

新形質米の機能性成分保持及び高度利用技術の研究（第4報）

新形質米の製麺技術・製パン技術の改良

中川 力夫* 吉浦 貴紀* 田畑 恵** 久保 雄司* 長谷川 裕正**

1. はじめに

本県は、全国有数の米生産県であるが、消費量の減少により生産者は生産調整を余儀なくされ、米価の低迷もあって米作経営は厳しさを増している。一方、米を原料とする食品製造企業の業界も縮小傾向にあり、新たな米消費拡大戦略とそれを可能にする研究開発が必要とされている。そこで、県農業総合センター農業研究所と共同で、「新形質米」を活用して、付加価値の高い食品を製造する研究を進める。

2. 目的

本年度は新形質米の品種別・収穫年度別の特性評価及び新形質米を製麺及び製パンする際の問題点とその解決法を検討したので報告する。

3. 研究内容

3.1 高・中・低アミロース米のアミロース含量と澱粉糊化特性評価

県農業総合センター農業研究所水田利用研究室の試験圃場において栽培され、収穫された高・中・低アミロース米のアミロース含量と澱粉糊化特性を品種別・収穫年度別に測定し、両者の関係について検討した。

アミロース含量は、高・中・低アミロース米の精米を製粉した米粉を篩分けして、100メッシュ(150μm)以下のものを回収して測定試料とし、簡易ヨード法¹⁾で1品種について3点測定して平均値を求めた。

澱粉糊化特性は、水分含量14%の粉体試料3.5gを400ppmの硫酸銅5水和物水溶液25mlに溶解させた試料を基準とし、粉体試料の水分含量に応じて試料採取量を採取量=3.5(g)×(100-14)/(100-(試料水分(%)))の式から決定した。そして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、豊島らの方法²⁾で1品種につき3点測定し平均値を求めた。

なお、粉体試料の水分含量は試料約3gを精秤し、135℃で1時間乾燥した際の重量変化から求めた。

3.2 低アミロース米の米粉パン製造試験

既報^{3),4)}により低アミロース米の米粉を添加したパンは一般的に多く食されている中アミロース米の米粉を添加したパンに比べて時間が経っても固くなりにくいことや冷凍パン製造の際には冷凍する際に二次発酵前に一度冷凍し、二次発酵を長めに取ることで食味良く製造できることを明らかにした。

本年度は米粉パン製造の際に二次発酵の湿度条件により製品の品質に差が出るか否かの検証を行った。

パン生地は基本的な条件として温度38℃、湿度80%前後で二次発酵を行うが、特に湿度条件を変更するこ

とによる出来上がりの製品品質の差を調査した。

(1) パン生地の製造

平成22年度産ミルクキークイーン(茨城県農業研究所圃場産)をピンミル式製粉機(奈良機械製作所M3型)で製粉した米粉を100メッシュ(150μm)で篩分けして使用した。

パン生地はホームベーカリー(パナソニックSD-BMS101)のパン生地コースで生地を作り、約65gずつ分割し丸形に成形をして二次発酵を行った。

なお、パンの配合割合は表1の割合で行った。

(2) 二次発酵湿度条件の検討

二次発酵は、湿度60%、80%、98%で38℃、60分を行った。発酵終了後190℃のオープンで15分焼成し各種試験に供した。

表1 低アミロース米粉パンの生地配合

材料	配合量(g)
強力粉(スーパーカメリヤ)	224
ミルクキークイーン米粉	56
無塩バター	50
グラニュー糖	25.5
スキムミルク	12
塩(並塩)	5
水	170
ドライイースト	2.8

(3) 製品の各データ調査

焼成した各種条件のパンは、ガラスビーズを使用して比容積、膨らみ率測定、モニターによる官能試験を行った。

3.3 低アミロース米の小規模製麺試験

米粉入りうどんの原料としてはアミロース含量が25~30%の高アミロース米が適しており、アミロース含量の低い米ほど製麺適性が低いことが知られている。しかし、本県では高アミロース米が殆ど普及していないことや、低アミロース米ミルクキークイーンが本県の奨励品種になっていることから、ミルクキークイーンの新用途を開発する研究を行った。低アミロース米は製麺して安定した生地を調整することが困難であることから、米粒を蒸してアルファ化したもの(以下「蒸し米」という)を利用してうどんを製造する方法を検討した。また、アルギン酸プロピレングリコールエステル((株)キミカ製、商品名「昆布酸」、以下「昆布酸」という)を添加することで低アミロースの製麺性が改

