

低アレルギー米「ゆきひかり」による米菓製造と米醤油による調味について

中川 力夫* 宇津野 典彦* 久保 雄司*

1. はじめに

「ゆきひかり」は北海道立中央農業試験場によって育種された耐冷性品種でタンパク含量が低い¹⁾という特徴も知られており、昭和 59 年に北海道の奨励品種に採用された経緯があるが、近年は、米アレルギー患者に対してある程度の有効性があることがわかり^{2) 3)}、米アレルギー抗原活性⁴⁾やタンパク質組成の特徴⁵⁾についての研究も進められ、低アレルギー米品種としても注目されるようになった。今回は「ゆきひかり」を原料として県内企業が製造した米醤油で「ゆきひかり」を原料とする米菓の調味試験を行い、ゆきひかりの米菓加工適性について検討したので報告する。

2. 目的

国産加工用米（うるち、精米）から製造した米菓を標準米菓とし、「ゆきひかり」（精米）を原料とした米菓を製造して、標準米菓との比較検討を行った。

3. 方法

3.1 米菓製造法

平成 19 年産国産加工用米を原料とした米菓（以下標準米菓という。）および「ゆきひかり」を原料とした米菓（以下「ゆきひかり米菓」という。）を以下の方法で試作し、測定試験に供試した。

（供試試料）

加工用米：平成 19 年産国産加工用うるち米（田島屋（株）（茨城県土浦市）のさくら規格）を使用した。

ゆきひかり：鈴木醸造（株）（茨城県桜川市）より提供を受けたもの（平成 19 年産北海道産米で（有）グルメライス旭川の市川農場で栽培されたもの）を使用した。

米菓調味液：鈴木醸造（株）にて製造された米醤油（原料米は「ゆきひかり」）を使用した。

（白焼き米菓の製造方法）

うるち精米→洗米→水に浸漬→水切り→製粉→蒸練→生地の中冷却→生地の圧延、型抜き→1次乾燥（熱風乾燥機で 80℃乾燥）→厚手 90L ポリ袋内で 2 昼夜ねかせ→2次乾燥（熱風乾燥機で 80℃乾燥）→焼成→白焼き米菓の完成→官能検査等各種評価

（調味米菓の製造方法）

うるち精米の洗米工程から焼成工程までは白焼き米菓の製造方法と同じ。焼成後に調味液（米醤油を水で 2 倍希釈または 3 倍希釈したもの）で調味した後、仕上げ乾燥（熱風乾燥機で 60℃乾燥）をして調味米菓とし、官能検

査等の評価を実施した。

（製造工程中の生地水分変化の把握方法）

1 次乾燥前と 2 次乾燥前の生地水分は生地 3 枚を細切した後、ケット（株）製赤外線水分計を用いて測定した。そして、1 次乾燥後と 2 次乾燥後の生地水分は重量変化から求めた。

3.2 原料米と焼成後生地（白焼き米菓）の水分測定法

米菓の原料米は HEIKO 社製バイブレーションミル TI-100 で 4 分間振とうして粉碎し、得られた粉末約 3g を採取し、135℃で 1 時間乾燥して水分を求めた。

3.3 原料米のアミロース含量測定法

3.2 と同じ方法で粉碎して得られた粉末を簡易ヨード法⁶⁾により測定した。同一試料を 3 回測定して平均値を求めた。

3.4 原料の粗タンパク測定法

3.2 と同じ方法で粉碎して得られた粉末を約 0.5 g 採取し、ケルダール分解装置（株）アクタック社製 DK-20）および自動窒素分析装置（株）アクタック社製 UDK 142）を使用してケルダール法⁷⁾により測定した。同一試料を 3 回測定して平均値を求めた。

3.5 米菓原料米の澱粉糊化特性測定法

3.2 と同じ方法で粉碎して得られた粉末 3.5 g を基準として次の計算式で採取量を決定して採取し、400ppm 硫酸銅水溶液 25m l に添加⁸⁾して溶かし、ニューポートサイエンティフィック社製ラピッド・ビスコ・アナライザー RVA-4 を使用して以下の測定条件で測定した。同一試料を 3 回測定して平均値を求めた。

（採取量を求める計算式）

$$\text{採取量} = 3.5 \times (100 - 14) / (100 - \text{試料の水分}\%)$$

（ラピッド・ビスコ・アナライザーの測定条件）

攪拌速度：0 秒→10 秒は 960rpm, 10 秒→19 分は 160rpm
温度制御：0～1 分は 50℃, 1～5 分は 50℃から 93℃まで 10.75℃/分で昇温, 5～12 分は 93℃保持, 12～16 分は 93℃から 50℃まで 10.75℃/分で降温, 16～19 分は 50℃保持⁹⁾。

