

水稲粗玄米粒厚分布の省力化調査法について

— 登熟不良な粗玄米の粒厚分布調査法 —

伊田黎之輔・伊田眞澄

(東京アグリ研究協会青梅試験地)

要旨：登熟が不良な場合における水稲粗玄米の粒厚分布の調査法は、粗玄米約 200 g を 8 分間振盪し、各粒厚別の重量比率で示す方法が定法として適用されている。本研究では登熟が不良な場合における粒厚分布調査の省力化を目的として、「コシヒカリ」(2015 年東京都産)を用い、粗玄米供試量(約 200 g, 約 100 g)と振盪時間(2 分, 5 分, 8 分)との関係について、2 × 3 要因計画を 3 ブロック乱塊法配置により実験を行なった。解析の結果、主効果では粒厚 2.2 mm および 1.7 mm における粗玄米供試量のみが有意であったが、粗玄米供試量約 200 g と約 100 g との水準間における重量比率の差は極めて小さかった。一方、すべての粒厚において、粗玄米供試量と振盪時間との間には交互作用は認められなかった。以上のことから、登熟不良な場合の粒厚分布調査法として、粗玄米約 100 g を 2 分間振盪する方法が策定され、定法(粗玄米約 200 g を 8 分間振盪)と同等な結果が得られる省資源・省力化調査法として活用が期待される。

キーワード：粗玄米, 縦目段篩機, 調査方法, 登熟不良, 粒厚分布。

水稲粗玄米の粒厚分布の調査法については、統計調査における玄米・屑米の選別方法確立についての研究抄録(農林省農林経済局統計調査部 1956)、作物統計調査要領(農林水産省大臣官房統計部 2006)にみることができる。すなわち、粗玄米約 200 g (220~180 g) を 1 分間 400 回転で 8 分間振盪するが、粒張りがよく、屑粒が少ない試料については振盪時間を 5 分間に短縮してもよいとされている。伊田(2007)は粗玄米粒厚分布の省力化調査法について検討を行ない、登熟が良好な場合は粗玄米約 100 g を供試し、2 分間振盪する組合せが従来の定法(供試粗玄米約 200 g, 5 分間振盪)と同等な結果が得られることを明らかにした。しかし、登熟が不良な場合については未検討であった。そこで、本報では登熟の不良により、平年に比べて粗玄米の粒度構成が著しく異なる場合の粒厚分布の測定方法について検討した。

材料と方法

1. 供試粗玄米の来歴および特性調査法

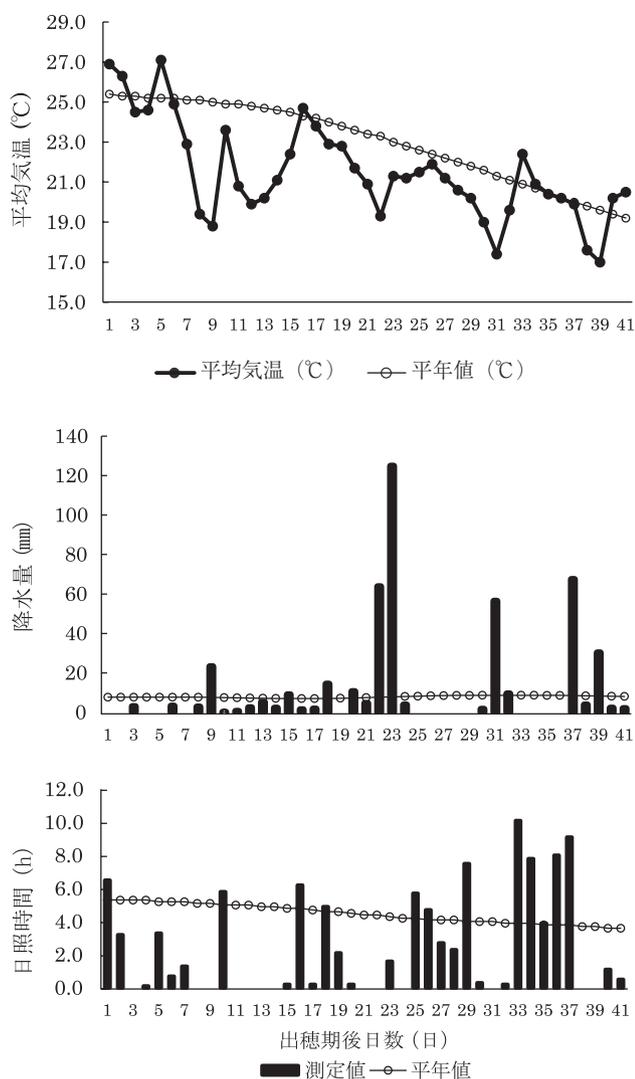
試料は 2003, 2014, 2015 年産の「コシヒカリ」の粗玄米を用いた。2003 年産の試料は前報(伊田 2007)の解析データを使用した。すなわち、鳥取県八頭郡那家町(現在鳥取県八頭郡八頭町)の現地圃場で実施した苗箱まかせ(N400-100 タイプ)の適用試験で得られた登熟が極めて良好であった「コシヒカリ」の粗玄米である(以下、2003 年産と称する)。2014 年産の試料は、鳥根県立農林大学の松原隆敏氏から分譲されたもので、有機栽培試験の一環において米糠、籾殻燻炭などを投入して栽培された「コシヒカリ」の粗玄米であり、倒伏により登熟程度がやや不良となった試料である(以下、2014 年産と称する)。2015 年産

