

新形質米の特性とその利用例

大坪 研一*

(Ken-ichi Ohtsubo)

新形質米とは

わが国における米の消費は、経済力の向上、食生活の変化など、さまざまな要因によって漸減傾向にあり、一人当たりの消費量は最盛時の約半分と言われている。

農林水産省では、米の需要拡大を目標に、平成元年から6年にかけて、「需要拡大のための新形質水田作物の開発」研究プロジェクト（新形質米プロ、スーパーライス計画）を推進し、その中で、低アミロース米、高アミロース米、大粒米、色素米、香り米、巨大胚芽米などの各種の特徴的な稲と米が開発されてきた^{1)~4)}。こうした新しい形態や特質を有する米を新形質米と総称する。

近年、全国の大学、公立試験研究機関、民間企業の研究機関でも同様の特徴的な稲や米が育成されてきており、新しい米需要を喚起するものと期待されている。以下に代表的な新形質米の特性とその利用例について紹介する。

(1) 低アミロース米

低アミロース米は、もち米と通常のうるち米の中間程度のアミロース含量の米の総称であり、アミロース含量は5~13%程度である。低アミロース米は軟らかくて粘りの強い米飯となる。品種によって異なるが、通常のうるち米に比べて1割から2割加水量を減らして炊飯すると良い。また、やや硬めの米にブレンドすることによって米飯が軟らかくなり、粘りが増加する。

最近需要が増加している調理済み米飯や弁当類の多くは、炊飯から時間をおいて食べられるので、冷えても軟らかくて粘りがあるという低アミロース米の特性はきわめて重要となる。「ミルキークイーン」は、こうした特性を活かした新タイプの米として市場で高く評価され、作付け面積が増加している。

加工米飯のうちでチルド米飯や冷凍米飯では、炊飯

後の低温による糊化澱粉の老化の問題がある。低アミロース米は、通常のうるち米に比べて耐老化性に優れており、中でも「スノーパール」のように、アミロース含量の特に低いタイプは、耐老化性もきわめて優れており⁵⁾、冷凍すしなどの新しい用途が開発されている（図1）。

さらに、低アミロース米は、米菓に加工したときに高い膨化性を示すので、ソフト型せんべいに適している⁶⁾。エクストルーダーによるライススナックの製造や膨化米の製造にも好適である⁷⁾（表1）。簡易膨化させて湯戻り性を改良した玄米は、即席玄米雑炊などとして新しい需要の開発が期待されている（図2）。

逆に、粘りの嫌われる用途、たとえば麴米や通常の業務用大量炊飯には適しておらず、加工後も米粒の残存が期待されるレトルト粥や麺強度が必要なライスヌードル等の用途にも適していない。アミロース含量の特に低いものは、気象条件と用途によっては「もち臭」を発生して好まれない場合もある。

代表的な品種例としては、農研センターで育成された「ミルキークイーン」、「ミルキープリンセス」、上川農試で育成された「彩」、北海道農試で育成された「はなぶさ」、東北農試で育成された「スノーパール」、「シルキーパール」、古川農試で育成された「た