善できるか否かも検討した。

(1) 蒸し米うどん製造

表2の配合割合で「標準うどん」「蒸し米うどん」「蒸し米+昆布酸うどん」を製造した。

表2 うどんの配合割合

原料名\種類	標準	蒸し米	蒸し米+昆布酸
小麦粉	400g	—	—
ミルクィー クィーン精米	—	400g	400g
水	200ml	100ml	100ml
食塩	10g	10g	10g
昆布酸	—	—	4g

① 標準うどん

小麦粉は日清製粉製金すずらんを使用し、エムケー精工製もちつきクッカーRM-18TN（以下「マイコン電子餅つき器」という）のうどんコース（15分コース）でうどん生地を製造した。その後、手動パスタマシンで圧延して麺線化し、4Lの沸騰水道水に麺線約300gを入れ、再沸騰後5分間茹で、流水冷却し、ざるで水切りした。

② 蒸し米うどん

400gのミルクィークィーン精米を水に2時間浸した後、マイコン電子餅つき器のもちコースで30分蒸した。次に温水100ml、食塩10gを加え、うどんコースで15分練って得られた生地を中井機器工業(株)製全自動小型餅搗機（以下「餅搗機」という。）で2分間搗いた。その後、手動パスタマシンを使用し、コーンスターチをまぶして生地がパスタマシンに付着しないように注意しながら圧延し、圧延した生地を0℃で90分冷却後、手動パスタマシンで麺線化した。以下「標準うどん」と同じ操作をして「蒸し米うどん」を製造した。

③ 蒸し米+昆布酸うどん

400gのミルクィークィーン精米を「蒸し米うどん」と同様に水に浸漬してからマイコン電子餅つき器で蒸し、温水100ml、食塩10g、昆布酸4gを加えうどんコースで15分練って得られた生地を、以下「蒸し米うどん」と同じ操作をして「蒸し米+昆布酸うどん」を製造した。

(2) 麺の物性測定

茹でた当日に麺線を約4cmに切り、麺線の中央付近の硬度を硬度計（タケトモ電機製テンシプレッサーTTP-50BXII）を使用して測定した。プローブは断面が直径25mmの円のものを使用し、クリアランス1mm、プローブ侵入速度1mm毎秒としたときの「硬さH1」と「ねばりS1」を求めた。1製品につき10点測定して結果を（平均）±（標本標準偏差）で表記した。また、S1/H1を計算してバランス度として表記した。

3.4 低アミロース米の実用規模製麺試験

アルファ化した米を材料として製麺機を使用して実用規模での低アミロース米ミルクィークィーン 100%のうどんを製造する技術を確立することを目的として以下の2つの方法で試験を実施した。

(1) 製麺機を使用した蒸し米うどん製造

ミルクィークィーン精米2kgを1昼夜水道水に浸漬した後、セイロで約1時間蒸し、食塩60gと昆布酸20gを添加してしゃもじでよく混合し、次に水道水200mlを加えよく混合、得られた吸水米生地を餅搗機で4分間胴搗きし、（有）大成機械工業製TM-1型製麺機（以下「製麺機」という。）のローラー間に投入した。

(2) 製麺機を使用した湯捏ね米粉うどん製造

ミルクィークィーン米粉2kgを菓子用ミキサーに入れ、食塩60gをお湯1Lに溶かして食塩水とし、菓子用ミキサーのヒーター設定温度を80℃として米粉を加熱しながら数回に分けて食塩水を米粉に添加してミキシングしてアルファ化した後、得られた生地を製麺機のローラー間に投入した。

4. 研究結果と考察

4.1 高・中・低アミロース米のアミロース含量と澱粉糊化特性評価

表3 平成21年産米のアミロース含量

区分	品種名	アミロース (乾物換算%)	水分%
高アミロース米	越のかおり	30.48	13.88
	夢十色	25.45	14.55
	ホシニシキ	28.09	14.53
中アミロース米	コシヒカリ	16.41	13.34
	ゆめひたち	15.80	14.00
	タカナリ	19.12	13.12
低アミロース米	ミルクィークィーン	7.40	13.54
	シルキーパール	4.74	12.94

表4 平成22年産米のアミロース含量

区分	品種名	アミロース (乾物換算%)	水分%
高アミロース米	越のかおり	33.05	14.17
	夢十色	32.29	13.91
	ホシニシキ	28.42	14.42
中アミロース米	コシヒカリ	14.95	14.02
	ゆめひたち	17.31	13.83
	タカナリ	14.84	13.62
低アミロース米	ミルクィークィーン	8.35	13.62
	シルキーパール	5.76	13.38

