HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	「田んぼの稲が白いご飯になるまで」 : 第4回 : 粒厚選別と色彩選別とを併用した玄米の精選別
Author(s)	川村, 周三; 竹倉, 憲弘; 竹中, 秀行
Citation	精米工業, 226, 9-13
Issue Date	2007-09
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/71291
Type	journal article
File Information	Ka2007-4 genmai.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

連載：「田んぼの稲が白いご飯になるまで」

—第４回：粒厚選別と色彩選別とを併用した玄米の精選別—

北海道大学　農学研究院　食品加工工学研究室
川村　周三
中央農業総合研究センター　バイオマス資源循環研究チーム
竹倉　憲弘
北海道立十勝農業試験場　技術普及部
竹中　秀行

キーワード：縦目篩の網目幅，選別歩留，整粒割合，検査等級，搗精歩留，食味評価

１．玄米の選別

米の共同乾燥調製施設（共乾施設）や農家では，籾摺後の玄米の選別は従来から粒厚選別が行われている。この粒厚選別により粒厚の小さい未熟粒や死米などを除き，整粒割合を増やし，玄米の品質（等級）を向上させる。

粒厚選別の縦目篩（ふるい）の網目幅は，米の品種に応じて，また各生産地域で適切な網目幅が決められている。例えば，九州や関東では1.85㎜の篩が多く使われ，北陸や東北では1.90㎜の篩が多く使われている。日本全体の平均では，1.85㎜と1.90㎜の網目幅の篩が最も多く使用されている。

北海道で玄米の粒厚選別を行う際，古くは網目幅が1.90 ㎜程度の篩を使用していた。しかし近年は，品質の良い米（整粒割合の多い米，１等米）を生産するために，網目幅を大きくする傾向にあり，その結果，近年の標準的な篩の網目幅は，「きらら397」では2.00㎜，「ほしのゆめ」では1.95 ㎜となっていた。しかし，網目幅を2.00㎜（または1.95㎜）と大きくしても，１等玄米を調製できない場合も多く，そのような時には，さらに大きな網目幅で選別する例もあった。このように篩の網目幅を大きくすると，選別歩留が低下し，生産者にとって損失が大きくなるという問題があった。

米の色彩選別機は昭和40年代半ば（1970年頃）に開発され，主として精米工場で精白米中の異物（小石等）や着色粒，糠玉の除去に用いられている。一方，北海道の共乾施設では，1996年（平成８年）頃から玄米中の異物や着色粒を除去するために，粒厚選別の後に色彩選別を行う例が増え始めた。とくに，北海道で1999年（平成11年）にカメムシの被害により着色粒が大発生して以降，共乾施設を中心に玄米の色彩選別の導入が進んでいる。しかしながら，粒厚選別の後にさらに色彩選別を行うと，選別歩留がいっそう低下し生産者の損失がさらに大きくなるために色彩選別の積極的な活用は進んでいなかった。

そこで，粒厚選別のみにより玄米の選別を行うことに対して，粒厚選別の後に色彩選別を組合わせて選別を行う場合，粒厚選別の篩の網目幅を従来よりも小さくして選別歩留を上げ，その後で色彩選別により未熟粒，死米，被害粒，着色粒，異物を積極的に取り除くことが適切であると考えた。すなわち，高品質米（１等米）の調製と選別歩留の向上とを同時に実現するために，粒厚選別と色彩選別とを併用した新しい玄米精選別技術を開発したので，その詳細を紹介する。

２．供試玄米と試料の調製

供試玄米は，①2001年北村産「きらら397」，②2002年北村産「きらら397」，③2002年長沼町産「きらら397」，④2001年美唄市産「ほしのゆめ」の４点である。

これらの玄米は北海道産玄米で，異なる生産年，異なる生産地，異なる品種を考慮して選択したものである。供試玄米は共乾施設において籾摺直後で粒厚選別前の玄米を採取した。

表１に供試玄米（原料玄米）の組成と検査等級を示した。農産物規格規程によれば，水稲うるち玄米の１等は，整粒が70％以上，被害粒が15％以下，死米が7％以下，着色粒が0.1％以下とされている。原料玄米の内３点は整粒，被害粒，死米は１等玄米の基準を満足するものであったが，着色粒が１％以上あり，いずれも規格外と判定された。

