

日本育種学会四国談話会 第 85 回講演会プログラム

新型コロナウイルスの影響で活動や移動が制限される中、高知県農業技術センターで実施する予定であった第 85 回講演会の四国談話会一般講演(口頭発表)および作物学会四国支部との合同シンポジウムは、中止となりました。そのため、今年度はメール会議方式により、一般講演を実施した。合同シンポジウムのために準備していた講演題目は、特別講演として、メール会議方式で実施した。

◎ 一般講演

一般講演 = メール会議方式

一般講演は 1 題のみ:

今治地域におけるさといも品種「愛媛農試V2号」の収量性にかかる技術指導の方向性について
浅海英記¹(発表者)・徳永英行¹・越智研介²・宇高昇平²・渡部帆乃香²

(1.愛媛県今治支局地域農業育成室、2.越智今治農業協同組合)

◎ 特別講演(合同シンポジウムの中止に伴う講演)

特別講演 (メール会議方式) 下記 3 題:

1. 穂を大きくする *Ur1* 遺伝子を有する稲の極多収系統の収量について

村井正之¹・上向井美佐²

(1 高知大学名誉教授、2 愛媛大学大学院連合農学研究科)

2. *Ur1* 遺伝子を有する稲の極多収系統の食味に関する研究、および、各系統の特性(まとめ)

村井正之¹・上向井美佐²・永野邦明³

(1 高知大学名誉教授、2 愛媛大学大学院連合農学研究科、3 東北福祉大学 感性福祉研究所)

3. 高齢者の介護食用の軟飯に適する稲の品種候補について

村井正之¹・上向井 美佐²

(1 高知大学名誉教授、2 愛媛大学大学院連合農学研究科)

上記 3 題を特別講演として、2 月 22 日(月)に全会員に送信。各題目に対する質問・意見を 2 月 26 日(金)まで求めたが、質問・意見はなかった。

今治地域におけるさといも品種「愛媛農試V2号」の収量性にかかる技術指導の方向性について

○浅海英記¹・徳永英行¹・越智研介²・宇高昇平²・渡部帆乃香² (1.愛媛県今治支局地域農業育成室、2.越智今治農業協同組合)

愛媛県はさといもの出荷量が全国4位(2019年)と国内有数の生産県である。県内では、今治地域は四国中央地域や西条地域に次ぐ産地であり、2013年に生産部会を発足してから7年間で栽培面積は約11倍(約28ha)、生産者数は約3倍(69名)、販売金額は約1億4千万円にまで大幅に増加している。現在、栽培方法等技術指導は、古くからの県内主産地事例を参考に行っているが、今治地域は水田営農における集落組織や法人の安定経営を図る高収益作物として導入・推進しており、これら産地とは異なる背景と方向性を持つ。そこで、今治地域に適した栽培方法等技術指導の基礎資料とするために、生育・収量調査を行い、収量性に関連する要素を抽出・検討した。

耕種概要について、品種は愛媛農試V2号(商標:伊予美人)、定植日は2020年3月~4月(補植区は苗5月、種芋6月)、施肥量及び栽植密度は県栽培指針による。調査項目について、地上部は草丈や葉長等、芋部は芋重や芋数等とし、調査規模は1圃場につき1区3株で4区設定し、地上部は8月上旬に全区を調査し、芋部は9月上旬と11月中旬に各2区を調査した。

調査結果について、11月収穫区の子・孫芋重は9月収穫区の1.35倍であり、特に孫芋重の差が1.45倍と大きいことから、9月では孫芋が十分に肥大または着生していないことが考えられた。草丈と子・孫芋重の

関係(図1)から、両者は正比例しなく、草丈が170~180cmで子・孫芋重が最大となり、孫芋の大きさや着生による影響が大きいと考えられた。最大葉の大きさと子・孫芋重の関係(図2)から、両者は正比例しており、葉面積が大きいほど子・孫芋重が増加すると考えられた。子芋1個重と孫芋重の関係から、子芋が大きいほど孫芋重が大きく、大きい子芋ほど孫芋の着生数が多くなると考えられた。苗での補植区は正常区に比べて9月収穫区、11月収穫区ともに草丈が11~13%低く、子・孫芋重が11~17%低いことが分かった。種芋での補植区は正常区に比べて9月収穫区、11月収穫区ともに草丈が24~25%低く、子・孫芋重は49~74%低いことが分かった。

以上の結果から、今後の技術指導の方針として次のとおりとする。

- ①草丈が170~180cmで子・孫芋重が最大になることから、過剰な施肥による窒素過多や必要以上のかん水を控えるとともに適期定植で徒長を防止する。
- ②葉が大きいほど子・孫芋重が多いことや子芋1個が大きいほど孫芋重が多いことから、土入れによる子芋からの展葉促進を図るとともに適期定植によるしっかりとした草姿を作り、子芋を大きくする。
- ③補植においては苗が種芋より減収率が低いことから、定植時の種芋品質や天候状況を見て、必要に応じて「置き苗」を備える。

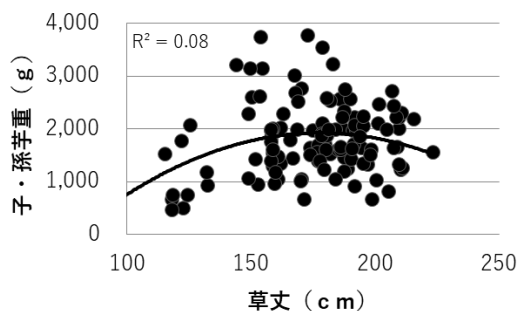


図1 草丈と子・孫芋重の関係

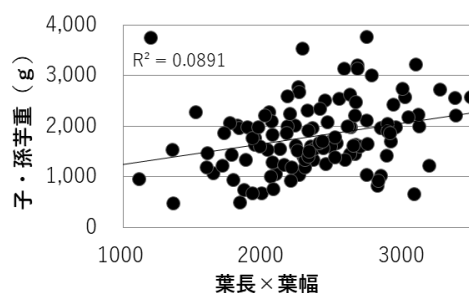


図2 葉の大きさと子・孫芋重の関係

穂を大きくする *Ur1* 遺伝子を有する稲の極多収系統の収量について

村井正之¹・上向井美佐²

(¹高知大学名誉教授、²愛媛大学大学院連合農学研究科)

【緒言】

稲の第6染色体に座乗する不完全優性遺伝子 *Ur1* は、穂の1次枝梗当たりの2次枝梗数、2次枝梗1本当たりの穎花数および1穂当たりの1次枝梗数を増加させる。その結果、穂が大きくなり、1穂穎花数の増加によって収量を増加できるが、登熟歩合は減少する。本研究では、早生から極晩生までの種々の出穂期を有する *Ur1* を有する多収系統を複数の肥料水準で栽培し、それらの収量および関連形質を、代表的な栽培品種および *indica* 極多収品種と比較・検討した。なお、本報の内容(詳細)は、下記論文で公表済みである。Kamimukai *et al.* (2020) High-yielding *japonica*-rice lines carrying *Ur1* (Undulate rachis-1) gene, possessing various heading times. SABRAO Journal of Breeding and Genetics 52: 465-492. (<http://sabraojournal.org/> で閲覧可能)

【材料および方法】

・*Ur1* を有する極晩生(村井79号)から早生(“J3”)の5系統

村井79号 (“79” と略称):

‘ニシヒカリ’を母親、*Ur1* と *sdl-d* 遺伝子(第1染色体)を有する台中65号の同質遺伝子系統を父親とする F₂ の108個体それぞれに由来する RIL (Recombinant Inbred Line) の内の1系統。極晩生 (Table 3)。