表5 平成23年産米のアミロース含量

区分	品種名	アミロース (乾物換算%)	水分%
高アミロース米	越のかおり	35.26	12.91
	夢十色	36.73	12.64
	ホシニシキ	29.53	12.55
中アミロース米	コシヒカリ	15.68	12.05
	ゆめひたち	15.01	12.71
	タカナリ	17.21	12.45
低アミロース米	ミルキークイーン	9.89	11.78
	シルキーパール	6.41	11.24

表6 平成21年産米の澱粉糊化特性測定結果

(単位:RVU,但し糊化開始温度は単位°C,
以下平成22~23年産米も同じ)

品種	最高 粘度	最低 粘度	ブレイク ダウン	最終 粘度	コンス テンシー	糊化 開始 温度
越のかおり	247	105	142	230	125	75.5
夢十色	341	188	153	400	212	67.6
ホシニシキ	210	95	115	225	130	76.0
コシヒカリ	357	129	228	231	102	67.9
ゆめひたち	355	141	214	250	109	68.3
タカナリ	354	113	241	212	99	68.3
ミルキークイーン	389	103	286	171	68	66.8
シルキーパール	366	71	295	127	56	65.3

表7 平成22年産米の澱粉糊化特性測定結果

品種	最高 粘度	最低 粘度	ブレイク ダウン	最終 粘度	コンス テンシー	糊化 開始 温度
越のかおり	254	118	136	179	61	76.3
夢十色	348	202	146	415	213	76.5
ホシニシキ	237	115	122	250	135	77.3
コシヒカリ	343	125	218	222	97	68.6
ゆめひたち	382	164	218	281	117	70.8
タカナリ	337	119	218	216	97	69.8
ミルキークイーン	424	120	304	187	67	69.8
シルキーパール	372	87	285	146	59	68.7

表8 平成23年産米の澱粉糊化特性測定結果

品種	最高 粘度	最低 粘度	ブレイク ダウン	最終 粘度	コンス テンシー	糊化 開始 温度
越のかおり	237	136	101	264	128	76.3
夢十色	348	202	146	415	213	76.5
ホシニシキ	237	115	122	250	135	77.3
コシヒカリ	343	125	218	222	97	68.6
ゆめひたち	382	164	218	281	117	70.8
タカナリ	337	119	218	216	97	69.8
ミルキークイーン	424	120	304	187	67	69.8
シルキーパール	372	87	285	146	59	68.7

- 1) 高・中・低アミロース米のアミロース含量と澱粉糊化特性との関係は、どの収穫年度においても最高粘度と最低粘度の差であるブレイクダウンが高・中アミロース米よりも低アミロース米では大きくなる傾向があった。
- 2) 糊化開始温度は、高アミロース米で高く、低アミロース米で低くなる傾向が見られた。
- 3) どの収穫年度においても低アミロース米は高・中アミロース米よりも最終粘度と最低粘度の差であるコンシステンシーが小さいという傾向が見られた。

4.2 低アミロース米の米粉パン製造試験

表9 各湿度条件による比容積と膨らみ率

湿度条件	比容積(ml/g)	膨らみ率
60%	3.28±0.10	0.62±0.02
80%	3.37±0.09	0.51±0.02
98%	3.40±0.11	0.47±0.01

・膨らみ率は「平均高さ÷平均直径」で算出

表10 各湿度条件によるモニターによる官能結果

湿度条件	うまみ	ふくら感	しっとり感	もちもち感	歯応え	香り	焼き色	総合評価
60%	4.1	3.8	3.8	3.4	3.5	4.1	4.1	7.2
80%	3.7	4.0	3.8	3.5	3.7	3.9	3.7	7.8
98%	3.6	3.5	4.0	3.8	3.6	3.6	3.5	7.4

・各項目5点満点(総合評価のみ10点満点)

・モニターは14人



写真1 各湿度条件によるパンの膨らみ具合 (左より60%, 80%, 98%)

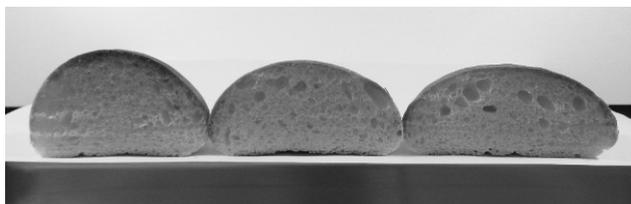


写真2 各湿度条件によるパンの膨らみ具合(断面図) (左より60%, 80%, 98%)

- 1) ミルキークイーン20%入パン生地を2次発酵時に湿度条件を各種変化させて製造を行ったところ、パン全体の膨らみの程度を示す「比容積」は有意差は出なかったが、縦方向への膨らみ具合を示す「膨らみ率」には有意差が現れた。湿度が高すぎると上方向への膨らみが弱くなり、製品がだれたような感じになってしまう事が分かった。

