

連載：「田んぼの稲が白いご飯になるまで」

—第5回：無洗米の品質特性と貯蔵性—

北海道大学 農学研究院 食品加工工学研究室

川村 周三

横江 未央

キーワード：無洗米の調製法，糠，タピオカデンプン，脂肪酸度，洗米水乾固物量，洗米水pH，食味，無洗米の品質基準

1. 無洗米の品質特性と貯蔵性

(1) はじめに

近年、洗米しないで（米を研がないで）炊飯できる米として無洗米が市販されている。無洗米を使用すると洗米水が発生しないことから、大量の炊飯をおこなう業務用に多く利用され、最近では一般家庭でも無洗米が利用されるようになってきている。

市販されている、いわゆる“無洗米”の調製法はさまざまである。日本精米工業会では無洗米の調製法を①乾式研米仕上方式、②加水精米仕上方式、③特殊加工仕上方式の3つに大別している。これらの調製法は、いずれも普通精米の米粒表面を研磨し付着糠を除去することを目的に考案されたものであるが、その調製法は従来の普通精米の調製法（搗精法）とは異なる。そのため無洗米は普通精米と品質特性などが異なると思われる。そこで、大型精米工場では普通精米および調製法の異なる無洗米を調製し、その品質と貯蔵特性を明らかにしたので、ここで報告する。

(2) 試料の調製

玄米（あきたこまち6t、ほしのゆめ6t、コシヒカリ1.5t）をそれぞれ大型精米工場（北海道石狩市、ホクレンパールライス工場）の堅型精米機で搗精し、これを「普通精米」とした。無洗米は現在、上記の3方式の中で最も生産量が多い特殊加工仕上方式の2つの方法を用い、同精米工場で調製した。「無洗米A」は糠を用いて、「無洗米B」はタピオカでんぷんを用いて無洗化处理したものである。これらの「普通精米」、「無洗米A」および「無洗米B」は市販製品を製造するため

のラインからサンプルを採取したものであり、市販品と同等である。

(3) 無洗米の品質

表1に試料調製後の品質測定結果を示した。

容積重は、普通精米より無洗米が大きかった。これは、無洗化处理により米粒表面が滑らかになり摩擦係数が減少するとともに米粒が小さくなったことに起因する。一般に「無洗米を炊飯する際は水加減を多くする」とされている。これは無洗米の容積重が大きいことが一因である。すなわち、計量カップを用いて米を計って（計量米びつを用いて米を計って）炊飯すると、同じカップ（容積）では普通精米より無洗米の重量が多くなるため、無洗米は水の量を多くして炊飯する必要がある。

無洗米は、白度および色調のL*（明度）が高かった。

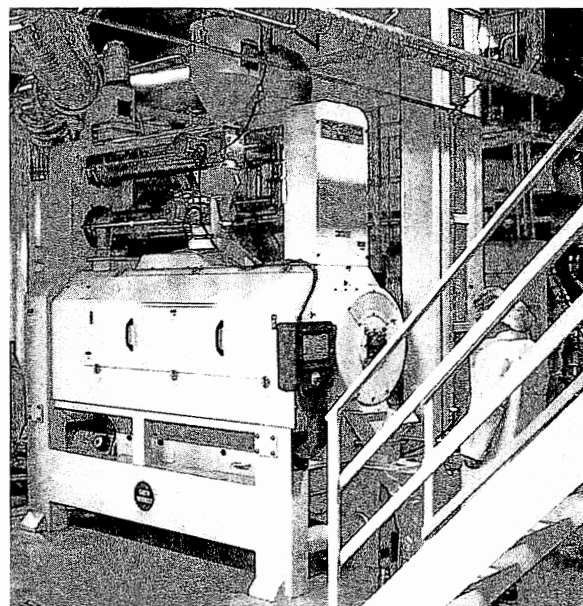


図1 無洗米処理装置（無洗米B）

普通精米に比べ無洗米は色調のb* (黄-青軸) が低下した。これは普通精米の付着糠が減少した (つまり、黄色が減少した) ことを示している。また、無洗米は普通精米より透光度が低かった。すなわち、普通精米に比べて無洗米は白く見えるが、透明感は少なかった。官能試験では普通精米より無洗米の精米外観が良かった。これは無洗米の白度が高かったためと思われる。