図１に試験用試料の調製法と試料名を示した。「きらら397」では，原料玄米を篩の網目幅1.80㎜，1.90㎜，2.00㎜でそれぞれ粒厚選別した。さらに粒厚選別後の玄米をそれぞれ色彩選別した。「ほしのゆめ」では，原料玄米を篩の網目幅1.75㎜，1.85㎜，1.95㎜でそれぞれ粒厚選別し，その後に色彩選別を行った。ここで，「きらら397」では「粒2.00」，「ほしのゆめ」では「粒1.95」が従来から行われている粒厚選別のみを行った玄米である。図２に色彩選別機で試料を調製する様子を示した。色彩選別機の使用にあたり，試料玄米を用いてあらかじめ選別レベルの調整と選別状態の確認を行い，そして選別を行った。

表１　供試玄米（原料玄米）の組成と検査等級

試料	質量割合（%）						等級
	整粒	未熟粒	死米	被害粒	砕粒	着色粒	
2001年北村産「きらら397」	72.6	16.0	1.3	8.4	0.4	1.3	規格外
2002年北村産「きらら397」	69.7	21.0	0.3	8.1	0.4	0.5	3
2002年長沼産「きらら397」	73.6	12.6	0.2	12.0	0.4	1.2	規格外
2001年美唄産「ほしのゆめ」	72.8	13.7	0.4	10.3	1.1	1.6	規格外

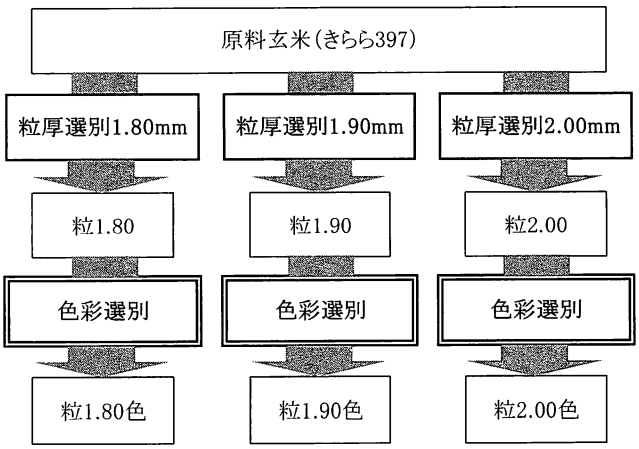

図１　試料の調製法および試料名（きらら397）

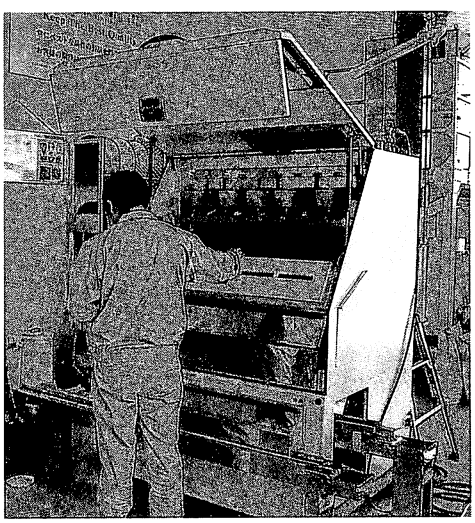

図２　色彩選別機による試料の調製

３．最適な玄米の精選別条件

表２に玄米の粒厚選別と色彩選別後の選別歩留，整粒割合，検査等級を示した。

従来から標準とされている篩の網目幅（きらら397は2.00㎜，ほしのゆめは1.95㎜）で粒厚選別を行うと選別歩留は72～84％であった（表２のゴシック体の文字）。選別後の整粒割合は，原料に比較して，２～８％増加したが，１等玄米を調製することはできなかった。従来の標準より0.1㎜小さい網目幅で粒厚選別を行うと選別歩留は10～20％増加したが，整粒割合が低下し，検査等級も下がった。