“53” ならびに “47” :

79 とは別の2つ F₂ 個体に由来するの RIL。 *Ur1* を有する多収系統。53 の出穂期は、高知県では中生の早 (Table 3)。47 の出穂期は、高知県では中生の中 (Table 3)。

“7E” :

79 と同じ F₂ 個体に由来するが、低アミロースで比較的早生の異なる F₃ 個体の子孫から選抜された系統。出穂期は、‘ヒノヒカリ’より9日遅く、79より5日早い。高知県では晩生 (Table 3)。

“J3” :

コシヒカリ × 79 の F₅ から、系統育種法により *Ur1* を有する早生・低アミロース・多収・良品質の系統を選抜した。出穂期はコシヒカリ並みの早生 (高知県では早の晩) (Table 3)。

・比較のための栽培品種および *indica* 極多収品種

‘ヒノヒカリ’ (Hi と略称):

西日本の普通期栽培で最も広く栽培されており、コシヒカリ並みの低アミロース・良食味である。高知県の普通期栽培では中生の晩(九州では中生の中)。

‘ニシヒカリ’ (Ni と略称):

九州における極短稈多収品種、九州では中生の晩に属する (高知県では晩生の早に相当)。

‘コシヒカリ’ (Kos と略称):

代表的な良食味品種。長稈、倒伏抵抗性弱。2019年における栽培面積は、全国首位(33.9%)。高知県では早生の晩。

‘タカナリ’ (Ta と略称):

超多収を目的として育成された *indica* 品種。飯米用ではなく、製菓用および製パン用の米粉の原料として栽培されている。また、飼料米としても栽培されている。高知県では、中生の早に相当。

・実験方法

実験は、高知大学農学部(現農林海洋科学部)の実験用水田で、2003、2005および2010年に実施された。これらの3年において、播種は、4月中/下旬に行われ、移植は5月上旬に行われた。栽植密度は、30cm × 15cm、1株2本植え3反復。肥料水準は、チッソ成分の基肥+追肥の合計(g/m²)で表す (Table 1)。2003年は、N4、N8

およびN16の3水準、2005年はN12とN21の2水準、2010年はN18の1水準であった。収量および関連形質を測定した。収量は、出穂後の光合成による同化産物量と出穂期以後に稈および葉鞘・葉身から穂へ移行した炭水化物の移行量の2つからなる。移行量(後者)を、乾物粗収量(含む屑米)から出穂後の乾物増加量を引いた値で推定した。2010年に、高知県土佐町の農家の水田で79を試作した。栽植密度は、30.1cm × 20.7cm、5月8日播種日、6月17日移植。施肥および出穂日はTable 2とTable 11のとおり。

【結果および考察】

2003年における収量および関連形質は、N16の結果を述べる。収量(厚さ1.7mm以上の玄米g/m²)は、Ta (690) ≥ 79 (673) > 53 (612) > Ni (554) > Hi (451)であった(Table 4)。「>」は有意差を、「≥」は差に有意性が無いことを示す。1穂穎花数は、Ta (203.6) > 53 (107.4) ≥ 79 (103.8) > Hi (83.6) ≥ Ni (80.6)。穂数/m²は、79 (338) ≥ Ni (336) > Hi (317) ≥ 53 (309) > Ta (190)であった。Table 5より、移行量(g/m²)は、79 (149) ≥ Ta (90) ≥ 53 (59) ≥ Ni (38) > Hi (-95)、(79 > 53)であった。

2005年における収量および関連形質は、N21の結果を述べる。収量(g/m²)は、Ta (843) > 79 (728) ≥ 53 (723) ≥ Ni (695) > Hi (558)であった(Table 7)。1穂穎花数は、Ta (159.6) > 79 (132.7) > 53 (116.0) > Hi (94.5) ≥ Ni (90.5)。穂数/m²は、Ni (389) ≥ Hi (374) ≥ 53 (360) ≥ 79 (354) > Ta (279)、(Ni > 53, Hi > 79)であった。Table 9より、移行量(g/m²)は、79 (223) > Ni (124) > Ta (32) ≥ 53 (9) > Hi (-95)であった。

2010年における収量(g/m²)は、7E (587) ≥ J3 (585) ≥ 79 (584) ≥ 47 (584) ≥ 53 (564) > Ni (482) > Hi (432) ≥ Kos (424) (Table 10)。Ur1を有する5系統は、Hiより30~36%多収であった。1穂穎花数は、53 (106.2) ≥ 47 (105.9) ≥ 79 (103.4) ≥ 7E (99.9) ≥ J3 (98.8) > Hi (81.5) > Kos (79.9) ≥ Ni (73.9)、(53 > 7E)。Ur1を有する5系統は、Hiより21~30%増加し、これが、多収の要因であった。穂数/m²は、Ni (330) ≥ 47 (329) ≥ J3 (316) ≥ 7E (311) ≥ 79 (309) ≥ Hi (308) > 53 (279) ≥ Kos (267)。

以上より、79はHiより30~70%多収であった(Table 4, Table 7, Table 10)。53は、Hiより23~48%多収であった(Table 4, Table 7, Table 10)。2003年のN16において、79 (673 g/m²)はTa (690 g/m²)と有意差なかった(Table 4)。これは、5月の中下旬および6月の中下旬の日照時間の不足のため(上記Kamimukai *et al.* 2020)、中生の早(7月31日80%-出穂、Table 3)であるTaでは穂数が減少して、収量が減少したと考えられる。他方、79は極晩生で(8月22日80%-出穂、Table 3)、基本栄養成長期間が長かったため、8月下旬の80%-出穂期までの間に穂数が増加し、日照不足による穂数の減少を補ったと考えられる。また、移行量においては、79が149 g/m²と大きく(Table 5)、収量に貢献していた(Table 4)。2005年において、Taの収量(843 g/m²)は、79 (728 g/m²)より有意に高かった(Table 7)。これは、5月から7月までの間に日照時間の不足が観測されず、Ta(7月25日80%-出穂)の穂数が十分確保されたため、Taの本来の多収性が発揮されたと考えられる。2005年において、79における収量のN21とN12の平均値(N16.5に相当)695 g/m²は、2003年のN16と大差なく、移行量の貢献が大きかった(Table 5, Table 9)。他方、79は、土佐町において784 g/m²という著しい多収を記録した(Table 11)。

2010年の結果から、7Eおよび47は、Hiより36%または35%多収であった(Table 10)。J3は、出穂期が同じKosより38%多収であった(Table 10)。

Table 1. Chemical fertilizers applied to the experimental field at Kochi university in the three years.

Year	Fertilizer level	Basal or top-dressing	Chemical fertilizers applied	N (g/m ²)	P ₂ O ₅ (g/m ²)	K ₂ O (g/m ²)	
2003	N16	Basal	Ordinary chemical fertilizer	2.00	2.00	2.00	
		Additional basal	ECOLONG [®] 424-100 type	6.00	6.00	6.00	
		Top-dressing	ECOLONG [®] 424-100 type	8.00	8.00	8.00	
		Total		16.00	16.00	16.00	
	N8	Basal	Ordinary chemical fertilizer	2.00	2.00	2.00	
		Additional basal	ECOLONG [®] 424-100 type	2.00	2.00	2.00	
		Top-dressing	ECOLONG [®] 424-100 type	4.00	4.00	4.00	
		Total		8.00	8.00	8.00	
	N4	Basal	Ordinary chemical fertilizer	2.00	2.00	2.00	
		Top-dressing	ECOLONG [®] 424-100 type	2.00	2.00	2.00	
		Total		4.00	4.00	4.00	
	2005	N21	Basal	Ordinary chemical fertilizer	4.00	4.00	4.00
Additional basal			ECOLONG [®] 424-100 type	3.00	3.00	3.00	
Top-dressing			ECOLONG [®] 424-180 type	14.00	14.00	14.00	
Total				21.00	21.00	21.00	
N12		Basal	Ordinary chemical fertilizer	4.00	4.00	4.00	
		Top-dressing	ECOLONG [®] 424-180 type	8.00	8.00	8.00	
		Total		12.00	12.00	12.00	
2010		N18	Basal	Ordinary chemical fertilizer	6.00	6.00	6.00
			Top-dressing	ECOLONG [®] 424-180 type	12.00	12.00	12.00
			Total		18.00	18.00	18.00

ECOLONG[®] 424-100 type and ECOLONG[®] 424-180 type: see text.

