

短報

調製時における篩目幅の違いが水稲‘ヒノヒカリ’の玄米品質や製品歩留まりに及ぼす影響

杉山高世・阪田星子

Effect of Sieve Size at Preparation on Grain Quality and Yield of Rice Cultiver 'Hinohikari'

Takatsugu SUGIYAMA and Seiko SAKATA

Key Words: brown rice, sieve size, 'Hinohikari', grain quality, protein content, yield rate

本県の水稲生産は収穫量が 45,700t で全国第 41 位と低い位置にあるものの、県農業生産額の 21.4%を占めており重要な品目の一つである。本県の主要水稲品種‘ヒノヒカリ’は(一財)日本穀物検定協会で行われる「米の食味ランキング」で高評価を得、良食味米としての知名度が向上してきているが、コメの消費が減少する中、有利な販売を進めるためにはさらなる品質の向上が必要である。

玄米の品質向上には、栽培のみならず収穫後の調製も重要な工程である。玄米の選別時に使用する篩目の幅は、本県では主に 1.8mm が使用されているが、米の主産地である東北や北陸ではより広めの 1.9mm が、本県と同様に‘ヒノヒカリ’の生産量が多い熊本県では 1.85mm が多く使用されている(第 1 図)。また、品質向上やブランド化のために幅の広い篩目を設定している例⁵⁾やその導入を検討している例¹¹⁾、

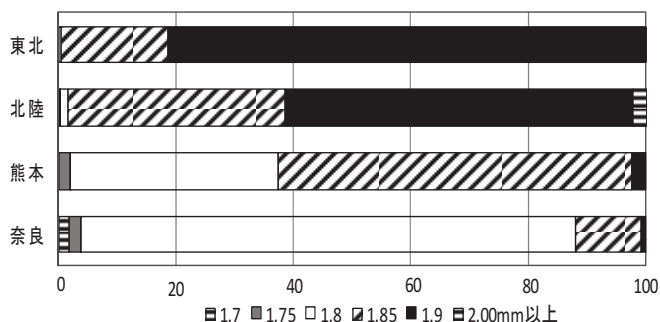
さらに、2.05mm の篩目幅で選別しブランド化を図っている例(日本農業新聞. 2016.5.25. 起死回生でかさ勝負だ. 総合・社会. 12 版.)も見られる。

そのため、篩目幅を主産地並みに大きくすることは県産米の品質向上を図る手段の一つになり得ると考えられ、本県の主要品種である‘ヒノヒカリ’を用い、篩目幅の大きさの違いが玄米品質や製品歩留まりに及ぼす影響について検討した。

材料および方法

試験は 2014~2015 年に行ない、供試品種は‘ヒノヒカリ’を用いた。旧農業研究開発センター(橿原市四条町)で異なる移植時期、栽植密度および施肥方法で栽培し、また、大和野菜研究センター(宇陀市榛原三宮寺)や現地試験圃(2014 年は 3 か所, 2015 年は 2 か所)では地域の栽培指針や地域慣行に準じた方法で栽培した 57 試験区(2014 年は 15 区, 2015 年は 42 区)を設けた。成熟期に坪刈収穫し、風乾後、脱穀、籾すりによって得られた粗玄米から、篩目幅 1.80mm の選別はテスト粒選別機(サタケ社製 TWSB)により行い、さらに篩目幅 1.85mm および 1.90mm の選別は縦目篩(大屋丹蔵製作所製)で行なうことにより調査試料を作成した。玄米の粒厚分布は、各篩目幅で選別した後に重量を測定し、粒厚 1.80mm 以上の玄米重量を 100 として割合を算出した。

2014 年は、篩目幅 1.80mm および 1.90mm で選別した試料各 15 点について、穀粒判別器(サタケ社製 RGQ110A)を用いて玄米 1,000 粒を、整粒、その他未熟粒、青未熟粒、乳白粒、基部未熟粒、腹白未熟粒およびその他に分類するとともに、重量比で外観品