従来の標準より0.1㎜小さい網目幅（きらら397は1.90㎜，ほしのゆめは1.85 ㎜）で粒厚選別を行いさらに色彩選別を行った試料に注目すると（表２の矢印の

表２　玄米の粒厚選別と色彩選別機の選別歩留，整粒割合，検査等級

試　料	色彩選別の有無	選別歩留（%）			整粒割合（%）			検査等級		
		粒厚選別の篩の目幅			粒厚選別の篩の目幅			粒厚選別の篩の目幅		
		1.80mm	1.90mm	2.00mm	1.80mm	1.90mm	2.00mm	1.80mm	1.90mm	2.00mm
2001年北村産きらら397	色選なし	97.3	94.1	**84.0**	73.4	74.9	**78.4**	規格外	規格外	**3(中)**
	色選あり	88.2	**88.2**	81.5	80.6	**80.8**	79.3	1(下)	**2(上)**	2(上)
2002年北村産きらら397	色選なし	98.5	95.9	**84.5**	70.6	72.3	**75.8**	3(上)	2(下)	**2(中)**
	色選あり	89.6	**89.5**	81.9	75.5	**75.9**	75.9	1(下)	**1(下)**	1(下)
2002年長沼産きらら397	色選なし	98.1	92.5	**72.3**	74.0	76.4	**81.8**	規格外	規格外	**3(下)**
	色選あり	84.9	**83.6**	67.3	85.6	**84.6**	85.3	1(中)	**1(中)**	1(中)
		1.75mm	1.85mm	1.95mm	1.75mm	1.85mm	1.95mm	1.75mm	1.85mm	1.95mm
2001年美唄産ほしのゆめ	色選なし	97.5	94.1	**79.7**	68.7	69.8	**75.2**	3(下)	3(中)	**2(中)**
	色選あり	85.9	**85.6**	76.9	77.5	**78.1**	77.0	1(下)	**1(下)**	1(下)

先のゴシック体文字），従来の粒厚選別のみの場合に比較して，選別歩留が４～11%増加した。さらにこれらの試料の整粒割合が0.1～3%増加し，検査等級も向上して１等米の調製が可能であった。(2001年北村産きらら397は，等級検査の際のカルトンに着色粒が２粒(0.2%）含まれていたため２等となった）一例として，2002年長沼産きらら397の写真を図３～５に示した。

選別前の原料玄米の整粒割合は73.6%であり，検査等級は規格外であった（図３）。この原料を従来の篩の網目幅2.00mmで粒厚選別のみ行うと，選別歩留が72.3%であり，整粒割合が81.8%であり，検査等級は３等（下）であった（図４）。これに対して，新しい選別技術（粒厚選別1.90mmと色彩選別の併用）を用いると，選別歩留が83.6%，整粒割合が84.6%，検査等級が１等（中）となった（図５）。すなわち，従来からの粒厚選別の篩の網目幅を0.1 mm小さくし，さらにそれを色彩選別することにより，選別歩留が11.3%向上し，整粒割合が2.8%向上し，１等米の調製が可能であった。

2001年北村産きらら397から調製した各試料を同一の搗精条件（サタケ，モータワンパスMCM-250，４回通し）で搗精した際の搗精歩留を図６に示した。従来の網目幅2.00mmで粒厚選別のみを行った試料（粒2.00）に比較して，1.90mmで粒厚選別し色彩選別を行った試料

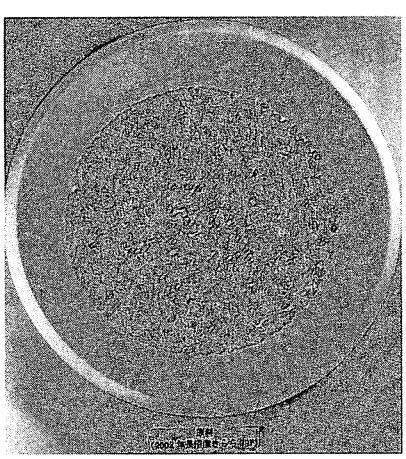

図３　2002年長沼産きらら397
選別前　原料
整粒割合：73.6%
検査等級：規格外

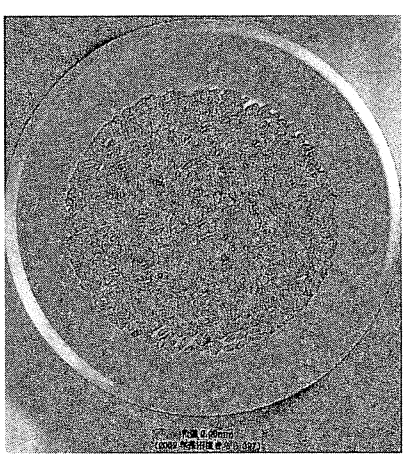

図４　従来の選別技術
粒厚選別　2.00mm
選別歩留：72.3%
整粒割合：81.8%
検査等級：３等(下)