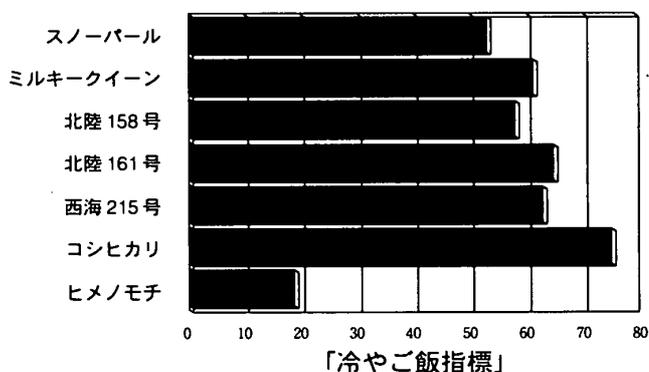


図1. 糊化特性試験による低アミロース米の耐老化性の比較

* 食品総合研究所穀類特性研究室

表1. 1軸エクストルーダによる各種米の膨化試験結果

試料米	膨化度 (cm ³ /g)	硬度 (TPU)	水溶性全糖 (%)
玄米 コシヒカリ	6.8	8.6	21.6
探系 2006 (巨大胚)	4.4	4.9	20.3
探系 1915 (低アミロース)	7.1	6.2	30.9
探系 1918 (モチ)	8.1	4.8	65.0
精米 コシヒカリ	7.3	3.7	27.8
探系 1915 (低アミロース)	8.4	2.9	33.2
探系 1918 (モチ)	8.9	1.8	85.0
もちひかり	8.7	3.1	82.5

膨化：パフマシン使用 (約 180°C) 膨化度：植物種子置換法による製品比容積

硬度：テンシプレッサーにより測定

水溶性全糖：水抽出液上清のフェノール硫酸法測定

文献：大坪研一ら，新規育成米の利用特性，日食工誌，35，587，1988.



図2. 低アミロース米を膨化した加工玄米製品

きたて」，北陸農試で育成された「ソフト 158」，「朝つゆ」，九州農試で育成された「柔小町」，麒麟ビールで育成された「ねばり勝ち」，日本たばこ産業研究所とゼネカ社が合弁した(株)オリノバの開発した「いわた 15号」等が挙げられる。

(2) 高アミロース米

高アミロース米とは、アミロース含量が25%以上の米を指す。高アミロース米の米飯は硬く、粘りが少ない。冷えると特に硬くなりやすい。通常の家庭用炊飯には適していない。レトルト粥のように高温加熱後も米粒がしっかりしていることが望まれる用途に適している。アミロース含量が30%以下の場合には堅焼きせんべいやライスヌードルに適性がある⁸⁾。30%を越えるとライスヌードル等にも適さなくなり、通常は小麦が原料として用いられる「クスクス」(北アフリカの民族料理)の原料に適しているといわれる⁹⁾。タイやフィリピン等の熱帯アジアでは高アミロース米を原料にして様々なタイプのライスヌードルが生産・消費されている。高アミロース米品種の例としては、中国農試で

育成された「ホシユタカ」，「中国 134号」，北陸農試で育成された「夢十色」，農研センターで育成された「ホシニシキ」等がある。

ヨード呈色法で測定した各種の高アミロース米，低アミロース米のみかけのアミロース含量を図3に示す¹⁰⁾。

(3) インド型米および日印交雑種

インド型米および日印交雑種は、一般に、長粒でアミロース含量が高いものが多いが、中には短粒のものやアミロース含量の低いものもある。多収性の系統が多い。概して米飯とした場合には、日本人の食味嗜好には合わないものが多く、炊飯時の釜増えが大きい反面、冷えると硬くなりやすいものが多い¹¹⁾。

有望な用途としては、日本酒などの発酵原料，カレー，ピラフ，米菓原料，生分解性プラスチック原料等が挙げられる。

品種・系統の例としては、北陸農試で育成された「ハバタキ」，「北陸 147号」，「北陸 149号」，農研センターで育成された「タカナリ」，「サリークイーン」，麒麟ビールで育成された「リンクス」等がある。