第 1 図 水稲農家等が使用した選別ふるい目幅の分布 (%) (農林水産省作物統計平成27年度)

Fig.1. Distribution of the sieve size used by rice farmers

質を評価し、米粒食味計（サタケ社製 RCTA11A）を用いてタンパク質含有率を測定した。また、篩目幅の大きさが外観の良さの官能評価に差が出るかを検討するため、1.80mm、1.85mm および 1.90mm で選別した玄米を使って 3 点識別試験法による調査を行った。1.80mm で選別したものの 2 点と 1.85mm(または 1.90mm)が 1 点計 3 点の試料を 1 組として、パネルに同時に観察させて外観の良いものを 1 つ選ばせ、1.85mm(または 1.90mm)で選別したものを選んだ場合、正解とした。試料は黒カルトン(18×13×2cm)に玄米 20 g を入れて行った。パネル数は 20 人(男 15 人、女 5 人)で行った。さらにそのうち、玄米粒厚分布で 1.90mm 未満の割合が最も大きい試料 No.11 の篩目幅 1.80mm および 1.90mm で選別した玄米各 1 点の試料について歩留まり約 90±1% を目標に搗精・炊飯し、食味官能評価を 2 点嗜好法により行った。評価項目は総合評価、外観、香り、味、粘りおよび硬さとし、どちらか「良い(粘るまたは硬い)」方または「どちらともいえない」を選ばせた。パネル数は 17 人(男 12 人、女 5 人)で行った。

2015 年は篩目幅 1.80mm、1.85mm および 1.90mm で選別した試料各 42 点について、2014 年度と同様に、外観品質の評価と玄米中のタンパク質含有率の測定を行った。

なお、試験区の栽培地、耕種概要および供試した玄米の粒厚分布については第 1 表に記載した。

結果および考察

穀粒判別機による外観品質の評価では、2014 年は、篩目幅が 1.80mm で選別したものと比べ 1.90mm で選別したものは、その他未熟粒や青未熟粒の割合が減少し整粒割合が 4.0% 高くなった。また、2015 年においても 1.80mm で選別したものと比べ 1.90mm で選別したものは、2014 年と同様その他未熟粒や青未熟粒の割合が減少し、加えて、乳白粒の割合も減少し、整粒割合が 3.5% 高くなった。ただし、1.80mm と 1.85mm との間には有意な差は認められなかった(第 2 表)。

玄米中のタンパク質含有率は、2014 年は、篩目幅が 1.80mm のものと比べ 1.90mm の方がやや低くなった。しかし、2015 年では 1.80mm、1.85mm および 1.90mm と同程度であり、篩目幅の違いによる有意な差は認められなかった(第 2 表)。

3 点識別法による外観の官能評価では、篩目幅が 1.80mm のものと比べ、1.85mm では 10 点の試料中 2 点で、また、1.90mm では 10 点の試料中 7 点で有意に外観が良いと識別された(第 2 図)。

食味官能評価では、篩目幅 1.80mm と 1.90mm の間に、総合評価、外観、香り、味、粘りおよび硬さのいずれの項目でも有意な差は認められなかった(第 3 表)。

2014 年および 2015 年とも篩目幅を大きくするほど製品歩留まりは低くなり、2014 年では、篩目幅 1.80mm と比べ 1.85mm で平均 98.6%、1.9mm で平均 94.6% の製品歩留まりとなった。2015 年も 2014 年と同様の傾向が見られ、1.85mm および 1.9mm で選別した場合の製品歩留まりはそれぞれ平均 98.9% および平均 93.9% であった(第 4 表)。

以上の結果から、本県の「ヒノヒカリ」を調製する際、篩目幅を 1.80mm から 1.90mm へ大きくすることにより整粒割合が高くなり外観品質が向上することが明らかとなった。石突らは、「ヒノヒカリ」の 1.7mm～1.9mm の粒厚の玄米は乳白粒やその他未熟粒の割合が高い²⁾と報告しており、篩目幅を大きくすることでこれらの他、青未熟粒を取り除いた結果、整粒割合が高まったと考えられる。また、田中は、「つや姫」を用いた試験で篩目幅を 1.85mm から 1.9mm で調製すると整粒割合が向上する¹¹⁾と報告しており、本実験の結果も同様であった。