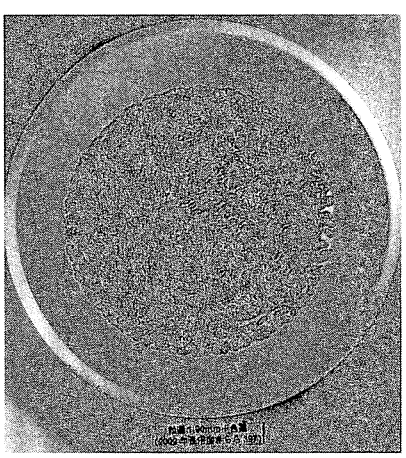

図５　新しい選別技術
粒厚選別1.90mmと色彩選別
選別歩留：83.6%
整粒割合：84.6%
検査等級：１等(中)

(粒1.90色) は搗精歩留が90.1%から90.4%と0.3%増加した。

2001年北村産きらら397から調製した各試料を同一の歩留に搗精した精白米の食味試験の総合評価を図7に示した。食味試験の結果，1.90㎜の網目幅で粒厚選別し色彩選別を行った試料（粒1.90色）の総合評価が最も高かった。

以上のように，従来からの粒厚選別の篩の網目幅を0.1 ㎜小さくして，「きらら397」では1.90 ㎜，「ほしのゆめ」では1.85 ㎜で選別し，さらにそれを色彩選別を用いて未熟粒，死米，被害粒，着色粒，異物を積極的に除去することにより，玄米の品質（等級）の向上と選別歩留の向上とが同時に可能なことが明らかとなった。

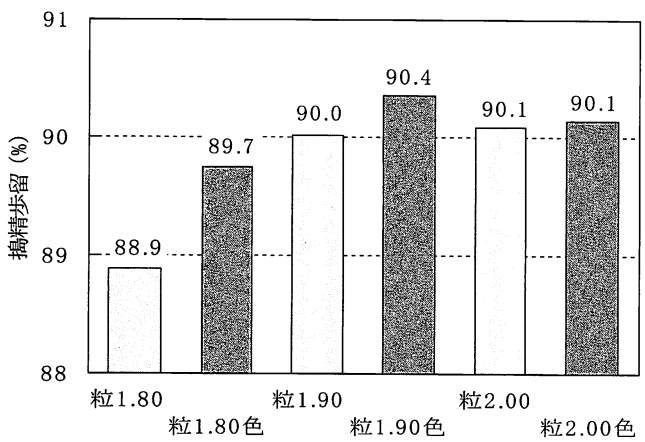

図6　とう精歩留（2001年北村産きらら397）

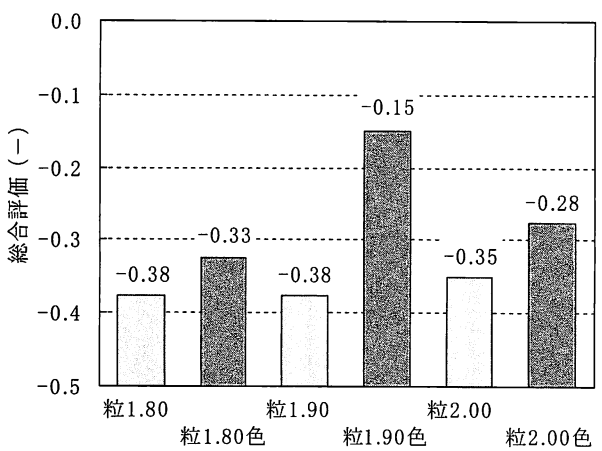

図7　食味試験の総合評価（2001年北村産きらら397）

4．粒厚選別と色彩選別とを併用した玄米の精選別技術の普及

粒厚選別と色彩選別を併用した玄米の精選別技術は，2003年1月の北海道農業試験会議の審査を経て北海道農政部から「普及推進事項」に指定され，普及が進んでいる。2006年現在で，北海道のカントリーエレベータおよび大規模なライスセンタには，約240台の色彩選別機が設置されており，その総チャンネル数（色彩選別機の選別シュートのチャンネル数）は2万1千チャンネルを越えている。これらの施設では出荷玄米のほぼ全量を色彩選別している。