3.6 比容積測定法

各試験区で焼成後の米菓生地 5 枚の重量と体積を求めて比容積を計算した。体積は、1L ビーカーに米菓 5 枚を入れ、直径 2 mm のガラスビーズを 1L ビーカーの 700 m l 目盛のところまで入れ、次に米菓を除いてガラスビーズを 1L ビーカーの 700 m l 目盛のところまで入れ、両

者のガラスビーズの量の差を 100ml 1 メスシリンダーで測定して求めた。¹⁰⁾

3.7 硬度測定法

タケトモ電機製テンシプレッサーTTP-50BXIIを使用し、以下の測定条件で求めた。1 種類の米菓につき 10 枚の硬度を測定して平均値を求め、(平均値±標準偏差)で表記した。

(テンシプレッサー測定条件)

断面が直径 3mm の円である円柱形プローブ使用, クリアランス 1 mm, プローブ侵入速度 1mm/秒, 米菓生地を中心付近にプローブを貫入させた際の破断応力ピークを求めた。

3.8 米醤油の特性評価

米醤油原液の pH, 塩分, 適定酸度を測定した。pH は pH メーターを使用して測定し、塩分はモル法で測定し、適定酸度は 0.1N 水酸化ナトリウム溶液で適定し、酢酸換算%で求めた。

3.9 白焼き米菓と調味米菓の官能検査法

茨城県工業技術センター職員をパネラーとして「味」「香り」「食感」「硬さ」「総合評価」について官能検査を実施した。「硬さ」は、硬い-1, やや硬い-2, 普通-3, やや軟らかい-4, 軟らかい-5 とし、その他の項目は、悪い-1, やや悪い-2, 普通-3, やや良い-4, 良い-5 とした。各項目とも標準米菓を 3 点としてゆきひかり米菓を評価し、(平均値±標準偏差)で表記した。

3.10 アンケート調査

平成 20 年 10 月 31 日に「つくば国際会議場」にて実施された「フードテクノフェア in つくば 2008」において当センターが「ゆきひかり」から製造した「煎餅」と鈴木醸造(株)が「ゆきひかり」から製造した「米醤油」を展示し、来場者を対象としてアンケート調査を実施した。

4. 結果と考察

4.1 各種成分分析・物性等評価結果

表 1 米菓製造工程中の生地水分(%)

米菓名\測定時期	1次	1次	2次	2次
	乾燥前	乾燥後	乾燥前	乾燥後
標準米菓	39.4	19.6	18.6	14.1
ゆきひかり米菓	51.3	15.5	20.4	13.6

表 2 原料米の成分(%)

測定項目\原料名	加工用米	ゆきひかり
水分	12.84	12.72
アミロース	14.40	17.82
粗タンパク	7.25	6.76

(備考) アミロース含量は乾物換算%とした。また粗タンパク含量は窒素-タンパク係数を 5.95 として求めた。

表 3 原料米の澱粉糊化特性評価結果

	最高粘度 (RVA)	最低粘度 (RVA)	ブレイクダウン (RVA)	最終粘度 (RVA)	コンシステンシー (RVA)	糊化開始温度 (°C)
加工用米	326	117	209	213	96	72.7
ゆきひかり	302	140	162	263	123	84.3

(備考) ブレイクダウン=最高粘度-最低粘度
コンシステンシー=最終粘度-最低粘度

米菓原料米の澱粉糊化特性

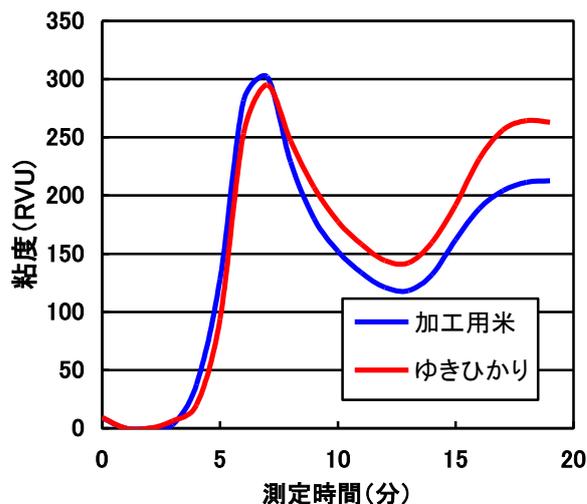


表 4 白焼き米菓の比容積, 硬度, 水分

米菓の種類	比容積 (ml/g)	硬度 (kg)	水分 (%)
標準米菓	5.14	1.84±0.34	2.84
ゆきひかり米菓	4.36	2.21±0.45	2.79