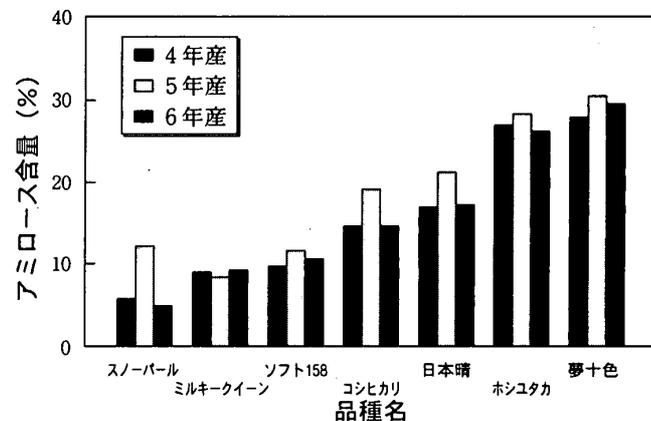


図3. 各種の新形質米のみかけのアミロース含量

新形質米の特性とその利用例

(4) その他のデンプン変異米

(a) 糖質米

九州大学で育成された「EM 5」や北陸農試で育成された「北陸 169 号」等が代表例である。光合成産物の一部がデンプンにならずに植物グリコーゲンや少糖類の形で存在する米であり¹²⁾、外観品質や精米特性に問題は残っているものの、甘みがあり、糊化粘度が低く、酵素によって分解されやすいので、製菓原料、製糖原料、発酵原料としての可能性が期待される。

(b) *ae* 突然変異米

九州大学で育成された「EM 10」, 「EM 72」など、各種の「アミロースエクステンダー：*ae*」突然変異米は、デンプンの枝作り酵素の一部が欠損したものであり、みかけのアミロース含量は、通常の高アミロース米と同程度か、あるいはそれ以上であり、アミロペクチンの短鎖が少なく、長鎖が多い。特徴的な糊化特性を示し、デンプンフィルムの強度に優れるものがあり、産業用途も含めた今後の新用途開発が期待される¹³⁾。

(5) タンパク質変異米

(a) エルジーシー 1

農水省農業生物資源研究所放射線育種場で育成されたタンパク質変異米。米の主要タンパク質であるグルテリンが少なく、アルコール可溶性のプロラミンが多い。これにより消化性の良いタンパク質が少なくなり、難消化性のタンパク質が多くなっている。有望な用途として、腎臓病患者向けの低タンパク質米や酒造米等が期待されている¹⁴⁾¹⁵⁾。タンパク質変異と低アミロースとのダブルミュータントである「中国 173 号」は、消化性タンパク質が減少していることに加えて、デンプンのアミロース含量も低く、米飯物性において硬さの減少と粘りの増加が認められ、消化性タンパク質の減少による腎臓病患者向けの適性があることに加えて、食味の点からも従来のタンパク質変異米に比べて改善されていることが示された (図 4)。

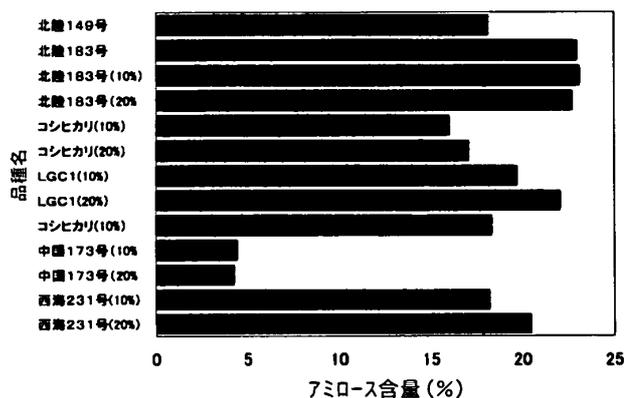
(b) 春陽

北陸農研センターで育成されたタンパク質変異米である (北陸 183 号)。グルテリン含量が通常品種の約 30% と少なく、エルジーシー 1 と同様に、腎臓病患者向けの用途が期待される。玄米は大粒で高度精白が可能。短早で多収である。

(c) LA-1

「エルジーシー 1」と同様に放射線育種場で育成されたタンパク質変異米。アレルゲンタンパク質である 16 kDa グロブリンの欠失した米。16 kDa グロブリンを抗原とするアレルギー患者には有効である。16 kDa グ