Table 2. Chemical fertilizers applied to the farmer's field at TOSA.

Year	Location ¹	Basal or top-dressing	Chemical fertilizers applied	Date of top-dressing	N (g/m ²)	P ₂ O ₅ (g/m ²)	K ₂ O (g/m ²)
2010	TOSA	Basal	New-Hai-LPV50 ^{® 2,3}		8.00	0.48	2.80
		Top-dressing	High grade organic rice ^{® 4,5}	10th July	5.20	2.80	2.80
		Total			13.20	3.28	5.60

¹ See the MATERIALS AND METHODS.

² Manufactured by JCAM AGRI. CO., LTD.

³ 50% of the total amount of N element is by two kinds of slow-release coated urea, and the remaining 50% of N element is readily available.

⁴ Katakura & Co-op Agri Corporation.

⁵ 50.8% of the total amount of N element is by organic nitrogen; 24.6% of that is by a kind of slow-release coated urea; 10.0% of that is by a kind of IB fertilizer; and the remaining 14.6% is readily available.

Table 3. 80%-heading dates and number of days to 80%-heading of the five *Ux1* -carrying lines (79, 53, 7E, 47 and J3) and the four varieies (Hi, Ni, Ta and Kos). Five of the nine lines-varieties were grown in both 2003 and 2005, and all of them except Ta in 2010.

(1) 2003.

Traits	Fertilizer level	53	79	Ta	Ni	Hi
80%-heading dates	N16	29th July	22th Aug.	31th July	13th Aug.	9th Aug.
	N8	28th July	22th Aug.	–	12th Aug.	9th Aug.
	N4	29th July	22th Aug.	–	12th Aug.	9th Aug.
Number of days to 80%-heading from sowing	N16	104	128	106	119	115
	N8	103	128	–	118	115
	N4	104	128	–	118	115

(2) 2005.

Traits	Fertilizer level	53	79	Ta	Ni	Hi
80%-heading dates	N21	21th July	24th Aug.	25th July	11th Aug.	7th Aug.
	N12	21th July	23th Aug.	25th July	11th Aug.	7th Aug.
Number of days to 80%-heading from sowing	N21	92	126	96	113	109
	N12	92	125	96	113	109

(3) 2010.

Traits	53	79	7E	47	J3	Kos	Ni	Hi
80%-heading dates	28th July	20th Aug.	15th Aug.	3rd Aug.	23th July	23th July	13th Aug.	6th Aug.
Number of days to 80%-heading from sowing	93	116	111	99	88	88	109	102

Ta, Ni, Hi and Kos : Takanari, Nishihikari, Hinohikari and Koshihikari , respectively.

Table 4. Yield and yield components of 53, 79, Ta, Ni and Hi at the three fertilizer levels in 2003.

Traits	Fertilizer levels	53	79	Ta	Ni	Hi	LSD (5%)
Yield (g/m ²)	N16	612 b (136)	673 a (149)	690 a (153)	554 c (123)	451 de	38
	N8	549 c (145)	626 b (165)	— ¹	478 de (126)	379 f	
	N4	481 d (148)	553 c (170)	—	442 e (136)	326 g	
Spikelets/panicle	N16	107.4 b (128)	103.8 bc (124)	203.6 a (243)	80.6 ef (96)	83.6 e	5.5
	N8	101.8 cd (130)	101.4 cd (130)	—	76.5 fg (98)	78.3 efg	
	N4	96.6 d (130)	102.0 bcd (137)	—	74.1 g (100)	74.3 g	
Panicles/m ²	N16	309 b (97)	338 a (107)	190 f (60)	336 a (106)	317 b	14
	N8	288 cd (100)	317 b (110)	—	314 b (109)	287 cd	
	N4	268 e (98)	289 c (105)	—	304 b (111)	274 de	
1000-grain weight (g)	N16	20.2 e (97)	20.4 cde (98)	20.1 e (97)	21.7 a (105)	20.8 c	0.4
	N8	20.2 e (98)	20.4 cde (99)	—	21.3 b (103)	20.6 cd	
	N4	20.1 e (99)	20.3 de (100)	—	21.1 b (104)	20.3 de	
Ripened-grain percentage	N16	91.6 b (112)	94.0 ab (115)	88.4 c (108)	94.1 ab (115)	82.0 d	2.8
	N8	93.0 ab (114)	95.3 a (117)	—	93.2 ab (114)	81.6 de	
	N4	92.4 b (117)	92.4 b (117)	—	92.7 ab (117)	78.9 e	

(): Percentage to Hi.

Values followed by the same letter within each trait are not significantly different at 5% level of significance, determined by LSDs in the table.

¹ Ta was not grown at N8 and N4.

² Single grain weight × Spikelets/m².

Table 5. Amount of translocation, culm length and other traits of 53, 79, Ta, Ni and Hi at the three fertilizer levels in 2003.

Traits	Fertilizer Levels	53	79	Ta	Ni	Hi	LSD (5%)
Dry weight of total brown rice (g/m ²) (a)	N16	531 b (136)	580 a (148)	607 a (155)	474 c (121)	392 de	32
	N8	473 c (142)	538 b (161)	—	410 de (123)	333 f	
	N4	415 d (142)	478 c (164)	—	380 e (130)	292 g	
Increase of total dry weight after heading (g/m ²) (b)	N16	472 abc (97)	431 bcd (89)	517 a (106)	437 bcde (90)	487 ab	77
	N8	412 bcdef (92)	406 cde (91)	—	406 cdef (91)	446 abcd	
	N4	382 def (104)	393 def (107)	—	359 f (98)	367 ef	
Amount of translocation (g/m ²) (c)	N16	59 cd	149 a	90 abc	38 cd	-95 e	72
	N8	62 bcd	132 ab	—	5 d	-112 e	
	N4	32 cd	86 abc	—	22 cd	-75 e	
Culm length (cm)	N16	65.9 e (87)	73.5 ab (97)	65.2 ef (86)	63.6 fg (84)	75.6 a	2.1
	N8	63.5 fg (88)	70.6 cd (98)	—	62.1 gh (86)	72.2 bc	
	N4	60.6 hi (87)	69.6 d (100)	—	59.5 i (85)	69.8 d	
Panicle length (cm)	N16	19.7 cde (107)	20.3 bc (110)	25.9 a (141)	20.5 b (112)	18.4 fg	0.8
	N8	19.3 de (106)	20.1 bcd (110)	—	19.6 cde (107)	18.3 fg	
	N4	19.1 ef (106)	20.4 bc (113)	—	19.7 cde (109)	18.0 g	

(): Percentage to Hi.

Values followed by the same letter within each trait are not significantly different at the 5% level, determined by LSDs in the table.

Note: c = a - b.

¹ Ta was not grown at N8 and N4.

Table 7. Yield and yield components of 53, 79, Ta, Ni and Hi at the two fertilizer levels in 2005.