表 5 米醤油原液の特性評価

pH	4.41
塩分(%)	20.04
適定酸度(%)	0.24

4.2 白焼き米菓と調味米菓の官能検査結果

表 6 白焼き米菓の官能検査結果

	標準米菓	ゆきひかり米菓
味	3.00	2.74±0.61
香り	3.00	2.74±0.53※
食感	3.00	2.83±0.48
硬さ	3.00	2.70±0.75
総合評価	3.00	2.61±0.49※

(パネラー 23 人)

表 7 調味米菓 (米醤油 2 倍希釈液) の官能検査結果

	標準米菓	ゆきひかり米菓
味	3.00	3.35±0.48※
香り	3.00	3.25±0.70
食感	3.00	3.45±0.67※
硬さ	3.00	3.25±0.62
総合評価	3.00	3.35±0.57※

(パネラー 20 人)

表 8 調味米菓 (米醤油 3 倍希釈液) の官能検査結果

	標準米菓	ゆきひかり米菓
味	3.00	2.82±0.62
香り	3.00	3.00±0.59
食感	3.00	3.06±0.73
硬さ	3.00	3.29±0.89
総合評価	3.00	3.00±0.69

(パネラー 17 人)

表 6～8 において、※の項目については 2 種類の米菓間に有意差あり (ウェルチ法¹¹⁾, 有意水準 5%)。

4.3 アンケート調査結果

「フードテクノフェア in つくば 2008」の来場者 21 人から回答を得た。アンケート調査の設問と各回答人数は以下のとおり。

設問 1 食物アレルギーに関心がありますか？

- ①非常に関心がある。9 人 ②やや関心がある。11 人
③関心がない。1 人

設問 2 低アレルギー米を原料とする米醤油に関心がありますか？

- ①非常に関心がある。6 人 ②やや関心がある。11 人
③関心がない。4 人

設問 3 低アレルギー米ゆきひかりをご存じですか？

- ①知っている。3 人 ②知らない。18 人

設問 4 低アレルギー米醤油を調味料として利用するとしたらどんな用途が考えられますか？

(この設問は記述式)

21 人中 14 人から回答があり、うち用途を回答してくれた方が 13 人、その他の意見を述べてくれた方が 1 人であった。13 人の回答を用途別に分けると

「煮物 6 人 めんつゆ 2 人 和食一般 2 人 刺身醤油 1 人 調味料 (中華料理の素など) 1 人 わからない 1 人」であった。

また、その他の意見として

「味が良く価格適性であれば米醤油は売れると思うが、米アレルギー対応だけでは、製品価値として弱い。1 人」があった。

設問 5 低アレルギー米を原料とする煎餅に関心がありますか？

- ①非常に関心がある。6 人 ②やや関心がある。14 人
③関心がない。1 人

設問 6 今回配布した煎餅試作品は低アレルギー米ゆきひかりを原料とする煎餅を低アレルギー米ゆきひかりを原料とする米醤油で調味したものです。この試作品の製品化を検討するにあたって、この組み合わせをどう思いますか？

- ①煎餅と米醤油とも原料米は低アレルギー米ゆきひかりという組み合わせは良い。20 人
②煎餅の原料米だけ低アレルギー米ゆきひかりを使用すれば良い。0 人
③米醤油の原料米だけ低アレルギー米ゆきひかりを使用すれば良い。0 人
④煎餅と米醤油とも原料米は低アレルギー米ゆきひかりを使用する必要はない。1 人

4.4 考察

- 1) 米菓製造工程中の生地水分変化において「ゆきひかり米菓」の場合は、1 次乾燥後よりも 2 次乾燥前の方が水分含量が上昇している。これは、1 次乾燥後のゆきひかり米菓の生地がまだ温かいうちにポリ袋内に入れて 2 昼夜ねかせたために、ねかせている間に生地から