近年、温暖化傾向により西日本では白未熟粒の増加や玄米の充実不足など外観品質の低下が問題となっているが、「ヒノヒカリ」はこれらの問題を起こしやすい⁸⁾とされている。若松らは、高温時に発生する不完全米の中で乳白米は粒厚が薄く、タンパク質含有率が高い¹²⁾としており、高温による乳白粒や未熟粒の発生が多い年には、篩目幅を大きくすることで品質向上の効果が高まると考えられる。

食味に影響を与える玄米中のタンパク質含有率は、2014 年に篩目を大きくすることにより低下し有意な差がみられたのに対し、2015 年は差がみられなかった。松江は、玄米の粒厚が薄くなるにしたがいタンパク質含有率は増加する⁷⁾とし、田中は、篩目幅を大きくして 1.9mm で調整することによりタンパク質含有率が低下することを¹¹⁾、また、熊本県では、篩目幅 1.80mm で調製した玄米タンパク質含有率 6.6～6.7 付近の玄米を 1.95mm で再調整することで 6.5% 以下になる⁴⁾と報告している。しかし、茨城県¹⁾および新田ら⁹⁾は、粒厚だけが直接的に関係するので

第1表 供試した玄米の栽培地、耕種概要および玄米粒厚分布

Table 1. Growing area, outline of cultivation and grain-thickness distribution of tested rice grain samples

試験年次	試料No.	栽培地	耕種概要 (移植期・栽植密度・基肥-穂肥施肥量(kg/10a))	玄米粒厚分布(%)		
				1.80mm以上 1.85mm未満	1.85mm以上 1.90mm未満	1.90mm以上
2014	1	旧センター(橿原市)	6/12・標準・0-0	0.9	2.6	96.5
	2	"	6/12・標準・0-3	1.7	5.6	92.7
	3	"	6/12・標準・0-5	0.8	3.5	95.7
	4	"	6/12・標準・5-3	1.1	3.3	95.6
	5	"	6/12・疎植・5-3	1.6	4.8	93.6
	6	"	6/12・標準・7-0	1.3	3.7	95.0
	7	"	6/12・標準・全量基肥9	1.4	4.4	94.2
	8	"	6/16・標準・5-4	1.7	3.6	94.7
	9	"	6/16・疎植・5-4	1.9	4.6	93.5
	10	"	6/27・標準・5-4	2.3	6.7	91.0
	11	"	6/27・疎植・5-4	2.4	8.4	89.2
	12	大和野菜研(宇陀市)	5/14・標準・3-3	0.4	1.5	98.1
	13	現地(田原本町)	慣行	1.6	3.1	95.3
	14	現地(五條市)	慣行	1.0	2.3	96.7
	15	現地(大柳生町)	慣行	0.6	1.9	97.5
2015	16	旧センター	6/12・標準・3-0	0.8	5.1	94.2
	17	"	6/12・標準・3-3	0.6	4.0	95.3
	18	"	6/12・標準・3-5	0.7	3.3	96.1
	19	"	6/12・疎植・3-3	0.7	5.4	93.8
	20	"	6/12・標準・5-0	0.8	5.6	93.6
	21	"	6/12・標準・5-3	1.7	3.9	94.4
	22	"	6/12・標準・5-5	1.7	4.0	94.3
	23	"	6/12・疎植・5-3	0.6	4.5	94.9
	24	"	6/12・標準・7-0	0.8	5.1	94.1
	25	"	6/12・標準・7-3	0.6	3.6	95.8
	26	"	6/12・標準・7-5	0.4	2.6	97.0
	27	"	6/12・疎植・7-3	0.6	4.1	95.3
	28	"	6/12・標準・0-0	0.8	6.2	93.0
	29	"	6/12・標準・0-3	0.8	3.9	95.4
	30	"	6/12・標準・0-5	0.7	3.3	96.0
	31	"	6/12・疎植・0-3	0.4	5.4	94.1
	32	"	6/12・標準・全量基肥9	0.6	5.1	94.3
	33	"	6/12・標準・全量基肥9+追肥1	0.7	4.7	94.6
	34	"	6/12・標準・全量基肥9+追肥2	1.4	4.3	94.3
	35	"	6/12・疎植・全量基肥9	0.7	4.0	95.3
	36	"	6/12・標準・全量基肥8	1.0	5.2	93.9
	37	"	6/12・標準・全量基肥8+追肥1	0.7	4.5	94.8
	38	"	6/12・標準・全量基肥8+追肥2	0.6	3.7	95.7
	39	"	6/12・疎植・全量基肥8	0.9	5.1	94.0
	40	"	6/16・標準・5-3	0.5	3.6	95.8
	41	"	6/16・疎植・5-3	1.1	4.5	94.3
	42	"	6/16・標準・5-4	0.6	2.8	96.5
	43	"	6/16・疎植・5-4	0.7	3.8	95.6
	44	"	6/16・標準・全量基肥9	0.9	4.5	94.6
	45	"	6/16・疎植・全量基肥9	1.1	5.2	93.7
	46	"	6/27・標準・5-3	2.2	6.4	91.4
	47	"	6/27・疎植・5-3	2.6	7.8	89.6
48	"	6/27・標準・5-4	3.2	8.9	87.9	
49	"	6/27・疎植・5-4	3.2	10.2	86.6	
50	"	6/27・標準・全量基肥9	3.1	9.4	87.5	
51	"	6/27・疎植・全量基肥9	3.8	10.4	85.9	
52	"	6/9・標準・全量基肥8	0.7	4.6	94.7	
53	"	6/9・標準・全量基肥8+穂肥3	1.4	5.2	93.4	
54	大和野菜研	5/14・標準・3-3	0.5	3.9	95.6	
55	現地(田原本町)	慣行	0.8	4.0	95.2	
56	現地(五條市)	慣行	0.6	3.4	96.0	
57	"	慣行+穂肥1	0.6	3.9	95.5	

