著者：新田洋司 〒300-0393 茨城県阿見町中央 茨城大学農学部 TEL029-888-8551, FAX029-888-8551, nittay@agri.fukushima-u.ac.jp 本研究の一部 JSPS 科研費 JP〇〇〇〇〇によった。

要旨：茨城県産米は従来より，整粒歩合，千粒重，粒厚，1 等米比率が低いことが指摘され，改善が要望されていた。そして，茨城県等では 2004 年から「買ってもらえる米作り」運動（以下「運動」）を展開している。本研究では，…
および食味関連形質は，おおむね良好であったと考えられた。

キーワード：アミロース含有率，コシヒカリ，千粒重，タンパク質含有率，粒厚。

Correlation of Palatability Properties with Grain-weight and Thickness of Rice Grain -Case
6 cv. Koshihikari cultivated in Ibaraki prefecture in 2005-: NITTA Youji1), INO
Yashiko1), MATSUDA Toshiaki1), IIDA Yukihiro2) and TSUKAMOTO Shin-

1 ich r2) (1) College of Agriculture, Ibaraki University, Ibaraki 300-0393, Japan; 2) Ibaraki
2 Agrich tural Center)

3 Abstract: We investigated some palatability properties of Ibaraki rice cv. Koshihikari,
4 sp cially examining the correlation of palatability with grain weight and thickness. We
5 investigated the rice from ...

6 6 Ib raki prefecture of 2005 used in this study seemed to have a high palatability.

7 Key wo ds: 100-grain weight, Amylose content, Brown rice thickness, Koshihikari, Protein
8 cnt ent.

9

10 [改ページ]

11

12 茨城県の稲作は、作付面積が全国で第 6 位 [78300ha (2005 年)], 生産学が全
13 国で第 3 位 [1204 億円 (2003 年)] であり, 県農業生産額に占める割合は 29%に
14 ものぼっている (茨城県農林水産部 2005a)。しかし, ...
15 ることを目的とした。

16

17 材料と方法

18 茨城県内各地で品種コシヒカリ...

19 10 反復で調査した。

20

21 結果

22

23 調査水田における篩目の幅は 1.8~1.9mm の範囲にあり, 1.9mm を採用した水
24 田が半分を占めた (第 1 表)。また, 2 水田を除く水田で, 運動で推進している
25 1.85mm よりも...

第 1 表

1 タンパク質含有率，アミロース含有率との間に有意な相関関係は認められなかつ
2 た。

3

4 考察

5

6 近年，茨城県等が推進している「買ってもらえる米づくり」運動などでは，高
7 品質米の生産・出荷において玄米の粒厚を厚くする必要性が強調されており（佐々
8 木・乗鞍 2003，新田ら 2004），粒厚と食味…
9 炊飯米の食味の良・否が，細繊維状構造や網目状構造などの微細骨格構造によっ
10 てもたらされる食感などの影響を受けることも知られている（松田ら 1993）。今
11 後は，玄米の粒重・粒厚と炊飯米表面および内部の微細骨格構造等との関係につ
12 いての解明がまたれる。

13

14 謝辞

15

16 本研究の遂行にあたり，根本善仁門氏，根本善太郎氏には水田での実地調査に
17 ご協力いただく…。ここに記して謝意を表する。

18

19 引用文献

20

21 千葉県農林水産課政策課 2004. 食味関連測定装置（食味計）を利用した米の食味
22 評価法 <http://www.pref.chiba.jp/fcard/2005/H16list.html>（2008/4/30 閲覧）