糠は脂質が多く、脂質はリパーゼにより加水分解され脂肪酸となり古米化や古米臭の原因となる。このため、搗精後の米粒表面の付着糠を除去することで米の品質は向上する。蛍光分析による残留糠率は、普通精米に比べ無洗米が低かった。その結果、普通精米に比べ無洗米の脂肪酸度が低かった。また脂肪酸度、および残留糠率において無洗米Aと無洗米Bには大きな差は認められず、供試した無洗米の調製法の違いは残留糠率や脂肪酸度に大きな影響を与えなかった。

一般生菌数は、普通精米 (3.2 log CFU/g) に比較して、無洗米Aでは4.7 log CFU/gに増加し、無洗米Bでは2.6 log CFU/gに減少した。無洗米処理の補助材として、無洗米Aでは糠を、無洗米Bではタピオカでんぷんを使用している。いずれの補助材も無洗米処理後に米と分離し、再利用される。タピオカでんぷんは80~100°Cの熱風で加熱乾燥され再利用される。無洗米処理後に米から分離されたタピオカでんぷんの一般生菌数は3.8 log CFU/gであり、同じく糠の一般生菌数は6.0 log CFU/gであった。したがって、無洗米Aの一般生菌数が増加した原因は、無洗米処理補助材に使用する糠の一般生菌数が高いことにあると考えられる。なお、米の一般生菌は炊飯の際に加熱殺菌されるため、衛生上の問題とはならない。高温耐熱性菌は普通精米、無洗米ともに測定限界以下であった。

洗米水の濁度および乾固物量は、無洗米が普通精米より低かった。これはいずれも、無洗米の付着糠が普通精米より少ないことに起因すると考えられる。洗米水pHは、いずれも無洗米が普通精米より低かった。

炊飯米の外観が良いと食味総合評価が高くなる。そこで炊飯米外観 (炊飯米の白さとつや面積) の測定を、洗米した場合 (有) と洗米しない場合 (無) について

表1 品質測定結果 (コシヒカリ)

測定項目	普通精米	無洗米A	無洗米B
見掛歩留 (%)	89.3	88.1	87.0
水分 (%、135°C)	15.3	15.5	15.5
容積重 (g/L)	868.4	877.2	900.3
白度 (-)	42.0	50.1	48.5
色調L* (-)	61.4	65.7	65.1
色調a* (-)	-0.6	-0.7	-0.6
色調b* (-)	6.8	6.2	6.4
透光度 (-)	246	205	223
残留糠率 (%)	1.9	1.3	0.9
脂肪酸度 (mg)	4.4	2.5	2.4
一般生菌数 (log CFU/g)	3.2	4.7	2.6
高温耐熱性菌数 (log CFU/g)	*	*	*
洗米水濁度 (ppm)	118	52	73
乾固物量 (g/100g)	1.15	0.40	0.55
洗米水pH (-)	7.6	7.3	7.3

* : 測定限界以下

それぞれ行った (表2)。普通精米の米飯に比べて無洗米の米飯の白さとつや面積は大きくなった。洗米しない場合に比べて、洗米すると白さとつや面積は大きくなった。洗米の有無による白さとつや面積の差は、普通精米に比べて無洗米が小さかった。洗米した普通精米と洗米しない無洗米の白さとつや面積は、ほぼ同じであった。

表2 炊飯米外観 (コシヒカリ)

試料	洗米	白さ (-)	つや面積 (Pixel)
普通精米	有	128.5	936
	無	127.4	795
無洗米A	有	129.2	1013
	無	128.6	920
無洗米B	有	128.8	1067
	無	128.7	939