注1) 栽植密度の標準は18.5株/m²、疎植は11.1株/m²。

注2) 基肥-穂肥施肥量の数字は窒素分量を示す。

第2表 篩目幅の大きさが玄米の外観品質およびタンパク質含有率に及ぼす影響

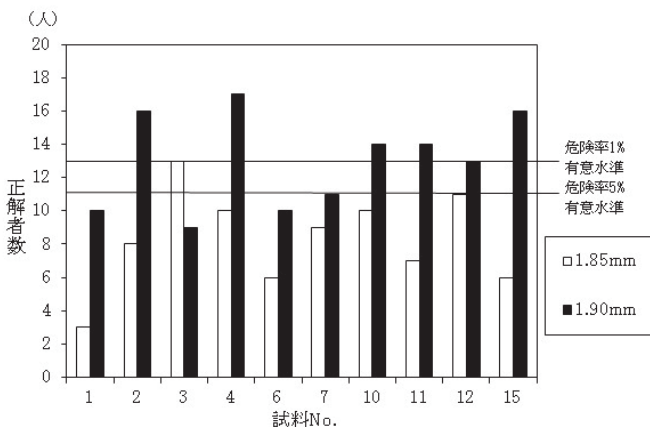
Table 2. Effects of sieve size on quality and protein content of rice grain

試験年次	篩目幅 (mm)	外観品質 (%)							タンパク質含有率 (%)
		整粒	その他未熟粒	青未熟粒	乳白粒	基部未熟粒	腹白未熟粒	その他	
2014	1.80	86.3	8.4	2.3	0.6	0.2	0.2	2.0	6.8
	1.90	90.3	7.0	0.5	0.4	0.2	0.2	1.2	6.7
		**	**	**	ns	ns	ns	ns	*
2015	1.80	83.0 ^b	9.0 ^a	4.3 ^a	1.0 ^a	0.3	0.3	2.1	7.5
	1.85	84.1 ^b	8.5 ^{ab}	3.6 ^a	0.9 ^a	0.4	0.3	2.1	7.5
	1.90	86.5 ^a	7.6 ^b	2.5 ^b	0.6 ^b	0.3	0.3	2.2	7.5
		**	**	**	**	ns	ns	ns	ns

注1) タンパク質含有率の数値はドライベース.