2) 「膨らみ率」には湿度による有意差が出たものの、モニターによる官能試験では大きな差はでなかった。

4.3 低アミロース米の小規模製麺試験

表11 蒸し米を利用した物性測定結果

うどんの種類	硬さ (H1) (gw/cm ²)	粘り (S1) (gw/cm ²)	バランス度
標準	638.8±67.0	125.7±25.2	0.20
蒸し米	532.8±29.0	146.5±19.0	0.28
蒸し米+昆布酸	1057.9±79.2	121.0±35.2	0.11

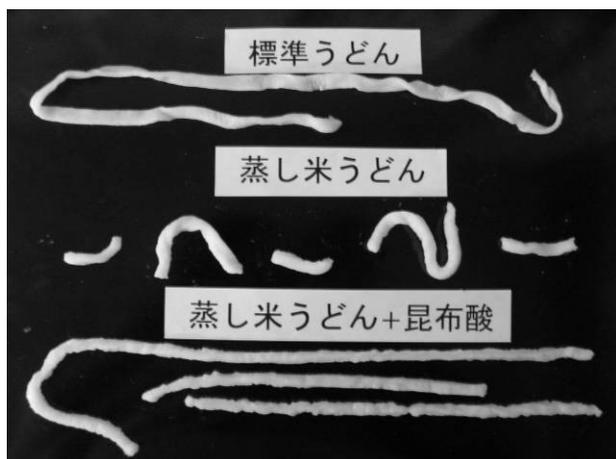


写真3 上から「標準うどん」、「蒸し米うどん」、「蒸し米+昆布酸うどん」

- 1) 「標準うどん」にくらべ低アミロース米ミルクイーンの「蒸し米うどん」は硬さの数値は低く、粘りの数値は高かった。また「蒸し米うどん」は「標準うどん」に比べ麺線が切れやすかった。
- 2) 昆布酸を添加することで、低アミロース米ミルクイーンの「蒸し米うどん」は硬さが増し、粘りが低下し、麺線の切れやすさが改善された(写真3)。

4.4 低アミロース米の実用規模製麺試験

製麺機を使用した低アミロース米の実用規模製麺試験は、「蒸し米うどん製造」では麺生地の粘性が強すぎて製麺機のローラーに付着してしまって生地の麺線化に失敗した。そして、「湯捏ね米粉うどん製造」では、麺生地の強度が不足して製麺機のローラーによる圧延がうまくゆかず生地がひび割れし、麺線化に失敗した。

今後は、マイコン電子餅つき器を使用した小規模製麺技術の確立だけでなく、製麺機を使用した実用規模製麺技術の確立する必要がある。

5. まとめ

- 1) 平成 21~23 年産米のアミロース含量と澱粉糊特性との関係は、高・中アミロース米に比べ低アミロース米は数値が大きくなる傾向があり、中・低アミロース米に比べ、高アミロース米は糊化開始温度が高くなる傾向があることがわかった。

- 2) 平成 21~23 年産米において低アミロース米は高・中アミロースよりもコンシステンシーが小さいという傾向が見られた。
- 3) アミロース米であるミルクイーンを20%添加した米粉パンを製造するときは二次発酵を行う際の湿度により生地の膨らみ方に差が出ることが分かった。しかしその時のパンの食味については明確な相関は今回の結果からは分からなかった。
- 4) 蒸し米を利用し、アルギン酸プロピレングリコールエステルを添加することで麺線の硬さは増し、粘りは低下したため、低アミロース米 100%原料のうどんを製造することができた。

6. 今後の課題

- 1) 低アミロース米の特長を生かした製パンの技術普及と製品開発を推進する。
- 2) 小麦粉を使用しない米粉とグルテンのみで製造する低アミロース米パンの製造条件をさらに調査する。
- 3) 蒸し米を利用した有色素うどんの製造技術の確立を目指す。
- 4) 低アミロース米のアルファ化処理による小麦粉を使用しないうどんの製造においては、マイコン電子餅つき器を使用した小規模製造技術の確立だけでなく、製麺機を使用した実用規模製造技術の確立を目指す。

7. 参考文献

- 1) 株式会社 新・食品分析法 (日本食品科学工学会編, p. 564~566)
- 2) 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実験, 日本食品科学工学会誌Vol. 44, No. 8, p. 579-584
- 3) 田畑 恵ら, 茨城県工業技術センター研究報告第38号, 新形質米の機能性成分保持及び高度利用技術の研究 (第1報)
- 4) 田畑 恵ら, 茨城県工業技術センター研究報告第39号, 新形質米の機能性成分保持及び高度利用技術の研究 (第3報)