の試料は東京アグリ研究協会の青梅試験地圃場で実施した水稲倒伏抵抗性解析試験から得られた「コシヒカリ」の粗玄米である(以下、2015 年産と称する)。この年次における出穂期は 8 月 17 日であったが、それ以降の登熟期間の大半は平年に比べて低温・寡照・多雨傾向で経過し(第 1 図)、倒伏程度も大きく、登熟は著しい不良となった。

供試粗玄米を採取した 2003 年産および 2015 年産の試験区における収量および収量構成要素の調査法は、試験区の 5 斜線上にある稲株を採取して平均穂数株を選出し、さらに平均穂数株の中から平均穂重株を代表株として決定した(伊田 2004, 伊田 2012)。代表株の籾の登熟歩合は比重 1.06 の塩水選により行ない、沈下した籾は登熟籾と認定し、これの水分査定(伊田 2016)の後、玄米千粒重、玄米収量を決定した。倒伏程度は立毛角度(株基部中心から穂首までの直線と地表面との角度)が 90 度のときを倒伏角度 0 として、0(無), 1(少), 2(中), 3(多), 4(甚)の 5 段階に分級し、各分級値に観察による倒伏面積比率を乗じた合計値で示した(伊田・富田 2008)。なお、2014 年産の収量構成要素および倒伏程度に関するデータは不明である。

2. 実験計画の因子と水準

第 1 表に示したように、実験計画は 2 × 3 要因計画とし、実験は 3 ブロック乱塊法配置により行なった。粗玄米重(W)の約 200 g, 振盪時間(M)の 5 分間および 8 分間は規定値である(農林水産省大臣官房統計部 2006)。本実験の目的は、粒厚分布調査における省試料化および省力化である。このため、前報(伊田 2007)と同様に粗玄米重(W)約 100 g, 振盪時間(M)2 分間を設定し、規定値との比較ができるように実験計画を設計した。試料は前項で述べた



第1図 登熟期間(出穂期後～収穫期)における気象の推移(2015).
 気温, 降水量は青梅試験地圃場における実測値. 各平年値(日照時間: 1987~2010, 平均気温, 降水量: 1981~2010), 日照時間は気象庁青梅地域気象観測所の観測データ(気象庁2016)による. 出穂期は8月17日.

第1表 因子と水準.

因子	記号	水準		
		1	2	3
ブロック	<i>R</i>	1	2	3
粗玄米重(g)	<i>W</i>	約200	約100	
振盪時間(分)	<i>M</i>	2	5	8

第2表 収量および収量構成要素, 倒伏程度.