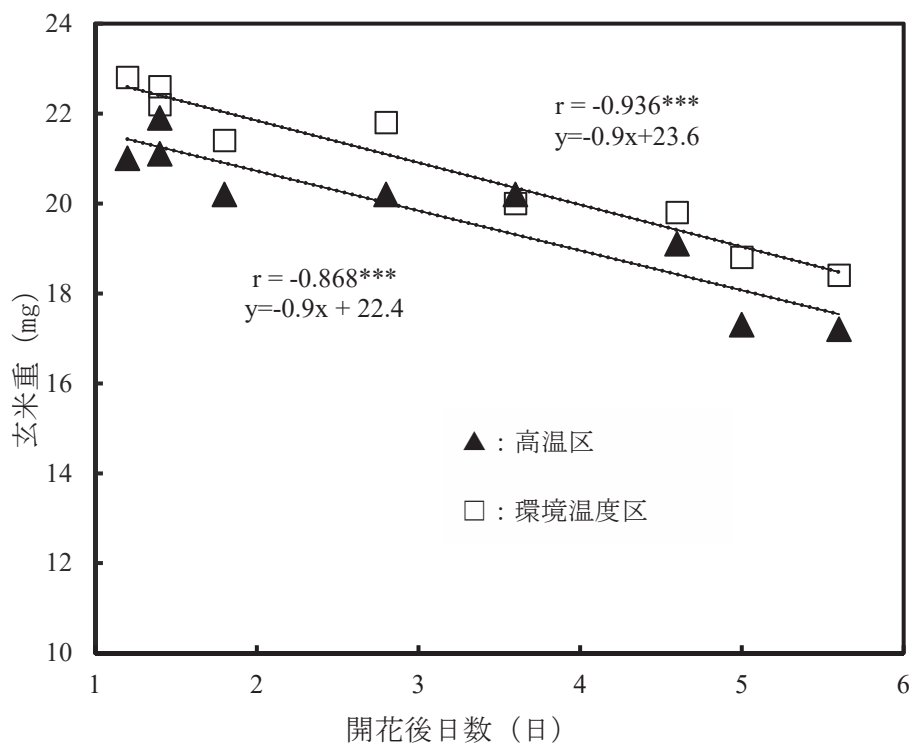
23 松江勇次・尾形武文 1999a. 栽培条件が穂上位置別の米粒のタンパク質含有率に
24 与える影響. 日本作物学会紀事 68：370-374.

25 松江勇次・尾形武文 1999b. 栽培条件が穂上位置別の米粒のアミロース含有率に

与える影響. 日本作物学会紀事 68 : 495-500.

SABARUDDIN Z, MATSUDA T and NITTA Y 2000. Effects of nitrogen application on the development and accumulation of protein bodies in developing rice seed. Plant Production Science 3: 84-93.

[改ページ]



新田ら
第 1 図
縮尺 2/3

第 1 図 水稻品種コシヒカリにおける登熟期における気温の差異が開花後日数と玄米重との関係.

*** : 0.1%水準で有意.

[改ページ]

第 1 表 水稻品種コシヒカリにおける登熟期における気温の差異が穂の諸形質におよぼす影響.

品種	登熟期の気温	穂重 (g)	登熟歩合 (%)	玄米 1 粒重 (mg)
コシヒカリ	環境温度	2.7	90.0	22.0
	高温	2.5 ns	82.6 ***	19.9 *
キヌヒカリ	環境温度	2.8	88.5	21.1
	高温	1.9 ***	57.9 ***	13.6 ***

*, *** : 環境温度区との比較で 1, 0.1%水準で有意差あり. ns : 有意差なし.

新田ら
第 1 表
縮尺 2/3

「日本水稲品質・食味研究会」への入会のご案内

我が国の主食穀物である水稲の品質や食味の向上を推進するため、以下のように「日本水稲品質・食味研究会」を設立しております。是非、趣旨をご理解頂き、ご入会下さいますよう、お願い申し上げます。

1. 「日本水稲品質・食味研究会」の目的

諸外国における水稲の食味研究の加速化および我が国での地球温暖化が起因する水稲の品質や食味の低下、作柄の不安定化などの問題が多発する情勢をかんがみて、水稲の品質・食味に関する学術の発展および実用技術の振興を図るとともに、同学の士の親睦を厚くすることを目的とします。