注2) 表中の**および*は、2014年はt検定、2015年は分散分析によりそれぞれ1%および5%の危険率で有意であることを、また、nsは有意差が無いことを示す.

注3) 表中の同一英文字間には5%の危険率で有意差が無いことを示す.



第2図 篩目幅1.8mmと比較して玄米の外観品質が良いと認識できた人数(3点識別試験法)

Fig.2. Number of panel who recognized rice grain quality selected with different sieve size (triangle test)

はないとしている。タンパク質含有率については、玄米の粒厚分布や千粒重に影響を及ぼす登熟期の気象や施肥方法等含めて詳細な解析が必要と考える。

食味官能評価は、篩目幅 1.80mm および 1.90mm で選別した試料を供試して行ったが、いずれの項目でも差は認められなかった。松江・比良松らは、‘コシヒカリ’、‘ミネアサヒ’および‘日本晴’の玄米を供試し、縦線米選機の網目幅を 1.8mm よりさらに大きく調製しても食味の向上効果は認められなかった⁶⁾と報告しているが、田中は、‘つや姫’を用いて、1.9mm での調製は 1.85mm と比較して食味官能試験で有意に優れた結果¹¹⁾を報告している。また、

第3表 篩目幅の違いが食味官能評価に及ぼす影響

Table 3. Effects of sieve size on sensor evaluation of boiled rice

評価項目	篩目幅		どちらともいえない	検定
	1.8mm	1.9mm		
総合評価	7	5	5	ns
外観	5	1	11	ns
香り	2	3	12	ns
味	7	4	6	ns
粘り(粘る)	5	5	7	ns
硬さ(硬い)	6	6	5	ns

注1) 2点嗜好法により、各評価項目について、「優れる(粘る、硬い)」または「どちらともいえない」と評価したパネル数を示した。

注2) 表中のnsは2項検定で有意な差が無いことを示す。2項検定に「どちらともいえない」の回答は含まず。パネル数17名。

石突らは、‘ヒノヒカリ’は‘日本晴’に比べ粒厚が小さくなるのに伴う食味の低下程度が小さい²⁾としており、食味官能評価に及ぼす品質向上の効果は品種によって異なり、‘ヒノヒカリ’では小さいと考えられる。このほか、松本は、玄米の粒厚が薄い不完全米を取り除くことが食味向上につながる¹⁰⁾としている。松江・佐藤らは粒厚 1.9mm 未満の玄米は食味と検査等級は著しく劣る⁷⁾としているものの、前述の松江・比良松らの試験では効果が見られなかった。松江・比良松らの供試した粒厚 1.8mm 以上の玄米に占める 1.8mm 以上 1.9mm 未満の割合は 5.2~14.3%であり、本試験で供試した試料の粒厚 1.8mm

第4表 篩目幅を1.8mmから大きくすることによる製品歩留まり
 Table 4. Yield rate with wider-range sieve compared with 1.8mm-width sieve

試験年次	篩目幅 (mm)	製品歩留まり (%)
2014	1.85	98.6±0.6
	1.90	94.6±2.4
2015	1.85	98.9±0.9
	1.90	93.9±2.6

注1) 数値は平均値±標準偏差.

注2) 製品歩留まりは、(篩目幅1.85mmまたは1.9mmで選別した玄米重量/篩目幅1.8mmで選別した玄米重量)×100で算出した数値.