Traits	Fertilizer levels	53		79		Ta		Ni		Hi	LSD (5%)
Yield (g/m)	N21	723 c	(130)	728 c	(130)	843 a	(151)	695 cd	(125)	558 f	34
	N12	626 e	(123)	662 d	(131)	767 b	(151)	572 f	(113)	507 g	
	Average	675 b	(127)	695 b	(130)	805 a	(151)	633 c	(119)	533 d	24
Spikelets/panicle	N21	116.0 e	(123)	132.7 c	(140)	159.6 a	(169)	90.5 fg	(96)	94.5 f	5.9
	N12	111.2 e	(121)	123.8 d	(134)	145.1 b	(158)	85.2 g	(93)	92.1 f	
	Average	113.6 c	(122)	128.3 b	(138)	152.4 a	(163)	87.8 e	(94)	93.3 d	4.2
Panicles/m ²	N21	360 bc	(96)	354 cd	(95)	279 g	(75)	389 a	(104)	374 ab	19
	N12	312 f	(92)	326 ef	(96)	274 g	(81)	349 cd	(103)	339 de	
	Average	336 b	(94)	340 b	(95)	277 c	(78)	369 a	(103)	357 a	13
1000 grain weight (g)	N21	20.4 c	(102)	19.5 e	(98)	21.6 b	(108)	22.2 a	(111)	20.0 d	0.4
	N12	20.3 cd	(102)	19.3 e	(97)	21.5 b	(108)	22.5 a	(113)	20.0 d	
Ripened-grain percentage	N21	85.0 b	(107)	79.8 c	(101)	87.6 ab	(111)	88.9 a	(112)	79.2 c	2.7
	N12	88.9 a	(109)	84.9 b	(104)	89.9 a	(111)	85.5 b	(105)	81.3 c	

(): Percentage to Hi.

Values followed by the same letter within each trait are not significantly different at 5% level of significance, determined by LSDs in the table.

¹ Single grain weight × Spikelets/m².

Table 9. LAI at heading, total dry weights, harvest index, amount of translocation and other traits of 53, 79, Ta, Ni and Hi at the two fertilizer levels in 2005.

Traits	Fertilizer levels	53		79		Ta		Ni		Hi	LSD (5%)
Dry weight of total brown rice (g/m ²) (a)	N21	626 c	(128)	651 bc	(133)	735 a	(150)	598 d	(122)	490 f	28
	N12	539 e	(122)	584 d	(132)	665 b	(150)	495 f	(112)	442 g	
Increase of total dry weight after heading (g/m ²) (b)	N21	618 b	(106)	428 c	(73)	704 a	(120)	475 c	(81)	585 b	77
	N12	567 b	(117)	413 c	(85)	576 b	(119)	327 d	(68)	484 c	
Amount of translocation (g/m ²) (c)	N21	9 ef		223 a		32 de		124 bc		-95 g	63
	N12	-29 ef		171 ab		89 cd		168 ab		-43 fg	
Culm length (cm)	N21	66.1 cde	(87)	77.0 a	(101)	67.9 c	(89)	64.6 de	(85)	75.9 a	2.1
	N12	64.0 e	(89)	75.0 a	(104)	66.2 cd	(92)	60.0 f	(83)	72.0 b	
Panicle length (cm)	N21	21.6 d	(106)	22.8 b	(112)	26.4 a	(130)	20.5 e	(101)	20.3 e	1.0
	N12	21.7 cd	(110)	22.6 bc	(114)	26.1 a	(132)	20.4 e	(103)	19.8 e	

(): Percentage to Hi.

Values followed by the same letter within each trait are not significantly different at 5% level of significance, determined by LSDs in the table.

Note: c = a - b.

Table 10. Yield, yield components and other traits of 79, 7E, 47, 53, J3, Kos, Ni and Hi in 2010.

Traits	79	7E	47	53	J3	Kos	Ni	Hi	LSD (5%)
Yield (g/m ²)	584 a (135)	587 a (136)	584 a (135)	564 a (130)	585 a (135) [138]	424 c (98)	482 b (112)	432 c	43
Total brown rice yield (g/m ²)	596 a (135)	595 a (134)	597 a (135)	569 a (128)	593 a (134) [137]	433 c (98)	492 b (111)	443 c	40
Spikelets/panicle	103.4 ab (127)	99.9 b (123)	105.9 a (130)	106.2 a (130)	98.8 b (121) [124]	79.9 c (98)	73.9 d (91)	81.5 c	5.1
Panicles/m ²	309 a (100)	311 a (101)	329 a (107)	279 b (90)	316 a (102) [118]	267 b (86)	330 a (107)	308 a	23
1000-grain weight (g)	20.9 b (102)	22.2 a (109)	19.6 d (96)	20.7 b (101)	20.1 cd (98) [91]	22.0 a (108)	22.3 a (109)	20.4 bc	0.5
Ripened-grain percentage	87.2 bc (104)	85.1 c (101)	85.4 c (102)	92.2 a (110)	93.4 a (111) [103]	90.4 ab (108)	88.6 abc (105)	84.1 c	4.9
Fertilized-spikelet percentage	93.4 cd (101)	90.4 e (98)	92.2 d (100)	94.6 bc (102)	96.2 a (104) [101]	94.9 ab (103)	95.2 ab (103)	92.5 d	1.4
Percentage of ripened grains to fertilized spikelets	93.4 abc (103)	94.2 abc (104)	92.6 c (102)	97.5 a (107)	97.1 ab (107) [102]	95.2 abc (105)	93.1 bc (102)	91.0 c	4.4
Spikelets/m ² (×100)	320 b (127)	311 bc (123)	349 a (139)	296 c (118)	311 bc (124) [146]	213 e (85)	244 d (97)	252 d	22
Sink size ¹ (g/m ²)	670 ab (130)	689 a (134)	683 a (133)	611 c (119)	626 bc (122) [134]	469 e (91)	545 d (106)	514 de	46
Culm length (cm)	72.3 c (89)	71.2 cd (88)	63.5 f (78)	67.5 e (83)	70.5 d (87) [80]	88.0 a (109)	60.7 g (75)	81.0 b	1.7
Panicle length (cm)	22.1 a (117)	21.9 a (116)	20.1 c (107)	20.8 b (111)	17.5 f (93) [90]	19.4 d (103)	20.2 c (108)	18.8 e	0.4

(): Percentage to Hi.

[]: Percentage to Kos.

Values followed by the same letter within each trait are not significantly different at 5% level of significance, determined by LSDs in the table.

¹ Single grain weight × Spikelets/m².

Table 11. Yield, yield components, 50%-heading date and other traits of 79, cultivated at TOSA in 2010.

Traits	TOSA
Yield (g/m ²)	784
Total brown rice yield (g/m ²)	807
Spikelets/panicle	122.3
Panicles/m ²	371
1000-grain weight (g)	21.0
Ripened-grain percentage	82.7
Fertilized-spikelet percentage	89.7
Percentage of ripened grains to fertilized spikelets	92.2
Spikelets/m ² (×100)	454
Sink size ¹ (g/m ²)	952
Culm length (cm)	81.7
Panicle length (cm)	21.1
50%-heading date	10th Sep.

¹ Single grain weight × Spikelets/m².

