

## ご飯のおいしさへのアプローチ

大倉 哲也

米 (*Oryza sativa*) は日本人の食生活を特徴づける重要な食品である。日本で作付けされている米の9割以上は粳米で、飯米・おにぎり・すし米などその用途に適したさまざまな品種が植えられている。粳米が浸漬後炊飯器で炊かれるのに対し、酒造好適米や糯米は低温浸漬後蒸して利用され、ジャスミンライスは沸騰させたお湯の中に入れて炊きあげる。このように用途によって浸漬や炊き・蒸す方法が異なることについては現象論的な解析は行われてきたが、分子レベルでの解析はあまり進んでいない。

炊飯中に米デンプンから生成する還元糖は、米飯の「甘味」や「つや」に寄与することが知られている。粳米の長時間浸漬（室温、低温）により還元糖量が増加する（甘さが増す）ことが報告されているが、何時何処でどの酵素により還元糖が生成するかについては明らかではない。また、品種間で生成する還元糖量に違いが生じる要因も不明な点が多い。

馬橋らは「日本晴」「コシヒカリ」からリン酸バッファーで抽出した粗酵素液を用い、可溶性デンプンを基質に、還元糖生成活性とグルコース生成活性とを測定し、その二つの活性の差である「見かけのアミラーゼ（オリゴ糖生成）活性」の反応温度依存性は両品種間で異なる傾向を見だしている。コシヒカリは40°Cで見かけのアミラーゼ活性が最大になるのに対し、日本晴はそのピークが50～60°Cにシフトしており、対応する活性を示す酵素に違いのあることが示唆されている<sup>1)</sup>。

露久保らは、玄米を外側から研削して得た画分（100–90% [糠]、90–80%、80–70%、70–0% [胚乳]）で、抗体を利用したイムプロット法で酵素の有無を調べた結果、どちらの品種においてもαアミラーゼII-3（至適温度25°C付近）、イソアミラーゼI（至適温度40°C付近）とプルナーゼ（至適温度40°C付近）は胚乳中に、αアミラーゼIは外層部に存在することを報告している<sup>2)</sup>。また、両品種とも外層部にあるαアミラーゼII-4は浸漬時に炊飯液中に溶出し、胚乳にあるαアミラーゼII-3、イソアミラーゼI、αグルコシダーゼ、プルナーゼは大部分が飯粒中に留まるといふ共通の挙動が見られた。一方、コシヒカリで炊飯液に漏出するαアミラーゼIは日本晴においては飯粒内に留まることを報告している（図1）<sup>2,3)</sup>。また、両品種におけるデンプン分解酵素群の挙動は炊飯温度が60°Cまで上がってもその傾向は、

	至適温度(°C)	炊飯中(40°C)				玄米	
		コシヒカリ		日本晴		コシヒカリ/日本晴 色の濃い部分に分布	
		飯粒	炊飯液	飯粒	炊飯液		
αアミラーゼII-3	~25	+++ >>>	+	++ >>	+	◀	●
αアミラーゼII-4	~37	- <<<	+	- <<<	+	◀	○
βアミラーゼ	~40	++ >>	-	欠損	<	◀	欠損
αアミラーゼI	~70	- <	+	++ >	+	<	○
イソアミラーゼI	~40	+++ >>>	-	+++ >>>	-	◀	●

図1. デンプン分解酵素の挙動は品種間で差

40°Cの時とほとんど変わらないことも示している<sup>2,3)</sup>。

上記のように、デンプン分解酵素の飯粒内外での挙動についてはかなりの部分が明らかになってきているが、飯粒内の各部位（腹側、背側）において何時どの酵素によって、デンプンからオリゴ糖を経てグルコースが生成するのかについては、各温度で米粒中の各部位の糖を分析する必要がある。しかしながら一粒中の各部位での解析は、荷電化粒子検出器<sup>注1)</sup>を用いたとしても検出感度の問題から難しい状況にある。最近、野菜や動物組織において、MALDI-TOFマスイメージング<sup>注2)</sup>を用いて脂質やアミノ酸の分布を解析した例が報告されている<sup>4)</sup>。糖は電荷を持たないため、脂質やアミノ酸に比してレーザー照射や電圧をかけても、飛びにくいことが知られている。現時点では糖のTOFマスイメージングの報告はないが、マトリックスや気相での誘導体化などの工夫により、米粒中の各部位でどんな糖がいつできているのかを解析できるようになることが期待される。

- 1) Mabashi, Y. et al.: *Food Res. Int.*, **42**, 157 (2009).
- 2) Tsuyukubo, M. et al.: *Food Sci. Tech. Res.*, **19**, 303 (2013).
- 3) 露久保美夏: 日本調理学会誌, **46**, 145 (2013).
- 4) Miura, D. et al.: *J. Proteomics*, **75**, 5052 (2012).

注1) 荷電化粒子検出器。UV吸収を持たない物質やMSでイオン化しない検出不能なさまざまな不揮発性・半揮発性物質の分析に用いられる示差屈折率検出器よりも100～1000倍程度感度が高いことが知られている。

注2) MALDI-TOFマスイメージング: 飛行型 (Time of Flight) 質量分析計でマトリックス支援レーザー脱離イオン化法 (Matrix Assisted Laser Desorption/Ionization) により試料に含まれる物質の分布を推定する方法。