各種の試料米のアミロース含量



米飯物性における品種特性

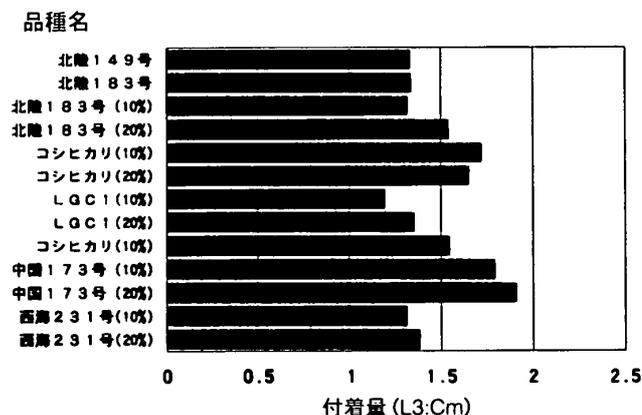


図 4. 各種のタンパク質変異米のアミロース含量及び米飯物性

ロブリン以外の米タンパク質を抗原とするアレルギー患者には効果が期待できないので、今後、さらに研究を続ける必要がある。

(6) 香り米

インドやパキスタンで栽培される「バスマティ 370」やタイで栽培される「カオドークマリ 105」(ジャスミンライス) に含まれる香り成分であるアセチルピロリンを含む米。香りが比較的弱くて全量を米飯として使用するもの (「サリークween」など) と、香りが強く、一般の米に混米して使用するもの (「はぎのかおり」, 「キタカオリ」など) がある。「サリークween」は見かけのアミロース含量が高くなく、粘りは少ないが軟らかい米飯となる。ピラフ、カレー、パエリア等の調理飯に適している¹⁶⁾。

(7) 色素米

黒紫色や赤色の色素を含む米。前者はアントシアニン

系の色素を含み、後者はタンニン系の色素を含む。いずれも抗酸化能があり、活性酸素の除去による生活習慣病の予防などの生理機能性が期待される。前者の品種の例として東北農試で育成された「朝紫」, 「おくのむらさき」, 後者の品種の例として九州農試で育成された「ベニロマン」などがある。

北陸農試の小林らは、紫黒米からワインレッドの色素を抽出・精製する技術を開発し、水飴等への添加を報告している。

共立女子大の高橋らは、紫黒米の用途として、甘藷の強飯、ピコ、いが栗まんじゅう等において、色素の特徴が生かせることを報告している¹⁷⁾。

(8) 巨大胚米

胚芽の大きさが通常の米の数倍ある米。ビタミンE等の胚芽に含まれる機能性成分の増加が期待される。最近、発芽玄米の原料米として注目されている。発芽によってγ-アミノ酪酸(GABA, 高血圧の予防に有用)等の機能性成分が増加する¹⁸⁾。中国農試で育成された「はいみのり」等が品種例として挙げられる。「はいみのり」の写真とγ-アミノ酪酸の増加について図5に示す¹⁹⁾。

(9) 大粒米

粒が大きく、千粒重が30から38もある。ドリア、リゾット等の原料米や酒造原料米としての用途が期待されている。品種例として、北陸農試で育成された「オオチカラ」がある。

おわりに

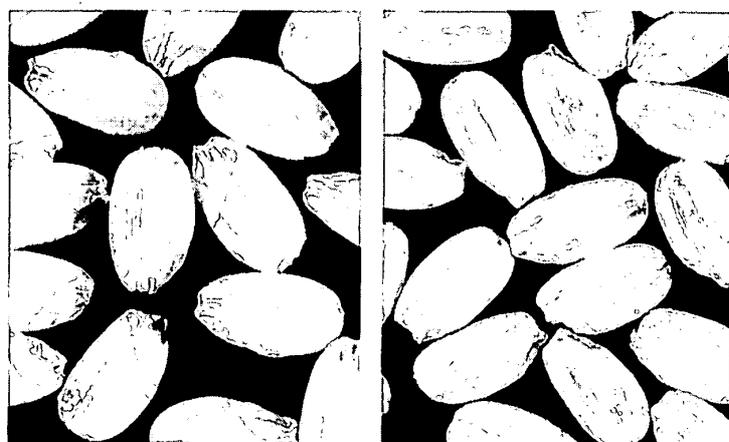
米の成分・特性を変異させた各種の新しい特性を持つ米が開発されてきた²⁰⁾(表2)。低アミロース米は「ミルキークイーン」を中心に、市場でその特徴が高く評価され、生産量も急速に増加している。それ以外の各