試験区	栽植密度 (株 m ⁻²)	穂数 (本 m ⁻²)	1穂初数 (粒)	総初数 (×100粒 m ⁻²)	登熟歩合 (%)	玄米千粒重 (g)	玄米収量 (kg a ⁻¹)	倒伏程度 (0: 無~4: 甚)
2003年産*	15.2	316	89.0	282	87.3	23.1	56.7	1.8
2015年産**	18.5	344	89.7	308	40.3	21.7	27.0	3.5

* 伊田(2007), ** 伊田・伊田(未発表)による.

2015年産を使用した.

3. 粗玄米粒厚分布調査の方法

試料の調整は分割比が1:1となる穀粒均分器(食糧庁型, 藤原製作所)を使用し, 2015年産は粗玄米重約200g(181.8 ± 2.2g)および約100g(91.0 ± 1.9g), 2014年産は1反復の試料とし, 粗玄米重約200g(223.9g)および約100g(109.9g)とした. 2003年産は伊田(2007)の解析データを使用し, 試験方法は試験実施場所が異なる以外は本報と共通である.

試料の調査は2016年4月に大屋丹藏製作所(愛知県清洲市)に設置してある大屋式坪刈試験用縦目段篩機(S型)を使用して行なった. 本機は毎分400回転で作動し, 縦目篩は, 2.2mm, 2.1mm, 2.0mm, 1.9mm, 1.8mm, 1.7mm, 1.6mmの7種類を選定した. 最上段には蓋, 最下段には底箱がある. 各篩別および底箱に残存した試料の重量を秤量し, それらの重量を合計して供試粗玄米重とし, これに対する各篩別の重量比率を算出した. ただし, 1.6mm篩および底箱では合算し, 底の重量比率として表示した. なお, 前報(伊田2007)では登熟が良好な粗玄米を対象にしたため, 定法は供試粗玄米約200g, 5分間振盪としたが(農林水産省大臣官房統計部2006), 本報においては登熟が不良およびやや不良な粗玄米を対象としているため, 供試粗玄米約200g, 8分間振盪(農林水産省大臣官房統計部2006)を以下, 定法と呼ぶ.

供試粗玄米の水分は, 調査完了時に均分子備試料からランダムに6点サンプリングを行ない, オガ電子電気抵抗式水分計(グリーンデジタルII TD-G)により測定した. 供試粗玄米の水分の平均値±標準偏差は, 2014年産は13.8 ± 0.2%, 2015年産は16.0 ± 0.7%であった.

4. データの解析方法

データの解析は前報(伊田2007)と同様にBartlett検定による等分散性の検定後, 分散分析により主効果および交互作用の有無を調べた. 水準間の平均値の差の検定はTukey HSD法によった. 統計言語R(3.1.1)はR Core Team(2014)を使用した.

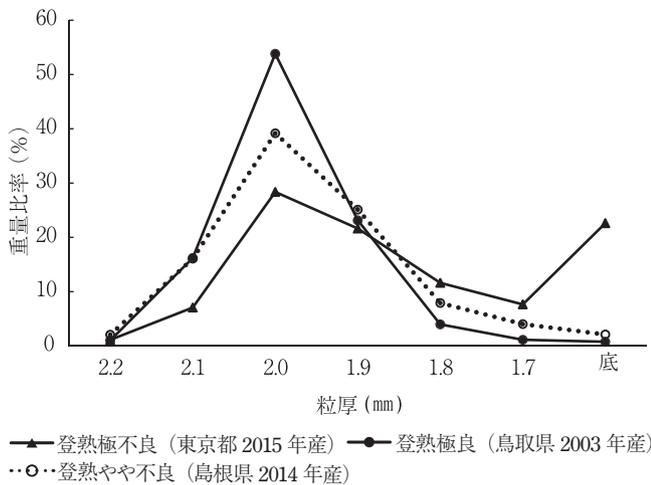
結果と考察

1. 供試粗玄米の特性

第2表には2003年産(伊田2007)および2015年産の「コ

シヒカリ」の粗玄米を採取した試験区における収量および収量構成要素、倒伏程度を示した。これによると、2003年産の登熟歩合は87.3%と極めて良好で、倒伏程度も小さく、高収量であった。一方、2015年産は玄米千粒重や登熟歩合などの登熟形質において劣り、特に登熟歩合は40.3%と近年では極めて低い値を示し、倒伏程度も大きく、低収量となった(伊田・伊田未発表)。このことから、2015年産の粗玄米は本報の解析の目的に合致した試料であると判断した。