表3に食味評価（官能試験結果）を示した。食味試験は、普通精米と無洗米ともに洗米した場合（有）と洗米しない場合（無）について行った。洗米して炊飯した普通精米（基準米）に比較して、洗米しないで炊飯した普通精米および無洗米は炊飯米が硬い傾向が認められた。食味試験では加水量は炊飯前の精米の水分を基に、炊飯後の炊飯米水分が基準米（普通精米）と同じになるように計算して決定した。しかし洗米することにより精米質量の2~3%程度が洗い流されて減少する。このため洗米して炊飯したものに比べて洗米しないで炊飯したものは、精米質量が多く、相対的に炊飯米が硬かったと考える。また、普通精米を洗米しないで炊飯すると、その米飯は外観と香りが明らかに悪く、硬くて粘りが少なく、その結果、総合評価が有意に低かった。一方、無洗米では洗米の有無による食味評価の明確な差は認められず、無洗米は洗米した普通精米

表3 貯蔵開始時の官能試験結果（ほしのゆめ）

試料	精米 外観	洗米	炊 飯 米				総合評価
			外観	香り	硬さ	粘り	
普通 精米	-0.17	有	0.09	-0.20	-0.22	0.13	-0.11
		無	-1.00	-0.82	0.87	-0.69	-0.96
無洗米 A	1.11	有	0.16	-0.16	0.31	-0.11	0.00
		無	-0.07	-0.20	0.58	-0.09	0.06
無洗米 B	1.28	有	0.18	-0.11	0.16	0.20	0.19
		無	0.09	-0.16	0.38	-0.13	-0.19

と同様な食味評価であった。すなわち、洗米しないで炊飯した無洗米の食味は、洗米した普通精米の食味と同じであった。

(4) 無洗米の貯蔵特性

普通精米と無洗米を5℃、15℃、25℃で約4カ月間貯蔵を行った。

図2に25℃で貯蔵した際の脂肪酸度の変化を示した。米の主要成分のうち、デンプンやタンパク質の分解に比較して、脂質の脂肪酸への加水分解が早く進むため、脂肪酸度が米の品質劣化の指標として広く用いられている。普通精米の脂肪酸度は増加が大きく、4カ月後に、16.6mgとなった。一方、無洗米の脂肪酸度は普通精米に比べて約半分の値であった。すなわち無洗米は普通精米に比べ貯蔵中の脂肪酸度の増加が小さく、貯

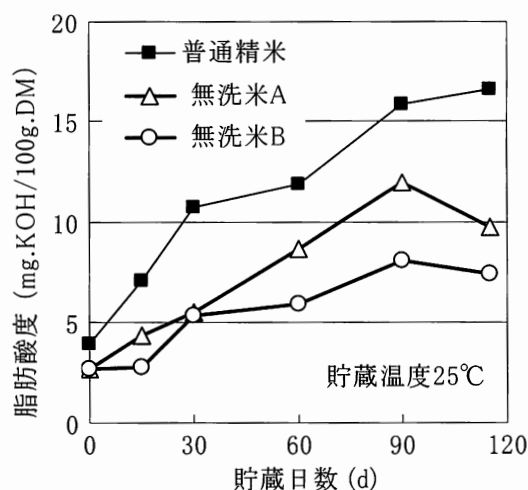


図2 貯蔵中の脂肪酸度の変化（ほしのゆめ）

蔵性が良いことがわかった。

表4に貯蔵後の食味評価を示した。貯蔵後の食味試験は、25℃で4カ月間貯蔵した普通精米と無洗米を試料とし、洗米した場合と洗米しない場合についてそれぞれ行った。貯蔵後の食味試験において、洗米しなかった普通精米は洗米した普通精米に比べ、米飯の外観と香りが悪く、硬くて粘りが少なく、その結果、総合評価が低かった。同じく、貯蔵後の無洗米においても、洗米の有無による有意な差が認められ、洗米しない無洗米の食味評価が低かった。既に述べたように貯蔵開始時には、無洗米は洗米の有無による総合評価の有意な差は認められなかった。ところが貯蔵後では、無洗米において洗米の有無による有意な差が認められた。すなわち、無洗米であっても貯蔵後には洗米して炊飯した方が総合評価が良くなる傾向が認められた。