2. 「日本水稲品質・食味研究会」の活動

- (1) 研究発表会，講演会などの開催
- (2) 会報の発行
- (3) 水稲の品質・食味に関する研究および調査の実施
- (4) その他，この会の目的を達成するために必要な事業

3. 「日本水稲品質・食味研究会」会員の種類

- (1) 個人会員：「日本水稲品質・食味研究会」の趣旨に賛同する個人
- (2) 団体会員：「日本水稲品質・食味研究会」の趣旨に賛同する団体
- (3) 賛助会員：「日本水稲品質・食味研究会」を賛助する個人および団体

4. 「日本水稲品質・食味研究会」の年会費（入会金なし）前納とする

会員となった者は，入会申込後，速やかに年会費を納入（年度末の3月まで有効）してください。

- (1) 個人会員 3,000 円
- (2) 団体会員 10,000 円
- (3) 賛助会員 20,000 円／口（1口以上，何口でも可）
- (4) 終身会員 50,000 円（納入は1回のみとする）

5. 「日本水稲品質・食味研究会」会費納入先

- (1) 郵便振替 口座番号：01710-1-87579
 口座名称：日本水稲品質・食味研究会
- (2) 銀行口座 銀行名：三菱UFJ銀行
 支店名：新富町支店（店番号749）
 預金種類：普通預金 口座番号：0135231
 名 義：日本水稲品質・食味研究会

6. 「日本水稲品質・食味研究会」事務局(問合せ先)

〒104-0033 東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル 2 階
株式会社共立内

TEL 03-3551-9896 FAX 03-3553-2047

事務局メール : jsrqp@kyouritsu-online.co.jp

ホームページ : <https://jsrqp.net>

以上

「日本水稻品質・食味研究会」入会申込書方法

入会申込みは、会員の種類（１・２・３・４のいずれか）によって、日本水稻品質・食味研究会入会・変更フォームから

下記のアドレスから必要事項を入力してください。

<https://formlssl.fc2.com/form/?id=6ef33e3835aedd2>

- １． 個人会員の場合（年会費 3,000 円） 名簿掲載（可・否）
- ２． 団体会員の場合（年会費 10,000 円） 名簿掲載（可・否）
- ３． 賛助会員の場合（年会費 20,000 円／口） 名簿掲載（可・否）
- ４． 終身会員 50,000 円（納入は１回のみとする）

住所変更は忘れずに、上記の日本水稻品質・食味研究会入会・変更フォームから必要事項を入力してください。

日本水稲品質・食味研究会 賛助会員・団体会員 一覧

会員種別	所属機関名
賛 助 会 員	株式会社ケツト科学研究所
賛 助 会 員	株式会社 サタケ
賛 助 会 員	株式会社タケトモ電機
賛 助 会 員	ビーエルテック株式会社
賛 助 会 員	伊藤忠食糧株式会社
賛 助 会 員	株式会社NTTデータCCS
賛 助 会 員	デンカ株式会社 アグリプロダクツ部
賛 助 会 員	株式会社古田産業
賛 助 会 員	株式会社 千野米穀店
賛 助 会 員	日本生活協同組合連合会
団 体 会 員	(一財)日本穀物検定協会
団 体 会 員	天津市食味水稲国際連合研究センター
団 体 会 員	パナソニック株式会社
団 体 会 員	一般社団法人日本精米工業会

印刷 2025 年 3 月 20 日

発行 2025 年 3 月 25 日

発行人 松江 勇次

事務局 日本水稲品質・食味研究会

〒104-0033 東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル 2F

株式会社共立内

TEL 03-3551-9896

FAX 03-3553-2047

印刷所 株式会社共立

〒104-0033 東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル 2F

株式会社共立

TEL 03-3551-9891 (代表)

<問合せ先>

日本水稲品質・食味研究会 事務局
株式会社共立内 （東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル 2F）

TEL 03-3551-9896

FAX 03-3553-2047

e-mail : jsrqp@kyouritsu-online.co.jp

HP : <https://jsrqp.net>