Ur1 遺伝子を有する稲の極多収系統の食味に関する研究、および、各系統の特性 (まとめ)

村井正之¹・上向井美佐²・永野邦明³ (¹高知大学名誉教授、²愛媛大学大学院連合農学研究科、³東北福祉大学教授)

【緒言】

稲の不完全優性遺伝子 *Ur1* は、穂の 1 次枝梗当たりの 2 次枝梗数、2 次枝梗 1 本当たりの穎花数および 1 穂当たりの 1 次枝梗数を増加させる。その結果、穂が大きくなり、1 穂穎花数の増加によって収量を増加できるが、登熟歩合は減少する。*Ur1* 遺伝子を有して早生から極晩生までの出穂期の異なる育成系統および代表的な栽培品種を合計 5 年栽培し、食味官能試験を行い、また、白米のアミロース含有率、タンパク質含有率および味度値を測定した。それらの結果を総合して育成系統の食味を検討した。なお、本報の内容 (詳細) は、下記論文で公表済みである。Kamimukai *et al.* (2020) Eating qualities of high-yielding *japonica*-rice lines carrying *Ur1* gene. SABRAO Journal of Breeding and Genetics 52: 523-544. (<http://sabraojournal.org/> で閲覧可能)

【供試系統および品種】

・ *Ur1* を有する極晩生(村井 79 号)から早生(“J3”)の 5 系統、および、栽培品種

村井 79 号 (“79” と略称):

‘ニシヒカリ’を母親、*Ur1* と *sd1-d* 遺伝子(第 1 染色体)を有する台中 65 号の同質遺伝子系統を父親とする F₂ の 108 個体それぞれに由来する RIL (Recombinant Inbred Line) の内の 1 系統。極晩生 (Table 3)。

“53” ならびに “47” :

79 とは別の 2 つ F₂ 個体に由来するの RIL。 *Ur1* を有する多収系統。53 の出穂期は、高知県では中生の早 (Table 3)。47 の出穂期は、高知県では中生の中 (Table 3)。

“7E” :

79 と同じ F₂ 個体に由来するが、低アミロースで比較的早生の異なる F₃ 個体の子孫から選抜された系統。出穂期は、‘ヒノヒカリ’より 9 日遅く、79 より 5 日早い。高知県では晩生 (Table 3)。

“J3” :

コシヒカリ × 79 の F₃ から、系統育種法により *Ur1* を有する早生・低アミロース・多収・良品質の系統を選抜した。出穂期はコシヒカリ並みの早生 (高知県では早の晩) (Table 3)。

‘ヒノヒカリ’ (Hi と略称):

西日本の普通期栽培で最も広く栽培されており、コシヒカリ並みの低アミロース・良食味である。高知県の普通期栽培では中生の晩(九州では中生の中)。2004 年産米、2009 年産米および 2010 年産米の食味官能試験における基準品種。

‘コシヒカリ’ (Kos と略称):

代表的な良食味品種。長稈、倒伏抵抗性弱。2019 年における栽培面積は、全国首位(33.9%)。高知県では早生の晩。2005 年産米の食味官能試験における基準品種。

‘ニシヒカリ’ (Ni と略称):

九州における極短稈多収品種、九州では中生の晩に属する (高知県では晩生の早に相当)。アミロース含有率、タンパク質含有率および味度の測定に使用。

‘日本晴’ (Nip と略称):

1970 年～1978 年の日本における栽培面積全国首位の品種。食味がコシヒカリよりも劣るため、現在では栽培面積が少ない。高知県と徳島県の普通期栽培では、中生の早に相当。アミロース含有率およびタンパク質含有率の測定に使用。

【栽培方法】

食味官能試験、アミロース含有率、タンパク質含有率および味度の測定のための栽培は、高知大学農学部(現農林海洋科学部)の実験用水田で、2004、2005、2009、2010 および2018年に実施された。これらの5年において、播種は、4月19～25日に行われ、移植は5月3～12日に行われた。栽植密度は、30cm×15cm、1株2本植え3反復。各年におけるチッソ成分の基肥+追肥の合計をTable 1に記す。

【炊飯方法】

2004 および2005年産米：高知県農業技術センターで実施。白米450gを水を流しながら約5分砥いだ後に、水を切って約35分静置した。白米450g + 井戸水 = 1050gになるように秤量し、東芝真空圧力IHジャー炊飯器RC-109VSS (1.0Lタイプ) (東芝ホームテクノ株式会社)で炊飯した。

2009年産米および2010年産米：高知大学農学部で実施。白米540mlをメスシリンダーで定量し、米砥ぎ用プラスチックボールに入れて、井戸水を流しながら、上水が半透明になるまで杓文字で約10分攪拌した後に、水に浸して約30分静置し、それを計量カップに入れて、目盛りが965mlに達するまで井戸水を追加し、マイコンジャー炊飯器NCJ-10UF(1.0L炊き) (株式会社三洋電機)で炊飯した。

【食味官能試験】2004年産米、2009年産米および2010年産米は、Hiを基準品種 (= 0)として、5つのUr1系統およびKosの評価を行った。2005年産米はKosを基準品種 (= 0)として、79、53およびHiを評価した。評価項目は、味、香り、硬さ、粘り、外観および総合の6項目。評価方法は、HiまたはKosを基準 (= 0)とし、総合評価、味、香りおよび外観の項目は、-3(かなり不良)、-2(不良)、-1(少し不良)、0(基準と同じ)、+1(少し良)、+2(良)、+3(かなり良)で評価した。粘りは、-3(かなり弱い)、-2(弱い)、-1(少し弱い)、0(基準と同じ)、+1(少し強い)、+2(強い)、+3(かなり強い)で評価した。硬さは、-3(かなり軟らかい)、-2(軟らかい)、-1(少し軟らかい)、0(基準と同じ)、+1(少し硬い)、+2(硬い)、+3(かなり硬い)で評価した。

パネリストの人数は、16人(2004年)、13人(2005年)、11または13人(2009年)、および、11人(2010年)。

【アミロース含有率およびタンパク質含有率】

アミロース含有率の測定は、2009年および2010年は、オートアナライザーII (株式会社BLTEC)、2018年はオートアナライザー-Synka (同社)を用いて白米中のアミロース含有率(乾物ベース)を調べた。タンパク質含有率の測定は、2009年および2010年は、NIR 6500(株式会社フォスジャパン)、2018年はインフラテックNOVA(同社)を用いて白米中のタンパク質含有率(乾物ベース)を調べた。

【味度】

味度値は、2004年および2005年は、トーヨーマルチ味度メーター (MA-90B型、東洋ライス株式会社)を用い、2018年はトーヨーマルチ味度メーター (MA-90R2型、同社)によって測定した。味度値とは、半炊飯状態の米粒の保水膜の厚さを測定し、相対値に換算した値である。味度値が高いほど食味が良い傾向にある。用いた系統および品種は、Table 10に示す。



コシヒカリの保水膜

(東洋ライス株式会社 提供)

【Ur1系統における食味（結果のまとめ）】

79：総合評価および味の項目において、基準品種（Hi およびKos）と有意差なかった（Table 2、Table 3、Table 4、Table 7）。79の味度は、Hi と大差なく、79の良食味を裏付けた（Table 10）。粘りはHi より低い、硬さは硬かった。これは、アミロース含有率がHi より2.3~6.3%高かったことに起因する（Table 9）。飯米の外観は、Hi より良かった。以上より、硬さ硬く、粘りが弱い79は、介護食用の軟飯（半お粥）に炊飯したときに、粒の形状が残り、咀嚼・嚥下が容易であるため、高齢者に好適と考えられる（上向井ら 2016、2021）。

47：全ての項目において、Hi およびKos と有意差なかった（Table 6）。←良食味。Hi やKos よりやや低アミロース（Table 9）。

J3：出穂期がほぼ同じKos と比較し、硬さの項目においてのみ有意に低く、他の項目においては有意差なかった（Table 5、Table 6）。良食味、飯米柔らかい（高齢者向き）。Hi やKos 並みの低アミロース（Table 9）。