表4 25℃で4カ月貯蔵した後の官能試験結果（ほしのゆめ）

試料	精米 外観	洗米	炊 飯 米				総合評価
			外観	香り	硬さ	粘り	
普通 精米	-0.03	有	-0.03	-0.13	-0.11	-0.10	-0.05
		無	-0.82	-0.72	0.42	-0.48	-0.83
無洗米 A	1.55	有	0.58	0.03	0.18	-0.03	0.43
		無	0.18	-0.08	0.45	-0.30	-0.20
無洗米 B	1.23	有	0.26	-0.05	0.29	0.13	0.28
		無	-0.11	0.21	0.24	0.05	-0.28

2. 無洗米の品質特性は無洗化处理によるものか？歩留の低下によるものか？

既述したように無洗米は多くの品質測定項目において普通精米とは異なる特性を持つことがわかった。ところが、無洗米は普通精米をさらに無洗化处理して調製されるため、普通精米より歩留が1～3%程度低下する。そのため、無洗米の品質特性が無洗化处理（米粒表面を研磨し付着糠を除去したこと）によるものであるか、歩留低下によるものであるのか明確ではなかった。そこで、普通精米と無洗米、および普通精米と同程度の歩留の無洗米（高歩留無洗米）を調製し、普通精米、高歩留無洗米、無洗米の3試料の各品質特性値を比較することによって、無洗米の品質特性が無洗化处理によるものであるか、歩留低下によるものであるのかを検討した（表5）。

表5 品質測定結果（普通精米、高歩留無洗米、無洗米）

測定項目	普通精米	高歩留無洗米	無洗米
真歩留 (%)	91.4	91.1	89.9
水分 (%、135℃)	15.7	16.1	16.0
容積重 (g/L)	867.0	891.0	897.0
白度 (-)	38.0	41.2	45.1
色調L* (-)	59.2	62.4	63.7
色調a* (-)	-0.3	-0.1	-0.4
色調b* (-)	7.2	7.6	6.8
透光度 (-)	252	229	226
残留糠率 (%)	2.6	1.8	0.5
脂肪酸度 (mg)	4.5	3.8	1.8
一般生菌数 (log CFU/g)	3.0	3.4	2.5
高温耐熱性菌数 (log CFU/g)	*	*	*
洗米水濁度 (ppm)	99	64	68
乾固物量 (g/100g)	1.12	0.55	0.53
洗米水pH (-)	7.5	7.1	7.0

*：測定限界以下

その結果、普通精米と無洗米の違いは、洗米水濁度、乾固物量、pHでは米粒表面を研磨し付着糠を除去する無洗化处理に起因しており、容積重、白度、残留糠率および脂肪酸度では歩留低下と無洗化处理の双方に起因していることがわかった。よって無洗米の品質特性は、主として無洗化处理に起因するもの、もしくは歩留低下と無洗化处理の両方に起因しているものがあることが明らかとなった。

3. 無洗米の品質基準

無洗米は現在も品質基準が定められていない。本研究で行った測定項目の中から、測定が簡便であること、測定精度（反復精度）が良いこと、“洗米しないで炊飯できる”という無洗米の特徴は米粒表面から水に溶け出す付着物が少ないことである、などを考慮し、無洗米の品質を特徴付ける測定項目として白度と洗米水乾固物量が適当と考える。具体的な無洗米の品質基準として、筆者らが行った研究の範囲では、白度は45以上、洗米水乾固物量は0.6g/100g以下が妥当と考える。しかし、これらの品質基準値は玄米の品種産地生産年、無洗化处理の方法（乾式研米仕上方式、加水精米仕上方式、特殊加工仕上方式）、無洗米の歩留など多くの要因により変動する可能性があるため、総合的な判断が必要である。