水蒸気が発生してポリ袋内側に水滴となって付着してその水滴が生地に浸透したためと考えられる。

- 2) 米醬油の原液, 2 倍希釈液, 3 倍希釈液, 4 倍希釈液で米菓を調味する予備試験を実施したところ, 原液では米菓の塩味が強過ぎると感じられ, 4 倍希釈液では米醬油の味が弱すぎると感じられたので, 今回の試験では, 米醬油の 2 倍希釈液と 3 倍希釈液にて調味を行った。
- 3) 白焼き米菓の比容積と硬度を測定したところ, 「ゆきひかり米菓」の方が比容積が小さかったが, 硬度測定の平均値も官能検査の「硬さ」も有意差はなかった(ウェルチ法, 有意水準 5%) (表 4, 表 6)。
- 4) 原料米の澱粉糊化特性評価では, 加工用米と比べて「ゆきひかり」は最高粘度が低く, 最低粘度と最終粘度は高かった。そしてブレイクダウンもコンシステンシーも小さかった(表 3)。この結果からゆきひかり加工品の食味は必ずしも優れているとは言えないのではないかと推測された。推測どおり, 白焼き米菓の官能検査では「総合評価」と「香り」において標準米菓よりも評価がやや低かった。
- 5) 原料米の成分比較では, 加工用米と比べて「ゆきひかり」はアミロース含量が高く, 粗タンパク含量は低かった(表 2)。原料米のアミロース含量が高いことから「ゆきひかり米菓」は標準米菓よりも硬くて食味が良くないのではないかと推測された。推測どおり, 2 種類の米菓の官能検査を実施した結果では, 白焼き米菓での官能検査結果は標準米菓より平均値では, やや硬く, 「総合評価」もやや低かった。
- 6) 白焼き米菓の官能検査では, 「ゆきひかり米菓」の評価が標準米菓よりやや低かったものの, 調味米菓の官能検査結果では標準米菓と同等以上の成績であった(表 6~8)。米醬油 2 倍希釈液で調味した場合は, 標準米菓と比べて「ゆきひかり米菓」の方が「味」と「食感」と「総合評価」が高かった。そして米醬油 3 倍希釈液で調味した場合は, 標準米菓と比べて「ゆきひかり米菓」はどの項目も平均値の差に統計学的有意差はなかった。
- 7) ジュース類や酒類などと違い, 米醬油などの調味料は製品の性格上, 試飲によって消費者アンケートを取るのが難しいため, 低アレルギー米醬油展示品と低アレルギー米醬油で調味した煎餅展示品の外観からアンケートに回答して頂いた。今回の米醬油は大豆や小麦を原料とする黒色の醬油と異なり, 透明感のある色を呈していたため, 「煮物をつくるのに使用すれば, 醬油の黒い色が付かず, 素材(野菜など)のもつ色を生かせる。」という声がアンケート協力者から聞かれた。米アレルギーを気にしている消費者に対しては, 低アレルギー米ゆきひかりを原料とする米醬油であることがアピールポイントになり, 米アレルギーを気にしていない消費者に対しては, 米醬油のもつ「透明感のある色」

がアピールポイントになると思われる。

5. まとめ

今回の官能検査結果から総合的に判断すると, 「ゆきひかり」は米菓原料として適性があり, 今回供試した「ゆきひかり」を原料とする米醬油で調味した場合は, 2 倍希釈液で調味すると「総合評価」が加工用米を原料とする標準米菓よりも高かった。

6. 参考文献

- 1) (独) 農業・食品産業技術総合研究機構作物研究所 イネ品種・特性データベース (<http://ineweb.narcc.affrc.go.jp/index.html>)
- 2) 柳原 哲司, 長谷川 浩, 「米アレルギーの実態と生化学的解析」北海道立中央農業試験場 北海道農政部 平成 13 年農業技術発表会要旨
- 3) 「米アレルギー患者への「ゆきひかり」および高度精白米の有効性(北海道立中央農業試験場成果)」平成 12 年度研究成果情報(北海道農業) ISSN1340-8607 (発行者: 農林水産省北海道農業試験場)
- 4) 柳原 哲司ら, 「米アレルギー抗原活性の米粒内存在部位」北海道立中央農業試験場 日本食品科学工学会誌 Vol. 48, No. 6, p. 422~428 (2001 年)
- 5) 門間 美千子, 「低アレルギー米品種ゆきひかりにおけるタンパク質組成の特徴」食総研報 No. 69, p. 7-12 (2005 年)
- 6) 新・食品分析法(日本食品科学工学会編) p. 564-568
- 7) 新・食品分析法(日本食品科学工学会編) p. 30-39
- 8) 岡本 和之, 根本 博, 「ラピッド・ビスコ・アナライザーによる陸稲糯品種の餅硬化性の評価と高度の餅硬化性を持つ陸稲糯品種「関東糯 172 号」」日本作物学会紀事第 67 巻第 4 号 p. 492-497 (1998 年)
- 9) 豊島 英親ら, 「ラピッド・ビスコ・アナライザーによる米粉粘度特性の微量迅速測定法に関する共同試験」日本食品科学工学会誌 Vol. 44, No. 8, p. 579-584 (1997 年)
- 10) 中川 力夫, 宇津野 典彦, 「太陽光による米菓の成分変化等に関する研究」茨城県工業技術センター研究報告第 34 号 p. 10 (2006 年)
- 11) 石井貞夫著 分散分析のはなし p. 66~67