7E：外観がHi より有意に高く、他の項目はHi と有意差なかった（Table 7）。アミロース含有率は、Hi より2.9%高かった（Table 9）。

53：総合評価および香りがHi およびKos より低く（Table 2、Table 3）、食味不良。味度値はHi より低かった（Table 10）。

【各系統の特性（まとめ）】

本報告の結果およびKamimukai *et al.* (2020) High-yielding japonica-rice lines carrying *Ur1* (Undulate rachis-1) gene, possessing various heading times. SABRAO Journal of Breeding and Genetics 52: 465-492. (<http://sabrajournal.org/> で閲覧可能)から各 *Ur1* 系統の特性を纏める（Table 14）。また、穂発芽性を追加した。

79：極晩生。Hi より30~70%多収。現地試験で784 g/m²の極多収を記録。高アミロースだが良食味(高い味度値が関係する)。介護食用の軟飯(半お粥)に好適。葉いもち圃場抵抗性はやや弱だが、穂いもち抵抗性中。ごま葉枯れ病抵抗性、中。穂発芽、易。

47：中生。基本栄養成長性が長い、晩植適応性大。低アミロース・良食味。極短稈、耐倒伏性強。Hi より35%多収。葉いもち圃場抵抗性強。ごま葉枯れ病抵抗性強。穂発芽、難?。

J3：早生(Kos 並み)。Hi より35%多収(Kos より38%多収)。低アミロース良食味。飯米柔らかい(高齢者向き)。葉いもち圃場抵抗性弱。ごま葉枯れ病抵抗性弱。穂発芽、難?。

7E：晩生。Hi より36%多収。良食味。粒大は中。葉いもち圃場抵抗性弱。ごま葉枯れ病抵抗性中。

53：中生の早。Hi より23~48%多収。食味不良。

Table 1. Total amounts of N, P₂O₅ and K₂O (basal + top-dressing) applied by chemical fertilizers in the five experimental years.

Year	N (g/m ²)	P ₂ O ₅ (g/m ²)	K ₂ O (g/m ²)
2004	16.00	16.00	16.00
2005	12.00	12.00	12.00
2009	18.00	18.00	18.00
2010	18.00	18.00	18.00
2018	8.00	5.13	6.14

Table 2. Sensory eating-quality test for 53 and 79 in 2004, in which evaluation (+ or -) in each test item was performed, regarding the value of the standard variety Hi as 0.

Test item		79	53	LSD (5%)
Overall evaluation	Average	-0.4 a	-0.5 a	0.6
	Significance of difference from Hi	ns	*	
Taste	Average	-0.4 a	-0.4 a	0.5
	Significance of difference from Hi	ns	ns	
Stickiness	Average	-0.4 a	-0.4 a	0.6
	Significance of difference from Hi	ns	ns	
Hardness	Average	0.3 a	0.4 a	0.6
	Significance of difference from Hi	ns	ns	
Flavor	Average	0.1 a	-0.4 b	0.5
	Significance of difference from Hi	ns	*	
External appearance	Average	0.1 a	-0.2 a	0.5
	Significance of difference from Hi	ns	ns	

Values followed by the same letter within each trait are not significantly different at the 5% level, determined by LSDs in the table.

*, ** Significantly different from Hi at the 5 and 1% levels, respectively.

ns: Not significantly different from Hi.

Table 3. Sensory eating-quality test for 53, 79 and Hi in 2005, in which evaluation (+ or -) in each test item was performed, regarding the value of the standard variety Kos as 0.

Test item		79	53	Hi	LSD (5%)
Overall evaluation	Average	0.2 a	-0.8 b	-0.1 a	0.7
	Significance of difference from Kos	ns	*	ns	
Taste	Average	0.3 a	-0.9 b	0.1 a	0.7
	Significance of difference from Kos	ns	**	ns	
Stickiness	Average	-0.1 b	-0.3 b	0.5 a	0.6
	Significance of difference from Kos	ns	ns	*	
Hardness	Average	-0.1 a	-0.5 a	-0.4 a	0.6
	Significance of difference from Kos	ns	**	**	
Flavor	Average	-0.1 a	-0.7 b	-0.1 a	0.5
	Significance of difference from Kos	ns	**	ns	
External appearance	Average	0.1 a	-1.4 b	-0.1 a	0.6
	Significance of difference from Kos	ns	**	ns	

Note: Rice sample of Kos grown by early-April transplanting in Kochi Agricultural Research Station, in which chemical fertilizer was applied at the rate of 5 g/m² for each of N, P₂O₅ and K₂O in total, was used.

*, ** Significantly different from Kos at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

ns: Not significantly different from Kos.

Values followed by the same letter within each trait are not significantly different at the 5% level, determined by LSDs in the table.

Table 4. Sensory eating-quality test for 79 in 2009, in which evaluation (+ or -) in each test item was performed, regarding the value of the standard variety Hi as 0.

Test item	79
Overall evaluation	0.6 ns
Taste	0.4 ns
Stickiness	-1.3 *
Hardness	1.5 **
Flavor	0.6 ns
External appearance	1.4 *

*, ** Significantly different from Hi at the 5 and 1% levels, respectively.

ns: Not significantly different from Hi.

Table 5. Sensory eating-quality test for J3 and Kos in 2009, in which evaluation (+ or -) in each test item was performed, regarding the value of the standard variety Hi as 0.

Test item		J3	Kos	LSD (5%)
Overall evaluation	Average	0.0 a	0.7 a	0.8
	Significance of difference from Hi	ns	ns	
Taste	Average	0.0 a	0.4 a	0.8
	Significance of difference from Hi	ns	ns	
Stickiness	Average	-0.8 a	-0.4 a	0.6
	Significance of difference from Hi	*	ns	
Hardness	Average	0.1 b	1.6 a	0.9
	Significance of difference from Hi	ns	**	
Flavor	Average	0.4 a	0.2 a	0.6
	Significance of difference from Hi	ns	ns	
External appearance	Average	0.6 a	1.2 a	0.8
	Significance of difference from Hi	*	**	

*, ** Significantly different from Hi at the 5 and 1% levels, respectively.

ns: Not significantly different from Hi.

Values followed by the same letter within each trait are not significantly different at the 5% level, determined by LSDs in the table.

Table 6. Sensory eating-quality test for 47, J3 and Kos in 2010, in which evaluation (+ or -) in each test item was performed, regarding the value of the standard variety Hi as 0.

Test item		47	J3	Kos	LSD (5%)
Overall evaluation	Average	-0.1 a	0.0 a	0.5 a	0.7
	Significance of difference from Hi	ns	ns	*	
Taste	Average	-0.4 a	-0.2 a	0.2 a	0.9
	Significance of difference from Hi	ns	ns	ns	
Stickiness	Average	-0.3 a	-0.7 a	-0.3 a	0.8
	Significance of difference from Hi	ns	ns	ns	
Hardness	Average	0.3 ab	-0.2 b	1.0 a	0.9
	Significance of difference from Hi	ns	ns	**	
Flavor	Average	-0.3 a	0.4 a	0.3 a	0.9
	Significance of difference from Hi	ns	ns	ns	
External appearance	Average	0.6 a	1.0 a	1.3 a	0.7
	Significance of difference from Hi	ns	**	**	

*, ** Significantly different from Hi at the 5 and 1% levels, respectively.

ns: Not significantly different from Hi.

Values followed by the same letter within each trait are not significantly different at the 5% level, determined by LSDs in the table.