2014年産の収量構成要素、倒伏程度に関するデータは不明であるが、粗玄米重 519 g m^{-2} 、屑米率17.1%で、倒伏は出穂期後の早い時期から見られ始めた(注:私信, 松原2015)。2014年産は屑米比率や第2図に示した粗玄米の粒度構成から判断して、登熟やや不良な試料に位置付けた。



第2図 供試したコシヒカリ粗玄米の粒厚パターン。
いずれも粗玄米約200gを8分間振盪、底は粒厚1.6mmの重量を含む。

2. 供試粗玄米の粒厚分布組成

第2図は2003年産, 2014年産, 2015年産の「コシヒカリ」の粗玄米の粒厚分布(いずれも粗玄米約200g, 8分間振盪)を示したものである。各年次において、粒厚2.0mm, 粒厚1.8mm以下の粒度構成に特徴がみられ、粒厚2.0mmの重量比率は2003年産>2014年産>2015年産で、登熟良好であった2003年産の粒厚2.0mmの重量比率は53.8%と最も高かった。一方、粒厚1.8mm以下の重量比率は2015年産>2014年産>2003年産で、登熟不良であった2015年産の特に粒厚1.6mm+底の重量比率は22.6%と極めて高かった。登熟やや不良として位置付けた2014年産の粒厚は、粒厚2.0mm, 粒厚1.8mm~1.7mmにおいて2003年産と2015年産のほぼ中間域に位置していた。

3. 2015年産の粒厚分布に及ぼす供試粗玄米重および振盪時間の影響

第3表には2015年産「コシヒカリ」における粗玄米の重量比率について、粒厚別の分散分析結果を示した。これによると、主効果では粒厚2.2mmおよび1.7mmにおける供試粗玄米重(W)のみが有意であったが、振盪時間(M)との交互作用は認められなかった。すなわち、第4表によると、粒厚2.2mmでは粗玄米重約200g(W₁)>約100g(W₂)で、その水準間の重量比率の平均値の差は0.34%(p=0.03)、粒厚1.7mmでは粗玄米重約200g(W₁)<約100g(W₂)で、その水準間の平均値の差は-0.57%(p=0.02)とそれぞれ5%水準で有意であった。しかし、いずれも水準間の重量比率の平均値の差は1%未満であり、極めて小さかった。

また、すべての粒厚において、振盪時間(M)と供試粗玄米重(W)の間には交互作用(M×W)が認められないことから、供試粗玄米重は約100g、振盪時間は2分間

第3表 2015年産における粒厚別粗玄米重量比率(%)の分散分析。

変動因	記号	d.f.	粗玄米粒厚(重量%)						
			2.2mm	2.1mm	2.0mm	1.9mm	1.8mm	1.7mm	1.6mm+底
ブロック	R	2	0.01	2.94	1.75	0.01	0.26	0.72 [†]	0.49
粗玄米重	W	1	0.53*	0.64	1.28	0.07	0.29	1.45*	0.53
振盪時間	M	2	0.02	6.89	1.94	0.09	0.25	0.36	1.22
W×M		2	0.14	2.39	1.73	0.27	0.09	0.61 [†]	0.07
誤差	e	10	0.08	3.30	0.78	0.22	0.47	0.18	1.34

d.f.は自由度を示す。平均平方に付した。*, †はそれぞれ5%, 10%水準での有意性を示す。

第4表 粒厚別における供試粗玄米重比率(%)の差の検定。

W ₁ -W ₂	粗玄米粒厚(重量%)						
	2.2mm	2.1mm	2.0mm	1.9mm	1.8mm	1.7mm	1.6mm+底
差	0.34	0.37	0.53	-0.12	-0.26	-0.57	-0.34
p値	0.03	0.67	0.31	0.55	0.45	0.02	0.54