種のアミロース変異米も、それぞれが従来にない新しい特徴を持った米である。タンパク質変異米, 色素米, 香り米などの新形質米も、その特長を活かした用途が期待されている。生産意欲のある農家への種子の安定供給システムが整備され、第2, 第3の「ミルキークイーン」の登場することが期待される。

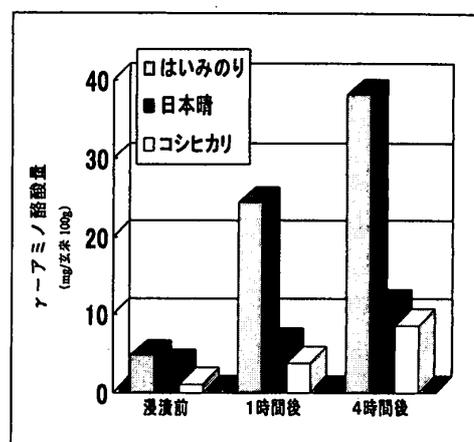
米の利用研究に関する支援制度としては、農林水産省食糧庁による①玄米無償交付, ②米の成分の高度加工利用技術開発事業, ③原料米特例売却制度などがあり、総合食料局等における①研究組合(ニューフードクリエーション), ②ベンチャービジネス支援事業などがある。食糧事務所や総合食料局技術室等に問い合わせられて、これらの支援制度を活用されると有益である。

文 献

- 1) 農林水産技術会議事務局：需要拡大のための新形質水田作物の開発, 1, 1999.
- 2) 佐藤 光・大村 武：育種学雑誌, 31, 316, 1981.
- 3) 横尾政雄：米の調理適性(日本の稲育種, 農業技術協会), p.144, 1992.
- 4) 石谷孝佑：調理科学, 26, 365, 1993.
- 5) 高見幸司・郡山 剛・大坪研一：食科工, 45, 469, 1998.
- 6) 山田博治：農業技術, 48, 486, 1993.
- 7) 大坪研一・中川原捷洋・岩崎哲也：日食工誌, 35, 587, 1988.
- 8) 山田 進：米麦改良, 9月号, p.45, 1993.
- 9) 北陸農試稲育種研究室：特殊用途の高アミロース米「夢十色」(新しい米を創る, 農林水産省, p.7, 1999)
- 10) 豊島英親・岡留博司・吉崎 繁・木村俊範・大坪研一：食科工, 46, 123, 1999.
- 11) 小林明晴・鈴木保宏・三浦清之・小林 陽・大坪研一：食科工, 45, 484, 1998.



「はいみのり」の玄米
(左：はいみのり, 右：コシヒカリ)