Table 7. Sensory eating-quality test for 79 and 7E in 2010, in which evaluation (+ or -) in each test item was performed, regarding the value of the standard variety Hi as 0.

Test item		79	7E	LSD (5%)
Overall evaluation	Average	0.0 a	0.5 a	0.8
	Significance of difference from Hi	ns	ns	
Taste	Average	0.1 a	0.2 a	0.8
	Significance of difference from Hi	ns	ns	
Stickiness	Average	-0.7 a	0.0 a	0.8
	Significance of difference from Hi	*	ns	
Hardness	Average	1.5 a	0.2 b	0.5
	Significance of difference from Hi	**	ns	
Flavor	Average	0.0 a	0.3 a	1.0
	Significance of difference from Hi	ns	ns	
External appearance	Average	1.6 a	0.8 b	0.8
	Significance of difference from Hi	**	*	

*, ** Significantly different from Hi at the 5 and 1% levels, respectively.

ns: Not significantly different from Hi.

Values followed by the same letter within each trait are not significantly different at the 5% level, determined by LSDs in the table.

Table 9. Amylose and protein contents in milled rice of 79, 7E, 47, 53, J3, and Hi and three other ordinary varieties in 2009, 2010 and 2018.

Traits	Years	79	7E	47	53	J3	Kos	Nip	Ni	Hi	LSD (5%)
Amylose content ¹ (%)	2009	14.6 a	—	—	—	11.4 e	12.0 d	13.8 b	14.2 ab	12.3 d	0.4
	2010	22.2 a	18.8 b	14.8 f	18.6 bc	17.4 d	16.2 e	—	18.3 c	15.9 e	0.3
	2018	17.8 a	—	—	—	—	—	—	—	14.6 b	0.4
Protein content ¹ (%)	2009	6.4 b	—	—	—	7.3 a	6.8 b	6.5 b	6.5 b	6.4 b	0.5
	2010	5.1 b	5.0 bc	5.1 bc	4.7 cd	5.2 b	5.1 b	—	5.6 a	4.6 d	0.5
	2018	7.3 a	—	—	—	—	—	—	—	6.6 b	3.5

¹ Content of amylose or protein to whole weight of milled rice on the basis of dry matter weight.

Values followed by the same letter within each row are not significantly different at the 5% level, determined by LSDs in the table.

Table 10. Mido values of 53, 79, and three ordinary varieties in 2004, 2005 and 2018.

Years	53	79	Kos	Ni	Hi	LSD (5%)
2004	63.4 c	69.6 b	71.5 a	59.5 d	69.5 b	1.5
2005	58.6 d	64.3 c	—	67.9 b	71.9 a	2.5
2018	—	69.8 a	—	—	70.4 a	3.9

Values followed by the same letter within each year are not significantly different at the 5% level, determined by LSDs in the table.

—: Mido was not measured.

Table 14. Characteristics of the five *Ur1*-carrying lines (summarized table).

Test item	79	7E	47	53	J3	Kos	Hi
Heading time in Kochi prefecture ^{1, 2}	Extremely late	Late	Middle	Middle & rather early	Early & rather late	Early & rather late	Middle & rather late
Yield (percentage to Hi in 2010) ¹	(135)	(136)	(135)	(130)	(135)	(98)	(100)
Yield [percentages to Hi in various fertilizer levels in 2003 and 2005] ¹	[130 to 170]	–	–	[123 to 148]	–	–	[100]
Overall evaluation and other test items in eating-quality test ³	High; hard & less sticky	High	High; sticky	Low; low in flavor	High; less hard than Kos	High; sticky	High; sticky
Amylose content ⁴	High	Intermediate	Low	Intermediate	Low	Low	Low
Mido ⁵	High or rather high	–	–	Low	–	High	High
Culm length in 2010 ¹ (cm)	72.3	71.2	63.5	67.5	70.5	88.0	81.0
Field resistance to leaf blast ⁶	Intermediate between susceptible and middle resistant ⁷	Susceptible	Resistant	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible
Field resistance to brown spot ⁶	Middle resistant	Middle resistant	Resistant	–	Susceptible	Susceptible	Susceptible

–: Not grown or not measured.

¹ Kamimukai *et al.* (2020).

² Table 12.

³ Table 2 to Table 8.

⁴ Table 9.

⁵ Table 10.

⁶ Murai unpublished.

⁷ Additionally, middle resistant to panicle blast (Murai unpublished).

介護食用の軟飯に好適な水稻品種に関する研究

村井正之¹・上向井美佐²

(¹高知大学名誉教授、²愛媛大学大学院連合農学研究科)

【緒言】

我が国は、70歳以上の高齢者の割合が21.5%と世界で最も高く(2019年総務省統計局)、今後も増加すると予想される。高齢者の多くは咀嚼や嚥下の能力が低下しており、誤嚥性肺炎や誤嚥による窒息が原因で、日本では年間約4万人が死亡する。このため、咀嚼や嚥下の能力が低下している高齢者には、介護食が提供される場合が多い。介護食用の米飯類には、柔らかさの順に、重湯、全粥、軟飯の3種類がある。本研究における軟飯は、米100gに対し、水を240g加水して炊飯したものである。なお、通常の米飯は、米100gに対し、水を120~140g加水して炊飯する。本研究においては、軟飯に適した系統(品種候補)を栽培・収穫し、食味官能試験を実施して、軟飯としての特性を調べた。また、食味との関係が深い白米のアミロース含有率とタンパク質含有率、および味度の測定を行った。

【材料および方法】

実験に用いた系統は、高アミロース系統 村井79号(以下“79”と略称)である。79は、‘ニシヒカリ’を種子親とし、*Ur1*遺伝子(枝梗湾曲、第6染色体)と*sd1-d*遺伝子(低脚烏尖矮性、第1染色体)を有する台中65号の同質遺伝子系統を花粉親とするF₂の1個体に由来する。79は、*Ur1*を有しているため、1穂穎花数が多く極多収である。比較品種としては、西日本の普通期栽培における基幹品種‘ヒノヒカリ’(以下“Hi”と略称)を用いた。Hiの高知県における早晩性は、はやや晩生、79は極晩生に相当する。Hiおよび79は、高知大学農学部(現農林海洋科学部)の水田において、2016、2017および2018年に栽培した。基肥と追肥を合わせた合計チッソ施肥量は8.00 g/m²であり、適量のリン酸、カリと共に施用した。2013年と2014年には、土佐市内の農家において79とHiが栽培され、基肥と追肥を合わせた合計施肥量(g/m²)はチッソ5.00、リン酸10.00、カリ8.50および苦土1.50であった。

軟飯の特性を普通飯と比較して検討するために、2013年産および2014年産の79において、79の普通飯を基準(=0)として79の軟飯を食味官能試験によって評価した。Hiにおいても同様に、普通飯を基準として軟飯を評価した。次に、2016年産米および2018年産米の軟飯および普通飯のそれぞれにおいて、Hiを基準として79を評価した。評価項目は、味、香り、硬さ、粘り、外観および総合の6項目であった。さらに、2018年産米では、白度を加えた7項目とした。評価方法は、基準品種であるHiを0とし、総合評価、外観、香りおよび味の項目は、-3(かなり不良)、-2(不良)、-1(少し不良)、0(基準と同じ)、+1(少し良)、+2(良)、+3(かなり良)で評価した。粘りは、-3(かなり弱い)、-2(弱い)、-1(少し弱い)、0(基準と同じ)、+1(少し強い)、+2(強い)、+3(かなり強い)。硬さは、-3(かなり軟らかい)、-2(軟らかい)、-1(少し軟らかい)、0(基準と同じ)、+1(少し硬い)、+2(硬い)、+3(かなり硬い)。白度は、-3(かなり褐色が強い)、-2(褐色が強い)、-1(少し褐色が強い)、0(基準と同じ)、+1(少し白度が高い)、+2(白度が高い)、+3(かなり白度が高い)。また、軟飯と普通飯の比較においても、79またはHiの普通飯を0とし、各項目を-3~+3の7段階で評価した。評価項目は、白度を除く6項目である。パネリストは、7人(2013年産米)、13人(2014年産米)、14人(2016年産米)、6人(2018年産米)。