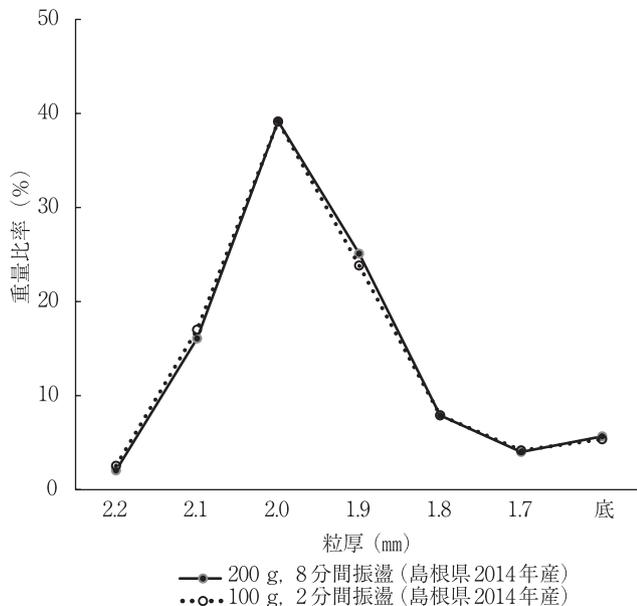
W₁:粗玄米重約200g, W₂:粗玄米重約100g, p値はTukey HSD法における調整済みp値を示す。

第5表 測定法の相違による2015年産粒厚別重量比率(%)の標準偏差と分散のF検定.

	粒厚 (mm)						
	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6+底
200 g, 8分間振盪	0.432	3.945	1.464	0.462	0.935	0.540	1.163
100 g, 2分間振盪	0.090	0.732	0.678	0.414	0.275	0.457	0.943
F検定(p値)	0.083	0.067	0.353	0.892	0.160	0.833	0.794

第6表 測定法の相違による2014年産粒厚別重量比率(%)の差の95%信頼区間.

	粒厚 (mm)							95%信頼区間
	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6+底	
200 g, 8分間振盪	2.1	16.1	39.2	25.1	7.9	4.0	5.7	
100 g, 2分間振盪	2.5	17.0	39.1	23.8	7.9	4.2	5.4	
定法に対する差	0.4	0.9	-0.1	-1.3	0.0	0.2	-0.3	-0.63~0.63%

第3図 鳥根県2014年産コシヒカリの粒厚分布。
いずれも底は粒厚1.6mmの重量を含む。

で十分であり、粗玄米約200g、8分間振盪する従来の調査基準(農林水産省大臣官房統計部 2006)と同等の結果が得られた。

4. 策定した粗玄米約100g、2分間振盪法と定法との比較

第5表は2015年産の試料について、第2表の実験結果から策定された粗玄米約100g、2分間振盪法による各粒厚別の標準偏差について、定法と比較したものである(いずれも3反復データ)。各粒厚別の2群間のデータのF検定によると、いずれの粒厚においても $p > 0.05$ となり、2群間の標準偏差には差がないことがわかった。すなわち、粗玄米約100g、2分間振盪法は定法と同等な精度で測定することができることが示された。

また、第6表には2014年産の試料(1反復)について、定法に対する粗玄米約100g、2分間振盪法の各粒厚層の差

の平均値から算出した95%信頼区間を示した。すなわち、2.2mm層から底までの全体の差の母平均値は95%の確率で、 $-0.63 \sim 0.63\%$ にあることが推定され、かなり小さい値を示した。第3図は2014年産「コシヒカリ」の粗玄米について、粗玄米約100g、2分間振盪法を適用して作図したもので、定法とほぼ同一の粒厚パターンが得られた。定法によれば、測定試料は原則2点を抽出することになっているが(農林水産省大臣官房統計部 2006)、均分器を通した母集団を反映する試料であれば、第3図のように、1回の反復で測定が可能であることを示唆している。