4. なぜ無洗米は洗米水pHが低いのか？無洗米と普通精米はどちらの品質劣化が小さいのか？

米の新鮮さ（新米か古米か）を調べる方法の1つにpH指示薬法がある。pH指示薬法は指示薬（メチルレッドとプロムチモールブルーの混合液）による呈色反応で、米の貯蔵中に脂質が加水分解され生じる遊離脂肪酸により、pHが低下することを利用したものである。無洗米の洗米水pHは普通精米より低い（表1、表5）。このことから、「普通精米に比べ無洗米は品質劣化が大きい（貯蔵性が悪い）」と判断されることがある。

一方、他に米の新鮮さを調べる方法に脂肪酸度の測定がある。脂肪酸度は米粒中の脂肪酸の量を有機溶媒で抽出し、フェノールフタレイン等の指示薬を加えて

水酸化カリウムで中和滴定を行い測定する。脂肪酸度は普通精米に比べ無洗米が低く(表1, 表5), この結果から, 「普通精米に比べ無洗米は品質劣化が小さい(貯蔵性が良い)」と考えられる。

無洗米の洗米水pHが低いのは遊離脂肪酸によるものでない。洗米水pHは洗米水の乾固物量(米粒表面に付着する固形物が洗米水に溶け出したもので, 主としてデンプンである)とも関係がある。すなわち, 無洗米の洗米水のpHが低いのは, 洗米水の乾固物量が少ないためである。洗米水pHの測定に用いる蒸留水のpHは4~6であり, 米粒から溶出する固形物(デンプン)により洗米水pHは上昇する。そのため, 米粒から溶出する固形物が多い普通精米に比較して, 溶出固形物が少ない無洗米は洗米水のpHが上昇しない。

以上より, 普通精米に比べて無洗米の洗米水pHが低いのは, 米粒から溶出する固形物が少ないためである。普通精米に比べて無洗米の脂肪酸度が低いことから, 無洗米は品質劣化が小さい(貯蔵性が良い)と考えられる。pH指示薬法を普通精米と無洗米の新鮮さの比較に用いると判断を誤る可能性があるので, 注意が必要である。

参考文献

- 日本精米工業会, 1999. 無洗化処理米(無洗米)の動向. 精米工業, 175, 10-15.
- 松田智明, 2001. 精米と研米および無洗化処理精米の表面構造. 精米工業, 191, 10-25.
- 千種薫, 2002. 米のとき汁の環境へ及ぼす影響. 精米工業, 194, 18-21.
- 桂木優治, 2003. 無洗米—その製造技術と今後の展望—. 農業施設, 34(2), 151-159.
- 日本精米工業会商品化研究室検査部, 2003. 無洗米の夏季における貯蔵性に関する試験報告. 精米工業, 198, 18-23.
- 横江未央, 川村周三, 樋元淳一, 伊藤和彦, 2005. 無洗米の品質特性 第1報 普通精米および調製法の異なる無洗米の品質特性と貯蔵性. 農機誌, 67(4), 113-120.
- 横江未央, 川村周三, 樋元淳一, 伊藤和彦, 2005. 無洗米の品質特性 第2報 高歩留無洗米の品質特性と貯蔵性. 農機誌, 67(4), 121-125.
- 川村周三, 夏賀元康, 2007. 田んぼの稲が白いご飯になるまで—一穂の自動品質検査—. 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.
- 川村周三, 竹倉憲弘, 竹中秀行, 2007. 田んぼの稲が白いご飯になるまで—粒厚選別と色彩選別とを併用した玄米の精選別—. 精米工業, 226, 9-13.