以上の玄米に占める1.8mm以上1.9mm未満の割合は10.8%であることから、篩目幅を大きくしてこの範囲の粒厚の玄米を10数%程度除去しても食味向上への効果が現れにくい可能性が考えられる.

篩目幅を大きくすることによる製品歩留まりへの影響であるが、今回供試した試料では、篩目幅を1.80mmから1.90mmにした場合、2014年および2015年で、それぞれ、98.1~89.2%および97.0~85.9%の範囲となった。栽培方法が篩目幅を1.80mmから1.90mmにした場合の製品歩留まりへ及ぼす影響を検討するため、2015年に行った試料No.40~51のデータを用い、移植期と栽植密度について調査した。その結果、栽植密度による差は認められなかったが、移植時期を本県の移植盛期から20日程度遅い6月27日にした場合、6月16日移植と比べ製品歩留まりが劣った(第5表)。粒厚分布に影響を与えるその他の耕種概要等についても検討し、製品歩留まりの低下を小さくしつつ品質向上が可能となる栽培方法の確立が必要であると考えられる。

引用文献

1. 茨城県農業総合センター農業研究所主要成果. 2005. 玄米品質(千粒重)を向上させる選別調整法.
2. 石突裕樹・菊川裕幸・齋藤邦行. 2013. 遮光と

第5表 移植期および栽植密度が篩目幅を1.8mmから1.9mmにした場合の製品歩留まりに及ぼす影響

Table 5. Effect of planting date and density in yield rate with 1.9mm-width sieve compared with 1.8mm-width

移植期 (月/日)	栽植密度	製品歩留まり (%)
6/16	標準	95.7
	疎植	94.5
6/27	標準	88.9
	疎植	87.3
(分散分析)		
	移植期	**
	栽植密度	ns

注1) 栽植密度は、標準18.5株/m²、疎植11.1株/m².

注2) 製品歩留まりは、(篩目幅1.9mmで選別した玄米重量/篩目幅1.8mmで選別した玄米重量)×100で算出した数値.

注3) 表中の**、nsは分散分析によりそれぞれ1%の危険率で有意差があること、有意差が無いことを示す.

高温処理が水稻玄米の粒厚分布・外観品質・食味に及ぼす影響—2009年と2010年の比較—. 日作紀. 82(3): 242-251.

3. 石突裕樹・松江勇次・尾形武文・齋藤邦行. 2013. 遮光・高温条件下に生育した水稻玄米の粒厚と外観品質が米飯の食味と理化学的特性に及ぼす影響. 日作紀. 82(3): 252-261.
4. 熊本県農林水産部農業研究成果情報 No718. 2016. 品種「ヒノヒカリ」における玄米調製による玄米タンパク質含有率低下歩合
5. 熊本県農林水産部農産園芸課. 2016. 熊本県推奨うまい米基準について. http://www.pref.kumamoto.jp/kiji_14991.html
6. 松江勇次・比良松道一・小田原孝治・橋詰文男. 1994. 玄米の粒厚別食味評価. 日作九支報. 60: 20-22.
7. 松江勇次・佐藤大和・内村要介. 1999. 玄米粒厚別の食味と理化学的特性. 日作紀 68(別2): 240-241
8. 森田敏(編著). 2010. 近年の九州における水稻の作柄・品質低下の実態・要因の解析と今後の対応. 九州沖縄農研研究資料. 94: 54-59
9. 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—. 日作紀 77(3): 315-320.
10. 農文協編. 1992. おいしいコメはどこがちがう

か. 農文協. 70-75.

11. 田中亙. 2015. ‘つや姫’の品質・食味を高める調製技術. 島根農技センターだより 17:1.
12. 若松謙一・佐々木修・上菌一郎・田中明男. 2007. 暖地水稻の登熟期間の高温が玄米品質に及ぼす影響. 日作紀 76(1): 71-78

参考図書

1. 古川秀子. 1994. おいしさを測る 食味官能検査の実際. 幸書房.
2. 内田治・平野綾子. 2012. 官能評価の統計解析. 日科技連.