軟飯の炊飯方法は、白米300gを米研ぎ用プラスチックボールに入れて、井戸水を流しながら、上水が半透明になるまで杓文字で約10分攪拌した後に、水に浸して約30分静置し、白米300g + 井戸水 = 1020gになるように秤量し、マイコンジャー炊飯器NCJ-10UF(1.0L炊き)(株式会社三洋電機)を用いて炊飯した。普通飯の炊飯方法は、白米540mlをメスシリンダーで定量し、米研ぎ用プラスチックボールに入れて、井戸水を流しながら、上水が半透明になるまで杓文字で約10分攪拌した後に、水に浸して約30分静置し、それを計量カップに入れて、目盛りが1023mlに達するまで井戸水を追加し、同上の炊飯器で炊飯した。

2016年産と2018年産のHiおよび79に対して、白米中のアミロース含有率およびタンパク質含有率(いずれも乾物ベース)の測定を行った。アミロース含有率の測定は、オートアナライザーSynka(株式会社ニレコ、プランルーベ)で行った。タンパク質含有率の測定は、インフラテックNOVA(株式会社フォスジャパン)を用いて、白米中のタンパク質含有率を調べた。

2017年産と2018年産のHiおよび79に対して、味度値の測定を行った。測定には、トーヨーマルチ味度メーター(MA-90R2型)(東洋ライス株式会社)を用いた。味度値とは、半炊飯状態の米粒の保水膜の厚さを測定し、相対値に換算した値である。味度値が高いほど食味が良い傾向にある。

【結果および考察】

2013年および2014年の79とHiにおいて、軟飯は、基準の普通飯(=0)に比べて、硬さと外観が低下したが、粘りには有意差なかった(Table 1)。香りの項目は、79において有意差無かったが、2014年におけるHiでは有意に低下した。総合評価において、Hiは、2013年および2014年において有意に低下した。しかし、79は、2014年に有意に低下したが、2013年には有意差なかった。

2016年と2018年の軟飯において、79は、Hiと比べると、粘りが弱く、硬かった(Table 2)。また、外観が良く、白度が高かった。これらの結果、79の総合評価はHiより高かった。アミロース含有率は、79は、Hiと比べて、5.6%または3.2%高かった(Table 4)。この結果は、79が、粘りが弱く、硬さが高く、外観が良いことの原因と考えられた。なお、味と香りは、両者に有意差なかった。

79の軟飯は、Hiより硬く、比較的粒としての形状を保って、しかも味がHi並みに良かったので、総合評価がHiより高かったと考えられる。

2016年と2018年の普通飯において、79は、Hiと比べると、粘りが弱く、硬かった(Table 3)。また、外観が良く、白度が高かった。総合評価は、2016年はHiより有意に高かったが、2018年には有意差なかった。一般には、粘りが強い飯米が良食味とされている。79は、粘りが弱いにもかかわらず、総合評価ではHiと同程度または高かった。味度値では、2017年において79はHiより低かったが、2018年においては有意差なかった(Table 5)。味度値が高いことが、79の良食味と関係すると考えられる。なお、味と香りは、両者に有意差なかった。

普通飯における79のHiに対する評価(Table 3)は、軟飯における79のHiに対する評価(Table 2)と類似していたので、普通飯における食味官能試験の結果から軟飯における評価を推定できると考えられる。以上より、79の軟飯は、Hiの軟飯と比べてアミロース含有率が高いために粘りが弱くて硬く、比較的粒としての形状を保っているため、口腔内で米粒として認識され易い(Table 2, Table 4)。そのため、咀嚼から嚥下への過程が円滑に行われ易い。その結果、誤嚥性肺炎の可能性が減少する。したがって、介護食用の軟飯に適した品種候補と考えられる。他方、Hiの軟飯は、粘りが強くて柔らかく、米粒の形状を保たず糊状になり易いので、嚥下障害の原因になり易いと考えられる。また、‘コシヒカリ’はHiと同程度の低アミロース品種なので、Hiと同様に軟飯には適さないと推定される。

Table 1 Sensory eating – quality test for comparing nanhan with ordinary cooked rice in each of 79 and Hi in 2013 and 2014. Evaluation (+ or -) of nanhan in each trait was performed, regarding the value of ordinary cooked rice as 0 (standard) in each variety/line.

Traits	79		Hi	
	2013	2014	2013	2014
Overall evaluat	-0.4 ns	-0.6 *	-1.7 **	-0.6 *
Taste	0.0 ns	-0.3 ns	-0.6 ns	-0.6 ns
Stickiness	0.1 ns	-0.2 ns	-0.3 ns	0.2 ns
Hardness	-2.1 **	-2.5 **	-2.6 **	-2.8 **
Flavor	0.0 ns	-0.2 ns	0.0 ns	-0.7 *
External appearance	-1.9 **	-1.2 **	-1.9 *	-1.9 **

*,** Significantly different from ordinary cooked rice at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

ns: Not significantly differnt from Hi.

Table 2. Sensory eating-quality test for nanhan of 79 in 2016 and 2018. Evaluation (+ or -) in each trait was performed, regarding the value of the standard variety Hi as 0.

Traits	2016	2018
Overall evaluation	1.2 **	0.9 *
Taste	0.6 ns	-0.1 ns
Stickiness	-0.7 *	-1.3 **
Hardness	1.3 **	1.1 **
Flavor	0.1 ns	-0.1 ns
External appearance	0.9 *	1.4 **
Whiteness	-	2.1 **

*,** Significantly different from Hi at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.
ns: Not significantly different from Hi.

Table 3. Sensory eating-quality test for ordinary cooked-rice of 79 in 2016 and 2018. Evaluation (+ or -) in each trait was performed, regarding the value of the standard variety Hi as 0.

Traits	2016	2018
Overall evaluation	1.3 **	-0.6 ns
Taste	0.8 ns	-0.1 ns
Stickiness	-1.2 *	-0.9 *
Hardness	1.7 **	1.3 **
Flavor	0.5 ns	0.0 ns
External appearance	1.7 *	1.0 ns
Whiteness	-	1.9 **

*,** Significantly different from Hi at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.
ns: Not significantly different from Hi.

Table 4. Amylose and protein contents in milled rice of 79 and Hi in 2016 and 2018.

Traits	Years	79	Hi
Amylose content ¹⁾ (%)	2016	18.8 a	13.2 b
	2018	17.8 a	14.6 b
Protein content ¹⁾ (%)	2016	5.3 b	6.7 a
	2018	7.3 a	6.6 b

*, ** Significantly different from Hi at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

¹⁾ Content of amylose or protein to whole weight of milled rice on the basis of dry matter weight.

Table 5. Mido values in milled rice of 79 and Hi in 2017 and 2018.

Years	79	Hi	LSD (5%)
2017	64.1 b	70.6 a	2.0
2018	69.8 a	70.4 a	3.9

Values followed by the same letter within each trait are not significantly different at 5% level of significance, determined by LSDs in the table.

【謝辞】

本研究の実施に当り、(公)江頭ホスピタリティ事業振興財団 研究開発等助成事業 のご援助を賜ったので、御礼申し上げます。