2007年5月末現在における平成18年産米の検査結果は，1等米比率が全国平均で78%である。1等米比率は天候などの影響もあり地域の差も大きいが，北海道米の1等米比率は88%となっている。北海道米を加工する精米工場から「最近の北海道米は品質のバラつきが少なく，搗精歩留も安定して高い」という声を聞くが，これは玄米の色彩選別による効果が大きいと思われる。

5．なぜ粒厚と色で選別するのか？

玄米の三軸方向の寸法は粒長，粒幅，粒厚である。その大きさ（長さ）は粒長が最も大きく，次に粒幅が大きく，粒厚が最も小さい。

なぜ玄米を粒厚で選別するのか？その理由は米粒の生長過程にある。稲の花が咲き受粉した後に，種子（米粒）は先ず粒長方向に生長する。続いて粒幅方向に生長し最後に粒厚方向に生長する。したがって粒長と粒幅は充分に生長していても，未熟な米粒は粒厚が小さい。すなわち粒厚により玄米を選別すると，粒厚が小さい玄米は未熟粒の割合が多くなり，粒厚が大きいと整粒（成熟した米粒）の割合が多くなる。ところが，粒厚だけで玄米の成熟の程度（未熟粒か整粒）が決まるのではない。粒厚が大きくなっても成熟の遅れている米粒は糠層にクロロフィル（葉緑素）が残っており緑色である。米粒が充分に成熟すると糠層のクロロフィルが消失し，玄米の色が半透明な薄茶色（いわ

ゆる黄金色）となる。そのため粒厚が大きいが未熟な玄米や，粒厚はやや小さいが既に成熟した玄米も多く存在する。粒厚選別の篩の網目幅を大きくすると，選別くず（網下）に混入する整粒が増加し，損失が増える。また，網目幅を大きくしても選別製品（網上）の整粒割合向上には限界がある。そこで，玄米を色で選別することが重要となる。

玄米に限らず，農産物は異物除去や品質向上のために選別が行われる。農産物の選別は，農産物の物理特性（大きさ，長さ，重さ，比重，密度，色）や化学特性（水分，糖質，タンパク質，脂質）などの違いに着目して行われる。農産物の同じ特性に着目した同じ選別原理の選別を組合せて行ってもその選別効果には限界がある。農産物の選別の重要なポイントは異なる特性に着目して異なる原理の選別を組合せて行うことにより，その選別効果が倍増することである。玄米では粒厚と色という二つの特性に着目して異なる原理の選別を組合せて行う相乗効果により，品質向上と選別歩留の向上とが同時に可能となった。

参考文献

川村周三．2000．着色米発生に威力発揮の色彩選別機－特徴と性能－．ニューカントリー，47(8)，44-46.

川村周三，竹中秀行．2003．粒厚選別と色彩選別の組み合わせによる玄米品質および歩留向上技術．北海道農業試験会議資料，1-13.

川村周三．2003．品質向上！歩留向上！粒厚と色彩による1等米選別技術．ニューカントリー，50(4)，52-53.

竹倉憲弘．2003．粒厚と色彩による玄米選別技術－高品質米の調製と歩留向上を同時に実現－．機械化農業，2003年8月号，10-13.

竹倉憲弘，川村周三，竹中秀行，伊藤和彦．2004．粒厚選別と色彩選別とを組み合わせた玄米選別技術の開発．農業械誌，66(5)，135-141.

川村周三，稲津脩，夏賀元康，竹倉憲弘．2005．特集：高品質米の生産技術．農機誌，67(1)3-23.

川村周三．2007．米の収穫後プロセスにおける美味しさ向上技術．美味技術研究会シンポジウム「美味しさ／健康への挑戦」，東京ビッグサイト，2007/6/8，5-16.

Kawamura, S., K. Takekura, H. Takenaka. 2007. Development of a New Technique for Fine Sorting of Brown Rice by Use of a Combination of a Thickness Grader and a Color Sorter（玄米の精選別のための粒厚選別と色彩選別機を組合せた新技術の開発）. ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers) Paper No. 076266. St. Joseph Mich. USA, 1-8.

川村周三，夏賀元康．2007．田んぼの稲が白いご飯になるまで－籾の自動品質検査－．精米工業，222，10-14.

川村周三，竹倉憲弘．2007．田んぼの稲が白いご飯になるまで－貯蔵のための籾の精選別－．精米工業，223，9-12.

川村周三，竹倉憲弘．2007．田んぼの稲が白いご飯になるまで－自然の寒さを利用した籾の超低温貯蔵－．精米工業，224，10-15.