以上の結果から、登熟が不良(2015年産)およびやや不良(2014年産)のいずれの粗玄米においても、供試粗玄米量は約200gから約100gに減量化し、振盪時間は8分間から2分間に短縮することができ、定法に比べて省試料・省力化を図ることが可能であった。この結果は登熟が極めて良好な粗玄米を供試した前報(伊田 2007)と全く同様であったことから、粗玄米約100g、2分間振盪法は登熟歩合の良否に関わらず(87.3~40.3%)、従来の定法(農林水産省大臣官房統計部 2006)と同一な結果が得られる省試料・省力型の粗玄米粒厚分布調査法といえる。

謝辞: 本実験の実施に対して、サンプル調整について御指導をいただいた農研機構中央農業研究センター北陸研究センター上席研究員吉永悟志博士、「コシヒカリ」の粗玄米を提供していただいた鳥根県立農業大学校助教授松原隆敏氏、大屋式坪刈試験用縦目段篩機(S型)を使用させていただいた大屋丹藏製作所の木村麻衣子代表には厚くお礼を申し上げます。

引用文献

- 伊田黎之輔 2004. 斜線刈取りによる水稲収量簡易即決診断法の改善 - 特に比重1.06で選別された稚苗移植水稲の精削の初摺歩合について-. 日作紀 73: 343-347.
- 伊田黎之輔 2007. 水稲粗玄米粒厚分布の省力化調査法について. 日作紀 76: 450-453.

- 伊田黎之輔・富田因則 2008. 水稲コシヒカリ同質遺伝子品種ヒカリ
新世紀の耐倒伏性. 日作紀 77: 506-511.
- 伊田黎之輔 2012. 平均穂数近似株の選定による水稲の稈長および節
間長の測定法. 農業生産技術管理学会誌 19: 81-88.
- 伊田黎之輔 2016. 収量調査における初的水分測定へのハロゲン水分
計の適用. 日作紀 85: 173-177.
- 気象庁 2016. 各種データ・資料. <http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/> (2016/8/15 閲覧).
- 農林省農林経済局統計調査部 1956. 統計調査における玄米・屑米の
選別方法確立についての研究抄録. 試験研究資料別冊 No.7: 1-48.
- 農林水産省大臣官房統計部 2006. 作物統計調査要領: 38.
- R Core Team 2014. R: A language and environment for statistical
computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
URL <https://www.R-project.org/>.

Labor-Saving Assessment of the Thickness Distribution in Crude Brown Rice—Assessment under poor ripening conditions— :
Reinosuke IDA and Masumi IDA (*Ome Experiment Station, Tokyo Agricultural Research Association, Ome, Tokyo 198-0002, Japan*)

Abstract : This study was conducted to improve the method to assess the thickness distribution of crude brown rice under poor ripening conditions using a quadrat-sampling slot-sieving grader. Under poor ripening conditions, the standard method for assessing the thickness distribution of crude brown rice is to shake about 200 g of crude brown rice for 8 min, then use a sieving grader. Using “Koshihikari” under poor ripening conditions and a 2 × 3 factorial design with three randomized blocks, assessed the relationship between the duration of shaking (2 min, 5 min, 8 min) and the sample weight of crude brown rice (ca. 200 g, ca. 100 g). A significant correlation was observed for the main effect on the weight ratio of the crude brown rice that had a thickness of 2.1 mm and 1.7 mm. However, the difference in weight ratio between the 200 g and 100 g samples was small. On the other hand, the sample weight and the duration of shaking. From these results, it was estimated that shaking about 100 g crude brown rice for 2 min is appropriate for the rice under poor ripening. It was concluded that this method is generally applicable for the investigation on the grain thickness distribution of the poor crude brown rice.

Key words : Assessment method, Crude brown rice, Distribution of thickness of crude brown rice, Poor ripening, Quadrat-sampling slot-sieving grader.