玄米に蓄積されるγ-アミノ酪酸 (Gaba) 量

図5. 「はいみのり」の写真および水浸漬による gaba の増加

新形質米の特性とその利用例

表 2. 新形質米品種名及び品種登録番号等一覧表

形 質	品 種 名	系 統 名	育 成 機 関	品 種 登 録 出 願 番 号	同 登 録 出 願 年 月 日	品 種 登 録 番 号	品 種 登 録 年 月 日
低アミロース米	ミルキークイーン (新品種候補)	関東 168 号	農業研究センター			6385	98/5/22
"	"	関東 194 号	農業研究センター	(予定)			
"	水稻中母農 13 号	探系 1915	農業生物資源研.			3288	92/12/7
"	水稻中母農 14 号	探系 2019	農業生物資源研.			3287	92/12/7
"	スノーパール	奥羽 344 号	東北農業試験場	7694	95/3/29	7082	99/3/17
"	(新品種候補)	奥羽 354 号	東北農業試験場	(予定)			
"	ソフト 158	北陸 158 号	北陸農業試験場			5846	97/12/5
"	はなふさ	北海 280 号	北海道農業試験場	10735	98/3/30		
"	彩	道北 52 号	北海道上川農試.			3283	92/12/7
"	柔小町	西海 215 号	九州農業試験場	7980	95/7/12	7084	99/3/17
"	まどか 180 (新品種候補)	ふ系 180 号	青森県藤坂支場	11865	99/7/1		
"	"	東北 172 号	宮城県古川農試.	(予定)			
"	さわびかり	群馬 14 号	群馬県農業試験場	10831	98/4/6		
"	ねばりごし	信交 483 号	長野県農事試験場	10698	98/3/27		
"	ねばり勝ち	ねばり勝ち 94	キリンビール(株)			5844	97/12/5
"	いわた 15 号	いわた 15	日本たばこ(株)	9713	97/3/28	8632	1/2/9
高アミロース米	夢十色	北陸 142 号	北陸農業試験場	8666	96/3/27	7648	0/2/14
"	ホシユタカ	中国 96 号	中国農業試験場			1804	88/12/13
"	ホシニシキ	関東 181 号	農業研究センター	10116	97/7/29		
香 り 米	サリークイーン	関東 154 号	農業研究センター			3396	93/3/10
"	プリンセスサリー	関東 172 号	農業研究センター	10115	97/7/29		
"	キタカオリ	北海 270 号	北海道農業試験場			4289	95/3/9
"	はぎのかおり	東北 144 号	宮城県古川農試.			3044	92/2/29
"	ちほのかおり	南海 138 号	宮城県総合農試.	12001	99/9/24		
"	さわかおり	高育香 37 号	高知県農業技術セ.	8546	96/2/5	7438	99/9/21
色 素 米	朝 紫	奥羽糯 349 号	東北農業試験場			6504	98/7/2
"	ベニロマン	西海 209 号	九州農業試験場			6447	98/6/8
"	おくのむらさき	奥羽 368 号	東北農業試験場	12623	0/7/5		
"	しなの深紅	信交糯 144 号	長野県農事試験場	10700	98/3/27		
"	むらさきの舞	兵系紫 51 号	兵庫県酒米試験地	11879	99/7/6		
"	つくし赤もち	ちくし赤糯 22 号	福岡県農業総合試.	8319	95/11/30	7322	98/8/11
低グルテリン米	エルジーシー 1	放育系 LGC-1	農業生物資源研.	5229	92/3/31		
低アレルゲン米	フラワーホープ	放育系 LA-1	農業生物資源研.	5228	92/3/31		
巨 大 胚 米	はいみのり	中国 137 号	中国農業試験場	8632	96/3/13		
"	"	北海 269 号	北海道農業試験場			未登録	
大 粒 米	オオチカラ	北陸 130 号	北陸農業試験場			2271	90/6/13
長 粒 米	ハバタキ	北陸 129 号	北陸農業試験場			2270	90/6/13
"	タカナリ	関東 146 号	農業研究センター			2927	91/12/16
"	おどろきもち	関東糯 164 号	農業研究センター			6386	98/5/22

12) M. Asaoka, K. Okuno, Y. Sugimoto, M. Yano, T. Omura, H. Fuwa: Structure and properties of endosperm starch and water soluble polysaccharides from sugary mutant of rice, starch, **37**, 364, 1985.

13) 高橋 仁・マリッサ・ロメロ・西 愛子・佐藤 光・岡留博司・豊島英親・大坪研一: 食科工, **48**, 617, 2001.

14) 望月隆弘・原 茂子: 日腎会誌, **42**, 24, 2000.

15) 西村 実: 育種学研究, **4** (別 2), 28, 2002.

16) 農業研究センター稲育種研究室: 調理用の細長粒香り米「サリークイーン」(新しい米を創る, 農林水産省, p. 11, 1999)

17) 高橋節子・西川優子・内藤文子: 共立女子大紀要, **39** 号, 95, 1993.

18) 三枝貴代・堀野俊郎・森 隆: Biosci. Biotech. Bio-

chem., **58**, 1567, 1994.

19) 新しいお米 (全農, 農林水産技術情報協会), p.14,
2001.

20) 新しいお米 (全農, 農林水産技術情報協会), p.15,
2001.